

**FARKLI AZOT DOZLARINDA YETİŞTİRİLEN
MARULDA (*Lactuca sativa* L.) *Paenibacillus polymyxa*
UYGULAMALARININ VERİM, BİTKİ GELİŞİMİ
VE BESİN ELEMENTİ İÇERİĞİNE ETKİSİ**

Fatih Tunahan AKBAY

**Yüksek Lisans Tezi
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı
Doç. Dr. Ertan YILDIRIM
2012
Her hakkı saklıdır**

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI AZOT DOZLARINDA YETİŞTİRİLEN MARULDA
(*Lactuca sativa L.*) *Paenibacillus polymyxa* UYGULAMALARININ
VERİM, BİTKİ GELİŞİMİ VE BESİN ELEMENTİ İÇERİĞİNE
ETKİSİ

Fatih Tunahan AKBAY

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ERZURUM

2012

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

FARKLI AZOT DOZLARINDA YETİŞTİRİLEN MARULDA (*Lactuca sativa L.*)
Paenibacillus polymyxa UYGULAMALARININ VERİM, BİTKİ GELİŞİMİ VE BESİN
ELEMENTİ İÇERİĞİNE ETKİSİ

Doç. Dr. Ertan YILDIRIM danışmanlığında Fatih Tunahan AKBAY tarafından hazırlanan bu çalışma 28/06/2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak oybirliği/oy çokluğu (oy çokluğu) ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof.Dr.Metin TURAN

İmza :

Üye : Doç.Dr.Ertan YILDIRIM

İmza :

Üye : Doç.Dr.Rafet ASLANTAŞ

İmza :

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Prof. Dr. İhsan EFEOĞLU
Enstitü Müdürü

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

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI AZOT DOZLARINDA YETİŞTİRİLEN MARULDA (*Lactuca sativa* L.) *Paenibacillus polymyxa* UYGULAMALARININ VERİM, BİTKİ GELİŞİMİ VE BESİN ELEMENTİ İÇERİĞİNE ETKİSİ

Fatih Tunahan AKBAY

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ertan YILDIRIM

Kimyasal gübrelerin sürekli kullanımı topraktaki biyokimyasal döngüyü olumsuz etkilemektedir. Kimyasal gübrelerin artan maliyeti ve çevreye olumsuz etkisinden dolayı toprak verimliliğini arttırmak ve bitki beslemeyi iyileştirmek amacıyla bitki büyümesini teşvik edici rizobakterilerin kullanımı gün geçtikçe artmakta ve bu kapsamda etkinliği bulunan bakteri türlerinin araştırılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu araştırma farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda *Paenibacillus polymyxa* uygulamalarının verim, bitki gelişimi ve besin elementi içeriğine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Araştırmada *Paenibacillus polymyxa* bakteri ırkı marul tohumlarına kaplama şeklinde uygulanarak ekimi yapılmıştır. Dikim büyüklüğüne gelen marul fideleri 0, 5, 10, 15, 20 kg/da N dozlarında gübrelenen parsellere dikilmişlerdir. Çalışmada bakteri uygulamalarının ve azot dozlarının marulda verim, bitki gelişimi ve besin elementi içeriğini istatistiksel anlamda etkilediği saptanmıştır. Araştırma sonucunda *Paenibacillus polymyxa* bakteri ırkının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda bitki ağırlığı, bitki boyu, bitki eni, gövde çapı, klorofil miktarı, kuru madde oranı, besin elementi alımı ve verim üzerine olumlu etki gösterdiği tespit edilmiştir. *Paenibacillus polymyxa* uygulamalarının azot kullanım etkinliğine bağlı olarak marulda (*Lactuca sativa* L.) azotlu gübre kullanımını azaltabileceği tespit edilmiştir.

2012, 74 sayfa

Anahtar Kelimeler: Rizobakteri, Azot, Marul, *Paenibacillus polymyxa*, bitki büyümesi, verim

ABSTRACT

Master Thesis

THE EFFECT OF *Paenibacillus polymyxa* ON YIELD, PLANT GROWTH AND MINERAL CONTENT OF LETTUCE(*Lactuca sativa* L.) GROWN IN DIFFERENT NITROGEN DOSES

Fatih Tunahan AKBAY

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ertan YILDIRIM

The use of fertilizers, including chemical fertilizers and manures, to enhance soil fertility and crop productivity has often negatively affected the complex system of the biogeochemical cycles. The search for plant growth-promoting rhizobacteria that improve soil fertility and enhance plant nutrition has continued to attract attention due to the increasing cost of fertilizers and some of their negative environmental impacts. The objective of this study was to determine the effect of fixing plant-growth-promoting rhizobacteria, *Paenibacillus polymyxa* on growth, yield, nutrient uptake and nutrient use efficiency of lettuce grown in different rates of inorganic N fertilizer.

Paenibacillus polymyxa was treated as seed coating to lettuce seeds. Treated seedlings were transplanted to plots that were fertilized with 0, 5, 10, 15, 20 kg/da N. In the study, it was determined that bacteria treatments and nitrogen doses statistically affected growth, yield and nutrient uptake of lettuce. The study has demonstrated that PGPR inoculation can improve growth, yield, plant uptake of nutrients and thereby increase the use efficiency of applied chemical fertilizer in lower ratios of nitrogen. The results suggest that PGPR-based inoculants can be used and should be further evaluated as components of integrated nutrient management strategies.

2012, 74 pages

Keywords : Rhizobacteria, Nitrogen Lettuce, *Paenibacillus polymyxa*, plant growth, yield

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımın her aşamasını titizlikle takip eden, maddi manevi hiçbir desteğini esirgemeyen ve fikirleriyle bana yol gösteren danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ertan YILDIRIM'a çalışmalarımın yapılması sırasında desteğini esirgemeyen Bahçe Bitkileri Bölüm hocalarıma özellikle desteğini her zaman yanımda hissettiğim Sayın Prof. Dr. Atilla DURSUN'a ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Melek EKİNCİ'ye, Arş. Gör. Muhammed KÜPE'ye, laboratuvar çalışmalarım sırasında gerekli imkan ve desteği sağlayan Toprak Bölümü öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Metin TURAN'a ve Sayın Arş. Gör. Adem GÜNEŞ'e, araştırmanın yürütülmesinde materyal ve literatür desteği sağlayan Tarla Bitkileri Bölümü öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Ramazan ÇAKMAKÇI'ya, tezimin hazırlanmasında emeği geçen Fen Bilimleri Enstitüsü çalışanlarına, burada isimlerini sayamadığım birlikte çalışmaktan büyük zevk aldığım bu çalışmanın yürütülmesinde katkı sağlayan değerli arkadaşlarıma, hayatımın her döneminde maddi ve manevi desteğini benden esirgemeyen değerli aileme teşekkür ederim.

Fatih Tunahan AKBAY

Haziran 2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM	14
3.1. Deneme Yeri Hakkında Genel Bilgiler	15
3.2. Erzurum İlinin İklim Özellikleri.....	15
3.3. Deneme Yerinin Toprak Özellikleri.....	16
3.4. Materyal.....	17
3.4.1. Bitkisel materyal.....	17
3.4.2. Bakteri materyali	18
3.5. Yöntem	18
3.5.1. Bakterilerin tohumlara uygulanması	18
3.5.2. Denemenin kurulması.....	18
3.6. Ölçüm Tartım ve Gözlemler.....	22
3.6.1. Bitki ağırlığı	22
3.6.2. Bitki boyu	22
3.6.3. Bitki eni	22
3.6.4. Gövde çapı.....	23
3.6.5. Klorofil miktarı.....	23
3.6.6. Kuru madde oranı	24
3.6.7. Makro-mikro besin elementi tayinleri	24
3.6.7.a. Azot tayini	24
3.6.7.b. Diğer besin elementlerinin tayini (P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, Zn, B, Na).....	25

3.6.8. Verim.....	25
3.6.9. İstatiksel analizler.....	25
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	26
4.1. Bitki Ağırlığı	26
4.2. Bitki Boyu	28
4.3. Bitki Eni	30
4.4. Gövde Çapı.....	31
4.5. Klorofil Miktarı	34
4.6. Kuru madde oranı.....	35
4.7. Makro ve Mikro Besin Element Düzeyi.....	38
4.7.1. Azot	38
4.7.2. Fosfor.....	39
4.7.3. Potasyum	42
4.7.4. Kalsiyum	44
4.7.5. Magnezyum	45
4.7.6. Kükürt.....	47
4.7.7. Demir.....	49
4.7.8. Bakır	51
4.7.9. Mangan.....	53
4.7.10. Bor	55
4.7.11. Çinko	56
4.7.12. Sodyum.....	58
4.8. Verim.....	60
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	64
5.1. Bakteri ve Azot Uygulamalarının Marulda Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi	64
5.2. Bakteri ve Azot Uygulamalarının Makro ve Mikro Besin Element Düzeyine Etkisi.....	66
5.3. Bakteri ve Azot Uygulamalarının Marulda Verim Üzerine Etkisi.....	67
KAYNAKLAR	69
ÖZGEÇMİŞ	73

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

B	: Bor
Ca	: Kalsiyum
cm	: Santimetre
Cu	: Bakır
da	: Dekar
Fe	: Demir
g	: Gram
ha	: Hektar
K	: Potasyum
kg	: Kilogram
m ²	: Metre kare
Mg	: Magnezyum
mg	: Miligram
mm	: Milimetre
Mn	: Mangan
N	: Azot
Na	: Sodyum
P	: Fosfor
S	: Kükürt
Zn	: Çinko
%	: Yüzde
TOVEP	: Toprak Verimlilik Envanteri Projesi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. (a) Atatürk Üniversitesi. Ziraat Fak. Tar. Arş. ve Yay. MÜd. ait 4 no'lu deneme alanından görünüm(orj.) (b) Ölçüm ve tartımların yapıldığı Sebzeçilik Lab. görünüm (orj.).....	14
Şekil 3.2. Deneme parsellerinden görünüm (orj.).....	16
Şekil 3.3. Tohum ekiminden görünüm (orj.).....	19
Şekil 3.4. Marul fidelerinin çıkış döneminden görünüm (orj.).....	19
Şekil 3.5. Marul fidelerinin seyreltmeden sonra görünümü (orj.)	20
Şekil 3.6. Deneme Parselinden görünüm (orj.).....	20
Şekil 3.7. Hasat olgunluğuna ulaşan bitkilerden görünüm (orj.).....	21
Şekil 3.8. Hasat sırasından görünüm (orj.)	22
Şekil 3.9. Laboratuarda yapılan ölçümlerden görünüm (orj.) ; (a): ağırlık (b): boy ve en ölçümü.....	23
Şekil 3.10. Klorofil metre cihazının görünümü (orj.)	24
Şekil 4.1. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda bitki ağırlığına etkisi (2010).....	27
Şekil 4.2. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda bitki ağırlığına etkisi (2011).....	27
Şekil 4.3. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda bitki boyuna etkisi (2010)	29
Şekil 4.4. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda bitki boyuna etkisi (2011)	29
Şekil 4.5. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda bitki enine etkisi (2010)	31
Şekil 4.6. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda bitki enine etkisi (2011)	31
Şekil 4.7. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda gövde çapına etkisi (2010)	33
Şekil 4.8. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda gövde çapına etkisi (2011)	33

Şekil 4.9. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda klorofil miktarına etkisi (2010)	35
Şekil 4.10. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda klorofil miktarına etkisi (2011)	35
Şekil 4.11. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda kuru madde oranına etkisi (2010).....	37
Şekil 4.12. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda kuru madde oranına etkisi (2011).....	37
Şekil 4.13. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda azot içeriğine etkisi (2010)	39
Şekil 4.14. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda azot içeriğine etkisi (2011)	39
Şekil 4.15. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda fosfor içeriğine etkisi (2010).....	41
Şekil 4.16. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda fosfor içeriğine etkisi (2011)	41
Şekil 4.17. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda potasyum içeriğine etkisi (2010).....	43
Şekil 4.18. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda potasyum içeriğine etkisi (2011).....	43
Şekil 4.19. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda kalsiyum içeriğine etkisi (2010).....	45
Şekil 4.20. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda kalsiyum içeriğine etkisi (2011).....	45
Şekil 4.21. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda magnezyum içeriğine etkisi (2010).....	46
Şekil 4.22. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda magnezyum içeriğine etkisi (2011).....	47
Şekil 4.23. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda kükürt içeriğine etkisi (2010)	48
Şekil 4.24. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda kükürt içeriğine etkisi (2011)	49

Şekil 4.25. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda demir içeriğine etkisi (2010)	50
Şekil 4.26. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda demir içeriğine etkisi (2011)	51
Şekil 4.27. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda bakır içeriğine etkisi (2010)	52
Şekil 4.28. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda bakır içeriğine etkisi (2011)	53
Şekil 4.29. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda mangan içeriğine etkisi (2010)	54
Şekil 4.30. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda mangan içeriğine etkisi (2011)	54
Şekil 4.31. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda bor içeriğine etkisi (2010)	55
Şekil 4.32. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda bor içeriğine etkisi (2011)	56
Şekil 4.33. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda çinko içeriğine etkisi (2010)	57
Şekil 4.34. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda çinko içeriğine etkisi (2011)	58
Şekil 4.35. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda sodyum içeriğine etkisi (2010)	59
Şekil 4.36. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda sodyum içeriğine etkisi (2011)	60
Şekil 4.37. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda verime etkisi (2010)	61
Şekil 4.38. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda verime etkisi (2011)	62
Şekil 4.39. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda verim üzerine etkisini gösteren regresyon grafiği (2010)	63
Şekil 4.40. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda verim üzerine etkisini gösteren regresyon grafiği (2011)	63

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Erzurum ilinin 2010 ve 2011 yıllarına ait bazı iklim özellikleri	15
Çizelge 3.2. Araştırma topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	17
Çizelge 3.3. Araştırma yıllarında ekim, çıkış, dikim ve hasat tarihleri	21
Çizelge 4.1. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda bitki ağırlığına etkisini gösteren varyans analiz tablosu	26
Çizelge 4.2. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda bitki boyuna etkisini gösteren varyans analiz tablosu	28
Çizelge 4.3. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda bitki enine etkisini gösteren varyans analiz tablosu	30
Çizelge 4.4. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda gövde çapına etkisini gösteren varyans analiz tablosu	32
Çizelge 4.5. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda klorofil miktarına etkisini gösteren varyans analiz tablosu	34
Çizelge 4.6. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda kuru madde oranına etkisini gösteren varyans analiz tablosu	36
Çizelge 4.7. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda azot içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu	38
Çizelge 4.8. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda fosfor içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu	40
Çizelge 4.9. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda potasyum içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu	42
Çizelge 4.10. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda kalsiyum içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu	44
Çizelge 4.11. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda magnezyum içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu	46
Çizelge 4.12. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda kükürt içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu	47
Çizelge 4.13. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda demir içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu	49

Çizelge 4.14. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda bakır içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu	51
Çizelge 4.15. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda mangan içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu	53
Çizelge 4.16. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda bor içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu	55
Çizelge 4.17. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda çinko içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu	56
Çizelge 4.18. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda sodyum içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu	58
Çizelge 4.19. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda verime etkisini gösteren varyans analiz tablosu	60

1. GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusunun yeterli ve dengeli beslenebilmelerini sağlamak, tarım alanlarının verimliliğini ve üretkenliğini yani üretim potansiyellerini arttırmakla mümkündür. Tarımsal üretimi arttırmanın yolu da ürün arttırıcı girdiler ile tarım alanlarının rasyonel ve bilinçli bir şekilde kullanımından geçmektedir. Teknolojik, ekonomik ve ekolojik faktörlere bağlı olarak tarımsal üretimde bilinçsizce kullanılan bir takım girdiler (gübre, sulama, ilaç vs.) toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini etkileyerek toprak verimliliğini ve üretkenliğini sınırlandırmaktadır. Tarım alanlarının sulanmasında planlı ve programlı bir sulamanın yapılmaması, gübrelemede toprak özelliklerinin dikkate alınmaması, bitki yetiştirmede ekim nöbetinin uygulanmaması vs. gibi nedenlerle tarım arazilerinin verimliliği ve üretkenliği zayıflamakta dolayısıyla toprakta çoraklaşma sorunu karşımıza çıkmaktadır (Çakmakçı ve Erdoğan 2008).

Sebze üretiminin ve kalitesinin artırılması gübreleme, sulama, tarımsal mücadele ve kaliteli tohum gibi girdilerin zamanında, yeterli, düzenli ve dengeli şekilde kullanılması ile mümkün olur. Bu girdiler arasında gübreleme, özellikle de azotlu gübreleme önemli bir yere sahiptir. Azot diğer tarım ürünlerinin yetiştiriciliğinde olduğu gibi sebze yetiştiriciliğinde de en fazla kullanılan besin elementi olup, noksanlığında ürün ve kalite kayıpları ortaya çıkmaktadır (Mengel 1991). Buna karşın bitkiye uygulanan azot miktarının bitkinin gerçek ihtiyacı ve toprakta bulunan azot miktarı dikkate alınmadan belirlenmesi durumunda bazı bitkiler tarafından aşırı azot alımı sonucunda nitrat birikimi söz konusudur. Toprakta kalan azotun ise yıkanması sonucunda yeraltı suyunda nitrat birikimine neden olabilmektedir (Shepherd *et al.* 1993; Jarvis 1993; İlbeyi vd 1997a; İlbeyi vd. 1997b). Kimyasal gübrelerin küresel nitrojen döngüsü dengesi, yeraltı sularının kirlenmesi, kimyasal kirlenme riskinin artması ve atmosferik nitroz oksit başta olmak üzere sera gazlarının artması gibi birçok olayda olumsuz etkileri bulunmaktadır. Azot gübresi üretimi ve kullanımı ile birlikte artan çevre tahribi alternatif teknolojilerin geliştirilmesini zorunlu kılmakta, gübre azotuna çevresel olarak kabul edilebilir

biyolojik kaynakların araştırılması, adaptasyonu, geliştirilmesi ve benimsenmesini önemli bir hedef haline getirmektedir (Sönmez vd 2008).

Biyolojik gübre, atmosferik azotu fikse eden, fikse edilmiş halde bulunan toprak fosforunu alınabilir forma dönüştüren ve bitki besin elementinin bitkilerce alımını artıran saf veya karışık mikroorganizma formülasyonudur. Biyolojik azot fiksasyonu sürdürülebilir tarımın gelişmesi için alternatif gübre kaynağı olarak dikkate alınmakta, değişen insan gereksinimlerinin karşılanması, çevre kalitesinin artırılması, doğal kaynakların korunması ve toprak erozyonunun azaltılmasını sağlamaktadır. Serbest yaşayan, bitki büyümesini artıran, biyolojik savaş ajanı veya biyolojik gübre olarak kullanılan bakterilere bitki büyümesini teşvik edici rizobakteriler (BBTB) adı verilmektedir (Burdman *et al.* 2000).

Son yıllarda sıklıkla telaffuz edilen ve kimyasal gübrelerinde içerisinde olduğu tarımsal kimyasalların toprak ve çevre sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerin önüne geçebilmek ve daha sağlıklı gıdalar üretmek ve tüketmek amacıyla uygulanır hale gelen organik tarımda, bitkisel üretimde gübreleme materyali olarak içerisinde azot fiksasyonu veya topraktaki fosforun çözünürlüğünü artıran mikroorganizmaları içeren biyolojik gübreler önerilmekte ve kullanılmaktadır. Bu biyolojik gübrelerin doğaya ve insan sağlığına herhangi bir olumsuz etkisi mevcut bilgiler ile henüz ortaya konulmamasına karşın, özellikle ülkemizde dahil olmak üzere bir çok ülkedeki biyolojik gübreleme materyalleri büyük ölçüde yurtdışından ithal edilerek üreticilerin kullanımına sunulmaktadır (Çakmakçı 2004).

Hızlı nüfus artışı ile birlikte ortaya çıkan çevre kirlenmesi yaşam koşullarını zorlaştırmakta, canlılar ve insanlar için su, hava ve toprak bulma imkansız hale gelmektedir. Monokültür ve ticari tarımda, yüksek kimyasal ve dış girdi kullanımıyla birlikte sağlık ve çevre sorunları ortaya çıkmaktadır (Çakmakçı ve Erdoğan 2008). Bitkisel üretim ve zararlıların kontrolünde rastgele ve geliş güzel kimyasal gübre ve pestisit kullanımı sonuçta toprak sağlığının bozulması, çevre kirlenmesi, patojen ve zararlı populasyonlarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Saber 2001; Bøckman

1997). Tarımsal kimyasalların ekosistemlerin kaldıramayacağı miktarda kullanımının devamı ile tarımda sürdürülebilirlik sağlanamamaktadır. Günümüzde tarımsal ekosistemlerde birçok toksik ve tehlikeli kimyasal madde bulunmaktadır. Bunlar bitki, toprak, yüzey ve yeraltı suları ve gıdaların içine karışmaktadır. Tüm dünyada yeterli miktar ve kalitede gıda temininin sömürücü ve kirletici tarımla sağlanamayacağı endişesi yaygınlaşmaktadır. Kimyasal kullanımı ile tarımda ortaya çıkan hızlı üretim artışı artık azalmaktadır. Sömürücü ve uygunsuz tarım yöntemleri, tarım alanlarında su ve rüzgar erozyonu, besin elementi tükenmesi, toprak organik maddesinin kaybı gibi toprak verimliliğini azaltıcı özellikler taşımaktadır (Saber 2001). Sağlıklı bir tarım sistemi kaçınılmaz olmakta ve kimyasal kullanılmaksızın temiz gıda üretimi zorunlu hale gelmektedir. Temiz tarım sistemi, organik artıkların geri dönüşümü, biyolojik gübrelere toprak rizosferinin güçlendirilmesi, biyopestisit kullanımının yaygınlaştırılması ve tarımsal-ekosistemdeki kirleticilerin biyolojik yollarla temizlenmesi gibi yaklaşımları esas almaktadır. Sürdürülebilir tarım için biyolojik gübre önemi ve kimyasal gübrelemenin maliyet ve çevresel zararları; gübre azotuna çevresel olarak kabul edilebilir biyolojik alternatiflerin araştırılması, geliştirilmesi, adaptasyonu ve benimsenmesini gündeme getirmiş ve bu konuda araştırmalar ivme kazanmıştır (Çakmakçı 2004).

Toplam 78 milyon hektar alana sahip olan ülkemizde, tarım alanları toplam alan içinde 38 247 000 ha bir paya sahiptir. Bunun da, 20 539 000 ha'ını toplam işlenen tarım arazileri oluştururken bu alan içindede 19 712 000 ha alanı tarla bitkileri ve 810 000 ha alanını ise sebze bahçeleri oluşturmaktadır (Anonim 2012a).

Kış aylarının oldukça düşük sıcaklığa sahip olması ve uzun sürmesi, gece ve gündüz arasında sıcaklık farkının çok fazla olması ve vejetasyon süresinin kısa olması Erzurum'u da içine alan Kuzey-Doğu Anadolu Bölgesi'nde birçok sebze türünün yetiştiriciliğini sınırlamaktadır. Erzurum'da sebze tarımı, üretim miktarı ve verimliliğin düşük olması yanında, ürün desenince de zengin değildir (Yıldırım ve Karataş 2008).

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

Optimum gelişme sıcaklığı, 15-18⁰C'dir. Marul uzun gün bitkisi olup, yaz ayların da yüksek sıcaklıklarda baş bağlanması olumsuz etkilenmekte ve hızlı bir şekilde çiçeklenme göstermektedir. Marul düşük sıcaklıklara ise kısa süre dayanabilmektedir. Bu nedenlerden dolayı marul yetiştiriciliği ülkemizde ılıman yörelerde kış, erken ilkbahar veya sonbahar döneminde yapılmaktadır (Vural vd 2000).

Marul insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Serin iklim sebzesi grubuna giren marulların hem açıkta hem de örtü altında yetiştirilmesinin ve severek tüketilmesinin yanında, besleyici değer yönünden zengin olmasının da önemli rolü bulunmaktadır. Marul taze olarak tüketildiğinde 100 gramında; %96 su, 13cal enerji, 0.9g protein, 0.1g yağ, 2.9g karbonhidrat, 330(IU) A, 6mg C, 0.06mg thiamine, 0.06 mg riboflavin, 0.3mg Niacin, 20mg Ca, 22mg P, 0,5mg Fe, 9mg Na, 175mg K içermektedir (Pierce 1987).

Marul özellikle yapraklarda nitrat birikiminin en fazla olduğu sebze türlerinden biridir. Taze ağırlığında 621-12336 mg/kg nitrat bulunabilmektedir (Santamaria 2006). Azot, nitrat ve amonyum formunda alınmakta soğuk, kurak, demir-mangan-çinko eksikliği ve güneşli gün sayısı gibi çeşitli faktörlerin etkisine bağlı olarak parçalanamadığında marulda birikmektedir. Biyolojik gübre kaynakları kullanılarak yapılan yetiştiricilikte nitrat birikimi konvansiyonel yetiştiriciliğe göre daha düşük olmaktadır (Raupp 1996).

Kimyasal gübre üretimi yenilenemez kaynakların kullanımına bağlı olup, yüksek enerji gerektiren, sürdürülebilir olmayan bir prosestir (Jensen and Nielsen 2003). Endüstriyel azot fiksasyonu ile azot üretimi fosil yakıt rezervlerini tükettiği gibi, N₂O, CO₂, CH₄ ve CFCS gibi sera gazlarının artmasına, yıkanma ile yeraltı sularının kirlenmesine, ekolojik

dengeinin ve nitrojen döngüsünün değişmesine yol açmaktadır. Ayrıca yoğun tarım aşırı gübre kullanımı riskini zorunlu kılmakta, özellikle fazla azot kullanımı sonucu olarak azot kayıplarını ve NO₃ yıkanması ile HH₃, N₂O ve NO gazı emisyonu problemlerini de beraberinde taşımaktadır. Azotun bu olumsuz etkileri üzerine Avrupa Birliği 91/676/EEC sayılı yönetmelik ile yüzey ve taban suyu nitrat birikimini azaltıcı tedbirlerin alınması yükümlülüğünü getirmiştir (Anonymous 1991). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ise besinlerde ve suda bulunması gereken azot miktarının sınırlarını belirlemiştir (Bremier 1982). FAO'nun verilerine göre 2000 yılı dünya azotlu gübre tüketimi 136.435.134 ton, Türkiye'nin azotlu gübre tüketimi ise 1.378.589 ton'dur (Anonymous 2009b). Türkiye'nin kullanmış olduğu azotlu gübrenin büyük bir kısmı (%50'den fazlası) tahıllara uygulanmasına karşın, sebzeler (194 kg N/ha) ve endüstri bitkileri (175 kg N/ha) birim alana en fazla azotun uygulandığı ürünlerdir (Hatipoğlu vd 1996).

Topraklarda bakteri, mantar, aktinomiset, protozoa ve alg olmak üzere yaygın birçok mikroorganizma grubu bulunmaktadır. Serbest yaşıyan, bitkisel gelişimi teşvik eden, biyolojik savaş ajanı veya biyolojik gübre olarak kullanılan mikroorganizmalara bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler adı verilmektedir. Bu bakteriler daha çok *Acetobacter*, *Actobacter*, *Acinetobacter*, *Achromobacter*, *Aereobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Artrobacter*, *Azoarcus*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Beijerinckia*, *Burkholderia*, *Chromatium*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Herbaspirillum*, *Klebsiella*, *Micrococcus*, *Paenibacillus*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Rhodobacter*, *Rhodospirillum*, *Serratia* ve *Xanthomonas* cinslerine aittir. Dünyanın birçok bölgesinde, potansiyel kirleticiler olan endüstriyel gübre ve pestisit uygulamalarının azaltılması amacıyla, PGPR'in biyolojik gübre olarak kullanımı yaygınlaşmaktadır (Burdman *et al.* 2000). Bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler, azot fiksasyonu, fosforun çözünürlüğünü, su kullanım etkinliğini ve bitkisel hormon üretimini (oksin, stokinin ve giberallin) artırarak, besin elementlerinin bitki tarafından alımını etkinleştirecek veya bitkide etilen seviyesinin enzimatik yolla azaltılmasıyla bitki büyümesi ve verim üzerine olumlu etki yapabildikleri tespit edilmiştir (Glick 1995; Lucy *et al.* 2004; Çakmakçı ve Erdoğan 2008).

Bazı mikroorganizma türleri tarafından biyolojik nitrojen fiksasyonu ile bitkilerce kullanılamayan atmosferik nitrojen (N_2), nitrogenaze enzimi yardımı ile, kullanılabilir forma (NH_4) dönüştürülmektedir. Tarımda biyolojik nitrojen fiksasyonu bedeli kimyasal gübrelere kıyasla daha düşüktür ve enerji tasarrufu sağlamaktadır. Daha önce yürütülen araştırmalar bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin bazı bitkilerde gübre kullanım etkinliğini artırdığı ve kullanılan gübrenin miktarının azaltılabileceğini göstermiştir (Adesemoye *et al.* 2009). Yine yapılan çalışmalarda, azot fikseden bakterilerin bitki tarafından azot alımını artırdığı ve bitkideki azot muhtevastaki artışın azot kullanım etkinliğindeki artıştan kaynaklandığı belirtilerek, söz konusu bakterilerin entegre besin yönetimi sistemlerinde kullanılabileceğini ileri sürülmüştür (Adesemoye *et al.* 2008).

Bununla birlikte, bu konudaki literatür incelendiğinde azot fiske eden bakterilerin farklı dozlarında azotla gübrelenen marulda verim, bitki gelişimi ve besin elementi içeriğini araştıran çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışma ile daha önce izole edilerek tanısı, karakterizasyonu ve fizyolojik özellikleri belirlenmiş azot fikseden bitki gelişimini teşvik edici rizobakterinin (*Paenibacillus polymyxa*) tarla denemelerinde farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda (*Lactuca sativa L.*) verime, bitki gelişimine ve besin elementi içeriğine olan etkisi Erzurum şartlarında belirlenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Hiltner (1904) yapmış olduğu çalışmada bitki köklerinin etrafında mikroorganizma faaliyetlerinin ve sayılarının arttığını saptamış, böylece ilk olarak rizosferin etkisini belirlemiştir.

Bakterilerin bitki gelişimi ve verimini arttırabileceği yüzyılı aşkın bir süredir bilinmektedir. Bu organizmalar arasında en çok bilinenleri *Rhizobium* cinsleridir. *Rhizobium* gibi simbiosis etkisi olmayan diğer bakteri türleri 20. yüzyılın başlarında keşfedilmiş olmakla birlikte, bunların çoğunun bitki gelişimini artırdığı 1970'lere kadar pek bilinmemektedir. Bu konudaki hamle, 1970'lerin ortasında; (i) bazı bakterilerin, özellikle *Pseudomonas*'ların toprak kaynaklı patojenleri kontrol altına alabileceğinin ve dolaylı olarak bitki gelişimini arttırabileceğinin keşfedilmesi, (ii) bitki metabolizması ve sonuçta gelişimini direkt olarak etkileyen *Azospirillum* türlerinin yeniden farkına varılması; ile gerçekleşmiştir. Bitki Büyümesini Teşvik Eden Rizobakteriler terimi ilk kez Kloepper and Schroth (1978) ve Kloepper *et al.* (1980) tarafından kullanılmıştır (Bashan and Holguin 1998).

Atmosferdeki elementel azotun (N_2) mikroorganizmalar tarafından fiksasyonu ilk olarak 1862 yılında Fransız araştırmacı Jodin tarafından ortaya konulmuştur. Berthelot, 1885 yılında sterilize edilmeyen toprakta azot fiksasyonunun gerçekleştiğini buna karşın steril topraklarda azot fikse edilmediğini ortaya koymuştur. Anaerob koşullara sahip toprakta serbest olarak yaşayan mikroorganizmalardan *Clostridium pasterianum* ile azot fiksasyonu yapıldığını ilk ortaya koyan araştırmacı ise 1893 yılında Sergei N. Winogradsky olmuştur. Bundan kısa bir süre sonra 1901 yılında Martinus W. Beijerinck azot fikse eden aerobik organizmalardan *A.choococcum* ve *A.agilis*'i izole etmiştir. Burris ve Miller tarafından 1941'de izotop tekniğinin mikrobiyal çalışmalarda kullanılması, azot fiksasyonu üzerindeki çalışmalara büyük ölçüde katkı sağlamıştır (Gür 2000).

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

Bitki kökleri tarafından salgılanan organik asitler, şekerler ve aminoasitler gibi karbon kaynaklarının rizosferde mikroorganizma aktivitesini teşvik ettiği bildirilmektedir. Kök bulunmayan toprağa kıyasla, rizosferde bakteriler, funguslar, protozoalar, aktinomisetler, algler ve virüsler gibi tüm mikroorganizmalar artış göstermektedir. Rizosferde bulunan mikroorganizmalar ile bitki kökleri arasındaki ilişki (1) zararlı, (2) etkisiz veya (3) faydalı olabilir. Mikroorganizmalar ile bitki kökleri arasındaki faydalı etkileşimler 4 grupta toplanabilir: mikroorganizmaların (1) bitkiler için yararlı besin maddesi miktarlarını arttırmaları, (2) oksin üreterek bitki gelişimini arttırmaları, (3) rizosferi biyolojik olarak temizlemeleri, (4) bitki hastalıklarının çıkışını azaltmaları (Bolwerk 2005). Bitki büyümesini teşvik edici bakteriler bitkilerde büyüme hormonlarının üretimini artırır; fosfor gibi bazı minerallerin alınımını artırır; etilen sentezini engeller; siderofor, vitamin ve antibiyotik üretirler ve bitkilerde hastalıklara karşı dayanıklılığı uyarırlar (Lemanceau and Alabouvette 1993; Chen *et al.* 1996; Pal *et al.* 2000; Romeiro 2000).

Öztürk vd (2003) Erzurum'da tarla koşulları altında 3 farklı azotlu gübrelemenin (0. 4 ve 8 kg/da) ve *Azospirillum brasilense* Sp246 ile *Bacillus* sp OSU- 142 ile aşılamının buğday ve tütün bitkisinin verimi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, *Azospirillum brasilense* Sp246 ile tohum aşılamasının hem buğday hem de tütünde verim ve verim unsurlarını büyük oranda artırdığı saptanmıştır. Ayrıca *Azospirillum brasilense* Sp246 ile aşılamının metre karedeki başak sayısı, başaktaki dane sayısı, metre karedeki dane sayısı ve ham protein kapsamında buğday bitkisi için kontrole göre sırasıyla %7.2, 5.9, 14.7 ve %4.1 oranında artırdığı saptanmıştır. Buna karşın, *Bacillus* sp OSU-142 ile aşılamının ise buğdayda her bir başaktaki dane sayısını artırmasına karşın diğer verim unsurlarını etkilemediği belirlenmiştir. Dane verimi ve verim bileşenleri kontrol ile karşılaştırıldığı zaman tüm azotlu gübre uygulamalarında artış gösterdiği ve en yüksek artışın yüksek azotlu gübre dozlarında elde edildiği

belirlenmiştir. Çalışma sonunda *Azospirillum brasilense* Sp246'nın organik ve düşük azot girdili tarım uygulamalarında yazlık buğday ve tütün tarımında biyolojik gübre olarak kullanılabilme özelliği olduğu saptanmıştır.

Sovyetler Birliği ve Hindistan'da PGPR'lerin farklı ürünlerdeki etkileri üzerine yapılan tarla denemelerinden elde edilen sonuçlar arasında farklılıklar görülmekle birlikte, verimde kontrole kıyasla %50-70 artış sağlandığı rapor edilmektedir. Bu dönemde PGPR'lerin bitki büyümesini arttırmadaki mekanizması iyi bilinmemesine rağmen, PGPR'lerin çimlenme oranı, kök büyümesi, verim, yaprak alanı, klorofil, Mg, N ve protein içeriği, su aktivitesi, kuraklığa dayanım, sürgün ve kök ağırlıkları ve yaprakta absiyon tabakasının oluşumunun gecikmesi ve verimi etkilemek suretiyle bitki büyüme ve gelişimine fayda sağladığı belirlenmiştir (Lucy *et al.* 2004).

Şahin vd (2004) şeker pancarı ve arpa üzerinde yaptıkları araştırmada azot fikse edici 2, fosfatı çözme yeteneğinde olan 1 *Bacillus* straini ve bunların kombinasyonlarını denemişlerdir. Sonuçta şeker pancarının kök gelişimi ve arpanın veriminde, türe bağlı olarak azot bağlayan strainler tek uygulandığında %5,6-11,2 fosfat çözebilen strain tek uygulandığında %5,5-7,5 bunların ikili veya üçlü uygulamalarında ise %7,7-12,7 lik bir artış elde etmişlerdir. Azot fosfat gübrelemesi kontrole oranla %20,7-25,9 luk bir üstünlük gösterirken araştırmacılar bakterilerin faydalı etkisinin çevresel şartlar, toprak ve bitki şartlarına bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini öne sürmüşlerdir.

Çakmakçı vd (2005) çalışmalarında 5 azot fikseri (RC02, *Rhodobacter* RC04, *Paenibacillus* RC05, *Pseudomonas* RC06, *Bacillus* OSU-142) ve iki fosfat çözücü (*Bacillus* RC01 ve *Bacillus* M-13) bakteri kullanmışlar, bakteri aşılamalarının toprak mineral azot kapsamını, arpa kök ve gövde ağırlığını artırdığını tespit etmişlerdir. Arpa tohumlarının RC07, M-13, RC02, RC04, RC05, RC06 ve OSU-142 bakterileri ile inokulasyonunun sırasıyla kök ağırlığını %21,4, 17,9, 25,0, 21,4, 28,6, 21,4 ve 32,1, gövde ağırlığını ise %39,0, 30,5, 28,8, 32,2, 54,2, 32,2 ve %7,6 oranında artırdığını saptamışlardır. Sera koşullarında yaptıkları araştırmada ise inokulasyonun şeker pancarı kök ağırlığını %2,8-46,7 oranında artırdığını rapor etmişlerdir.

Kiraz (*Prunus avium* L. cv. 0900 Ziraat) yetiştiriciliğinde *Pseudomonas* BA-8 ve *Bacillus* OSU-142'nin teksel ve birlikte etkilerini inceledikleri çalışmanın sonucunda adı geçen bakterilerin verim, bitki gelişimi ve besin elementi alımını artırıcı etkilerinin olduğunu rapor etmektedirler (Eşitken *et al.* 2006).

Çakmakçı vd (2007) sera koşullarında yetiştirilen tütün bitkisine 5 farklı azot fikse eden (*Bacillus licheniformis* RC02, *Rhodobacter capsulatus* RC04, *Paenibacillus polymyxa* RC05, *Pseudomonas putida* RC06 ve *Bacillus* OSU-142) ve 2 farklı fosfor çözünürlüğünü sağlayan (*Bacillus megaterium* RC01 ve *Bacillus* M-13) bakterisinin kontrol ve mineral gübre uygulamaları ile karşılaştırıldığı çalışmada bütün azot fikse eden suşların tütün gelişimini önemli oranda artırdığı saptanmıştır. Toprakların nitrat kapsamını ise en fazla azot fikse eden *Bacillus* OSU-142 aşılamaında elde edilmiştir. Tütünde tohum aşılması ile meydana gelen artışın kök ağırlığında kontrole göre %17.9 ile 32.1, toprak üstü aksamında ise %28.8 ile 54.2 oranında artış sağladığı belirlenmiştir. Çalışmada tütünün toprak altı ve toprak üstü biyomaslarında meydana gelen artışın mikrobiyal aşı türlerine bağlı olarak değişiklikler gösterdiği saptanmıştır. Aynı zamanda azot fikse eden bakteri aşılamaının tütün bitkisi tarafından N, Fe, Mn ve Zn alımını da artırdığı belirlenmiştir. Bu artışlarda mikroorganizmalar tarafından sentezlenen hormonlarında (indolasetikasit) önemli etkiye sahip olduğu saptanmıştır. Çalışma sonunda etkili *Bacillus* türlerinden OSU-142, RC07, M-13 ile *P. polymyxa* RC05, *P. putida* RC06 ve *R. capsulatus* RC04'ün tarımda kullanılabileceği saptanmıştır.

Çin'de yapılan farklı bir çalışmada ise Zhuang *et al.* (2007) bitki gelişimini teşvik edici rizobakteri strainlerinin farklı bir kullanım alanından bahsetmişlerdir. Bitkinin gelişiminde tek başına yeterince verimli olmadığını ifade eden araştırmacılar *Azospirillum lipoferum*, *Azospirillum azospirilla*, *Azospirillum Brasilense*, *Enterobacter cloacae*, *P. putida*, *P. fluorescens* gibi bitki gelişimini teşvik edici'lerin uygulanması ile bitkinin remedasyon potansiyelinin genişletebileceğini öne sürmüşlerdir.

Mena Violante and Olalde Portugal (2007) yaptıkları çalışmada bir bitki gelişimini teşvik edici rizobakteri izolatı olan *Bacillus subtilis*'in domatesin verim ve meyve kalitesine olan etkilerini araştırmışlardır. Sonuçta hem verim hem de kalite olarak *Bacillus subtilis* uygulamasına tabi tutulan bitkilerin kontrollere oranla daha üstün olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Aslantaş vd (2007) bitki gelişimini teşvik edici rizobakteri strainlerinin elma ağaçlarının verimi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında *Bacillus* OSU-142, *Burkholderia* OSU-7, *Pseudomonas* BA-8 ve *Bacillus* M-3 strainlerini kullanmışlar, bu strainlerin tamamının indol asetik asit ürettiğini ve *Bacillus* OSU-142 hariç hepsinin fosfatı da çözebildiğini belirtmişlerdir. Sonuçta kullanılan anaç, çeşit ve uygulamaya bağlı olarak meyve veriminde kontrollere nazaran önemli bir artış elde edilmiştir. Araştırmacılar özellikle bir strainin yüksek miktarda sitokinin ve oksin ürettiğini ve bu strainin verimde önemli artışlara neden olduğunu belirtmişlerdir.

Ekinci vd (2008a) farklı rizobakterilerin marul (*Lactuca sativa L.*)'da bitki gelişimi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada *Bacillus mycoides*, *Bacillus subtilis* ve *Microbacterium liquefaciens* bakteri solüsyonlarını kullanmışlardır. Solüsyonlar tohum, yaprak ve tohum+yaprağa uygulamışlardır. Bitki ağırlığı en fazla tohum+yaprak uygulamasından elde edildiği, en az ise kontrol uygulamalardan elde edildiği belirtilmiştir. Yapılan çalışma kapsamında bitki genişliği, bitki boyu, yaprak sayısı, bitki ağırlığı gibi parametreler incelenmiş, bu parametreler bakımından yapılan uygulamaların etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Sonuçta bakterilerin uygulama şekline bağlı olarak marulda bitki gelişimini etkilediği belirtilmiştir.

Tsakelova *et al.* (2008) Rusya'da yaptıkları çalışmada farklı cinslere ait bitki gelişimini teşvik edici rizobakteri izolatlarının indol asetik asit üretimlerini test etmiş ve bu izolatların özellikle durgun gelişim fazında yüksek miktarda oksin ürettiklerini öne sürmüşlerdir. Kullanılan izolatlar *Pseudomonas*, *Erwinia*, *Burkholderia*, *Bacillus*, *Chryseobacterium*, *Stenotrophomonas*, *Flavobacterium* ve *Agrobacterium* cinslerine ait

türler olup, üretilen indol asetik asitin kök oluşumu ve büyümesinde önemli bir uyarıcı olduğunu belirtmişlerdir.

Ekinci vd (2008b) farklı bakteri uygulamalarının kırmızı lahana (*Brassica oleracea* L. var. *rubra*)’da bitki gelişimi ve verimi üzerine yaptıkları çalışmada *Burkholderia gladii* ve *Acinetobacter calcoaceticus* bakterilerini kullanılmış, pazarlanabilir verim, ortalama baş ağırlığı, ortalama dış yaprak sayısı, baş çapı, baş yüksekliği, gövde çapı gövde uzunluğu ve % kuru madde parametreleri incelenmiştir. Ortalama dış yaprak sayısı, gövde çapı ve % kuru madde bakımından uygulamaların etkisinin önemsiz olduğu tespit edilirken, diğer parametreler üzerinde uygulamaların önemli derecede etkili olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak bakteri uygulamalarının kontrole kıyasla bitki gelişimi ve veriminde önemli derecede etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Arjantin’de *Origanum majorana* L. bitkisinde yaptıkları araştırmada *P. flourescens*, *B. subtilis*, *Sinorhizobium meliloti* ve *Bradyrhizobium* sp. strainlerinin bitkisel yağlar üzerindeki etkisi araştırılmıştır, çalışma sonucunda *P. flourescens* ve *Bradyrhizobium* sp. strainlerinin bitkisel yağ veriminin yanı sıra sürgün uzunluğu, sürgün ağırlığı, yaprak sayısı, nod sayısı ve kök kuru ağırlığı gibi değerlerde de kontrol ve diğer bitki gelişimini teşvik edici rizobakteri uygulamalarına nazaran önemli artışlar meydana getirdiklerini ve bitkisel yağın yapısında herhangi bir dönüşüm olmadığını belirtmişlerdir (Banchio *et al.* 2008).

Dursun vd (2008) Rizobakteri uygulamalarının kornişon hıyar’da bitki gelişimi ve verimini inceledikleri çalışmada iki farklı rizobakteri çeşidi kullanmışlar. Verim, meyve ağırlığı, meyve çapı, meyve boyu ve %kuru madde gibi parametrelerin incelenmiş olduğu çalışmada bakteri uygulamalarının bitki gelişimini ve verimini arttırdığını belirlemişlerdir.

Hıyar, domates ve biber fidelerinin gelişimine kök bakterilerinin etkisini ortaya koymayı amaçlayan bir çalışmada, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümünden elde edilen 6 farklı bakteri straini (18/1K: *Pseudomonas putida*, 21/1K:

Enterobacter cloacae, 62: *Serratia marcescens*, 70: *Pseudomonas fluorescens*, 66/3: *Bacillus spp.*, 180: *Pseudomonas putida*) ve 2 ticari ürün (*Bacillus amyloliquefaciens* FZB24, *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42) bakteri inokule edilmeyen kontrol bitkileri ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak bitki gelişimini teşvik edici rizobakteri ile inokulasyonun belirtilen sebze türlerinin fide gelişimini kayda değer düzeyde artırdığı belirlenmiş ve yerel izolatlardan 18/1K, 62, 70 ve 66/3 ümit var olarak değerlendirilerek gelecek çalışmalar için seçilmiştir (Kıdoğlu *et al.* 2008a).

Perlit ortamında yetiştirilen biber bitkisinde kök bakterisi uygulamasının, kontrole kıyasla, yaprak ve meyve ağırlığını artırdığı saptanmıştır. Hasat sonunda (dikimden 4 ay sonra) kök bakterilerinin kontrole kıyasla sağladığı meyve yaş ağırlığı artışının %21 (*Bacillus spp.* 66/3) ile %74 (*Pseudomonas putida* 18/1K) arasında değiştiği belirlenmiştir (Kıdoğlu *et al.* 2008b).

Sera koşullarında yürütülen bir araştırmada ¹⁵N kullanılarak *Bacillus amyloliquefaciens* IN937a ve *Bacillus pumilus* T4 ırklarının domateste bitki gelişimini artırdığı ve azot kullanım etkinliğini artırarak daha düşük dozda azot uygulamalarında bile etkili olduğu rapor edilmiştir. Araştırmada ayrıca, bu uygulamaların entegre gübre idaresinde kullanılabileceği önerilmiştir (Adesemoye *et al.* 2010).

Yıldırım *et al.* (2011) tarla koşullarında yapmış oldukları çalışmada *Bacillus cereus*, *Brevibacillus reuszer* ve *Rhizobium rubi* bakteri strainlerinin brokolide bitki gelişimi, besin alımı ve verim üzerine etkileri araştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda bakteri ve gübre uygulamalarında kontrole kıyasla bitki ağırlığı, baş çapı, klorofil içeriği, makro ve mikro besin elementleri ve verimde artış gösterdiği belirlenmiştir. En düşük bitki ağırlığı, baş çapı, klorofil içeriği ve verim değerleri kontrol uygulamalarında tespit edilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırma azot fikse eden bir (*Paenibacillus polymyxa* RC14) bakteri strainin farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda bitki büyümesi, mineral madde içeriği ve verime etkisini tespit etmek amacıyla marul fideleri Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait Sebze Serasında yetiştirilmiş, yetiştirilen fideler Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tar. Araş. ve Yayım Merkezi Müdürlüğüne ait 4 no'lu deneme alanına (Şekil 3.1.a) dikilmiş ve ölçüm ve tartımlar Sebzecilik laboratuvarında (Şekil 3.1.b) yapılmıştır. Çalışma 2010–2011 yılları arasında yürütülmüştür.



(a)



(b)

Şekil 3.1. (a) Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fak. Tar. Arş. ve Yay. Müd. ait 4 no'lu deneme alanından görünüm(orj.) (b) Ölçüm ve tartımların yapıldığı Sebzecilik Lab. görünüm (orj.)

3.1. Deneme Yeri Hakkında Genel Bilgiler

Erzurum, Fırat nehrinin başlangıcı olan Karasunun yukarı havzasında kendi adı ile anılan geniş Erzurum Ovasının güneydoğusundaki Palandöken dizisinin Eğerli Dağ (2974 m) eteğinde ve deniz seviyesinden 1850-1980 m yükseklikte eğimli bir yüzeyde bulunmaktadır. Doğu Anadolu bölgesinde, 39⁰-55' kuzey enlemi 41⁰-16' doğu boylamı üzerinde bulunan il, kuzeyden Artvin-Rize, batıdan Gümüşhane-Erzincan, güneyden Bingöl-Muş, doğudan Ağrı -Kars illeri ile çevrilmiş olup genel sınırları içinde 24.768 km² dir (Anonim 2011b).

3.2. Erzurum İlinin İklim Özellikleri

Çizelge 3.1. Erzurum ilinin 2010 ve 2011 yıllarına ait bazı iklim özellikleri (Anonim 2011a)

2010										
Aylar	Ort. Sıc. (°C)		Ort.Nisbi Nem(%)		Toplam Yağış(kg/m ²)		Donlu Gün Sayısı		Yağışlı Gün Sayısı	
	2010	U.Y.*	2010	U.Y.*	2010	U.Y.*	2010	U.Y.*	2010	U.Y.*
Nisan	5,6	5,4	71,3	66	54,2	53,9	14	13	20	15
Mayıs	10,4	10,4	69,6	63,3	63,6	67,2	2	3	22	17
Haziran	15,9	14,8	60,1	58,3	50,5	45,1	-	-	17	11
Temmuz	19,5	19,3	56	52,1	55,5	26,3	-	-	12	7
Ağustos	20,3	19,2	44,8	50,1	9	16,8	-	-	7	6
Eylül	17	14,4	48,1	51,9	8,8	21,3	-	2	9	5
Ekim	9,2	7,7	70,2	64,7	72,2	47,1	7	11	17	10

2011										
Aylar	Ort. Sıc. (°C)		Ort.Nisbi Nem(%)		Toplam Yağış(kg/m ²)		Donlu Gün Sayısı		Yağışlı Gün Sayısı	
	2011	U.Y.*	2011	U.Y.*	2011	U.Y.*	2011	U.Y.*	2011	U.Y.*
Nisan	5,6	5,4	72,1	66	147,7	53,9	10	13	23	15
Mayıs	9,6	10,4	69,5	63,3	105,2	67,2	-	3	24	17
Haziran	14,6	14,8	63,4	58,3	55,3	45,1	-	-	11	11
Temmuz	19,6	19,3	53,3	52,1	26,6	26,3	-	-	7	7
Ağustos	19,4	19,2	48,2	50,1	21,8	16,8	-	-	5	6
Eylül	13,9	14,4	53,8	51,9	7,5	21,3	1	2	9	5
Ekim	6,7	7,7	62	64,7	23,1	47,1	7	11	10	10

U.Y.* : Erzurum ili için uzun yıllara ait iklim verileri 1970-2010 yıllarını kapsamaktadır

3.3. Deneme Yerinin Toprak Özellikleri

Denemenin yürütüldüğü araziye (Şekil 3.2) ait toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri, Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü laboratuvarında TOVEP 1991 kurallarına göre tespit edilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarına göre deneme topraklarına ait bazı özellikler Çizelge 3.2’de sunulmuştur. Toprak örneğinin pH’sı (7.30) nötr, kireç içeriği (%0,62) az, organik madde içeriği (%0,82) çok az sınıfına girmektedir. Değişebilir katyonlar ve bitkiye elverişli Fe, Mn, Zn ve Cu yönünden yeterli düzeyde, elverişli içeriği ise (6,2 P₂O₅ kg/da) orta sınıfa girmektedir. Toprak örneği orta bünyeli tın sınıfına girmekte olup, EC.10³ ve % tuz bakımından tuzsuz sınıfında yer almaktadır (Anonim 2010).



Şekil 3.2. Deneme parsellerinden görünüm (orj.)

Çizelge 3.2. Araştırma topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Analiz Edilen Özellikler	Belirlenen Değerler	Sınıf sınır değerleri
pH, (1:2.5 toprak su karışımında)	7.3	≤ 6.5 : Asidik ; 6.5-7.5: Nötr ; ≥ 7.5 : Alkali
Organik madde, (%)	0.82	0-2: Az ; 2-3: Orta; 3-4: İyi; >4: Yüksek
Toplam azot (%)	0.16	0.045-0.09: Az; 0.09-0.17: Yeterli; 0.17-0.32: Fazla
Kireç (CaCO ₃), (%)	0.62	0-1: Az kireçli; 1-5: Kireçli; 5-15: Orta Kireçli; 15-20: Fazla Kireçli
P mg/kg	6.2	0-8: Az; 8-25: Yeterli; 25-80: Fazla
Fe mg/kg	3.68	<2.5: Az; 2.5-4.5: Orta; >4.5: Fazla
Mn mg/kg	5.91	0-14: Az; 14-50: Yeterli; 50-170: Fazla
Cu mg/kg	1.47	<0.2: Yetersiz; >0.2: Yeterli
Zn mg/kg	1.19	0-0.7: Az; 0.7-2.4: Yeterli; 2.4-8: Fazla
Tarla kapasitesi nem düzeyi, (%w/w)	33.9	1/3 atm : Bitkiler için faydalı su
Daimi solma noktası nem düzeyi (%w/w)	18.2	Solma Noktası= ≥ 15
E.C.103, (dS/m)	0.85	$< 1.0 \times 10^{-6} = 1$; $1.0 \times 10^{-5} - 1.0 \times 10^{-6} = 3$; $1.0 \times 10^{-4} - 1.0 \times 10^{-5} = 6$; $> 1.0 \times 10^{-4} = 9$
Tuz, (%)	0.04	0-0.15: Tuzsuz; 0.15-0.35: Hafif Tuzlu; 0.35-0.65: Orta Tuzlu; >0.65: Çok Tuzlu
Kum, (%)	35.5	0-30: Kum
Silt, (%)	34.7	2-20: Silt
Kil (%)	29.8	70-100: Kil
Tekstür sınıfı (% kum,silt,kil)	Tınlı	30-50: Tın

3.4. Materyal

3.4.1. Bitkisel materyal

Denemede bitkisel materyal olarak koyu yeşil ve parlak yapraklı sera ve açık alanda yetiştirilebilen, sık baş bağlama özelliğine sahip olan (*Lactuca sativa L. var.*) marul çeşidi kullanılmıştır (Anonim 2012b).

3.4.2. Bakteri materyali

Bakteri materyali olarak yabani ahududu'dan izole edilen *Paenibacillus polymyxa* (RC14) bakteri straini kullanılmıştır. Kullanılan bu bakteri straini Atatürk Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Ramazan Çakmakcı'nın kültür koleksiyonundan seçilmiştir.

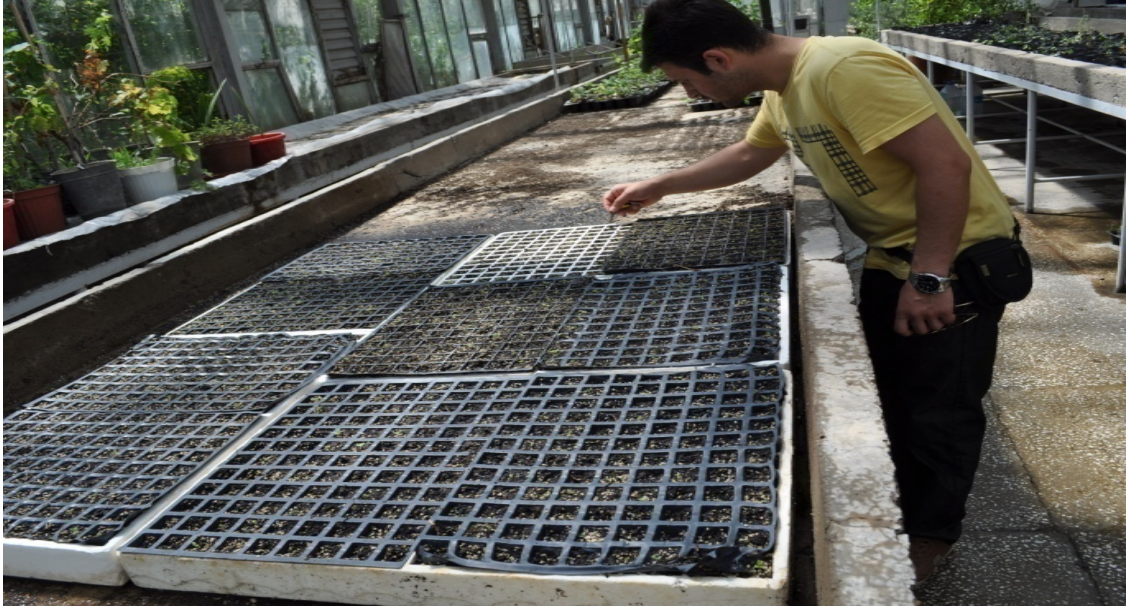
3.5. Yöntem

3.5.1. Bakterilerin tohumlara uygulanması

Denemenin her iki yılında da *Paenibacillus polymyxa* (RC14) bakteri straini Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma bölümü laboratuvarında tohumlara ekimden 48 saat önce şekerli su ile ıslatılarak 100 kg tohuma 1 kg (*Paenibacillus polymyxa*) bakteri kültürü hesabıyla iyice karıştırılmış ve Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Sebzeçilik laboratuvarın da 24 saat süreyle kurumaya bırakılmıştır.

3.5.2. Denemenin kurulması

Tohumlar, Bahçe Bitkileri bölümüne ait cam serada 216 gözlü, torf ile doldurulmuş çoklu fide tepsilerine 1-1,5cm derinliğe, güneş ışınlarının bakteri üzerindeki olumsuz etkilerinden kaçınmak amacıyla sabah erken saatlerde bir göze 2-3 tohum gelecek şekilde ekilmiştir. Ekim işlemi 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla 5 temmuz ve 10 temmuz tarihlerinde yapılmıştır (Şekil 3.3). Fide yetiştiriciliği kontrolsüz sera şartlarında yapılmıştır.



Şekil 3.3. Tohum ekiminden görünüm (orj.)

Sera şartlarında yapılan yetiştiricilikte ilk çıkışlar ekimden sonraki 2-5 gün içerisinde gözlemlenmiştir (Şekil 3.4). Fide yetiştirme döneminde gerekli kültürel işlemler aksatılmadan yapılmıştır. Çıkıştan 10 gün sonra her gözde 1 fide kalacak şekilde seyreltme yapılmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.4. Marul fidelerinin çıkış döneminden görünüm (orj.)



Şekil 3.5. Marul fidelerinin seyreltmeden sonra görünümü (orj.)

Dikim büyüklüğüne gelmiş (30-35 günlük) fideler Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Yayım Merkezi Müdürlüğüne ait 4 nolu deneme alanında 2x2 m ebadında hazırlanmış tavalara, sıra arası 30 cm ve sıra üzeri 20 cm olacak şekilde dikilmiştir (Şekil 3.6). Deneme alanında 30 parsel bulunup, her parselde 25 bitki olacak şekilde fideler deneme alanına dikilmiştir.



Şekil 3.6. Deneme Parselinden görünüm (orj.)

Araştırmanın yürütüldüğü 2010 ve 2011 yıllarında N gübreleme uygulaması ekimden önce ve marul bitkisinin baş bağlama dönemlerinde tam şansa bağlı bloklar deneme desenine göre hazırlanan parsellere üre formunda arazi torağının N içeriği dikkate alınarak 0, 5, 10, 15, 20 kg/da hesabıyla toprağa karıştırılarak uygulanmıştır. Fosforlu gübre ise Triple Süperfosfat formunda ekimden önce toprağa karıştırılarak her parsele 15 kg/da hesabıyla uygulanmıştır.

Çizelge 3.3. Araştırma yıllarında ekim, çıkış, dikim ve hasat tarihleri

Tekerrür	Tohum Ekim Zamanı	Tohumların Çıkış Zamanı	Fidelerin Dikim Zamanı	Hasat Zamanı
I.(2010)	5 Temmuz	7 Temmuz	10 Ağustos	11 Eylül
II.(2011)	7 Temmuz	10 Temmuz	11 Ağustos	14 Eylül

Hasat olgunluğuna gelen marul bitkileri (Şekil 3.7, 8) 2010 yılında 11 Eylül, 2011 yılında ise 14 Eylül tarihinde hasat edilerek ölçüm ve tartım işlemleri için Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Sebzeçilik laboratuvarına getirilmiştir.



Şekil 3.7. Hasat olgunluğuna ulaşan bitkilerden görünüm (orj.)



Şekil 3.8. Hasat sırasından görünüm (orj.)

3.6. Ölçüm Tartım ve Gözlemler

3.6.1. Bitki ağırlığı

Hasattan sonra toprağı ve sararmış yaprakları temizlenen bitkiler terazide tartılarak bitki ağırlığı g olarak belirlenmiştir (Şekil 3.9.(a)).

3.6.2. Bitki boyu

Hasat edilen bitkilerin kök boğazı ile tepe noktası arasındaki mesafe cetvel yardımıyla ölçülerek bitki boyu cm olarak tespit edilmiştir (Şekil 3.9.(b)).

3.6.3. Bitki eni

Hasat edilen bitkilerin eni cetvel yardımıyla ölçülerek bitki eni cm olarak bulunmuştur (Şekil 3.10.(b)).



(a)

(b)

Şekil 3.9. Laboratuarda yapılan ölçümlerden görünüm (orj.) ; (a): ağılık (b): boy ve en ölçümü

3.6.4. Gövde çapı

Kök boğazından hasat edilen bitkilerin kök boğazının hemen üzerindeki gövde çapı kumpas ile ölçülerek gövde çapı mm olarak tespit edilmiştir.

3.6.5. Klorofil miktarı

Klorofil içeriği, yapraktaki klorofil miktarını dolaylı olarak ölçen, taşınabilir klorofil metre cihazı (Minolta SPAD-502, Osaka, Japan) ile yapılmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Klorofil metre cihazının görünümü (orj.)

3.6.6. Kuru madde oranı

Hasattan sonra marul bitkisinden alınan örneklerin yaş ağırlıkları belirlendikten sonra kuru ağırlığı tespit etmek amacıyla 65°C (±5) de kuru madde ağırlıkları sabit oluncaya kadar etüvde bekletilmiştir. Daha sonra örneklerin kuru ağırlıkları tartımla belirlenmiştir. Belirlenen yaş ve kuru ağırlıklardan faydalanılarak, aşağıda belirlenen eşitlik yardımıyla % kuru madde oranı tespit edilmiştir.

$$\text{Kuru Madde Oranı (\%)} = \frac{\text{Kuru ağırlık (g)} \times 100}{\text{Yaş ağırlık (g)}}$$

3.6.7. Makro-mikro besin elementi tayinleri

3.6.7.a. Azot tayini

Her parselden seçilen bitki örneklerinin azot içeriği salisilik + sülfürik asit + tuz

karışımı ile yaş yakmaya tabi tutulduktan sonra mikrokjheldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Bremner and Mulvaney 1982).

3.6.7.b. Diğer besin elementlerinin tayini (P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, Zn, B, Na)

Bitki örneklerinin P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, Zn, B, Na içerikleri nitrik asit-hidrojen peroksit (2:3) asit ile 3 farklı adımda (1. adım; 145°Cde %75 mikrodalga gücün de 5 dakika, 2. adım; 180°Cde %90 mikrodalga gücün de 10 dakika ve 3. adım 100°Cde %40 mikrodalga gücün de 10 dakika) 40 bar basınca dayanıklı mikrowave yaş yakma ünitesinde (speedwave MWS-2 Berghof productts + Instruments Harresstr.1. 72800 Enien Gernmany) tabi tutulduktan (Mertens 2005a) sonra ICP OES spektrofotometresinde (Inductively Couple Plasma spectrophotometer) (Perkin-Elmer, Optima 2100 DV, ICP/OES, Shelton, CT 06484-4794, USA) okunmak suretiyle belirlenmiştir (Mertens 2005b).

3.6.8. Verim

Hasat dönemine gelindiğinde kenar tesiri dikkate alınarak ortada kalan bitliler hasat edilip hassas terazi ile tartıldıktan sonra m^2 üzerinden hesaplanarak (kg/m^2) bulunmuştur.

3.6.9. İstatiksel analizler

Deneme tam şansa bağlı bloklar deneme desenine göre üç tekerrürlü kurulmuştur. Deneme sonucunda elde edilen veriler varyans analizine tabi tutularak, ortalamalara ait farklılıklar COSTAT paket programı yardımıyla Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Bitki Ağırlığı

Paenibacillus polymyxa'nın farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda bitki ağırlığına etkisini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.1'de verilmiştir. Bakteri ve azot uygulamalarının denemenin kurulduğu her iki yılda bitki ağırlığına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İnteraksiyonların etkisi ise 2010 yılında önemsiz bulunurken 2011 yılındaki çalışmada interaksiyonların bitki ağırlığına olan etkisi önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1).

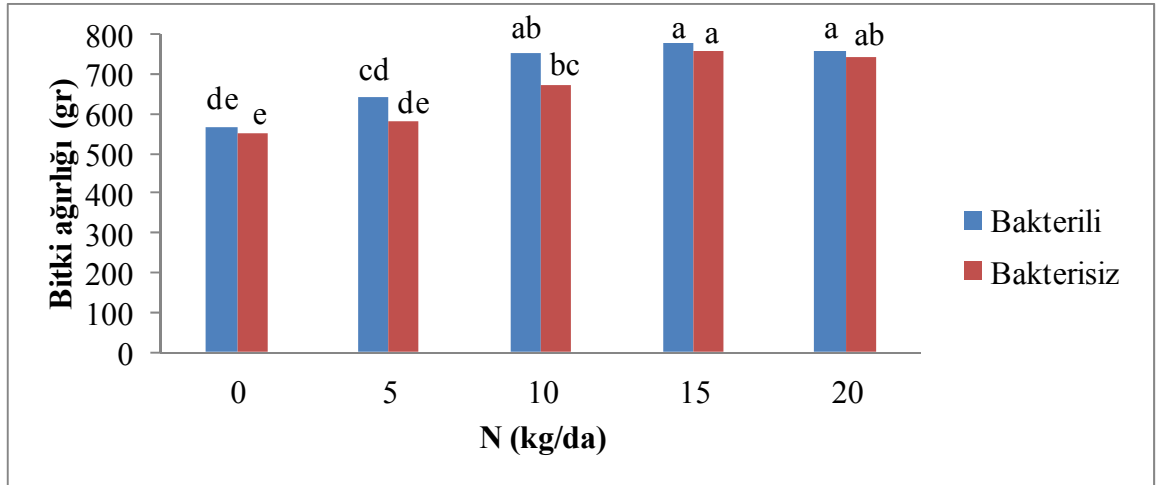
Çizelge 4.1. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda bitki ağırlığına etkisini gösteren varyans analiz tablosu

Varyasyon kaynakları	S.D		F		P	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Bloklar	2	2	0,736	0,116	0,4928 ^{öd}	0,8909 ^{öd}
Azot	4	4	43,829	43,906	0,0000 ^{***}	0,0000 ^{***}
Bakteri	1	1	10,251	6,281	0,0049 ^{**}	0,0220 [*]
Azot x Bakteri	4	4	1,137	3,815	0,3707 ^{öd}	0,0204 [*]
Hata	18	18				
Genel toplam	29	29				

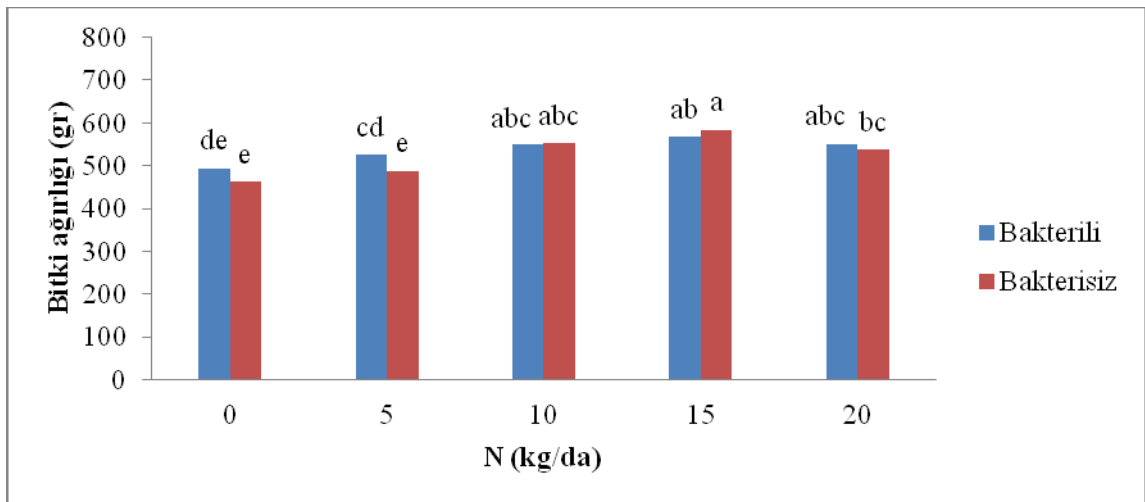
(***) p<0.001 de çok çok önemli ; (*) p<0.05 de önemli ; (öd=önemli değil) p>0.05 de önemsiz

Bakteri uygulamaları ve azot dozlarının 2010 ve 2011 yıllarında marulda bitki ağırlığına olan etkisi sırasıyla Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de gösterilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre 2010 yılında bakterili ve bakterisiz uygulamalar birlikte değerlendirildiğinde en yüksek bitki ağırlığı değeri bakterili 15 kg/da N dozunda elde edilirken bunu bakterili 20 kg/da N ve bakterisiz 15 kg/da N dozları izlemiştir. En düşük bitki ağırlığı değeri ise bakterisiz 0 kg/da N dozunda tespit edilirken bunu bakterili 0 kg/da N ve bakterisiz 5 kg/da N dozları izlemiştir (Şekil 4.1). 2011 yılında incelendiğinde ise en yüksek bitki ağırlığı değeri bakterisiz 15 kg/da N uygulamasında 583 gr olarak görülürken bunu bakterili 15 kg/da N ve bakterisiz 10 kg/da N uygulamalarının izlediği belirlenmiştir. En

düşük bitki ağırlığı değeri ise bakterisiz 0 kg/da N uygulamasında 462 gr olarak elde edilmiş bunu bakterisiz 5 kg/da N ve bakterili 0 kg/da N uygulamaları izlemiştir.



Şekil 4.1. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda bitki ağırlığına etkisi (2010)



Şekil 4.2. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda bitki ağırlığına etkisi (2011)

4.2. Bitki Boyu

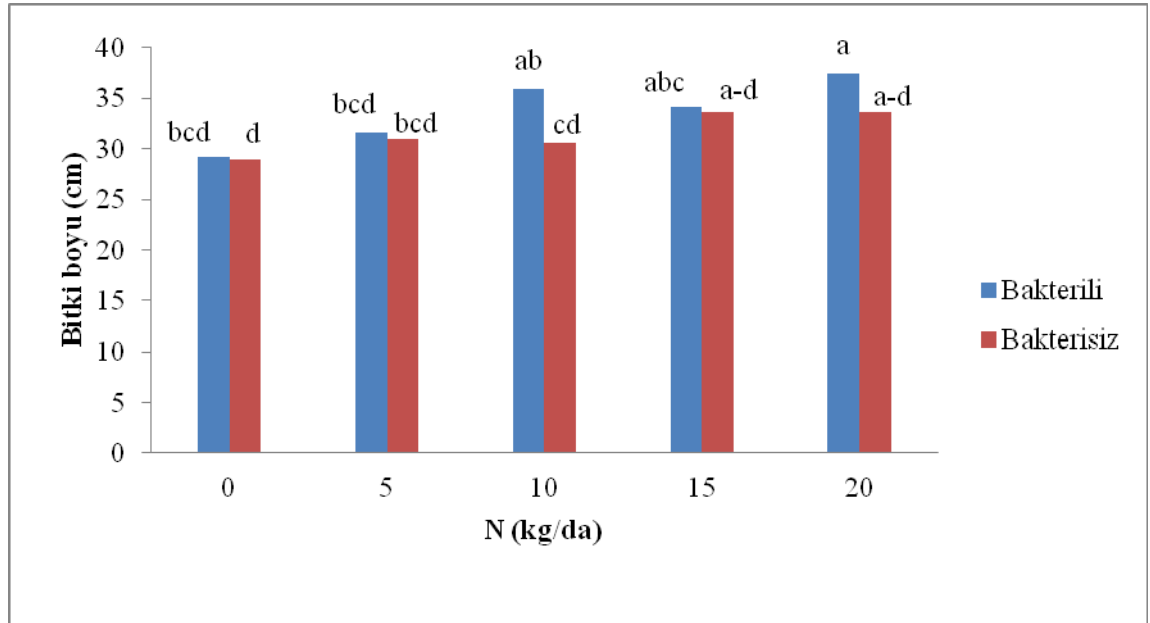
Paenibacillus polymyxa'nın farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda bitki boyuna etkisini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.2'de verilmiştir. Çalışmanın yapıldığı her iki yılda bakteri ve azot uygulamalarının bitki boyuna etkisi istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur. İnteraksiyonların etkisi ise 2010 yılında önemsiz bulunurken 2011 yılındaki çalışmada interaksiyonların bitki boyuna olan etkisi önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda bitki boyuna etkisini gösteren varyans analiz tablosu

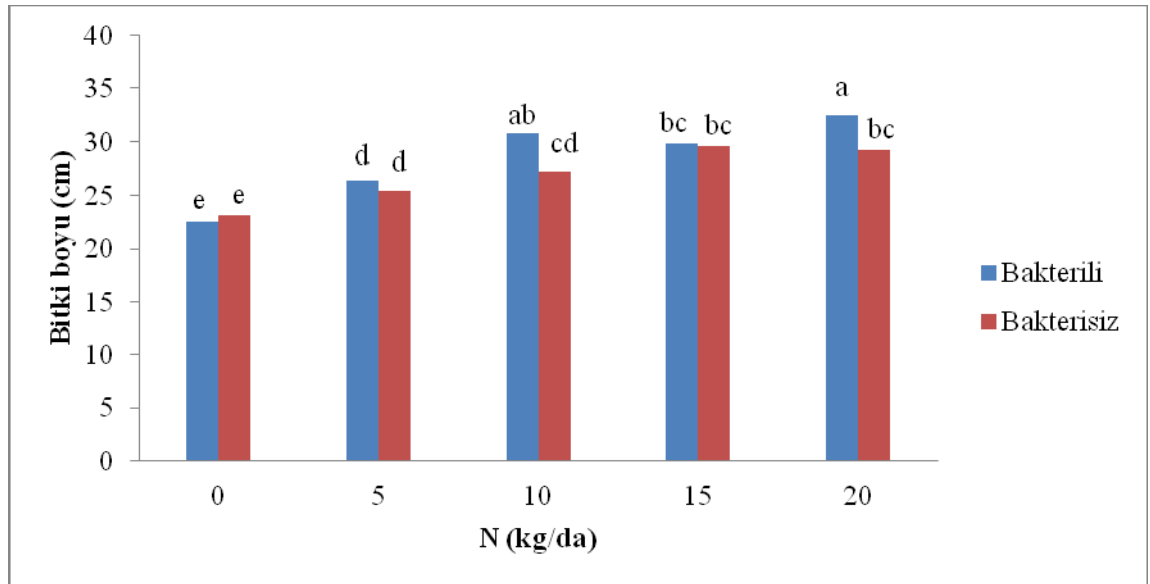
Varyasyon Kaynakları	S.D		F		P	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Bloklar	2	2	1,339	1,918	0,2868 ^{öd}	0,1757 ^{öd}
Azot	4	4	10,485	70,577	0,0001 ^{***}	0,0000 ^{***}
Bakteri	1	1	8,893	14,657	0,0080 ^{**}	0,0012 ^{**}
Azot x Bakteri	4	4	8,205	3,434	0,0960 ^{öd}	0,258 [*]
Hata	18	18				
Genel toplam	29	29				

(***) p<0.001 de çok çok önemli ; (*) p<0.05 de önemli ; (öd=önemli değil) p>0.05 de önemsiz

Bakteri uygulamaları ve azot dozlarının 2010 ve 2011 yıllarında marulda bitki boyuna olan etkisi sırasıyla Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'de gösterilmiştir. 2010 yılında en yüksek bitki boyu değeri bakterili 20 kg/da N uygulamasında tespit edilmiş bunu bakterili 10 kg/da N ve 15 kg/da N uygulamaları izlemiştir. En düşük bitki boyu değeri ise bakterisiz 0 kg/da N uygulamasından elde edilirken bunu bakterili 0 kg/da N ve bakterisiz 10 kg/da N uygulamaları izlemiştir (Şekil 4.3). Şekil 4.4 incelendiğinde 2011 yılında en yüksek bitki boyu değeri bakterili 20 kg/da N uygulamasında 32,5 cm olarak görülmektedir. En düşük bitki boyu değeri ise bakterili 0 kg/da N uygulamasında 22,6 cm olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.3. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda bitki boyuna etkisi (2010)



Şekil 4.4. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda bitki boyuna etkisi (2011)

4.3. Bitki Eni

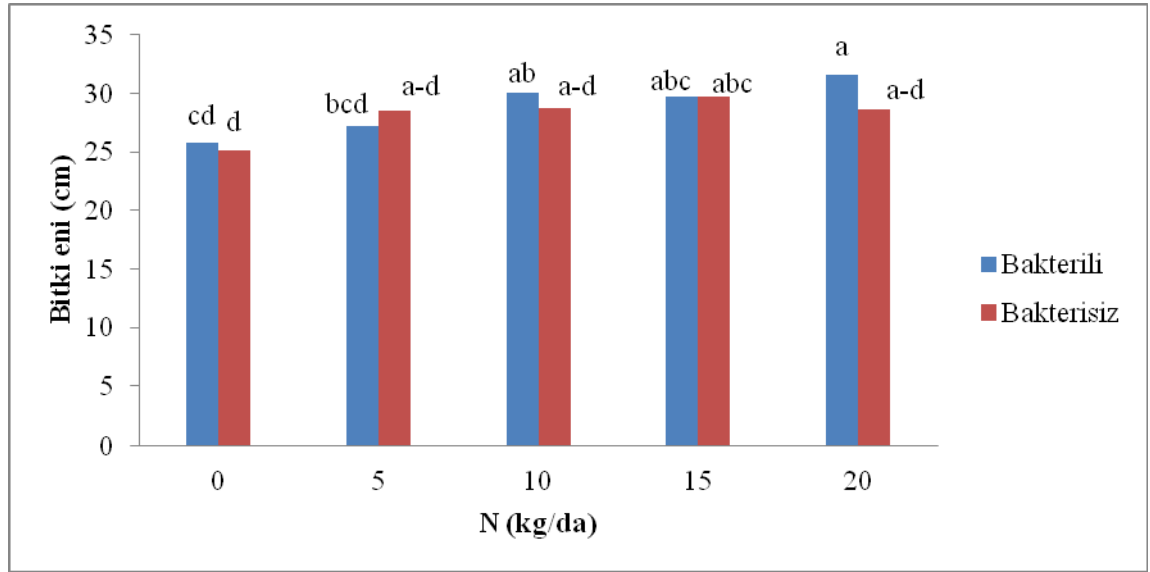
Paenibacillus polymyxa'nın farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda bitki enine etkisini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.3'de verilmiştir. Azot uygulamalarının bitki enine etkisi çalışmanın yapıldığı her iki yılda istatistiksel olarak çok önemli bulunurken bakteri uygulamalarının ve interaksiyonların bitki boyuna etkisi her iki yılda da önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.3.).

Çizelge 4.3. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda bitki enine etkisini gösteren varyans analiz tablosu

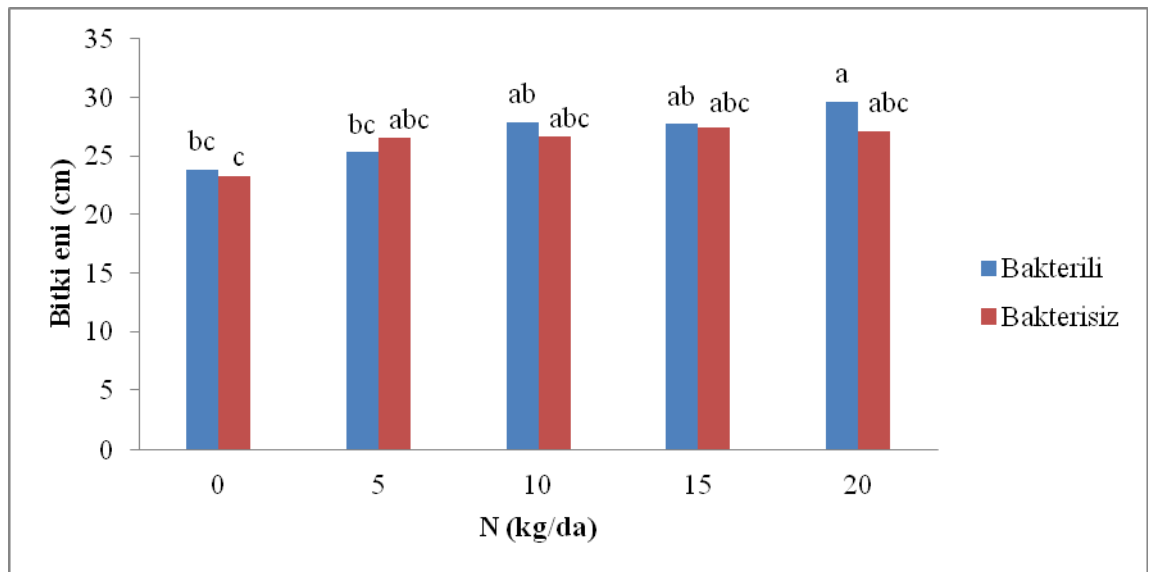
Varyasyon Kaynakları	S.D		F		P	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Bloklar	2	2	1,800	1,373	0,1938 ^{öd}	0,2785 ^{öd}
Azot	4	4	9,099	8,485	0,0003 ^{***}	0,0005 ^{***}
Bakteri	1	1	1,594	1,368	0,2228 ^{öd}	0,2573 ^{öd}
Azot x Bakteri	4	4	1,523	1,145	0,2375 ^{öd}	0,3670 ^{öd}
Hata	18	18				
Genel Toplam	29	29				

(***) p<0.001 de çok çok önemli ; (*) p<0.05 de önemli ; (öd=önemli değil) p>0.05 de önemsiz

Bakteri uygulamaları ve azot dozlarının 2010 ve 2011 yıllarında marulda bitki enine olan etkisi sırasıyla Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da gösterilmiştir. Bitki enine ait en yüksek değer, 2010 yılındaki çalışmada iki faktör birlikte değerlendirildiğinde bakterili 20 kg/da N dozunda 31,6 cm olarak tespit edilmiş bunu sırasıyla bakterili 10 kg/da N ve 15 kg/da N uygulamaları izlemiştir. 2010 yılı verilerine göre en düşük bitki eni değeri ise bakterisiz 0 kg/da N uygulamasında elde edilmiştir (Şekil 4.5). 2011 yılında yapılan çalışmada bitki enine ait değerler birlikte incelendiğinde en yüksek bitki eni değeri bakterili 20 kg/da N uygulamasında elde edilirken en düşük bitki eni değeri bakterisiz 0 kg/da N uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.5. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda bitki enine etkisi (2010)



Şekil 4.6. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda bitki enine etkisi (2011)

4.4. Gövde Çapı

Paenibacillus polymyxa'nın farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda gövde çapına etkisini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.4'de verilmiştir. Bakteri ve azot

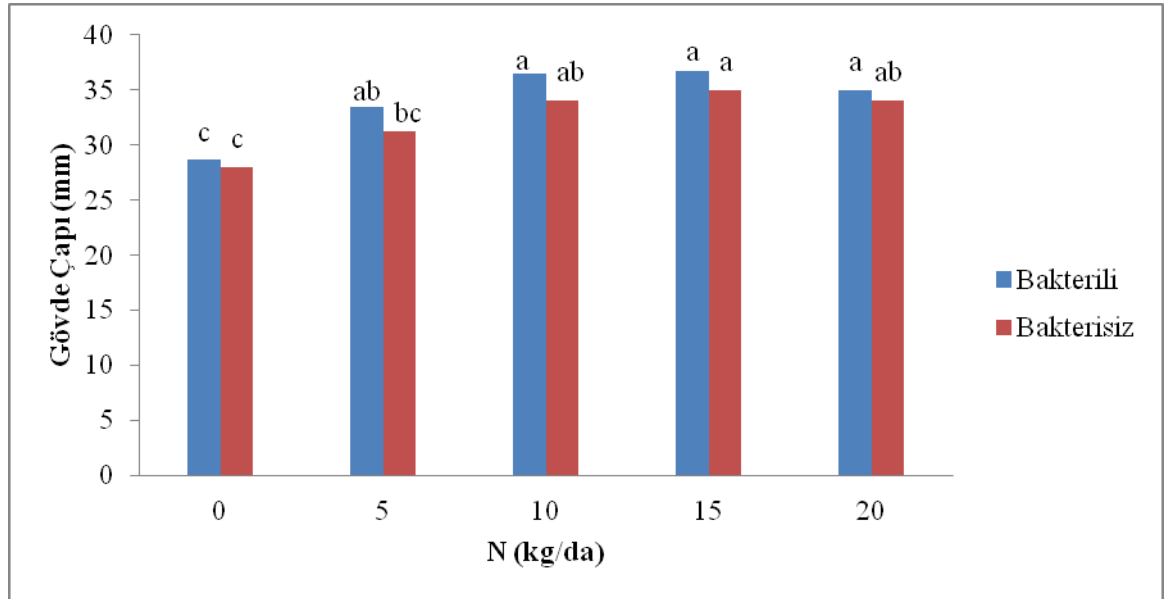
uygulamalarının 2010 ve 2011 yılında yapılan çalışmalar sonucunda gövde çapına etkisi istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur. İnteraksiyonların gövde çapına olan etkisi ise çalışmanın yapıldığı her iki yılda da önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda gövde çapına etkisini gösteren varyans analiz tablosu

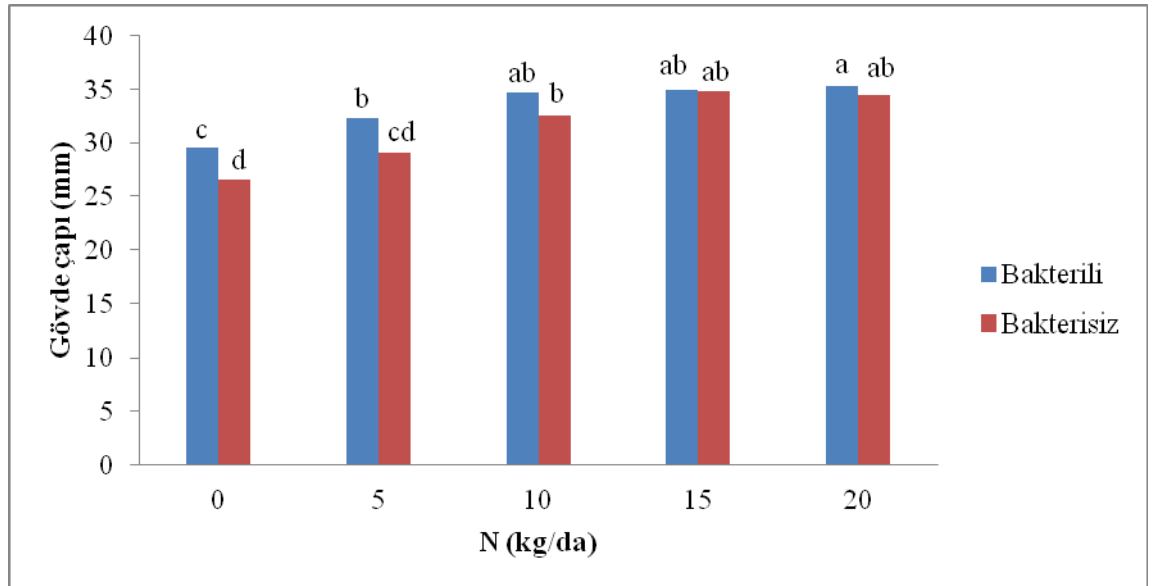
Varyasyon Kaynakları	S.D		F		P	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Bloklar	2	2	3,229	0,434	0,0633 ^{öd}	0,6542 ^{öd}
Azot	4	4	30,065	49,912	0,0000 ^{***}	0,0000 ^{***}
Bakteri	1	1	7,552	25,169	0,0132 [*]	0,0001 ^{***}
Azot x Bakteri	4	4	0,878	2,641	0,4965 ^{öd}	0,06878 ^{öd}
Hata	18	18				
Genel Toplam	29	29				

(***) p<0.001 de çok çok önemli ; (*) p<0.05 de önemli ; (öd=önemli değil) p>0.05 de önemsiz

Bakteri uygulamaları ve azot dozlarının 2010 ve 2011 yıllarında marulda gövde çapına olan etkisi sırasıyla Şekil 4.7 ve Şekil 4.8’de gösterilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre 2010 yılında elde edilen veriler birlikte değerlendirildiğinde en yüksek gövde çapı değeri bakterili 15 kg/da N uygulamasında tespit edilmiş bunu sırasıyla bakterili 10 kg/da N, 20 kg/da N uygulamaları izlemiştir. En düşük gövde çapı değeri ise bakterisiz 0 kg/da N uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.7). 2011 yılına ait veriler birlikte değerlendirildiğinde en yüksek gövde çapı değeri bakterili 20 kg/da N dozunda elde edilmiştir. En düşük gövde çapı değeri ise bakterisiz 0 kg/da N dozunda belirlenmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.7. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda gövde çapına etkisi (2010)



Şekil 4.8. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda gövde çapına etkisi (2011)

4.5. Klorofil Miktarı

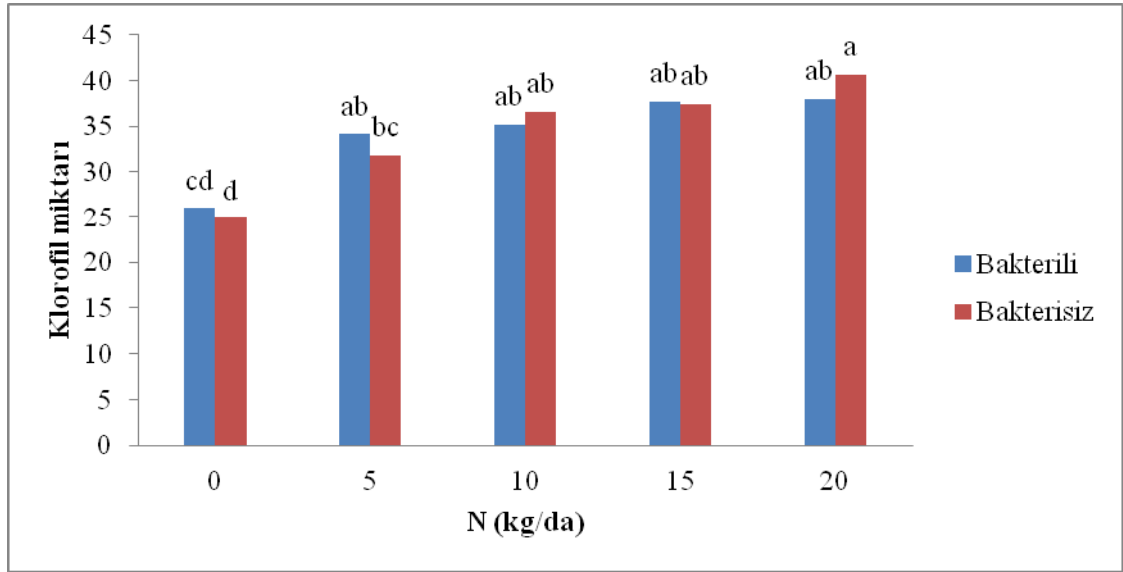
Paenibacillus polymyxa'nın farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda klorofil miktarına etkisini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.5'de verilmiştir. Azot uygulamalarının klorofil miktarına etkisi çalışmanın yapıldığı her iki yılda istatistiksel olarak çok önemli bulunmuştur. Bakteri uygulamaları ve interaksiyonların klorofil miktarına olan etkisi ise çalışmanın yapıldığı her iki yılda da önemsiz olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda klorofil miktarına etkisini gösteren varyans analiz tablosu

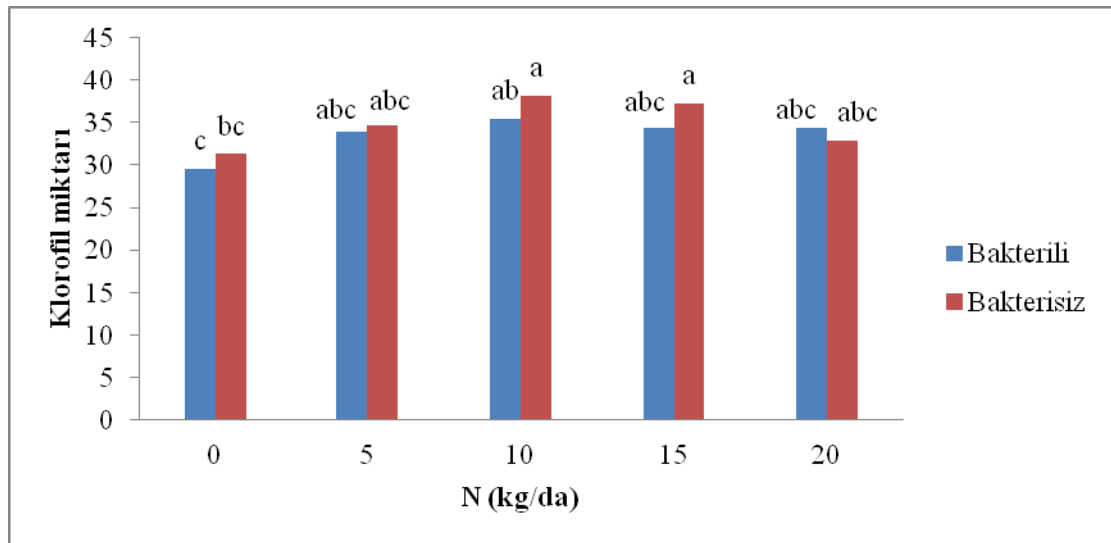
Varyasyon Kaynakları	S.D		F		P	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Bloklar	2	2	0,812	6,333	0,4594 ^{öd}	0,0083 ^{**}
Azot	4	4	27,629	8,085	0,0000 ^{***}	0,0006 ^{***}
Bakteri	1	1	0,0026	3,158	0,9595 ^{öd}	0,0924 ^{öd}
Azot x Bakteri	4	4	1,065	1,119	0,4022 ^{öd}	0,3782 ^{öd}
Hata	18	18				
Genel toplam	29	29				

(***) p<0.001 de çok çok önemli ; (*) p<0.05 de önemli ; (öd=önemli değil) p>0.05 de önemsiz

Bakteri uygulamaları ve azot dozlarının 2010 ve 2011 yıllarında marulda klorofil miktarına olan etkisi sırasıyla Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'da sunulmuştur. Araştırma sonuçlarından elde edilen verilere göre 2010 yılında en yüksek klorofil değeri bakterisiz 20 kg/da N uygulamasında tespit edilmiş bu uygulamayı bakterili 20 kg/da N uygulaması izlemiştir. En düşük klorofil miktarı ise bakterisiz 0 kg/da N dozunda ve bakterili 0 kg/da N dozunda elde edilmiştir (Şekil 4.9). Şekil 4.10'da yer alan 2011 verilerine göre en yüksek klorofil değeri bakterisiz 10 kg/da N dozunda tespit edilmişken en düşük klorofil miktarı değeri ise bakterili 0 kg/da N dozunda belirlenmiştir.



Şekil 4.9. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda klorofil miktarına etkisi (2010)



Şekil 4.10. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda klorofil miktarına etkisi (2011)

4.6. Kuru madde oranı

Paenibacillus polymyxa'nın farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda kuru madde oranına etkisini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.6'da verilmiştir. Azot

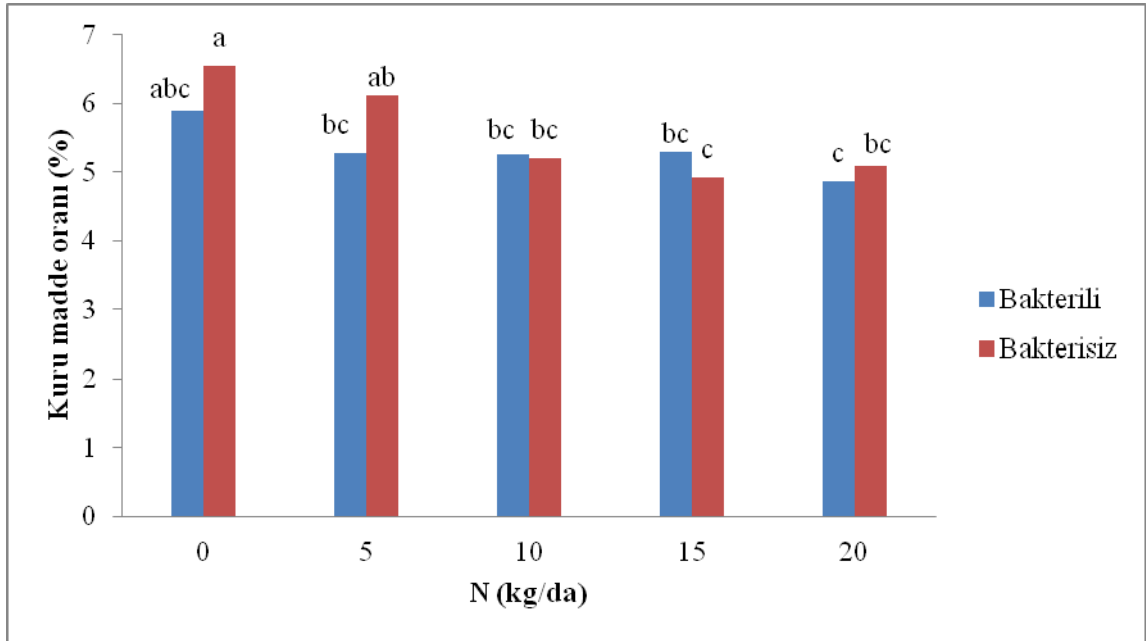
uygulamalarının kuru madde oranına etkisi çalışmanın yapıldığı her iki yılda da çok önemli bulunmuştur. Bakteri uygulamalarının kuru madde oranına etkisi 2010 yılında önemsiz bulunurken 2011 yılında ise çok önemli bulunmuştur. İnteraksiyonların bitki kuru madde oranına olan etkisi ise çalışmanın yapıldığı her iki yılda önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda kuru madde oranına etkisini gösteren varyans analiz tablosu

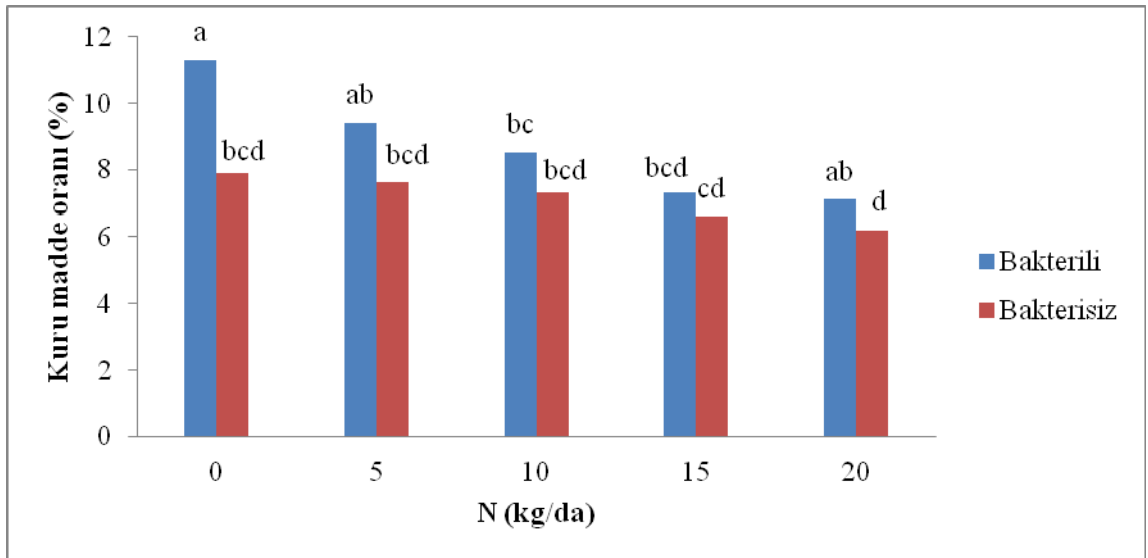
Varyasyon Kaynakları	S.D		F		P	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Bloklar	2	2	2,077	0,190	0,1542 ^{ns}	0,8280 ^{ns}
Azot	4	4	7,903	12,452	0,0007 ^{***}	0,0000 ^{***}
Bakteri	1	1	2,629	28,309	0,1223 ^{ns}	0,0000 ^{***}
Azot x Bakteri	4	4	1,906	2,574	0,1531 ^{ns}	0,0729 ^{ns}
Hata	18	18				
Genel toplam	29	29				

(***) p<0.001 de çok çok önemli ; (*) p<0.05 de önemli ; (öd=önemli değil) p>0.05 de önemsiz

2010 yılında yapılan çalışma sonucunda elde edilen veriler birlikte değerlendirildiğinde en yüksek bitki kuru madde oranı bakterisiz 0 kg/da N dozunda elde edilirken bunu bakterisiz 5 kg/da N ve bakterili 0 kg/da N uygulamaları izlemiştir. En düşük bitki kuru madde oranı ise bakterili 20 kg/da N dozunda elde edilmiş olup bunu bakterisiz 15 kg/da N ve 10 kg/da N uygulamaları izlemiştir (Şekil 4.11). 2011 yılı verileri ise birlikte değerlendirildiğinde en yüksek kuru madde oranı ise bakterili 0 kg/da N dozunda belirlenmiş olup bunu bakterili 5 kg/da N ve bakterisiz 0 kg/da N uygulamaları izlemiştir. 2011 yılında en düşük kuru madde oranı değeri bakterisiz 20 kg/da N uygulamasında tespit edilmiştir (Şekil 4.12).



Şekil 4.11. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda kuru madde oranına etkisi (2010)



Şekil 4.12. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda kuru madde oranına etkisi (2011)

4.7. Makro ve Mikro Besin Element Düzeyi

4.7.1. Azot

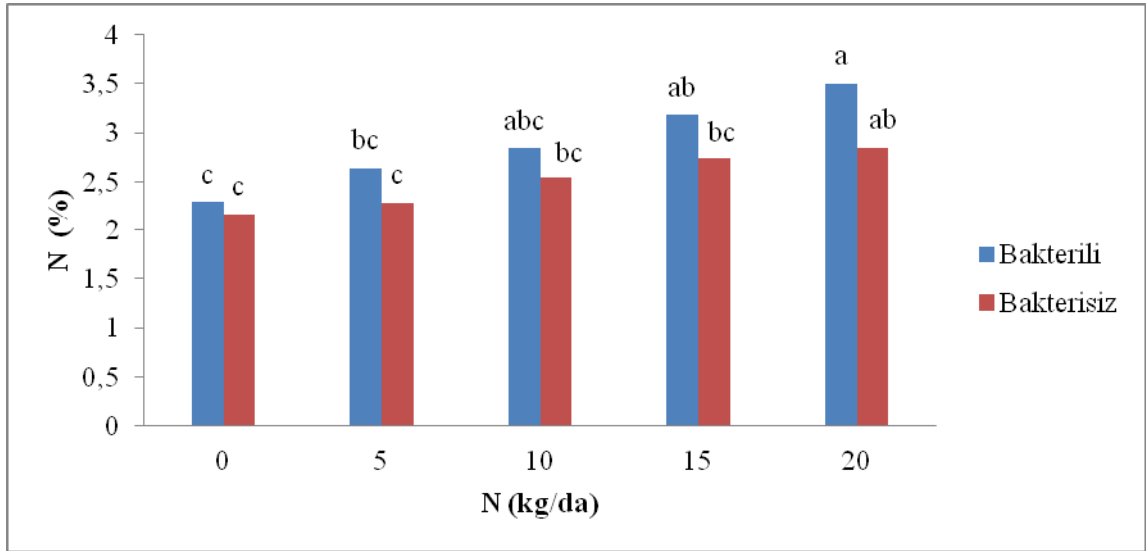
Paenibacillus polymyxa'nın farklı azot dozlarında marulda azot içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.7'de verilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre 2010 ve 2011 yıllarında bakteri ve azot uygulamalarının marulda N içeriğine etkisi yapılan analizler sonucunda her iki yılda önemli bulunurken, bakteri ve azot interaksiyonlarının etkisi ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda azot içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu

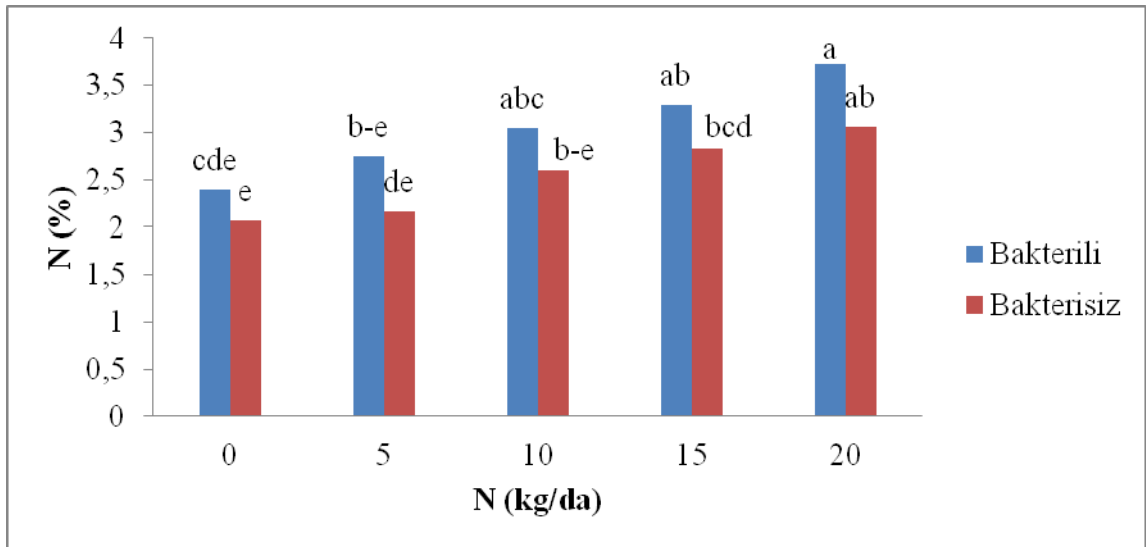
Varyasyon Kaynakları	S.D		F		P	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Bloklar	2	2	0,008	0,077	0,9918 ^{öd}	0,9257 ^{öd}
Azot	4	4	14,50	19,16	0,0000 ^{***}	0,0000 ^{***}
Bakteri	1	1	9,198	21,16	0,0072 ^{**}	0,0002 ^{***}
Azot x Bakteri	4	4	0,258	0,187	0,9007 ^{öd}	0,0729 ^{öd}
Hata	18	18				
Genel toplam	29	29				

(***) p<0.001 de çok çok önemli ; (*) p<0.05 de önemli ; (öd=önemli değil) p>0.05 de önemsiz

Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında marulda azot içeriğine olan etkisi, 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla Şekil 4.13 ve Şekil 4.14'de gösterilmiştir. Araştırmada 2010 yılında yapılan çalışma sonuçları birlikte değerlendirildiğinde en yüksek N içeriği bakterili 20 kg/da N dozunda tespit edilmiştir. En düşük azot içeriği ise bakterisiz 0 kg/da N uygulamasında elde edilmiştir (Şekil 4.13). 2011 yılında yapılan çalışma sonucunda en yüksek N içeriği 2010 yılı verilerine paralel şekilde bakterili 20 kg/da N uygulamasında belirlenmişken en düşük N içeriği de bakterisiz 0 kg/da N uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 4.14).



Şekil 4.13. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda azot içeriğine etkisi (2010)



Şekil 4.14. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda azot içeriğine etkisi (2011)

4.7.2. Fosfor

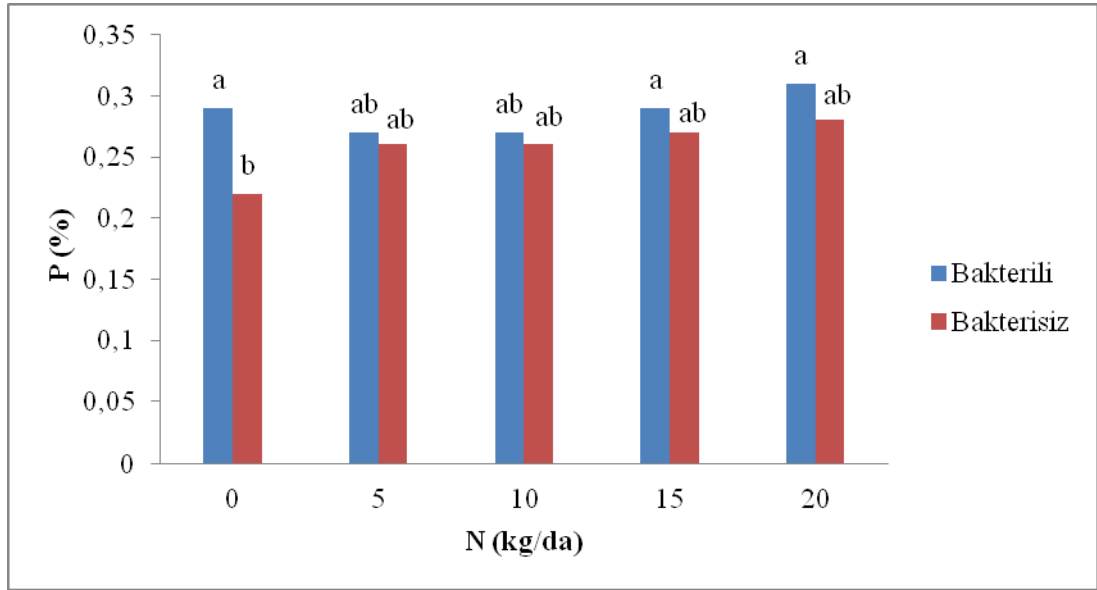
Paenibacillus polymyxa'nın farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda fosfor içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda fosfor içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu

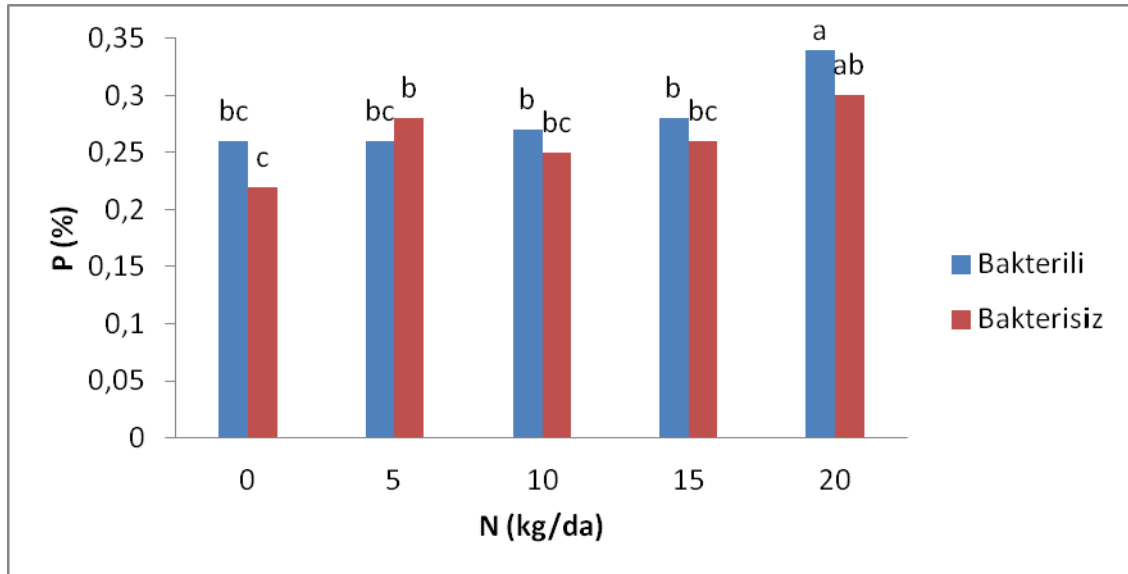
Varyasyon Kaynakları	S.D		F		P	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Bloklar	2	2	2,205	10,76	0,1391 ^{öd}	0,0008 ^{***}
Azot	4	4	3,189	11,92	0,0381 [*]	0,0001 ^{***}
Bakteri	1	1	13,28	10,11	0,0019 ^{**}	0,0052 ^{**}
Azot x Bakteri	4	4	1,752	2,52	0,1825 ^{öd}	0,0770 ^{öd}
Hata	18	18				
Genel toplam	29	29				

(***) p<0.001 de çok çok önemli ; (*) p<0.05 de önemli ; (öd=önemli değil) p>0.05 de önemsiz

Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda fosfor içeriğine olan etkisi, 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla Şekil 4.15 ve Şekil 4.16'de gösterilmiştir. 2010 yılına ait veriler birlikte değerlendirildiğinde marulda en yüksek fosfor içeriği bakterili 20 kg/da N uygulamasında belirlenirken bunu bakterili 15 kg/da N ve 0 kg/da N uygulamaları izlemiştir. En düşük fosfor içeriği ise bakterisiz uygulamalarda belirlenmiş olup sırasıyla 0 kg/da N, 5 kg/da N ve 10 kg/da N uygulamalarından elde edilmiştir (Şekil 4.15). Şekil 4.16 incelendiğinde en yüksek fosfor içeriği bakterili 20 kg/da N uygulamasında tespit edilmiş olup bunu bakterisiz 20 kg/da N uygulaması izlemiştir. En düşük fosfor içeriği ise bakterisiz uygulamalarda sırasıyla 0 kg/da N ve 10 kg/da N uygulamalarında belirlenmiştir.



Şekil 4.15. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda fosfor içeriğine etkisi (2010)



Şekil 4.16. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda fosfor içeriğine etkisi (2011)

4.7.3. Potasyum

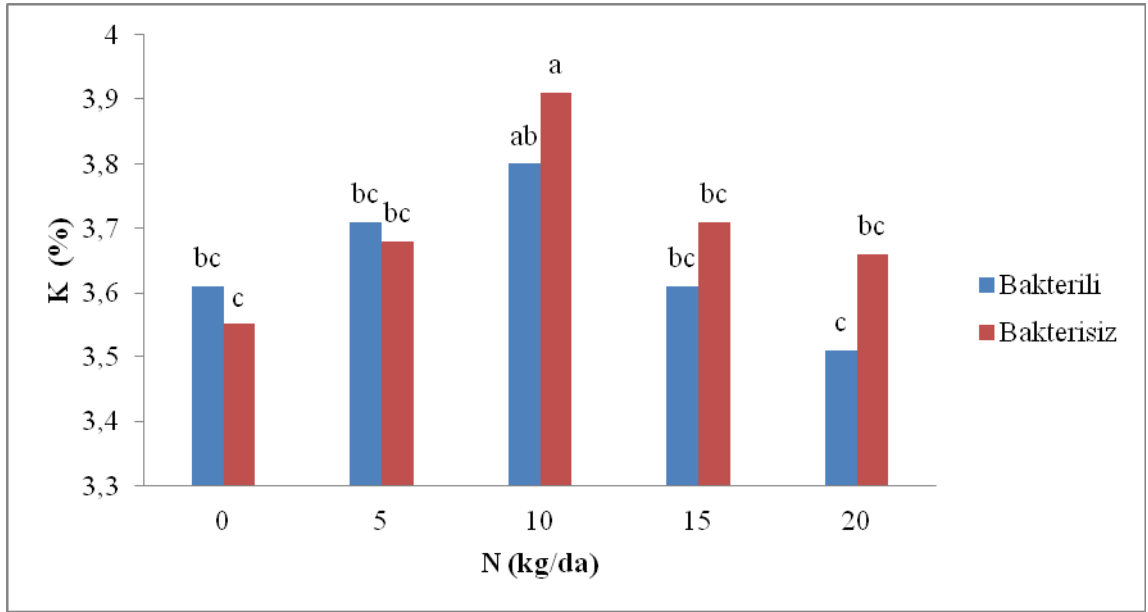
Paenibacillus polymyxa'nın farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda potasyum içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda potasyum içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu

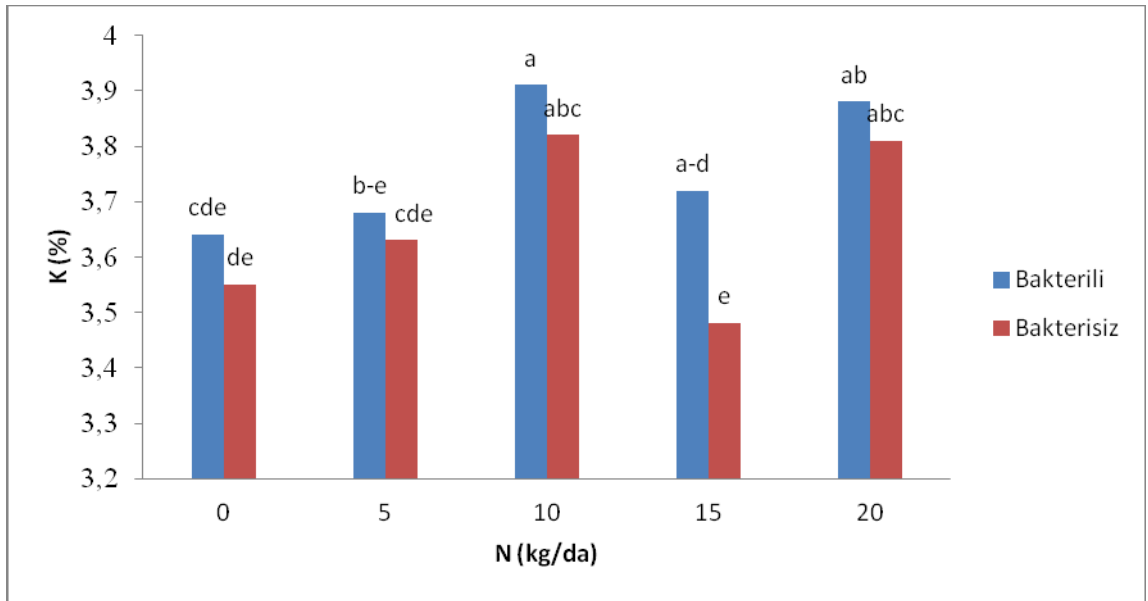
Varyasyon Kaynakları	S.D		F		P	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Bloklar	2	2	0,379	6,490	0,6895 ^{öd}	0,0075 ^{**}
Azot	4	4	12,65	14,91	0,0000 ^{***}	0,0000 ^{***}
Bakteri	1	1	3,314	12,05	0,0854 ^{öd}	0,0024 ^{**}
Azot x Bakteri	4	4	2,120	1,245	0,1202 ^{öd}	0,3272 ^{öd}
Hata	18	18				
Genel toplam	29	29				

(***) p<0.001 de çok çok önemli ; (*) p<0.05 de önemli ; (öd=önemli değil) p>0.05 de önemsiz

2010'da bakterili ve bakterisiz uygulamalar birlikte değerlendirildiğinde en yüksek potasyum içeriği bakterisiz 10 kg/da N uygulamasında elde edilmiş bunu bakterili 10 kg/da N uygulaması izlemiştir. En düşük potasyum içeriği ise bakterili 20 kg/da N uygulamasında belirlenirken bunu bakterisiz 0 kg/da N uygulaması izlemiştir (Şekil 4.17). 2011 yılında elde edilen veriler birlikte değerlendirildiğinde en yüksek potasyum içeriği bakterili 10 kg/da N uygulamasında elde edilirken bunu bakterili 20 kg/da N uygulaması izlemiştir. En düşük potasyum içeriği ise bakterisiz uygulamalarda elde edilmiş olup sırasıyla 15 kg/da N, 0 kg/da N ve 5 kg/da N uygulamalarından elde edilmiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.17. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda potasyum içeriğine etkisi (2010)



Şekil 4.18. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda potasyum içeriğine etkisi (2011)

4.7.4. Kalsiyum

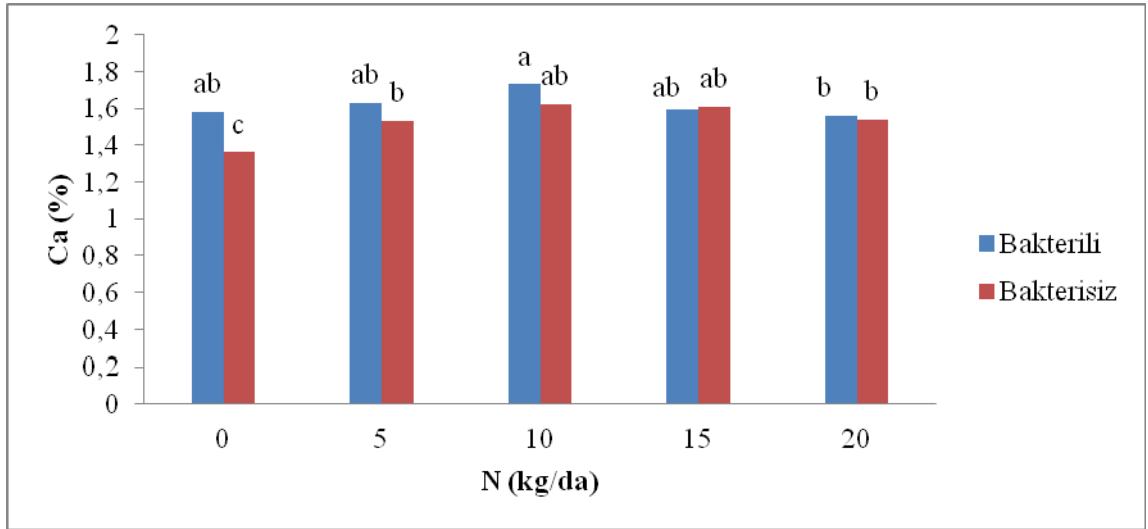
Paenibacillus polymyxa'nın farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda kalsiyum içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.10'da verilmiştir. Bakteri ve azot uygulamalarının kalsiyum içeriğine etkisi çalışmanın yapıldığı her iki yılda da çok önemli bulunmuştur. İnteraksiyonların kalsiyum içeriğine etkisi 2010 yılında önemli bulunurken 2011 yılında yapılan çalışmada interaksiyonlar önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda kalsiyum içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu

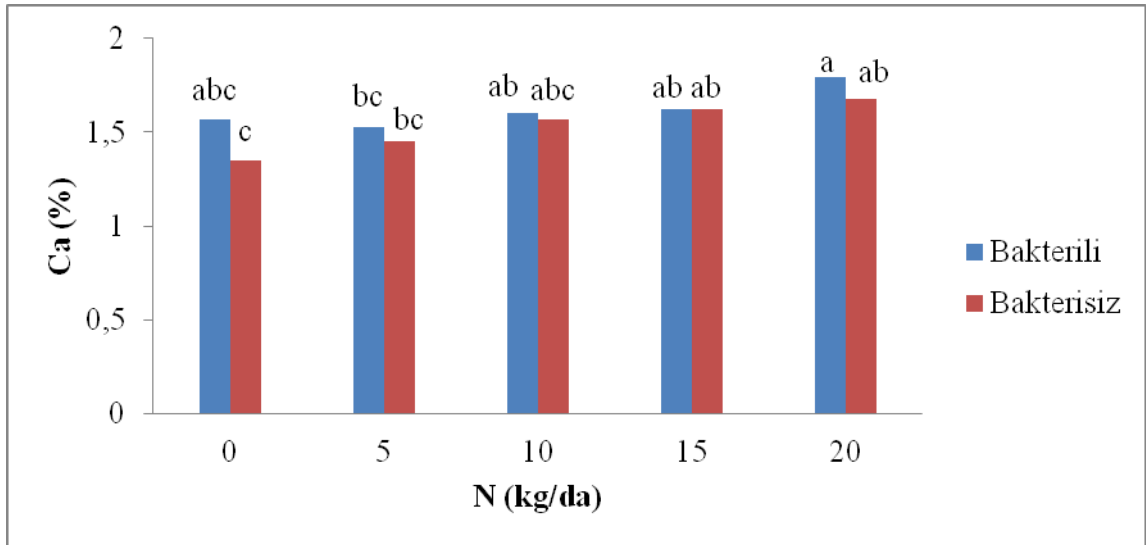
Varyasyon Kaynakları	S.D		F		P	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Bloklar	2	2	0,714	1,250	0,5027 ^{öd}	0,3100 ^{öd}
Azot	4	4	8,377	8,736	0,0005***	0,0004***
Bakteri	1	1	13,57	7,116	0,0017**	0,0157*
Azot x Bakteri	4	4	3,263	1,303	0,0353*	0,3062 ^{öd}
Hata	18	18				
Genel toplam	29	29				

(***) p<0.001 de çok çok önemli ; (*) p<0.05 de önemli ; (öd=önemli değil) p>0.05 de önemsiz

Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda kalsiyum içeriğine olan etkisi, çalışmanın yürütüldüğü yıllara göre sırasıyla Şekil 4.19 ve Şekil 4.20'de gösterilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre 2010 yılında en yüksek kalsiyum değeri bakterili 10 kg/da N dozunda belirlenmiş bunu bakterili 5 kg/da N ve bakterisiz 10 kg/da N uygulamaları izlemiştir. En düşük kalsiyum değeri ise bakterisiz 0 kg/da N dozunda belirlenirken bunu bakterisiz 5 kg/da N ve 20 kg/da N uygulamaları izlemiştir (Şekil 4.19). 2011 yılı çalışma sonuçlarına göre elde edilen veriler birlikte değerlendirildiğinde marulda en yüksek kalsiyum içeriği bakterili 20 kg/da N dozunda belirlenmiş bunu bakterisiz 20 kg/da N uygulaması izlemiştir. En düşük kalsiyum içeriği ise bakterisiz 0 kg/da N dozunda tespit edilmiş bunu bakterisiz 5 kg/da N uygulaması izlemiştir (Şekil 4.20)



Şekil 4.19. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda kalsiyum içeriğine etkisi (2010)



Şekil 4.20. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda kalsiyum içeriğine etkisi (2011)

4.7.5. Magnezyum

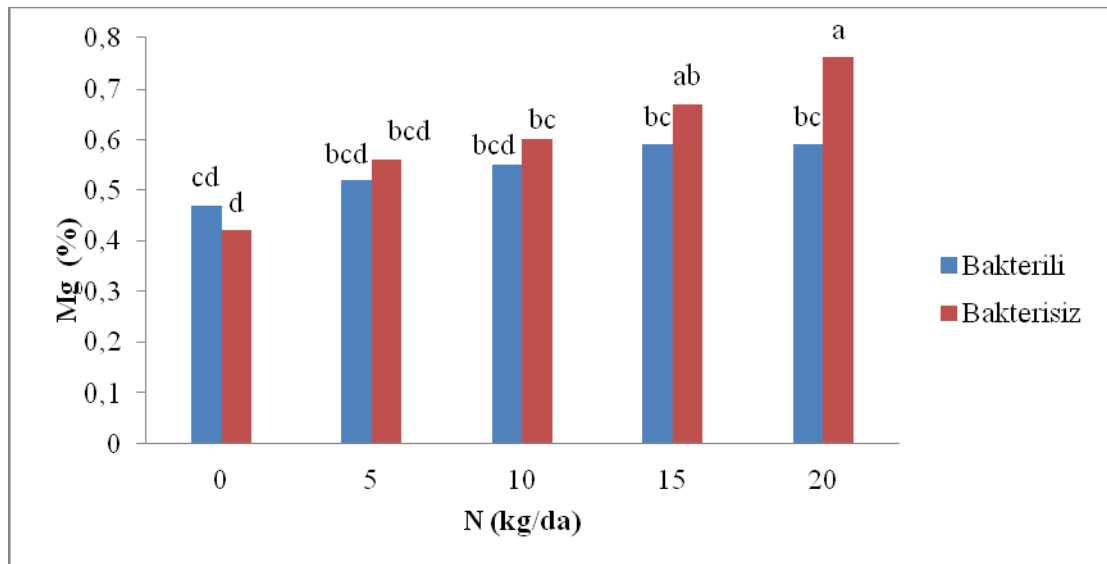
Paenibacillus polymyxa'nın farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda magnezyum içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda magnezyum içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu

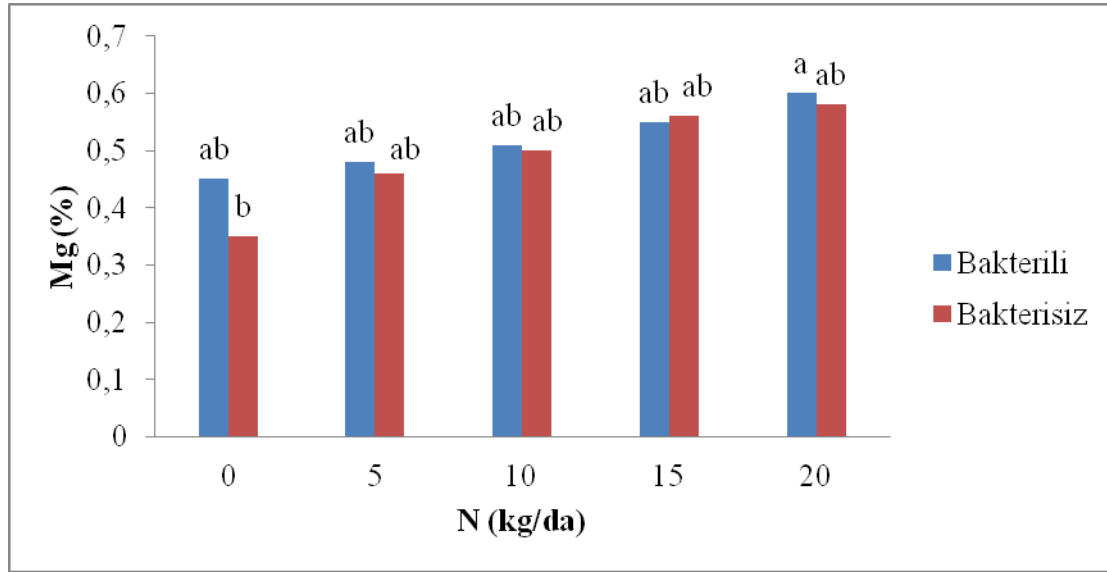
Varyasyon Kaynakları	S.D		F		P	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Bloklar	2	2	0,347	0,138	0,7111 ^{öd}	0,8719 ^{öd}
Azot	4	4	14,18	4,207	0,0000 ^{***}	0,0141 [*]
Bakteri	1	1	6,857	0,869	0,0174 [*]	0,3633 ^{öd}
Azot x Bakteri	4	4	2,863	0,300	0,0535 ^{öd}	0,8738 ^{öd}
Hata	18	18				
Genel toplam	29	29				

(***) p<0.001 de çok çok önemli ; (*) p<0.05 de önemli ; (öd=önemli değil) p>0.05 de önemsiz

Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda Magnezyum (Mg) içeriğine olan etkisi, yıllara göre sırasıyla Şekil 4.21 ve Şekil 4.22’de sunulmuştur. 2010 yılında en yüksek magnezyum içeriği bakterisiz 20 kg/da N uygulamasında elde edilirken en düşük magnezyum içeriği ise bakterisiz 0 kg/da N uygulamasında tespit edilmiştir (Şekil 4.21). 2011 yılında en yüksek magnezyum içeriği bakterili 20 kg/da N uygulamasında tespit edilirken en düşük magnezyum içeriği ise bakterisiz 0 kg/da N uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 4.22).



Şekil 4.21. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda magnezyum içeriğine etkisi (2010)



Şekil 4.22. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda magnezyum içeriğine etkisi (2011)

4.7.6. Kükürt

Paenibacillus polymyxa'nın farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda kükürt içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda kükürt içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu

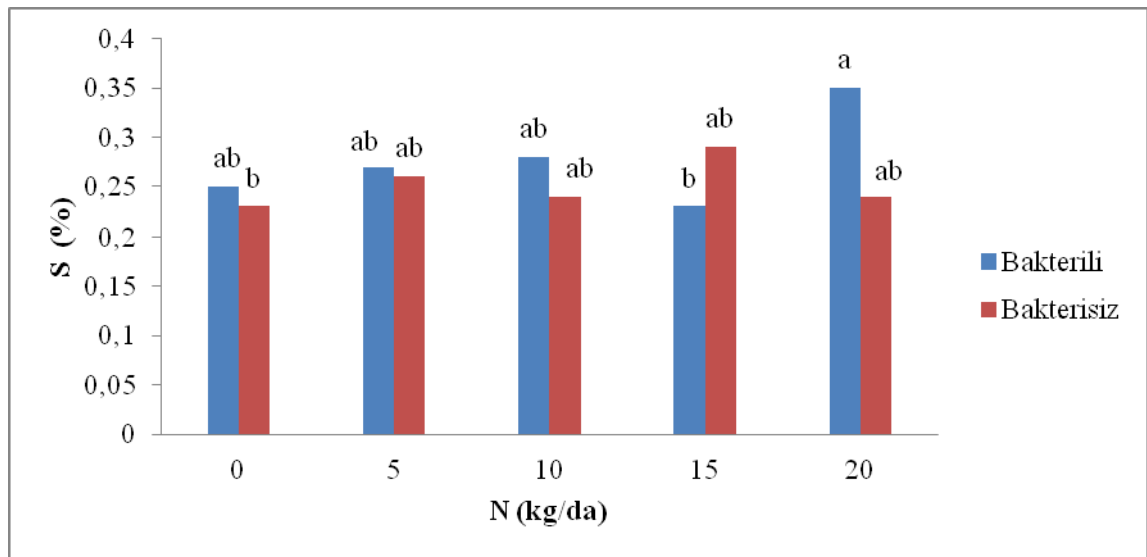
Varyasyon Kaynakları	S.D		F		P	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Bloklar	2	2	1,188	2,297	0,3273 ^{öd}	0,1292 ^{öd}
Azot	4	4	1,169	3,828	0,3571 ^{öd}	0,0202 [*]
Bakteri	1	1	2,003	22,38	0,1740 ^{öd}	0,0002 ^{***}
Azot x Bakteri	4	4	2,765	3,051	0,0594 ^{öd}	0,0440 [*]
Hata	18	18				
Genel toplam	29	29				

(***) p<0.001 de çok çok önemli ; (*) p<0.05 de önemli ; (öd=önemli değil) p>0.05 de önemsiz

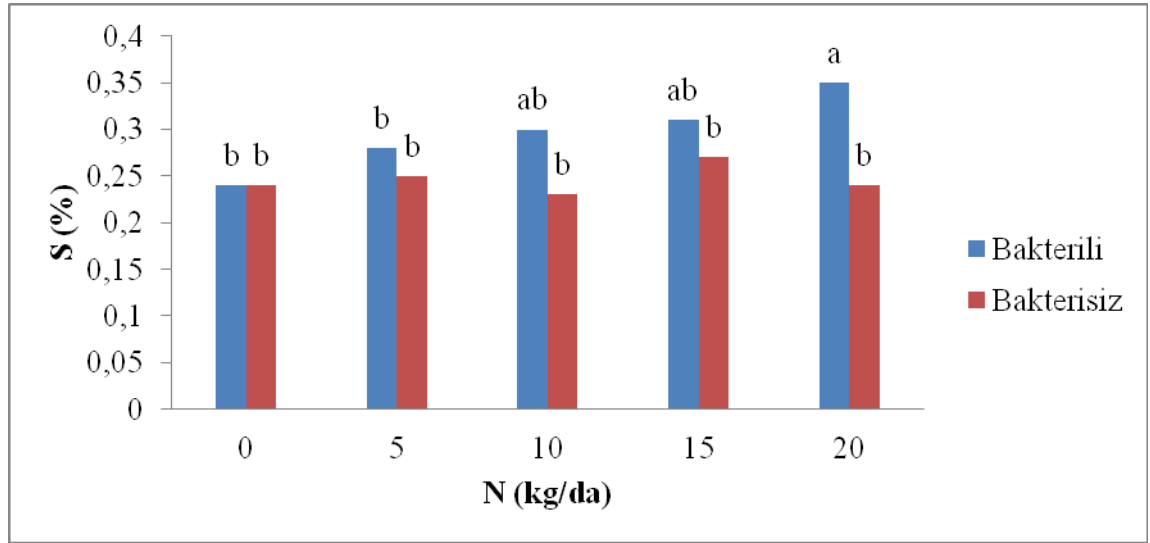
Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında marulda kükürt içeriğine olan etkisi, 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla Şekil 4.23 ve Şekil 4.24'de gösterilmiştir.

Çalışma sonucunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde 2010 yılında en yüksek kükürt içeriği bakterili 20 kg/da N dozunda elde edilmiş olup bunu bakterisiz 15 kg/da N uygulaması izlemiştir. En düşük kükürt içeriği ise bakterisiz 0 kg/da N ve bakterili 15 kg/da N dozlarında tespit edilmiştir (Şekil 4.23).

Araştırmada 2011 yılına ait veriler değerlendirildiğinde marulda en yüksek kükürt içeriği bakterili uygulamaları da belirlenmiş olup sırasıyla 20 kg/da N, 15 kg/da N ve 10 kg/da N dozlarında tespit edilmiştir. En düşük kükürt içeriği ise bakterisiz uygulamalarda belirlenmiş olup sırasıyla 10 kg/da N, 0 kg/da N ve 20 kg/da uygulamalarında tespit edilmiştir (Şekil 4.24).



Şekil 4.23. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda kükürt içeriğine etkisi (2010)



Şekil 4.24. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda kükürt içeriğine etkisi (2011)

4.7.7. Demir

Paenibacillus polymyxa'nın farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda demir içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.13'de verilmiştir.

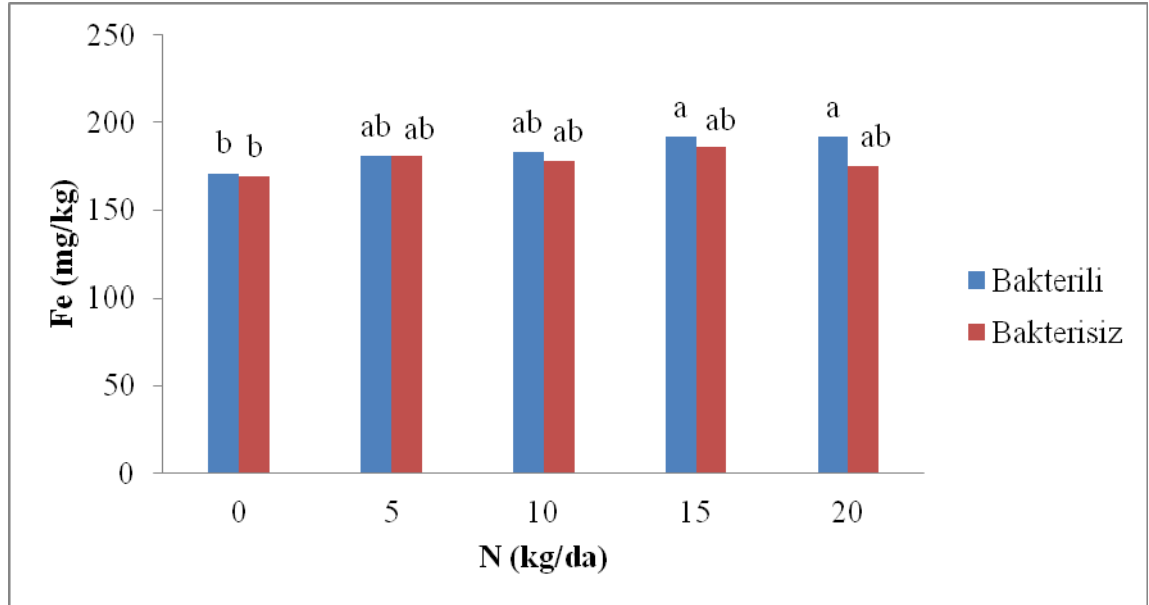
Çizelge 4.13. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda demir içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	S.D		F		P	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Bloklar	2	2	0,683	6,524	0,5175 ^{öd}	0,0074 ^{**}
Azot	4	4	5,454	7,656	0,0047 ^{***}	0,0009 ^{***}
Bakteri	1	1	5,026	8,942	0,0378 [*]	0,0078 ^{**}
Azot x Bakteri	4	4	1,234	0,460	0,3316 ^{öd}	0,7641 ^{öd}
Hata	18	18				
Genel toplam	29	29				

(***) p<0.001 de çok çok önemli ; (*) p<0.05 de önemli ; (öd=önemli değil) p>0.05 de önemsiz

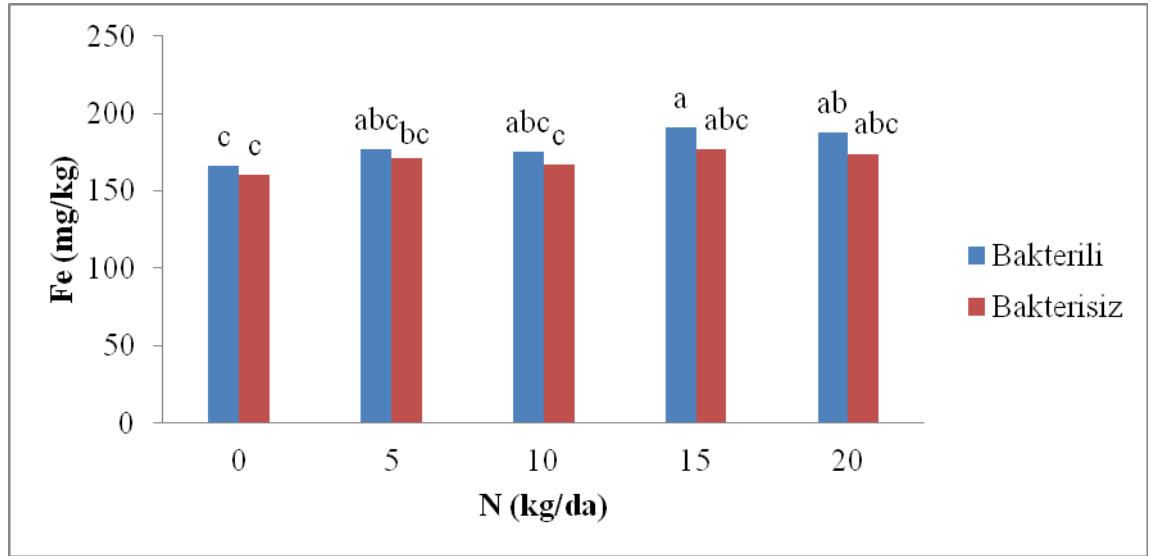
2010 yılında bakteri ve azot uygulamaları birlikte değerlendirildiğinde en yüksek demir içeriği bakterili uygulamalarda belirlenmiş olup sırasıyla 20 kg/da N ve 15 kg/da N uygulamalarında tespit edilmiştir. En düşük demir içeriği ise bakterisiz 0 kg/da N

uygulamasında belirlenmiş ve bunu bakterili 0 kg/da N uygulaması izlemiştir (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda demir içeriğine etkisi (2010)

Yapılan çalışma sonuçlarına göre 2011 yılında elde edilen veriler birlikte değerlendirildiğinde en yüksek demir içeriği bakterili 15kg/da N ve 20 kg/da N uygulamalarında elde edilmiştir. En düşük demir içeriği ise bakterisiz 0 kg/da N ve bakterili 0 kg/da N uygulamalarında tespit edilmiştir (Şekil 4.26).



Şekil 4.26. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda demir içeriğine etkisi (2011)

4.7.8. Bakır

Paenibacillus polymyxa'nın farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda Bakır içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda bakır içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu

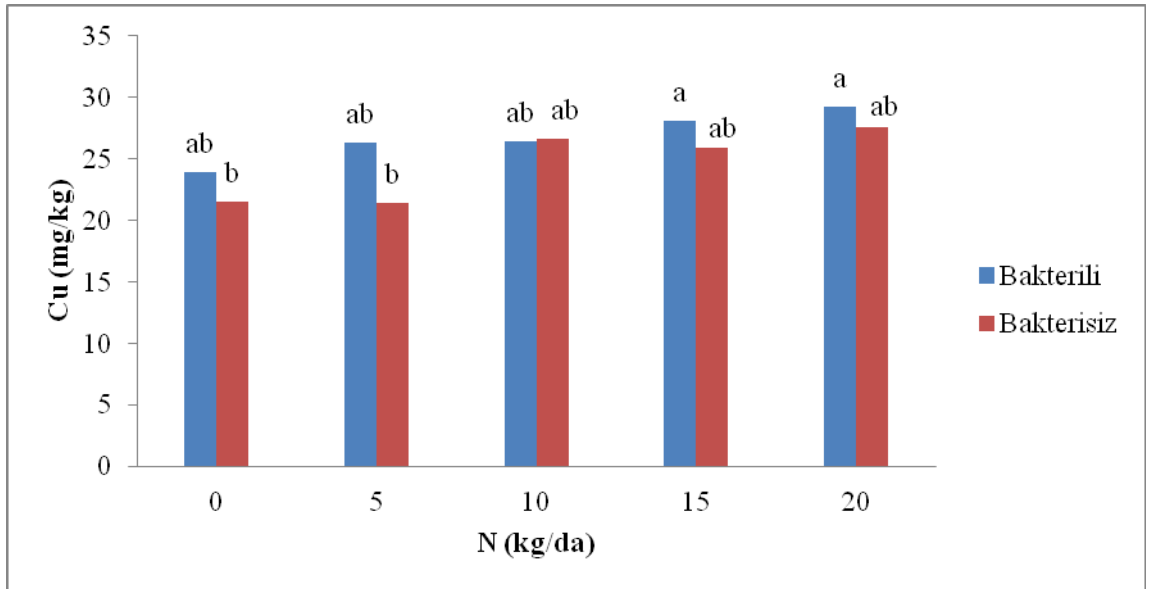
Varyasyon Kaynakları	S.D		F		P	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Bloklar	2	2	0,509	1,463	0,6094 ^{öd}	0,2577 ^{öd}
Azot	4	4	6,026	18,87	0,0029 ^{**}	0,0000 ^{***}
Bakteri	1	1	6,482	24,70	0,0203 [*]	0,0001 ^{***}
Azot x Bakteri	4	4	0,882	1,073	0,4938 ^{öd}	0,3987 ^{öd}
Hata	18	18				
Genel toplam	29	29				

(***) p<0.001 de çok çok önemli ; (*) p<0.05 de önemli ; (öd=önemli değil) p>0.05 de önemsiz

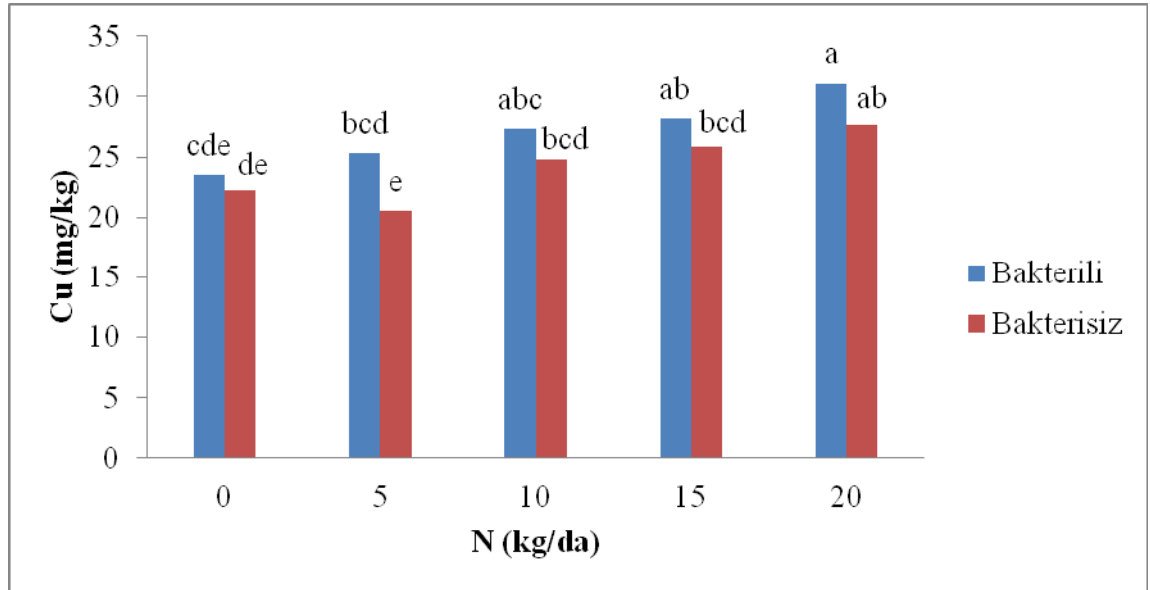
Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında marulda bakır (Cu) içeriğine olan etkisi, en yüksek ve en düşük değerleri arasındaki farklar yıllara göre sırasıyla Şekil 4.27 ve Şekil 4.28'da gösterilmiştir.

Araştırmada elde edilen veriler birlikte değerlendirildiğinde 2010 yılında en yüksek bakır değeri bakterili 20 kg/da N uygulamasında belirlenmiştir. En düşük bakır değeri ise bakterisiz 5 kg/da N uygulamasında tespit edilmiştir (Şekil 4.27).

2011 yılında yapılan çalışma sonuçları birlikte değerlendirildiğinde en yüksek bakır içeriği 20 kg/da N uygulaması yapılmış olan marul bitkisinde tespit edilmiştir. En düşük bakır içeriği ise bakterisiz 5 kg/da N uygulamasında tespit edilmiştir (Şekil 4.28).



Şekil 4.27. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda bakır içeriğine etkisi (2010)



Şekil 4.28. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda bakır içeriğine etkisi (2011)

4.7.9. Mangan

Paenibacillus polymyxa'nın farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda mangan içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.15'de verilmiştir.

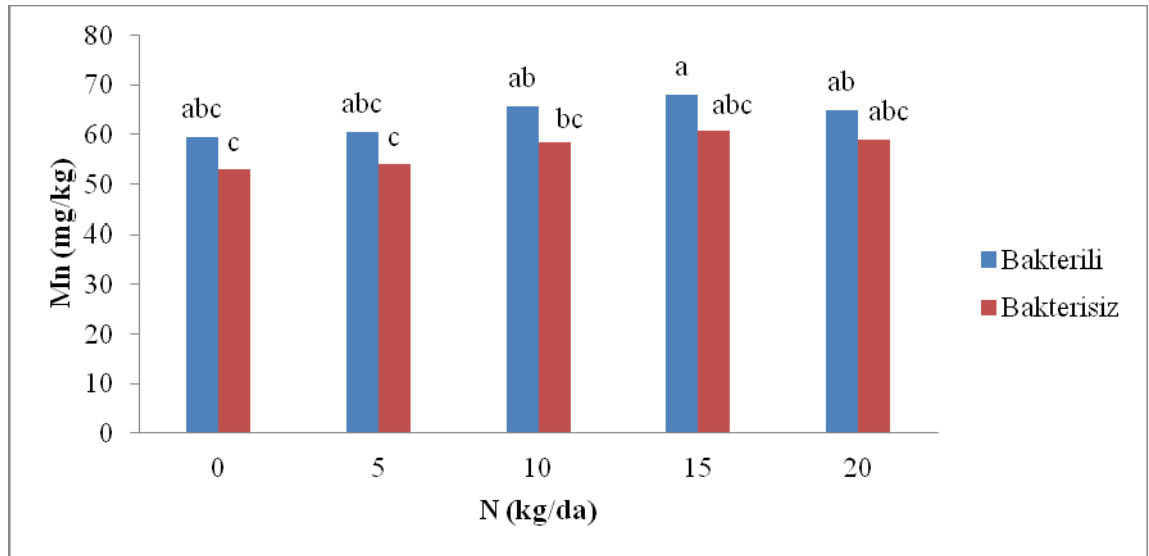
Çizelge 4.15. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda mangan içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	S.D		F		P	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Bloklar	2	2	1,494	2,947	0,2509 ^{öd}	0,0781 ^{öd}
Azot	4	4	6,937	12,89	0,0015 ^{**}	0,0000 ^{***}
Bakteri	1	1	28,85	7,994	0,0000 ^{***}	0,0112 [*]
Azot x Bakteri	4	4	0,046	0,179	0,9955 ^{öd}	0,9458 ^{öd}
Hata	18	18				
Genel toplam	29	29				

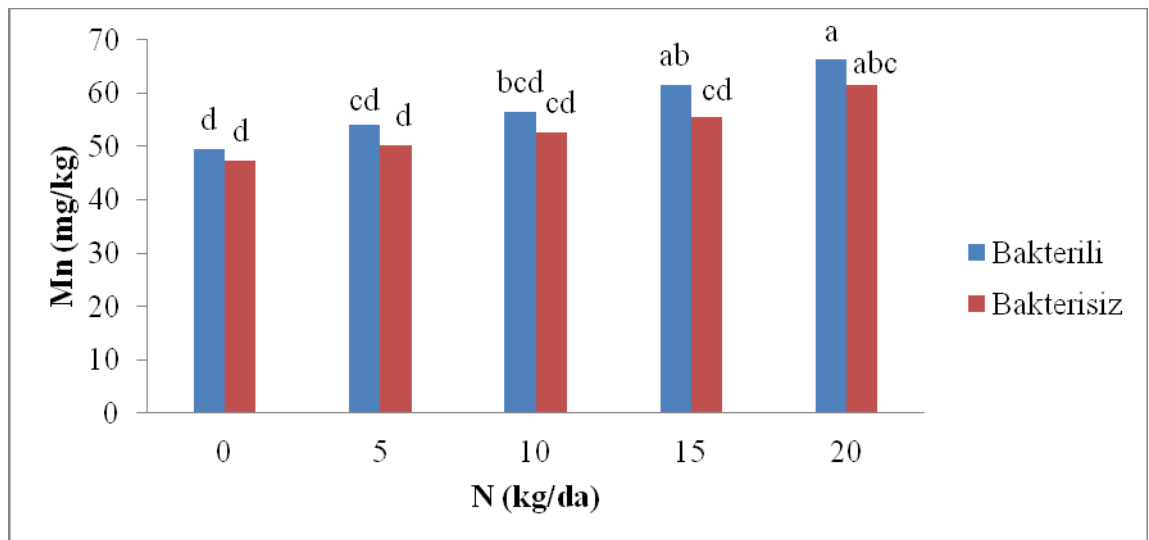
(***) p<0.001 de çok çok önemli ; (*) p<0.05 de önemli ; (öd=önemli değil) p>0.05 de önemsiz

Araştırma verileri birlikte değerlendirildiğinde 2010 yılında en yüksek mangan içeriği bakterili uygulamalarda belirlenmiş olup sırasıyla 15 kg/da N, 10 kg/da N, ve 20 kg/da N uygulamalarında elde edilmiştir. En düşük mangan içeriği ise bakterili uygulamalarda

belirlenirken sırasıyla 0 kg/da N, 5 kg/da N ve 10 kg/da N uygulamalarından elde edilmiştir (Şekil 4.29). 2011 yılında yapılan çalışma sonuçları birlikte değerlendirildiğinde en yüksek mangan değeri bakterili 20 kg/da N uygulamasında belirlenmiştir. En düşük mangan değeri ise bakterisiz 0 kg/da N uygulamasından elde edilmiştir (Şekil 4.30).



Şekil 4.29. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda mangan içeriğine etkisi (2010)



Şekil 4.30. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda mangan içeriğine etkisi (2011)

4.7.10. Bor

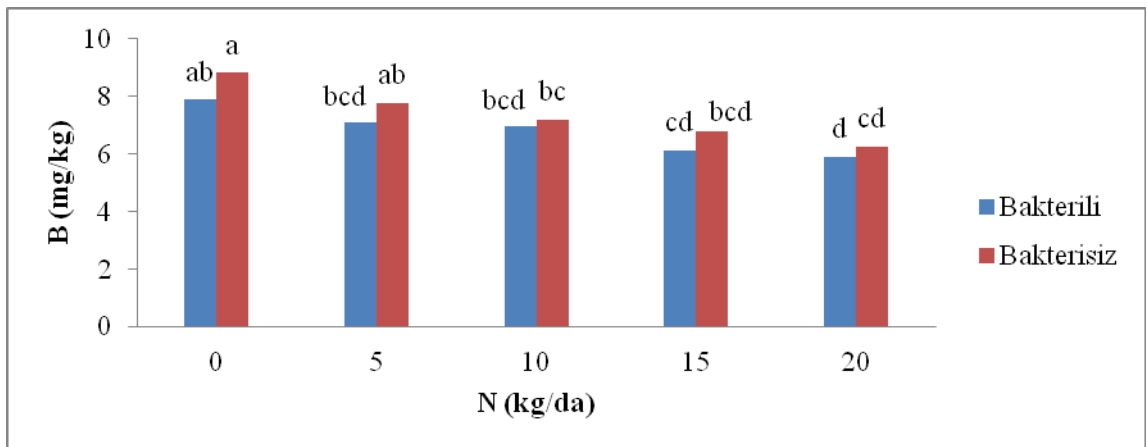
Paenibacillus polymyxa'nın farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda bor içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.16'de verilmiştir.

Çizelge 4.16. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda bor içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu

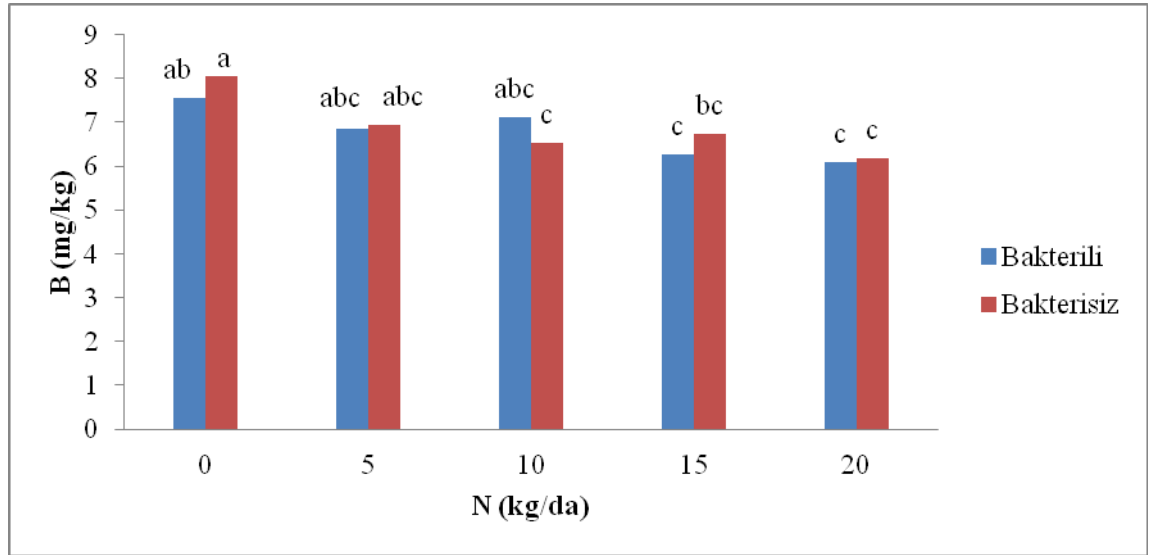
Varyasyon Kaynakları	S.D		F		P	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Bloklar	2	2	0,442	1,696	0,6491 ^{öd}	0,2113 ^{öd}
Azot	4	4	3,338	9,989	0,0328*	0,0002***
Bakteri	1	1	7,473	0,423	0,0136*	0,5236 ^{öd}
Azot x Bakteri	4	4	3,595	1,222	0,0253*	0,3362 ^{öd}
Hata	18	18				
Genel toplam	29	29				

(***) p<0.001 de çok çok önemli ; (*) p<0.05 de önemli ; (öd=önemli değı) p>0.05 de önemsiz

Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında marulda bor içeriğine olan etkisi, yıllara göre sırasıyla Şekil 4.31 ve Şekil 4.32'de gösterilmiştir. Şekil 4.31 ve Şekil 4.32 incelendiğinde 2010 ve 2011 yıllarında en yüksek bor içeriğı bakterisiz 0 kg/da N uygulamalarında elde edilirken en düşük bor içeriğı ise bakterili 20 kg/da N uygulamalarında belirlenmiştir.



Şekil 4.31. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda bor içeriğine etkisi (2010)



Şekil 4.32. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda bor içeriğine etkisi (2011)

4.7.11. Çinko

Paenibacillus polymyxa'nın farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda çinko içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda çinko içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu

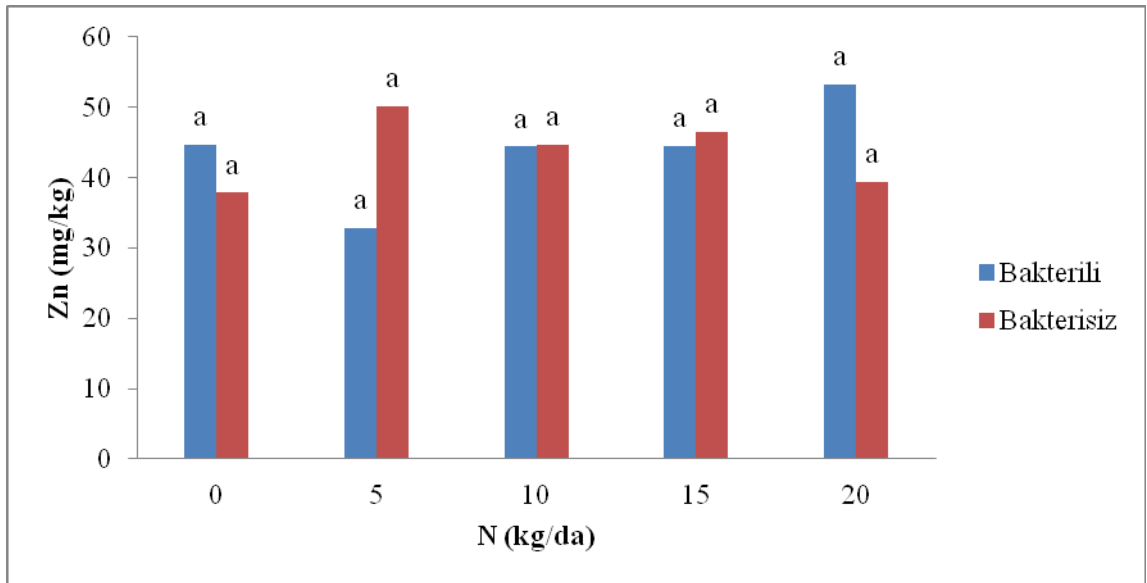
Varyasyon Kaynakları	S.D		F		P	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Bloklar	2	2	1,023	0,105	0,3795 ^{öd}	0,9005 ^{öd}
Azot	4	4	1,006	1,089	0,4302 ^{öd}	0,3912 ^{öd}
Bakteri	1	1	1,459	11,26	0,2426 ^{öd}	0,0035 ^{**}
Azot x Bakteri	4	4	2,733	2,816	0,0614 ^{öd}	0,0562 ^{öd}
Hata	18	18				
Genel toplam	29	29				

(***) p<0.001 de çok çok önemli ; (*) p<0.05 de önemli ; (öd=önemli değil) p>0.05 de önemsiz

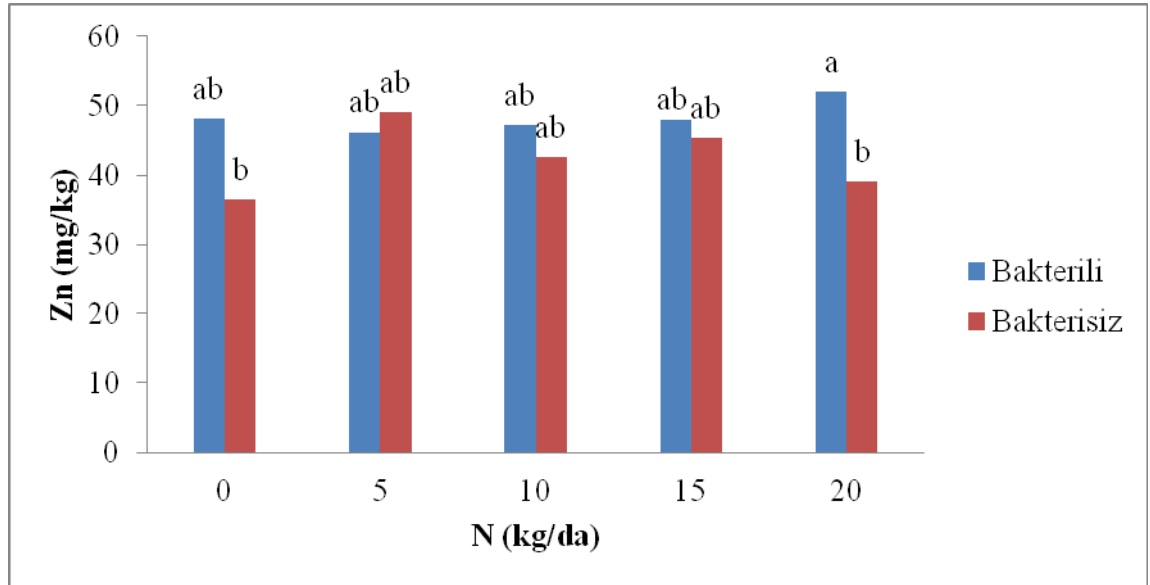
Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında marulda çinko içeriğine olan etkisi, 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla Şekil 4.33 ve Şekil 4.34’de gösterilmiştir.

2010 yılında yapılan çalışma sonucunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde en yüksek çinko değeri bakterili 20 kg/da N uygulamasında belirlenirken en düşük çinko değeri bakterili 5 kg/da N uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 4.33).

2011 yılında yapılan çalışma sonuçları birlikte değerlendirildiğinde en yüksek çinko değeri bakterili 20 kg/da N uygulamasında elde edilmiş olup en düşük çinko değeri bakterisiz 0 kg/da N uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 4.34).



Şekil 4.33. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda çinko içeriğine etkisi (2010)



Şekil 4.34. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda çinko içeriğine etkisi (2011)

4.7.12. Sodyum

Paenibacillus polymyxa'nın farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda sodyum içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.18'de verilmiştir.

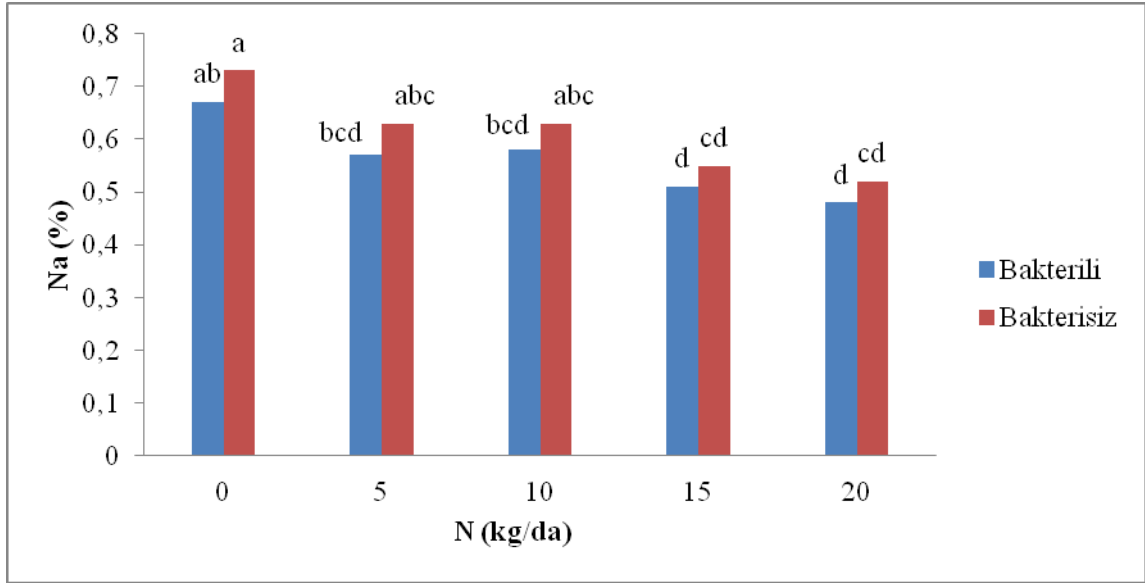
Çizelge 4.18. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda sodyum içeriğine etkisini gösteren varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	S.D		F		P	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Bloklar	2	2	1,445	1,095	0,2618 ^{öd}	0,3555 ^{öd}
Azot	4	4	19,49	17,82	0,0000 ^{***}	0,0000 ^{***}
Bakteri	1	1	9,376	17,00	0,0067 ^{**}	0,0006 ^{***}
Azot x Bakteri	4	4	0,061	0,160	0,9924 ^{öd}	0,9556 ^{öd}
Hata	18	18				
Genel toplam	29	29				

(***) p<0.001 de çok çok önemli ; (*) p<0.05 de önemli ; (öd=önemli değil) p>0.05 de önemsiz

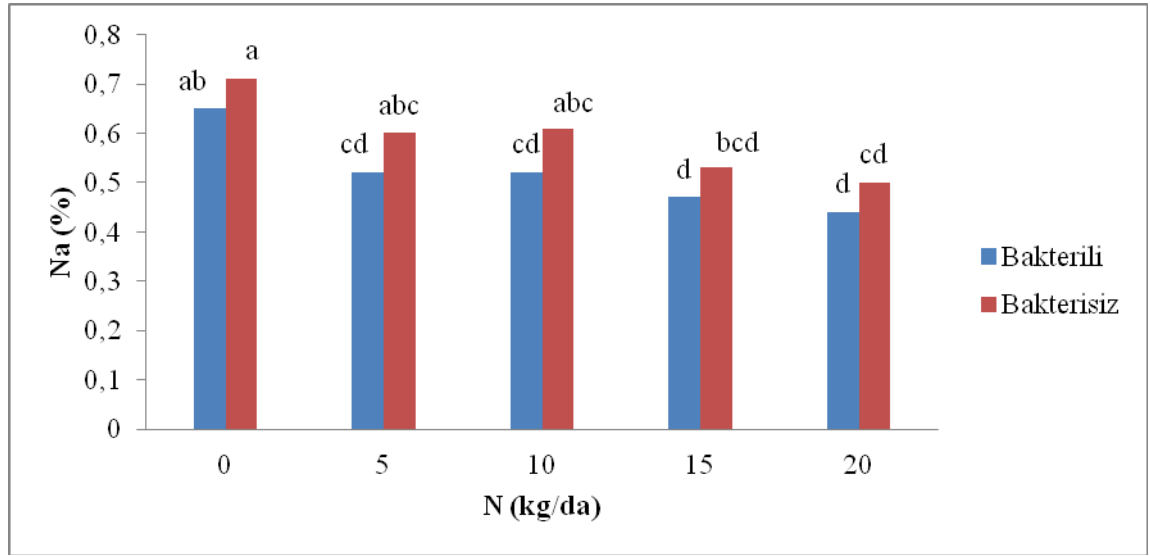
Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında marulda sodyum içeriğine olan etkisi, yıllara göre sırasıyla Şekil 4.35 ve Şekil 4.36'da gösterilmiştir. 2010 yılı çalışma sonuçları birlikte değerlendirildiğinde en yüksek sodyum içeriği bakterisiz 0 kg/da N

dozunda belirlenmiş bunu bakterili 0 kg/da, bakterisiz 5 ve 10 kg/da N dozları izlemiştir (Şekil 4.35).



Şekil 4.35. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda sodyum içeriğine etkisi (2010)

Araştırmada 2011 yılı sonuçları değerlendirildiğinde en yüksek sodyum değeri bakterisiz 0 kg/da N uygulamasında belirlenirken bunu bakterili 0 kg/da N, bakterisiz 10 kg/da N ve 5 kg/da N uygulamaları izlemiştir (Şekil 4.36).



Şekil 4.36. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda sodyum içeriğine etkisi (2011)

4.8. Verim

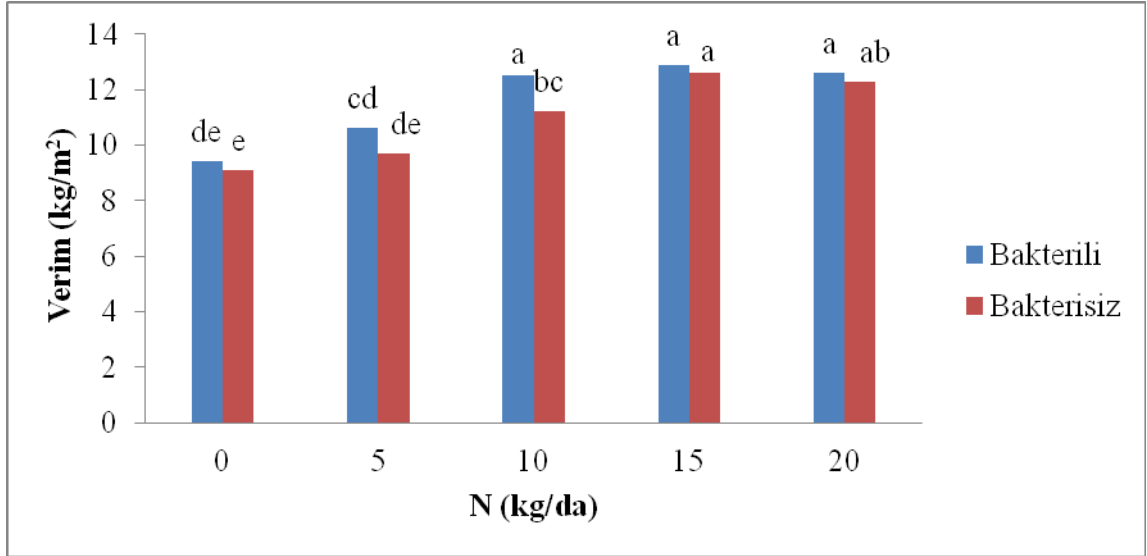
Paenibacillus polymyxa'nın farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda verime etkisini gösteren varyans analiz tablosu Çizelge 4.19'da verilmiştir. Azot uygulamalarının marulda verime etkisi denemenin yapıldığı 2010 ve 2011 yıllarında elde edilen çalışma sonuçlarına göre çok önemli bulunmuştur. Aynı şekilde bakteri uygulamalarının marulda verime etkisi de önemli bulunmuştur. İnteraksiyonların marulda verime olan etkisine bakıldığında 2010 yılında interaksiyon etkinliği önemsiz bulunurken 2011 yılında interaksiyonların etkinliğinin önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. Bakteri ve azot uygulamalarının marulda verime etkisini gösteren varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	S.D		F		P	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Bloklar	2	2	0,711	0,090	0,5044 ^{öd}	0,9140 ^{öd}
Azot	4	4	46,22	42,19	0,0000 ^{***}	0,0000 ^{***}
Bakteri	1	1	10,72	5,781	0,0042 ^{**}	0,0272 [*]
Azot x Bakteri	4	4	1,151	3,622	0,3646 ^{öd}	0,0247 [*]
Hata	18	18				
Genel toplam	29	29				

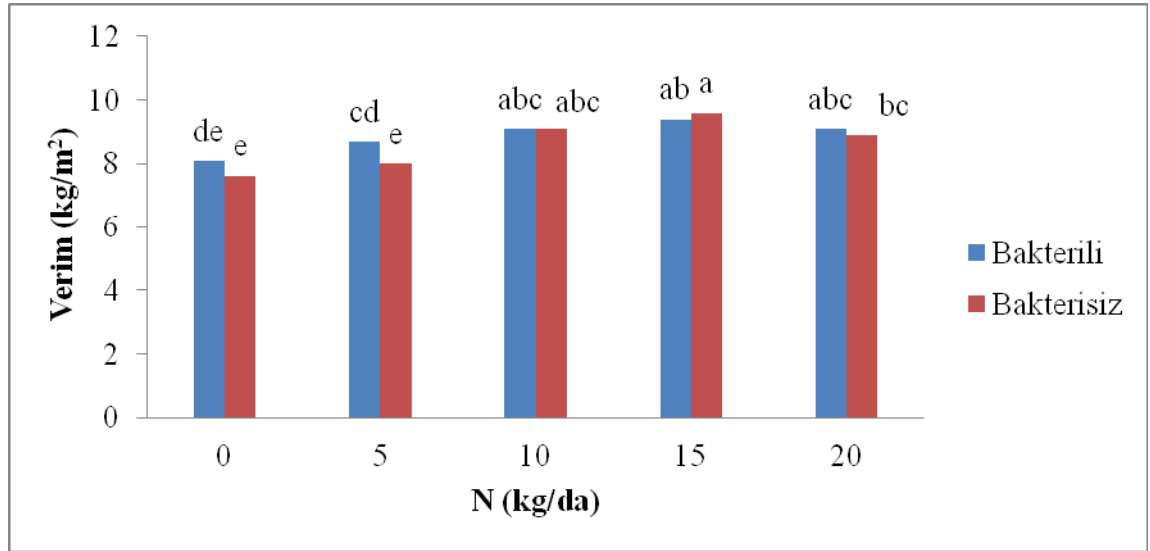
(***) p<0.001 de çok çok önemli ; (*) p<0.05 de önemli ; (öd=önemli değil) p>0.05 de önemsiz

Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda verime olan etkisi, 2010 ve 2011 yıllarında sırasıyla Şekil 4.37 ve Şekil 4.38’de sunulmuştur.



Şekil 4.37. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda verime etkisi (2010)

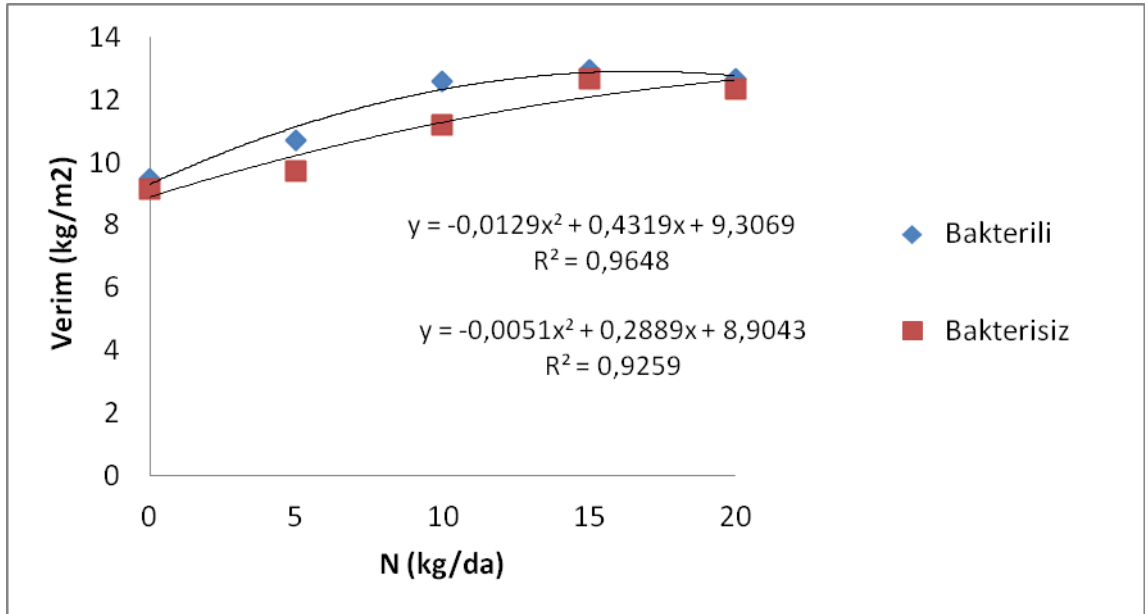
Araştırmada 2010 yılında elde edilen veriler değerlendirildiğinde en yüksek verim değeri bakterili 15 kg/da N dozunda belirlenirken bunu bakterili 20 kg/da N ve bakterisiz 15 kg/da N uygulamaları izlemiştir. En düşük verim değeri ise bakterisiz 0 kg/da N uygulamasında tespit edilmiş olup bunu bakterili 0 kg/da N ve bakterisiz 5 kg/da N uygulamaları takip etmiştir (Şekil 4.37).



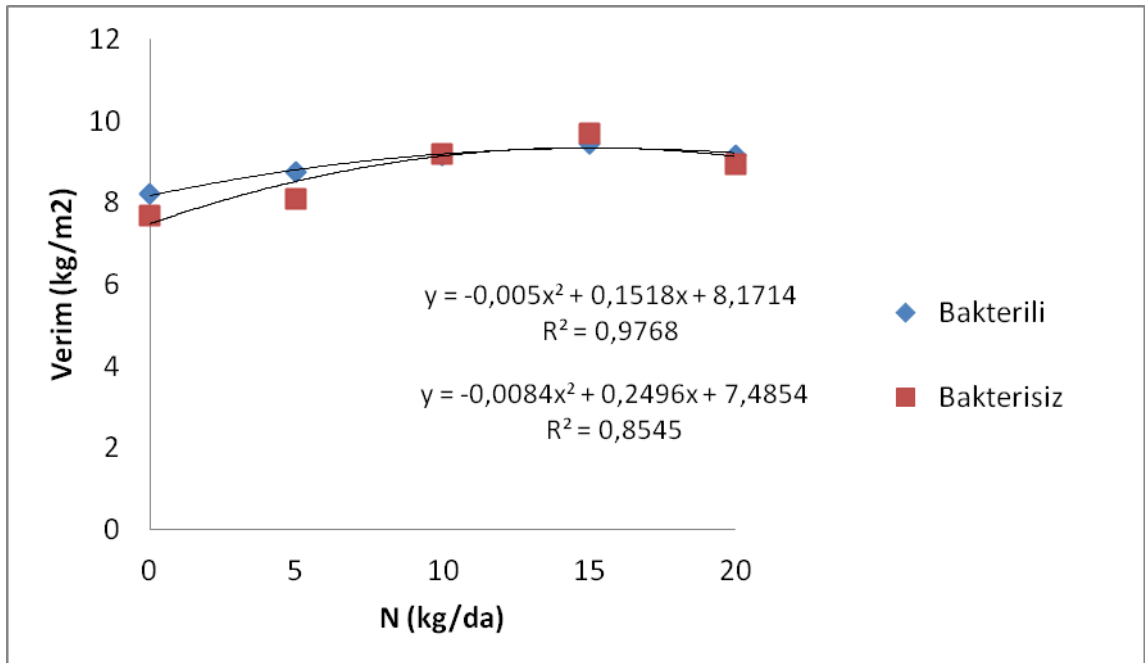
Şekil 4.38. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda verime etkisi (2011)

Araştırmada 2011 yılında en yüksek verim bakterisiz 15 kg/da N uygulamasında elde edilirken bunu bakterili 15 kg/da N ve bakterili 20 kg/da N uygulamaları izlemiştir, ancak söz konusu uygulamalar arasında istatistiksel anlamda farklılık tespit edilmemiştir. En düşük verim değeri ise bakterisiz 0 kg/da N uygulamasında elde edilirken bunu bakterisiz 5 kg/da N ve bakterili 0 kg/da N uygulamaları izlemiştir (Şekil 4.38).

Bakteri uygulamalarının azot etkinliğine bağlı olarak yetiştirilen marulda verim üzerinde göstereceği en yüksek etkiyi tespit etmek amacıyla yapılan regresyon analizinde, 2010 yılında bakterili ve bakterisiz uygulamalarda artan azot dozuna oranla verimde de artışın olduğu belirlenmiş bakterisiz uygulamalarda verime en yüksek etki 20 kg/da N dozunda belirlenirken bakterili uygulamalarda verime en yüksek etki 16 kg/da N uygulaması olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.39). 2011 yılında bakterili ve bakterisiz uygulamalarda azot dozuna bağlı olarak verim üzerine en yüksek azot dozu 15 kg/da N uygulamasında tespit edilmiştir (Şekil 4.40).



Şekil 4.39. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda verim üzerine etkisini gösteren regresyon grafiği (2010)



Şekil 4.40. Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında yetiştirilen marulda verim üzerine etkisini gösteren regresyon grafiği (2011)

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. Bakteri ve Azot Uygulamalarının Marulda Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi

Araştırmada bakteri ve azot uygulamalarının marulda bitki gelişimini önemli derecede etkilediği saptanmıştır. Çalışma sonunda bitki ağırlığının bakterili N uygulamalarda bakterisiz N uygulamalara göre arttığı tespit edilmiş kontrole kıyasla en yüksek artış bakterili 20-15 kg/da N dozunda tespit edilmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda azot ve bakteri uygulamalarının bitki ağırlığına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.1). Daha önce yapılan bir araştırmada perlit ortamında yetiştirilen biber bitkisinde kök bakterileri uygulamasının kontrole kıyasla yaprak ve meyve yaş ağırlığında %21 ile %74 arasında artış sağladığı tespit edilmiştir (Kadioğlu *et al.* 2008b). Çakmakçı vd (2005) yaptıkları bir çalışmada 5 azot fikseri ve iki fosfat çözücü bakteri kullanmışlar bakteri aşılamanın arpa bitkisinde kök ve gövde ağırlığını arttırdığını belirlemişlerdir.

Bakteri uygulamalarının farklı azot dozlarında marulda bitki boyuna olan etkisi değerlendirildiğinde en yüksek bitki boyu değeri bakterili 20 kg/da N uygulamasında elde edilmiştir. 2010 ve 2011 yıllarında yapılan çalışmalar istatistiksel anlamda değerlendirildiğinde bakteri ve azot uygulamalarının bitki boyuna olan etkileri önemli bulunmuştur (Çizelge 4.2). Bitki gelişimini teşvik edici rizobakterilerin bitkisel yağlar üzerine etkilerinin araştırılmış olduğu bir çalışmada bakteri uygulamalarının sürgün uzunluğunda kontrole kıyasla önemli artışlar sağladığı saptanmıştır (Banchio *et al.* 2008).

Araştırma sonuçlarına göre 0, 5, 10, 15, 20, N kg/da N dozlarının bakterili ve bakterisiz uygulamalarda bitki enine olan etkisi değerlendirildiğinde bitki enindeki en yüksek artış çalışmanın yürütüldüğü her iki yılda bakterili 20 kg/da N uygulamasında belirlenmiştir. Sovyetler birliği ve Hindistan’ da bitki gelişimini teşvik edici rizobakteri’lerin farklı ürünlerdeki etkileri üzerine yapılan bir çalışmada verim unsurlarında kontrole kıyasla

%50-70 artış sağladığı rapor edilmiştir. Bununla birlikte bitki gelişimini teşvik edici rizobakteri'lerin bitkide yaprak alanında artış sağladığı belirlenmiştir (Lucy *et al.* 2004).

P. polymyxa'nın farklı azot dozlarındaki gövde çapı üzerindeki etkinliği incelendiğinde 15 kg/da N dozunda en yüksek gövde çapı değeri elde edilmiştir. Bakterili uygulamalarda bakterisiz uygulamalara göre gövde çapında artış tespit edilirken azot ve bakteri uygulamalarının gövde çapı üzerine etkisi denemenin kurulduğu her iki yılda da istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4). Arjantin'de yapılan bir çalışmada Banchio *et al.* (2008) bitk gelişimini teşvik edici rizobakterilerin bitkisel yağlar üzerinde etkilerini araştırmaya yönelik olarak yaptıkları çalışmada bazı bakteri strainlerinin bitkisel yağ veriminin yanı sıra sürgün ağırlığı ve gövde gelişimi gibi bitki gelişimi üzerinde önemli artışlar meydana getirdiğini belirlemişlerdir.

Klorofil miktarının bakterili uygulamalarda bakterisiz uygulamalara oranla artış gösterdiği gözlemlenmiş ancak bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4.5). Farklı azot düzeylerinin klorofil miktarına etkisi çalışmanın yapıldığı her iki yılda da önemli bulunurken en yüksek klorofil miktarı 20 kg/da N uygulamalarında elde edilmiştir. Benzer şekilde Yıldırım *et al.* (2011) bitki gelişimini teşvik edici rizobakterileri uygulamalarının brokolide klorofil değerini arttırdığını belirlemişlerdir.

Azot uygulamalarının marulda kuru madde oranı üzerine etkisi 2010 ve 2011 yıllarında yapılan çalışmalar sonucunda çok önemli bulunmuştur. Bakteri uygulamalarının marulda kuru ağırlık üzerine etkisi 2010 yılında istatistiksel anlamda önemsiz bulunurken 2011 yılında yapılan çalışmada çok önemli bulunmuştur (Çizelge 4.6). Kuru ağırlık miktarının ortalama değerlerinde bakterili uygulamalarda bakterisiz uygulamalara göre bir artış tespit edilmiş 2011 yılı sonuçlarına göre elde edilen veriler istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur (Çizelge 4.6). Daha önce yapılan bir çalışma sırasında bitki gelişimi teşvik edici bakterilerinin *Origanum majorana L.* bitkisine uygulandığı ve bitkinin yaprak sayısı, nod sayısı ve kök kuru ağırlığı gibi değerlerde kontrole kıyasla önemli artışlar olduğu belirlenmiştir (Banchio *et al.* 2008). Ayrıca sera koşullarında azot fikseri bakteri strainlerinin kullanılarak yapılan bir diğer çalışmada uygulamaların

domateste bitki gelişimini ve verimi arttırdığı gözlemlenmiştir (Carletti 2000). Çakmakçı vd (2007) yapmış oldukları çalışmada 5 farklı azot fikse eden (*Bacillus licheniformis*, *Rhodobacter capsulatus*, *Paenibacillus polymyxa*, *Pseudomonas putida* ve *Bacillus subtilis*) bakterileri kontrol ve mineral gübre uygulamaları ile karşılaştırdığı çalışmada bütün azot fikse eden bakterilerin tütün gelişimini önemli oranda arttırdığı belirlenmiştir. Tütünde tohuma aşıl原因 azot fikseri bakterilerin kök ağırlığında %17,9 ile 32,1, toprak üstü aksamında ise %28,8 ile 54,2 oranında artış sağladığı tespit edilmiştir.

5.2. Bakteri ve Azot Uygulamalarının Makro ve Mikro Besin Element Düzeyine Etkisi

Araştırma kapsamında incelenen makro ve mikro besin element içeriği farklı azot dozlarında uygulanan bakteri uygulamalarına bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Azot içeriği bakterili uygulamalarda bakterisiz uygulamalara göre artış göstermiştir ve istatistiksel olarak değerlendirildiğinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.7). En fazla azot içeriği çalışmanın yapıldığı her iki yılda da hem bakterili hem de bakterisiz uygulamalarda 20 kg/da N dozunda belirlenmiş bunu 15kg/da N, 10 kg/da N ve 5 kg/da N uygulamaları izlemiştir (Şekil 4.13, Şekil 4.14). Çakmakçı vd (2007) tütün bitkisinde 5 farklı azot fikseri bakteri uygulamışlar ve azot fiske eden bakteri aşıl原因ının N alımını arttırdığını saptamışlardır.

2010 ve 2011 yıllarında yapmış olduğumuz çalışma sonucunda fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca), magnezyum (Mg), ve Kükürt (S) gibi makro element düzeylerinde ve demir (Fe), bakır (Cu), mangan (Mn), bor (B), çinko (Zn), sodyum (Na) gibi mikro element düzeylerinde bakteri ve azot uygulamalarının istatistiksel olarak önemli etki yaptıkları tespit edilmiştir. Genel olarak elde edilen veriler sonucunda bakteri ve azot uygulamalarının makro ve mikro besin elementleri düzeyine olumlu etkileri olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 4.8, Çizelge 4.9, Çizelge 4.10, Çizelge 4.11, Çizelge 4.12). Daha önce yapılan çeşitli çalışmalarda azot fikseri bakteri uygulamalarının bitkilerde büyüme ve gelişme üzerine olumlu etkilerinin yanı sıra makro ve mikro minerallerin

alımını arttırdıkları belirtilmiştir (Lemanceau and Alabouvette, 1993; Pal *et al.* 2000; Chen *et al.* 1996; Romeiro 2000). Yapılan bir diğer çalışmada bakteri uygulamalarının brokolide makro ve mikro besin elementlerinin alımını kontrole kıyasla önemli düzeyde arttırdığı saptanmıştır (Yıldırım *et al.* 2011).

5.3. Bakteri ve Azot Uygulamalarının Marulda Verim Üzerine Etkisi

2010 ve 2011 yıllarında yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen veriler değerlendirildiğine bakteri ve azot uygulamalarının verim üzerine etkisi istatistiksel anlamda çok önemli bulunmuştur (Çizelge 4.19). En yüksek verim değeri 15 kg/da N uygulamasında elde edilirken bunu 20 kg/da N uygulaması izlemiştir. Verim değerlerinin ortalama miktarı bakterili uygulamalarda bakterisiz uygulamalara göre artış gösterdiği belirlenmiş bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.19). Bakterilerin bitki gelişimi ve verimini arttırdığı uzun yıllardır bilinmekte olup bu organizmalar arasında en çok rhizobium cinsleri bilinmektedir (Bashan and Holguin, 1998). Öztürk vd (2003) Erzurum'da yapmış oldukları farklı bir çalışmada farklı azotlu gübrelemenin ve *Azospirillum brasilense* ile *Bacillus* sp. ile aşılamanın buğday ve tütün bitkisinin verimi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, *Azospirillum brasilense* ile tohum aşılamanın hem buğday hem de tütünde verim ve verim unsurlarını büyük oranda arttırdığı saptanmıştır. Buna karşın *Bacillus* sp. ile aşılamanın ise buğdayda her başaktaki dane sayısını arttırmasına karşın diğer verim unsurlarını etkilemediği belirlenmiştir. Verim unsurları kontrol ile kıyaslandığında tüm azotlu uygulamalarda artış gösterdiği ve en yüksek verimin yüksek azot dozlarında elde edildiği belirlenmiştir. Şahin vd (2004) şeker pancarı ve arpa üzerinde yapmış oldukları çalışmada azot fikse edici özellikte *Bacillus* sp. straini uygulamışlar ve sonuç olarak şeker pancarı kök gelişimi ve arpanın veriminde %5,6-11'lik bir artış sağlamışlardır. Azot ve bakteri uygulamaları kontrole kıyasla %20,7-25,9'luk bir üstünlük gösterdiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca Sovyetler Birliği ve Hindistan'da yapılan bir diğer çalışmada azot fikseri bakteri uygulamalarının verimde kontrole kıyasla %50-70 artış sağladığı belirtilmiştir (Lucy *et al.* 2004).

Paenibacillus polymyxa uygulamalarının azot kullanım etkinliğini arttırdığı belirlenmiş olup verim değerleri incelendiğinde 10 kg/da N uygulamasında 15 kg/da ve 20 kg/da N uygulamalarına göre birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir (Şekil 4.37, Şekil 4.38). Daha önce yapılan bir çalışmada bitki gelişimini teşvik edici rizobakteri uygulamalarının domateste bitki gelişimini ve azot kullanım etkinliğini arttırarak daha düşük dozda azot uygulamalarında bile etkili olduğunu rapor etmişlerdir (Adesemoye *et al.* 2010).

Araştırma sonucunda elde edilen veriler genel olarak değerlendirildiğinde *Paenibacillus polymyxa* bakteri ırkının farklı azot dozlarında deneme bitkisi olarak yetiştirilen marulda bitki ağırlığı, bitki boyu, bitki eni, gövde çapı, klorofil miktarı, kuru madde oranı, besin elementi alımı ve verim üzerine olumlu etki gösterdiği tespit edilmiştir. *Paenibacillus polymyxa* uygulamalarının azot kullanım etkinliğine bağlı olarak marulda (*Lactuca sativa L.*) azotlu gübre kullanımını azaltabileceği tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Adesemoye, A.O., Torbert, H.A., Kloepper, J.W., 2008. Enhanced plant nutrient use efficiency with PGPR and AMF in an integrated nutrient management system. *Can J Microbiol.* 54: 876–886.
- Adesemoye, A.O., Torbert, H.A., Kloepper, J.W., 2009. Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Allow Reduced Application Rates of Chemical Fertilizers. *Microb Ecol.* 58: 921–929.
- Adesemoye, A.O., Torbert, H.A., Kloepper, J.W., 2010. Increased plantuptakeofnitrogenfrom 15N-depleted fertilizer using plant growth-promoting rhizobacteria. *Applied Soil Ecology* 46: 54–58.
- Aslantaş vd (2007) Aslantaş, R., Çakmakçı, R. and Şahin, F., 2007. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apple tree growth and fruit yield under orchard conditions. *Scientia Horticulturae*, 111, 371-377.
- Aybak, H. Ç., 2002. Salata / Marul Yetistiriciliği. Hasad Yayıncılık, 9 s, İstanbul.
- Anonymous, 1991. Protection of waters against pollution by nitrates from agriculture. Directive EEC/91 676.
- Anonymous, 2009a. Catalogue of life: 2009 annual checklist. <http://www.catalogueoflife.org> (12.11.2009).
- Anonymous, 2009b. FAO Tarım İstatistiği (www.fao.org/satistics) (12.11.2009).
- Anonim, 2010. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Toprak Analiz Sonuçları.
- Anonim, 2011a. 2010 ve 2011 Yıllarında Erzurum İlinin Bazı İklim Özellikleri. Meteoroloji İl Müdürlüğü, Erzurum.
- Anonim, 2011b. Erzurum İlinin Başlıca Coğrafi Özellikleri, <http://www.erkurum.bel.tr/city-guide.asp> (08.09.2011).
- Anonim, 2012a. <http://www.tuik.gov.tr> (28.06.2012).
- Anonim, 2012b. <http://www.rito.com.tr> (28.06.2012).
- Böckman, O.C., 1997. Fertilizers and biological nitrogen fixation as sources of plant nutrients: Perspectives for future agriculture. *Plant Soil*, 194: 11-14.
- Banchio *et al.* (2008). Banchio, E., Bogino, P. C., Zygadio, J. and Giordano, W., 2008. Plant growth promoting rhizobacteria improve growth and essential oil yield in *Origanum majorana* L. *Biochemical Systematics and Ecology*, 36, 766-771.
- Bashan Y., 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.* Vol.30. No 819:1225-1228.
- Bolwerk A., 2005. Cellular Interactions During Biological Control of Tomato Foot and Root Rot. PhD Thesis, Leiden Univ., 128 p.
- Bremner, J.M., Mulvaney, C.S., 1982. Nitrogen–Total. In ‘*Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties 2nd Ed.* ‘(A.L. Page, R.H. Miller & D.R. Keeney, eds), Agronomy. No: 9 pp. 595-622. Madison, Wisconsin.
- Burdman, S., Jurkevitch, E. Okon, Y., 2000. Recent advances i the use of plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) in agriculture. In *Microbiol Interactions in*

- Agriculture and Forestry, Vol II Eds. Subba Rao N and Dommergues Y.R. Chapter 10 pp 29-250. ci. Pub. Inc. UK.
- Çakmakçı, R., 2004. Bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin tarımda kullanımı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi 36(1), 97-107, 2005.
- Çakmakçı, R., Dönmez, M.F., Canbolat, M., Şahin, F., 2005. Sera ve farklı tarla koşullarında bitki gelişimini teşvik edici bakterilerin bitki gelişimi ve toprak özelliklerine etkisi. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül, Antalya.
- Çakmakçı vd (2007) Çakmakçı, R., Dönmez, M.F., Erdogan, Ü., 2007. The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Barley Seedling Growth, Nutrient Uptake, Some Soil Properties, and Bacterial Counts. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 31, 189-199
- Çakmakçı, R., Erdoğan, Ü., Kotan, R., Oral, B., Dönmez, F., 2008. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, Kongre Kitabı 8-10 Ekim, 2008.
- Çakmakçı, R., Erdoğan, G., 2008. Organik tarım. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum.
- Carletti S., 2000. Use of plant growth-promoting rhizobacteria in plant micropropagation. Proc. 5th Int. Conf. Plant Growth Promoting Rhizobacteria, Brasil.
- Chen Y., Mei R., Lu S., Liu L., Kloepper J.W., 1996. The use of yield increasing bacteria (YIB) as plant growth promoting rhizobacteria in Chinese agriculture. In: Management of soil borne diseases, R.S. Uthkade and W.K., Gupta (Eds), Ludhiana: Kalyani Publishers: 164-184.
- Döbereiner, J., 1989. Isolation and Identification of Root Associated Diazotrophs. In: Nitrogen Fixation with Non-Legumes (Skinner, F.A. Ed.), pp. 103-108. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London.
- Dursun A., Ekinci M., Dönmez M.F., Eminağaoğlu H., 2008. Rizobakteri uygulamalarının kornişon hıyarda bitki gelişimi ve verime etkisi. 8. Sebze Tarımı Sempozyumu 23-26 Haziran 2010. Van, s435.
- Ekinci M., Dursun A., Dönmez M.F., 2008a. Farklı rizobakterilerin marulda bitki gelişimi üzerine etkileri. 7. Sebze Tarımı Sempozyumu 26-29 Ağustos 2008. Yalova, s283.
- Ekinci M., Dursun A., Dönmez M.F., Eminağaoğlu H., 2008b. Farklı bakteri uygulamalarının kırmızı lahanada bitki gelişimi ve verime etkisi. 8. Sebze Tarımı Sempozyumu 23-26 Haziran 2010. Van, s344.
- Eşitken A., Pırlak L., Turan M., Şahin F., 2006. Effects of floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrition of sweet cherry. Sci. Hort. 110: 324-327.
- Forbes, B.A., Sahm, D.F. and Weissfeld, A.S., 1998. Bailey and Scott's Diagnostic Microbiology (11th ed). 1068 pp. Mosby Inc., St. Louis, Missouri, USA.
- Glick, B.R., 1995. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. Can. J. Microbiol., 41: 109-117.
- Gür, K., 2000. Toprak Biyolojisi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları No. 10, Konya.
- Hatipoğlu, F., Alpaslan, M., Güneş, A., 1996. Türkiye'de gübre kullanımı ve çevre üzerine etkiler. Tr. J. of Agr. and Forestry 20: 1-5.
- Hiltner, 1904. Über neuere Erfahrungen und Probleme auf dem Gebiet der Bodenbakteriologie und unter besonderer Berücksichtigung der Gründüngung

- und Brache. Arbeiten der Deutschen Landwirtschaftlichen Gesellschaft 98: 59-78.
- Jarvis, S. C., 1993. Nitrogen cycling and losses from dairy farm. *Soil Use and Management* 9 (3): 99-105.
- İlbeyi, A., Üstün, H., Ünlü, K., Özenirler, G., 1997a. Nevşehir yöresinde azot yıkanmasının leachn modeliyle tahmini. *Köy Hizm. Genel Md. APK Dairesi Bşk. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şb. Md. Yayın No. 106*, s 220-234.
- İlbeyi, A., Halitligil, B., Akın, A., 1997b. Nevşehir derinkuyu yöresinde azotlu gübrenin patates verimine etkisinin ve yeraltısuyu kirletme potansiyelinin ¹⁵N tekniği ile belirlenmesi. *Köy Hizm. Ankara Arşt. Enst. Yayınları. Yayın No.208, Rapor Serisi No.114*, Ankara
- Kloepper J.W., Schroth M.N., 1978. Plant growth promoting rhizobacteria on radishes. *Proc.In: 4th Int. Conf. Plant Path. Bact. Angers: 879-882.*
- Kloepper J.W., Leong J., Teintze M., Schroth M.N., 1980. Enhanced plant growth by siderophores produced by plant growth-promoting rhizobacteria. *Nature* 286, 885-886.
- Kıdoğlu, F., Gül, A., Özaktan, H., Tüzel, Y., 2008a. Effect of rhizobacteria on plant growth of different vegetables. *Acta Hort.* 801, 1471-1477.
- Kıdoğlu F., Gül A., Tüzel Y., 2008b. Topraksız ortamda yetiştirilen biber bitkilerinin gelişimine kök bakterilerinin etkileri. 7. Sebze Tarımı Sempozyumu, 26-29 Ağustos 2008, Yalova.
- 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.
- Lemanceau P.H., Alabouvette C., 1993. *Biocontrol Science and Technology*, 3:219-234.
- Mena-Violante, H.G. and Olalde-Portugal, V., 2007. Alteration of tomato fruit quality by root inoculation with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): *Bacillus subtilis* BEB-13bs. *Scientia Horticulturae*, 113, 103-106.
- Mengel, K., 1991. Available nitrogen in soils and its determination by the Nmin-method and by electroultrafiltration (EUF), *Fert. Res.* 28: 251-262.
- Mertens, D., 2005a. AOAC Official Method 922.02. Plants Preparation of Laboratory Sample. *Official Methods of Analysis*, 18th edn. Horwitz, W., and G.W. Latimer, (Eds). Chapter 3, pp1-2, AOAC-International Suite 500, 481. North Frederick Avenue, Gaithersburg, Maryland 20877-2417, USA.
- Mertens, D., 2005b. AOAC Official Method 975.03. Metal in Plants and Pet Foods. *Official Methods of Analysis*, 18th edn. Horwitz, W., and G.W. Latimer, (Eds). Chapter 3, pp 3-4, AOAC-International Suite 500, 481. North Frederick Avenue, Gaithersburg, Maryland 20877-2417, USA.
- Öztürk, A., Caglar, O., Sahin, F., 2003. Yield Response of Wheat and Barley to Inoculation of Plant Growth Promoting Rhizobacteria at Various Levels of Nitrogen Fertilization. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 166: 262-266.
- Pierce, L.C., 1987. *Vegetables: Characteristics, Production And Marketing*, John Wiley and Sons, USA, p 433.
- Raupp J., 1996. Fertilization effects on product quality and examination of parameters and methods for quality assessment, Darmstadt, 4448p.
- Romeiro R.S., 2000. Preliminary results of PGPR research at the Universidade Federal de Viçosa, Brasil, *Proc.In: 5th Int. Conf. Plant Path. Bact.*

- Saber, M.S.M., 2001. Clean Biotechnology for sustainable farming. Eng. Life Sci., 1, 217-223.
- 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 Soil 265, 123-129.
- Santamaria P., 2006. Nitrate in vegetables, toxicity, content, intake and EC regulation. Journal of the Science of Food and Agriculture 86:1071.
- Shepherd, M. A., Davies, D.B. Johnson, P.A., 1993. Minimizing nitrate losses from arable soils. Soil Use and Management 9 (3): 94-99.
- Sönmez, İ., Kaplan, M., Sönmez, S., 2008. Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi, 2008, 25 (2): 24-34.
- Suslow T.V., 1978. Growth and yield enhancement of sugar beet by pelleting seed with specific *Pseudomonas* spp. (Abstrc) Phytopathology. News 12 (9), 40.
- Tsekelova, E. A., Cherdyntseva, T. A., Botina, S. G. and Netrusov, A. I., 2007. Bacteria associated with orchid roots and microbial production of auxin. Microbiological Research, 162, 69-76.
- Vural, H., Eşiyok, H., Duman, İ., 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). E.Ü. Basımevi, s 440.
- Yıldırım, E., Karataş, A., 2008. Yukarı Çoruh vadisinde örtü altında ve açıkta sebze yetiştiriciliği. İspir-Pazaryolu Tarih, Kültür ve Ekonomi Sempozyumu Kitabı S299.
- Yıldırım, E., Karlıdağ, H., Turan, M., Dursun, A., Göktepe, F., 2011. Growth, Nutrient Uptake, and Yield Promotion of Broccoli by Plant Growth Promoting Rhizobacteria with Manure. HortScience, 46, 6-932-936.
- Zhuang, X., Chen, J., Shim, H. and Bai, Z., 2007. New advances in plant growth promoting rhizobacteria for bioremediation. Environmental International, 33, 406-413.

ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında Kahramanmaraş'ın Dereboğazı köyünde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 2005 yılında Atatürk Üniversitesi, Ziraat Mühendisliği bölümünü kazanarak lisans öğrenimine başladı ve 2009 yılında Ziraat Mühendisliği, Bahçe Bitkileri Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. Lisans dönemi sırasında aynı zamanda 2007 yılında Çift Anadal Programı ile başladığı Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği lisans programına da devam ederek 2011 yılında bu bölümden de başarı ile mezun oldu.