

*DEĞİŞİK Bradyrhizobium japonicum İZOLATLARI İLE AŞILAMANIN
FARKLI SOYA ÇEŞİTLERİNDE GAP BÖLGESİ'NDE (HARRAN
OVASI) NODÜLASYON, N₂-FİKSASYONU VE VERİME ETKİSİ*

AHMET ALMACA

*Ç.Ü.
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK ANABİLİM DALI*

DOKTORA TEZİ

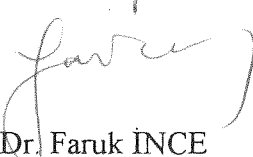
*ADANA
MAYIS 1996*

Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma, Jürimiz tarafından Toprak Anabilim Dalında DOKTORA tezi olarak kabul edilmiştir.

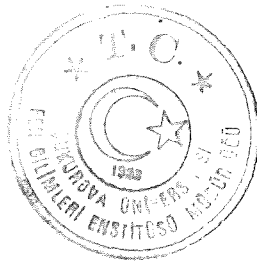

Başkan: Prof.Dr. Mustafa GÖK


Üye : Prof.Dr. Hüseyin ÖZBEK


Üye : Prof.Dr. Faruk İNCE

Kod No: 347

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.




Prof.Dr. Ural DİNÇ
Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÇİZELGE LİSTESİ	V
ŞEKİL LİSTESİ	XI
ÖZ	XII
ABSTRACT	XIII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
2.1. Soyanın Bazı Tarımsal Özellikleri	4
2.2. Dünya'da ve Ülkemizde Soya Üretim Alanı ve Miktarları	6
2.3. Biyolojik N ₂ -Fiksasyonunun Tanımı ve Önemi	8
2.4. Simbiyotik Sistemde Nodülasyon, N ₂ -Fiksasyonu ve Verime Etki Eden Bazı Faktörler.....	13
2.4.1. Topraktaki Azotun Etkisi	13
2.4.2. Bazı Besin Elementlerinin Etkisi	14
2.4.3. Topraktaki Nemin Etkisi	19
2.4.4. Sıcaklığın Etkisi	21
2.4.5. Toprak Reaksiyonunun Etkisi	25
2.5. Bakteri Aşılmasının Soya ve Diğer Baklagillerde Nodülasyon, N ₂ -Fiksasyonu ve Verime Etkisi	27
3. MATERYAL ve METOT	38
3.1. Materyal	38
3.1.1. Araştırma Yerinin Tanımı	38
3.1.2. Deneme Toprağının Bazı Özellikleri	38
3.1.3. Araştırma Yerinin Bazı İklim Özellikleri	38
3.1.4. Denemede Kullanılan <i>Bradyrhizobium japonicum</i> İzolatları ve Soya [<i>Glycine max</i> (L.) Merr] Çeşitleri	41

	<u>Sayfa No</u>
3.2. Metot	41
3.2.1. Eğik (Katı) Besi Ortamının Hazırlanması	41
3.2.2. Sıvı Besi Ortamının Hazırlanması	42
3.2.3. Aşılamada Kullanılan <i>B. japonicum</i> İzolatlarının Üretilmesi	42
3.2.4. Eğik (Katı) Besi Ortamına Aşılamanın Yapılması	42
3.2.5. Sıvı Besi Ortamına Aşılamanın Yapılması	43
3.2.6. Deneme Toprağının Ekime Hazırlanması	43
3.2.7. Deneme Planı	44
3.2.8. Tohumlara Aşılamanın Yapılması	44
3.2.9. Ekim İşleminin Yapılması	45
3.2.10. Gübreleme İşleminin Yapılması	45
3.2.11. Sulama ve Bakım İşlemlerinin Yapılması	46
3.2.12. Toprak Analizleri	46
3.2.13. Bitkisel Analizler ve Yapılan Ölçümler	46
3.2.13.1. Total N Analizi	46
3.2.13.2. Kuru Madde Oluşumu	47
3.2.13.3. Nodül Sayısı	47
3.2.13.4. Nodül Ağırlığı	47
3.2.13.5. Dane Verimi	47
3.2.14. İstatistiksel Analizler	48
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	49
4.1. Deneme Bitkisi Soyanın Çıkış, Çiçeklenme ve Dane Oluşumu Zamanları	49
4.2. Değişik <i>Bradyrhizobium japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya	
Çeşitlerinde Nodülasyona Etkisi	50
4.2.1. Nodül Sayısına Etkisi	50
4.2.2. Ortalama Nodül Ağırlığına (mg/nodül) Etkisi	54

	<u>Sayfa No</u>
4.2.3. Bitki Başına Nodül Ağırlığına (mg nodül/bitki) Etkisi	55
4.2.4. Birim Alanda Nodül Ağırlığına (kg/da) Etkisi	57
4.3. Değişik <i>Bradyrhizobium japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya	
Çeşitlerinde N ₂ -Fiksasyonuna Etkisi	58
4.3.1. Bitkilerin Farklı Aksamlarındaki % N İçeriklerine Etkisi	59
4.3.1.1. Nodülde % N İçeriğine Etkisi	59
4.3.1.2. Kökte % N İçeriğine Etkisi	60
4.3.1.3. Köküstünde % N İçeriğine Etkisi	63
4.3.1.4. Danede % N İçeriğine Etkisi	65
4.3.2. Bitkilerin Farklı Aksamlarında Biriktirilen kg/da Olarak Azot (Nt)	
Miktarlarına Etkisi	67
4.3.2.1. Nodülde Nt (kg/da) Miktarına Etkisi	67
4.3.2.2. Kökte Nt (kg/da) Miktarına Etkisi	68
4.3.2.3. Köküstünde Nt (kg/da) Miktarına Etkisi	70
4.3.2.4. Danede Nt (kg/da) Miktarına Etkisi	72
4.4. Değişik <i>Bradyrhizobium japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya	
Çeşitlerinde Dane Verimi ve Kuru Madde Oluşumuna Etkisi	75
4.4.1. Dane Verimine (kg/da) Etkisi	75
4.4.2. 1000 Dane Ağırlığına (gram) Etkisi	77
4.4.3. Kök Ağırlığına (gram/bitki) Etkisi	79
4.4.4. Kök Ağırlığına (kg/da) Etkisi	82
4.4.5. Köküstü Ağırlığına (gram/bitki) Etkisi	84
4.4.6. Köküstü Ağırlığına (kg/da) Etkisi	86
4.4.7. Kuru Madde Oluşumuna (kg/da) Etkisi	88
5. SONUÇ	91
ÖZET	94

	<u>Sayfa No</u>
SUMMARY	96
KAYNAKLAR	98
TEŞEKKÜR	108
ÖZGEÇMİŞ	109

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 1. Dünya’da 1967-1977-1987 Yıllarına Ait Soya Üretim Alanı, Üretim Miktarı ve Hektara Verim Değerleri	6
Çizelge 2. Ülkemizde 1986-1993 Yılları Arasında Soya Ekim Alanı, Üretim ve Verim Değerleri	7
Çizelge 3. Dünya’da Farklı Ekosistemlerde Biyolojik N ₂ -Fiksasyonu ile Bir Yılda Kazanılan Tahmini Azot Miktarı	9
Çizelge 4. Simbiyotik N ₂ -Fiksasyon Sistemindeki Bakteri Türleri ve Bunların Konukçu Bitkileri	11
Çizelge 5. Soyada Bir Hektar Alandan Alınan Ürün Miktarıyla Kaldırılan Besin Elementleri Miktarları.....	18
Çizelge 6. Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	38
Çizelge 7. Şanlıurfa Meteoroloji Bölge Müdürlüğü 1993-94-95 Yıllarına Ait Bazı İklim Verileri	39
Çizelge 8. Deneme Bitkisi soyanın Çıkış, Çiçeklenme, Dane Oluşumu ve Hasat Zamanları	49
Çizelge 9. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinde Nodül Sayılarına Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	51
Çizelge 10. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılanmanın Farklı Soya Çeşitlerinde Nodül Sayısına Etkisi (adet/bitki).....	51
Çizelge 11. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinde Ortalama Nodül Ağırlıklarına Ait Varyans Analiz Sonuçları....	54
Çizelge 12. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılanmanın Farklı Soya Çeşitlerinde Ortalama Nodül Ağırlığına Etkisi (mg/nodül).....	55
Çizelge 13. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinde Bitki Başına Nodül Ağırlıklarına (mg nod/bitki) Ait Varyans Analiz Sonuçları	56

Sayfa No

Çizelge 14. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Bitki Başına Nodül Ağırlığına Etkisi (mg nodül/bitki)	56
Çizelge 15. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinde kg/da Olarak Nodül Ağırlıklarına Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	57
Çizelge 16. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Birim Alanda Nodül Ağırlığına Etkisi (kg/da)	58
Çizelge 17. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinde Nodüllerin % N Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	59
Çizelge 18. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Nodüllerin % N İçeriklerine Etkisi	60
Çizelge 19. 1993, 1994 Yıllarında II. Ürün Soya Bitkisinde Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinin Köklerinde % N İçeriğine Etkisi.....	61
Çizelge 20. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinin Köklerinde % N Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	61
Çizelge 21. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinin Köklerinde % N İçeriğine Etkisi.....	62
Çizelge 22. 1993, 1994 Yıllarında II. Ürün Soya Bitkisinde Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinin Köküstü Aksamında % N İçeriğine Etkisi.....	63
Çizelge 23. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinin Köküstü Aksamında % N Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları	64
Çizelge 24. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinin Köküstü Aksamında % N İçeriğine Etkisi.....	64

Sayfa No

Çizelge 25. 1993, 1994 Yıllarında II. Ürün Soya Bitkisinde Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinin Danelerinde % N İçeriğine Etkisi	65
Çizelge 26. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinin Danelerinde % N Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları ..	66
Çizelge 27. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinin Danelerinde % N İçeriğine Etkisi	66
Çizelge 28. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinde Oluşan Nodüllerde Nt (kg/da) Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	67
Çizelge 29. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Oluşan Nodüllerde Nt (kg/da) Miktarına Etkisi.....	68
Çizelge 30. 1993, 1994 Yıllarında II. Ürün Soya Bitkisinde Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinin Köklerinde Nt (kg/da) Miktarına Etkisi.....	69
Çizelge 31. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinde Bitki Köklerinde Nt (kg/da) Miktarlarına Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	69
Çizelge 32. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Bitki Köklerinde Nt (kg/da) Miktarına Etkisi	70
Çizelge 33. 1993, 1994 Yıllarında II. Ürün Soya Bitkisinde Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinin Köküstü Aksamında Nt (kg/da) Miktarına Etkisi.....	71
Çizelge 34. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinde Bitki Köküstü Aksamlarında Nt (kg/da) Miktarlarına Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	71

Sayfa No

Çizelge 35. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Bitki Köküstü Aksamlarında Nt (kg/da) Miktarına Etkisi.....	72
Çizelge 36. 1993, 1994 Yıllarında II. Ürün Soya Bitkisinde Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinin Danelerinde Nt (kg/da) Miktarına Etkisi.....	73
Çizelge 37. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinin Danelerinde Nt (kg/da) Miktarlarına Ait Varyans Analiz Sonuçları.....	73
Çizelge 38. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Danelerde Nt (kg/da) Miktarına Etkisi.....	74
Çizelge 39. 1993, 1994 Yıllarında II. Ürün Soya Bitkisinde Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Dane Verimine Etkisi (kg/da).....	75
Çizelge 40. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinde Dane Verimlerine (kg/da) Ait Varyans Analiz Sonuçları	76
Çizelge 41. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Dane Verimine Etkisi (kg/da)	76
Çizelge 42. 1993, 1994 Yıllarında II. Ürün Soya Bitkisinde Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde 1000 Dane Ağırlığına Etkisi (gram).....	78
Çizelge 43. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinde 1000 Dane Ağırlıklarına (gram) Ait Varyans Analiz Sonuçları	78
Çizelge 44. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde 1000 Dane Ağırlığına Etkisi (gram).....	79
Çizelge 45. 1993, 1994 Yıllarında II. Ürün Soya Bitkisinde Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Kök Ağırlığına Etkisi (gram/bitki).....	80

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 46. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinin Kök Ağırlıklarına (gram/bitki) Ait Varyans Analiz Sonuçları	80
Çizelge 47. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Kök Ağırlığına Etkisi (gram/bitki)	81
Çizelge 48. 1993, 1994 Yıllarında II. Ürün Soya Bitkisinde Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Kök Ağırlığına Etkisi (kg/da)	82
Çizelge 49. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinde Kök Ağırlıklarına (kg/da) Ait Varyans Analiz Sonuçları	83
Çizelge 50. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Kök Ağırlığına Etkisi (kg/da)	83
Çizelge 51. 1993, 1994 Yıllarında II. Ürün Soya Bitkisinde Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Köküstü Aksamı Ağırlığına Etkisi (gram/bitki)	84
Çizelge 52. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinde Köküstü Aksamı Ağırlıklarına (gram/bitki) Ait Varyans Analiz Sonuçları	85
Çizelge 53. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Köküstü Aksamı Ağırlığına Etkisi (gram/bitki)	85
Çizelge 54. 1993, 1994 Yıllarında II. Ürün Soya Bitkisinde Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Köküstü Aksamı Ağırlığına Etkisi (kg/da)	86
Çizelge 55. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinde Köküstü Aksamı Ağırlıklarına (kg/da) Ait Varyans Analiz Sonuçları	87
Çizelge 56. 1995 Yılında Değişik <i>B. japonicum</i> İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Köküstü Aksamı Ağırlığına Etkisi (kg/da)	87

Sayfa No

- Çizelge 57. 1993, 1994 Yıllarında II. Ürün Soya Bitkisinde Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Kuru Madde Miktarına Etkisi (kg/da).....89
- Çizelge 58. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinde Kuru Madde Miktarlarına (kg/da) Ait Varyans Analiz Sonuçları.....89
- Çizelge 59. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Kuru Madde Miktarına Etkisi (kg/da).....90

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Aşılamadan Sonra Tohumların Kurutulmasından Bir Görünüm	45
Şekil 2. 1995 Yılında S4240 Soya Çeşidinde 1809 Nolu İzolatla Aşılama Sonucu Oluşan Nodüllerin Görünümü.....	53
Şekil 3. 1995 Yılında Sa88 Soya Çeşidinde 1809 Nolu İzolatla Aşılama Sonucu Oluşan Nodüllerin Görünümü.....	53

ÖZ

Bu çalışma, 1993 ve 1994 yıllarında II. ürün, 1995 yılında I. ürün olarak Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında yürütülerek değişik *Bradyrhizobium japonicum* izolatları ile aşılamamanın farklı soya çeşitlerinde Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde (GAP) Harran Ovası koşullarında nodülasyon, N₂-fiksasyonu ve verime etkisi araştırılmıştır.

1993 ve 1994 yıllarında 10 adet bakteri izolatu (So11, So56, 110, 1755, 1756, 1809, 30131, ON1, ON2 ve ON3) ile II. ürün olarak yürütülen denemeler döneminde yüksek sıcaklık ve buna bağlı olarak yetersiz nem nedeniyle nodülasyon gerçekleşmemiştir. 1995 yılında ise 4 adet bakteri izolatu (So11, 1756, 1809, ON3) ile I. ürün şeklinde yürütülen denemede ON3 izolatu ile aşılama dışında nodülasyon gerçekleşmiş, izolatlar içerisinde en etkin olarak 1809 nolu izolat, soya çeşitlerinde ise S4240 çeşidinin Sa88 çeşidinden daha verimli olduğu belirlenmiştir.

ABSTRACT

This study was carried out for the second crop of soybean in of 1993 and 1994 and for the first crop in 1995 at the University of Harran Research Station. Different genotypes of soybean were inoculation by different of *Bradyrhizobium japonicum* isolates to investigate nodulation N₂-fixation and yield under the Harran plain of the GAP region conditions.

The nodulation has not been formed because of high temperature and low soil moisture which is related to high temperature content, during second crop that has been carried out in 1993 and 1994 by using 10 bacteria isolates (So11, So56, 110, 1755, 1756, 1809, 30131, ON1, ON2 and ON3). In 1995 So11, 1756, 1809 and ON3 isolates have been used and ON3 was the only species had nodulation among the other isolates, and 1809 was the most effective one. It has been observed that the soybean genotype of S4240 was more productive than genotype of Sa88.

1. GİRİŞ

Çağımızda hızlı nüfus artışı beslenme sorunlarını da birlikte gündeme getirmiştir. Tarımsal alanların daha fazla genişleme olanağı olmadığından, mevcut alanlardan daha fazla ürün kaldırılması zorunlu hale gelmiştir. Birim alandan alınacak ürünü artırmanın yollarından bazıları; yüksek verimli çeşitlerin kullanılması, dengeli gübreleme ve ileri tarım tekniklerinin kullanımı şeklinde sayılabilir. Buna ilave olarak uygun koşullarda polikültür tarım yapılarak belirli bir dönemde daha fazla ürün alma yolları da aranmalıdır.

Beslenme sorunlarına çözüm getirilmesi açısından düşünülürse, tarımı yapılan bitkiler içerisinde verimi en yüksek çeşitlerin seçimi veya elde bulunan mevcut toprakların kabiliyetine göre optimum bir şekilde kullanılması gerekmektedir.

Soya, protein içeriği diğer baklagillere göre oldukça yüksek bir bitkidir. Soya yaklaşık olarak % 40 protein, % 21 yağ, % 34 karbonhidrat ve % 5 mineral madde içermektedir. Soya kendi ağırlığı üzerinden değerlendirildiğinde etin 2 katı, yumurta ve tahılların 4 katı ve sütün 12 katı düzeyinde protein içermektedir (KEYSER ve LI, 1992).

Soya, tohumlarındaki protein oranının yüksekliği yanında çok değerli bazı amino asitleri içermesinden dolayı beslenme değeri yüksek ve proteini hayvansal proteine en yakın bitkisel protein içermektedir (ENGİN, 1984; SEPETOĞLU ve ark., 1991; İŞLER, 1992).

Soya insan beslenmesinde son derece değerli bir besin maddesi olduğu gibi hayvan beslenmesindeki önemi de büyüktür. Yağı alındıktan sonra geriye kalan küspesi % 40-46 ham protein, % 1-7 yağ, % 23-27 karbonhidrat ve % 5-7 selüloz içermektedir. Bu küspeler ayrıca A, B ve B₂ vitaminlerince de zengindir (İNCEKARA, 1972).

Özellikle kanatlı hayvanların yemlerine katılan soya küspesiyle et ve yumurta veriminde önemli artışlar meydana gelmiş, yumurta veriminde % 40 ve et veriminde % 52,6'lık bir artış sağlanmıştır. Ayrıca sığırlarda önemli düzeyde süt verimi artışı gerçekleşmiştir (İNCEKARA, 1972; DENİZ, 1988; ARIOĞLU, 1992; İŞLER, 1992).

Soya baklagil bitkisi olması nedeniyle köklerinde nodüllerde bulunan *Bradyrhizobium japonicum* bakterileri sayesinde azot fikse etme yeteneğine sahiptir. Bu nedenle azotlu gübre uygulaması azalacağından gübre maliyeti düşecektir. Ayrıca soyanın toprakta kalan bitkisel artıklarında C/N oranının düşük olması nedeniyle toprağın hem fiziksel hem de biyolojik yapısını iyileştirici özelliği de bulunmaktadır (DENİZ, 1988; SEPETOĞLU ve ark., 1991).

Soya, besinsel değer yönünden oldukça önemli bir baklagil bitkisi olması nedeniyle beslenme zincirinde daha çok yer almalıdır. Aynı zamanda endüstrideki kullanım alanlarının geniş olması soya tarımının yaygınlaştırılmasını gerekli kılmaktadır. Bu nedenle elde edilecek ürünü endüstride daha farklı şekillerde işleyebilecek sanayinin de kurulması gerekmektedir.

Türkiye'nin geleceğini değiştirebileceği düşünülen ve çok ümit bağlanan GAP'ın tamamlanmasıyla 1,7 milyon hektar alan sulamaya açılacaktır. Bu projede polikültür tarımın yapılması sözkonusudur. Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) alanlarında bulunan toprakların ideal şekilde kullanılması için gerek I. ürün ve gerekse II. ürün olarak soya ekiminin yapılması kaçınılmazdır.

Soyada simbiyotik yolla havadaki azotun fikse edilebilmesi için kök bölgesinde azot fikse etme yeteneği yüksek olan *Bradyrhizobium japonicum* bakterilerinin olması gerekmektedir. Soya, GAP Bölgesi'nde yeni bir bitki olduğu için toprakta bu bakteriler bulunmamaktadır. Ancak ardışık beş yıl aşılama yapılarak ekilen alanlarda bu bakteriler

belirli bir popölasyona ulaşabilmektedir. Bu nedenle soya yetiştiriciliğinde bu bakterilerin kullanılması zorunludur.

GAP alanında önemli bir yer alacağı düşünölen soya tarımında başarı sağlanması ve daha fazla ürün elde edilebilmesi dikkate alınarak bölgeye uygun *B. japonicum* bakteri izolatları ve soya çeşitlerinin belirlenmesi amacıyla bu çalışma yürütölmüştür.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Soyanın Bazı Tarımsal Özellikleri

Soya binlerce yıldan beri var olan bir bitkidir. İlk defa Çin'deki bitkileri tanıtan kitaplarda M.Ö. 2838 yılında söz edilmiştir. Soya Rosales takımından Leguminosae familyasından, papilionaceae alt familyasından ve *Glycine* cinsinden olup, iki çeşidi vardır. Bunlar; *G. ussuriensis* Regel ve Mack ile *G. max* (L) Merrill'dir. Birinci çeşit daha çok kuzeyde yetişir, Asya kökenli ve yabanidir, yaprak, çiçek, bakla ve daneleri daha küçüktür. İkinci çeşit ise, sadece kültüre alınmış halde tanınmaktadır (ŞENCAN, 1991; ARIOĞLU, 1992).

Soya tek yıllık ve kazık köklüdür. Bitki boyu yetiştirme koşullarına göre değişmekte ve 75-125 cm yüksekliğinde olabilmektedir. Kazık kök 200-250 cm derine kadar inmekte, toprak yüzeyinden 10-15 cm'den itibaren ana kökten yan kökler meydana gelmekte, bu yan kökler önce 40-75 cm yanlara doğru gelişip daha sonra aşağıya doğru uzayarak 180 cm kadar derine inebilmektedir. Ekimden 10-15 gün sonra nodül oluşumu gerçekleşmekte ve 50-60 gün sonra nodül aktivitesinde azalma başlamaktadır. Soyanın hasat olgunluk süresi 100-135 gün olup daneler % 13-15 nem düzeyinde iken hasat yapılmaktadır. Bin dane ağırlığı 130-250 gram arasında değişmektedir (LERSTEN ve CARLSON, 1987; DENİZ, 1988; ARIOĞLU, 1992; YALI, 1993).

Soyadan elde edilen 39 ürün belirlenmiş durumdadır ki, bunlardan bir kısmı hayvan beslenmesinde kullanılan maddeler, salata yağları, bebek beslenmesinde kullanılan maddeler, endüstriyel yapıştırıcılar, macun ve eczacılıkta kullanılan maddeler şeklinde sayılabilir (KEYSER ve LI, 1992).

Soyadan elde edilen ürünler benzerlikleri dikkate alınmadan tek tek sayılacak olursa 150'yi aşan kullanım yerine sahip olabilir. Bunlar; et benzeri maddeler, şekerleme ve içeceklerde köpürtücü ve kabartıcı maddeler, pastacılıkta, solak denilen yapay süt ve bundan elde edilen peynir, yoğurt ve salça yapımında, kavrularak tuzlu çerez, yangın söndürücü madde, kağıt ve kumaşta dolgu maddeleri ve elyaf yapımında, ham soya yağından sterols yağ asitleri ve gliserin elde edilmesi, rafine edilmiş soya yağından matbaa mürekkebi, plastik maddeler, sabun, macun ve buna benzer endüstrideki diğer kullanımları olarak sayılabilir (DENİZ, 1988; ARIOĞLU, 1992; İŞLER, 1992).

İnsanlar ve hayvanlar organizmaları için gerekli bütün amino asitleri kendileri sentezleme yeteneğinde değillerdir. İnsanların beslenmesinde mutlak gerekli olan bu amino asitlerin (valin, leusin, izoleusin, lisin, metionin, treonin, fenilalanin ve triptofan) besinlerle alınması gerekmektedir (ENGİN, 1984; ÖZBEK ve ark., 1984).

Soya ekimi ile hektardan 17,9 kg esansiyel amino asit kaldırılabilirken, buna karşılık gelen ürün miktarları kıyaslanarak sığır ve kuzu eti üretimiyle 1 kg esansiyel amino asit alınabilir. Soya, protein ve amino asitler bakımından diğer baklagil bitkilerinden ve hayvansal kaynaklı ürünlerden daha zengin durumdadır (GÜRBÜZER, 1978).

Soya yağı, insan bünyesindeki yağ ve lipid metabolizmasını düzenleyen yağ asitlerini içerdiğinden damar sertliği ve kronik kalp hastalığı olan kişilere önerilmektedir. Ayrıca soya yağı kandaki kolesterol miktarını düşürücü özelliğe sahiptir. P/S (doymamış yağ asiti/doymuş yağ asiti) oranı 4,8 olup diğer bitkisel yağlardaki P/S oranından yüksektir. Yüksekliği istenilen bu özelliğin değeri pamukta 2,1; yerfıstığında 1,1 ve zeytinde ise 0,5'dir (ARIOĞLU, 1992).

2.2. Dünya'da ve Ülkemizde Soya Üretim Miktarları

Dünya'daki soya üretiminin, gerek besinsel özellikleri gerekse sanayide ham madde olarak kullanımı nedeniyle, hem üretim alanlarının artması hemde verim artışını sağlayan kriterlerin iyileştirilmesi sonucu gelecek yıllarda daha da artacağı tahmin edilmektedir (KEYSER ve LI, 1992).

Çizelge 1'de Dünya'da 1967-77-87 yıllarına ait soya ekim alanı ve verim değerleri verilmiştir.

Çizelge 1. Dünya'da 1967-1977-1987 Yıllarına Ait Soya Üretim Alanı, Üretim Miktarı ve Hektara Verim Değerleri (KEYSER ve LI, 1992)

<u>Yıllar</u>	<u>Üretim Alanı (ha)</u>	<u>Üretim Mik. (ton)</u>	<u>Verim (kg/ha)</u>
1967	33 556 000	40 638 000	1210
1977	49 243 000	79 206 000	1608
1987	51 567 000	98 288 000	1906

Çizelge 1'de görüldüğü gibi 1967'de yaklaşık 40 milyon ton olan üretim 1987'de 98 milyon tona ulaşmıştır. Buna bağlı olarak yapılan bazı hesaplamalara dayanılarak 2002 yılında üretimin 190 milyon ton olacağı tahmin edilmektedir (KEYSER ve LI, 1992).

Ülkemizde soya, ilk defa I. Dünya Savaşı sırasında ana ürün olarak Karadeniz Bölgesi'nde yetiştirilmeye başlanmıştır (İLLİSULU, 1983).

1968-1970 yıllarında Akdeniz ve Ege Bölgeleri'nde II. ürün olarak çeşit araştırmalarıyla ekilmeye başlanmıştır (DENİZ, 1988).

Ülkemizde 1986-1993 yılları arasında soya ekim alanı, üretim ve verim değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Ülkemizde 1986-1993 Yılları Arasında Soya Ekim Alanı, Üretim ve Verim Değerleri (DİE, 1994)

<u>Yıllar</u>	<u>Ekim Alanı (ha)</u>	<u>Üretim (ton)</u>	<u>Verim (kg/ha)</u>
1986	90 000	200 000	2222
1987	112 000	250 000	2232
1988	66 000	150 000	2273
1989	75 3000	161 000	2138
1990	74 000	162 000	2189
1991	49 500	110 000	2222
1992	46 000	95 000	2065
1993	26 750	63 000	2355

Çizelge 2 incelendiğinde, ülkemizde soya ekiliş alanının son yıllarda azaldığı dikkati çekmektedir. Bunun nedeni, elde edilen ürünün pazarlanma sorunun çözümlenmemesi olabilir. Çünkü çiftçi hangi ürün kısa sürede paraya çevrilebiliyorsa o bitkiyi ekme yoluna gitmektedir. Ayrıca ülkemizde tam anlamıyla üretim planlaması yada ürün deseni seçimi yapılmamaktadır.

Soyaya besin zincirinde daha fazla yer verilmesi ve endüstride ürünü işleyebilecek sanayinin kurulmasıyla üretim alanlarının ve buna bağlı olarak da üretim miktarının artacağı düşünülebilir.

2.3. Biyolojik N₂-Fiksasyonunun Tanımı ve Önemi

Biyolojik azot fiksasyonu bilinen tüm ekosistemler içerisinde meydana gelmiş olağanüstü bir olaydır (BORDELEAU ve PREVOST, 1994).

Topraklarda serbest yaşayan veya yüksek bitkilerle simbiyotik olarak yaşayan bazı mikroorganizmaların nitrogenaz enzimi üretme yetenekleri vardır. Bu enzim, oldukça stabil olan ve atmosferde çok yüksek oranda bulunan N₂'nin NH₃'e dönüşümünü katalize etmektedir ve bu yolla organik-N bileşiklerinin oluşumu mümkün olmaktadır (ÖZBEK ve ark., 1993).

Doğada sadece prokaryont'lar havanın serbest azotunu bağlama yeteneğindedirler. Biyolojik azot fiksasyonunda yüksek bitkilerle ortak yaşayan (simbiyotik) ve serbest yaşayan (non-simbiyotik) mikroorganizmalar prokaryont'ların bir üyesi olup diazotrof olarak isimlendirilmektedirler (KIZILOĞLU, 1995).

Biyolojik azot fiksasyonu için bazı enzimlerin ortamda olmasına ve enerjiye gereksinim vardır. 1 mol N₂'nin NH₃'e dönüşebilmesi için 12-24 mol ATP enerjisine gereksinim vardır (FRITSCH, 1990).

Biyolojik N₂-fiksasyonu iki şekilde gerçekleşmektedir. Bunlardan birincisi simbiyotik olmayan N₂-fiksasyonu, ikincisi ise simbiyotik N₂-fiksasyonudur.

Simbiyotik olmayan N₂-fiksasyonunu bazı serbest yaşayan mikroorganizmalar gerçekleştirmektedirler. Bu mikroorganizmalar *Azotobacter*, *Beijerinckia*, *Chlostridium*, *Achromobacter* ve *Pseudomonas* cinsi ile mavi alglerden *Anabena* ve *Nostoc* cinsi olarak sayılabilir. Simbiyotik olmayan N₂-fiksasyonu pH ve toprağın oksijen içeriği tarafından önemli derecede etkilenmektedir. Örneğin, *Azotobacter* ve *Azotomonas* mutlak aerobiktir

ve ancak nötr pH düzeyinde optimum aktivite gösterirler. *Clostridium* bakterileri anaerobiktir, asidik ortamda ve pH 9'a kadar olan geniş bir toprak reaksiyonu diliminde yaşayabildiklerinden *Azotobacter*'lerden daha yaygındırlar. Tropik bölgelerde pH 4'te bile N₂-fiksede edebilirler (ÖZBEK ve ark., 1984; 1993).

ÖZBEK ve ark. (1993)'nın bildirdiklerine göre JENKINSON (1977) Broodbalk'ta devamlı buğday ekimi yapılan bir denemede sıfır azot dozlu parsellerde simbiyotik olmayan N₂-fiksasyonunun 23-29 kg N/ha/yıl olduğunu belirlemiştir.

Dünya'da Farklı ekosistemlerde biyolojik N₂-fiksasyonu ile kazanılan tahmini azot miktarları Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Dünya'da Farklı Ekosistemlerde Biyolojik N₂-fiksasyonu ile Bir Yılda Kazanılan Tahmini Azot Miktarları (GÖK, 1996)

N ₂ -Fiksasyonu Ekosistemi	Fikse Edilen Azot Miktarı 10 ⁶ ton/yıl
Baklagiller	75
Çeltik	7
Baklagil olmayan diğer bitkiler	8
Orman, çayır vb. alanlar	57
Okyanus ve denizler	28
Toplam	175

Çizelge 3'te görüldüğü gibi Dünya'daki yıllık azot fiksasyonu 175x10⁶ ton/yıl düzeyindedir.

Toprakta düşük mineral azot düzeyi ve yüksek karbon içeriği optimum N₂-fiksasyonunu azaltmaktadır (ÖZBEK ve ark., 1993).

Simbiyotik azot fiksasyonunu özellikle baklagillerle ortak yaşayan *Rhizobium*'lar (nodül oluşturan bakteriler) yapmaktadır (LA RUE ve PATERSON, 1981, ÖZBEK ve ark., 1993'den). Bu gruba giren baklagillerin simbiyotik yaşam sürdükleri bitkiler ve bu bitkilere özgü bakteri türleri birbirlerinden belirgin olarak farklıdır. Bu nedenle yeni baklagil ekimi yapılacak bir alanda, ürün artışını önemli derecede sağlayan uygun bakteri ile aşılama yapılması önerilmektedir. *Rhizobium*'lar iyi havalandan, hafif asidik veya hafif bazik toprakları severler. Simbiyotik yaşam, *Actinomyces alni*-kızılağaç ve *Actinomyces elaeagni*-iğdegiller gibi birçok odunsu bitkiler arasında da vardır. Bu şekildeki simbiyotik yaşamla 60 kg N/ha/yıl düzeyinde N₂-fiksasyonu gerçekleşmektedir (ÖZBEK ve ark., 1993; KIZILOĞLU, 1995).

Baklagiller aracılığıyla fikse edilen azot miktarının 70-100 kg /ha/yıl (bezelye ve fasülye) ile 300 kg/ha/yıl (üçgül ve yonca) arasında değiştiği belirlenmiştir (POSTGATE, 1982, ÖZBEK ve ark., 1993'den).

Simbiyotik N₂-fiksasyonunda görev alan bakteri türleri ve bunlara ait konukçu bitkiler Çizelge 4'te verilmiştir.

Azot fiksasyonu gerçekleştiren mikroorganizmalar heterotrofturlar. Bu mikroorganizmalar bitkilerin yaralanmış kısımlarından, kılcal köklerinden veya epidermisin hiç bozulmamış kısımlarından bitki içine girebilirler. Tüm bu aşamalarda iki hücre duvarı veya orta lamellerde organizmaların kabul edilmeleri gerekmektedir. Bitki içine herhangi bir organizmanın bulaşabilme yeteneği mikroorganizmalar tarafından enzim üretilmesine, ilk hücre duvarının sertliğine ve ikinci hücre duvarlarının dağılımına bağlıdır (SPRENT ve FARIA, 1988).

Çizelge 4. Simbiyotik N₂-Fiksasyon Sistemindeki Bakteri Türleri ve Bunların Konukçu Bitkileri (MARTINEZ-ROMERO, 1994)

Bakteri türleri	Konukçu bitkiler
<i>Rhizobium meliloti</i>	<i>Medicago, Melilotus, Trigonella</i>
<i>Rhizobium fredii, R.xinjiangensis</i>	<i>Glycine max</i> ve <i>G. soja</i> ve diğer baklagiller
<i>Rhizobium leguminosarum</i>	
bv. <i>viciae</i>	<i>Pisum, Vicia</i>
bv. <i>trifolii</i>	<i>Trifolium</i>
bv. <i>phaseoli</i>	<i>Phaseolus</i>
<i>Rhizobium tropici</i>	<i>Phaseolus vulgaris, Leucaena spp.</i>
<i>Rhizobium etli</i>	<i>Phaseolus vulgaris</i>
<i>Rhizobium galegae</i>	<i>Galega officinalis, G. orientalis</i>
<i>Rhizobium loti</i>	<i>Lotus spp.</i>
<i>Rhizobium huakuii</i>	<i>Astragalus sinicus</i>
<i>Bradyrhizobium</i> türleri	
<i>Bradyrhizobium japonicum</i>	<i>Glycine max</i>
<i>Bradyrhizobium elkanii</i>	<i>Glycine max</i>
<i>Azorhizobium</i> türleri	
<i>Azorhizobium caulinodans</i>	<i>Sesbania rostrata</i>

Bitkiler aşırı duyarlılık ve diğer reaksiyonlarla bulaşmaya karşı koyabilirler. Kılcal köklerde bulaşmanın olması için ikincil duvar kısmının enfeksiyon iplikçikleri ile karşı karşıya gelmiş olması gerekmektedir. Konukçu bitki hücresi içine girdikten sonra enfeksiyon iplikçikleri ile konukçu bitki hücreleri birbirinin içine girip aralarında dengeli bir yapı oluşturarak, nodüllerin oluşumunu sağlayan hızlı bir hücre bölünmesini başlatmaktadırlar. Bu dönemde bakteri, hacmini 40 kat artırarak bakterioide dönüşmektedir. Bu bakteroidler N₂-fiksasyonu için gerek duyulan enzimleri salgılamaktadırlar. Bu enzimlerden nitrogenaz enzim sistemi ve diğer enzimlerin bakteri

hücrelerinde değil, konukçu bitki hücresinin çekirdeğinde oluşturulduğu kabul edilmektedir (SPRENT ve FARIA, 1988; KAPTAN, 1993).

Baklagillerle, simbiyotik sistem sonucu kazanılan azot miktarı 140 kg/ha/yıl düzeyindedir (BURNS ve HARDY, 1975). İyi şartlar altında soya-*Bradyrhizobium japonicum* ikilisi simbiyotik yolla 300 kg/ha/yıl düzeyine yakın azot fikse edebilirler (KEYSER ve LI, 1992).

Toprağa bağlanıp yararlı hale gelebilen yani fikse edilen azot miktarını etkisi altında tutabilen faktörler simbiyotik bileşenlerdeki genetik uyum ve ürün miktarını sınırlayan diğer faktörler olarak bilinmektedir. Simbiyotik sistemin işlerlik kazanmasında, aşılamanın başarılı olup olmadığı, aşılama bakterilerinin daha önceden toprakta var olan bakterilerle rekabete girip, üstünlüğünün ölçülmesiyle, konukçu bitkinin azot isteği ve toprakta alınabilir (yarayışlı) azot miktarı ile kontrol edilebilir. Azot fiksasyonunda *Rhizobium/Bradyrhizobium* bakterilerinin doğal gelişimleri ve gelişmiş aşılama tekniklerinin yanında konukçu bitki genotiplerinin de iyileştirilmesiyle simbiyotik sistemdeki azot kazancı daha da artırılabilir (KEYSER ve LI, 1992).

Toprak ekosisteminde simbiyotik azot fiksasyonuna toprağın inorganik besin elementi içeriği, pH, nem içeriği, sıcaklık ve simbiyotik bileşenlerin genotipik özellikleri gibi faktörler etkili olmaktadır (YALI, 1993; KIZILOĞLU, 1995).

2.4. Simbiyotik Sistemde Nodülasyon, N₂-Fiksasyonu Ve Verime Etki Eden Bazı Faktörler

2.4.1. Topraktaki Azotun Etkisi

CHAMBER (1980), Amsoy-71 soya çeşidiyle aşılı ve aşısız koşullarda yaptığı araştırmada 0; 50; 100 kg /ha dozlarında N uygulamıştır. Azot uygulamasının, aşılama yapılmamış kontrol parsellerinde dane verimini 2450 kg/ha'dan 3660 kg/ha'a, ham protein verimini 572 kg/ha'dan 1261 kg/ha'a, yağ verimini ise 538 kg/ha'dan 711 kg/ha'a artırdığını saptamıştır. Ekimden önceki azot uygulaması nodülasyonu azaltırken, çiçeklenme döneminde verilen 50 kg N/ha dozu bitkilerde nodül kuru ağırlığını 244 mg/bitki'den 326 mg/bitki'ye artırmıştır.

Antalya şartlarında iki yıllık araştırmaların sonucunda hiç soya tarımı yapılmamış alanlarda, soya ekimiyle birlikte 2,5 kg/da dozunda N verilmesi ve bakteri aşılmasının uygun olduğu belirtilmiştir (ANONYMOUS, 1983).

DANSO ve ark. (1987)'nin Romanya ve Yunanistan'da tarla şartlarında yürüttükleri çalışmalarda soya çeşitlerinde, ¹⁵N izotop tekniği ile azot fiksasyonu incelenmiş, farklı varyetelerde fiksasyondan kazanılmış azotun % oranı ve toplam miktarında önemli değişimler olduğu görülmüştür. Toprağa 20 kg N/ha uygulamasıyla Romanya'da 25-132 kg N/ha ve Yunanistan'da 22-236 kg N/ha düzeyinde fiksasyon gerçekleşmiştir. Azot fiksasyonundaki artış için akla gelen en uygun durum olarak toprakta düşük N düzeyleri olduğu zamanda baklagillerde yüksek verim için bu bitkilerin N₂-fiksasyonu ile sağlanan azottan beslenmesi şekli olduğunu belirlemişlerdir. Romanya'da üç çeşitten ikisinde N₂-fiksasyonu aşırı şekilde uygulanan (100 kg N/ha) azotlu gübre ile şiddetli olarak strese sokulmuştur. Buna benzer olarak Yunanistan'da

Chippewa ve Williams çeşitlerinde N_2 -fiksasyonunun yüksek oranda azottan dolayı strese sokulduğu belirtilmiştir.

JAMRO ve LARIK (1988), yapmış oldukları saksı denemesinde 600 mg N/6 kg toprak dozunda azot uygulamışlar ve uygulanan azotun hem nodüllü (aşılanmış) hem de nodülsüz (aşılanmamış) bitkilerde fotosentetik oranı, yaprak alanını, çiçeklenme, bakla oluşumu ve dane oluşumunu artırdığını saptamışlardır. Bu özellikler aşılanmış (nodüllü) bitkilerde aşısız (nodülsüz) olanlardan daha yüksek olarak bulunmuştur. Sonuç olarak soyada fotosentezi, büyümeyi ve verimi artırabilmek için çiçeklenmeden önce inorganik azot ile gübrelemenin gerekli olduğunu belirtmişlerdir.

FUJITA ve ark. (1991) tarafından yürütülen ve belirli bir soya çeşidi [(*Glycine max* L.) cv. Tamahomare] kullanılarak az miktarda ^{15}N uygulanarak yapılan denemede nodül aktivitesinin azalmasındaki temel mekanizmaların analizinde baklalarla kaldırılan ^{15}N ile ilişki kurulmuş, kontrol bitkilerinde ^{15}N uygulamasından 6 saat sonra fikse edilmiş ^{15}N azotunun nodüllerdeki oranı % 65 iken, aşılanmış uygulamalarda bu oran % 53 olarak bulunmuştur. Uygulamadan üç gün sonra nodüllerdeki aktivitede azalmalar görülmüş, bu azalmanın nodüldeki etiketlenmiş azotun dağılım oranının artmasıyla olabileceği sonucuna varılmıştır. Konukçu bitkinin nodüllerinde fikse edilmiş azotun taşınmasında yada bitkiye aktarılmasında azalma olduğu buna bağlı olarak N_2 -fiksasyon aktivitesinde azalma olacağı gözönünde tutulmuştur. Sonuç olarak köklerdeki nodül aktivitesinin zayıflamasının, fikse edilmiş azottan dolayı olabileceği belirtilmiştir.

2.4.2. Bazı Besin Elementlerinin Etkisi

TAHA ve ark. (1967) baklaya 6; 12; 18; 24 ve 30 kg/da dozlarında kalsiyum nitrat uygulamalarında 6 kg $Ca(NO_3)_2$ /da'dan 12 kg $Ca(NO_3)_2$ /da'a artmasıyla dane

veriminde % 22,6'lık bir artış olduğunu, daha yüksek dozlarda ise verimin azaldığını saptamışlardır.

JONES ve ark. (1977), soyaya 0; 60 kg/ha dozlarında P ile 0; 28; 56 ve 112 kg/ha dozlarında K uygulayarak yaptıkları iki yıllık çalışmalarda P ve K dozları arttıkça dane veriminin, nodül sayısı ve kuru ağırlığının, bitkide bakla sayısının arttığını bildirmişlerdir.

Baklagillerde ürün verimi ve azot fiksasyonu üzerine temel makro besin elementlerinden olan fosfor alınınının direkt olarak etkili olduğu belirtilmiştir (RAO, 1976).

Birçok topraklarda önemli miktarda eklenen fosfor, yarayışsız formda toprak bileşenleri tarafından tutulmaktadır. Bu nedenle aşırı fosforlu gübre uygulamaları bitkilere fosfor sağlamak için yapılan rutin bir işlem haline gelmiştir. Bazı araştırmacılar bakteriyel gübrelerin (fosfobakterin) uygulamasının, bu bakterilerin ürettiği asitler ile fikse olan fosfatik gübrelerin erirliğini artırmak suretiyle yarayışlılığını artırdığını kaydetmişlerdir (KABESH ve ark., 1975; SABER ve ark., 1977).

Tek başına fosfor çözücü bakteri ile aşılamanın veya bunun *Rhizobium* ile birlikte aşılamanın bazı baklagillerin ürün veriminde artış sağladığı kaydedilmiştir (MARRINOVA, 1970; BAREA ve ark., 1976).

Baklagil bitkileri tarafından aktif olarak azot bağlanması bitkinin sağlıklı gelişimi ve bitki besin maddelerinin yararlı oranda alınmasına bağlıdır. Bitki besin maddelerinden fosfor, protein sentezinde rol oynayan en önemli bir elementtir. Baklagil bitkileri fosfor ve kükürtün bulunmaması durumunda yüksek düzeyde alınabilir azot bulunsan bile protein sentezi yapamazlar. Fosfor, *Rhizobium* bakterilerinin aktivitesini ve kök gelişimini

artırarak nodül oluşumunun erken bir sürede, nodüllerin ise daha büyük ve fazla sayıda olmasına etki eder. Pek çok araştırmacı baklagillerde potasyumun fosfor ile birlikte bulunması halinde azot fiksasyonuna olumlu etkide bulunduğunu saptamışlardır (ÜLGEN, 1978).

BADR EL-DIN ve ark.(1986) yapmış oldukları bir tarla denemesinde soyanın dane verimi yanında azot ve fosfor alımlarına *B. japonicum* ve fosfat çözücü bakteri (FÇB) çifti aşılmasını değerlendirmişlerdir. Tohum ekimden önce FÇB (fosfat çözücü bakteri) uygulaması, kök bölgesinde belirgin bir FÇB artışını göstermemiştir. Sadece *B. japonicum* aşılması ile kuru ağırlık, N alımı ve dane verimi önemli şekilde artmıştır. Bundan başka süperfosfatla gübreleme ve *B. japonicum* ile aşılama sonucu fosfor alımı ve dane veriminde önemli artışlar kaydedilmiştir. Buna ilaveten fosfat kayacının veya süperfosfatın varlığı durumunda *B. japonicum* ile FÇB'nin birlikte aşılmasıyla kuru ağırlıkta önemli bir artış görülmemiştir.

SABESAN ve SATHANANDA (1986) Sri Lanka'da kurak bölge şartlarında kumlu bir toprakta soyaya 40; 70 ve 100 kg P_2O_5 /ha dozlarında fosfor ile 20; 40 ve 60 kg K_2O /ha dozlarında potasyum uygulayarak yaptıkları araştırmada, artan fosfor uygulamasının kuru madde oluşumunu, nodülasyonu ve N_2 -fiksasyonunu artırırken, potasyum uygulamasının aynı etkiyi göstermediğini, dane veriminin 70 kg P_2O_5 /ha+40 kg K_2O /ha kombinasyonunda 2950 kg/ha değeriyle en yüksek olduğunu belirlemişlerdir.

Baklagillerin bitki gelişimindeki azalma, asit toprak şartlarında ortaya çıkabilmektedir. Ca, Mg, P ve Mo'in alınamaması veya topraktaki eksikliği durumunda, ayrıca Al ve Mn'in toksisitesi etkisiyle toprak pH'sı düşebilmektedir. Asit toprakların bu kompleksleri nodülasyonu, nodüllerin fonksiyonunu ve konukçu bitki gelişimini olumsuz şekilde etkilemekle verimlilikte sınırlamaya sebep olmaktadır. Bu durumun aksine Ca,

Rhizobium'lar ile bitki köklerinin infeksiyonu sürecinde ve nodüllerin gelişiminde olumlu bir rol oynamaktadır (ALVA ve ark., 1987).

ISRAEL (1987), fosforlu gübre uygulamasıyla nodül ağırlığının, konukçu bitkinin kök kuru madde ağırlığına oranla daha hızlı bir şekilde arttığını saptamıştır.

ZHAO ve YAN (1989) tarafından Heilongjiang'da yapılan saksı denemesinde, farklı gübre dozları uygulanarak yetiştirilen soyanın N, P ve K alım özellikleri ile bu elementlerle beslenme durumlarının soya verimi ve kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada azotun % 50,17'si, fosforun % 49,3'ü ve potasyumun % 53'ünün dane dolum döneminde absorbe edildiği saptanmıştır. Kontrol uygulamasıyla karşılaştırma yapıldığında sadece P uygulaması soya ürününü % 11,62; P+K uygulaması % 24,17 ve N+P+K uygulaması % 30,92 oranında artırmıştır. Bu çalışmada N, P ve K'nın birlikte uygulanmasıyla danedeki protein ve yağ miktarının da arttığı görülmüştür.

ABD'de yapılan bir araştırmada soya tarımında 380 kg/da dane verimi alındığında bir dekar alandan 36 kg N, 9 kg P₂O₅ ve 16 kg K₂O kaldırıldığı saptanmıştır (ARIOĞLU, 1992).

Soya tarımıyla bir hektar alandan alınan ürün (3360 kg dane, 3920 kg üstaksam, 1680 kg anız ve kök) ile kaldırılan besin elementleri miktarları Çizelge 5'te verilmiştir.

Fosfor, protein sentezinde rol oynayan önemli bir besin maddesidir. Protein içeriği bakımından diğer bitkilere göre zengin olan baklagillerde fosfor gereksinimi daha fazladır. Bunun yanında toprakta K ve S'nin bulunmaması durumunda, fazla miktarda yarıyışlı azot olsa bile baklagil bitkilerinde protein sentezi gerçekleşemez. K, nodül sayısında; S ve P nodül sayısı ve nodül büyüklüğünde etkili olmaktadır. Ca, toprak reksiyonuna etki ederek baklagil bitkilerinin gelişimine *Rhizobium/Bradyrhizobium*

Çizelge 5. Soyada Bir Hektar Alandan Alınan Ürün Miktarıyla Kaldırılan Besin Elementleri Miktarları (MENGEL ve ark., 1987'ye göre, OHLROGGE ve KAMPRATH, 1968'den)

Besin elementleri	Kaldırılan miktar (kg/ha)
N	370
P	40
K	130
Ca	90
Mg	40
S	28
Cl	11
Fe	1,9
Mn	0,71
Zn	0,2
Cu	0,1
B	0,1
Mo	0,01

bakterilerinin sayısının artmasına ve yaşamlarını sürdürmelerine yardım etmektedir. Ca-tuzlarının özellikle asit topraklarda nodülün oluşumuna, büyüklüğüne ve sayısına ve konukçu bitkinin protein içeriğine olumlu etkisi olmaktadır. Ayrıca kalsiyum iyonları P, B, Mn, ve Mo'nun konukçu bitki tarafından alınmasına olumlu yönde etki eder. Mg'nin baklagillerde nodül oluşumunu ve N_2 -fiksasyonunu artırdığı saptanmıştır. Fe ise bakteroidlerde N_2 -fiksasyonunda rol oynayan proteinlerin yapısında yer almaktadır. Fe ve Mo nitrogenazın yapısında bulunmasından dolayı N_2 -fiksasyonu için oldukça önemlidir (KIZILOĞLU, 1995).

2.4.3. Topraktaki Nemin Etkisi

DEUSEK ve ark. (1971)'nin bildirdiğine göre soyada, yarayıslı suyun % 40'a ulaştığı andaki sulama durumunun en uygun olduğu, yarayıslı suyun % 60'ının olduğu durumda üründe artış olmadığı kaydedilmiştir.

Soya, bakla oluşumu ve dane oluşumu döneminde su stresine diğer gelişme dönemlerinden daha hassas olarak bulunmuştur (DOSS ve ark., 1974; SIONIT ve KRAMER, 1976).

Maksimum N₂-fiksasyonunun tarla kapasitesine yakın nem içeriğinde ortaya çıktığı, bu nem düzeyindeki artma ve azalmaya bağlı olarak N₂-fiksasyonunda eksilme olduğu belirlenmiştir (SPENT, 1972; DAWSON ve ark., 1976; MIHAILESCU ve ark., 1977).

SOMMER ve BRAMM (1981)'in belirttiğine göre soyada sulamanın mutlak gerekliliğinden çok uygulama zamanının pratikteki önemi daha fazladır.

Soyada fotosentezden gelen değişimler ve nodüllerdeki enerji yüklenmesine bağlı olarak hemen hemen aynı düzeyde nitrogenaz aktivitesindeki azalmalar, su stresinin olduğu durumlarda görülmektedir (GUERIN ve ark., 1990).

HEARTHERLY ve SPURLOCK (1993) Güney Amerika'da soya bitkisiyle yaptıkları arştırmalarda, soyanın gelişme döneminde ve çiçeklenme başlangıcına yakın dönemde sulama yapılarak ürün verimi artışı sağlandığını kaydetmişlerdir. Bütün uygulamalarda sulamaya çiçeklenme başlangıcının öncesinde veya hemen sonrasında başlanmıştır. Dane oluşumu zamanında sulama yapılmasıyla bu dönemde sulama yapılmayan uygulama arasında 1855 kg/ha kadar dane verimi farkı bulunmuş, bakla

oluşumu döneminde yapılan ölçümde ise sulama yapılmayana göre ürün farkı 610 kg/ha düzeyinde ölçülmüştür. Bu çalışma sonucunda araştırmacılara göre, kuraklığın olduğu yıllarda sulama zamanı sınırı çiçeklenme aşamasında ya da dane oluşum zamanından önceki aşamada olması gerektiği vurgulanmıştır. Fide dönemi içinde yapılan sulamayla ve ondan sonraki dönemlerde devam eden sulamalarda net ürün artışı en yüksek olarak bulunmuştur.

Bitki köklerinde oluşmuş olan nodüllerin su kaybının derecesine bağlı olarak orantılı bir şekilde ve belirli sınırlar içerisinde nodüllerin solunumu ve N_2 -fiksasyonunun ikisi birden su stresinden dolayı azalacaktır. Kuraklık (susuzluk) periyodu boyunca osmotik etkiden dolayı N_2 -fiksasyonu üzerinde olumsuz etkiler görülebilir. Çünkü nodüllerin üzerinde veya yakınında yüksek tuz konsantrasyonu varsa bu olumsuz etki gerçekleşecektir. Su stresine bağlı olarak bakteroidin solunum kapasitesinin azalması sonucunda nodüllerin sitosolik (cytosolic) protein içeriğinde azalma olacak özellikle de leghemoglobin içeriği azalacaktır.

Aşırı su da azot fiksasyonu üzerine özellikle olumsuz etki yapmaktadır. Nodülün yüzeyinde suyun ince bir tabaka halinde bulunması oksijenin diffüzyonunu düşürecek ve büyük olasılıkla buna bağlı olarak N_2 -fiksasyonunda önemli azalmalar görülecektir. Kök bölgesinden suyun uzaklaşmasının olduğu şartlarda karbondioksit oluşumu artacaktır ve bu nedenle oluşan yüksek CO_2 konsantrasyonlarında nodül oluşumu engellenmiş olacaktır (BORDELEAU ve PREVOST, 1994).

USLU (1996), laboratuvar koşullarında yürüttüğü bazı yağ bitkileri (soya, aspir, kenevir, pamuk ve ayçiçeği) tohumlarının çimlenmeleri sırasında absorbe ettikleri nem miktarını belirlemiştir. 20 °C'ye ayarlı etüvde petri kapları içerisinde su ile nemlendirilmeye bırakılan soya, aspir ve kenevir tohumları 24 saatte sırasıyla % 136,9; % 56,9 ve % 45,0 tohum neminde çimlenirken, pamuk tohumları 48 saatte % 114,47

nem ile ayçiçeği tohumları ise 72 saat içerisinde % 79,18 nem ile çimlenmelerini başlatmışlardır. Araştırma sonucunda soyanın fazla oranda nem alımına neden olarak tohumunun iri olması ve protein oranının yüksek olması belirtilmiştir. Soyada toprak neminin çimlenme için yetersiz olması durumunda çıkışın tehlikeye girebileceği belirtilmiştir.

2.4.4. Sıcaklığın Etkisi

SUMMERFIELD (1975) yapmış olduğu çalışmada, soyanın dane veriminin farklı sıcaklıklardaki ölçümü sonucunda 27 °C'deki kök sıcaklığında dane veriminin 33 °C kök sıcaklığındakinden daha fazla olduğunu belirlemiştir.

HINSON ve HARTWIG (1977)'nin literatür taraması sonucu elde ettikleri bilgilere göre, soya yetiştiriciliğinin optimum düzeyde gerçekleştirilmesinde sıcaklık 27-42 °C arasında bulunmuştur.

Düşük sıcaklıklar hem köklerdeki infeksiyonu geriletmekte hem de nodülasyon ve nitrogenaz aktivitesini azaltıcı yönde etki göstermektedir (WAUGHMAN, 1977).

LINDEMANN ve HAM (1979), Corsoy ve Stelle soya çeşitlerinde rhizosfer sıcaklığının etkisi ile ilgili yaptıkları çalışmada, 25 °C kök sıcaklığındaki bitki ağırlığının 30 °C'dekinden daha yüksek olduğunu kaydetmişlerdir.

Sıcaklık baklagil ve baklagil olmayan bitkilerde transpirasyon, taşınma, fotosentez, ve solunum gibi bitki içindeki metabolik olayları özellikle etkilemektedir. Yüksek sıcaklıklarda fotosentez olayı hızla durmaktadır. Baklagillerde, sıcaklık ekstrem değerlere ulaştığı zaman simbiyotik sistem durmaktadır. Bütün baklagil bitkilerinde yapılan araştırmalarda optimum sıcaklık 15 - 25 °C olarak bulunmuştur (LIE, 1981).

Yonca (*Medicago sativa* L.) ile yapılan bir çalışmada, N₂-fiksasyonunun düşük sıcaklıklardaki durumu incelenmiştir. N₂-fiksasyonu düşük sıcaklıklarda şiddetle durmuştur. Kök sıcaklığı 21 °C olan bir ortam ile 8 °C ve 13 °C'deki ortamlar karşılaştırılmış ve gelişme düzeyinde 8 °C'dekinde % 75; 13 °C'dekinde ise % 24 azalma olduğu görülmüştür (CRALLE ve HEICHEL, 1982).

ALTINTAŞ ve CEBEL (1990)'ın soyada etkin bakteri izolatu saptanması amacıyla farklı bölgelerde yürüttükleri denemelerde 1987 ve 1988 yıllarında Şanlıurfa'da denemenin kurulduğu dönemde aşırı sıcaklar nedeniyle nodülasyon oluşmamış, bu nedenle buradaki denemeler değerlendirilmeye alınmamıştır.

Hava sıcaklığı yanında toprak sıcaklığı da soyanın büyüme ve gelişmesini etkilemektedir. Nodül oluşumu için optimum toprak sıcaklığı 27 °C'dir. Bu sıcaklık derecesinde soya bitkisi ekim işleminden 10-15 gün sonra nodül oluşturmaya başlamaktadır. Toprak sıcaklığı 33 °C'nin üzerine çıktığı zaman nodül oluşumunun durduğu saptanmıştır (ARIOĞLU, 1992).

Soya yazlık bir bitkidir, yetiştirilme süresi boyunca 2400-3600 °C sıcaklık toplamına gereksinim duymaktadır. Bu süre içerisinde düşük ve yüksek sıcaklıktan zarar görmektedir. Soyada fotosentez için optimum hava sıcaklığı 20-25 °C'dir, sıcaklık 30 °C'nin üzerine çıktığında fotosentez olumsuz yönde etkilenmektedir (İŞLER, 1992).

KISHINEVSKY ve ark. (1992) üç farklı *Bradyrhizobium* izolatu (280A, 2209A ve 32H1) ile yerfıstığında (*Arachis hypogaea* L.) farklı sıcaklıklarda nodül oluşumuyla ilgili sera koşullarında yaptıkları çalışmada, kök sıcaklığının N₂-fiksasyonu ve bitki gelişmesi üzerine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. İki yerfıstığı çeşidine (Virginia cv. NC7 ve Spanish cv. Pronto) 30 °C, 37 °C ve 40 °C olarak ayarlanan ortamlarda aşılama yapılmıştır. Nodül oluşumu ve N₂-fiksasyonu şiddetli bir şekilde etki altında kalmış fakat

çeşit ve sıcaklık arasında interaksiyon olmadığı bulunmuştur. Kök sıcaklığı 40 °C'de sabit tutulduğunda nodüllerin oluşumu gerçekleşmemiştir. Kök sıcaklığının 30 °C'de sabit kalması durumunda toplam azot, sürgünlerdeki azot içeriği ve bitki kuru ağırlığı en yüksek olarak saptanmıştır. 37 °C'a doğru artan kök sıcaklığı toplam azotu % 49 oranında azaltmış fakat nodül oluşumunda azalma görülmemiştir.

LYNCH ve SMITH (1993) Montreal ve Quebec'de düşük toprak sıcaklığı şartlarında simbiyotik sistemin sağlanması amacıyla farklı soya genotipleri ile *Bradyrhizobium* izolatlarını denemeye almışlardır. Hakkaido'da (Japonya) düşük sıcaklığa sahip topraklardan izole edilmiş 4 ayrı *B. japonicum* izolatları ile aşılama yaparak fide, gelişme ve çiçeklenme dönemlerinde nodülasyon ve biyomasları (biyokütleleri) saptanmıştır. Serin ilkbahar şartlarında dört çeşitten ikisi için simbiyotik aktivite önemli düzeyde yüksek bulunmuş ve bunların gelişme dönemlerinde toplam N₂-fiksasyonu ve dane veriminde yüksek sonuçlar alınmıştır. Bakteriler sıvı besi ortamında üretilirken 15 °C ve 25 °C şeklinde iki sıcaklık uygulaması yapılmış ve H15 ve H30 izolatlarında 25 °C'de en yüksek gelişme oranı saptanmıştır. H15 izolatında 15 °C'deki gelişme oranı 0,024 iken 27 °C'de bu oran 0,040 olarak belirlenmiştir.

Soya, gereksinim duyduğu normal toprak sıcaklığından daha düşük olan sıcaklıklara ve kısa periyotlarda yetiştirilme süresine adaptasyonu zayıf olan bir bitkidir. İyi bir ürün miktarının elde edilmesi için 25 °C ile 30 °C arasında değişen toprak sıcaklığına gereksinim duyulmaktadır (LYNCH ve SMITH, 1993).

Soyada nodülasyon ve azot fiksasyonu 20 -30 °C arasında olmak üzere geniş bir sıcaklık diliminde gerçekleşmektedir. Yükselmiş olan sıcaklıklarda nodül oluşumunun başlaması ve gelişmesi ılıman baklagillerde nodülün strüktrünün ve fonksiyonunun zarar görmesiyle engellenebilir. Kök sistemi, karbonhidratların sağlanması için ana kök üzerinde kılcal köklerin bulunduğu heterotrofik bir organlar topluluğu olarak

düşünülebilir. Yüksek sıcaklıklarda üretilmiş olan kök miktarı düşüktür ve üretilen kökler ince kalır, kılcal kökler ve yan dallarda gelişme olmaz. Bu nedenlerden dolayı da yüksek sıcaklıklarda nodülasyon başlangıcı ve gelişimi engellenebilir. Böylece tropikal baklagillerde N_2 -fiksasyon randımanı temelde etkilenmiş olmaktadır. Bundan başka sıcaklık değişimleri *Rhizobium/Bradyrhizobium* türlerinin rekabet yeteneğini etkilemektedir. Düşük sıcaklıklar ılıman baklagillerde nodül oluşumunu ve azot fiksasyonunu azaltmıştır. Bununla beraber soğuk olan ekstrem şartlarda doğal baklagiller, ılımlı klimalardaki baklagiller ile kıyaslanabilecek düzeyde azot fiksasyonu ve nodül oluşturabilir. Bunun nedeni soğuk şartlara adapte olmuş etkin bir şekilde faaliyet gösteren *Rhizobium/Bradyrhizobium* bakterileri ve konukçu bitkinin her ikisinin birden uyum sağlaması olarak düşünülebilir (BORDELEAU ve PREVOST, 1994).

GRIMM ve ark. (1994) çevre şartlarına bağlı olarak yetiştirilen soyada ürün miktarının saptanması ile ilgili model çalışmaların sonucunda bitkilerde istenilen gelişmenin olabilmesi için optimal toprak sıcaklığının 25-29 °C arasında bulunması gerektiğini belirlemişlerdir.

Sıcaklık genel bitki metabolizmasını etkilediği gibi nodül oluşumu ve N_2 -fiksasyonu üzerine de önemli düzeyde etkide bulunmaktadır. *Rhizobium/Bradyrhizobium*-baklagil simbiyotik sisteminde optimum kök sıcaklığı 28 °C'dir. Düşük sıcaklıklarda ve yüksek sıcaklıklarda bu sistem zarar görmektedir. *Rhizobium/Bradyrhizobium* bakterileri 40 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda etkinliklerini kaybetmektedirler (KIZILOĞLU, 1995).

2.4.5. Toprak Reaksiyonun Etkisi

Hidrojen iyon aktivitesi, toprakta *Rhizobium/Bradyrhizobium*'ların gelişimini ve yaşamını kısıtlayan önemli bir faktördür. Asit koşullar altında yonca nodülleri ve bu nodüllerde gelişebilen *Rhizobium meliloti* izolatları arasında farklılıklar görülmüştür. Toprak asitliğine rağmen toprakta yaşayabilen mikroorganizmaların azot fiksasyonu ve gelişimine bağlı olarak baklagil-*Rhizobium/Bradyrhizobium* ortak yaşamında besin elementlerinin alımında düzensizlikler görülmüştür (LIE, 1981).

Toprak asitliğiyle ilgili olarak farklı bakış açıları doğrultusunda simbiyotik yaşam üzerinde durulmuştur. Bununla ilgili olarak *Rhizobium/Bradyrhizobium*-baklagil ortak yaşamının her fazında farklı etkileşimler olabileceği belirtilmiştir. Bunlar; rhizosferde gelişen ve toprakta yaşayan rhizobial organizmalar üzerine, infeksiyon ve gelişebilmiş nodül üzerine, nodülün fonksiyonu üzerine, konukçu bitkinin gelişimi üzerine etkisi olarak gözönünde bulundurulmuştur. Toprak asitliğine toleransına göre birbirine benzemeyen birçok *Rhizobium/Bradyrhizobium* türleri bilinmektedir. Yavaş gelişen *Bradyrhizobium* türleri genellikle hızlı gelişen (*Rhizobium*'lar) türlerinden özellikle *R. meliloti*'den daha fazla olarak aside tolerans göstermişlerdir (MUNSS ve KEYSER, 1981).

Nodüllerin gelişimi üzerine veya nodülün başlangıç aşamasında (infeksiyon aşamasında) *Rhizobium*'ların gelişimi ve yaşayabilen bakterilerin konukçu bitki üzerinde gelişebilmesi asit topraklarda zor olduğundan bu tip topraklarda nodülasyon azalmaktadır (ALVA ve ark., 1987).

Asit topraklarda (pH <5,0) sadece ağır metallerin aktivitesinde bir artış olduğu görülmektedir. Kalsiyum alımının durdurulmasıyla, düşük kalsiyum etkisi ve alınabilir

alüminyumun varlığı halinde kök gelişiminin önlenmesiyle direkt veya indirekt olarak nodülasyon durdurulmuş olmaktadır (BELL ve EDWARDS, 1987).

Toprakta alüminyum düzeyinin artmasıyla ve alınabilir kalsiyum miktarının düşmesiyle nodül sayısında azalma meydana gelmiştir. Alüminyum, simbiyotik yaşamlı *Rhizobium*'ların gelişimine etkili bir şekilde stres durumu yaratmıştır. Hızlı gelişen *Rhizobium*'lar, yavaş gelişen *Bradyrhizobium*'lardan daha az olarak alüminyuma tolerans göstermişlerdir. Alüminyum sadece bitkilere zararlı olmakla kalmamış aynı zamanda nodülasyonu engelleyerek geciktirmiştir (TAYLOR ve ark., 1990).

Soyada verim ve nodül oluşumunun yüksek düzeyde olabilmesi için toprak pH'sının 6,2-6,8 arasında olması gerekmektedir. Düşük pH derecelerinde nodül oluşumu için gerekli olan molibdenin alınımı azalır, alüminyum ve mangan gibi elementler de bitkiye toksik etkide bulunabilir. Toprak reaksiyonun yüksek olması halinde ise demir, bakır ve çinko eksikliği bitkide kendini göstermektedir. Soya ekimi yapılacak toprak fazla asitli ise ekimde üre, amonyum sülfat, süperfosfat ve benzeri gübreler kullanılmamalı veya bakteri aşılması sırasında belirli ölçüde sönmüş kireç (toz halinde) karıştırılması gerekmektedir. Çünkü asitli ortamda nodül oluşumu gecikmekte veya durmaktadır (ARIOĞLU, 1992).

Baklada yapılan bir araştırma sonucunda nodülasyonun, pH'nın 6,0'ya düşmesi durumunda azaldığı belirlenmiştir (TANG ve ROBSON, 1993).

Yüksek derecede asit topraklarda (pH <4,0), çoğunlukla düşük P, Ca, Mo düzeyleri ve yüksek düzeyde alüminyum ve mangan içermesi nedeniyle toksik etki oluşacaktır. Bu nedenle toprak asitliğinin , nodülasyon, bitki gelişimi ve azot fiksasyonu üzerine daha yüksek düzeyde olumsuz etkisi ortaya çıkacaktır. Yüksek alkalın topraklarda (pH >8,0) sodyumklorür, bikarbonat ve bor yüksek derecede tuzlulukla

birleştigi zaman azot fiksasyonunda azalma eğilimi görülecektir (BORDELEAU ve PREVOST, 1994).

VAN ROSSUM ve ark. (1994) tarafından Zimbabwe'de sera koşullarında yerfistiğine *Bradyrhizobium* bakterileri aşılansarak bu simbiyotik sisteme toprak asitliğinin etkisi araştırılmıştır. Toprakların pH'ları 5,0-6,5 düzeyinde tutulmuş bu durumda nodül oluşumu artmışken, bitki kuru ağırlığında ve yapraklarda yapılan ölçümlere bakıldığında toprak asitliğinin bitki gelişimine olumsuz etki yaptığı görülmüştür. Yerfistiğinin iki İspanya genotipi (Falcon ve Plover) pH 7'de (nötr) aynı derecede performans göstermiş, fakat bunlardan Falcon çeşidi asidik koşullara daha tolerans göstermiştir. Toprak asitliğinin artması durumunda alüminyum ve manganın toksik etkisinin arttığı görülmüştür.

Rhizobium/Bradyrhizobium'ların gelişmesi için en uygun pH 6,8 olarak belirlenmiştir. *Rhizobium/Bradyrhizobium* bakterilerinin gelişmeleri için pH 4,0-8,5 arasında değişiklik göstermektedir, pH aralığının geniş olması bunların farklı ortamlarda kullanımını olası hale getirmektedir (KIZILOĞLU, 1995).

2.5. Bakteri Aşılmasının Soya ve Diğer Baklagillerde

Nodülasyon, N₂-Fiksasyonu ve Verime Etkisi

DUBE (1976) Hindistan'da yapmış olduğu araştırmada daha önce hiç soya ekilmemiş, yani *B. japonicum* bakterileri bulunmayan ortamda tohumları aşılanmış, birinci yıl ürün miktarı % 27-84 oranında ikinci yıl ise % 41-92 oranında artış göstermiştir. Aynı araştırmacı yapılan aşılama materyalinin iyi kalitede olmadığı durumda nodülasyonun geciktiğini ve verimin azaldığını saptamıştır.

HAM ve ark. (1976) Amerika'da daha önce soya ekilmiş ve toprağında doğal olarak *Bradyrhizobium japonicum* bakterileri bulunan dört ayrı bölgede yaptıkları deneme sonucunda aşılamının verim ve danenin protein içeriğinde önemli bir farklılık oluşturmadığını saptamışlardır.

GÜRBÜZER (1978)'in yaptığı tarla denemelerinde dört ayrı yerde 17 bakteri izolatu kullanılarak soya bitkisi ekilmiştir. Ekimden önce deneme alanlarına 8-10 kg P_2O_5 /da ve 8-10 kg K_2O /da dozlarında gübreleme yapılmıştır. Azotlu kontrol parsellerine ekim sırasında dekara 4 kg N dozuyla NH_4NO_3 uygulanmıştır. Azotlu ve azotsuz kontrol parsellerinde tohumlara bakteri aşılması yapılmadan ekilmiş, aşıli konularda ise bakterilerin tohumla aşılması suretiyle ekim yapılmıştır. Karapınar'da (Konya) kurulan denemelerde 1809 nolu *B. japonicum* bakteri izolatu, verimi % 158; Karadaniz Bölgesi'nde 7 ve 12 nolu izolatlar ise % 73-130 oranında artırmışlardır. Dekara 4 kg N verilen azotlu kontrol konularında ise ancak % 0-39 kadar bir artış olmuştur. Yukarıda belirtilen bakteri izolatlarıyla aşılama yapılması dekara 1,78-4,61 kg arasında değişen miktarlarda azot kazancı sağlamıştır.

Fransa'da yapılan araştırmalar sonucunda nodüllerdeki *B. japonicum* bakterileri tarafından atmosfer azotunun fiksasyonu ile bitkilerin azotla beslenme gereksinimlerinin sağlandığı, ancak nodül oluşumunun gerçekleşmesi için ve bu dönem içerisinde azot gereksiniminin sağlanması amacıyla 3-4 kg/da dozunda N verilmesi önerilmiştir. Uygulanacak fosfor dozu 6-8 kg P_2O_5 /da, potasyum dozu ise 10-15 kg K_2O /da olarak belirtilmiştir (GROS, 1979).

NELSON (1984) soyanın maksimum teorik veriminin 1100 kg/da olarak hesaplandığını ve pek çok ülkede maksimum verime ulaşmak için çalışmalar yapıldığını belirtmiştir. Genel olarak hedefin 670 kg/da düzeyinde olduğu belirlenmiştir. New Jersey'de uygun gübreleme, en yeni çeşitler, böceklerle karşı savaşım, tohum

ilaçlaması, dar sıra aralığı ve sulama yapılarak 670 kg/da verim değerine ulaşıldığı belirtilmiştir.

HİJAZI ve KAHNT (1985) sera koşullarında 11 adet *B. japonicum* izolatının etkisini Gieso soya çeşidi üzerinde farklı aşılama şartlarında denemişlerdir. Ayrıca en verimli soya çeşitlerinden ikisi olan Gieso ve Altona çeşitlerine bakla oluşum döneminde 0; 50 ve 100 kg N/ha (mineral azot) uygulayarak tarla denemeleri yürütmüşlerdir. Farklı azot fikse etme yeteneğinde olan izolatlar 160 ile 320 mg N/bitki düzeyine kadar azot fikse etmişlerdir. Tarla şartlarında bakterilerin etkisi % 34 düzeyinde bulunmuş, bu sonuç seradaki sonuçlardan daha düşük bir değer olarak kaydedilmiştir. Bakla oluşum dönemindeki azot uygulaması ürün veriminde 1294; 1829 ve 1993 kg/ha düzeyinde 0; 50 ve 100 kg N/ha uygulamalarına karşılık gelecek şekilde bulunmuş, aynı zamanda azot uygulamalarındaki benzer sıraya göre tohumlarda azot birikimi 52; 80 ve 91 kg/ha düzeyinde gerçekleştiği saptanmıştır. *Bradyrhizobium* aşılması ile geç azot uygulamasının birlikte işleme konulmasıyla daha önce soya ekilmemiş alanlarda birinci yıl en iyi sonuç alındığı belirlenmiştir.

ERSİN (1986) Ege Bölgesi koşullarında, ikinci ürün soyada 6 adet *B. japonicum* bakteri izolatı etkinliğini tarla denemeleriyle araştırmış ve sonuç olarak Fr+11 ve Fr+11+1809 karma bakteri izolatlarıyla en fazla ürün artışı sağlandığını belirlemiştir. Kontrol uygulamasında 128 kg/da, karma bakteri uygulamasında 285 kg/da ve azot uygulanmış bakteri aşılamaında 239 kg/da düzeyinde dane verimi elde edilmiştir. Bakteri aşılama uygulamalarda danedeki total azot içeriği % 5,91 olmak üzere diğer uygulamalardan yüksek bulunmuştur.

TELLAWI ve ark. (1986)'nın yaptıkları çalışmada beş nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşidine (Jordan, ILC72, ILC484, C235 ve ILC1272) üç *Rhizobium* izolatı (3889, CP56 ve IC26) aşılayarak nodülasyon ve dane verimini araştırmışlardır. Test edilen bütün

genotipler için dane veriminde önemli düzeydeki artışlar *Rhizobium* aşılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Aşısız kontrole göre dane verimindeki artış oranı aşılamayla yaklaşık % 10 düzeyinde olmuştur. Aşılama sonucunda nodül sayısı, nodül ağırlığı ve bitkinin azotla beslenmesinde de artış olduğu saptanmıştır.

CIAFARDINI ve BARBIERI (1987) yerli *B. japonicum* bakterileri olmayan killi topraklarda soya tohumuna veya toprağa bakteri aşılması yapmışlardır. Bu şekilde başlıca birincil kökün üzerinde ve ikincil kökün başlangıç kısımlarında nodüllerin daha da yaygın olarak bulunduğunu belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar siltli killi tın toprakta soyanın nodülasyonunun arttığı sonucuna varmışlardır. Çalışmada *B. japonicumun*'un USDA 122 izolatı kullanılarak aşılama yapılmıştır. Uygulamalar, direkt tohumla aşılama, kontrollü koşullar altında tohumla aşılama ve kontrol olmak üzere üç şekilde yapılmıştır. Denemede iki soya çeşidi (Evans ve Swift) kullanılmıştır. Nodüllerin ortaya çıkmasından sonra bitki aksamalarının geliştiği dönemde nitrojenaz enzim aktivitesinde artış görülmüş ve azot fiksasyonu kontrollü koşullar altında tohumla aşılama yönteminde daha yüksek düzeyde olmuştur. Tohumların protein içeriğinde kontrol uygulamasına göre Evans çeşidinde % 6,7; Swift çeşidinde ise % 16,0'lık bir artış görülmüştür. Hektara dane veriminde ise Evans çeşidinde % 16,1; Swift çeşidinde % 10,5'lik bir artış olduğu kaydedilmiştir.

HELALOĞLU (1987) Harran Ovası toprak ve iklim koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilebilecek yüksek verimli soya çeşitlerinin saptanması amacıyla yürüttüğü çalışmada Crawford, Beason, Mitchell, Clark, Corsoy, Hodgson, Calland, Chipewa, Amsoy-71, Cutler-71 ve Williams çeşitlerini kullanmıştır. Soya tohumlarına *B. japonicum* bakterileri aşılayarak 3 kg N/da ve 10 kg P₂O₅/da dozlarında gübreleme yapmıştır. Araştırma sonucunda en yüksek dane verimi 252,6 kg/da ile Mitchell, ikinci olarak 240,8 kg/da ile Calland ve üçüncü olarak 234,3 kg/da ile Crawford çeşitlerinden elde edilmiştir.

HOWLE ve ark. (1987) Güney Karolina'da *B. japonicum*'un USDA 110 izolatını 6 çeşit soyaya (Bossier, Bragg, Coker 237, Govan, Ransom ve Wrigth) aşılamlıdır. Hasat döneminde dane verimi, üst aksam kuru ağırlığı belirlenmiş, ayrıca bitki başına nodül ağırlığı ve sayısı, bitki ve danede azot içeriği saptanmıştır. Bitkilerde azot içeriği % 2,5 - 2,8; bitki başına üst aksam kuru ağırlığı 34,9 - 47,1 gram; bitki başına nodül sayısı 51 - 90 adet; bitki başına nodül ağırlığı 120-247 mg ve danede azot içeriğinin ise % 6,5 - 6,8 arasında olduğu belirlenmiştir.

RENNIE ve DUBETZ (1987), Kuzey Kanada'da bazı baklagillerle fikse edilen azot miktarını saptamak amacıyla yürüttükleri çalışmada bakla, bezelye, nohut ve mercimekte fikse edilen azot miktarı sırasıyla 21,6 kg N/da, 18,5 kg N/da, 17,6 kg N/da ve 8,4 kg N/da olarak bulunmuştur. Buna ilave olarak fikse edilen azot miktarının kullanılan toplam azot miktarına oranı ise baklada % 85, nohutta % 82, bezelyede % 79 ve mercimekte % 67 şeklinde belirlenmiştir.

HERRIDGE ve BETTS (1988) soya genotiplerindeki gelişme ve azot fiksasyonu ile yaptıkları araştırmalarda 2,5 mM NO_3^- 'in varlığı durumunda yüksek simbiyotik aktivite sağlamak amacıyla cam sera koşullarında iki yıl içerisinde seleksiyon sonucu 32 çeşit seçmişlerdir. NO_3^- 'a toleranslı 32 soya genotipi ve diğer 8 genotip (üçü ticari çeşit, beş tanesi fiksasyon gerçekleştirmeyen çeşitler) *B. japonicum* bakterilerinden CB 1809 izolatıyla aşılansarak 0-120 cm derinliğe ve 260 kg/ha düzeyinde azot içeriğine sahip bir toprakta denemeye alınmışlardır. Azot fiksasyonu bitki gelişimi ve nodülasyon dikkate alınarak değerlendirme yapılmıştır. Korean orijinli genotiplerden dördü (466, 468, 469 ve 464) en yüksek düzeyde simbiyotik aktivite göstermişler, diğer 28 toleranslı genotipin tarla şartlarında yetersiz nodül oluşturduğu, aynı zamanda Bragg ve Elf ticari çeşitlerinin ikisine eşit düzeyde N_2 -fiksasyonu gerçekleştirdikleri görülmüştür.

KUCEY ve ark. (1988) Thai topraklarında N_2 -fiksasyonunda kullanılan *B. japonicum* izolatlarının belirlenmesi amacıyla kontrollu koşullarda ve tarla şartlarında denemeler yürütmüşlerdir. ^{15}N yöntemiyle yapılan ölçümlerle bakteri çeşitlerine bağlı olarak 32-161 kg N/ha düzeylerinde N_2 -fiksasyonu gerçekleştirdiği belirlenmiştir. Bu çalışma ile aynı zamanda etkili *B. japonicum* izolatlarıyla soyanın aşılmasının fiksasyon sırasında bitkilerin azot alımını da dikkati çeker düzeyde artırdığı görülmüştür.

MUNYINDA ve ark. (1988), yaptıkları çalışmada Zambia'da temel olarak soyanın azot fiksasyonunu saptamada fiksasyon yapmayanları kesin olarak seçip bir karşılaştırma yapmışlardır. Nodül oluşturmayan iki soya çeşidi Clark Rj1 ve N77 ayrıca bunların olmadığı durumda mavi zenci darı (*Panicum glaucum* L.) kullanılarak kıyaslamışlardır. Deneysel şartlarda *B. japonicum* ile N_2 -fiksasyonu sağlayabilen bölgesel üç çeşitten [*Glycine max* L. cv. Magoye] çeşidi en yüksek N_2 -fiksasyonunu gerçekleştirmiştir. Bu çeşidin atmosferden sağladığı azotun % 65-70 düzeyinde olduğu belirlenmiştir.

MARTENSSON ve ark. (1989) tarafından birbirleriyle rekabet edebilen üç farklı *B. japonicum* (E104, E109, E110) izolatlarının farklı azot (0; 5; 10 gr N/m^2) gübrelemesiyle soyadaki nodül oluşumuna etkisi araştırılmıştır. Nodülasyon aşamasında bitki kuru ağırlığı 10 gr N/m^2 uygulamasında E110 izolatı ve E109+E110 izolatları karışımında düşük bulunmuştur. E104 izolatı tek başına yada E109 izolatıyla karışık uygulandığında kuru madde üretiminin arttığı görülmüştür. E110 izolatının ikili uygulamalarında E104 ile nodülasyonunda enfeksiyon gerçekleşirken, E109 izolatıyla enfeksiyonun gerçekleşmediği görülmüştür. E104 izolatındaki nodül oluşumunun E109 izolatından daha fazla olduğu belirlenmiştir.

ALTINTAŞ ve CEBEL (1990) yurtiçi ve yurtdışından değişik üretim merkezlerinden sağlanan *B. japonicum* bakteri izolatlarını kullanarak soyada verime,

danede azot içeriğine ve dane ile topraktan kaldırılan azot miktarına etkilerini belirlemek amacıyla Menemen, Sarayköy, Tarsus ve Şanlıurfa'da denemeler yürütmüşlerdir. Araştırma sonuçlarına göre bakteri izolatlarının nodül oluşumunda etkili oldukları ve buna bağlı olarak ürün miktarları ve azot içeriklerinde artış olduğu belirlenmiştir.

VASILAS ve ark. (1990), yaptıkları çalışmada bazı soya genotiplerinin (LG81-2365, LG81-2300, LG81-2302, LG81-2352, LG81-2332 ve Harosoy) azot fiksasyonunun değerlendirilmesi yapılmıştır. Fikse edilmiş azotun miktarı ve tüm bitki örneklerinin ^{15}N izotop yöntemiyle % fikse edilmiş azot değerleri bulunmuştur. Fikse edilmiş azot miktarı 36-113 kg/ha olarak ve fikse edilmiş azotun % değerleri ise % 17-48 arasında saptanmıştır. Ortaya çıkan farklılıkların genotipik ayrılıklardan dolayı olduğu sonucuna varılmıştır. Genotipik özelliklerin daha çok fikse edilmiş azotun miktarı üzerine etkili olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

ŞENCAN (1991) tarafından ikinci ürün soyanın (Amsoy-71 çeşidi) karma bakteri (Fr+1809) izolatlarıyla aşılama durumu azotlu, fosforlu, potasyumlu gübre gereksiniminin saptanması amacıyla Manisa, İzmir ve Aydın'da denemeler yürütülmüştür. Araştırma sonucunda bakteri aşılmasıyla birlikte 2 kg N/da uygulanmasının ürünü artırdığı ve daha fazla inorganik azotun ürünü artırmada etkisiz olduğu, birinci bitki (ön bitki) buğdaya kalibrasyona dayalı olarak gübreleme yaptıktan sonra arta kalan fosforun (ortalama 6 kg P_2O_5 /da) soyanın fosfor gereksinimini karşılayıp fosforlu gübre uygulamasına gerek kalmadığı ve bölgenin potasyumca zengin topraklarında, uygulanan potasyumlu gübrelerin etkilerinin önemsiz olduğu bulunmuştur.

IŞIK (1992), azotlu ve fosforlu gübre uygulamaları ve bakteri aşılmasıyla üç çeşit nohutta (Seydişehir, Eser-87 ve ILC195/2) dane verimi, ham protein oranları ve bin dane ağırlığı gibi karakteristik özellikler üzerinde bir çalışma yürütmüştür. Araştırma sonucunda organik madde ve fosfor bakımından fakir topraklarda en yüksek dane verimi

ve kaliteli ürün alabilmek için tohumların mutlaka etkili bir *Rhizobium ciceri* bakteri izolatu ile aşılması ve buna ilave olarak 2 kg N/da ve 7 kg P₂O₅/da dozlarında gübre uygulaması gerektiği belirtilmiştir.

MAYHEW ve CAVINESS (1994) tarafından yürütülen araştırma Arkansas Eyaleti'nde üç ayrı bölgede sulamanın olmadığı şartlarda Nisan ayının başlarında olgunlaşma grubu III ve IV olan soya genotiplerinin dane verimi ve tohum kalitesinin ölçülmesi amacıyla yapılmıştır. III. grupta ortalama 1816, IV. grupta ortalama 1992 kg/ha olarak ürün miktarı saptanmıştır. III. grubun Williams-82 çeşidi 2072 kg/ha ile en yüksek verimi sağlamış, IV. grubun Competitor çeşidi ise 2110 kg/ha ürün verimiyle en yüksek sonucu vermiştir. Tohum çimlenme yüzdeleri III. grup için ortalama olarak % 32, IV. grup için ise % 39 olarak belirlenmiştir. Düşük düzeyde tohum çimlenmesinin *Phomopsis longicolla* T.W. Holls infeksiyonundan dolayı olduğu sonucuna varılmıştır.

NAZIH ve WEAVER (1994) *Rhizobium* bakteri sayıları ile baklagillerde buna bağlı olan nodülasyonun aralarındaki ilişkinin pratikte önemini düşünerek bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada ok yapraklı yonca (*Trifolium vesiculosum* Savi.) ve kırmızı üçgülün (*T. incarnatum* L.) nodülasyonu üzerinde *Rhizobium leguminosarum* biovar. *trifolii* bakteri sayılarının kontrollu koşullar altında etkisini belirlemek amacıyla denemeler yürütmüşlerdir. Tohum başına 1000'in üzerinde *Rhizobium* bakterisi olduğunda bitkinin ana kökü (kazık kök) üzerindeki nodülasyon artışının çok iyi düzeyde olmadığı görülmüştür. Buna rağmen tohum başına 100 000 düzeyinde *Rhizobium* olduğunda ana kökün üzerinde ve ana kökten çıkan yan dalların ana köke yakın kısımlarında bile nodüllerin geliştiği görülmüştür. Bir günden daha az olan sürelerde aşılama gecikmelerinde bile nodül oluşumunu gerçekleştirecek infeksiyon işleminde problemler çıktığı saptanmıştır. Ayrıca büyük bitkilerin fide döneminde daha iyi nodül oluşumu sağladığı belirlenmiştir.

VAN ROSSUM ve ark. (1994)'nın yapmış oldukları çalışmada toprak asitliği, yerfıstığı çeşitleri ve *Bradyrhizobium* izolatları arasında farklı etki göstermiştir. İki İspanya tipi çeşit (Falcon ve Plever) nötr koşullarda aynı performansı göstermişken, Falcon çeşidi asidik koşullara daha tolerans göstermiştir. Simbiyotik performansın karşılaştırılmasında *Bradyrhizobium* izolatlarından MAR 411 (3G 4b20) asit topraklara karşın nötral topraklarda, MAR 1510 (CB 756) izolatı ise asit topraklarda daha iyi performans göstermiştir. Diğer *Bradyrhizobium* izolatlarının simbiyotik performanslarının karşılaştırılmasında MAR 253, MAR 967 ve MAR 1506'nın asidik şartlarda inaktif halde olduğu görülmüştür. N₂-fiksasyonunda toprak asitleşmesi gerçekleşirken yerfıstığında nitrat gübrelemesi yapılması toprak alkalileşmesinin başlangıcını ortaya çıkardığı görülmüştür.

CEBEL ve HAKTANIR (1995) Amsoy-71 soya çeşidiyle yapmış oldukları tarla denemesinde nodül oluşturmada rekabet gücü ve azot fiksasyon yeteneği yüksek olan dört bakteri izolatı ile azotsuz ve aşısız (kontrol) ve 5 kg N/da uygulamalarına yer verilmiştir. *B. japonicum* bakteri izolatları tek olarak pıt (peat) ile karıştırılarak tohumla bulaştırılmıştır. Ekimden iki ay sonra yapılan nodül kontrolünde, bitki başına nodül sayısı ve kuru ağırlıkları, dane verimleri, danelerin toplam azot içerikleri ve her bakteri izolatının nodül oluşturma yüzdesi gibi veriler değerlendirilmiştir. Tüm veriler gözönünde tutulduğunda başta TAL 102 olmak üzere TAL 379 ve TAL 377 bakteri izolatlarının ülkemizde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

GÖK ve ark. (1995)'nin yaptıkları bir araştırmada bazı baklagil yeşil gübre bitkilerinin kontrol toprağına oranla toprağı kazandırdıkları azot miktarının bitki ve uygulama şekline göre 7,5- 13,0 kg N/da arasında değiştiğini saptamışlardır.

GÖK ve YALI (1995) tarafından değişik *B. japonicum* izolatlarının (So11, So56, 110, 1809) farklı soya çeşitlerinde (A3427, A3733, A3935, S4240) tarla

koşullarında dane verimi, nodülasyon, N_2 -fiksasyonu ve bitkilerce topraktan N alımı üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Bakteriyel aşılamanın kontrol (aşısız) uygulamasına oranla araştırılan özellikleri genelde olumlu yönde etkilediği ve bakteri aşılamanın uygulamalarla kontrol uygulaması arasındaki farkın önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Aşılamada kullanılan bakteri izolatlarının etkinliğinin, araştırılan özelliğe ve kullanılan soya çeşidine göre de farklılık gösterdiği görülmüştür. Aşılamada kullanılan bakterilerden dane verimi yönünden 1809, nodül, kök üstü ve danede % azot yönünden So56 ve 1809, bitki başına nodül sayısı ve ortalama nodül ağırlığı yönünden de So11 ve 110 nolu bakteri izolatları farklı çeşitlerde en fazla etkinlik göstermişlerdir. Aşılamada kullanılan bakteri izolatlarıyla soya çeşitlerinin birlikte değerlendirilmesinde, dane verimi ve danede azot içeriği yönünden 1809 nolu izolat ile aşılamanın S4240 soya çeşidinin Çukurova Bölgesi koşulları için, değişik ekolojik koşullarda yapılması gerekli denemelerin de kesin sonuçları alınıncaya kadar geçici olarak önerilebileceği sonucu ortaya çıkmıştır.

ONAC ve GÖK (1995) soyada simbiyotik olarak azot bağlayan etkin *B. japonicum* izolatlarının tarla koşullarında N_2 -fiksasyon etkinliklerinin araştırılması amacıyla yürüttükleri çalışmada, A3127 ve Sa88 soya çeşitlerine değişik bakteri izolatları (So11, So56, 110, 1755, 1756, 1809, 30131, ON1, ON2 ve ON3) aşılamanın dane verimi, kuru madde oluşumu, nodülasyon, bitkinin kök , köküstü, nodül ve dane aksamlarındaki azot düzeyleri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda bakteri ile aşılamanın kontrol varyantlarına oranla dane verimi, N_2 -fiksasyonu, kuru madde oluşumu ve nodülasyonu olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Araştırılan özellikler yönünden bakteri izolatlarının ve soya çeşitlerinin birbirinden farklılık gösterdikleri saptanmıştır. Nodül sayısı ve nodül ağırlığı yönünden 1756 ve 1809; danede ve nodülde % azot yönünden 30131; dane verimi yönünden 1756; toplam kuru madde oluşumu yönünden de 1809 nolu bakteri izolatları en etkin bulunmuşlardır. Ayrıca % azot ve dane verimi yönünden bakteri izolatları arasındaki farklılık önemli bulunurken, diğer özellikler yönünden de

bakteri-çesit interaksiyonu oldukça önemli bulunmuştur. Çukurova Bölgesi'nden izole edilmiş olan ON1, ON2 ve ON3 bakteri izolatlarının diğerlerine göre etkin olmadığı sonucuna varılmıştır.

TAN ve SERİN (1995) adi fiğ (*Vicia sativa* L.) üzerinde aşılama yaparak farklı azot dozlarının (0; 1,5; 3,0; 4,5; ve 6,0 kg N/da) ot, tohum, sap ve ham protein verimleri ile otun protein oranına ve bitkilerdeki nodül sayısına etkilerini araştırmışlardır. Aşılama yapıldığında en yüksek kuru ot verimi (410,9 kg/da) ve en yüksek ham protein oranı (% 21,62) dekara 3 kg N uygulaması ile alınmıştır. En yüksek dane verimi (224,9 kg/da), aşısız 1,5 kg N/da uygulaması ile elde edilmiştir. Nodül sayısı 4,5 kg N/da dozunda en yüksek (27 adet) olarak saptanmıştır.

KIZILOĞLU (1996), Erzurum tarla koşullarında yüksek düzeyde azot fikse etme yeteneği olan *R. leguminsarum* çeşitlerinin (M2426, M90, M8, M9, M10, M11, M13, F15) adi fiğe (*Vicia sativa* L.) aşılama ile ürün verimi ve protein içeriği artırılmıştır. Bütün uygulamalarda, başlangıçta 5 kg N/da gübre verilmiştir. Ürün veriminde M2426, M11, M13 izolatları; protein içeriğinde ise M2426, M8, M9, M11 ve F15 izolatları en etkili bulunmuştur. Bu sonuçlara göre hem ürün verimi hemde protein içeriği yönünden en etkili çeşit M2426 ve M11 olarak saptanmış ve Erzurum yöresinde önerilmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Yerinin Tanımı

Bu çalışma Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında yürütülmüştür.

Denemenin kurulduğu alan İkizce serisi toprakları içerisinde olup, tüm profil kireçli ve bünyesi kildir (DİNÇ ve ark., 1988).

3.1.2. Deneme Toprağının Bazı Özellikleri

Deneme alanından 0-30 cm'den alınan toprak örneklerinin bazı analiz sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Özellikler	1993	1994	1995
pH 1:1 (H ₂ O)	7,03	7,07	7,04
Total tuz %	0,040	0,052	0,045
Kum	11,48	10,57	11,13
Silt	31,75	32,03	31,83
Kil	56,77	57,40	57,04
Tekstür	Kil (C)	Kil (C)	Kil (C)
Kireç %	27,79	28,02	27,51
Yaravışlı P (P ₂ O ₅ kg/da)	6,41	6,35	6,29
Yaravışlı K (ppm)	560	540	555
Doygunluk %	55	58	56
KDK me/100 gr.	46	45	46
Organik madde %	0,97	0,94	0,96
Total N %	0,06	0,06	0,07
N (NO ₃) (ppm)	16,37	17,02	16,86
N (NH ₄) (ppm)	5,38	5,53	5,62

3.1.3. Araştırma Yerinin Bazı İklim Özellikleri

Araştırma alanına ait iklim verileri Şanlıurfa Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden alınmış olup, 1993, 1994 ve 1995 yıllarına ait bazı değerler Çizelge 7.'de verilmiştir.

Çizelge 7. Şanlıurfa Meteoroloji Bölge Müdürlüğü 1993-94-95 Yıllarına Ait Bazı İklim Verileri (DMİ,1995)

Meteorolojik elemanlar	Yıllar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık Ort./Top.
Aylık	1993	4,8	4,6	10,2	15,5	19,2	27,0	31,8	31,6	27,6	22,3	10,2	9,2	17,8
Ortalama	1994	8,5	7,6	12,5	19,2	23,5	28,4	31,8	31,4	29,3	21,8	11,8	4,3	19,2
Sıcaklık (°C)	1995	6,9	9,4	12,3	15,7	23,6	28,5	30,9	31,2	26,3	28,8	19,8	10,5	20,3
En	1993	15,2	17,3	24,5	29,4	33,4	40,0	42,9	42,5	38,4	33,5	25,8	19,6	30,2
Yüksek	1994	17,5	18,3	23,4	31,6	38,5	37,5	41,1	42,9	40,2	34,2	25,4	13,5	30,3
Sıcaklık (°C)	1995	15,8	20,4	23,3	28,4	38,6	40,8	41,6	42,5	40,3	32,5	24,0	16,5	30,3
En	1993	2,0	-6,8	1,0	4,0	8,9	15,8	20,1	19,3	16,3	10,0	-0,6	2,1	7,3
Düşük	1994	2,8	-1,7	1,2	8,4	10,5	17,8	21,1	19,0	17,5	13,1	2,8	-5,2	8,9
Sıcaklık (°C)	1995	-2,1	1,3	1,9	4,4	7,4	16,6	20,5	20,2	15,7	10,0	-0,6	-1,1	7,9
Ortalama	1993	67,2	69,0	56,3	59,5	65,7	36,3	31,3	32,6	33,7	35,8	62,0	77,5	57,4
Nisbi	1994	77,2	69,8	61,9	55,0	46,8	33,7	36,3	32,6	34,2	56,4	77,1	81,3	55,2
Nem (%)	1995	83,0	69,2	62,1	61,6	48,8	41,3	41,9	43,3	44,5	42,9	67,4	67,5	56,1
Yağış	1993	117,3	59,9	50,3	42,9	109,7	6,6	0,2	-	-	1,7	53,9	40,5	483,0
Toplamı	1994	147,5	74,1	17,9	29,0	19,0	-	-	-	6,4	45,8	108,5	79,5	527,7
(mm)	1995	62,2	32,3	11,3	43,8	35,6	11,1	-	-	1,3	6,3	61,3	4,0	269,2

Çizelge 7'nin devamı

Meteorolojik elemanlar	Yıllar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık Ort./Top.
Toprak Üstü	1993	-0,8	-1,4	2,0	7,1	11,8	16,0	20,7	21,0	15,3	11,6	3,5	3,1	9,2
Ortalama	1994	3,2	1,4	4,2	9,8	13,4	17,7	20,8	20,9	18,9	13,7	6,8	-1,2	10,8
Sıcaklık (°C)	1995	1,3	1,5	3,3	7,1	12,4	18,5	21,1	19,4	15,8	10,4	3,6	1,1	9,6
5 cm Ortalama	1993	5,3	5,9	11,6	18,5	22,1	31,1	35,2	36,8	31,8	24,7	10,7	9,0	20,2
Toprak	1994	8,7	8,6	14,8	22,2	26,7	32,9	36,5	35,3	31,1	22,1	12,6	5,2	21,4
Sıcaklığı (°C)	1995	7,5	9,8	14,3	18,5	26,5	32,5	33,7	34,8	29,1	21,6	11,0	7,6	20,6
10cm Ortalama	1993	5,5	6,1	12,4	18,3	21,5	29,0	33,3	35,0	30,9	24,5	11,6	9,4	19,8
Toprak	1994	8,9	8,7	14,3	21,6	25,7	30,8	34,4	33,9	30,5	22,2	13,4	5,9	20,9
Sıcaklığı (°C)	1995	7,7	9,8	14,3	18,2	25,6	31,0	32,5	33,4	28,6	21,4	11,6	7,9	20,2
20cm Ortalama	1993	5,6	6,1	10,8	17,2	20,4	27,2	31,1	31,9	28,8	23,6	12,3	9,6	18,7
Toprak	1994	9,2	8,5	13,5	20,4	24,3	29,7	31,6	31,3	28,8	22,1	13,8	6,6	20,0
Sıcaklığı (°C)	1995	7,6	9,6	13,7	17,3	24,9	30,8	32,6	33,3	28,0	21,9	11,7	8,1	20,0
Toplam	1993	24,8	21,7	46,5	86,8	89,9	148,8	201,5	189,1	148,8	102,3	34,1	15,5	1099,8
Buharlaşma	1994	15,5	21,7	49,6	93,0	117,8	186,0	210,8	198,4	158,1	83,7	21,7	15,5	1367,1
Wilt (mm)	1995	15,0	36,0	49,6	71,3	13,2	167,4	186,0	186,0	148,8	99,2	34,1	21,7	1028,3

3.1.4. Denemede Kullanılan *Bradyrhizobium japonicum* İzolatları ve Soya [*Glycine max* (L.) Merr.] Çeşitleri

Denemede Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Mikrobiyoloji laboratuvarında muhafaza edilmiş olan bakteri izolatları kullanılmıştır. Bunlardan 110, 1755, 1756, 1809 ve 30131 nolu izolatlar yurt dışından, So11 ve So56 nolu izolatlar yurt içinden sağlanmış, ON1, ON2 ve ON3 izolatları ise Çukurova Bölgesi'nin değişik yörelerinden izole edilmiştir (ONAÇ ve GÖK, 1995).

Denemede soya [*Glycine max* (L.) Merr.] çeşidi olarak ise S4240 ve Sa88 kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Eğik (Katı) Besi Ortamının Hazırlanması

Rhizobium spp.'nin üretilmesi için için YMA besi ortamı kullanılmıştır. Bunun için kullanılan besin çözeltisi bileşimi şöyledir: Mannitol 10 gr.; K_2HPO_4 0,5 gr.; KH_2PO_4 0,5 gr.; $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,2 gr.; NaCl 0,1 gr.; $CaCl_2$ 0,02 gr.; NH_4Cl 0,1 gr.; Hefeextract 0,5 gr.; Agar 15 gr.; Fe-seq. 2 ml; Mikroelement 0,5 ml ; H_2O 1000 ml; pH= 7 (JORDAN, 1984).

Ortamın pH'sı HCl ve NaOH ile 7'ye ayarlanmış, ısıtıcılı manyetik karıştırıcıda çözeltideki maddelerin iyice erimesi sağlanmıştır. Daha sonra ağzı kapanabilir tüplere 7'şer ml bu besin çözeltisinden pipet yardımıyla alınmıştır. Tüpün ağzı gevşek olacak şekilde kapatılıp otoklava konulmuş ve 120 °C'de 15 dakika steril edilmiştir. Tüpler otoklavdan çıkarıldıktan sonra kapakları sıkıştırılıp eğik olarak dizilmişlerdir. Bu eğik besi ortamlarının aşılama amacıyla kullanılabilmesi için bir gün beklemek suretiyle mantar kontaminasyonu olup olmadığına bakılmıştır.

3.2.2. Sıvı Besi Ortamının Hazırlanması

Katı besiyer ortamının hazırlanması için gerekli maddeler (agar hariç) tartılmış, hacim saf su ile 1000 ml'ye tamamlanarak pH'sı 7'ye ayarlanmıştır. 100 veya 300 ml'lik erlenlere bu çözeltiden alınıp ağızları pamuk veya alüminyum foli ile kapatılmıştır. Sonra otoklavda 120 °C'de 15 dakika bekletilerek steril edilmiştir. Otoklav kapatılıp soğuması beklenilmiş, daha sonra erlenler çıkartılıp steril odada soğumaya bırakılmıştır. Hemen kullanılmayacak besiyerleri buzdolabında saklanmaya alınmıştır.

3.2.3. Aşılamada Kullanılan *B. japonicum* İzolatlarının Üretilmesi

Tohumların aşılmasında kullanılan izolatlar muhafaza edildikleri besiyer ortamından önce katı (eğik) besiyer ortamına (YMA: Yeast Mannitol Agar) aşılanmış, sonra bunların 28 °C'de 7 gün inkübatörde üremesi sağlanmıştır (RAO, 1980).

3.2.4. Eğik (Katı) Besiyer Ortamına Aşılamanın Yapılması

Bu işlem steril bir odada yapılmıştır. Steril odanın lambası (UV. lamba) bir gece önceden açılmış, çalışma yapılırken söndürülmüştür. Hazırlanmış olan eğik besiyer ortamlarının bulunduğu tüpler ve izolatların bulunduğu tüpler steril odaya alınmış, Buzenbek seti yakılmış, izolatların bulunduğu tüp sol elde olacak şekilde kapağı sağ elle açılmıştır. Bu arada öze iyice alevde tutulmuş sonra içinde besiyer ortamı bulunan ve özeyi soğutmak amacıyla kullanılacak petri kutusuna batırılarak soğutulmuştur. Öze soğuduktan sonra izolat bulunan tüpten canlı bakterilerin (sümüksü bir görünümde ve rengi mat olmayan) olduğu kısımdan öze ile alınmış, alevin yanından özeyi uzaklaştırmadan aşılama yapılacak tüp aynı şekilde sol ele alınmış ve aşılama yapılmıştır. Aşılama yapılırken eğik besiyer ortamının en dip kısmına kadar üzerinde bakteri izolatı bulunan öze uzatılmış, oradan itibaren tüpün ağzına doğru S çizilerek getirilmiştir.

Aşılama yapılırken tüplerin ağzı alevin üzerinde yatık durumda olacak şekilde tutulmuş ve ağzı kapatılmıştır. Tüpün üzerine hangi bakteri izolatu olduğu yazılmıştır. Aşılması yapılan tüpler 28 °C'ye ayarlanmış inkübatöre konulurken kapakları çok hafif tutacak şekilde kapatılmıştır. 7-10 gün beklendikten sonra üremiş durumda olan bakteri izolatları bulunan tüpler inkübatörden alınıp kapakları sıkıca kapatılmış ve kullanılmak üzere buzdolabında saklamaya alınmıştır.

3.2.5. Sıvı Besi Ortamına Aşılamanın Yapılması

Katı besi ortamında bakteri üremiş olan tüplerin üzerine 1 ml steril su konulmuş ve karıştırıcıda iyice karıştırılmış, sonra sıvı besi ortamına tüpün üst kısmında olan sıvı dökülmüştür. Bu işlem birkaç kez tekrarlanmıştır. Aşılama işlemi steril odada Buzenbek alevi yanında yapılmış, tüplerin ve erlenlerin ağzı açıkken alevin yanından uzaklaştırılmamıştır. Sıvı besi ortamına (100 ml veya 300 ml'lik erlenlerde) aşılama yapıldıktan sonra kaplar inkübatöre (ısı ayarlı ve çalkalayıcı) konulmuş 28 °C'de 4 gün süreyle üremenin gerçekleşmesi sağlanmıştır (bakteri konsantrasyonunun 4. gün sonunda 10^9 hücre/ml'ye ulaşması test edilmiştir).

3.2.6. Deneme Toprağının Ekime Hazırlanması

II. Ürün soya ekimi yapıldığında, buğday hasadından sonra pullukla derin sürüm yapılmış, sonra goble disk ve arkasından tapan çekilmiştir. Mibzer ile 70 cm aralıklı olmak koşuluyla sadece çizgi oluşturacak şekilde tohum yatağı hazırlanmıştır.

I. ürün soya ekiminde ise II. üründen farklı olarak herhangi bir hasat gerçekleşmeden aynı işlemler yapılmıştır.

3.2.7. Deneme Planı

Deneme, bölünmüş parseller deneme deseninde ve 3 yinelemeli olarak kurulmuştur. Denemede parsel boyutları 4,20X6,0 m, bloklar arası 2 m, parseller arası 1,5 m, sıralar arası 70 cm ve sıra üzeri 4 cm olacak şekilde düzenleme yapılmıştır. II. ürün olarak 1. ve 2. yıl 12 farklı uygulama So11, So56, 110, 1755, 1756, 1809, 30131, ON1, ON2, ON3, kontrol(+N) ve kontrol(-N), I. ürün olarak ise 6 uygulama So11, 1756, 1809, ON3, kontrol(+N) ve kontrol(-N) yapılmıştır.

3. 2. 8. Tohumlara Aşılamanın Yapılması

Sıvı besi ortamında üremeye alınan bakteri izolatları 4. gün sonunda inkübatörden çıkartılmıştır. Sonra bakteri kültürlerinin bulunduğu bu erlenlere belli oranda (4 kg sıvıya 1 kg şeker) şeker eklenmiş ve şekerin tamamen çözünmesi sağlanmıştır. Daha sonra bu sıvıdan tohumların bulunduğu kaplara tohum başına 100.000 - 1.000.000 adet bakteri olacak şekilde dökülmüş ve kapakları kapatılarak homojen bir şekilde bütün tohumlara sıvı bulaşına kadar çalkalanmıştır. Daha sonra tohumlar temiz bir kağıt üzerine serilerek kurumaya bırakılmış, bu işlemin bir görünümü Şekil 1'de verilmiştir. Bu şekilde ıslak halde olan tohumların ekimden önce çimlenmesi engellenmiştir. Bakterilerin güneşte kalmaması için aşılama işlemi akşam yapılmıştır. Zira güneş ışınları etkisi altında 4 dakikada bakteriler ölmektedir (ARIOĞLU, 1992).



Şekil 1. Aşılamadan Sonra Tohumların Kurutulmasından Bir Görünüm

3.2.9. Ekim İşleminin Yapılması

Aşılaması yapılan tohumlar, önceden parselasyonu yapılmış ve çizgileri (tohum yatağı) çizilmiş olan parsellere elle ekilmiştir. Ekim yapılırken hemen arkasından tohumlar çok derinde kalmayacak şekilde üzeri toprakla kapatılmıştır. Elle ekimde uygulamalar arası bulaşmayı engellemek için her bir bakteri izolatu uygulamasını ayrı kişiler ekmiştir.

3.2.10. Gübreleme İşleminin Yapılması

Bütün parsellere 9 kg P_2O_5 /da dozunda triplesüperfosfat gübresi ekim işleminden hemen önce parsellere elle atılarak tırmıkla toprağa karıştırılmıştır. Aşısız kontrol(+N) uygulamasına 6 kg N/da dozunda, diğer uygulamalara ise 3 kg N/da dozunda üre verilmiştir.

3.2.11. Sulama ve Bakım İşlemlerinin Yapılması

Tohumlar ekildikten hemen sonra sulama yapılmış ve bundan sonraki dönemlerde yaklaşık on günde bir tava sulama yöntemiyle sulanmıştır. Bitkilerde hasat dönemine kadar herhangi bir zararlıya rastlanılmamıştır. Yabancı ot kontrolü amacıyla iki defa çapa yapılmıştır.

3.2.12. Toprak Analizleri

Toprağın bünyesi BOUYOUCOS (1951) tarafından belirlenen esaslara göre hidrometre yöntemi ile yapılmıştır. Kireç tayini Scheibler kalsimetresi ile yapılmıştır (ÇAĞLAR, 1994). Total Tuz, Wheatstone yöntemiyle; pH, Cam elektrotla Beckman pH-metresiyle belirlenmiştir; KDK, Sodyum-asetat yöntemiyle yapılarak Na, Coleman fleyim-fotometresinde tayin edilmiş ve toprağın % doymunluğu belirlenmiştir (U.S. SALINITY LABORATORY STAFF, 1954). Toprakta total azot analizi Kjeldahl yöntemi ile yapılmış; Organik madde, modifiye edilen Lichterfelder yaş yakma yöntemine göre yapılmıştır (SCHLICHTING ve BLUME, 1966). Nitrat, Na-salicylat (FABIG ve ark., 1978), Amonyum ise Nitroprussid (DEUTSCHE EINHEITSVERFAHREN, 1983) yöntemine göre belirlenmiştir. Toprakta fosfor analizi OLSEN ve ark.(1954)'e göre yapılmıştır. Yarayışlı potasyum RICHARDS (1954)'e göre yapılmıştır.

3.2.13. Bitkisel Analizler ve Yapılan Ölçümler

3.2.13.1. Total N Analizi

Bitki aksamlarından dane, kök, köküstü ve nodülde azot içerikleri Kjeldahl yöntemi ile saptanmıştır (BREMNER, 1965).

3.2.13.2. Kuru Madde Oluşumu

Hasat olgunluğu döneminde her bir parselde kenar etkisinden uzak olmak koşuluyla dört ayrı sırada 1 metre uzunluğundaki kısımdan bitkiler bağ makası ile toprak yüzeyinden biçilmiş ve aynı yerden kök örneklerinin de alınması suretiyle dane verimi, kök ve köküstü ağırlıkları (dane hariç) bitki başına ve kg/da olarak saptanmıştır.

3.2.13.3. Nodül Sayısı

Çiçeklenme döneminde her parselde kenar etkisinden uzak dört sıradan 5'er bitki kökü alınmış ve bunların üzerinde bulunan nodüller bir elek üzerinde yıkanmak suretiyle sayımları yapılmış ve bitki başına miktarları saptanmıştır.

3.2.13.4. Nodül Ağırlığı

Kök üzerinde gelişmiş olan nodüller, köklerin bir elek üzerinde yıkanmasıyla burada toplanmıştır. Daha sonra 65 °C'de kurutulmuş, bitki başına ve kg/da olarak ağırlıkları saptanmıştır.

3.2.13.5. Dane verimi

Hasat olgunluğuna gelen bitkiler bağ makası ile toprak yüzeyinden kesilmek suretiyle hasat edilmiştir. Hasat işlemi, her parselde dört ayrı sıradan kenar etkisinden uzak 1 metre uzunluğundaki kısımdan bitkiler alınmış ve kg/da olarak ağırlıkları saptanmıştır.

3.2.14. İstatistiksel Analizler

Bölünmüş parseller deneme deseninde kurulan denemelerde, 1993, 1994 yıllarında nodülasyon gerçekleşmediği için bu yıllara ait verilerin istatistiksel değerlendirilmesi yapılmamış, 1995 yılı verilerinin istatistiksel değerlendirilmesi ise BEK (1983)'e göre MSTATC paket programı yardımıyla yapılmış ve LSD testi uygulanarak gruplandırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Deneme Bitkisi Soyanın Çıkış, Çiçeklenme ve Dane Oluşumu Zamanları

1993 ve 1994 yıllarında II. ürün, 1995 yılında ise I. ürün soya bitkisi ekilerek yürütülen denemelerde soyanın ekim, çıkış, çiçeklenme, dane oluşumu ve hasat zamanları Çizelge 8’de verilmiştir.

Çizelge 8. Deneme Bitkisi soyanın Çıkış, Çiçeklenme, Dane Oluşumu ve Hasat Zamanları

Yıl	Ekim Tarihi	Çıkış	Çiçeklenme	Dane Oluşumu	Hasat
1993	10 Temmuz	17 Temmuz	6 Ağustos	30 Ağustos	29 Ekim
1994	6 Temmuz	11 Temmuz	3 Ağustos	28 Ağustos	26 Ekim
1995	27 Nisan	3 Mayıs	8 Haziran	10 Temmuz	10 Eylül

Denemede kullanılan S4240 ve Sa88 soya çeşitlerinin çıkış, çiçeklenme ve dane oluşumu zamanları arasında önemli bir farklılık görülmemiştir.

Çizelge 8’de görüldüğü gibi çıkış zamanları 1993’te ekimden 7 gün sonra, 1994’te 5 gün sonra, 1995’te ise 6 gün sonra gerçekleşmiştir. 1993 yılında çıkışların daha geç olmasına, deneme toprağının kil içeriğinin yüksek olması ve tava sulama yöntemiyle sulama yapılması sonucu kaymak tabakası oluşumu neden olmuştur.

Çiçeklenme başlangıcı 1993’te çıkıştan 20 gün, 1994’te 23 gün ve 1995’te 36 gün sonra gerçekleşmiştir. I. ürün soyada çiçeklenme II. üründen daha geç başlamıştır.

Dane oluşumu başlangıcı 1993’te çiçeklenmeden 24 gün, 1994’te 25 gün, 1995’te ise 32 gün sonra gerçekleşmiştir. Çiçeklenmede olduğu gibi I. üründe dane oluşumu başlangıcı II. üründen daha geç olarak gerçekleşmiştir.

4.2. Değişik *Bradyrhizobium japonicum* İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Nodülasyona Etkisi

1993 ve 1994 yıllarında II. ürün olarak ekilen soyada nodül oluşumu gerçekleşmemiştir. Bunun nedeni olarak denemenin kurulduğu dönemde yüksek sıcaklıkların olması kabul edilmiştir. Yüksek sıcaklık ve buna bağlı olarak yetersiz nemin nodül oluşumunu olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir (BORDELEAU ve PREVOST, 1994). Buna benzer olarak ALTINTAŞ ve CEBEL (1990)'ın Şanlıurfa'da yürüttükleri çalışmada yüksek sıcaklıktan dolayı nodülasyonun gerçekleşmediği belirlenmiştir. Yapılan araştırmalarda nodülasyon için optimum toprak sıcaklığının 25-30 °C arasında olduğu LYNCH ve SMITH (1993) tarafından belirtilmiştir.

Nodülasyonun gerçekleşmediği 1993 ve 1994 yıllarında II. ürün olarak ekilen soyanın deneme koşullarında toprak sıcaklığının aylık ortalama olarak 35-36 °C'ye (Çizelge 7) kadar ulaştığı, bu sıcaklığın nodül oluşumunu engelleyebileceği kabul edilmiştir.

1995 yılında I. ürün olarak yürütülen denemede nodülasyonun gerçekleştiği saptanmıştır. Denemenin kurulduğu bu dönemde aylık ortalama toprak sıcaklığının 25 °C'ye yakın olduğu (Çizelge 7) belirlenmiş olup, bu sıcaklığın nodül oluşumu için yeterli düzeyde olduğu sonucuna varılmıştır.

4.2.1. Nodül Sayısına Etkisi

I. ürün olarak yürütülen denemede değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılamayla farklı soya çeşitlerinde elde edilen nodül sayılarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 9'da, nodül sayıları ve bunların LSD testine göre gruplandırılması Çizelge 10'da verilmiştir.

Çizelge 9. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinde Nodül Sayılarına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalamaları
Blok	2	1,750
Çeşit	1	4,000
Hata 1	2	3,250
Bakteri	5	624,467**
ÇeşitxBakteri İnt.	5	3,267
Hata 2	20	2,367
Genel	35	

** % 1 düzeyinde önemli

Çizelge 9'da görüldüğü gibi değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılamanın farklı soya çeşitlerinde nodül sayısına etkisinin istatistiksel bakımdan % 1 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır. Değişik bakteri izolatları ile aşılama da soya çeşitleri arasındaki farklılık ve ÇeşitxBakteri interaksiyonu istatistiksel bakımdan önemli bulunmamıştır.

Çizelge 10. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Nodül Sayısına Etkisi (adet/bitki)

Bak. İzolatı.	S4240	Sa88	Ort.
So11	14	14	14 c
1756	15	19	17 b
1809	22	23	23 a
ON3	-	-	-
Knt. +N	-	-	-
Knt. -N	-	-	-
Ort. ^{a)}	17	19	18
LSD (%5)	1,853 (bakteri)		

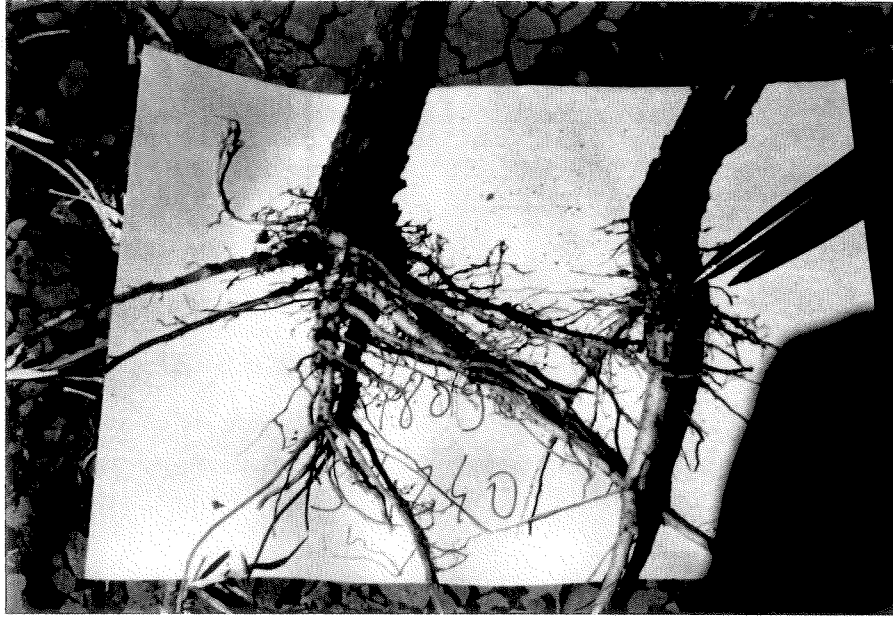
^{a)} Ortalama değerler, sadece nodülasyonun görüldüğü bitkilere aittir.

Çizelge 10'da görüldüğü gibi değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılamalarda oluşan nodül sayıları arasında önemli farklılıklar saptanmıştır. Nodül sayıları bakımından S4240 ve Sa88 soya çeşitleri arasında belirgin farklılık olmadığı belirlenmiştir. Her iki

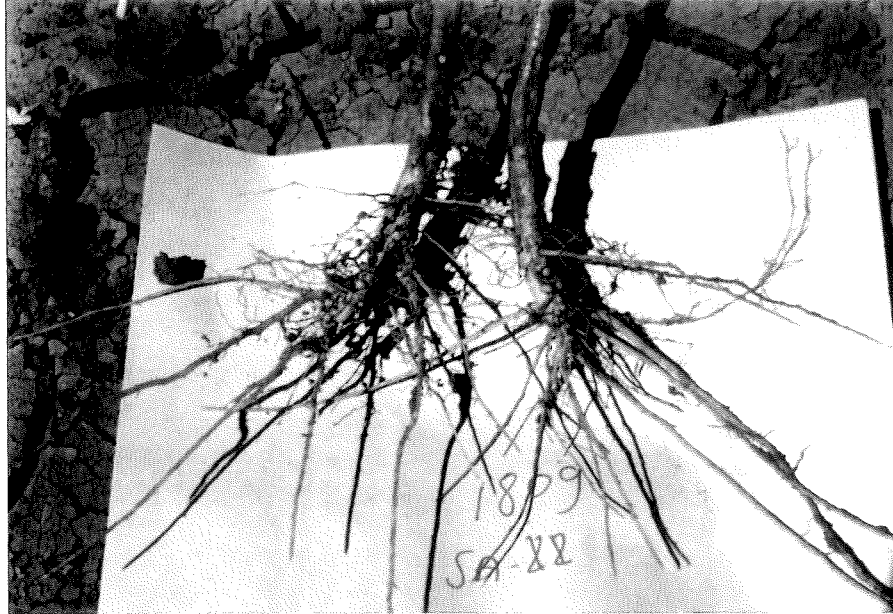
çeşidin nodül sayısı ortalamaları dikkate alındığında 1809 nolu bakteri izolatının 1. derecede, 2. derecede 1756 nolu izolatın ve 3. derecede ise So11 nolu izolatın etkili olduğu saptanmıştır. Çukurova Bölgesi'nden izole edilen ON3 nolu izolatın nodül oluşturmadığı, ayrıca kontrol uygulamalarında da nodülasyonun gerçekleşmediği görülmüştür.

GÖK ve YALI (1995)'in Çukurova Bölgesi'nde yaptıkları araştırmada bitki başına aşısız kontrol uygulamasında en düşük 28 adet, S4240 soya çeşidi ve 110 nolu bakteri izolatı kombinasyonu ile en yüksek 77 adet nodül oluştuğunu saptamışlardır. ONAÇ ve GÖK (1995) Çukurova Bölgesi'nde aşısız kontrol uygulamasında 36 adet nodül/bitki saptamışlar ve aynı araştırmada 1809xSa88 kombinasyonunda 189 adet nodül/bitki belirlemişlerdir. Çukurova Bölgesi'nde daha önceden soya ekimi yapıldığı için toprakta *B. japonicum* bakterileri belirli bir popülasyona ulaşmıştır. Buna karşılık Harran Ovası koşullarında denemenin yürütüldüğü alanda daha önceden soya ekimi ve aşılama yapılmadığı için kontrol uygulamalarında nodül oluşumu görülmemiştir.

Yapılan başka bir araştırmada nodül oluşumu aşısız uygulamada 156 adet nodül/bitki, USDA 110 bakteri izolatı ile 165 adet nodül/bitki olarak belirlenmiştir (LYNCH ve SMITH, 1993). CEBEL ve HAKTANIR (1995)'in yaptıkları araştırmalarda aşılama işlemi sonunda bitki başına 16 ile 48 adet arasında nodül oluştuğunu belirlemişlerdir.



Şekil 2. 1995 Yılında S4240 Soya Çeşidinde 1809 Nolu İzolatla Aşılama Sonucu Oluşan Nodüllerin Görünümü



Şekil 3. 1995 Yılında Sa88 Soya Çeşidinde 1809 Nolu İzolatla Aşılama Sonucu Oluşan Nodüllerin Görünümü

4.2.2. Ortalama Nodül Ağırlığına (mg/nodül) Etkisi

Değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılama sonucunda farklı soya çeşitlerinde belirlenen ortalama nodül ağırlıklarına (mg/nodül) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 11'de, ortalama nodül ağırlıkları ve bunların LSD testine göre gruplandırılması Çizelge 12'de verilmiştir.

Çizelge 11. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinde Ortalama Nodül Ağırlıklarına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalamaları
Blok	2	0,080
Çeşit	1	2,170*
Hata 1	2	0,074
Bakteri	2	1,928**
ÇeşitxBakteri İnt.	2	0,145
Hata 2	8	0,060
Genel	17	

* %5 düzeyinde önemli

** %1 düzeyinde önemli

Çizelge 11'de görüldüğü gibi ortalama nodül ağırlığı dikkate alındığında soya çeşitleri arasındaki farklılıklar istatistiksel bakımdan % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Ortalama nodül ağırlığı bakımından bakteri izolatları arasındaki farklılıkların ise istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Çeşitxbakteri arasındaki interaksiyonun istatistiksel bakımdan önemli olmadığı saptanmıştır.

Çizelge 12. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Ortalama Nodül Ağırlığına Etkisi (mg/nodül)

Bak. İzolatı.	S4240	Sa88	Ort.
So11	5,19	4,85	5,02 b
1756	5,47	4,62	5,04 b
1809	6,46	5,56	6,01 a
Ort.	5,70 a	5,01 b	2,68
LSD (%5)	0,326 (bakteri)		

Çizelge 12’de görüldüğü gibi her iki soya çeşidinde 1809 nolu izolatla en yüksek ortalama nodül ağırlığı değeri belirlenmiştir. LSD testine göre gruplandırmada So11 ve 1756 nolu izolatlar aynı grupta yer almışlardır. Soya çeşitlerindeki ortalama nodül ağırlıkları dikkate alındığında S4240 çeşidinin Sa88 çeşidine göre daha yüksek düzeyde ortalama nodül ağırlığına sahip olduğu belirlenmiştir.

ONAÇ ve GÖK (1995) tarafından Çukurova Bölgesi’nde yürütülen bir araştırmada ortalama nodül ağırlığı olarak en yüksek 11,7 mg/nodül değeriyle So56xA3127 kombinasyonunda sağlanmıştır. Buna karşılık GAP Bölgesi iklim koşulları dikkate alındığında elde edilen araştırma bulgularımızın çok düşük düzeyde sayılabileceği sonucuna varılmıştır.

4.2.3. Bitki Başına Nodül Ağırlığına (mg nodül/bitki) Etkisi

Değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılamayla farklı soya çeşitlerinde bitki başına belirlenen nodül ağırlıklarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 13’te, bitki başına belirlenen nodül ağırlıkları ve bunların LSD testine göre yapılan gruplandırmaları Çizelge 14’te verilmiştir.

Çizelge 13. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılammış Farklı Soya Çeşitlerinde Bitki Başına Nodül Ağırlıklarına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalamaları
Blok	2	287,167
Çeşit	1	180,500
Hata 1	2	92,167
Bakteri	2	6678,500**
ÇeşitxBakteri İnt.	2	177,167
Hata 2	8	155,000
Genel	17	

** % 1 düzeyinde önemli

Çizelge 13'te görüldüğü gibi bitki başına nodül ağırlıklarına göre farklı soya çeşitlerinde bakteri izolatları arasındaki farklılık istatistiksel olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Soya çeşitleri arasındaki farklılıklar ve çeşitxbakteri interaksyonu ise istatistiksel bakımdan önemsiz çıkmıştır.

Çizelge 14. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Bitki Başına Nodül Ağırlığına Etkisi (mg nodül/bitki)

Bak. İzolatı	S4240	Sa88	Ort.
So11	74,33	69,00	71,67 b
1756	83,67	87,67	85,67 b
1809	144,00	126,33	135,17 a
Ort.	100,67	94,50	97,50
LSD (%5)	16,58 (bakteri)		

Çizelge 14'te görüldüğü gibi bitki başına belirlenen nodül ağırlığı bakımından bakteri izolatları arasında önemli bir farklılık belirlenmiştir. Her iki soya çeşidi ortalamasında bitki başına belirlenen nodül ağırlığında 1809 nolu izolat en yüksek değerle 1. sırada, 2. sırada ise 1756 ve So11 nolu izolatlar birlikte yer almışlardır. 1809 nolu izolatla bitki başına elde edilen nodül ağırlığında S4240 çeşidinde Sa88 çeşidine göre % 14'lük bir fazlalık belirlenmiştir.

ONAÇ ve GÖK (1995)'in Çukurova Bölgesi'nde yürüttükleri çalışmada elde ettikleri sonuçlar dikkate alındığında, araştırmada belirlediğimiz sonuçların daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Bölge koşullarında bu sonuçların normal düzeyde olduğu kanısına varılmıştır.

4.2.4. Nodül Ağırlığına (kg/da) Etkisi

Değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılama ile farklı soya çeşitlerinde kg/da olarak elde edilen nodül ağırlıklarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 15'te, kg/da olarak elde edilen nodül ağırlıkları ve bunların LSD testine göre gruplandırılması Çizelge 16'da verilmiştir.

Çizelge 15. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılama ile Farklı Soya Çeşitlerinde kg/da Olarak Nodül Ağırlıklarına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalamaları
Blok	2	0,216
Çeşit	1	0,243
Hata 1	2	0,079
Bakteri	2	4,197**
ÇeşitxBakteri İnt.	2	0,088
Hata 2	8	0,099
Genel	17	

** %1 düzeyinde önemli

Çizelge 15'te görüldüğü gibi kg/da olarak nodül ağırlıklarına göre farklı soya çeşitlerinde değişik bakteri izolatları arasındaki farklılık istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Soya çeşitleri arasındaki farklılıkların ve çeşitxbakteri interaksiyonunun istatistiksel bakımdan önemli olmadığı belirlenmiştir.

Çizelge 16. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Birim Alanda Nodül Ağırlığına Etkisi (kg/da)

Bak. İzolatı.	S4240	Sa88	Ort.
So11	2,05	1,79	1,92 b
1756	2,26	2,28	2,27 b
1809	3,74	3,28	3,51 a
Ort.	2,68	2,45	2,57
LSD (%5)	0,419 (bakteri)		

Çizelge 16'da görüldüğü gibi kg/da olarak belirlenen nodül ağırlıkları dikkate alındığında bakteri izolatları arasında önemli bir farklılık olduğu belirlenmiştir. 1809 nolu izolatla kg/da olarak nodül ağırlığı değeri diğer iki izolattan yüksek bulunmuştur. LSD testi gruplandırılmasında 1756 ve So11 nolu izolatlar ise 2. sırada nodül ağırlığına sahip olarak belirlenmişlerdir.

4.3. Değişik *Bradyrhizobium japonicum* İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde N_2 -Fiksasyonuna Etkisi

Değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılamanın farklı soya çeşitlerinde bitkilerin farklı aksamlarındaki % N içeriklerine ve bitkilerde biriktirilen kg/da cinsinden azot (Nt) miktarlarına etkisi belirlenmiştir.

Araştırmanın yürütüldüğü toprakta bulunan azot miktarının oldukça düşük olarak % 0,07 düzeyinde belirlenmiştir. Ekim işlemiyle birlikte 3 kg N/da dozunda üre uygulandığını dikkate alarak soyanın hasadından sonra topraktan en yüksek değer olarak dane ve bitki üstaksamı ile 25,68 kg N/da düzeyinde azot kaldırılmış, ayrıca bitki kökleriyle toprakta kalan 0,59 kg N/da düzeyinde azot miktarı belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre toprakta mevcut olan azot miktarı ve ilave edilen azot miktarı toplamı bitkinin topraktan kaldırdığı azot miktarının çok altındadır. Bitkinin topraktan fazladan kaldırdığı azot miktarının *B. japonicum* bakterileri tarafından N_2 -fiksasyonuyla

sağlanan azottan karşılandığı sonucu ortaya çıkmaktadır. Yapılan bir araştırmada soyada *B. japonicum* bakterileriyle N₂-fiksasyonunda sağlanan azotun % 65-70 düzeyinde olduğu belirlenmiştir (MUNYINDA ve ark., 1988).

4.3.1. Bitkilerin Farklı Aksamlarındaki % N İçeriklerine Etkisi

4.3.1.1. Nodülde % N İçeriğine Etkisi

Değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılamayla farklı soya çeşitlerinde elde edilen nodüllerin % N değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 17’de, nodüllerin % N değerleri ve bunların LSD testine göre gruplandırılması Çizelge 18’de verilmiştir.

Çizelge 17. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinde Nodüllerin % N Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalamaları
Blok	2	0,034
Çeşit	1	0,117
Hata 1	2	0,016
Bakteri	2	0,245**
ÇeşitxBakteri İnt.	2	0,009
Hata 2	8	0,006
Genel	17	

* %5 düzeyinde önemli

** %1 düzeyinde önemli

Çizelge 17’de görüldüğü gibi nodüllerdeki % N oranlarına göre farklı soya çeşitlerinde değişik bakteri izolatları arasındaki farklılık istatistiksel bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Soya çeşitleri arasındaki farklılıklar ve çeşitxbakteri interaksyonunun istatistiksel bakımdan önemli olmadığı saptanmıştır.

Çizelge 18. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Nodüllerin % N İçeriklerine Etkisi

Bak. İzolatı.	S4240	Sa88	Ort.
So11	3,68	3,61	3,65 c
1756	3,87	3,67	3,77 b
1809	4,15	3,93	4,04 a
Ort.	3,90	3,74	3,82
LSD (%5)	0,103 (bakteri)		

Çizelge 18'de değişik bakteri izolatları ile aşılamanın farklı soya çeşitlerinde izolatlar arasında % N içerikleri bakımından önemli farklılıklar belirlenmiştir. S4240 soya çeşidinde bakteri izolatlarına bağlı olarak nodüllerdeki % N içeriklerinin LSD testi gruplandırılmasında nodüllerde en yüksek % N içeriği 1809 nolu izolatta, 2. olarak 1756 nolu izolatta ve 3. olarak ise So11 nolu izolatta belirlenmiştir. Sa88 çeşidinde ise yine en yüksek 1809 nolu izolatta, 2. sırada 1756 ve So11 nolu izolatlar birbirine yakın değerlerde nodüllerde % N içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir. Her iki çeşitte bakteri izolatlarına göre nodüllerdeki % N düzeylerinde 1809 nolu izolat 1. sırada yer almış, S4240 çeşidinde 4,15 değeriyle en yüksek sonuç belirlenmiştir. Yapılan bazı araştırmalarda da benzer sonuçlar veya denemelerdeki bulgularımızdan biraz daha yüksek değerler elde edilmiştir (GÖK ve YALI, 1995; ONAÇ ve GÖK, 1995).

4.3.1.2. Kökte % N İçeriğine Etkisi

Değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılama ile farklı soya çeşitlerinin köklerinde % N içerikleri saptanmıştır.

1993 ve 1994 yıllarında II. ürün olarak yürütülen denemelerde nodülasyon gerçekleşmediği için köklerdeki % N değerlerinin istatistiksel analizi yapılmamış ve elde edilen bu değerler Çizelge 19'da 1993, 1994 yılları ve her iki yılın ortalamaları olarak verilmiştir.

Çizelge 19. 1993, 1994 Yıllarında II. Ürün Soya Bitkisinde Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinin Köklerinde % N İçeriğine Etkisi

Bakteri İzolatı	1993			1994			1993-1994		
	S4240	Sa88	Ort.	S4240	Sa88	Ort.	S4240	Sa88	Ort.
So11	0,50	0,48	0,49	0,53	0,53	0,53	0,51	0,52	0,52
So56	0,61	0,58	0,60	0,60	0,58	0,59	0,60	0,59	0,60
110	0,58	0,53	0,56	0,53	0,56	0,54	0,55	0,55	0,55
1755	0,58	0,61	0,60	0,60	0,58	0,59	0,59	0,61	0,60
1756	0,53	0,54	0,53	0,56	0,57	0,56	0,54	0,58	0,56
1809	0,61	0,53	0,57	0,60	0,53	0,56	0,60	0,53	0,57
30131	0,53	0,53	0,53	0,54	0,56	0,55	0,53	0,55	0,54
ON1	0,61	0,54	0,58	0,50	0,58	0,54	0,56	0,56	0,56
ON2	0,44	0,46	0,45	0,46	0,53	0,50	0,45	0,49	0,47
ON3	0,41	0,44	0,43	0,54	0,51	0,53	0,48	0,48	0,48
Knt.+N	0,58	0,53	0,56	0,57	0,50	0,53	0,58	0,54	0,56
Knt.-N	0,50	0,48	0,49	0,47	0,44	0,46	0,49	0,48	0,48
Ort.	0,54	0,52	0,53	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54

1995 yılında I. ürün olarak yürütülen denemede ise nodülasyon gerçekleştiği için istatistiksel değerlendirme yapılmıştır. Değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılamayla farklı soya çeşitlerinin köklerinde belirlenen % N değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 20’de, köklerdeki % N değerleri ve bunların LSD testine göre gruplandırılması Çizelge 21’de verilmiştir.

Çizelge 20. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinin Köklerinde % N Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalamaları
Blok	2	0,001
Çeşit	1	0,004
Hata 1	2	0,001
Bakteri	5	0,041**
ÇeşitxBakteri İnt.	5	0,000
Hata 2	20	0,001
Genel	35	

** %1 düzeyinde önemli

Çizelge 20'de görüldüğü gibi köklerdeki % N değerlerine göre farklı soya çeşitlerinde değişik bakteri izolatları arasındaki farklılıklar istatistiksel bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çeşitler arasındaki farklılık ve çeşitxbakteri interaksyonu ise istatistiksel bakımdan önemsiz olarak belirlenmiştir.

Çizelge 21. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinin Köklerinde % N İçeriğine Etkisi

Bak. İzolatı.	S4240	Sa88	Ort.
So11	0,64	0,61	0,62 b
1756	0,68	0,64	0,66 b
1809	0,80	0,77	0,78 a
ON3	0,58	0,58	0,58 c
Knt.+N	0,64	0,64	0,64 b
Knt.-N	0,55	0,52	0,54 d
Ort.	0,65	0,63	0,64
LSD (%5)	0,038 (int.)		

Çizelge 21'de değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılama ile her iki soya çeşidinde de benzer şekilde bakteri izolatları arasında önemli farklılıklar görülmüştür. Bakteri izolatları dikkate alınarak yapılan LSD testi gruplandırmasında 1809 nolu izolat % 0,78 N içeriğiyle 1. grupta yer almıştır. So11 ve 1756 nolu izolatlar ile kontrol(+N) uygulamaları 2. grupta yer almıştır. Nodül oluşumu gerçekleşmeyen ON3 izolatı 3. grupta ve kontrol(-N) uygulaması ise 4. grupta yer almıştır. So11 ve 1756 nolu izolatlarla nodül oluşumu gerçekleşmesine rağmen kontrol(+N) uygulamasına eşit düzeyde bitki köklerinde % N içeriğine sahip bulunmuşlardır. Bakteri izolatları ve kontrol(-N) uygulamalarına 3 kg N/da, kontrol(+N) uygulamasına ise 6 kg N/da dozunda gübreleme yapılmıştır. Buradan So11 ve 1756 nolu bakteri izolatlarının bitkiye azot kazandırma yönünden yararlı olduğu, ancak bu yararın yeterli olmadığı sonucu ortaya çıkmıştır.

4.3.1.3. Köküstünde % N İçeriğine Etkisi

Değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılama ile farklı soya çeşitlerinin köküstü aksamlarında (dane hariç) % N içerikleri belirlenmiştir. 1993 ve 1994 yıllarında nodülasyon gerçekleşmediğinden dolayı elde edilen değerlerin istatistiksel analizi yapılmamış ve bu değerler Çizelge 22'de 1993,1994 yılları ve her iki yılın ortalaması şeklinde verilmiştir.

Çizelge 22. 1993, 1994 Yıllarında II. Ürün Soya Bitkisinde Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinin Köküstü Aksamında % N İçeriğine Etkisi

Bakteri İzolatı	1993			1994			1993-1994		
	S4240	Sa88	Ort.	S4240	Sa88	Ort.	S4240	Sa88	Ort.
So11	0,70	0,68	0,69	0,73	0,65	0,69	0,71	0,67	0,69
So56	0,64	0,65	0,65	0,70	0,63	0,66	0,67	0,64	0,65
110	0,65	0,63	0,64	0,67	0,63	0,65	0,66	0,63	0,65
1755	0,63	0,64	0,63	0,67	0,64	0,65	0,65	0,64	0,64
1756	0,67	0,70	0,68	0,68	0,71	0,70	0,68	0,70	0,69
1809	0,63	0,61	0,62	0,65	0,57	0,61	0,64	0,59	0,62
30131	0,67	0,63	0,65	0,68	0,64	0,66	0,68	0,63	0,66
ON1	0,67	0,63	0,65	0,67	0,61	0,64	0,67	0,62	0,64
ON2	0,50	0,54	0,52	0,67	0,60	0,63	0,58	0,57	0,57
ON3	0,53	0,54	0,53	0,60	0,57	0,59	0,56	0,55	0,56
Knt.+N	0,68	0,63	0,65	0,73	0,65	0,69	0,68	0,64	0,66
Knt.-N	0,56	0,53	0,54	0,53	0,51	0,52	0,54	0,52	0,53
Ort.	0,63	0,62	0,63	0,66	0,62	0,64	0,64	0,62	0,63

1995 yılında değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılama ile farklı soya çeşitlerinin köküstünde belirlenen % N değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 23'de, köküstünde belirlenen % N değerleri ve bunların LSD testine göre gruplandırılması Çizelge 24'te verilmiştir.

Çizelge 23. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinin Köküstü Aksamında % N Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalamaları
Blok	2	0,001
Çeşit	1	0,003
Hata 1	2	0,001
Bakteri	5	0,037**
ÇeşitxBakteri İnt	5	0,001
Hata 2	20	0,001
Genel	35	

** %1 düzeyinde önemli

Çizelge 23'te görüldüğü gibi değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılama ile farklı soya çeşitlerinin köküstünde belirlenen % N değerlerine göre bakteri izolatları arasındaki farklılıklar istatistiksel bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Köküstü aksamının % N değerlerine göre çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiksel bakımdan önemsiz çıkmış, ayrıca çeşitxbakteri interaksiyonu da istatistiksel bakımdan önemsiz olarak belirlenmiştir.

Çizelge 24. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılanmanın Farklı Soya Çeşitlerinin Köküstü Aksamında % N İçeriğine Etkisi

Bak. İzolatı	S4240	Sa88	Ort.
So11	0,61	0,57	0,59 bc
1756	0,63	0,60	0,62 b
1809	0,71	0,69	0,70 a
ON3	0,50	0,52	0,51 d
Knt.+N	0,58	0,56	0,57 c
Knt.-N	0,49	0,47	0,48 d
Ort.	0,59	0,57	0,58
LSD (%5)	0,038 (bakteri)		

Çizelge 24'te değişik *B. japonicum* izolatlarıyla aşılama ile her iki soya çeşidinde ortaya çıkan köküstü aksamlarındaki % N değerleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur. Buna göre 1809 nolu izolat hem S4240 hem de Sa88 soya

çeşitlerinde en yüksek değerle 1. sırada yer almış, bunu 2. olarak 1756 nolu izolat, 3. olarak ise So11 nolu izolat izlemiştir. ON3 nolu izolat kontrol(-N) uygulamasıyla son grupta yer almıştır. ON3 nolu izolatla bitkilerde nodülasyon gerçekleşmediği için % N değeri kontrol(-N) uygulamasına eşit çıkmıştır.

4.3.1.4. Danede % N içeriğine Etkisi

Değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılamayla farklı soya çeşitlerinin danelerinde % N içerikleri belirlenmiştir. 1993 ve 1994 yıllarında bitkilerde nodülasyon gerçekleşmediğinden danelerdeki % N değerlerinin istatistiksel analizi yapılmamış ve bu değerler Çizelge 25'te verilmiştir.

Çizelge 25. 1993, 1994 Yıllarında II. Ürün Soya Bitkisinde Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılamayla Farklı Soya Çeşitlerinin Danelerinde % N İçeriğine Etkisi

Bakteri İzolatı	1993			1994			1993-1994		
	S4240	Sa88	Ort.	S4240	Sa88	Ort.	S4240	Sa88	Ort.
So11	6,26	6,46	6,36	6,54	6,65	6,60	6,40	6,55	6,48
So56	6,30	6,50	6,40	6,33	6,53	6,43	6,31	6,51	6,41
110	6,61	6,34	6,48	6,40	6,55	6,48	6,50	6,45	6,48
1755	6,54	6,60	6,57	6,34	6,43	6,38	6,44	6,51	6,48
1756	6,43	6,30	6,36	6,34	6,54	6,44	6,38	6,42	6,40
1809	6,39	6,54	6,47	6,13	6,40	6,26	6,26	6,47	6,37
30131	6,23	6,18	6,21	6,18	6,44	6,31	6,21	6,31	6,26
ON1	6,31	6,00	6,16	5,80	6,17	5,99	6,06	6,08	6,07
ON2	5,86	5,87	5,86	6,47	6,53	6,50	6,16	6,20	6,18
ON3	5,46	6,14	5,80	5,94	6,24	6,09	5,70	6,19	5,95
Knt.+N	5,88	6,27	6,07	6,01	6,20	6,11	5,94	6,23	6,09
Knt.-N	5,77	5,70	5,74	5,76	6,00	5,88	5,76	5,85	5,81
Ort.	6,17	6,24	6,21	6,19	6,39	6,29	6,18	6,31	6,25

1995 yılında değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılamayla farklı soya çeşitlerinin danelerinde belirlenen % N değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Çizelge 26'da, danelerde saptanan % N değerleri ve bunların LSD testine göre gruplandırılması Çizelge 27'de verilmiştir.

Çizelge 26. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinin Danelerinde % N Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalamaları
Blok	2	0,004
Çeşit	1	0,148**
Hata 1	2	0,001
Bakteri	5	1,164**
ÇeşitxBakteri İnt.	5	0,005
Hata 2	20	0,003
Genel	35	

** %1 düzeyinde önemli

Çizelge 26'da görüldüğü gibi değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılamayla farklı soya çeşitlerinde danelerdeki % N farklılıkları istatistiksel bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bakteri izolatları arasındaki farklılıkların da istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Çeşitxbakteri interaksyonu ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 27. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılanmanın Farklı Soya Çeşitlerinin Danelerinde % N İçeriğine Etkisi

Bak. İzolatı.	S4240	Sa88	Ort.
So11	6,74	6,61	6,68 b
1756	6,78	6,57	6,68 b
1809	7,06	6,97	7,01 a
ON3	6,34	6,15	6,24 c
Knt.+N	6,14	6,09	6,12 d
Knt.-N	5,87	5,77	5,82 e
Ort.	6,49 a	6,36 b	6,43
LSD (%5)	0,045 (çeşit)		0,066 (bakteri)

Çizelge 27'de görüldüğü gibi soya çeşitlerinin danelerinde belirlenen % N değerlerinin LSD testi gruplandırmasında S4240 çeşidi 1. sırada Sa88 çeşidi ise

2. sırada yer almışlardır. Danelerdeki % N değerlerinde bakteri izolatlarının LSD testi gruplandırmasında sırasıyla 1809 nolu izolat, So11 ve 1756 nolu izolatlar, ON3 nolu izolatlar, kontrol uygulamalarında ise (+N)ve (-N) yer almışlardır. Danedeki % N değeri yönünden en yüksek değere sahip olarak bakteri izolatlarında 1809 nolu izolat, soya çeşitlerinde ise S4240 çeşidi belirlenmiştir. Yapılan bazı araştırmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (KIZILOĞLU, 1990; GÖK ve YALI, 1995; ONAÇ ve GÖK, 1995).

4.3.2. Bitkilerin Farklı Aksamalarında Biriktirilen kg/da Olarak Azot (Nt) Miktarlarına Etkisi

4.3.2.1. Nodülde Nt (kg/da) Miktarına Etkisi

1993 ve 1994 yıllarında nodül oluşumu gerçekleşmediğinden nodüllerde biriktirilen kg/da olarak azot miktarları belirlenememiştir.

1995 yılında nodül oluşumu gerçekleşmiş, değişik *B. japonicum* izolatlarıyla aşılama ile farklı soya çeşitlerinde oluşan nodüllerdeki kg/da olarak azot miktarlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 28'de, nodüllerde biriktirilen kg/da olarak azot miktarları ve bunların LSD testi gruplandırması Çizelge 29'da verilmiştir.

Çizelge 28. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinde Oluşan Nodüllerde Nt (kg/da) Değerlerine Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalamaları
Blok	2	0,000
Çeşit	1	0,001
Hata 1	2	0,000
Bakteri	2	0,008**
ÇeşitxBakteri İnt.	2	0,000
Hata 2	8	0,000
Genel	17	

** %1 düzeyinde önemli

Çizelge 28’de görüldüğü gibi nodüllerde belirlenen kg/da olarak azot miktarları dikkate alınarak yapılan istatistiksel analizde bakteri izolatları arasındaki farklılıklar %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Nodüllerdeki kg/da olarak azot düzeylerine göre çeşitler arasındaki farklılıklar ve çeşitxbakteri interaksiyonu istatistiksel bakımdan önemsiz olarak belirlenmiştir.

Çizelge 29. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Oluşan Nodüllerde Belirlenen Nt (kg/da) Miktarına Etkisi

Bak. İzolatı.	S4240	Sa88	Ort.
So11	0,07	0,07	0,07 c
1756	0,09	0,08	0,09 b
1809	0,16	0,13	0,14 a
Ort.	0,11	0,09	0,10
LSD (%5)	0,013 (bakteri)		

Çizelge 29’da bitki köklerinde oluşan nodüllerin kg/da olarak azot (Nt) içerikleri bakımından *B. japonicum* izolatları uygulamaları arasında önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Soya çeşitleri arasında nodüllerde Nt (kg/da) değerleri bakımından farklılık önemsiz bulunmuştur. LSD testine göre yapılan gruplandırmada 1809 nolu izolatla kg/da cinsinden en yüksek düzeyde azot içeriği belirlenmiştir. 1756 nolu izolatla saptanan kg/da olarak azot içeriği 2. sırada, 3. sırada ise So11 nolu izolat belirlenmiştir. Elde edilen bulguların GÖK ve YALI (1995) ve ONAÇ ve GÖK (1995)’in belirlemiş oldukları bulgularla benzerlik gösterdiği saptanmıştır.

4.3.2.2. Kökte Nt (kg/da) Miktarına Etkisi

1993, 1994 yıllarında nodül oluşumu gerçekleşmediğinden köklerde belirlenen kg/da cinsinden azot miktarlarının istatistiksel analizi yapılmamıştır. Bitki köklerinde belirlenen kg/da cinsinden azot miktarları Çizelge 30’da verilmiştir.

Çizelge 30. 1993, 1994 Yıllarında II. Ürün Soya Bitkisinde Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinin Köklerinde Nt (kg/da) Miktarına Etkisi

Bakteri İzolatı.	1993			1994			1993-1994		
	S4240	Sa88	Ort.	S4240	Sa88	Ort.	S4240	Sa88	Ort.
So11	0,28	0,24	0,26	0,32	0,32	0,32	0,30	0,28	0,29
So56	0,32	0,29	0,31	0,37	0,37	0,37	0,35	0,33	0,34
110	0,30	0,26	0,28	0,34	0,34	0,34	0,32	0,30	0,31
1755	0,34	0,31	0,33	0,37	0,35	0,36	0,35	0,34	0,35
1756	0,28	0,27	0,28	0,35	0,34	0,35	0,31	0,31	0,31
1809	0,33	0,27	0,30	0,39	0,34	0,36	0,36	0,30	0,33
30131	0,28	0,27	0,27	0,34	0,34	0,34	0,31	0,30	0,31
ON1	0,31	0,26	0,29	0,31	0,35	0,33	0,31	0,31	0,31
ON2	0,21	0,23	0,22	0,29	0,32	0,30	0,25	0,27	0,26
ON3	0,22	0,22	0,22	0,33	0,31	0,32	0,28	0,27	0,27
Knt.+N	0,28	0,25	0,26	0,34	0,30	0,32	0,31	0,27	0,29
Knt.-N	0,22	0,21	0,22	0,27	0,24	0,26	0,25	0,23	0,24
Ort.	0,28	0,26	0,27	0,33	0,33	0,33	0,31	0,29	0,30

1995 yılında değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılama ile farklı soya çeşitlerinin bitki köklerinde belirlenen Nt (kg/da) miktarlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 31'de, bitki köklerinde saptanan Nt (kg/da) miktarları ve bunların LSD testine göre gruplandırılması ise Çizelge 32'de verilmiştir.

Çizelge 31. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinde Bitki Köklerinde Nt (kg/da) Miktarlarına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalamaları
Blok	2	0,000
Çeşit	1	0,006
Hata 1	2	0,001
Bakteri	5	0,034**
ÇeşitxBakteri İnt.	5	0,000
Hata 2	20	0,001
Genel	35	

** %1 düzeyinde önemli

Çizelge 31’de görüldüğü gibi değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılama ile farklı soya çeşitlerinde bitki köklerinde saptanan Nt (kg/da) miktarlarına göre bakteri izolatları arasındaki farklılıklar istatistiksel bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Köklerde belirlenen Nt (kg/da) miktarları yönünden soya çeşitleri arasındaki farklılıklar ile çeşitx bakteri interaksyonu istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 32. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Bitki Köklerinde Nt (kg/da) Miktarına Etkisi

Bak. İzolatı.	S4240	Sa88	Ort.
So11	0,46	0,42	0,44 bc
1756	0,48	0,45	0,47 b
1809	0,61	0,57	0,59 a
ON3	0,41	0,40	0,41 c
Knt.+N	0,45	0,44	0,44 bc
Knt.-N	0,38	0,35	0,37 d
Ort.	0,47	0,44	0,46
LSD (%5)	0,038 (bakteri)		

Çizelge 32’de görüldüğü gibi bitki köklerinde belirlenen Nt (kg/da) miktarlarına göre değişik bakteri izolatları arasında her iki soya çeşidinde de benzer olarak farklılıklar meydana gelmiştir. LSD testi gruplandırmasında her iki soya çeşidinin bitki köklerinde 1809 nolu bakteri izolatı ile aşılama en yüksek Nt (kg/da) miktarı saptanmıştır. Bunu sırasıyla 1756 ve So11 nolu izolatlar izlemiştir. Aynı özellik dikkate alınarak yapılan gruplandırmada So11 izolatı ile kontrol(+N) uygulaması eşit düzeyde bulunmuşlardır.

4.3.2.3. Köküstünde Nt (kg/da) Miktarına Etkisi

1993, 1994 yıllarında nodülasyon gerçekleşmediğinden bitkilerin köküstü aksamalarında (dane hariç) belirlenen Nt (kg/da) miktarlarının istatistiksel analizi yapılmamıştır. Bitkilerin köküstü aksamalarında belirlenen Nt (kg/da) miktarları Çizelge 33’te verilmiştir.

Çizelge 33. 1993, 1994 Yıllarında II. Ürün Soya Bitkisinde Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılanmanın Farklı Soya Çeşitlerinin Köküstü Aksamında Nt (kg/da) Miktarına Etkisi

Bakteri İzolatı	1993			1994			1993-1994		
	S4240	Sa88	Ort.	S4240	Sa88	Ort.	S4240	Sa88	Ort.
So11	1,03	0,96	1,00	1,23	1,09	1,16	1,13	1,02	1,08
So56	0,94	0,91	0,92	1,17	1,06	1,12	1,06	0,99	1,02
110	0,96	0,87	0,92	1,14	1,04	1,09	1,05	0,96	1,01
1755	0,97	0,92	0,94	1,12	1,07	1,09	1,04	1,00	1,02
1756	0,95	1,00	0,96	1,19	1,18	1,19	1,07	1,09	1,08
1809	0,91	0,86	0,88	1,16	0,98	1,07	1,04	0,92	0,98
30131	0,94	0,87	0,91	1,18	1,07	1,12	1,06	0,97	1,02
ON1	0,95	0,86	0,91	1,14	1,02	1,08	1,05	0,94	1,00
ON2	0,71	0,75	0,73	1,13	0,97	1,05	0,92	0,86	0,89
ON3	0,76	0,75	0,76	1,02	0,94	0,98	0,90	0,85	0,87
Knt.+N	0,92	0,84	0,88	1,22	1,07	1,15	1,07	0,96	1,02
Knt.-N	0,66	0,61	0,64	0,85	0,79	0,82	0,76	0,71	0,73
Ort.	0,89	0,85	0,87	1,13	1,02	1,08	1,01	0,94	0,98

1995 yılında değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılamayla farklı soya çeşitlerinde bitki köküstü aksamalarında belirlenen Nt (kg/da) miktarlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 34'te, köküstü aksamalarda belirlenen Nt (kg/da) miktarları ve bunların LSD testine göre gruplandırılması Çizelge 35'te verilmiştir.

Çizelge 34. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinde Bitki Köküstü Aksamlarında Nt (kg/da) Miktarlarına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalamaları
Blok	2	0,004
Çeşit	1	0,065
Hata 1	2	0,004
Bakteri	5	0,214**
ÇeşitxBakteri İnt.	5	0,005
Hata 2	20	0,003
Genel	35	

** %1 düzeyinde önemli

Çizelge 34'te görüldüğü gibi bitkilerin köküstü aksamalarında belirlenen Nt (kg/da) miktarlarına göre bakteri izolatları arasındaki farklılıklar istatistiksel bakımdan %1 düzeyinde önemli olarak bulunmuştur. Bitkilerin köküstü aksamalarında belirlenen Nt (kg/da) miktarlarına göre çeşitler arasındaki farklılıklar ve çeşitxbakteri interaksyonu istatistiksel bakımdan önemsiz olarak belirlenmiştir.

Çizelge 35. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Bitki Köküstü Aksamalarında Nt (kg/da) Miktarına Etkisi

Bak. İzolatı.	S4240	Sa88	Ort.
So11	1,21	1,09	1,15 bc
1756	1,26	1,15	1,20 b
1809	1,52	1,36	1,44 a
ON3	0,98	0,99	0,98 d
Knt.+N	1,15	1,07	1,11 c
Knt.-N	0,93	0,86	0,90 e
Ort.	1,17	1,09	1,13
LSD (%5)	0,066 (bakteri)		

Çizelge 35'te görüldüğü gibi bitki köküstü aksamalarında saptanan Nt (kg/da) miktarlarına göre değişik *B. japonicum* izolatları arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir. Yapılan LSD testi gruplandırmasında 1809 nolu izolat her iki soya çeşidinde de en yüksek değerle 1. olarak belirlenmiştir. 2. olarak 1756 nolu izolat, 3. olarak So11 nolu izolat sıralanmıştır. Her iki çeşidin ortalaması alındığında 1809 nolu izolatla aşılama sonucu belirlenen Nt (kg/da) miktarları kontrol(-N) uygulamasına göre oldukça yüksek çıkmıştır.

4.3.2.4. Danede Nt (kg/da) Miktarına Etkisi

1993, 1994 yıllarında nodülasyon gerçekleşmediğinden danelerde saptanan Nt (kg/da) miktarlarının istatistiksel analizi yapılmamıştır. Danelerde belirlenen Nt (kg/da) miktarları Çizelge 36'da verilmiştir.

Çizelge 36. 1993, 1994 Yıllarında II. Ürün Soya Bitkisinde Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılamamanın Farklı Soya Çeşitlerinin Danelerinde Nt (kg/da) Miktarına Etkisi

Bakteri İzolatı	1993			1994			1993-1994		
	S4240	Sa88	Ort.	S4240	Sa88	Ort.	S4240	Sa88	Ort.
So11	14,82	14,69	14,76	17,92	17,81	17,87	16,38	16,25	16,32
So56	14,81	14,56	14,69	17,26	17,75	17,50	16,04	16,15	16,10
110	15,63	14,20	14,91	17,53	17,51	17,52	16,58	15,86	16,22
1755	16,29	15,21	15,75	17,10	17,38	17,24	16,70	16,29	16,50
1756	14,51	14,60	14,55	17,91	17,53	17,72	16,21	16,07	16,14
1809	14,87	14,92	14,90	17,66	17,54	17,60	16,27	16,23	16,25
30131	14,08	13,93	14,00	17,42	17,36	17,39	15,76	15,65	15,70
ON1	14,36	13,30	13,83	16,09	16,49	16,29	15,23	14,89	15,06
ON2	13,28	13,16	13,22	17,90	17,13	17,52	15,59	15,15	15,37
ON3	12,71	13,71	13,21	16,55	16,66	16,61	14,63	15,19	14,91
Knt.+N	13,03	13,54	13,29	16,37	16,47	16,42	14,70	15,00	14,85
Knt.-N	11,02	10,44	10,73	15,11	14,73	14,92	13,07	12,59	12,83
Ort.	14,12	13,85	13,99	17,07	17,03	17,05	15,60	15,44	15,52

1995 yılında değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılamayla farklı soya çeşitlerinin danelerinde belirlenen Nt (kg/da) miktarlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 37’de, danelerde saptanan Nt (kg/da) miktarları ve bunların LSD testine göre gruplandırılması Çizelge 38’de verilmiştir.

Çizelge 37. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinin Danelerinde Nt (kg/da) Miktarlarına Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalamaları
Blok	2	0,204
Çeşit	1	12,355**
Hata 1	2	0,005
Bakteri	5	24,442**
ÇeşitxBakteri İnt.	5	0,207
Hata 2	20	0,084
Genel	35	

** %1 düzeyinde önemli

Çizelge 37’de görüldüğü gibi değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılama ile farklı soya çeşitlerinde danelerdeki Nt (kg/da) miktarları arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir. Çeşitler arasında Nt (kg/da) miktarı farklılıkları istatistiksel bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Danelerde belirlenen Nt (kg/da) miktarlarında değişik *B. japonicum* izolatları arasındaki farklılıklar da istatistiksel bakımdan %1 düzeyinde önemli olarak belirlenmiştir.

Çizelge 38. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Danelerde Nt (kg/da) Miktarına Etkisi

Bak. İzolatı.	S4240	Sa88	Ort.
So11	21,55	20,53	21,04 b
1756	21,72	20,59	21,16 b
1809	24,24	22,33	23,29 a
ON3	19,93	18,87	19,40 c
Knt.+N	19,58	18,62	19,10 c
Knt.-N	17,95	17,01	17,48 d
Ort.	20,83 a	19,66 b	20,25
LSD (%5)	0,101 (çeşit) 0,349 (bakteri)		

Çizelge 38’de görüldüğü gibi değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılama ile farklı soya çeşitlerinde danelerdeki Nt (kg/da) miktarları arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir. Danelerde belirlenen Nt (kg/da) miktarlarına göre S4240 soya çeşidi Sa88 çeşidinden daha yüksek değere sahip olarak saptanmıştır. Danelerdeki Nt (kg/da) miktarlarında değişik *B. japonicum* izolatlarının LSD testi gruplandırmasında 1809 nolu izolat 23,29’luk değerle en yüksek düzeyde bulunmuş, 2. sırada 1756 ve So11 izolatları birlikte belirlenmiş ve ON3 ile kontrol(+N) uygulamaları ise 3. grupta yer almışlardır.

4.4. Değişik *Bradyrhizobium japonicum* İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Dane Verimi ve Kuru Madde Oluşumuna Etkisi

4.4.1. Dane Verimine (kg/da) Etkisi

1993, 1994 yıllarında nodül oluşumu gerçekleşmediğinden elde edilen dane verimlerine (kg/da) ait değerlerin istatistiksel analizi yapılmamıştır. Belirlenmiş olan dane verimleri (kg/da) Çizelge 39'da verilmiştir.

Çizelge 39. 1993, 1994 Yıllarında II. Ürün Soya Bitkisinde Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Dane Verimine Etkisi (kg/da)

Bakteri İzolatı.	1993			1994			1993-1994		
	S4240	Sa88	Ort.	S4240	Sa88	Ort.	S4240	Sa88	Ort.
So11	237,0	227,6	232,3	274,1	267,7	270,9	255,5	247,6	251,6
So56	235,2	224,1	229,7	272,8	272,0	272,4	254,0	248,1	251,1
110	236,4	224,0	230,2	274,2	267,2	270,7	255,3	245,7	250,5
1755	249,2	230,5	239,9	269,7	270,5	270,1	259,4	250,5	255,0
1756	225,9	231,8	228,8	282,4	268,2	275,3	254,2	250,0	252,1
1809	232,7	228,2	230,4	288,4	274,2	281,3	260,6	251,2	255,9
30131	226,1	225,2	225,7	281,8	269,6	275,7	254,0	247,4	250,7
ON1	227,6	221,7	224,7	277,5	267,2	272,4	252,6	244,5	248,5
ON2	226,7	224,1	225,4	276,8	262,5	269,7	251,8	243,4	247,6
ON3	232,9	223,3	228,1	278,6	267,1	272,9	255,8	245,2	250,5
Knt.+N	222,0	216,0	219,0	272,2	265,6	269,0	247,1	240,8	244,0
Knt.-N	191,0	183,1	187,1	262,5	245,7	254,1	226,8	241,4	220,6
Ort.	228,6	221,6	225,1	276,0	266,5	271,3	252,3	244,1	248,2

1995 yılında değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılamayla farklı soya çeşitlerinde elde edilen dane verimi değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 40'ta, belirlenmiş olan dane verimleri ve bunların LSD testine göre gruplandırılması Çizelge 41'de verilmiştir.

Çizelge 40. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinde Dane Verimlerine (kg/da) Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalamaları
Blok	2	18,396
Çeşit	1	1254,341**
Hata 1	2	5,830
Bakteri	5	630,519**
ÇeşitxBakteri İnt.	5	51,684**
Hata 2	20	8,128
Genel	35	

** %1 düzeyinde önemli

Çizelge 40'ta görüldüğü gibi dane verimlerine göre değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılamayla farklı soya çeşitleri arasında önemli farklılıklar saptanmıştır. Dane verimi değerlerinin istatistiksel analizinde çeşitler arasındaki farklılıklar %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Elde edilen dane verimlerine göre değişik *B. japonicum* izolatları arasındaki farklılıklar ve çeşitxbakteri interaksyonu istatistiksel bakımdan %1 düzeyinde önemli olarak belirlenmiştir.

Çizelge 41. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılanmanın Farklı Soya Çeşitlerinde Dane Verimine Etkisi (kg/da)

Bak İzolatı	S4240	Sa88	Ort.
So11	319,7 b	310,5 bc	315,1
1756	320,6 b	313,2 b	316,9
1809	343,3 a	320,4 a	331,9
ON3	314,4 c	307,0 c	310,7
Knt.+N	318,9 bc	305,8 c	312,3
Knt.-N	305,9 d	295,0 d	300,4
Ort.	320,5	308,7	314,6
LSD (%5)	4,856 (int.)		

Çizelge 41'de görüldüğü gibi S4240 soya çeşidinde Sa88 çeşidinden daha yüksek düzeyde dane verimi (kg/da) gerçekleşmiştir. Dane verimi yönünden değişik bakteri izolatlarının karşılaştırılmasında ise 1809 nolu izolat her iki soya çeşidinde de en yüksek düzeyde bulunmuştur. 1809 nolu izolat ile S4240 çeşidinde 343,3 kg/da dane

verimi alınmışken, Sa88 çeşidinde 320,4 kg/da dane verimi alınmıştır. Her iki çeşidin kendi içinde LSD testiyle bakteri izolatlarına göre dane verimlerinin gruplandırılmasında 2. sırada So11 ve 1756 nolu izolatlar birlikte yer almışlardır. Kontrol(-N) uygulamasında 305,9 kg/da olarak S4240 çeşidinde ve 295,0 kg/da olarak da Sa88 çeşidinde dane verimi belirlenmiştir. S4240 çeşidinde kontrol(-N) uygulamasına göre 1809 nolu izolat ile aşılamayla % 12,23'lük dane verimi artışı gerçekleşmiştir. Sa88 çeşidinde ise kontrol(-N) uygulamasına göre 1809 nolu izolat ile aşılamayla % 8,61'lik artış belirlenmiştir.

ONAÇ ve GÖK (1995) Çukurova Bölgesi'nde en yüksek 635 kg/da; GÖK ve YALI (1995) Çukurova Bölgesi'nde en yüksek 666 kg/da düzeyinde dane verimi belirlemişlerdir. HELALOĞLU (1987) Şanlıurfa koşullarında Mitchell çeşidiyle 252,6 kg/da dane verimi saptamış; DENİZ (1988) ise Ankara yöresinde en yüksek 263,9 kg/da dane verimini Calland soya çeşidinde belirlemiştir. DİE. (1994)'e göre ülkemizde 1993 yılında ortalama dane verimi 235,5 kg/da olarak belirtilmiştir. Elde edilen deneme sonuçları Çukurova Bölgesi'ne göre düşük, yapılan diğer araştırma bölgelerine göre ise yüksek düzeyde bulunmuştur.

4.4.2. 1000 Dane Ağırlığına (gram) Etkisi

1993, 1994 yıllarında nodül oluşumu gerçekleşmediğinden saptanmış olan 1000 dane ağırlıklarının (gram) istatistiksel analizi yapılmamıştır. Belirlenmiş olan 1000 dane ağırlıkları (gram) Çizelge 42'de verilmiştir.

Çizelge 42. 1993, 1994 Yıllarında II. Ürün Soya Bitkisinde Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılanmanın Farklı Soya Çeşitlerinde 1000 Dane Ağırlığına Etkisi (gram)

Bakteri İzolatı.	1993			1994			1993-1994		
	S4240	Sa88	Ort.	S4240	Sa88	Ort.	S4240	Sa88	Ort.
So11	168	145	157	178	153	166	175	149	162
So56	176	149	163	177	145	161	177	147	162
110	173	155	164	180	149	165	177	152	165
1755	172	132	152	173	148	161	173	140	157
1756	167	146	157	178	158	168	172	153	163
1809	169	148	159	175	151	163	172	150	161
30131	175	152	164	180	152	166	178	152	165
ON1	170	138	154	176	145	161	173	142	158
ON2	171	132	152	180	153	166	176	143	159
ON3	176	148	162	174	152	163	175	150	163
Knt.+N	168	146	157	172	149	161	170	147	159
Knt.-N	167	143	155	176	146	161	172	145	158
Ort.	171	145	158	177	150	164	174	147	161

1995 yılında değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılamayla farklı soya çeşitlerinde belirlenen 1000 dane ağırlıklarına (gram) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 43'te, saptanmış olan 1000 dane ağırlıkları ve bunların LSD testine göre gruplandırılması Çizelge 44'te verilmiştir.

Çizelge 43. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinde 1000 Dane Ağırlıklarına (gram) Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalamaları
Blok	2	3,583
Çeşit	1	225,000*
Hata 1	2	4,083
Bakteri	5	51,333**
ÇeşitxBakteri İnt.	5	7,667**
Hata 2	20	0,933
Genel	35	

* %5 düzeyinde önemli

** %1 düzeyinde önemli

Çizelge 43'te görüldüğü gibi 1000 dane ağırlıkları yönünden soya çeşitleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. 1000 dane ağırlıklarına göre değişik bakteri izolatları arasındaki farklılıklar ve çeşitxbakteri interaksyonu ise istatistiksel bakımdan %1 düzeyinde önemli olarak belirlenmiştir.

Çizelge 44. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılamının Farklı Soya Çeşitlerinde 1000 Dane Ağırlığına Etkisi (gram)

Bak. İzolatı.	S4240	Sa88	Ort.
So11	175 b	166 b	171
1756	172 c	167 b	170
1809	178 a	171 a	175
ON3	169 d	166 b	168
Knt.+N	172 c	167 b	170
Knt.-N	167 e	165 c	166
Ort.	172	167	170
LSD (%5)	1,645 (int.)		

Çizelge 44'te görüldüğü gibi her iki soya çeşidinde de 1809 nolu bakteri izolatıyla en yüksek değerde 1000 dane ağırlığı belirlenmiştir. Çeşitlerin karşılaştırılmasında S4240 çeşidi Sa88 çeşidinden daha yüksek düzeyde 1000 dane ağırlığına sahip bulunmuştur. S4240 çeşidinde 2. sırada So11 nolu izolat yer almışken, 3. sırada 1756 nolu izolat yer almıştır. Sa88 çeşidinde ise So11 ve 1756 nolu izolatlar aynı grupta bulunmak koşuluyla 2. sırada yer almışlardır. 1000 ağırlığının 130-250 gram arasında değiştiği LERSTEN ve CARLSON (1987) ve ARIOĞLU (1992) tarafından belirtilmiştir. Buna göre denemede elde edilen değerlerin belirtilen değerlere uygunluk gösterdiği sonucuna varılmıştır.

4.4.3. Kök Ağırlığına (gram/bitki) Etkisi

1993, 1994 yıllarında nodül oluşumu gerçekleşmediğinden bitkilerde belirlenen kök ağırlıklarının (gram/bitki) istatistiksel analizi yapılmamıştır. Kök ağırlıkları (gram/bitki) Çizelge 45'te verilmiştir.

Çizelge 45. 1993, 1994 Yıllarında II. Ürün Soya Bitkisinde Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılamamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Kök Ağırlığına Etkisi (gram/bitki)

Bakteri İzolatı.	1993			1994			1993-1994		
	S4240	Sa88	Ort.	S4240	Sa88	Ort.	S4240	Sa88	Ort.
So11	2,01	1,82	1,91	2,19	2,11	2,15	2,10	1,97	2,04
So56	1,89	1,75	1,82	2,49	2,21	2,35	2,19	1,98	2,09
110	1,83	1,76	1,80	2,56	2,15	2,35	2,19	1,96	2,08
1755	2,16	1,84	2,00	2,36	2,13	2,25	2,26	1,99	2,13
1756	1,83	1,83	1,83	2,53	2,13	2,33	2,18	1,98	2,08
1809	1,86	1,81	1,84	2,62	2,25	2,44	2,24	2,03	2,14
30131	1,88	1,74	1,81	2,50	2,14	2,32	2,19	1,94	2,06
ON1	1,76	1,68	1,72	2,52	2,02	2,27	2,14	1,85	2,00
ON2	1,58	1,77	1,63	2,54	2,07	2,30	2,06	1,92	1,99
ON3	1,80	1,69	1,75	2,45	2,09	2,27	2,13	1,89	2,01
Knt.+N	1,63	1,65	1,64	2,37	2,01	2,19	2,00	1,83	1,92
Knt.-N	1,42	1,35	1,38	2,26	1,84	2,05	1,84	1,60	1,72
Ort.	1,80	1,72	1,76	2,45	2,10	2,28	2,13	1,91	2,02

1995 yılında değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılamayla farklı soya çeşitlerinin kök ağırlığı (gram/bitki) değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 46'da, bitkilerin kök ağırlıkları (gram/bitki) ve bunların LSD testine göre gruplandırılması Çizelge 47'de verilmiştir.

Çizelge 46. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinin Kök Ağırlıklarına (gram/bitki) Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalamaları
Blok	2	0,004
Çeşit	1	0,156*
Hata 1	2	0,003
Bakteri	5	0,153**
ÇeşitxBakteri İnt.	5	0,015**
Hata 2	20	0,003
Genel	35	

* % 5 düzeyinde önemli

** %1 düzeyinde önemli

Çizelge 46'da görüldüğü gibi bitkilerde kök ağırlıkları (gram/bitki) dikkate alındığında çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Kök ağırlıklarına (gram/bitki) göre bakteri izolatları arasındaki farklılıklar ve çeşitxbakteri interaksyonu ise istatistiksel bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 47. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Kök Ağırlığına Etkisi (gram/bitki)

Bak. İzolatı.	S4240	Sa88	Ort.
So11	2,56 b	2,51 bc	2,54
1756	2,59 b	2,58 b	2,59
1809	3,02 a	2,74 a	2,88
ON3	2,58 b	2,45 c	2,51
Knt.+N	2,57 b	2,47 c	2,52
Knt.-N	2,52 b	2,31 d	2,41
Ort.	2,64	2,51	2,58
LSD (%5)	0,093 (int.)		

Çizelge 47'de görüldüğü gibi değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılama ile farklı soya çeşitlerinde kök ağırlıkları (gram/bitki) arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir. LSD testi gruplandırılmasında her iki soya çeşidinde de 1809 nolu izolat en yüksek değerde kök ağırlığına (gram/bitki) sahip bulunmuştur. S4240 çeşidinde bitki başına 3,02 gram kök ağırlığı oluşmuş, Sa88 çeşidinde ise bitki başına kök ağırlığı 2,74 gram olarak belirlenmiştir. 2. grupta 1756, 3. grupta ise So11 nolu izolatlar yer almışlardır. Elde edilen kök ağırlıkları (gram/bitki) değerlerine benzer sonuçlar SEPETOĞLU ve ark. (1991) tarafından da belirlenmiştir.

4.4.4. Kök Ağırlığına (kg/da) Etkisi

1993, 1994 yıllarında nodül oluşumu gerçekleşmediğinden bitkilerde kg/da olarak kök ağırlığı değerlerinin istatistiksel analizi yapılmamıştır. elde edilen kök ağırlıkları (kg/da) Çizelge 48'de verilmiştir.

Çizelge 48. 1993, 1994 Yıllarında II. Ürün Soya Bitkisinde Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Kök Ağırlığına Etkisi (kg/da)

Bakteri İzolatı.	1993			1994			1993-1994		
	S4240	Sa88	Ort.	S4240	Sa88	Ort.	S4240	Sa88	Ort.
So11	55,43	50,83	53,13	60,87	60,37	60,62	58,18	55,63	56,91
So56	52,83	49,53	51,18	62,07	62,93	62,50	57,45	56,27	56,86
110	51,83	49,87	50,85	63,33	61,83	62,58	57,60	55,87	56,73
1755	57,77	51,37	54,57	61,67	60,57	61,18	59,73	56,00	57,87
1756	52,80	51,07	51,93	62,37	60,90	61,63	57,60	56,00	56,80
1809	53,63	50,77	52,20	64,63	63,57	64,10	59,13	57,17	58,15
30131	52,40	50,30	51,35	62,50	61,60	62,05	57,5	55,97	56,71
ON1	50,63	48,33	49,48	62,83	59,43	61,13	56,73	53,93	55,33
ON2	48,07	50,03	49,05	63,13	60,00	61,57	55,60	55,03	55,32
ON3	51,90	49,17	50,53	61,50	60,97	61,23	56,70	55,10	55,90
Knt.+N	4803	47,73	47,88	59,97	60,03	60,00	54,02	53,90	53,96
Knt.-N	43,03	41,67	42,35	57,93	54,90	56,42	50,45	48,30	49,38
Ort.	51,53	49,22	50,38	61,90	60,59	61,25	56,72	54,93	55,83

1995 yılında değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılamayla farklı soya çeşitlerinde kg/da olarak belirlenen kök ağırlıklarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 49'da, köklerin kg/da olarak ağırlıkları ve bunların LSD testine göre gruplandırılması Çizelge 50'de verilmiştir.

Çizelge 49. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinde Kök Ağırlıklarına (kg/da) Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalamaları
Blok	2	0,271
Çeşit	1	30,250*
Hata 1	2	0,813
Bakteri	5	36,721**
ÇeşitxBakteri İnt.	5	0,935
Hata 2	20	0,561
Genel	35	

* %5 düzeyinde önemli

** %1 düzeyinde önemli

Çizelge 49'da görüldüğü gibi bitkilerin kg/da olarak kök ağırlıklarında değişik bakteri izolatları arasındaki farklılıklar istatistiksel bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Kök ağırlıkları (kg/da) dikkate alınarak soya çeşitleri arasındaki farklılıklar ise istatistiksel bakımdan %5 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 50. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Kök Ağırlığına Etkisi (kg/da)

Bak. İzolatı.	S4240	Sa88	Ort.
So11	71,67	69,43	70,55 b
1756	71,20	70,37	70,78 b
1809	76,83	73,77	75,30 a
ON3	70,90	68,93	69,92 bc
Knt.+N	70,03	68,83	69,43 c
Knt.-N	68,87	67,17	68,02 d
Ort.	71,58 a	69,75 b	70,67
LSD (%5)	1,293 (çeşit) 0,902 (bakteri)		

Çizelge 50'de görüldüğü gibi değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılama ile farklı soya çeşitlerinde belirlenen kg/da olarak kök ağırlıkları arasında farklılıklar meydana gelmiştir. Soya çeşitlerinin LSD testi gruplandırılmasında S4240 çeşidi 71,58 değeriyle 1. sırada, Sa88 çeşidi ise 69,75 değeriyle 2. sırada yer almıştır. Değişik bakteri

izolatları ile aşılama ile kök ağırlıklarındaki (kg/da) LSD testine göre gruplandırmada ise 1809 nolu izolat 75,30 değeriyle en yüksek düzeyde bulunmuştur. So11 ve 1756 nolu izolatlar ise 2. grupta yer almışlardır. Elde edilen kök ağırlıkları (kg/da) Çukurova Bölgesi'nde ONAÇ ve GÖK (1995) tarafından yapılan araştırmada belirlenen sonuçlardan biraz düşük olarak saptanmıştır. Buna neden olarak araştırma alanının çok sıcak ve buna bağlı olarak nem düzeyinin de düşük olması kanısına varılmıştır.

4.4.5. Köküstü Ağırlığına (gram/bitki) Etkisi

1993, 1994 yıllarında nodül oluşumu gerçekleşmediğinden bitkilerde köküstü ağırlığı (gram/bitki) değerlerinin istatistiksel analizi yapılmamıştır. Belirlenen köküstü ağırlıkları (gram/bitki) Çizelge 51'de verilmiştir.

Çizelge 51. 1993, 1994 Yıllarında II. Ürün Soya Bitkisinde Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Köküstü Aksamı Ağırlığına Etkisi (gram/bitki)

Bakteri İzolatı	1993			1994			1993-1994		
	S4240	Sa88	Ort.	S4240	Sa88	Ort.	S4240	Sa88	Ort.
So11	5,21	4,98	5,10	6,11	5,90	6,00	5,66	5,44	5,55
So56	5,24	4,88	5,06	5,72	6,35	6,04	5,48	5,62	5,55
110	5,23	4,98	5,10	5,74	6,08	5,91	5,49	5,53	5,51
1755	5,54	5,11	5,32	5,68	5,88	5,78	5,61	5,50	5,55
1756	4,93	5,11	5,02	6,37	6,02	6,19	5,65	5,56	5,61
1809	5,20	4,99	5,09	6,21	6,34	6,27	5,71	5,67	5,69
30131	5,04	4,99	5,02	6,08	5,90	5,99	5,56	5,45	5,51
ON1	5,02	4,89	4,95	5,88	5,92	5,90	5,45	5,40	5,43
ON2	5,07	4,93	5,00	5,99	5,59	5,79	5,53	5,27	5,40
ON3	5,15	4,94	5,05	6,11	5,77	5,94	5,63	5,36	5,50
Knt.+N	4,99	4,76	4,88	5,99	5,69	5,84	5,49	5,23	5,36
Knt.-N	4,31	4,25	4,28	5,65	5,21	5,43	4,98	4,73	4,86
Ort.	5,08	4,90	4,99	5,96	5,89	5,93	5,52	5,40	5,46

1995 yılında değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılama ile farklı soya çeşitlerinde köküstü ağırlıklarına (gram/bitki) ait varyans analiz sonuçları Çizelge 52'de,

bitkilerin köküstü ağırlıkları (gram/bitki) ve bunların LSD testine göre gruplandırılması Çizelge 53'te verilmiştir.

Çizelge 52. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinde Köküstü Ağırlıklarına (gram/bitki) Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalamaları
Blok	2	0,035
Çeşit	1	9,734**
Hata 1	2	0,022
Bakteri	5	1,477**
ÇeşitxBakteri. İnt.	5	0,073*
Hata 2	20	0,024
Genel	35	

* %5 düzeyinde önemli

** %1 düzeyinde önemli

Çizelge 52'de görüldüğü gibi köksütü ağırlıklarının (gram/bitki) istatistiksel değerlendirilmesinde soya çeşitleri arasındaki farklılıkların %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Köküstü ağırlığında (gram/bitki) değişik bakteri izolatları arasındaki farklılıklar istatistiksel bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuşken, çeşitxbakteri interaksyonu %5 düzeyinde önemli olarak belirlenmiştir.

Çizelge 53. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılanmanın Farklı Soya Çeşitlerinde Köküstü Aksamı Ağırlığına Etkisi (gram/bitki)

Bak. İzolatı.	S4240	Sa88	Ort.
So11	7,80 bc	6,79 b	7,30
1756	8,02 b	6,88 b	7,45
1809	9,07 a	7,70 a	8,39
ON3	7,63 cd	6,93 b	7,28
Knt.+N	7,73 c	6,70 bc	7,22
Knt.-N	7,45 d	6,46 c	6,95
Ort.	7,95	6,91	7,43
LSD (%5)	0,264 (int.)		

Çizelge 53'te görüldüğü gibi değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılama ile köküstü ağırlıkları arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir. Değişik bakteri izolatlarının LSD testine göre gruplandırılmasında 1809 nolu izolat S4240 çeşidinde 9,07 gram/bitki, Sa88 çeşidinde 7,70 gram/bitki değeriyle en yüksek düzeylerde köküstü ağırlıklarına (gram/bitki) sahip olarak belirlenmişlerdir. 2. sırada ise 1756 ve So11 nolu izolatlar yer almıştır.

4.4.6. Köküstü Ağırlığına (kg/da) Etkisi

1993, 1994 yıllarında nodül oluşumu gerçekleşmediğinden bitkilerde kg/da olarak köküstü ağırlıklarının istatistiksel analizi yapılmamıştır. Elde edilen köküstü ağırlıkları (kg/da) Çizelge 54'te verilmiştir.

Çizelge 54. 1993, 1994 Yıllarında II. Ürün Soya Bitkisinde Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Köküstü Aksamı Ağırlığına Etkisi (kg/da)

Bakteri İzolatı	1993			1994			1993-1994		
	S4240	Sa88	Ort.	S4240	Sa88	Ort.	S4240	Sa88	Ort.
So11	147,5	140,9	144,2	170,2	165,6	167,9	158,8	153,3	156,1
So56	146,1	139,2	142,6	168,2	169,7	169,0	157,2	154,5	155,8
110	146,4	139,4	142,9	170,0	166,3	168,2	158,3	152,8	155,6
1755	155,0	143,0	149,0	167,5	167,5	167,5	161,3	155,2	158,3
1756	140,1	143,5	141,8	174,8	166,3	170,6	157,5	155,0	156,2
1809	145,1	140,2	142,7	177,8	171,7	174,7	161,5	156,0	158,7
30131	140,9	139,7	140,3	173,2	167,2	170,2	157,1	153,5	155,3
ON1	141,7	137,7	139,7	170,7	166,4	168,5	156,2	152,1	154,1
ON2	141,5	138,7	140,1	168,6	162,6	165,6	155,1	150,7	152,9
ON3	145,0	138,3	141,7	171,8	165,0	168,4	158,4	151,7	155,0
Knt.+N	137,0	134,8	135,9	168,0	164,1	166,1	152,5	149,5	151,0
Knt.-N	118,8	116,6	117,7	162,4	154,0	158,2	145,4	135,3	140,4
Ort.	142,1	137,7	139,9	170,3	165,5	167,9	156,6	151,6	154,1

1995 yılında değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılama ile farklı soya çeşitlerinde belirlenen köküstü ağırlığı (kg/da) değerlerine ait varyans analiz sonuçları

Çizelge 55'te, elde edilen kg/da olarak köküstü ağırlıkları ve bunların LSD testine göre gruplandırılması ise Çizelge 56'da verilmiştir.

Çizelge 55. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinde Köküstü Ağırlıklarına (kg/da) Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalamaları
Blok	2	1,002
Çeşit	1	476,610*
Hata 1	2	7,203
Bakteri	5	209,306**
ÇeşitxBakteri İnt.	5	33,205**
Hata 2	20	3,708
Genel	35	

* %5 düzeyinde önemli

** %1 düzeyinde önemli

Çizelge 55'te görüldüğü gibi elde edilen kg/da cinsinden köküstü ağırlıklarında çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiksel bakımdan %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Değişik bakteri izolatlarının köküstü ağırlıkları arasındaki farklılıklar ve çeşitxbakteri arasındaki interaksiyonun istatistiksel bakımdan %1 düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 56. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılamamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Köküstü Aksamı Ağırlığına Etkisi (kg/da)

Bak. İzolatı	S4240	Sa88	Ort.
So11	199,8 b	192,6 bc	196,2
1756	198,1 bc	194,4 b	196,2
1809	213,8 a	197,9 a	205,9
ON3	195,1 c	191,9 bc	193,5
Knt.+N	199,4 b	190,7 c	195,0
Knt.-N	190,2 d	185,1 d	187,6
Ort.	199,4	192,1	195,8
LSD (%5)	3,280 (int.)		

Çizelge 56'da görüldüğü gibi köküstü ağırlıklar (kg/da) bakımından hem farklı soya çeşitleri hem de değişik bakteri izolatları arasında önemli farklılıklar belirlenmiştir. Köküstü ağırlığı (kg/da) her iki soya çeşidinde de 1809 nolu bakteri izolatıyla en yüksek değerde gerçekleşmiştir. Bununla birlikte S4240 soya çeşidinde belirlenen köküstü ağırlıkları Sa88 soya çeşidinden daha yüksek olarak belirlenmiştir. 1809 nolu izolat ile S4240 çeşidinde 213,8 kg/da köküstü ağırlık saptanmışken, Sa88 çeşidinde buna karşılık 197,9 olarak belirlenmiştir. S4240 çeşidinde 2. sırada So11 nolu izolat yer almışken, Sa88 çeşidinde 2. sırada 1756 nolu izolat yer almıştır. Her iki çeşidin ortalaması dikkate alındığında 1. sırada 1809 nolu izolat, 2. sırada ise So11 ve 1756 nolu izolatlar birlikte yer almışlardır. ONAÇ ve GÖK (1995) tarafından Çukurova Bölgesi'nde yapılan araştırmada Sa88x1809 kombinasyonunda 394 kg/da köküstü ağırlık belirlenmiştir. Harran Ovası koşullarında yürüttüğümüz denemede iklim koşullarına ve nodül sayısının az olmasına bağlı olarak daha düşük düzeyde köküstü ağırlığı olduğu sonucuna varılmıştır.

4.4.7. Kuru Madde Oluşumuna (kg/da) Etkisi

1993, 1994 yıllarında nodül oluşumu gerçekleşmediğinden belirlenmiş olan kuru madde miktarlarının (dane hariç) istatistiksel analizi yapılmamıştır. Elde edilen kuru madde miktarları (kg/da olarak kök+köküstü aksamı) Çizelge 57'de verilmiştir.

Çizelge 57. 1993, 1994 Yıllarında II. Ürün Soya Bitkisinde Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılanmanın Farklı Soya Çeşitlerinde Kuru Madde Miktarına Etkisi (kg/da)

Bakteri İzolatı	1993			1994			1993-1994		
	S4240	Sa88	Ort.	S4240	Sa88	Ort.	S4240	Sa88	Ort.
So11	202,9	191,7	197,3	231,1	226,0	228,5	217,0	208,9	213,0
So56	198,9	188,7	193,8	230,3	232,6	231,5	214,6	210,7	212,7
110	198,3	189,2	193,8	233,4	228,1	230,7	215,8	208,7	212,3
1755	212,7	194,3	203,5	229,1	228,0	228,6	211,6	211,2	216,4
1756	192,9	194,6	193,7	234,2	227,2	230,7	215,0	211,0	213,0
1809	198,7	191,0	194,9	242,4	235,2	238,8	220,6	213,8	217,2
30131	193,3	190,0	191,7	235,7	228,8	232,3	214,5	209,4	212,0
ON1	192,3	186,0	189,2	233,5	225,8	229,7	212,9	205,9	209,4
ON2	189,5	188,8	189,2	231,7	222,6	227,2	210,0	205,7	207,9
ON3	196,9	187,5	192,2	233,3	225,9	229,6	215,1	206,8	210,9
Knt.+N	185,0	182,5	183,8	228,0	224,2	226,1	206,5	203,4	205,0
Knt.-N	161,8	158,3	160,1	220,3	208,9	214,6	191,1	183,6	187,4
Ort.	193,6	186,9	190,3	231,9	226,1	229,0	212,9	206,6	209,8

1995 yılında değişik *B. japonicum* izolatları ile aşılamayla farklı soya çeşitlerinde elde edilmiş olan kuru madde miktarı (kg/da) değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 58’de, kuru madde miktarı değerleri ve bunların LSD testine göre gruplandırılması ise Çizelge 59’da verilmiştir.

Çizelge 58. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılanmış Farklı Soya Çeşitlerinde Kuru Madde Miktarlarına (kg/da) Ait Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalamaları
Blok	2	3,914
Çeşit	1	797,121**
Hata 1	2	6,834
Bakteri	5	416,019**
ÇeşitxBakteri İnt.	5	38,061**
Hata 2	20	4,644
Genel	35	

** %1 düzeyinde önemli

Çizelge 58'de görüldüğü gibi kuru madde oluşumu yönünden soya çeşitleri arasındaki farklılıklar istatistiksel bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Kuru madde oluşumuna göre değişik bakteri izolatları arasındaki farklılıklar ve çeşitxbakteri interaksyonu istatistiksel bakımdan %1 düzeyinde önemli olarak belirlenmiştir.

Çizelge 59. 1995 Yılında Değişik *B. japonicum* İzolatları ile Aşılamının Farklı Soya Çeşitlerinde Kuru Madde Miktarına Etkisi (kg/da)

Bak. İzolatı.	S4240	Sa88	Ort.
So11	271,5 b	262,0 b	266,7
1756	269,3 bc	263,1 b	266,2
1809	290,7 a	271,7 a	281,2
ON3	266,0 c	260,9 b	263,5
Knt.+N	269,4 bc	259,5 b	264,5
Knt.-N	259,0 d	252,3 c	255,7
Ort.	271,0	261,6	266,3
LSD (%5)	3,670 (int.)		

Çizelge 59'da görüldüğü gibi soya çeşitlerinin karşılaştırılmasında S4240 çeşidinde Sa88 çeşidinden daha yüksek düzeyde kuru madde oluşumu gerçekleşmiştir. Kuru madde oluşumlarına göre değişik bakteri izolatlarının karşılaştırılmasında 1809 nolu izolat her iki çeşitte de en yüksek değere ulaşmıştır. 1809 nolu izolatla S4240 çeşidinde 290,7 kg/da oranında, Sa88 çeşidinde ise 271,7 kg/da kuru madde oluşumu gerçekleşmiştir. Her iki çeşitte de 2. sırada So11 ve 1756 nolu izolatlar birlikte yer almışlardır. S4240 çeşidinde kontrol(-N) uygulamasına göre 1809 nolu izolat ile aşılamayla % 12,24'lük kuru madde (kg/da) artışı gerçekleşmiştir. Sa88 çeşidinde ise kontrol(-N) uygulamasına göre 1809 nolu izolat ile aşılamayla % 7,69'lük kuru madde artışı gerçekleşmiştir. Denemede elde edilen sonuçlar Çukurova Bölgesi'nde ONAÇ ve GÖK (1995) tarafından yapılan araştırmada elde edilen sonuçlardan daha düşük olarak belirlenmiştir. Buna Çukurova Bölgesi'nde bitki köklerinde daha çok sayıda nodül bulunması ve iklim koşullarının uygunluğunun neden olduğu kanısına varılmıştır.

SONUÇ

Bu çalışmada değişik *Bradyrhizobium japonicum* izolatları ile aşılamamanın farklı soya çeşitlerinde GAP Bölgesi (Harran Ovası) koşullarında tarla şartlarında nodülasyon, N₂-fiksasyonu ve verime etkileri belirlenmiştir.

1993 ve 1994 yıllarında II. ürün olarak yürütülen denemelerde yüksek sıcaklık ve buna bağlı olarak yetersiz nem durumundan dolayı nodülasyonun gerçekleşmediği sonucuna varılmıştır.

1995 yılında I. ürün olarak yürütülen denemede ise ON3 nolu izolat dışında diğer izolatlarla (So11, 1756, 1809) aşılamayla nodülasyonun gerçekleştiği belirlenmiştir.

Araştırmada bitki başına nodül sayısı en yüksek 1809 nolu izolatla 23 adet olarak belirlenmiştir. 2. sırada 1756 nolu izolat 19 adet, 3. sırada ise So11 nolu izolat 14 adet nodülle belirlenmişlerdir. Soya çeşitleri arasında önemli farklılık bulunmamıştır.

Elde edilen ortalama nodül ağırlıkları (mg/nodül) 4,85-6,46 arasında belirlenmiştir. S4240x1809 kombinasyonunda en yüksek sonuç alınmıştır.

Bitki başına nodül ağırlıkları 69,0-144,0 mg değerleri arasında saptanmış, S4240x1809 kombinasyonunda bu özellik itibarıyla en yüksek gösterdiği görülmüştür.

Nodüllerin N içerikleri % 3,61-4,15 değerleri arasında olup, en düşük değeri So11xSa88, en yüksek değeri ise 1809xS4240 kombinasyonunun gösterdiği tesbit edilmiştir.

Köklerin N içerikleri % 0,52-0,80 değerleri arasında olup, Sa88xkontrol(-N) en düşük, S4240x1809 kombinasyonu en yüksek değeri göstermiştir.

Köküstü aksamın N içeriği % 0,47-0,71 değerleri arasındadır. En düşük değer Sa88xkontrol(-N), en yüksek değer S4240x1809 kombinasyonunda görülmüştür.

Danenin N içeriği % 5,77-7,06 değerleri arasında bulunmuştur. Bu özellik yönünden de en düşük Sa88xkontrol(-N), en yüksek değer ise S4240x1809 kombinasyonunda belirlenmiştir.

Kökte Nt (kg/da) miktarlarında çeşitler arasında farklılıklar görülmemiş, her iki çeşit ortalamasında bakteri izolatlarına göre elde edilen sonuçlarda en yüksek 0,59 kg/da değerine ulaşılmıştır.

Köküstünde Nt (kg/da) miktarları yönünden çeşitler arasında farklılık görülmemiş, her iki çeşit ortalamasında bakteri izolatlarına göre en yüksek 1,44 değeri belirlenmiştir.

Danede Nt (kg/da) miktarında en yüksek 1809 nolu izolatla S4240 çeşidi kombinasyonunda 24,24 kg/da değerine ulaşılmıştır. Çeşitler arasında önemli bir farklılık görülmemiştir. En düşük 17,01 kg/da değeri Sa88xkontrol(-N) kombinasyonunda görülmüştür.

Kök ağırlıklarında (kg/da) en düşük 67,17 Sa88xkontrol(-N), en yüksek 76,83 S4240x1809 kombinasyonu; köküstü ağırlıkta (kg/da) en düşük 185,1 Sa88xkontrol(-N), en yüksek 213,8 S4240x1809 kombinasyonu ile gerçekleşmiştir.

Dane verimleri (kg/da) 295,0-343,3 arasında belirlenmiştir. S4240 çeşidinin dane verimleri Sa88 çeşidine göre yüksek bulunmuştur. En yüksek sonuç S4240x1809 kombinasyonu ile gerçekleşmiştir.

Kuru madde oluşumu yönünden en düşük değer 252,3 kg/da ile Sa88xkontrol(-N) kombinasyonunda, en yüksek değer 290,7 kg/da S4240x1809 kombinasyonunda belirlenmiştir.

Sonuç olarak 1809 nolu izolatin diğer izolatlardan daha etkin olduğu, çeşitler arasında ise S4240 çeşidinin verim değerlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yapılacak araştırmalarda daha farklı izolatların değişik ekim zamanları ve soya çeşitlerinde test edilmesiyle elde edilecek verim miktarının artırılması mümkün olabilir.

ÖZET

Soyada simbiyotik yolla azot fiksasyonu gerçekleştiren etkin *Bradyrhizobium japonicum* izolatlarının GAP Bölgesi'nde (Harran Ovası) tarla koşullarında nodülasyon, N₂-fiksasyonu ve verime etkisinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada S4240 ve Sa88 soya çeşitlerine değişik bakteri izolatları (1993, 1994 yıllarında: So11, So56, 110, 1755, 1756, 1809, 30131, ON1, ON2, ON3; 1995 yılında bunlardan sadece 4 tanesi : So11, 1756, 1809, ON3) aşılansarak, nodül oluşumu, nodül, kök, köküstü ve danede % N içerikleri, bitki aksamalarında biriktirilen kg/da olarak azot (Nt) miktarları, kuru madde oluşumu, 1000 dane ağırlıkları ve dane verimleri belirlenmiştir.

Bu çalışma Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında yürütülmüştür. Deneme parsellerine ekimden önce 9 kg P₂O₅/da (triplesüperfosfat) ve 3 kg N/da (üre) verilmiştir. Kontrol(+N) parseline ise toplam 6 kg N/da (üre) gübrelemesi yapılmıştır. Kontrol parsellerine tohumlar aşılansmadan, diğer parsellere ise değişik bakteri izolatları aşılansmak suretiyle sıra arası 70 cm, sıra üzeri 4 cm olacak şekilde elle ekim yapılmıştır.

Deneme, bölünmüş parseller deneme deseninde 3 yinelemeli olarak kurulmuştur. Denemede parsel boyutları 4,2x6,0 m olarak düzenlenmiştir.

Ekim işlemi 1993 yılında 10 Temmuz, 1994 yılında 6 Temmuz'da II. ürün olarak, 1995 yılında ise 27 Nisan'da I. ürün olarak yapılmıştır.

1993 ve 1994 yıllarında denemenin II. ürün olarak planlanmış olması ve bu dönemde de toprak sıcaklığının yüksek, toprak neminin genelde düşük olması nedeniyle nodül oluşumu gerçekleşmemiştir.

1995 yılında ekim zamanının etkisinin ortaya konması amacıyla soya I. ürün olarak ekilmiş ve bu durumda nodül oluşumu gerçekleşmiştir. Yapılan analizler sonucunda bakteri ile aşılanmanın kontrol uygulamalarına oranla nodülasyonu, N_2 -fiksasyonunu, kuru madde oluşumunu ve dane verimini olumlu şekilde etkilediği belirlenmiştir. Çukurova Bölgesi'nden izole edilmiş olan ON3 nolu izolat ile nodül oluşumunun gerçekleşmediği görülmüştür. Diğer izolatlar arasında yapılan karşılaştırmalarda 1809 nolu izolatın her iki soya çeşidinde de en yüksek sonuçları verdiği belirlenmiştir. Sol1 ve 1756 nolu izolatlar ise bir çok özellik yönünden birbirine yakın düzeyde etki göstermişlerdir.

Soya çeşitleri arasındaki karşılaştırmalarda ise S4240 çeşidinin Sa88 çeşidinden daha yüksek düzeylerde nodülasyon, N_2 -fiksasyonu ve verim değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir.

SUMMARY

The aim of this research was to evaluate the most effective *N₂-fixing Bradyrhizobium japonicum* isolates under the field condition of the GAP region (Plain of Harran) for nodulation, *N₂-fixation* and yield of soybean. In this study, for the second crop various genotype of soybean such as isolates (So11, So56, 110, 1755, 1756, 1809, 30131, ON1, ON2 and ON3) in 1993 and 1994 and (So11, 1756, 1809 and ON3) isolates in 1995 were inoculated determined the nodule formation, N-content of nodule, shoot, total N uptake by root and seed, dry matter formation of soybean and seed yield and 1000-grain weight.

The study was carried out at the University of Harran Research Station. Before sowing 9 kg P₂O₅/da phosphorus (triplesuperphosphate) and 3 kg N/da (ürea) fertilizer was applied to all plots. Total 6 kg N/da (ürea) fertilizer was applied to the control(+N) plot. The seeds were sown without inoculant for control parcels and to the other parcels various species isolates were inoculate. Sowing has been performed without using machine (by hands), the distance between rows was 70 cm and between individual plants was 4 cm.

The experiment was designed in with split plot with 3 replicates. Plot size was 4.2x6.0 m.

The sowing was done in 10 July in 1993, 6 July in 1994 (second crop) and 27 April in 1995 (first crop).

During the 1993 and 1994 under the second crop condition, since soil temperature was so high and the soil moisture content which is usually low, the nodulation has not been formed. But, in 1995 in order to found out the effect of seasonal change on sowing time, soybean has been sowed as a first crop. thus as a result of first

crop the nodulation was formed. The results of study show that inoculation of *Bradyrhizobium japonicum* positively influenced the N₂-fixation, seed yield and dry matter yield. It has been observed that the isolate of ON3 which has isolated from Çukurova region did not have any nodule. The isolate of 1809 is the one of them which has performed the highest response than other isolates for both of soybean genotype. The isolate of S011 and 1756 shows the similar response in term of several plant parameters.

Comparison of soybean genotypes shows that S4240 genotype was produced nodulation, N₂-fixation and yield than the genotype of Sa88.

KAYNAKLAR

- ALTINTAŞ, S., N. CEBEL, 1990. Değişik Yerlerden Sağlanan Nodozite Bakteri Kùltürleri ile Aşılamanın Soya Fasülyesinin Verimine ve Danelerin Azot Kapsamlarına Etkileri. Tar. Or. ve Köyişleri Bak. Köy Hizmetleri Gn. Md. Toprak ve Gübre Arş. Enst. Md. Genel Yay. No: 170. Rapor Yay. No: 92. ANKARA.
- ALVA, A.K., D.G. EDWARDS, C. J. ASHER, S. SUTHIPRADIT, 1987. Effects of Acid Soil Infertility Factors on Growth and Nodulation of Soybean. Published in Agron. J. 79: 302-306.
- ANONYMOUS, 1983. Akdeniz Tarımsal Araştırma Enst. Gelişme Raporu.
- ARIOĞLU, H., 1992. Yağ Bitkileri (Soya ve Yerfıstığı) Ç. Ü. Zir. Fak. Yay. Ders Kitabı No: 35. Adana.
- BADR EL-DIN, S. M. S., M. A. KHALAFALLAH, H. MOAWAD, 1986. Response of Soybean to Dual Inoculation with *Rhizobium japonicum* and Phosphate Dissolving Bacteria. Z. Pflanzenernaehr. Bodenk. 149: 130-135.
- BAREA, J. M., E. NAVARRO, E. MONTOYA, 1976. Production of Plant Growth Regulators by Rhizosphere Phosphate-Solubilizing Bacteria. J. Appl. Bacteriol. 40: 129-134.
- BELL, L. C., D. G. EDWARDS, 1987. The Role of Aluminium in Acid Soil Infertility. International Board for Soil Research and Management Inc. (IBSRAM), Soil Management Under Humid Conditions in Asia (ASIALAND), Proceedings of the First Regional Seminar on Soil Management Under Humid Conditions in Asia and the Pacific Khon Kaen, Phitsanulok, Thailand, October 13-20, 1986. pp. 201-223.
- BEK, Y., 1983. Araştırma ve Deneme Metodları. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Ders Notu Yay. No: 92. Adana.
- BORDELEAU, L. M., D. PREVOST, 1994. Nodulation and Nitrogen Fixation in Extreme Environments. Plant and Soil. 161: 115-125.
- _____, H. ANTOUN, R. A. LACHANCE, 1977. Effets des Souches de *Rhizobium meliloti* et des Coupes Successives de la Luzerne (*Medicago sativa*) Sur la Fixation Symbiotique d'azote. Can. J. Plant Sci. 57: 433-439.

- BOUYOUCOS, G. J. 1951. A Recalibration of the Hydrometer Method for Making Mechanical Analysis of Soils. *Agron. J.*, 43, 434-438.
- BREMNER, J. M., 1965. Total Nitrogen Methods of Soil Analysis. Vol. 2, Chemical and Microbiological Methods. C. A. BLACK, D.D. EVANS, L. E. ENSMINGER, J. L. WHITE, F. E. CLARCK, (eds). Am. Soc. Agron. Inc., Madison, Wisc., s 1149-1178.
- BURNS, R. C., R. W. F. HARDY, 1975. Nitrogen Fixation in Bacteria and Higher Plants. Springer-Verlag Berlin- eidelberg. New York.
- CEBEL, N., K. HAKTANIR, 1995. Mikrobiyal Aşı Uygulamasında Kullanılan Seçilmiş *Rhizobium japonicum* Suşlarının Nodülasyon Rekabet Yeteneklerinin Serolojik Yöntemler Kullanılarak Belirlenmesi. 2. Suşların Tarlada Yerli Populasyon ile Soya Bitkisinde Nodül Oluşturmak için Rekabet Etme Yeteneklerinin Belirlenmesi. Türkiye Toprak İlmi Derneği- İ. Akalan. Toprak ve Çevre Sempozyumu. Cilt 2. C. 228-236. Ankara.
- CIAFARDINI, G., C. BARBIERI, 1987. Effects of Cover Inoculation of Soybean on Nodulation, Nitrogen Fixation and Yield. Published in *Agron. J.* 79: 645-648.
- CHAMBER, P. M. A., 1980. Effects of Nitrogen Fertilization on Symbiotic Fixation in Soybean cv. Amsoy-71. *Soil and Fertilizers*, 45(1), 77-88.
- CRALLE, H. T., G. H. HEICHEL, 1982. Temperature and Chilling Sensitivity of Nodule Nitrogenase Activity of Unhardened alfalfa. *Crop Sci.* 21: 300-304.
- ÇAĞLAR, K. Ö., 1949. Toprak Bilgisi A. Ü. Ziraat Fakültesi Yay. No: 10. 230 s. Ankara.
- DANSO, S. K. A., C. HERA, C. DOUKA, 1987. Nitrogen Fixation in Soybean as Influenced by Cultivar and *Rhizobium* Strain. *Plant and Soil*. 99: 163-174.
- DAWSON, M. D., P. WIVUTVONGVANA, M. EKASINGH, 1976. Soyabean Soil Fertility and Moisture Studies. Expanding the Use of Soybeans. INTSOY Series No:10, 46-55.
- DENİZ, N., 1988. Ankara Yöresinde Sulu Koşullarda Yetiştirilebilecek Soya Çeşitleri. Tar. Or. ve Köy İşl. Bak. Köy Hizmetleri G. Md. Toprak ve Gübre Arş. Enst. Md. Genel Yay. No: 148, Rapor Seri No: R-72. Ankara.

DEUTSCHE EINHEITSVERFAHREN, ZUR WASSER-ABWASSER und SCHLAMMUNTERSUCHUNGEN, 1983. Fachgruppe Wasser Chemie in der Gesellschaft Deutscher Chemiker (Ed.) Verlag Chemie. Weinheim/Bergstrasse (BRD).

D. İ. E. Türkiye İstatistik Yıllığı, 1994. T. C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enst. Yay. No:1720. Ankara.

DİNÇ, U., S. ŞENOL, M. SAYIN, S. KAPUR, N. GÜZEL, M.R. DERİCİ, M.Ş. YEŞİL SOY, İ. YEĞİNGİL, M. SARI, Z. KAYA, M. AYDIN, F. KETTAŞ, A. BERKMAN, A.K. ÇOLAK, K. YILMAZ, B. TUNÇGÖĞÜS, V. ÇAVUŞGİL, H. ÖZBEK, K.Y. GÜLÜT, C. KARAMAN, O. DİNÇ, N. ÖZTÜRK, E.E. KARA, 1988. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Toprakları (GAT). 1. Harran Ovası. TÜBİTAK. Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu GÜDÜMLÜ Araştırma Projesi Kesin Raporu Proje No: TOAG-534. Adana

DMİ., 1995. Şanlıurfa Meteoroloji Bölge Müdürlüğünden Alınan Veriler.

DOSS, B. D., R. W. PEARSON, H. T. ROGERS, 1974. Effect of Soil Water Stress on Various Growth Stages on Soybean Yield. Agronomy Journal. 66: 620-623.

DUBE, J. N., 1976. Yield Responses of Soybean, Chickpea and Lentil to Inoculation With Legume Inoculants, Symbiotic Nitrogen Fixation in Plants, Ed. P. S. NUTMAN, Cambridge University. Press.

DURAND, J. L., J. E. SHEEHY, F. R. MINCHIN. 1987. Nitrogenase Activity. Photosynthesis and Nodule Water Potential in Soybean Plants Experiencing Water Deprivation J. Exp. Bot. 38: 311-321.

DUSEK, D. A., J. T. MUSICK, K. B. PORTER, 1971. Irrigation of soybeans in Texas High plains. Texas Agr. Exp. Sta.

ENGİN, M. 1984. Yemeklik Tane Baklagiller Ç. Ü. Zir. Fak. Ders Notu Yay. Adana.

ERSİN, B., 1986. Ege Koşullarında Bakteri Kültürü Uygulamasının Soya Verimi ve Azot Kapsamına Etkisi ile Bakteri Suşlarının Azot Eşdeğeri. Menemen Köy Hiz. Arş. Enst. Md. Yay. Genel: 132, Rapor: 84.

FABIG, N., J.C.G. OTTOW, F. MÜLLER, 1978. Mineralisation Von ¹⁴C-Markiertem Benzoat mit Nitrat als Wasserstoff-Akzeptor unter Vollstaeding Anaeroben Bedingungen Sowie bei Vermindertem Sauerstoffpartialdruck. Landwirtsch. Forsch. 35,441-453.

- FRITSCH, W., 1990. Mikrobiologie. Gustav Fischer Verlag. Jena.
- FUJITA, K., T. MASUDA, S. OGATA, 1991. Effect of Pod Removal on Fixed-N ($^{15}\text{N}_2$) Export from Soybean (*Glycine max* L.) Nodules. Soil. Sci. Plant. Nutr., 37 (3), 463-469.
- GÖK, M., A. E. ANLARSAL, A. C. ÜLGER, C. YÜCEL, I. ONAÇ, 1995. Bazı Baklagil Yeşil Gübre Bitkilerinde N_2 -Fiksasyonu ve Biyomas Verimi. Türkiye Toprak İlmi Derneği. İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu Cilt 2. C. 207-216. Ankara.
- _____, K. YALI, 1995. Değişik *Bradyrhizobium japonicum* izolatları ile aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Verim, Nodülasyon ve N_2 -Fiksasyonuna etkisi. Türkiye Toprak İlmi Derneği. İ. Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu Cilt 2. C. 237-246, Ankara.
- _____, 1996. Toprak Biyolojisi ve Mikrobiyoloji Ders Notları Ç.Ü.Z.F. Adana.
- GRIM, S. S., J. W. JONES, K. J. BOOTE, D. C. HERZOG, 1994. Modeling the Occurrence of Reproductive Stages after Flowering for Four Soybean Cultivars. Published in Agron. J. 86: 31-38.
- GROS, A., 1979. Engrais. Guide Pratique de la Fertilisation-La Maison Rustique-Paris.
- GUERIN, V., J. C. TRINCHANT, J. RIGAUD, 1990. Nitrogen Fixation (C_2H_2 reduction) by Broad Bean (*Vicia faba* L.) Nodules and Bacteroids under Water-Restricted Conditions. Plant Physiol 92: 595-601.
- GÜRBÜZER, E., 1978. En Fazla Azot Tespit Etme Özelliği Gösteren Soya Fasülyesi Nodozite Bakterilerinin Seçilmesi. Köy İşl. Koop. Bak. Topraksu G. Md. Toprak ve Gübre Arş. Enst. Yay. Genel Yay. 78, Rapor Yay. 12. Ankara.
- HAM, G. E., R. J. LAWN, W. A. BRUN, 1976. Influence of Inoculation Nitrogen Fertilizers and Photosynthetic Source-Sink Manipulations on Field Grown Soybeans. Symbiotic Nitrogen Fixation in plants. Ed. P. S. NUTMAN. Cambridge Univ. Press.
- HEATHERLY, L. G., S. R. SPURLOCK, 1993. Timing of Furrow Irrigation Termination for Determinate Soybean on Clay Soil. Published in Agron. J. 85: 1103-1108.

- HELALOĞLU, C., 1987. Harran Ovasında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilebilecek Soya Çeşitleri. Tar. Or. Köy İşl. Bak. Köy Hizmetleri Gn. Md. Köy Hiz. Arş. Enst. Md. Yay. Gen. Yay. No: 27. Rapor Serisi No: 18. ŞANLIURFA.
- HERRIDGE, D. F., J. H. BETTS, 1988. Field Evaluation of Soybean Genotypes Selected for Enhanced Capacity to Nodulate and Fix Nitrogen in the Presence of Nitrate Plant and Soil. 110: 129-135.
- HINSON, K., E. E. HARTWIG, 1977. FAO. Plant Production and Protection Paper. Soybean Production in the Tropics, 15-17.
- HIJAZI, L. A., G. KAHNT, 1985. Effect of Inoculation with Different *Rhizobium* Strains on N₂-Fixation and Soybean Production with or without Late N Fertilization. Z. Acker und Pflanzenbau. 154:56-65.
- HOWLE, P. K. W., E. R. SHIPE, H. D. SKIPPER, 1987. Soybean Specificity for *Bradyrhizobium japonicum* Strain 110. Published in Agron. J. 79: 595-598.
- ISRAEL, D. W. 1987. Investigation of the Role of Phosphorus in Symbiotic Dinitrogen Fixation. Plant physiology. 84: 835-840.
- IŞIK, Y. 1992. Konya Ekolojik Şartlarında Azotlu-Fosforlu Gübre Uygulamaları ve Bakteri ile Aşılanmanın, Nohut Çeşitlerinin (*Cicer arietinum* L.) Dane Verimi, Danenin Kimyasal Kompozisyonu ve Morfolojik Özellikler Üzerine Etkileri Konusunda Bir Araştırma.
- İLLİSULU, K. 1983. Soyanın Türkiye Ekonomisindeki Yeri ve Önemi Soya Semineri ve Paneli, Adana.
- İNCEKARA, F. 1972. Endüstri Bitkileri ve Islahı, Cilt 2, Yağ Bitkileri ve Islahı E. Ü. Zir. Fak. yay. No. 83. İzmir.
- İŞLER, N. 1992. GAP Bölgesinde Soya Yetiştiriciliğinde Olabilecek Sorunlar ve Çözüm Yolları. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde II. Ürün Tarımı ve Sorunları Sempozyumu, Şanlıurfa.
- JAMRO, G. H., A.S. LARIK, 1988. Effect of Nitrogenous Fertilizer on Photosynthesis, Growth and Yield of Nodulated and Non-Nodulated Soybean. Genetica Agraria. 42(3), 331-336.
- JENKINSON, D. S., 1977. Rothamsted Exp. Sta. Report 1976. Part 2, 103-109.

- JONES, G. D., A. J. LUTZ, T. J. SMITH, 1977. Effects of Phosphorus and Potassium on Soybean Nodules and Seed Yield. *Agron. J.* 69(6), 1003-1006.
- JORDAN, D.C., 1984. Rhizobiaceae: Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Vol. 1 (KRIEG, N.R., J.G. HOLT, R.G.E. MURRAY, D.J. BRENNER, M.P. BRYANT, J.W. MOULDER, N. PFENNIG, P.H.A. SNEATH, J.T. STALEY, "Eds"). Williams and Wilkins Company. Baltimore. London
- KABESH, M. O., M. S. M. SABER, M. YOURSY, 1975. Effect of Phosphate Dissolving Bacteria and Phosphate Fertilization on the P-uptake by Pea Plants Cultivated in a Calcareous Soil. *Z. Pflanzenernaehr. Bodenk.* 6: 605-611.
- KAPTAN, H., 1993. Toprak Verimliliği ve Bitki Besleme. HR. Ü. Z. F. Ders Notu Yay. No: 1, Şanlıurfa.
- KEYSER, H. H., F. LI, 1992. Potential for Increasing Biological Nitrogen Fixation in Soybean. *Plant and Soil.* 141: 119-135.
- KISHINEVSKY, B. D., D. SEN, R. W. WEAVER, 1992. Effect of High Root Temperature on *Bradyrhizobium* Peanut Symbiosis. *Plant and Soil.* 143: 275-282.
- KIZILOĞLU, F. T., 1990. Değişik Dozlardaki Nitrojenli Gübrelemenin ve *Rhizobium japonicum* Kültürleri ile Aşılamanın Erzurum Tarla Koşullarında Bazı Soya Çeşitlerinin Ürün Verimi, Protein ve Yağ İçeriğine Etkisi. Atatürk Ü. Fen Bil. Enst.Doktora Tezi.
- _____, 1995. Toprak Mikrobiyolojisi ve Biyokimyası. Atatürk Ü. Zir. Fak. Yay. No:180. Erzurum.
- _____, 1996. Seçilmiş *Rhizobium leginosarum* İzolatları ile Aşılamanın, Erzurum Tarla Koşullarında Adi Fiğ (*Vicia sativa* L.) Bitkilerinin Ürün Verimi ve Protein içeriğine Etkisi. *Tr. J. of Agriculture and Forestry.* 20: 49-54.
- KUCEY, R. M. N., P. SNITWONGSE, P. CHAIWANAKUPT, P. WADISIRISUK, C. SIRIPAIBOOL, T. ARAYANGKOOL, N. BOONKRD, R. J. RENNIE, 1988. Nitrogen Fixation (^{15}N -dilution) with Soybeans under Thai Field Conditions. *Plant and Soil.* 108: 33-41.
- LA RUE, Th. A. and Th. G. PATERSON, 1981. *Adv. Agron.* 34: 15-38.

- LERSTEN, N. R., J. B. CARLSON, 1987. Vegetative Morphology. J. R. WILCOX (Ed), Soybeans: Improvement Production and Uses. 2nd. Ed. Agronomy Monograph, No: 16. P. 49-94.
- LIE, T. A., 1981. Environmental Physiology of the Legume-*Rhizobium* Symbiosis. In Nitrogen Fixation Vol. 1: Ecology, p 104-134. Ed. W. J. BROUGHTON: Clarendon Press. Oxford.
- LINDEMANN, W. C., G. E. HAM, 1979. Soybean Plant Growth, Nodulation and Nitrogen Fixation as Affected by Root Temperature. Soil Science Society of America Journal 43(6), 1134-1137.
- LYNCH, D. H., D. L. SMITH, 1993. Early Seedling Seasonal N₂- Fixing Symbiotic Activity of Two Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) Cultivars Inoculated with *Bradyrhizobium* Strains of Diverse Origin Plant and Soil 157: 289-303.
- MARINOVA, R., 1970. Grain Yield and Quality of Soybean as Affected by Some Bacterial Manures and Microelements. Rast Nauki, 7:115-123.
- MARTENSSON, A. M., L. BRUTTI, H. LJUNGGREN, 1989. Competition Between Strains of *Bradyrhizobium japonicum* for Nodulation of Soybeans at Different Nitrogen Fertilizer Levels. Plant and Soil. 117: 219-225.
- MARTINEZ-ROMERO, E., 1994. Recent Developments in *Rhizobium* Taxonomy. Plant and Soil. 161: 11-20.
- MAYHEW, W. L., C. E. CAVINESS, 1994. Seed Quality and Yield of Earl-Planted, Short-Season Soybean Genotypes. Published in Agron. J. 86: 16-19.
- MENGEL, D. B., W. SEGARS, G. W. REHM, 1987. Soil Fertility and Liming. J. R. WILCOX (Ed), Soybeans. Improvement Production and Uses. 2.ed. Agronomy Monograph No:16. Wisconsin USA. 461-496.
- MIHAILESCU, G., V. DVORNIC, A. DUMITRESCU, 1977. Experimental Results Regarding the utilization of Nitrogen, Molybdenum and Inoculation on Soybeans Grown on Three Soil Types. Lucrari Stiintific, Institutul Agronomic "Nicolae Balcescu", A 17, 34-37.
- MUNNS, D.N., H.H. KEYSER, 1981. Tolerance of Rhizobia to Acidity, Aluminium and Phosphate. Soil Sci. Soc. Am. J. 34, 519-523.
- MUNYINDA, K., R. E. KARAMANOS, J. O. LEGG, S. SANOGHO, 1988. Nitrogen Fixation by Soybeans (*Glycine max* L.) in Zambia. Plant and Soil. 109: 57-63.

- NAZIH, N., R. W. WEAVER, 1994. Number of Rhizobia and Delayed Inoculation Influence Nodulation of Clovers. *Plant and Soil*. 158: 135-139.
- NELSON, W.L., 1984. "Blueprint" Pour un Rendement Maximal du Soya 16. *Colloque Int. de Potasse. Revue de Potasse*.
- OHLROGGE, A. J., E. J. KAMPRATH, 1968. Fertilizer Use in Soybeans. p. 273-295. In L. B. NELSON (Ed) *Changing Patterns in Fertilizer Use*. Soil Science Society of America, Madison, WI.
- OLSEN, S. R., V. COLE, F. S. WATANABE and L. A. DEAN, 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. U. S. Dept. of Agric. Circ.939.
- ONAÇ, I., M. GÖK, 1995. Değişik *Bradyrhizobium japonicum* İzolatlarının Farklı Soya Çeşitlerinde Nodülasyon, N₂-Fiksasyonu ve Verime Etkisi. *Türkiye Toprak İlmi Derneği, İ. Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu*. Cilt 2. c. 247-255. Ankara.
- ÖZBEK, H., Z. KAYA, M. TAMCI, 1984. Bitkinin Beslenmesi ve Metabolizması. (K. MENGEL'den Çeviri) Ç. Ü. Zir. Fak. Yay. No: 12. Adana.
- , Z. KAYA, M. GÖK, H. KAPTAN, 1993. *Toprak Bilimi*. P. SCHACHTSCHABEL, H. -P. BLUME, G. BRUMMER, K. -H. HARTGE, U. SCHWERTMANN (Çeviri) Ç. Ü. Zir. Fak. Ders Kitapları Yay. No. 16.
- POSTGATE, J. R., 1982. *The Fundamentals of Nitrogen Fixation*. Cambridge University Press.
- RAO, N. S. S., 1976. Field Response of Legumes in India to Inoculation and Fertilizer Applications an "Symbiotic Nitrogen Fixation in Plants." P.S. NUTMAN (Ed). Cambridge University Press. pp. 225-268.
- , 1980. Recent advances in Biological Nitrogen Fixation. Holmes-Meier Publishers. Inc. New York. pp. 453-466.
- RENNIE, R.J., S. DUBEZ, 1987. ¹⁵N Determined Nitrogen Fixation in Field-Grown Chickpea, Lentil, Fababean and Field Pea-Agronomy Journal USA. 78 (4): 654-660.
- RICHARDS, L.A., 1954. *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils*. U.S. Dept. of Agr. Handbook 60. USA.

- SABER, M. S. M., M. YOURSY, M.O. KABESH, 1977. Effect of Manganese Application on the Activity of Phosphate-Dissolving Bacteria in a Calcareous Soil Cultivated with Pea Plants. *Plant and Soil*. 47: 335- 339.
- SABESAN, K., C. SATHANANDA, 1986. Effect of Phosphorus and Potassium on Nodulation and Yield of Soybeans. *Tropical Agriculturist*. 142: 83-88.
- SCHLICHTING, E., H. BLUME, 1966. *Bodenkundliches Praktikum*. Parey Verlag. Hamburg-Berlin
- SEPETOĞLU, H., H. HAKERERLER, M. SEÇER, H. ÇOLAKOĞLU, 1991. İkinci Ürün Soyada Bakteri Aşılması ve Farklı Besin Elementlerinin Besin Maddesi Alınımı, Verim ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi. E. Ü. Rektörlük Arş. Fon. Proje no: 89-ZRF-16. Bornova-İzmir.
- SIONIT, N., P. J. KRAMER, 1976. Water Potential and Stomatal Resistance of Sunflower and Soybean Subjected to water Stress During various Growth Stages. *Plant Physiology*. 58: 537-540.
- SOMMER, C., A. BRAMM, 1981. Attempts of Irrigation Control According to Plant Physiological Criteria. A Paper Presented in 9th International Congress of Biometeorolgy from September 23 to October 1, 1981 in Stuttgart-Hohenheim.
- SPENT, J. I., 1972. The Effect of Water Stress on Nitrogen Fixing Root Nodules and Effects on Whole Plants of *Vicia faba* and *Glycine max*. *New Phytologist* 71: 603-611.
- SPRENT, J. I., and S. M. de FARIA, 1988. Mechanisms of Infection of Plants by Nitrogen Fixing Organisms. *Plant and Soil* 110: 157-165.
- SUMMERFIELD, R. J., 1975. Effects of Daylengths and Day-Night Temperatures on Cowpeas and Soybeans. *Proceedings of Physiology Program Formulation Workshop (11TA) Ibadan, Nigeria*. 11-14.
- ŞENCAN, N., 1991. Ege Bölgesinde İkinci Ürün Soyanın Karma Bakteri Kültürü İle Aşılantmış Koşullardaki Azotlu, Fosforlu ve Potasyumlu Gübre İhtiyacı. *Tarım Ve Köy İşl. Bak. Köy Hiz. Gn. Md. Menemen Arş. Enst. Md. Yay. Genel Yay.* 169. Rapor Serisi No: 110.
- TAHA, S. M., S. A. Z. MAHMOUD, S. H. SALEM, 1967. Effect of Inoculation with Rhizobia on Some Leguminous Plants in U. A. R. I Phosphorus Manuring. *J. Microbial. U. A. R.* 2(1), 17-29.

- TANG, C., A. ROBSON, 1993. pH Above 6.0 Reduces Nodulation in *Lupinus* Species. *Plant and Soil*. 152: 269-276.
- TAN, M., Y. SERİN, 1995. Erzurum Sulu Şartlarında *Rhizobium* Aşılması ve Değişik Dozlarda Azotla Gübrelemenin Adi Fiğde (*Vicia sativa* L.) ot, Tohum, Sap ve Ham Protein Verimi ile Otun Ham Protein Oranına ve Nodül Sayısına Etkileri Üzerinde Bir Araştırma. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*. 19. 137-144.
- TAYLOR, R. W., K. R. SISTANI, S. PATEL, 1990. Soybean-*Rhizobium* Combination for Tolerance to low P-High Aluminium. *J. Agron. Crop. Sci.* 165: 54-60.
- TELLAWI, A., N. HADDAD, B. HATTAR, 1986. Effect of Several *Rhizobium* Strains on Nodulation, Nitrogen Uptake and Yield of Chickpeas (*Cicer arietinum* L.) *Pflanzernaehr. Bodenk* 149(3), 314-332.
- USLU, N., 1996. Bazı Yağ Bitkisi Tohumlarının Çimlenmeleri Sırasındaki Nem Miktarlarının Belirlenmesi. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*. 20: 225-228.
- U. S. SALINITY LABORATORY STAFF, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils, USDA No: 60.
- ÜLGEN, H. 1978. Ortaanadolu Koşullarında Fiğ Bitkisinin Ürün Miktarında ve Azot Kapsamında en Fazla Artış Sağlayan Nodozite Bakteri Suşlarının Sera ve Tarla Şartlarında Seçilmesi *Tar. ve Köy İşl. Bak. Topraksu Genel Müd. Toprak ve Gübre Araş. Enst. Md. Yay. Genel Yay. No: 79, Rapor Yay. No: 13. Ankara.*
- VAN ROSSUM, D., A. MUYOTCHA, B. M. DE HOOP, H. W. VAN VERSEVELD, A. H. STOUTHAMER, F. C. BOOGERD, 1994 Soil Acidity in Relation to Groundnut-*Brazdyrhizobium* Symbiotic Performance. *Plant and Soil*. 163: 165-175
- VASILAS, B. L., R. L. NELSON, R. M. VANDEN HEUVEL, 1990. Effect of Method and Plant Sample on Nitrogen Fixation Estimates in Soybean. Published in *Agron. J.* 82: 673-676.
- WAUGHMAN, G. J. 1977. The Effect of Temperature on Nitrogenase Activity. *J. Exp. Bot.* 28: 949-960.
- YALI, K., 1993. Farklı *B. Japonicum* izolatlarının Değişik Soya Çeşitlerinde Verim, Azot Fiksasyonu ve Toprağın Bazı Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkisi. *Ç. Ü. Fen Bilimleri Ens. Yük. Lis. Tezi, Adana.*
- ZHAO, Y. C., H. YAN, 1989. Uptake Pattern of N, P and K Nutrients by Soybean Plants and Its Effects on Soybean Yield and Quality. *Jour. of Soil Sci. China*. 20(1), 24-36.

TEŞEKKÜR

Bana bu konuda tez yapma olanağı sağlayan ve çalışmalarım süresince yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Prof.Dr. Mustafa GÖK'e, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsünde tezimi tamamlamam için gösterdiği destek ve yardımlardan dolayı Prof.Dr. Faruk İNCE'ye teşekkürü borç bilirim.

Analizlerin yapılmasında emeği geçen Arş. Gör. Işık ONAÇ'a ve laborant Emine EKER'e teşekkür ederim.

Tezimin yürütülmesi ve yazılması aşamasında emeği geçen ve yardımlarını esirgemeyen çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Ayrıca, bu tezin yürütülmesinde, analizlerin yapılmasında ve yazılması aşamalarında desteğini ve hoşgörüsünü esirgemeyen eşim Ziraat Mühendisi N.Devrim'e çok teşekkür ederim

ÖZGEÇMİŞ

1964 yılında Malatya'da doğdum. İlk öğrenimimi Yazılı köyü İlkokulu'nda, Orta öğrenimimi İstanbul-Bakırköy Kocasınan Lisesi'nde tamamladım. 1981 yılında Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü'ne kaydoldum ve 1985 yılında mezun oldum. Aynı yıl Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimime başlayıp, 1988 yılında bitirdim.

1992 yılında Harran Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü'ne Araştırma Görevlisi olarak atandım. 1993 yılı Şubat döneminde Ç. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı'nda Doktora çalışmalarına başladım.