

**T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DEĞİŞİK BAKTERİ SUŞLARI İLE AŞILANAN SOYA BİTKİSİNDE
TUZLULUĞUN N₂ FİKSASYONU VE BESİN ELEMENTİ ALIMINA ETKİSİ**

Elif Didem GÜLLE

TOPRAK ANABİLİM DALI

**ŞANLIURFA
2005**

Yrd. Doç. Dr. Ahmet ALMACA danışmanlığında Elif Didem GÜLLE'nin hazırladığı "Değişik Bakteri Suşları İle Aşılana Soya Bitkisinde Tuzluluğun N₂ Fiksasyonu Ve Besin Elementi Alımına Etkisi" konulu bu çalışma 20/12/2005 tarihinde aşğıdaki jüri tarafından Toprak Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ahmet ALMACA

Üye : Prof. Dr. Mustafa GÖK

Üye : Doç. Dr. Cengiz KAYA

Bu Tezin Toprak Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım

Prof. Dr. İbrahim BOLAT
Enstitü Müdürü

Bu çalışma HÜBAK Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: 480

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

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZ.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	iv
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
2.1. Dünyada ve Türkiye de Soya Üretimi.....	4
2.2. Biyolojik N ₂ Fiksasyonu.....	7
2.2.1. Azotun etkisi.....	13
2.2.2. Toprak neminin etkisi.....	14
2.2.3. Sıcaklığın etkisi.....	14
2.3. Tuzluluk.....	16
2.3.1. Tuzluluk ve bitki gelişimi.....	18
2.3.2. Tuzluluğa adaptasyon mekanizmaları.....	20
2.3.3. Azot fiksasyonuna tuzluluğun etkisi.....	22
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	24
3.1. Materyal.....	24
3.1.1. Araştırma yerinin toprak ve iklim özellikleri.....	24
3.1.2. Deneme bitkisi.....	25
3.1.3. Denemede kullanılan kimyasallar.....	25
3.2. Yöntem.....	26
3.2.1. Deneme topraklarının ekime hazırlanması.....	26
3.2.2. Deneme planı.....	26
3.2.3. Ekimin yapılması.....	26
3.2.4. Sulama ve bakım.....	27
3.2.5. İstatistiksel Analiz.....	29
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	30
4.1. Araştırma Bulguları.....	30
4.1.1. Kök + Nodül ağırlığı.....	30
4.1.2. Toprak üstü aksam ağırlığı.....	31
4.1.3. Nodül sayısı.....	32
4.1.4. Toprak üstü aksamda azot.....	33
4.1.5. Kök + nodül'de azot.....	34
4.1.6. Toprak üstü aksamda potasyum.....	35
4.1.7. Toprak üstü aksamda fosfor.....	36
4.1.8. Toprak üstü aksamda çinko.....	38
4.1.9. Toprak üstü aksamda bakır.....	39
4.1.10. Toprak üstü aksamda demir.....	40
4.1.11. Toprak üstü aksamda mangan.....	41
4.2. Tartışma.....	42
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	45
5.1. Sonuçlar.....	45
5.2. Öneriler.....	46
KAYNAKLAR.....	47
ÖZGEÇMİŞ.....	52
ÖZET.....	53
SUMMARY.....	54

ÖZ

Yüksek Lisans Tezi

DEĞİŞİK BAKTERİ SUŞLARI İLE AŞILANAN SOYA BİTKİSİNDE TUZLULUĞUN N₂ FİKSASYONU VE BESİN ELEMENTİ ALIMINA ETKİSİ

Elif Didem GÜLLE

**Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Anabilim Dalı**

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ahmet ALMACA

Yıl: 2005, Sayfa: 54

Bakteri aşılması yapılarak tuzlu koşullarda yetişen soya bitkisinin gelişimi, azot fiksasyonu ve bazı besin elementleri alımı üzerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada kısa dönem saksı çalışması, bölünmüş parseller deneme desenine göre yapılmıştır. Denemede A-3935 soya çeşidi kullanılmıştır. Yetiştirme ortamı olarak kullanılan toprak Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanından alınmıştır. Ekim sırasında 1809, 11, 54, 543 ve 649 nolu bakteri suşları ile aşılama yapılmıştır. Bitkilere değişik konsantrasyonlarda (0, 50, 100, 150, 200 mM NaCl) tuz uygulaması yapılmıştır. Araştırma sonucunda artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak bitki kuru madde ağırlığı ve azot fiksasyonunda azalma olduğu belirlenmiştir. Bitki üst kısmında artan tuz konsantrasyonları ile P, K, Fe, Mn, Zn içeriklerinde çok az bir azalma buna karşılık Cu içeriğinde ise çok az bir artış saptanmıştır. Bakteri suşları karşılaştırıldığında sadece 54 nolu suşun aşıldığı bitkiler artan tuz konsantrasyonlarında az da olsa tolerans gösterdiği belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: *Bradyrhizobium*, tuz, soya

ABSTRACT

MSc Thesis

THE EFFECT OF SOIL SALINITY ON NITROGEN FIXATION AND NUTRIENT UPTAKE OF SOYBEAN INOCULATED WITH DIFFERENT BACTERIA STRAINS

Elif Didem GÜLLE

Harran University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science
Supervisor: Assist. Prof. Dr. Ahmet ALMACA
Year: 2005, Page: 54

This study was carried out to investigate the effect of different salt concentrations on soybean nitrogen fixation and nutrient uptake inoculated with different bacteria strains. A short term pot experiment was conducted based on split plot experimental design. In this study A-3935 soybean variety was used. The soil used for the experiment was obtained from Harran University Agricultural Faculty research area. Inoculation was done by using 1809, 11, 54, 543 and 649 numbered strains. Different salt concentrations (0, 50, 100, 150, 200 mM NaCl) were applied with irrigation water to the pots. The study results indicated that increasing salt concentrations reduced the dry matter weight and the nitrogen fixation of the plant. Increasing salinity condition was not significantly effected canopy nutrient elements such as P, K, Fe, Mn, Zn and Cu. The contents of P, K, Fe, Mn, Zn were slightly increased and Cu was slightly reduced with increasing salinity. When the different strains were compared with each others by increasing salt contents, It was observed that the only strain 54 inoculated plants were slightly resistant to the adverse effect of increasing salinity levels.

KEY WORDS: *Bradyrhizobium*, salt, soybean

TEŞEKKÜR

“Değişik Bakteri Suşları İle Aşıl原因an Soya Bitkisinde Tuzluluğun N₂ Fiksasyonu Ve Besin Elementi Alımına Etkisi” konusunda bana yüksek lisans tezi veren ve bu konuda çalışma imkanı sağlayan saygıdeğer hocam Yrd.Doç. Dr.Ahmet ALMACA’ ya, sayın Bölüm Başkanımız Ahmet Ruhi MERMUT’a, her konuda desteklerini desteğini gördüğüm tüm bölüm hocalarıma, istatistik analizlerde yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Yalçın COŞKUN’a, sevgili arkadaşlarım Ece TUTAR, Sibel AKKUŞ BİNİCİ, Suphi ERİŞ, ve tez yazım aşamasındaki tüm katkılarından dolayı nişanlım Arş. Gör.Erdal SAKİN’e en içten dileklerle teşekkür ederim.

Bu tezin hazırlanmasında ve şekillenmesinde bana her konuda maddi ve manevi desteğini esirgemeyen başta annem ve babam olmak üzere tüm aileme sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 2.1. Dünyada soya üretimi.....	5
Çizelge 2.2. Dünyada en çok soya üretimi yapan ve en yüksek verime sahip ülkeler.....	6
Çizelge 2.3. Soya üretimi yapan bazı ülkelerin ekim alanı üretim ve verim tahminleri.....	6
Çizelge 2.4. Türkiye de yıllara göre soya üretimi.....	7
Çizelge 2.5. Kürelerin azot içerikleri.....	7
Çizelge 2.6. Tarla koşullarında bazı baklagillerin fikse ettikleri azot miktarları.....	10
Çizelge 2.7. Değişik baklagiller için uygun bakteri çeşitleri.....	11
Çizelge 2.8. Tuz etkisinde kalmış toprakların sınıflandırılması.....	18
Çizelge 2.9. Bitkilerin tuza duyarlılıkları.....	19
Çizelge 2.10. Bitkilerin tuzluluğa adaptasyon mekanizmaları.....	21
Çizelge 3.1. Toprak örnekleri üzerinde yapılan analizler ve yöntemleri.....	24
Çizelge 3.2. Deneme toprağının bazı özellikleri.....	24
Çizelge 3.3. 2004 yılı bazı iklim özellikleri.....	25
Çizelge 3.4. Çalışma süresince yapılan uygulamalar.....	28
Çizelge3.5. Soya Fasulyesi yaprak ve kök örnekleri üzerinde yapılan analizler ve yöntemler.....	28
Çizelge 4.1. Değişik bakteri suşları ile aşılınmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide kök+ nodül ağırlıklarının değişimi	30
Çizelge 4.2. Değişik bakteri suşları ile aşılınmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide toprak üstü aksamda ağırlık değişimi	31
Çizelge 4.3. Değişik bakteri suşları ile aşılınmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide nodül sayısı değişimi	32
Çizelge 4.4. Değişik bakteri suşları ile aşılınmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide toprak üstü aksamda azot değerleri değişimi (%)......	33
Çizelge 4.5. Soyanın azot içerikleri ve kullanılan sınır değerleri.....	34
Çizelge 4.6. Değişik bakteri suşları ile aşılınmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide toprak altı aksamda azot değerleri değişimi.....	35
Çizelge 4.7. Değişik bakteri suşları ile aşılınmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide toprak üstü aksamda potasyuma ait ortalama değerleri.....	35
Çizelge 4.8. Soyanın potasyum içerikleri ve kullanılan sınır değerleri.....	36
Çizelge 4.9. Değişik bakteri suşları ile aşılınmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide toprak üstü aksamda fosfora ait ortalama değerleri	37
Çizelge 4.10. Soyanın fosfor içerikleri ve kullanılan sınır değerleri.....	37
Çizelge 4.11. Değişik bakteri suşları ile aşılınmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide toprak üstü aksamda çinkoya ait ortalama değerleri.....	38
Çizelge 4.12. Soyanın çinko içerikleri ve kullanılan sınır değerleri.....	39
Çizelge 4.13. Değişik bakteri suşları ile aşılınmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide toprak üstü aksamda bakır için ortalama değerleri.....	39
Çizelge 4.14. Soyanın bakır içerikleri ve kullanılan sınır değerleri	40
Çizelge 4.15. Değişik bakteri suşları ile aşılınmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide toprak üstü aksamda demire ait ortalama değerleri.....	40
Çizelge 4.16. Soyanın demir içerikleri ve kullanılan sınır değerleri.....	41
Çizelge 4.17. Değişik bakteri suşları ile aşılınmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide toprak üstü aksamda mangana ait ortalama değerleri.....	41
Çizelge 4.18. Soyanın mangan içerikleri ve kullanılan sınır değerleri.....	42

1. GİRİŞ

Gelişen dünya ve artan nüfusla beraber tarım alanlarında herhangi bir artış yaratılamaması sonucunda çok ciddi bir beslenme sorunu ortaya çıkmaktadır. Tarım alanlarından elde edilen verimi arttırmak için yapılan çalışmalara ağırlık verilmiştir. Bunun için yüksek verimli çeşitlerin kullanılması, dengeli gübreleme ve ileri tarım tekniklerinin kullanımı gerekmektedir. Bununla beraber uygun koşullar da polikültür tarımı yapılarak belirli bir dönemde daha fazla ürün alma yolları aranmaktadır. İnsanların beslenme sorunları içerisinde protein ihtiyacının karşılanması önem taşımaktadır. Gelişmekte olan bütün ülkelerde olduğu gibi bizim ülkemizde de proteinden çok tahıla dayalı bir beslenme sistemi vardır. Dengeli beslenmenin gereği olarak nişastanın yanında yeteri kadar proteine de ihtiyaç vardır.

Dünyada tüketilen protein miktarının %70'i bitkisel orijinli geriye kalan %30'u ise hayvansal orijinlidir. Hayvansal orijinli proteinin %80'i gelişmiş ülkelerde tüketilmekte, geri kalan % 20'si de gelişmekte olan ülkelerde tüketilmektedir. Bu dengesizlik ancak kaliteli protein üretiminin artırılması ve dağıtımının homojenleştirilmesi ile ortadan kaldırılır. Bunun için de bitkisel üretimin insan ve hayvan beslenmesi açısından kantite ve kalite açısından geliştirilip artırılması zorunludur (Biren, 2002).

Soya protein içeriği diğer baklagillere göre oldukça yüksek bir bitkidir. Soya yaklaşık olarak %40 protein, %21 yağ, %34 karbonhidrat ve %5 mineral madde içermektedir (Keyser ve Li, 1992).

Biyolojik azot fiksasyonunda baklagillerin önemli rolü vardır. Baklagiller familyası çiçekli bitkiler içinde üçüncü en büyük familyayı oluşturur. Baklagillerin 20.000'e yakın türü vardır. Bunların 13.000'i azot fiksasyonu yapmaktadır (Anonymous, 1982).

Baklagiller toprağa sadece nodülleri aracılığıyla azot bağlamazlar, bitki köklerinin çürümesi ile de toprağa azot kazandırır. Azot ölmüş nodül dokularının kökten ayrılıp toprağa karışması ile meydana gelebilir. Bu durum bitkinin toprak üstü aksamının kesilmesi ile hızlanır. Baklagil bitkilerinin köklerinden azotun toprağa diğer bir geçiş şekli ise, suda eriyebilir organik azot bileşiklerinin nodüller tarafından toprağa salgılanması şeklinde olur (Werner, 1987).

Baklagillerde azot fiksasyonu, köklerde oluşan yumrucuklar vasıtasıyla olmaktadır. Bitkilerde azot üretim birimleri olarak görev yapan nodüllerin oluşumu ve fonksiyonlarını yerine getirebilmeleri, hem bitkilerin hem de nodüldeki bakterilerin genetik yapısı ve ortam koşulları (pH, ısı, ışık, nem, toprağın biyolojik ve fiziksel yapısı, besin maddelerinin durumu) ile yakından ilgilidir (Werner, 1987).

Baklagiller aracılığıyla fikse edilen azot miktarının 70-100 kg/ha.yıl (bezelye ve fasulye) ile 300 kg/ha.yıl (üçgül ve yonca) arasında olduğu belirlenmiştir (Postgate, 1982).

Türkiye'nin geleceğini değiştireceği düşünülen ve çok ümit bağlanan GAP'ın tamamlanmasıyla 1,7 milyon hektar alan sulamaya açılacaktır. Söz konusu bu bölgede polikültür tarımın yapılması amaçlanmaktadır. GAP alanlarında bulunan toprakların ideal şekilde kullanılması için gerek I. ürün ve gerekse II. Ürün olarak soya ekiminin yapılması kaçınılmazdır. Ancak ilk defa soya ekilen ya da toprağında etkili bakteriler bulunmayan baklagil bitkileri ekilecek alanlarda nodül oluşum şansını arttırmak ve azot fiksasyonunu garantilemek için tohumun, o bitkiye uygun azot fikse etme yeteneği yüksek bakteri kültürü (*Bradyrhizobium spp.*) ile aşılması gerekmektedir. Bunun da yararı, mineral azot girdisini azaltarak daha ucuz yolla toprağa azot kazandırmanın yanında mineral azotun neden olabileceği çevre sorunlarının (toprak, su ve hava kirlenmesi) boyutunu da bir ölçüde azaltmaktadır. Bu nedenle mineral gübre kullanımının son derece fazla olduğu günümüzde azot fiksasyonu önem taşımaktadır. Ancak havanın serbest azotunu baklagillerle simbiyotik yaşam kurarak toprağa bağlayan ve genel olarak *Bradyrhizobium spp.* olarak bilinen mikroorganizmalar aşılama ile toprağa verilmediği durumda genellikle

toprakta az sayıda bulunurlar ve bu nedenle de aşısız koşullarda biyolojik yolla atmosferde bulunan moleküler azotu mikroorganizmalar aracılığı ile toprağa bağlamak, gerekli görüldüğü durumlarda ve gerekli olduğu miktarlarda azot gübrelemesi yapmak kaçınılmazdır (Onaç, 1998).

Güney Doğu Anadolu Bölgesi toprakları son yıllarda çeşitli nedenlerden dolayı tuzluluk tehlikesiyle karşı karşıyadır. Harran ovası topraklarının 130887 ha'nın tuzsuz, 5203 ha'nın hafif tuzlu, 3877 ha'nın orta tuzlu ve 2674 ha'nın şiddetli tuzlu olduğu belirtilmektedir. Ovanın %8.3'ü farklı yoğunluktaki tuzu içerirken, tuz problemi görülmeyen alanların ise % 91.7 olduğu görülmektedir (Karakaş, 2004).

GAP alanlarının sulamaya açılmasıyla birlikte aşırı sulamadan kaynaklanan tuzluluk sorunu ortaya çıkmıştır. Bu sorunla birlikte üretimi yapılan bitkilerin tuzluluğa dayanıklılıkları konusu gündeme gelmiştir.

Tuzlu alanlarda makro ve mikro besin elementlerin alımıyla ilgili çalışmalara çok rastlanılmakla birlikte, bu alanlarda baklagillerde azot fiksasyonu üzerine yapılan araştırmalarda genellikle kuru madde ağırlığı ve verim açısından değerlendirme yapılmıştır. Azot fiksasyonunda kullanılan bakteri suşlarının tuza karşı toleranslarının farklı olduğu bilinmektedir. Tuz stresi koşulunda azot fiksasyonu uygun olabilen bir bitkinin diğer bitki besin elementlerini de yeterli düzeyde alabileceği düşünülebilir.

Bu durum göz önüne alınarak hazırlanan bu çalışmada 5 farklı *bradyrhizobium* bakterisi, farklı tuz içeriğine sahip ortamlarda soya bitkisine inoküle edilip, N₂ fiksasyonundaki değişim ve bitkinin besin elementleri alımına olan etkisi, aynı zamanda da bakterinin tuza karşı olan etkisi belirlenecektir. Bu çalışmayla tuzlu alanlarda N₂ fiksasyonunda daha etkili olabilen bakteri suşlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Dünya da ve Türkiye de Soya Üretimi

Soya, *Rosales* takımında, *Leguminosae* familyasından, *papilionaceae* alt familyasından ve *Glycine* cinsinden bir bitkidir. Soyanın anavatanı olarak doğu Asya ülkeleri kabul edilmektedir. Kayıtlar bu bitkinin M.Ö. 2838'de ilk defa Çin'de kültüre alındığını belirtmektedir. Kültüre alınan soya türleri M.Ö. 200 ile M.S. 300. yılları arasında Japonya'ya götürülmüş ve üretimine başlanmıştır (Arioğlu, 1999).

Soyanın Japonya'dan Avrupa'ya tanıtılması 1712 yıllarında Japonya'da yaşamış alman botanikçisi Engelbert Keampfer tarafından olmuştur. Soya, 1900–1911 yıllarında Avrupa'da yağ bitkisi olarak değerlendirilmiş, ancak Avrupa iklimi, soya yetiştirmeye uygun olmadığı için tarla ziraatı halinde geniş alanlarda üretilmemiştir. Soyanın A.B.D.'ne ne zaman getirildiği kesin olarak bilinmemekle beraber, Henry Yonge isimli bir çiftçi tarafından 1765 yılında Georgia eyaletinde yetiştirildiği ve soya üzerinde ilk araştırmaların 1804 yılında başladığı literatürlerde bildirilmektedir. İlk olarak 1911 yılında Manchurya'dan getirilen soya tohumlarından üretilen yağ pres yöntemiyle çıkartılmıştır. 1939'lu yıllarda ise soya küspesi hayvan yemi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Daha sonraki yıllarda sanayinin gelişmesi ile soyanın kullanım alanları hızla artış göstermiştir (Arioğlu, 1999).

Soya'nın Türkiye'ye gelişi I. Dünya Savaşı yıllarına rastlamaktadır. İlk defa 1940 yılında Karadeniz bölgesinde yetiştirilmeye başlanmıştır. 1957 yılında Sümerbank tarafından Ordu ilinde soya yağ fabrikası kurulmuştur. 1973–1974 yıllarında beyaz sineğin Çukurova bölgesinde ana ürün olan pamukta zararının görülmesi ve verimi önemli ölçüde düşürmesi üzerine, pamuğa alternatif olarak buğday ekilmesi, daha sonra yerine ikinci ürün olarak soya veya mısırın yetiştirilmesinin uygun olacağına karar verilmiştir. İlk defa Adana-Hatay ve İçel

illerinde üretilmeye başlanan soya, daha sonra Antalya, Muğla, Manisa, İzmir, Kahramanmaraş, Gaziantep, Şanlıurfa ve Diyarbakır illerine yayılmıştır (Arioğlu, 1999). Çizelge 2.1 incelendiğinde dünya genelinde soya üretimi her geçen yıl artış kaydetmektedir. Bu artış soyanın besin değerinin öğrenilmesi ve tüketimin yaygınlaşmasıyla birlikte artmaktadır.

Çizelge 2.1. Dünyada soya üretimi (Anonim, 2004b)

Dünya'da Soya Üretimi			
Yıllar	Ekim Alanı (ha)	Üretim(Ton)	Tohum Verimi(kg/da)
1998	7 096 084	160 096 660	225.6
1999	72 099 239	157 793 651	218.8
2000	74 381 252	161381 570	216.9
2001	76 077 867	1 766 506 154	232
2002	79 167 520	179 976 205	227.3
2003	83 695 000	189 233 000	226.1

Dünya da en çok üretim yapan ülkelerin başında A.B.D. daha sonra iki Güney Amerika ülkesi Arjantin ve Brezilya gelmektedir. Türkiye ise bu listenin çok gerilerinde yer almaktadır. 2003 verilerine göre Dünyada üretim bakımından birinci sırayı alan soya, ülkemizde dördüncü sırada yer almaktadır. Dünyada 250-300 değişik alanda kullanımı olan soyanın ülkemizde de birçok ürünün yapımında kullanıldığı bilinmektedir. Unu, lesitini, küspesi, proteini, yağı ve onlardan elde edilen yan ürünleri sanayi hammaddesini oluşturmaktadır. Ancak, ülkemizde soya ile ilgili entegre yan sanayi tesislerinin olmayışı, yerli üretim açısından büyük olumsuzlukları beraberinde getirmekte ve soya tohumunun sadece yağını çıkarıp, kalanından küspe olarak yararlanma şeklindeki katma değeri yetersiz bir sanayi üretim metodunu geçerli kılmaktadır ki, bu da ekonomik potansiyel adına önemli bir kayıptır.

Çizelge 2.2. Dünyada en çok soya üretimi yapan ve en yüksek verime sahip ülkeler (FAO, 2003)

Ülkeler	Ekim Alanı (ha)	Üretim (Ton)	Tohum Verimi(kg/da)	Tohumluk Üretimi (Ton)
A.B.D.	29 056 340	73 201 392	251.9	2 450 000
Brezilya	16 314 162	41 903 000	256.8	652 566
Arjantin	11 400 000	30 200 000	264.9	627 000
Çin	9 420 000	16 900 328	179.4	1 260 100
Hindistan	5 550 000	5 400 000	97.3	333 000
Türkiye	25 000	75 000	300.0	2.500
Guatemala	11 000	31 400	288.4	-
Etiyopya	7 000	25 000	357.1	14.5
İsviçre	1 000	3 500	380.0	-

Bazı ülkelerin 2002-2003 üretimi ve 2004-2005 veri tahminleri Çizelge 2.3.'te verilmiştir. Bu çizelgeye göre soya tarımı yapılan tüm ülkelerde ekim alanı, üretim ve verim bakımından arttığı gözlenmektedir.

Çizelge 2.3 Soya üretimi yapan bazı ülkelerin ekim alanı üretim ve verim tahminleri

Ekim Alanı: milyon hektar Verim: kg/da Üretim: milyon ton (Anonim, 2004b)

Ülkeler	2002/2003			2004/2005		
	Ekim Alanı	Verim	Üretim	Ekim Alanı	Verim	Üretim
Amerika	29.27	225	65.80	29.81	268	80.01
Brezilya	21.30	247	52.60	23.50	281	66.09
Çin	9.30	172	16.00	9.80	179	17.50
Arjantin	14.00	243	34.00	14.20	275	39.00
Avrupa	0.30	248	0.73	0.29	294	0.84
Paraguay	1.75	229	4.00	2.00	250	5.00
Diğer	11.90	134	15.99	12.19	133	16.21
Toplam	87.81	215	189.12	91.79	245	224.57

Türkiye genelinde soya üretimi 1998 ve 1999 yıllarında artış gösterirken özellikle 2000 yılında düşüş yaşanmıştır. Ülkemizde soya ekim alanlarında ve üretiminde dalgalanmalar olmaktadır. Bunun nedeni soya/mısır paritesinden ve soya alımlarındaki yaşanan sorunlardan kaynaklandığını söylemek mümkündür. Soya tarımı daha önce ağırlıklı olarak ekildiği bölgelerde ve GAP'ın faaliyete girmesiyle tekrar büyük bir atılım yapılabilir.

Çizelge 2.4. Türkiye de yıllara göre soya üretimi (FAO, 2003)

Yıllar	Ekim Alanı (ha)	Üretim(Ton)	Tohum verimi(kg/da)	Tohum Üretimi(Ton)
1998	23 000	60 000	260.8	2 400
1999	24 000	66 000	275.0	1 500
2000	15 000	44 500	296.6	1 700
2001	17 000	50 000	294.1	2 500
2002	25 000	75 000	300.0	2 500

2.2. Biyolojik N₂ Fiksasyonu

Azot, canlı hücrelerin temel yapısını oluşturan protoplazmanın yapı taşı olup hücre bileşiminde karbon içeren maddelerle birleşerek aminoasitler, amidler, proteinler, vitaminler ve hormonlar gibi çeşitli organik bileşikler oluşturması nedeniyle toprağın flora ve faunasının yaşamlarında önemli bir yer tutar (Anonymous, 1982).

Yapılan araştırmalara göre daha önce kabul edilen aksine litosferin atmosferden daha fazla N rezervine sahip olduğu anlaşılmıştır.

Çizelge 2.5. Kürelerin azot içerikleri (Kaptan, 1995)

Kürenin adı	N içerik miktarı (10 ⁹ t)
Litosfer	194 000 000
Atmosfer	4 200 000
Hidrosfer	22 000
Biyosfer	2 000

Bu küreler arasında devamlı bir N değişimi vardır belirtilen sirkülasyonun en önemli süreçleri şunlardır;

- 1- Moleküler azotun bağlanması (fiksasyon)
- 2- Organik azotun topraktaki mikrobiyal parçalanması (Azot minerilizasyonu)
- 3-Nitratın gaz şeklindeki bileşiklere indirgenmesi (denitrifikasyon)

(Kaptan, 1995).

M.S. 2000 yılından daha önceki yıllarda yaşayan roma yazarları baklagil bitkilerinin yararlı etkilerine işaret etmişlerdir. Azotun atmosferden alınışı ile ilgili ilk fikir 1813 yılında Sir Humpry Davey'den gelmiştir. Davey buğday yetiştirilen toprağı hazırlamak için önce bezelye ve fasulye bitkilerinin yetiştirilmesinin iyi olduğunu açıklamıştır. Böylece bitki rotasyonunda baklagiller kullanılmaya başlanmıştır. J.B. Bossingault 1837'den 1842'ye kadar derlediğı ve kendi tarlasında baklagil bitkileriyle yaptığı rotasyon çalışmalarını Fransa'da bir dizi makaleler halinde yayınlamıştır. Almanya'da 1856'da Albert Thaer beyaz üçgül ile 1857'de Lawes Gilbert ve Pugh tarafından Rothamsted deneme istasyonunda yapılan denemelerde, baklagil bitkisi ekilen topraklarda azot miktarının yüksek olduğunu ve simbiyotik azot fiksasyonunu keşfetmişlerdir (Kızıloğlu, 1995).

Toprakta bulunan ve azot içeren organik maddelerin parçalanarak inorganik azot bileşiklerinin (NH_4^+ ve NO_3^-) açığa çıkmasına azot minerilizasyonu, inorganik azot bileşiklerinin organik azot bileşiklerine dönüşmesine ise azot immobilizasyonu adı verilir. İmmobilizasyon, mikroorganizmalar ve yüksek bitkiler tarafından NH_4^+ veya NO_3^- 'in kullanılması sonucunda meydana gelebilir. Mikroorganizmalar tarafından meydana gelen immobilizasyon toprakta yararlanılabilir haldeki azotun mikrobiyal dokular haline çevrilmesidir. Mikroorganizmalar kendi vücut proteinlerini yapabilmek için toprakta yararlı halde bulunan NH_4 ve NO_3^- kullanmaktadır (Kacar ve ark., 1997).

Yüksek bitkilerle ortak yaşayan mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilen azot fiksasyonuna simbiyotik azot fiksasyonu denir. Bu ortak yaşam ilişkisinde mikroorganizmalar konukçu bitkiye indirgenmiş yani fikse edilmiş azotu sağlarlar. Konukçu bitki ise mikroorganizmalara çözünebilir karbonhidratları sağlamaktadır (Kızıloğlu, 1995).

Havanın serbest azotunu baklagillerle simbiyotik yaşam kurarak toprağı bağlayan ve genel olarak *Rhizobium* spp. olarak bilinen mikroorganizmalar aşılama ile toprağı verilmediğı durumda genellikle toprakta az sayıda bulunurlar veya etkili

olmazlar ve bu nedenle de aşısız koşullarda biyolojik yolla toprağa bağlanan azot miktarları da düşük olur (Gök ve Onaç, 1995).

Azotlu gübre kullanımı neticesinde verimdeki artışla birlikte fazla azotlu gübrelerin ve azotlu bileşiklerin taban suyuna ve içme suyuna karışması sonucu ortaya çıkan problemler bilim adamları tarafından çevre kirliliği açısından gündeme getirilmekle beraber bugüne kadar sorunun çözümü için üzerinde yeterli çalışmalar yapılmış değildir (Gök, 2001). Nitrat, nitrit ve diğer bazı bileşiklerin, insan ve hayvanlarda sindirim sisteminde nitrozaminlere dönüşerek kanserojen etkilerde bulunduğu çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmektedir (Gök ve ark., 1991).

Baklagillerde simbiyotik sistem sonucu kazanılan azot miktarı 140 kg/ha/yıl düzeyindedir (Almaca, 1996).

Simbiyotik azot fiksasyonunda, hava azotunun indirgenip bitkini yararlanabileceği forma dönüştürülmesi hem konukçu bitkinin hem de *Rhizobium* bakterilerinin ortak faaliyetleri sonucunda meydana gelmektedir. *Rhizobium* heterotrof toprak bakterisidir. Heterotrof bakteriler karbon ve enerji kaynağı olarak organik maddeleri kullanırlar. Ototrof bakteriler CO₂'den C'u asimile etmeye yeteneklidir. Bu asimilasyon için gerekli enerjiyi güneş enerjisinden (fotosentez) veya bazı mineral maddelerin kimyasal oksidasyonu ile ortaya çıkan enerjiden sağlarlar (Hızalan, 1971). *Rhizobium* bakterilerinin kolayca kültürleri yapılır ve basit bir morfolojik yapıya sahiptirler. Uzunlukları 1.2–3 µm arasında genişlikleri 0.5-0.9 µm arasında değişmektedir. Topraktaki dayanıklılıkları toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısıyla yakından ilgilidir. Ayrıca toprakta yeteri kadar karbon kaynağının olması ve çok uzun süre kurak olmaması gereklidir (Engin, 1984). *Rhizobium* bakterilerinin optimum pH istekleri 5.5–7.0 değerleri arasındadır. Bunlar için reaksiyon asit yönünde 3.2–5.0 alkalın yönde ise 9.0–10.0 pH değerleri arasındadır. Optimum sıcaklık istekleri ise 18-28 °C arasındadır (Hızalan , 1971).

Her yıl atmosferden toprağa 100-175x10⁶ ton azot fikse edilmektedir. Bunun yaklaşık 90x10⁶ tonu *Rhizobium* bakterileri tarafından gerçekleştirilmektedir.

Dünyada toplam azotlu gübre tüketimi yıllık olarak 80×10^6 tondur. Değişik baklagil bitkilerinin biyolojik olarak fikse etmiş oldukları azot miktarları Çizelge 2.6.'da verilmiştir (Güneş ve ark., 2002).

Çizelge 2.6. Tarla koşullarında bazı baklagillerin fikse ettikleri azot miktarları (FAO, 1984; Alpaslan ve ark., (1998)

Bitki	Fikse Edilen Azot Miktarı(Kg N ha ⁻¹ Yıl ⁻¹)
Yemelik baklagiller	
Calapo (<i>Calopogonium mucunoides</i>)	370-450
Bakla (<i>Vicia faba</i>)	45-552
Güvercin Bezelyesi (<i>Cajanus cajan</i>)	168-280
Börülce (<i>Vigna ugniculata</i>)	73-354
Kuddüs bezelyesi (<i>Vigna mungo</i>)	63-342
Guar (<i>Cyanopsis tetragonoloba</i>)	41-220
Soya (<i>Glycine max</i>)	60-168
Nohut (<i>Cicer aritenium</i>)	103
Mercimek (<i>Lens culinaris</i>)	88-114
Yerfistiği (<i>Aracis hypogea</i>)	72-124
Bezelye (<i>Pisum sativum</i>)	52-77
Fasulye (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	40-70
Yemlik baklagiller	
Kene üçgülü (<i>Desmodium intortum</i>)	897
Sesbania (<i>Sesbania cannabia</i>)	542
Leucaena (<i>Leucaena leucocephala</i>)	75-584
Centro (<i>Centrosema pubescens</i>)	126-398
Yonca (<i>Medicago sativa</i>)	229-290
Yer altı üçgülü (<i>Trifolium subterraneum</i>)	207
Ladino üçgülü (<i>Trifolium repens var. gigantea</i>)	165-189
Ak üçgül (<i>Trifolium reppens</i>)	128
Stylo (<i>Stylosanthes spp.</i>)	34-220
Tüylü fiğ (<i>Vicia villosa</i>)	110
Kuzdu fasulyesi (<i>Pueraria phaseolodies</i>)	99

Biyolojik fiksasyonla baklagil bitkilerinin azot ihtiyaçlarının yaklaşık %75'i karşılanabilmektedir. Bununla birlikte fikse edilen azot miktarı toprak pH'sı toprak sıcaklığı bitkinin beslenme durumu su rejimi bakterinin etkinliği veya uygunluğu gibi faktörlerin etkisine bağlıdır (Güneş ve ark., 2002).

Baklagil bitkilerinin köklerindeki nodüllerin büyüklüğü şekli, rengi, yapısı ve bulunduğu yer değişiklik gösterir. Nodüller genellikle tohumun çimlenmesinden 10–28 gün sonra gözle görülebilir. Bununla birlikte toprakta bulunan aşırı azot nodül

oluşumunu geciktirebilmektedir. Etkili nodüller primer ve lateral kökler üzerinde yer alırlar. Etkili olmayan nodüller genellikle fazla gelişemezler ve içleri koyu kırmızı ve renklidir. Tarla koşullarında nodülasyonun kontrolü için en uygun zaman çiçeklenmenin maksimum olduğu dönemdir. Her *rhizobium* türünün etkili olduğu baklagil türü farklıdır. Bir başka ifade ile baklagil bitkileri azot fikse edebilmek için en uygun bakteri ile simbiyotik yaşama girmelidir (Güneş ve ark., 2002).

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

Bakteri ile aşılamanın, kontrol (aşısız) varyantlarına oranla dane verimi, N₂ fiksasyonu, kuru madde oluşumu ve nodülasyonu olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Araştırılan özellikler yönünden aşılama kullanılan bakteri izolatlarının ve soya çeşitlerinin de birbirinden farklılık gösterdiği saptanmıştır (Gök ve Onaç, 1995).

Simbiyotik olmayan azot fiksasyonu serbest yaşayan bir grup bakteri ve mavi yeşil algler tarafından gerçekleştirilir. Serbest yaşayan azot fikse edici bakteriler içinde *Azotobakter Beijerinckia*, *Spirillum*, *Enterobakter* cinsleri; Mavi yeşil alglerden ise *Nostok* ve *Anabaena* ile bir su yosunu olan *Azolla*, *Anabaena-azolla* beraberliği kurularak önemli miktarda azot fiksasyonu sağlanır (Aktaş, 1995).

Bu ortak yaşam şekli özellikle ıslak alanlarda yaşama şansına sahiptir. Çeltik yetiştirilen alanlarda bu yaşam şekli ekonomik anlamda kullanılmaktadır. Ayrıca *Anabaena-azolla* havuzlarda yetiştirilerek yeşil gübre materyali olarak da kullanılabilir. Çeltik tarımında çeltiğin azot ihtiyacının %75'inin *Anabaena-azolla* ile biyolojik olarak sağlanabileceği bildirilmiştir (Güneş ve ark., 2002).

Thai topraklarında yapılan bir araştırmada N₂ fiksasyonunun da kullanılan *B.japonicum* izolatlarının belirlenmesi amacıyla kontrollü koşullarda ve tarla şartlarında denemeler yürütülmüştür. ¹⁵N yöntemiyle yapılan ölçümlerde, bakteri izolatına bağlı olarak 32–161 kg N/ha düzeylerinde N₂ fiksasyonu gerçekleştiği

belirlenmiştir. Bu çalışma ile aynı zaman da etkili *Bradyrhizobium japonicum* izolatlarıyla soyanın aşılmasının fiksasyon sırasında bitkilerin azot alımını da dikkati çeker düzeyde arttırdığı görülmüştür (Kucey ve ark., 1988).

Çizelge 2.7. Değişik baklagiller için uygun bakteri çeşitleri (FAO,1984)

Bakteri Çeşitleri	Baklagil Çeşitleri
<i>Rizobium meliloti</i>	<i>Medicago sativa.</i>
	<i>M.Falcata</i>
	<i>M.minima</i>
	<i>Melilotus denticulata</i>
	<i>M.alba</i>
<i>Rizobium trifoli</i>	<i>Trifolium incarnatum</i>
	<i>T.subterraneum</i>
	<i>Trifolium pratense</i>
	<i>T. repens</i>
	<i>Trifolium vesiculosum</i>
	<i>T.berytheum</i>
<i>Rizobium leguminosarum</i>	<i>Pisum sativum</i>
	<i>Vicia villosa</i>
	<i>V.hirsuta</i>
	<i>V. faba</i>
	<i>V. tenuifolia</i>
<i>Rizobium phaseoli</i>	<i>Phaseolus vulgaris</i>
	<i>P. coccineus</i>
	<i>P. angustifolius</i>
<i>Rizobium lupini</i>	<i>Lupinus albicaulis</i>
	<i>L. albiifrons</i>
	<i>L. albus</i>
	<i>L. angustifolius</i>
	<i>L. arboreus</i>
<i>Rizobium japonicum</i>	<i>Glycine max</i>
<i>Rizobium spp.(cowpea tipi)</i>	<i>Vigna unguiculata</i>
	<i>V. sesquipedalis</i>
	<i>V. luteola</i>
	<i>V. cylindrica</i>
	<i>V. angularis</i>

Baklagillerde *Rhizobium* bakteri sayısı ile buna bağlı olan nodülasyon, arasındaki ilişkinin pratikte önemi düşünülerek bir çalışma yapılmış. Bu çalışmada ok yapraklı yonca (*Trifolium vesiculosum* Savi.) ve kırmızı üçgülün (*Trifolium incarnatum* L.) nodülasyonu üzerinde *Rhizobium leguminosarum* biovar. *trifolii* bakteri sayılarının kontrollü koşullar altında etkisini belirlemek amacıyla deneyler

yürütülmüştür. Tohum başına 1000 dolayında *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. Ayrıca bir günden daha az olan aşılama gecikmelerinde bile, nodül oluşumunu gerçekleştirecek infeksiyon işleminde problemler çıktığı saptanmıştır (Nazih ve Weaver, 1994).

Tek yıllık bitkilerden danesi için yetiştirilen (bezelye, fasulye, yer fıstığı gibi) baklagillerin toprağın azot içeriğini arttırmadıkları ve kendilerinden sonra gelen ürüne önemli bir etki yapmadıkları belirlenmiştir (Yalı, 1993).

Toprak ekosisteminde, simbiyotik azot fiksasyonuna toprağın inorganik besin elementi içeriği, pH, nem içeriği, sıcaklık ve simbiyotik bileşenlerin genotip özellikleri gibi faktörler etkili olmaktadır (Anonymous, 1982).

2.2.1. Azotun etkisi

Toprakta yarayışlı azot (mineral azot) fazlalığı nodülasyonu olumsuz yönde etkilemektedir. Çok düşük C:N oranı nodül oluşumunu ve azot fiksasyonunu azaltmakta, C:N oranının normal (15–30) olması durumunda nodülasyon ve azot fiksasyonu normal olmakta, daha yüksek C:N oranında ise engelleyici etkisi olmaktadır. Nitratın engelleyici etkisi, kılcal köklerin azalması ve özellikle deformasyonundan kaynaklanmakta ve infeksiyon iplikçiklerin oluşması engellenmektedir. Yapılan araştırmalar, toprakta yeterli nitrat, nitrit, amonyum ve üre konsantrasyonlarında infeksiyon sayısında azalma, ilk nodül oluşumunda gecikme, oluşan nodül sayısı ve ağırlığında düşme olduğunu göstermiştir. İnfeksiyon sürecinde nitrat uygulandığında infekte kılcal kökler hızla azalmıştır. Nitrat bir gün sonra uygulandığında infeksiyon sayısı azalmış, infeksiyonun durması hızlanmıştır. Düşük oranlarda nitrat ve nitrit uygulaması (10 mg N/g toprak) infeksiyon süresi uzamış infekte olmuş kök sayısında artma olmuştur. Azotun inhibitör etkisinin derecesi, uygulanan konsantrasyona, N formuna, uygulama zamanına, yetiştirme şartlarına

konukçu bitki bakteri tür ve etkinliğine göre değişmektedir. Aynı zamanda nitrat, yapraklardaki nitrat redüktaz enzimini stimüle etmekte, sonuçta karbonhidrat alımı yükselerek nodüldeki karbonhidrat yetersizliğine neden olmakta, nodül büyümesi ve azot fiksasyonu düşmektedir (Drevo ve ark., 1988).

2.2.2. Toprak neminin etkisi

Aşırı su azot fiksasyonunu olumsuz etkilemektedir. Nodülün yüzeyinde ince bir tabaka halinde bulunması oksijenin diffüzyonunu düşürmekte ve büyük olasılıkla buna bağlı olarak N₂ fiksasyonunu da önemli şekilde azaltmaktadır. Kök bölgesinden suyun uzaklaşmasının olduğu şartlarda karbondioksit oluşumu artacak ve bu nedenle oluşan yüksek CO₂ konsantrasyonlarında nodül oluşumu engellenmiş olacaktır (Bordeleau ve Prevost, 1994).

Heartherley ve Spurlock Güney Amerika'da soya bitkisiyle yaptıkları araştırmalarda, soyanın gelişme döneminde ve çiçeklenme başlangıcına yakın dönemde sulamanın ürün artışı sağladığını kaydetmişlerdir. Bütün uygulamalarda sulamaya çiçeklenme başlangıcının öncesinde veya hemen sonrasında başlanmıştır. Dane oluşumu zamanında sulama yapılmasıyla, bu dönemde sulama yapılmayan uygulamalar 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 bulunmuştur (Heartherley ve Spurlock, 1993).

2.2.3. Sıcaklığın etkisi

Soyada etkin bakteri izolatlarının saptanması için farklı bölgelerde yapılan çalışmalarda 1987 ve 1988 yıllarında denemenin kurulduğu dönemde aşırı sıcaklar

neden ile nodülasyon oluşmamış ve Şanlıurfa'da yapılan denemeler değerlendirmeye alınmamıştır (Altuntaş ve Cebel, 1990).

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

Üç farklı *Bradyrhizobium* izolatı (280A, 2209A ve 32HI) ile aşılanmanın yer fıstığında (*Arachis hypogaea L.*) farklı sıcaklıklarda nodül oluşumuyla ilgili sera koşullarında yaptıkları çalışmalarında, kök sıcaklığının N₂ fiksasyonu ve bitki gelişimi üzerine etkisini belirlemeye çalışmışlardır. İki yer fıstığı çeşidine (Virginia cv. NC7 ve Spanish cv. Pronto) 30, 37 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'ye doğru artan kök sıcaklığı toplam azotu % 49 oranında azaltmış fakat nodül oluşumunda azalma görülmemiştir (Kishinevsky ve ark., 1992).

Montreal ve Quebec'de düşük toprak sıcaklığı şartlarında simbiyotik sistemin sağlanması amacıyla farklı soya genotipleri ile *Bradyrhizobium* izolatları denemeye alınmıştır. Hakkaido'da (Japonya) düşük sıcaklığa sahip topraklardan izole edilmiş 4 ayrı *Bradyrhizobium japonicum* izolatları ile aşılama yapılarak fide, gelişme ve çiçeklenme dönemlerinde nodülasyon ve biomassları saptanmıştır. Serin ilkbahar şartlarında dört çeşitten ikisinde 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 (Lynch ve Smith, 1993).

Soya, gereksinim duyduğu normal toprak sıcaklığından daha düşük olan sıcaklıklara 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).

Soya yazlık bir bitkidir, yetiştirme süresi boyunca 2400-3600 °C sıcaklık toplamına gereksinim duyar ve düşük ve yüksek sıcaklıktan zarar görür soyada fotosentez için optimum hava sıcaklığı 20 °C'dir sıcaklık 30 °C'nin üstüne çıktığında fotosentez olumsuz yönde etkilenmektedir (İşler, 1992).

Yapılan araştırmada sıcaklığın genel bitki metabolizmasını etkilediği gibi nodül oluşumu ve N₂ fiksasyonu üzerine de önemli düzeyde etkili olduğunu bildirmiştir *Rhizobium/Bradyrhizobium* baklagil simbiyotik sisteminde optimum kök sıcaklığı 28 °C'dir. Düşük sıcaklıklarda ve yüksek sıcaklıklarda sistem zarar görmekte ve *Rhizobium/Bradyrhizobium* bakterileri 40 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda etkinliklerini kaybetmektedirler (Kızıloğlu, 1995).

Ceylanpınar koşullarında yapılan bir çalışmada, geç soya ekiminde yüksek sıcaklık nedeniyle yeterli nodül oluşumunun olmadığı, aynı bölgede 2. yıl yapılan bir başka denemede ise erken ekimle daha iyi nodül oluşumunun görüldüğü belirlenmiştir (Gök, 1992).

Harran ovasında yapılan çalışmada II. Ürün olarak ekilen soyada yüksek sıcaklık ve buna bağlı yetersiz nem nedeniyle nodülasyonun gerçekleşmediği belirlenmiştir (Almaca, 1996).

2.3. Tuzluluk

Birçok bitkilerin gelişmesine engel olacak miktarda tuz içeren, fakat toprağın özelliğini değiştirecek ölçüde Na içermeyen topraklara tuzlu topraklar adı verilir. Bilimsel olarak ise saturasyon ekstraktının elektriki iletkenliği 4 dS m⁻¹ (25 °C)'den

fazla olan ve değişebilir Na yüzdesi de 15'den az olan topraklara tuzlu topraklar denilmektedir. Bu topraklarda pH değeri genellikle 8.5'den daha düşüktür. Tuzlu topraklar çoğunlukla yüzeylerindeki beyaz bir tuz tabakası veya tuz çiçekleri ile tanımlanırlar (Sağlam, 1994).

Tuzlu toprak çözeltilerinde hakim olan katyonlar Ca^{+2} ve Mg^{+2} olup, Na^{+} miktarı azdır. Hakim anyonlar Cl^{-} ve SO_4^{-2} 'dir. Az miktarda HCO_3^{-} bulunmasına rağmen CO_3^{-2} bulmak güçtür. Fazla miktarda çözünebilir tuz içermeleri ve değişebilir Na^{+} miktarının az olması dolayısıyla, bu topraklarda kolloidler genellikle çökelmiştir ve bunu sonucu olarak da permeabiliteleri çok yüksektir (Sağlam, 1994).

Dünya çapında sulanan alanların yaklaşık % 33'ünde tuzluluk problemi mevcuttur iyi kalitede sulama suları bile $100-1000 \text{ g/m}^3$ düzeyinde tuz içermektedir. Bu miktarda tuz içeren sulama sularının yılda 10.000 m^3 kullanıldığı düşünülürse toprağa 1-10 ton tuz verilmiş olmaktadır. Kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yıllık yağış miktarı evaporasyonun çok altında olduğundan toprak ana materyalinin ayrışması sonucunda ortaya çıkan çözünebilir tuzlar yağışlarla uzak mesafelere taşınamayıp, hatta toprak suyuyla toprağın alt katlarına kadar bile yıkanamayıp profilin herhangi bir yerinde birikirler bundan dolayı çoraklığın temel etkenlerinden biri de suyun yetersizliğidir (Güneş ve ark, 2002).

Tüm topraklar farklı miktarlarda suda eriyen tuzları içerirler. 100 g toprakta 100–150 mg (% 0.10–0.15) düzeyinde veya bu değerlerin altında tuz içeriği bulunduğu bu miktar bulunan tuz, bitkilere toksik etki yapmaz ancak 150 mg'ın üstünde suda eriyebilir tuz bulunması bitkinin yetişmesini engeller (Dinç, 1999).

Güneydoğu Anadolu Bölgemiz gibi kurak ve yarı kurak bölgelerde ise minerallerin ayrışması sonunda ortaya çıkan tuzların yıkanmaları ve denizlere taşınmaları tamamlanamamaktadır. Bu bölgede yağış azlığı nedeniyle yıkanma genel olarak azdır. Dolayısıyla çözünen tuzlar çukur veya alçak alanlara taşınabilirler. Nitekim Harran ovasında yetersiz yağış (330–470 mm) yanı sıra yağışın % 85'i

Kış-ilkbahar aylarında meydana gelmekte, bunun sonucu tuzlar topraktan uzaklaşmamaktadır (Dinç, 1999).

Tuzlu toprakların sınıflandırılmasında çizelge 2.8.'de geleneksel olarak toprak ekstraktında okunan elektriksel iletkenlik değeri (EC) ile toprakların değişebilir Na^+ yüzdesi esas alınmaktadır. Her ne kadar tuza duyarlı bitkiler 2–4 dS m^{-1} EC değerlerinde etkilenirlerse de tuzlu ve tuzsuz toprakların ayırt edilmesinde 4 dS m^{-1} EC değeri esas alınmaktadır. Fakat Amerika Birleşik Devletleri Toprak Bilimi Derneği esas alınmaktadır (Usta, 1995).

Çizelge 2.8. Tuz etkisinde kalmış toprakların sınıflandırılması (Usta,1995)

	Normal toprak	Tuzlu toprak	Alkali toprak	Tuzlu –alkali toprak
Geleneksel sınıflandırma	EC < 4 dS m^{-1} ESP < %15	EC > 4 dS m^{-1}	ESP > %15	EC > 4 dS m^{-1} ESP > %15
Önerilen sınıflandırma	EC < 2 dS m^{-1} SAR < 15	EC > 2 dS m^{-1}	SAR > 15	EC > 2 dS m^{-1} SAR > 15

Bu topraklarda saturasyon ekstraktının 25 °C'deki elektriksel iletkenliği 4 dS m^{-1} 'den büyük değişebilir Na yüzdesi 15'den az ve genellikle pH'ları 8.5'tan düşüktür. Bu topraklarda killer genellikle floküle halde olup su geçirgenlikleri iyidir. Yüzeyde beyaz tuz kabukları varlığıyla tanınırlar. Bu topraklarda en fazla bulunan değişebilir katyonlar Ca^{+2} ve Mg^{+2} dur. Na^+ çözünebilir tuzların ender olarak yarıdan fazlasını oluşturması nedeniyle fazla adsorbe edilmemiştir (Dinç., 1999).

Anyonlardan Cl , SO_4^{-2} , ve NO_3^- en fazla bulunur az miktarda HCO_3^- içerir CO_3^{-2} genellikle bulunmamaktadır. Tuzlu topraklar kalsiyum sülfat ile kalsiyum ve magnezyum karbonat gibi çözünürlüğü düşük olan tuzları da içerebilir (Dinç.,1999).

2.3.1. Tuzluluk ve bitki gelişimi

Tuz ve benzeri stresi olmayan koşullarda NO_3 , köklerde birikir ve protein oluşturmak üzere taşıyıcı olan K tarafından taşınır. Tuzlu koşullarda ise bu mekanizma iki farklı şekilde işler Cl 'un fazla ve NO_3 'ün az olduğu koşullarda K

köklerden üst kısma NO₃ yerine Cl'u taşır. Fakat burada NO₃ indirgenmesi ve malat üretilmesi şeklindeki sitokiyometrik reaksiyon gerçekleşmez böylece yapraklarda Cl birikir ve fitotoksiklik başlar Na'un fazla ve K'nın az olduğu tuzlu koşullarda ise K yerine taşıyıcı iyon olarak Na işlev görür. Köklerden üst kısımlara Na tarafından yeterince NO₃ taşınsa bile yine malat oluşumu gerçekleşmez. Böylece Na birikerek toksik düzeylere ulaşır (Ben-Asher ve Pacardo,1997). Bu yüzden ki tuzlu koşullarda KNO₃ gübrelemesi tavsiye edilir. Tuzlu koşullarda KNO₃ uygulanması durumunda bitkilerin K ve NO₃ alımı arttırılarak Na/K ve Cl/NO₃ oranı dengelenerek bitkide Cl ve Na birikimi önlenmiş olur (Güneş ve ark., 2002).

Tuzlu topraklarda bütün toprak profili boyunca tuz beyaz çizgi ve lekeler şeklinde biriktirilmiştir. Bazen de yüzey veya profil içinde tuz katları olarak yer alırlar. Tuz % 0.2'nin üzerine çıktığında bir çok bitkinin yetişmesi ve gelişmesi engellenir. Tuz yüzdesi % 0.65 miktarına ulaştığında hemen hemen tüm kültür bitkileri bu topraklarda yaşamını sürdüremez. Topraklarda yüksek oranda tuzun varlığı bitkilerin su ve besinleri almalarını engeller. Ayrıca bitkilerin hücre duvarlarında bozulmalara neden olur (Dinç, 1999).

Tarımı yapılan bitkilerin toprakta mevcut tuzlara karşı duyarlılıkları farklıdır. Çizelge 2.9.'da bitkilerin tuza karşı olan toleransları gösterilmektedir.

Çizelge 2.9. Bitkilerin tuza duyarlılıkları (Dinç, 1999)

	Meyveler	Tarla bitkileri	Sebzeler
Çok Duyarlı Olanlar	Elma, Armut, Kayısı, Çilek, Şeftali, Badem		Turp Fasulye Kereviz
Orta Derece Duyarlı Olanlar	Nar, İncir, Zeytin, Üzüm, Kavun	Çavdar, Buğday, Yulaf, Pirinç, Mısır, Ayçiçeği, Sorgum	Domates,Kabak, Salatalık,Marul, Lahana,Biber, Soğan, Patates
Tuza Dayanıklı Olanlar	Hurma	Şekerpancarı, Arpa, Kolza, Pamuk	Pancar, Kuşkonmaz, Ispanak

Tuzlu ortamlarda yetiştirilen bitkilerin gövde gelişimi kök gelişimine göre daha fazla gerilemektedir. Gövde gelişiminin tuzluluğa bağlı olarak gerilemesinin

nedeni yapraklarının su durumunun değişmesine bağlanmaktadır. Kök bölgesinden tuzun uzaklaştırılması halinde yaprak büyümesi tekrar eski haline hızla dönmektedir. Tuzlu ortamlarda suyun yarayışlılığı azalmaktadır. Dolayısıyla su alımı ve kök basıncı vasıtasıyla suyun ve besin maddelerinin bitkiye taşınımı da azalmaktadır. Bu durumda tuzlu koşullarda bitkilerin su stresi yanında mineral madde stresine girdiklerini de söylemek mümkündür (Güneş ve ark., 2002).

Bitkilerin yapraklarının stoma dirençleri yaprakların su durumunu belirtmede önemli bir kriterdir. Tuzluluğa bağlı olarak bitkilerin yapraklarında su azalmakta ve dolayısıyla bitkiler de su stresine dayanabilmek için stomalarını kapatmaktadırlar. Bir başka ifade ile stoma dirençleri artmaktadır (Güneş ve ark., 2002).

Bitkiler tuzlu koşullarda su rejimlerini kontrol altına alabilmek ve daha az su kaybetmek amacıyla, bir yandan stomalarını kapatırlar diğer yandan da yaprak alanlarını küçültürler. Yaprak alanlarının küçülmesi ve stomaların kapanmasıyla su kaybını önlemekte ancak fotosentez için fikse edilen CO₂ miktarı da azalmaktadır. Tuzluluk probleminin görüldüğü seralarda CO₂ miktarı arttırıcı önlemler alınmasıyla tuzluluğun olumsuz etkileri nispeten giderilmektedir (Güneş ve ark., 2002).

2.3.2. Tuzluluğa adaptasyon mekanizmaları

Bitkilerin tuzluğa toleransları iki şekilde olmaktadır birinci gruptaki bitkiler tuzluluk oluşturan iyonları dışarıda tutarak ikinci gruptaki bitkiler ise tuzu bünyelerine alarak tolerans gösterebilmektedir. Tuzu dışlayan bitkiler tuzluluğa adaptasyon sağlayabilmek için bünyelerinde su noksanlığı giderici mekanizmalara ihtiyaç duyarlar. Tuzu bünyelerine alarak adaptasyon sağlayan bitkilerin dokuların yüksek düzeyde Na ve Cl'a toleranslı olmaları veya dokularında biriken yüksek tuz konsantrasyonunun bir şekilde giderilmesi gerekir (Güneş ve ark., 2002).

Tuzlu koşullarda yetiştirilen bitkilerde köklerden gövdeye Na ve Cl taşınımının engellenme mekanizması köklerde gerçekleştirilmektedir. Köklerin membran özellikleri ve anatomik özellikleri de burada etkindir. Na gövdeden tekrar

köklere taşınımı tuza hassas olan ve olmayan tüm bitkilerde gövdenin Na içeriğinin düşmesine neden olmaktadır. Tuzu içleyen bitkilerde Na ve Cl'un değişik organlar ve dokularda birikimi oldukça önemlidir. Tuza dayanıklı bitkilerde Na ve Cl'un yaşlı yapaklardan genç yapraklara taşınımı engellenir. Bu bitkilerde yaşlı yaprakların Na konsantrasyonu genç yapraklara göre daha düşük olurken K konsantrasyonlarında ise tersine bir durum söz konusudur. Topraklarda tuzluluğun aşırı bir şekilde artışına karşılık bitkiler su içeriklerini aniden düşürerek osmotik düzenleme yapmaktadırlar. Daha öncede ifade edildiği gibi toprakların tuzluluktan dolayı osmotik basıncının çok yükselmiş olması suyun topraktan bitkiye geçişinde bir engeldir. Osmotik kurallara göre bitkilerin tuzlu topraklardan su alabilmeleri için iyon konsantrasyonlarının toprağın iyon konsantrasyonundan yüksek olması gerekir. Tuzu içleyen bitkilerde osmotik düzenleme tuzların bitkinin belirli kısımlarında akümüasyonu ile sağlanır (Güneş ve ark., 2002).

Çizelge 2.10. Bitkilerin tuzluluğa adaptasyon mekanizmaları (Marschner ,1995)

Bitkilerin Tuzluluğa Responsları			
A-Tuzu Dışlayan Bitkiler		B-Tuzu İçleyen Bitkiler	
1-Tuzun olumsuz etkileri	2-Adaptasyon	1-Adaptasyon	2-Tuzun olumsuz Etkileri
1-1-Su Noksanlığı	2-1-İçsel Su Noksanlığından Kaçınma	1-1-Doku Toleransı	2-1-İyon Dengesizliği
a-Hücre genişlemesinin azalması	a-Organik Bileşiklerin Sentezlenmesi	a-Tuzların belirli kısımlarda yoğunlaşması	a-Cl, Na toksisitesi
		b- Uyumlu ozmotik bileşiklerin sentezlenmesi	
b-Protein sentezinde azalma	b-Yüzey Alanını Küçültme	c-Na'un K' un işlevini yürütmesi	b-K, Ca noksanlığı
		2-Yüksek İyon Konsantrasyonundan Kaçınma(dışlama)	
		a-İyonların floeme yüklenmesi	
c-CO ₂ fiksasyonun da azalma		b-Dokuların su içeriğinin arttırılması	
		c-Tuz salgılama	
		d-Yaprak dökme	

Tuzlu alanların ıslahının oldukça pahalı olması ve tuzluluğu yaratan koşulların ortadan kaldırılmamasıyla ıslahın kalıcı bir çözüm olmaması nedeniyle

tuza dayanıklı çeşitlerin yetiştirilmesi ekonomik anlamda büyük önem taşır (Güneş ve ark., 2002).

2.3.3. N₂ fiksasyonuna tuzluluğun etkisi

Rhizobium bakterilerinin N₂ fiksasyonu ve aktiviteleri artan tuza paralel olarak düşmektedir. Sulama suyunda artan tuz konsantrasyonunun soyada dane ve nodül ağırlığını önemli miktarda düşürdüğü tespit edilmiştir (Anonymus, 1982).

Soyanın gelişimi % 0,08 NaCl ve %1,5 NaSO₄'ta tamamen gerilemiş bununla birlikte % 0,1 NaSO₄'in büyümeyi teşvik ettiği saptanmıştır (Anonymus 1982). Bu yönde yapılan çalışmalar, baklagillerle simbiyotik yaşayan *Rhizobium/Bradyrhizobium* spp. bakterilerinin tuza dayanıklılık, optimum pH isteği, antibiyotik dirençlilik vb. özellikler yönünden önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur (Gök ve ark., 1993).

Bir çalışmada farklı oranlarda tuz (1.0, 3.0 ve 9.0 dS m⁻¹) ve farklı miktarlarda su (2.3, 4.7, 7.0 cm) uygulamasının sera koşullarında yoncanın gelişim ve N₂ fiksasyonu üzerine etkisi araştırılmıştır. Yoncanın optimum gelişimi tuz ve su stresinin her ikisinde de etkilenmiştir. Tuzlu sulama suyu gelişmede büyük etkiye sahip olmuştur. Bitkinin gelişmesinde tuzluluğun etkisi, su stresinden de fazla olmuştur. Nodül aktiviteleri ise her sulamada, suyun artan miktarı ile artmıştır. Buna karşılık artan tuzlu sulama suyu tarafından olumsuz etkilenmiştir. Yine nodülasyonun tuz stresine karşı duyarsız ve şiddetli su stresine karşı duyarlı olduğu ve yonca bitkilerinin şiddetli su ve tuz stresi altında asetileni azaltmaya devam ettiği görülmüştür. Sonuç olarak araştırmacılar, kaba yoncanın önemli çevresel streslerin (tuz ve nem) altında bile N₂ fiksasyonuna devam ettiğini belirtmiştir (Keck ve ark., 1984).

Yapılan bir çalışmada beslenme ortamına çeşitli miktarlarda tuz ilave edilmiş, ortamın tuz içeriği arttıkça ortamdaki Rhizobial yoğunluğun düştüğü, bakteri

etkinliğinin azaldığı, buna bağlı olarak kuru madde oluşumu nodül ağırlığı ve nodül aktivitesinin de azaldığı ortaya konmuştur (Singleton ve ark.1982).

Soya, üçgül, bakla ve fiğ bitkilerine ait değişik *Rhizobium* spp. suşlarının ekolojik yönden önemli bazı özelliklerinin laboratuvar koşullarında belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada, soyadan izole edilmiş olan *Bradyrhizobium* spp. suşlarının kullanılan tüm antibiyotiklere karşı dirençli olduklarını, asidik ve alkalın ortamlarda üreyebildiklerini, tuza dayanıksız olduklarını ortaya koymuştur. Baklagil üçgül ve fiğden izole edilmiş olan *Rhizobium* spp. suşlarının ise, özellikle *Tetracycline* karşı duyarlı oldukları, tuza dayanıklılık, asidik ve alkalın ortamlarda üreme yönünden değişkenlik gösterdikleri görülmüştür (Gök, 1993).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma yerinin toprak ve iklim özellikleri

Bu araştırmada toprak örneklerinin alınması ve analize hazır hale getirilmesi Jackson (1962) tarafından belirtildiği gibi yapılmıştır. Toprak örnekleri çeşitli fiziksel ve kimyasal analize tabi tutulmuştur. Örnekler üç yinelemeli olarak analiz edilmiştir. Toprak örneklerinde yapılan analizler ve yöntemleri, Çizelge 3.1’de sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Toprak örnekleri üzerinde yapılan analizler ve yöntemleri

Analizin çeşidi	Analiz yöntemi
pH:	Black (1965)
% Kireç:	Hızalan ve Ünal (1971) Scheibler kalsimetresi yöntemi
% Tuz:	Black (1965)
Fosfor (P):	Olsen ve ark. (1954)
Azot (N):	Kjeldahl yöntemi ile (Chapman ve Pratt, 1961)
Potasyum (K):	Chapman 1965 tarafından bildirildiği şekilde yapılmıştır.

Çizelge 3.2. Deneme toprağının bazı özellikleri

Derinlik(cm)	Toplam Tuz (%)	pH 1:1 (H ₂ O)	Kireç CaCO ₃ (%)	Fosfor (P ₂ O ₅) (kg da ⁻¹)	Potasyum (K ₂ O) (kg da ⁻¹)	Organik Madde (%)	Toplam Azot (%)
0-20	0.045	7.61	7.3	7.2	179.2	0.98	0.07

Çizelge 3.3. 2004 yılı bazı iklim özellikleri

Aylar	Ort.Sıcaklık (°C)	Ort.Nem (%)	Top.Yağış (mm)
Ocak	6.0	81.4	138.8
Şubat	6.2	74.9	92.0
Mart	13.3	50.5	3.2
Nisan	16.1	47.1	51.6
Mayıs	21.9	48.9	27.3
Haziran	29.0	33.5	0
Temmuz	32.8	27.0	0
Ağustos	30.8	40.7	0
Eylül	27.3	34.8	0
Ekim	21.7	48.7	3.4
Kasım	11.7	72.2	187.7
Aralık	6.2	56.3	7.8

3.1.2. Deneme bitkisi

Soya Fasulyesi, yazlık bir bitkidir. Yetiştirme süresi boyunca toplam 2400–3600 °C sıcaklığa gereksinim duymaktadır. Soyada fotosentez için optimum hava sıcaklığı 25-30 °C'dir. Hava sıcaklığı yanında toprak sıcaklığı da soyanın büyüme ve gelişmesini etkilemektedir. Nodül oluşumu için uygun toprak sıcaklığı 27 °C olup bu sıcaklıkta ekim işleminden 19 gün sonra nodül oluşmaktadır. Toprak sıcaklığı 33 °C'nin üzerine çıktığında, nodül oluşumunun durduğu saptanmıştır (Arioğlu, 1999).

Soya toprak isteği bakımından fazla seçici değildir. Soya ekilecek toprağın kumlu-tınlı, organik maddece zengin pH'sı 6,2-6,8 arasında olması gereklidir.

Denemede, May tohum firmasından temin edilen A-3935 soya çeşidi kullanılmıştır. A-3935 soya çeşidi, orta erkenci bir çeşit olup (III. olgunlaşma grubu), hilum rengi siyah, çiçek rengi eflatun ve tüy rengi kahverengidir. Bu çeşit, verimli uyum yeteneği yüksek, beyaz sineğe ve yatmaya dayanıklıdır.

3.1.3. Denemede kullanılan kimyasallar

Her saksı için ayrı ayrı $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, KH_2PO_4 , MgSO_4 , FeSO_4 kimyasal ilavesi yapılmıştır.

1) 100 g $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ alınarak 1 litreye tamamlanmış ve her saksıya 10 ml olacak şekilde verilmiştir.

2) 60 g KH_2PO_4 alınarak 1 litreye tamamlanmış ve her saksıya 10 ml olacak şekilde verilmiştir.

3) 10 g Fe_2SO_4 alınarak 1 litreye tamamlanmış ve her saksıya 10 ml olacak şekilde verilmiştir.

4) 51,250 g MgSO_4 alınarak 1 litreye tamamlanmış ve her saksıya 10 ml olacak şekilde verilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme topraklarının ekime hazırlanması

Ziraat Fakültesi Deneme alanından alınan topraklar 2 mm'lik elekten geçirildikten sonra 10 kg tartılıp 3.1.3'te belirtilen kimyasallar maddeler ilave edilerek saksılara konulmuştur. Daha sonra bu saksılar yüksek sıcaklıktan etkilenmemesi ve tarla şartlarına yakın koşullar elde edilebilmesi için alçak tünel içerisinde açılan yaklaşık 50 cm derinliğindeki çukurlara yerleştirilmiş, saksıların etrafındaki boşluklar toprakla doldurulmuştur.

3.2.2. Deneme planı

Bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 yinelemeli olarak kurulmuştur. Ana parseller bakteri suşları, alt parseller ise tuz konsantrasyonları şeklindedir.

3.2.3. Ekimin yapılması

25 Mart 2004 tarihinde her saksıya 8 tohum olmak üzere ekim yapılmıştır. Ekimle birlikte tohum yatağına Köy Hizmetleri Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü'nden (Ankara) torf ortamında temin edilen 1809, 11, 54, 543 ve 649 nolu *Bradyrhizobium japonicum* bakteri suşlarıyla aşılama yapılmıştır.

3.2.4. Sulama ve bakım

Ekim yapıldıktan sonra 3 hafta boyunca çeşme suyuyla normal sulama yapıldı. Üç haftadan sonra ise 50, 100, 150, 200 mM NaCl olacak şekilde hazırlanan çözeltilerden bitkinin ihtiyacını giderecek kadar günlük sulama yapılmıştır. Çıkıştan sonra bitkilerin bakımı yapılmış ve oluşan yabancı otlar ayıklanmıştır.

Tuz uygulamalarına başlamadan önce her bir konsantrasyon için stok çözeltiler hazırlanmıştır.

50 mM NaCl için;

$$50 \times 58,5 \text{ mg} = 2925 \text{ g/l} = 50 \text{ mM NaCl}$$

$$292,5 \text{ g/l} = 5 \text{ M stok çözelti}$$

100 mM NaCl için;

$$100 \times 58,5 \text{ mg} = 5850 \text{ g/l} = 100 \text{ mM NaCl}$$

$$585 \text{ g/l} = 10 \text{ M stok çözelti}$$

150 mM NaCl için;

$$150 \times 58,5 \text{ mg} = 8775 \text{ g/l} = 150 \text{ mM NaCl}$$

$$877,5 \text{ g/l} = 15 \text{ M stok çözelti}$$

200 mM NaCl için;

$$200 \times 117 \text{ mg} = 23400 \text{ g/l} = 200 \text{ mM NaCl}$$

$$2340 \text{ g/l} = 20 \text{ M stok çözelti}$$

Her bir uygulama için 10 litrelik boş bir su bidonuna, önceden hazırlanmış NaCl stok çözeltisinden 100'er ml alınıp 10 litreye tamamlanarak, bitkilerin günlük ihtiyacına göre sulama yapılmıştır.

Çizelge 3.4. Çalışma süresince yapılan uygulamalar

Birinci Hafta	Ekim ve sulama yapılmıştır
İkinci Hafta	Sulama yapılmıştır
Üçüncü Hafta	Çimlenme tamamlanmıştır
Dördüncü Hafta	Tuz uygulamasına başlanmıştır
Beşinci Hafta	Tuz uygulamasına devam edilmiştir
Altıncı Hafta	Tuz uygulamasına devam edilmiştir
Yedinci Hafta	Tuz uygulamasına devam edilmiştir
Sekizinci Hafta	2 noktalı kırmızı örümcek zararı oluştu ve neoron uygulaması yapılmıştır
Dokuzuncu Hafta	Tuz uygulamasına devam edilmiştir
Onuncu Hafta	Bitkiler hasat edilmiştir

Ekimin yapıldığı hafta dahil olmak üzere 3 hafta boyunca çeşme suyuyla sulama yapılmış dördüncü hafta tuz uygulamasına başlanmıştır. Sulamalar bitkinin günlük ihtiyacına göre yapılmıştır.

Çizelge 3.5. Soya Fasulyesi yaprak ve kök örnekleri üzerinde yapılan analizler ve yöntemleri

Analiz türü	Analiz yöntemi
Azot (N)	Kjeldal yöntemi ile (Chapman ve Pratt, 1961).
Fosfor (P)	Olsen ve ark., (1954). Kuru yakma yöntemi ile Rengin kolorimetrik olarak spektrofotometrede okunması esasına dayanmaktadır.
Potasyum (K), Demir (Fe), Bakır (Cu), Mangan (Mn), Çinko (Zn)	(Chapman Ve Pratt, 1961). Kuru yakma yöntemi kullanılarak Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresiyle (A.A.S.) belirlenmiştir.

Tuz uygulamasına hasat zamanına kadar devam edilmiş, onuncu haftada bitkiler hasat edilmiştir. Bitki örnekleri hasat edildikten sonra yaş ağırlıklarının alınması için tartılmış, daha sonra 3 kez saf suda yıkanarak kuruması için 65 °C'de 48 saat etüvde bekletildikten sonra ikinci tartımlar yapılmıştır. Kurutulmuş ve öğütülmüş bitki örneklerinden 1 g alınarak, porselen krezeler içinde kül fırınında 450 °C'de 5 saat yakılarak beyaz kül durumuna getirilmiştir. % 20'lik HCl çözeltisi ilave edilerek filtre kağıdından süzülen örnekler saf su ile 50 ml'ye tamamlanmıştır. Daha sonra Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresinde okunmuştur. Gerekli hesaplamalar (kurve faktörü, sulandırma faktörü, ve absorbans değerleri çarpılarak) bulunmuştur. K, % olarak, Fe, Zn, Cu ve Mn ppm olarak hesaplanmıştır. P için ana ekstraktan 5 ml

alınıp, barton çözeltisinden 5 ml ilave edilerek 50 ml'ye saf su ile tamamlanmış, mavi renk oluşumu için yaklaşık 20 dakika bekledikten sonra spektrofotometrede absorbans değerleri okunmuştur. Seyreltme ve kurve faktörleriyle çarpıldıktan sonra % P olarak hesaplanmıştır.

Azot için yaş yakma yöntemi uygulanmıştır. Kurutulmuş ve öğütülmüş yaprak örneklerinden alınan 280 mg örnek Kjeldahl tüpüne konmuş, üzerine 3 ml H₂SO₄ ilave edilip yaş yakma ünitesinde yaklaşık 1.5 saat süre ile 350 °C'de yakılmıştır. Berrak bir sıvı haline gelen çözeltiliye 20 ml saf su ilave edilerek Kjeldahl aletinde borik asit ve % 40'lık NaOH çözeltisiyle destilasyon yapılmıştır. 0.2 N HCl ile titre edilerek % N miktarı bulunmuştur.

3.2.5. İstatistiksel analiz

Elde edilen veriler minitab 14.1 paket programında varyans analizi ile (Anova) analiz edilmiştir. Uygulamalar arasındaki farklılığı belirlemek için MSTAT paket programında (P<0.01) Duncan çoklu ortalama karşılaştırma testi yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Araştırma Bulguları

4.1.1. Kök + nodül ağırlığı

Değişik bakteri suşları ile aşılanmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide kök + nodül ağırlıkları ile ilgili veriler Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Değişik bakteri suşları ile aşılanmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide kök + nodül ağırlıklarının değişimi (g) (Harflendirme tuz dozları arasında yapılmıştır)

Bakteri/Tuz	0	50 mM	100 mM	150 mM	200 mM	Ort.
Kontrol	0.81a	0.69b	0.57c	0.54cd	0.51d	0.62
1809	0.91a	0.80b	0.72c	0.57d	0.54d	0.70
11	0.88a	0.79b	0.71c	0.62d	0.57e	0.71
54	0.95a	0.81b	0.69c	0.60d	0.55e	0.72
543	0.86a	0.76b	0.61c	0.52d	0.48d	0.65
649	1.02a	0.95b	0.76c	0.67d	0.57e	0.79
Ort.	0.91	0.8	0.68	0.59	0.54	

Çizelge 4.1’den de görüldüğü gibi artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak bütün bakteri suşları ile aşılanmış soya bitkisinin kök+nodül ağırlıklarında azalma olduğu görülmektedir. Bakteri aşılanmamış soya bitkisinin kök+nodül ağırlığı artan tuz konsantrasyonları uygulamalarıyla azalma göstermiştir. Bu azalma doğal olarak tuz stresinin bitki gelişimini olumsuz etkilemesinden kaynaklanmıştır. Tuz uygulanmayan konudan, 50 mM ve 100 mM tuz uygulanan konuya kadar olan azalma oranı hemen hemen aynı iken, 150 mM tuz uygulanan konular ile 200 mM tuz uygulanan konular arasındaki azalma daha azdır. Başka bir deyişle 150 mM tuz uygulamasından sonra bitkilerin tuz stresine maruz kalma etkisi belirgin olarak ortaya çıkmıştır. Çizelgedeki değerlerin varyans analizine göre gruplandırılması tuz konsantrasyonları dikkate alınarak yapılmıştır. Bu gruplandırılmadan da anlaşıldığı

gibi 150 mM ile 200 mM tuz uygulamaları sonucunda elde edilen kök+nodül ağırlıkları birbirine yakın bulunmuştur.

Tuz uygulaması yapılmayan konuda bakteri suşları ile aşılamanın bitkilerde belirlenen kök+nodül ağırlıkları kendi içinde değerlendirildiğinde, bakteri aşılması yapılmayan kontrol uygulamasına göre en yüksek değer 649 nolu suş ile aşılama yapılmayan uygulamada, 54 nolu suş uygulaması ise ikinci sırada yer almıştır. Tuz uygulamalarının tamamı dikkate alındığında bakteri suşları ile aşılama yapılmayan uygulamaların sıralanmasında 1. sırada 649 nolu suş bulunurken 2. sırada 11 nolu suş yer almıştır. Bakteri aşılması yapılmış gruplarla, aşılama yapılmayan kontrol grubu kıyaslandığında kök+nodül ağırlığı bakımından kontrol grubunun aşılama yapılan gruplara oranla daha düşük bir değere sahip olduğu belirlenmiştir.

4.1.2. Toprak üstü aksam ağırlığı

Değişik bakteri suşları ile aşılama yapılmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide toprak üstü aksam ağırlıkları ile ilgili veriler Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Yapılan varyans analizleri sonucunda tuz dozları uygulamaları dikkate alınarak harflendirme yapılmıştır.

Çizelge 4.2. Değişik bakteri suşları ile aşılama yapılmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide toprak üstü aksamda ağırlık değişimi (g)

Bakteri/Tuz	0	50mM	100mM	150 mM	200 mM	Ort.
Kontrol	3.40a	3.20a	2.44bc	2.54b	2.10c	2.73
1809	5.10a	4.90a	4.20b	3.70c	3.50c	4.28
11	4.90a	4.70a	4.10b	3.70c	3.44c	4.17
54	5.70a	4.94b	4.50c	3.60d	3.37d	4.42
543	4.80a	4.44b	3.70c	3.00d	2.90d	3.77
649	5.50a	3.80b	3.60bc	3.40cd	3.20d	3.9
Ort.	4.90	4.33	3.76	3.32	3.08	

Çizelge 4.2. incelendiğinde artan tuz dozlarıyla bütün bakteri suşları ile aşılama yapılmayan uygulamaların bitkilerinin toprak üstü aksam ağırlıklarında düşüş olduğu görülmektedir. Tuz uygulaması yapılmayan konuda bakteri suşları ile aşılama yapılmayan uygulamalar kendi aralarında değerlendirildiğinde 54 nolu suş ile aşılamanın

bitkilerinin toprak üstü aksam ağırlıklarının en yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde 50 mM tuz uygulaması ve ayrıca bütün tuz dozları uygulama konularında 54 nolu suş ile aşılana bitkilerin toprak üstü aksam ağırlıkları en yüksek bulunmuştur.

Varyans analizlerine göre yapılan gruplandırma incelendiğinde, tuz uygulanmayan konuyla 50 mM tuz uygulanan konunun verileri arasındaki azalma, 50 mM tuz uygulama konusyla 100 mM tuz uygulama konusunu verileri arasındaki azalmadan yüksektir. Diğer bir deyişle bütün bakteri suşları ile aşılana uygulamaların bitkilerinin bitki üst aksam ağırlıklarındaki azalma 100 mM tuz uygulama konusundan itibaren daha fazla olmaya başlamıştır.

Elde edilen sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarla paralellik göstermektedir. Fasulye ve mısırdaki (Karadavut, 2002), fasulyede (Kızıloğlu, 1995) kök ve kök üstü aksam ağırlıklarında tuz uygulamasıyla beraber düşüş gözlenmiştir.

4.1.3. Nodül sayısı

Değişik bakteri suşları ile aşılana soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide nodül sayısı ile ilgili veriler Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Değişik bakteri suşları ile aşılana soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide nodül sayısı değişimi (Adet)

Bakteri/Tuz	0	50 mM	100 mM	150 mM	200 mM	Ort.
Kontrol	0	0	0	0	0	0
1809	6.67	5.67	4.33	3.33	2.00	4.40
11	7.67	6.00	4.00	4.00	1.33	4.60
54	7.67	7.33	4.67	4.00	2.00	5.13
543	6.00	7.67	4.33	3.33	1.66	4.60
649	7.67	6.00	5.00	2.66	1.33	4.53
Ort.	5.94a	5.44a	3.72b	2.88c	1.38d	

Yapılan varyans analizleri sonucunda tuz dozları istatistiki açıdan önemli çıkmıştır ($p < 0.01$). Çizelgede verilen değerlerine göre tuz dozlarının bakteri uygulamaları üzerine olan etkisinin açık şekilde görülmektedir. Artan tuz dozları, bakteri suşları ile aşılana uygulamaların bitkilerinde oluşan nodül sayısını azaltan

bir etki göstermiştir. Tüm bakteri grupları ortak değerlendirildiğinde tuz uygulanmayan konu ile 50 mM tuz uygulanan konunun nodül sayısı değerleri aynı grup içerisinde yer almışlardır. Diğer bir deyişle 50 mM tuz uygulama konusu bakteri suşlarının nodül oluşturmadaki etkisini az düzeyde etkilemiştir. 150 mM tuz uygulama konusundan 200 mM tuz uygulama konularına gidildikçe artan tuz uygulamasının nodül oluşumunu daha çok azalttığı belirlenmiştir.

Kontrol uygulamasına bakteri aşılması yapılmamış, dolayısıyla nodül oluşumu gerçekleşmemiştir. Bakteri suşları kendi arasında değerlendirildiğinde 54 ve 11 nolu suşlarla aşılanmış bitkilerin nodül sayıları diğerlerinden daha fazla bulunmuştur.

4.1.4 Toprak üstü aksamda azot

Değişik bakteri suşları ile aşılanmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide toprak üstü aksamda azot içeriği (%) ile ilgili veriler Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Değişik bakteri suşları ile aşılanmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide toprak üstü aksamda azot değerleri değişimi (%)

Bakteri/Tuz	0	50 mM	100 mM	150 mM	200 mM	Ort.
Kontrol	3.96	3.20	3.66	3.33	2.81	3.62d
1809	4.81	4.57	4.70	4.14	4.02	4.45bc
11	4.50	4.44	4.20	4.04	3.97	4.24c
54	5.13	4.96	4.96	4.30	3.94	4.67ab
543	4.68	4.52	4.13	4.03	3.94	4.26c
649	5.12	5.04	4.75	4.60	4.50	3.97c
Ort.	4.71a	4.55ab	4.41b	4.08c	3.97c	

Yapılan varyans analizi sonucunda yaprakta azot içeriği için bakteri suşlarıyla aşılama uygulamaları istatistiksel açıdan önemli çıkmıştır ($p < 0.01$). Aynı şekilde yapılan varyans analizi sonucunda artan tuz uygulamalarının da yaprakta azot içeriği için istatistiksel açıdan önemli çıkmıştır ($p < 0.01$).

Artan tuz dozları konuları bitkilerin azotla beslenmesini azaltıcı yönde bir etki göstermiştir. Tuz dozlarından 50 mM tuz uygulama konusu bitkilerin azot

içeriğini diğer tuz dozu uygulamalarına göre daha az azaltıcı etki göstermiştir. Bakteri suşları ile aşılama uygulamaları, aşılama yapılmayan kontrol uygulamasıyla karşılaştırıldığında; Tuz uygulanmayan konuda 54 ve 649 nolu suşlarla aşılama yapılan bitkilerin azot içerikleri en yüksek bulunmuştur. Tüm tuz dozları dikkate alındığında en yüksek azot içeriği değeri 54 nolu suş ile aşılamanın uygulamasında görülmüştür

Soyanın azot içerikleri ve kullanılan sınır değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Soyanın azot içerikleri ve kullanılan sınır değerleri (Jones ve ark., 1991)

Analiz Edilen Bitki Organı	Örnekleme Zamanı	Azot (%)		
		Az	Yeter	Fazla
Gelişmesini yeni tamamlamış yaprak	Tohum zarfı oluşumu öncesi	3.10-4.00	4.01-5.50	5.51-7.00

Soya için kullanılan azot sınır değerleri dikkate alındığında, tuz uygulaması yapılmayan konuda tüm bakteri suşlarıyla aşılama yapılmış uygulamalarda yeterli düzeyde olduğu saptanmıştır. Bakteri aşılması yapılmayan kontrol uygulamasında ise bu düzey yetersiz olarak belirlenmiştir. Kullanılan 50, 100, 150 mM tuz konuları incelendiğinde ise tüm bakteri suşları ile aşılama yapılmış bitkilerin azot içerikleri yeterli düzeyde iken bakteri aşılması yapılmayan kontrol uygulamasında yetersiz düzeyde olduğu bulunmuştur. Kullanılan en yüksek 200 mM tuz dozu konusuna bakıldığında ise tüm bakteri suşlarıyla aşılama yapılmış bitkilerin azot içerikleri yetersiz düzeyde belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarla paralellik göstermektedir. Yonca bitkisine (Keck ve ark., 1984), soya, üçgül ve fiğ bitkilerine artan tuz dozu uygulamalarıyla N₂ fiksasyonunun azaldığı (Gök, 1993) saptanmıştır.

4.1.5. Kök + nodül'de azot

Değişik bakteri suşları ile aşılama yapılmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide kök+nodülde azot içeriği (%) ile ilgili veriler Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Yapılan varyans analizi sonucunda kök+nodülde azot içeriği için bakteri suşlarıyla aşılama uygulamaları istatistiksel açıdan önemli çıkmıştır (p< 0.01). Aynı şekilde varyans analizi sonucunda artan tuz uygulamalarının da kök+nodülde azot içeriği için istatistiksel açıdan önemli çıkmıştır (p< 0.01).

Çizelge 4.6. Değişik bakteri suşları ile aşılansmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide toprak altı aksamda azot değerleri değişimi (%)

Bakteri/Tuz	0	50 mM	100 mM	150 mM	200 mM	Ort.
Kontrol	2.97	2.92	2.80	2.72	2.68	2.82d
1809	3.97	3.14	3.06	3.05	2.95	3.04c
11	3.02	2.96	2.90	2.85	2.69	2.89cd
54	3.80	3.74	3.64	3.50	3.45	3.63a
543	3.06	3.03	2.94	2.85	2.78	2.94cd
649	3.52	3.45	3.25	3.05	2.94	3.25b
Ort.	3.23a	3.21a	3.11ab	3.01bc	2.92c	

Artan tuz dozu uygulamalarına göre bitkilerin kök+nodülde azot içeriği değerleri incelendiğinde, tuz uygulanmayan konuda 54 nolu bakteri suşu ile aşılansmış uygulamadaki bitkilerin kök+nodülünde en yüksek azot içeriği belirlenirken, bakteri aşılması yapılmayan uygulamada en düşük azot içeriği saptanmıştır. Tuz dozu uygulanmayan konu ile 50 mM tuz uygulanan konudaki azot içerikleri karşılaştırıldığında, tüm bakteri aşılması uygulamaları için azot içeriğinin çok az azaldığı bulunmuştur. Başka bir deyişle 50 mM tuz uygulaması bitkilerin kök+nodüldeki azot içeriklerini çok az azaltmıştır. Tuz dozlarının bitkilerdeki azot miktarını azaltması daha çok 150 ve 200 mM tuz dozları konularında görülmüştür.

4.1.6. Toprak üstü aksamda potasyum

Değişik bakteri suşları ile aşılansmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide toprak üstü aksamda potasyum içeriği (%) değerleri Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Değişik bakteri suşları ile aşılansmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide toprak üstü aksamda potasyuma ait ortalama değerleri

Bakteri/ Tuz	0	50 mM	100 mM	150 mM	200 mM	Ort.
Kontrol	2.40	2.39	2.35	2.39	2.35	2.38c
1809	2.53	2.40	2.47	2.40	2.33	2.43bc
11	2.52	2.52	2.49	2.42	2.38	2.470ab
54	2.54	2.52	2.59	2.46	2.42	2.510a
543	2.54	2.49	2.44	2.38	2.36	2.45b
649	2.52	2.50	2.48	2.45	2.42	2.48ab
Ort.	2.51a	2.48a	2.48a	2.42b	2.38b	

Yapılan varyans analizleri sonucunda bakteri suşları ile aşılamanın bitkilerde toprak üstü aksamdaki potasyum içeriklerinin değişimi istatistiksel bakımından önemli çıkmıştır ($p < 0.01$). Benzer şekilde, varyans analizleri sonucunda artan tuz dozu uygulamalarının bitkilerde toprak üstü aksamdaki potasyum içeriklerinin değişimi istatistiksel bakımından önemli çıkmıştır ($p < 0.01$).

Artan tuz dozları konularından; tuz uygulanmayan, 50 mM ve 100 mM tuz uygulanan konular bitkide potasyum içerikleri açısından değerlendirildiğinde aynı grupta yer almışlardır. Yani tuz uygulanmış olması potasyum içeriğini çok çok az olarak azaltmıştır. En yüksek doz olan 200 mM tuz dozu konusu tuz uygulanmayan konu ile karşılaştırılınca değerler arasında çok fazla bir farkın olmadığı harflendirmede sadece bir grup farkı olduğu görülmüştür. Bakteri suşları arasında değerlendirme yapıldığında, bakteri suşları arasında 54 nolu suş ile aşılamanın bitkilerin potasyum içerikleri daha yüksek bulunmuştur.

Soyanın potasyum içerikleri ve kullanılan sınır değerleri Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Soyanın potasyum içerikleri ve kullanılan sınır değerleri (Jones ve ark., 1991)

Analiz Edilen Bitki Organı	Örnekleme Zamanı	Potasyum (%)		
		Az	Yeter	Fazla
Gelişmesini yeni tamamlamış yaprak	Tohum zarfı oluşumu öncesi	1.26-	1.71-	2.51-
		1.70	2.50	2.75

Bakteri suşları ile aşılamanın olan ve aşılama yapılmayan uygulamalar ile tuz uygulaması yapılmayan ve artan tuz dozları uygulanan konuların tamamındaki bitkilerin potasyum içerikleri yeterli düzeyde bulunmuştur.

4.1.7. Toprak üstü aksamda fosfor

Değişik bakteri suşları ile aşılamanın soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide toprak üstü aksamda fosfor içeriği (%) değerleri Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Yapılan varyans analizleri sonucunda bakteri suşları ile aşılamanın bitkilerde toprak üstü aksamdaki fosfor içeriklerinin değişimi istatistiksel bakımından önemli

çıkıştır (p< 0.01). Benzer şekilde, varyans analizleri sonucunda artan tuz dozu uygulamalarının bitkilerde toprak üstü aksamdaki fosfor içeriklerinin değişimi istatistiksel bakımdan önemli çıkıştır (p< 0.01).

Çizelge 4.9. Değişik bakteri suşları ile aşılansmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide toprak üstü aksamda fosfora ait ortalama değerleri (%)

Bakteri/Tuz	0	50 mM	100 mM	150 mM	200 mM	Ort.
Kontrol	0.211	0.191	0.186	0.186	0.172	0.19b
1809	0.208	0.207	0.196	0.175	0.171	0.20ab
11	0.197	0.189	0.184	0.175	0.169	0.19b
54	0.206	0.229	0.206	0.182	0.174	0.20ab
543	0.215	0.188	0.177	0.166	0.161	0.19b
649	0.228	0.188	0.221	0.202	0.168	0.21a
Ort.	0.22a	0.20b	0.20b	0.19b	0.17c	

Artan tuz dozu konuları incelendiğinde, bakteri suşu aşılansmış bütün uygulamalardaki bitkilerin fosfor içerikleri tuz konsantrasyonu arttıkça azalma göstermiştir. 50 mM tuz dozu ile 100 mM tuz dozu uygulaması aynı harfle isimlendirilerek yaklaşık değerler bulunmuştur. Tuz uygulanması yapılmayan konudaki bitkilerde fosfor içeriği en yüksek olarak belirlenmiştir.

Bakteri suşları ile aşılansmış bitkilerdeki fosfor içeriklerine bakıldığında en yüksek değer 649 nolu suş ile bulunurken, bunu sırasıyla 1809 ve 54 nolu suşlar izlemiştir. Bakteri suşları için ortalama değerler alındığında en yüksek değer 0 grubunda en düşük değer 200 mM tuz dozunda saptanmıştır.

Soyanın fosfor içerikleri ve kullanılan sınır değerleri Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Soyanın fosfor içerikleri ve kullanılan sınır değerleri (Jones ve ark., 1991)

Analiz Edilen Bitki Organı	Örnekleme Zamanı	Fosfor (%)		
		Az	Yeter	Fazla
Gelişmesini yeni tamamlamış yaprak	Tohum zarfı oluşumu öncesi	0.16- 0.25	0.26- 0.50	0.51- 0.80

Bakteri aşılması yapılmamış olan uygulama ile bakteri suşları ile aşılama yapılmış olan tüm bitkilerin tuz uygulanmayan ve uygulanmış olan tüm konularındaki bitkilerin fosfor içerikleri az düzeyde olarak bulunmuştur.

4.1.8. Toprak üstü aksamda çinko

Değişik bakteri suşları ile aşılanmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide toprak üstü aksamda çinko içeriği (mg kg^{-1}) değerleri Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Değişik bakteri suşları ile aşılanmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide toprak üstü aksamda çinkoya ait ortalama değerler (mg kg^{-1})

Bakteri/Tuz	0	50 mM	100 mM	150 mM	200 mM	Ort.
Kontrol	54.37	53.12	53.37	53.27	53.21	53.48
1809	53.92	53.89	53.62	53.23	53.25	53.58
11	53.90	53.84	53.55	53.43	53.18	53.58
54	54.36	54.31	53.44	53.18	53.14	53.69
543	53.91	53.65	53.44	53.42	53.41	53.57
649	53.94	53.39	53.93	52.51	52.56	53.27
Ort.	54.01	53.82	53.60	53.16	53.10	

Yapılan varyans analizleri sonucunda bakteri suşları ile aşılanmanın bitkilerde toprak üstü aksamdaki çinko içeriklerinin değişimi istatistiksel bakımından önemsiz çıkmıştır. Benzer şekilde, varyans analizleri sonucunda artan tuz dozu uygulamalarının bitkilerde toprak üstü aksamdaki çinko içeriklerinin değişimi istatistiksel bakımdan önemsiz çıkmıştır.

Çizelge 4.11. incelendiğinde tüm konuların uygulamalarındaki bitkilerin çinko içerikleri hemen hemen birbirine yakın bulunmuştur. Dolayısıyla da istatistiksel açıdan farklılık bulunamamıştır. Tuz uygulaması yapılmayan konuda bakteri suşları ile aşılanmış olan bitkiler ile bakteri aşılanmayan bitkilerin çinko içerikleri diğer tuz uygulamalarına göre çok az yüksek bulunmuştur. Aynı zamanda tuz uygulamalarının konsantrasyonu arttıkça az da olsa bitkilerin çinko içeriklerinde bir azalma belirlenmiştir.

Soyanın çinko içerikleri ve kullanılan sınır değerleri Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Soyanın çinko içerikleri ve kullanılan sınır değerleri (Jones ve ark., 1991)

Analiz Edilen Bitki Organı	Örnekleme Zamanı	Çinko (mg kg^{-1})		
		Az	Yeter	Fazla
Gelişmesini yeni tamamlamış yaprak	Tohum zarfı oluşumu öncesi	10-20	21-50	51-75

Bakteri suşu aşılması ve tuz dozu uygulaması konularındaki bitkilerin çinko değerleri Çizelge 12'deki değerlerle karşılaştırıldığında, bitkilerdeki çinko düzeyinin fazla olduğu tespit edilmiştir.

4.1.9. Toprak üstü aksamda bakır

Değişik bakteri suşları ile aşılanmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide toprak üstü aksamda bakır içeriği (mg kg^{-1}) değerleri Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Değişik bakteri suşları ile aşılanmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide toprak üstü aksamda bakır için ortalama değerler (mg kg^{-1})

Bakteri/Tuz	0	50 mM	100 mM	150 mM	200 mM	Ort.
Kontrol	8.300	7.203	7.625	7.764	7.797	7.59
1809	7.697	8.003	7.865	7.913	8.070	7.91
11	7.793	7.809	7.896	7.828	8.073	7.88
54	8.032	7.771	7.948	8.003	7.715	7.89
543	7.541	7.590	7.970	7.858	8.503	7.8
649	7.830	7.931	7.864	8.032	7.794	7.89
Ort.	7.77	7.82	7.90	7.92	8.03	

Yapılan varyans analizleri sonucunda bakteri suşları ile aşılanmanın bitkilerde toprak üstü aksamdaki bakır içeriklerinin değişimi istatistiksel bakımından önemsiz çıkmıştır. Benzer şekilde, varyans analizleri sonucunda artan tuz dozu uygulamalarının bitkilerde toprak üstü aksamdaki bakır içeriklerinin değişimi istatistiksel bakımdan önemsiz çıkmıştır.

Artan tuz dozu konuları incelendiğinde, bakteri suşu aşılanmış bütün uygulamalardaki bitkilerin bakır içerikleri tuz konsantrasyonu arttıkça çok az da olsa

artış göstermiştir. Toplam ortalama değer olarak Tuz uygulaması yapılmayan konunun uygulamalarındaki değer en düşük olarak bulunmuşken, Bakteri uygulamaları kendi içerisinde farklılık göstermiştir. Bakteri aşılması yapılmayan kontrol uygulamasında bakır içeriği en yüksek değerde iken, 50 mM tuz uygulamasında bu değer düşmüş, 150 mM tuz uygulamasından 200 mM tuz uygulamasına doğru tekrar artış göstermiştir. Diğer bakteri suşu ile aşılınmış bitkilerin bakır içerikleri değerleri tuz konularına göre dalgalanmalı değerler göstermiştir. Başka bir deyişle tuz dozuna bağlı kalmaksızın bazen artmış, bazen de azalmıştır.

Soyanın bakır içerikleri ve kullanılan sınır değerleri Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.14. Soyanın bakır içerikleri ve kullanılan sınır değerleri (Jones ve ark., 1991)

Analiz Edilen Bitki Organı	Örnekleme Zamanı	Bakır (mg kg ⁻¹)		
		Az	Yeter	Fazla
Gelişmesini yeni tamamlamış yaprak	Tohum zarfı oluşumu öncesi	5-9	10-30	31-50

Bakteri aşılması yapılmamış olan uygulama ile bakteri suşları ile aşılama yapılmış olan tüm bitkilerin tuz uygulanmayan ve uygulanmış olan tüm konularındaki bitkilerin bakır içerikleri az düzeyde olarak belirlenmiştir.

4.1.10. Toprak üstü aksamda demir

Değişik bakteri suşları ile aşılınmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide toprak üstü aksamda demir içeriği (mg kg⁻¹) değerleri Çizelge 4.15'de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Değişik bakteri suşları ile aşılınmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide toprak üstü aksamda demire ait ortalama değerler (mg kg⁻¹)

Bakteri/Tuz	0	50 mM	100 mM	150 mM	200 mM	Ort.
Kontrol	31.30	30.27	30.55	30.50	30.68	30.66
1809	31.24	30.42	30.50	30.43	30.64	30.65
11	31.34	30.62	30.74	30.59	30.50	30.76
54	31.27	30.49	30.39	30.43	30.57	30.63
543	30.23	30.41	30.54	30.44	30.61	30.45
649	31.15	30.53	30.40	30.32	30.54	30.59
Ort.	31.05	30.50	30.52	30.44	30.57	

Yapılan varyans analizleri sonucunda bakteri suşları ile aşılamanın bitkilerde toprak üstü aksamdaki demir içeriklerinin değişimi istatistiksel bakımından önemsiz çıkmıştır. Benzer şekilde, varyans analizleri sonucunda artan tuz dozu uygulamalarının bitkilerde toprak üstü aksamdaki demir içeriklerinin değişimi istatistiksel bakımdan önemsiz çıkmıştır.

Çizelge 4.15 incelendiğinde tuz uygulaması yapılmayan konunun bakteri uygulamalarındaki bitkilerin demir içerikleri az da olsa tuz uygulaması yapılan diğer konulardan yüksek bulunmuştur. Tüm tuz dozları için ortalama değerler alındığında en düşük değer 150 mM tuz dozunda görülmüştür.

Soyanın demir içerikleri ve kullanılan sınır değerleri Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Soyanın demir içerikleri ve kullanılan sınır değerleri (Jones ve ark., 1991)

Analiz Edilen Bitki Organı	Örnekleme Zamanı	Demir (mg kg^{-1})		
		Az	Yeter	Fazla
Gelişmesini yeni tamamlamış yaprak	Tohum zarfı oluşumu öncesi	31-50	51-350	350-500

Bakteri aşılması yapılmamış olan uygulama ile bakteri suşları ile aşılama yapılmış olan tüm bitkilerin tuz uygulanmayan ve uygulanmış olan tüm konularındaki bitkilerin demir içerikleri az düzeyde olarak bulunmuştur.

4.1.11. Toprak üstü aksamda mangan

Değişik bakteri suşları ile aşılanmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide toprak üstü aksamda mangan içeriği (mg kg^{-1}) değerleri Çizelge 4.17'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Değişik bakteri suşları ile aşılanmış soyada farklı tuz dozları uygulamalarının bitkide toprak üstü aksamda mangana ait ortalama değerleri (mg kg^{-1})

Bakteri/Tuz	0	50 mM	100 mM	150 mM	200 mM	Ort.
Kontrol	49.22	49.25	48.80	49.82	48.35	49.09
1809	50.68	49.53	49.91	49.27	49.05	49.46
11	49.43	49.35	49.55	48.70	48.48	49.10
54	49.55	50.24	49.05	49.17	48.47	49.52
543	49.85	49.73	49.42	49.14	48.86	49.40
649	49.47	48.04	49.40	49.19	48.37	48.89
Ort.	49.79	49.38	49.46	49.10	48.64	

Yapılan varyans analizleri sonucunda bakteri suşları ile aşılanmanın bitkilerde toprak üstü aksamdaki mangan içeriklerinin değişimi istatistiksel bakımından önemsiz çıkmıştır. Benzer şekilde, varyans analizleri sonucunda artan tuz dozu uygulamalarının bitkilerde toprak üstü aksamdaki mangan içeriklerinin değişimi istatistiksel bakımdan önemsiz çıkmıştır.

Çizelge 4.17 incelendiğinde tüm konuların uygulamalarındaki bitkilerin mangan içerikleri hemen hemen birbirine yakın bulunmuştur. Dolayısıyla da istatistiksel açıdan farklılık bulunamamıştır. Tuz uygulaması yapılmayan konuda bakteri suşları ile aşılanmış olan bitkiler ile bakteri aşılanmayan bitkilerin mangan içerikleri diğer tuz uygulamalarına göre çok az yüksek bulunmuştur. Aynı zamanda tuz uygulamalarının konsantrasyonu arttıkça az da olsa bitkilerin mangan içeriklerinde bir azalma belirlenmiştir.

Soyanın mangan içerikleri ve kullanılan sınır değerleri Çizelge 4.18'de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Soyanın mangan içerikleri ve kullanılan sınır değerleri (Jones ve ark., 1991)

Analiz Edilen Bitki Organı	Örnekleme Zamanı	Mangan (mg kg^{-1})		
		Az	Yeter	Fazla
Gelişmesini yeni tamamlamış yaprak	Tohum zarfı oluşumu öncesi	15-20	21-100	101-250

Bakteri aşılması yapılmamış olan uygulama ile bakteri suşları ile aşılama yapılmış olan tüm bitkilerin tuz uygulanmayan ve uygulanmış olan tüm konularındaki bitkilerin mangan içerikleri yeterli düzeyde olarak bulunmuştur.

4.2.Tartisima

Daha önce yapılan çalışmalara paralel olarak artan tuz dozları uygulamalarının bakteri suşları ile aşılınmış olan bitkilerin kök+nodül ve toprak üstü aksam ağırlıklarında azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Toprak üstü aksamda en yüksek değer 649 nolu suşla aşılınmış bitkilerde, toprak altı aksamda ise en yüksek değer 54 nolu suşla aşılınmış bitkilerde saptanmıştır.

Artan tuz dozları uygulamalarının bakteri suşları ile aşılınan bitkilerde oluşan nodül sayısını azaltan bir etki göstermiştir. Bakteri suşları içerisinde en fazla nodül oluşumu 54 nolu suş ile sağlanmıştır.

Tescilli 5 fasulye genotipi, değişik üç *Rhizobium phaseoli* izolatu ile aşılınarak 4 farklı konsantrasyonda (0.00; 1.98; 3.35; 5.10 g NaCl/saksı) tuz içeren topraklarda sera koşullarında yetiştirilmiş ve tuzluluğa bağlı olarak bitki gelişimi bakımından Erzurum yöresinde en uygun bitki genotipi ile *Rhizobium* izolatu belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak, *Rhizobium* ile aşılınmış uygulamalardaki bitkilerin kök ve kök üstü aksamlarında kuru madde ağırlıklarının ve ayrıca kök/kök üstü oranının azaldığı belirlenmiştir (Turhan ve Kızıloğlu, 1999).

Toprak üstü aksamda azot içeriğinin artan tuz dozları uygulamalarıyla azaldığı belirlenmiş, azot fiksasyonunun 649 ve 54 nolu suşlarla aşılınmış bitkilerde en yüksek olduğu saptanmıştır. Kök+nodülde azot içeriği artan tuz dozları uygulamalarıyla azalmış, en fazla azot içeriğinin 54 nolu suş ile aşılınmış bitkilerde olduğu belirlenmiştir. Tuzlu topraklar, konukçu bitki (Bekki ve ark.,1987), *Rhizobium* (Alexander,1984) ve bunların simbiyotik yaşam oluşturması üzerine (Rai ve ark.,1985; Craig ve ark.,1991) olumsuz etkide bulunmaktadır. Laboratuvar çalışmalarında tuzluluğun azot fiksasyonunu düşürdüğü görülmüş, (Cordovalli ve ark.,1994) fakat tuzluluğun azot fiksasyonuna etkisini belirlemek amacıyla bir mevsim boyunca ürün yetiştirilen tarlada veya benzer koşullarda veri elde edilememiştir. Orta düzeyde tuz içeren toprakta bakteri aşılması yapılarak azot fiksasyonunun gerçekleşebileceği düşünülmektedir. Tuzlu topraklarda ürün yetiştiriciliğinde, ürünün toplam azot alımı, toprağa azot katkısı azalmıştır. Toprak tuzluluğunun *Rhizobium*lar ve konukçu bitki üzerine negatif etkisi yapılan laboratuvar

çalışmalarıyla ortaya konulmuş ve tuzluluğun azot fiksasyonunu azalttığı görülmüştür. Baklagil bitkileri tuza hassasiyet göstermektedir (Katerji ve Ark., 2000).

Artan tuz dozları uygulamalarıyla bakteri suşları aşılınmış bitkilerde potasyum içeriği azalmış, en yüksek potasyum içeriği 54 nolu suş ile aşılınan bitkilerde görülmüştür

Bakteri aşılması ve tuz dozlarının uygulanmasıyla yetiştirilen bitkilerin fosfor içerikleri yetersiz düzeyde belirlenmiştir. Bu durum topraklardaki fosfor azlığından (Kacar ve Katkat, 1997) kaynaklanabilir. Artan tuz dozlarıyla bakteri suşu aşılınmış bitkilerin fosfor içeriklerinde azalma kaydedilmiş, en yüksek fosfor içeriği 649 nolu suş ile aşılınan bitkilerde belirlenmiştir.

Artan tuz dozları ve bakteri aşılması yapılan uygulamalardaki bitkilerin çinko içerikleri yeterli düzeyde bulunmuştur.

Bitkilerin bakır içerikleri artan tuz dozları uygulamalarıyla artmış, en yüksek bakır içeriği 543 nolu suş ile aşılınan bitkilerde saptanmıştır. Toprak sıcaklığı, organik bağlı bakırın yararışlılığını arttırmak suretiyle, bitkilerde Cu alımını olumlu şekilde etkilmektedir (Kacar ve Katkat,1998).

Artan tuz dozları ve bakteri aşılması yapılmış olan uygulamalardaki bitkilerin demir içerikleri yetersiz düzeyde olduğu belirlenmiştir. Soyada demir ile ilgili yapılan bir araştırmada toprak sıcaklığının artışıyla beraber demir alımının azaldığı, çinko alımı yüksekliğinin demir alımını olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir (Römheld ve Marschner, 1986) .

Artan tuz dozları ve bakteri aşılması yapılmış olan bitkilerin mangan içerikleri yeterli düzeyde olarak belirlenmiştir.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bakteri aşılması yapılmayan ve değişik bakteri suşları aşıl原因an bitkilere artan dozlarda tuz uygulaması yapılarak tululuğun, bitkide azot fiksasyonu ve bazı besin elementlerinin alınmasına etkisinin araştırıldığı bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda belirtildiği gibidir.

Artan tuz dozu uygulamalarıyla bitkilerin kök+nodül ve toprak üstü aksam ağırlıklarında azalma olduğu görülmüştür. Ancak bazı bakteri suşlarıyla aşıl原因mış olan uygulamalardaki bitkilerin kök+nodül ve toprak üstü aksam ağırlıkları aynı derecede azalmamıştır. Bakteri suşları içerisinde 54 ve 649 nolu suşlarla aşıl原因mış bitkilerin ağırlıkları diğer bakteri suşları ile aşıl原因an ve bakteri uygulaması yapılmayan kontrol uygulamasındaki bitkilerinkinden yüksek bulunmuştur. Bakteri aşılması sonucu oluşan nodüllerin artan tuz dozlarının etkisiyle azaldığı belirlenmiştir. Fakat nodül sayısındaki bu azalış 54 nolu suş ile aşıl原因an bitkilerde en az olmuştur. Diğer bir deyişle artan tuz dozunun olumsuz etkisine rağmen 54 nolu suş ile aşıl原因an bitkilerde nodül sayısı diğerlerine göre yüksek bulunmuştur.

Artan tuz dozları konuları bitkilerin azotla beslenmesini azaltıcı yönde bir etki göstermiştir. . Tüm tuz dozları dikkate alındığında en yüksek azot içeriği değeri 54 nolu suş ile aşıl原因an uygulamada görülmüştür. Tuz dozu uygulanmayan konu ile 50 mM tuz uygulanan konudaki azot içerikleri karşılaştırıldığında, tüm bakteri aşılması uygulamaları için azot içeriğinin çok az azaldığı bulunmuştur. Başka bir deyişle 50 mM tuz uygulaması bitkilerin kök+nodüldeki azot içeriklerini çok az azaltmıştır. Tuz dozlarının bitkilerdeki azot miktarını azaltması daha çok 150 ve 200 mM tuz dozları konularında görülmüştür.

Bakteri uygulaması yapılan bitkilerde fosfor ve potasyum içerikleri, artan tuz dozları uygulanmasıyla azalma göstermiştir. Fosfor ve potasyum için en yüksek değer 54 nolu bakteri suşu ile aşıl原因an bitkilerde görülmüştür.

Mikro elementlerin alımında artan tuz dozlarının uygulanmasıyla, bakır hariç azalma görülmüştür. Bitkilerin bakı içerikleri artan tuz dozu uygulamalarıyla az da olsa artış göstermiştir.

5.2. Öneriler

Harran Ovasının sulamaya açılmasıyla, yanlış sulamadan kaynaklanan tuzluluk sorunu oluşmaya başlamış ve bu durum bölge toprakları için ciddi bir tehdit haline gelmiştir. Uygun bir sulama yöntemi belirlenerek ve çiftçi eğitimi konuları ele alınarak toprakların daha fazla tuzlanması engellenebilir.

Bölgede soya tarımı çok az olarak yapılmaktadır. Soya tarımının yapıldığı alanlarda mutlaka bakteri aşılması yapılmalıdır. Harran ovasında olduğu gibi diğer bölge topraklarında kısmen tuzluluk sorunu olan az tuzlu ve orta tuzlu alanlarda uygun bakteri suşu aşılmasıyla soya tarımı yapılabilir.

Baklagillerde bakterilerle aşılamanın yararlarından biri de ortama kimyasal azotlu gübre kullanmadan bitkilere azotu sağlamaktır. Azotlu gübre kullanılmadığı için ekonomik anlamda çiftçiye katkı sağlanmış olmasının yanında yer altı sularının aşırı azot gübrelenmesinden kaynaklanan nitrat kirlenmesi önlenmiş olacaktır. Bu şekilde çevre kirliliği açısından düşünüldüğünde bakteri aşılmasının olumlu bir uygulama olduğu göz ardı edilemez.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde 54 ve 649 nolu suşlarının aşılmasıyla, artan tuz dozunun kısıtlayıcı etkisine rağmen bitkilerde diğer bakteri suşlarıyla aşılansın olanlara göre az da olsa daha yüksek değerler belirlenmiştir.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda orta tuzlu alanlarda bu suşların yanı sıra daha farklı suşlarla da aşılama yapılmalıdır. Aynı zamanda tuza dayanıklı bakteri suşları ve soya çeşitleri tarla denemelerine alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- ALEXANDER, M., 1984. Ecology of Rhizobium in: Alexander, M(Ed), Biological Nitrogen Fixation: Ecology, Technology and Physiology. Plenum Press. 69p.
- ALMACA, A., 1996. Değişik *Bradyrhizobium Japonicum* İzolatları ile Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde GAP Bölgesinde (Harran Ovası) Nodülasyon, N₂-Fiksasyonu ve Verime Etkisi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Ens. Toprak Anabilim Dalı Doktora Tezi, Mayıs, Adana. 50s.
- ALSTON, A. M., and GRAHAM, R. D., 1982. The Influence of Soil Nitrogen Fixation Status and Previous Crop on Nitrojen Fixation (Asetyline Reduction) In Barrel Modec, Medicago Trunculata Gaertn. Aust. J. Soil Sci. 27: 462-469
- ALTUNTAŞ, S., ve CEBEL, N., 1990. Değişik Yerlerden Sağlanan Nodozite Bakteri Kültürleri İle Aşılamanın Soya Fasulyesinin Verimine ve Danelerin Azot Kapsamlarına Etkileri. Tarım Orman ve Köy Hizmetleri Gn. Md., Toprak ve Gübre Arş. Enst. Genel Yay. No: 170, Rapor Yay. No: 92. Ankara. 52p.
- ARIOĞLU, H., 1999. Yağ Bitkileri (Soya ve Yerfıstığı). Cilt 1, Ç.Ü Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 35. Adana. 90s.
- ALPASLAN, M., GÜNEŞ, A., ve İNAL, A., 1998. Deneme Tekniği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 150. Ders kitabı: 455s.
- ANONİM, 2004a. www.fao.org
- ANONİM, 2004b www.fas.usda.gov/oilseeds/circular/2004/04-07/table4.pdf
- ANONİM, 2000. Başbakanlık D.İ.E. Tarımsal Yapı ve Üretim, Ankara. 23-24s
- ANONYMOUS, 1982. Application of Nitrogen Fixing Systems in Soil Management. FAO Rome. 50s.
- AKTAŞ, M., 1995. Bitki Besleme ve Toprak Verimliliği, 3. Baskı A. Ü. Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1249, Ders Kitabı: 416s.
- BEKKI, A., TRINCHANT, J. T. and RIGAUD, J., 1987. Nitrogen Fixation (C₂H₂ Reduction) by Medicago Nodules and Bacteroids under Sodium Chloride Stress. Physiol. Plant. 71: 41-46.
- BEN-ASHER, J., and PACARDO, E., 1997. K Uptake By Root System In Saline Soil: A Conceptual Model and Experimental Results. Proc of the Regional Workshop of the IPI Held at Bornova, İzmir, Turkey. 24-30pp.
- BİREN, S., 2002. Bakteri (*Bradyrhizobium japonicum*) Aşılmasının Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (K.K.T.C.) Koşullarında (*Glycine max* L.) Bitkisinde Nodülasyon ve Dane Verimine Etkisi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana. 40s.
- BLACK, C. A., 1965. Methods of Soil Analysis. Part 1-2 Amer. Soc. Agron. Inc. Published Madison, Wisconsin USA. 60p.
- BORDELEAU, L. M., and PREVOST, R., 1994. Nodulation and Nitrogen Fixation in Extreme Environments. Plant and Soil, 161:115-125.
- BRESLER, E. D., and CHARTER, L., 1982. Saline and Sodic Soils. Springer Verlag. Berlin Heidelberg, New York. 227p.
- BURUNUS, R. R., and HARDY, R. W. F., 1975. Nitrogen Fixation in Bacteria and Higher Plants, Springer Verlag Berlin, 186p.
- CHAPMAN, H. P., 1965. Total Exchangeable Bases. In Methods of Soil Analysis by C.H.Black. Part 2, pp. 902-904.

- CHAPMAN, H., and PRATT, P. F., 1961. Methods of Analysis for Soils, Plants, and Waters. University of California. Division of Agricultural Sciences. Riverside, California, USA. 309p.
- CHING, P. C., and BARBER S. A. 1979. Evaluation of Temperature Effect on Potassium Uptake by Corn. Agron. Jour. 71:1040-1044.
- CORDOVALLI, M. P., LIGERO, F and LLUCH, C., 1994. The Effect of Salinity on N Fixation and Assimilation in Vicia Faba. J. Exp. Bot. 45(279):143-148.
- CRAIG, G. F., ATKINS, C. A. and BELL, D. T., 1991. Effect of Salinity on Growth of Four Strains of Rhizobium and Their Infectivity and Effectiveness on Two Species of Acacia. Plant Soil 133:253-262.
- DELWICHE, C.C., 1970. The Biosphere. Scientific Amer., Inc. W.H. Freeman. San Francisco. pp.71-80.
- DİNÇ, U., 1999. Sulu Tarım Alanlarında Tuzlulaşma ve Alkaleleşme. Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları. No: 30. İstanbul. s.3-60.
- DİNÇ, U., KUMOVA, Y., BAHTİYAR, M., ÇEVİK, B., ÇULLU, M. A., BAHÇECİ, İ., ÖZER, N., ve YANAR, M., 1999. Toprak Tuzlulaşması Türkiye Erozyonla Mücadele Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları. No:30. İstanbul. s.7-30.
- DREVO, J. J., HECKMAN, M. O., SOUSSANA, J. F., SALSAC, L., 1988. Inhibition of Nitrogen Fixation by Nitrate Assimilation in Legume-Rhizobium Symbiosis. Plant Physiol Biochem. 26(2): 197-203.
- ELLİALTIOĞLU, Ş., ve TIPIRDAMAZ, R., 1998. Doku Kültürünün Tuz Stresine Dayanıklılıkta Kullanımı. Bitkilerde Stres Fizyolojisinin Moleküler Temelleri, s.22-26.
- ENGİN, M., 1984. Yemelik Tane Baklagiller. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Notları Yayınları. Adana. s.93-103.
- FAO,2003. www.fao.org
- FAO., 1984. Legume Inoculants and Their Use, FAO, Rome. 50p.
- GÖK, M., 1987. Einfluss Energiereicher Substrate (Cellulose oder Stroh). pp.23-30
- GÖK, M., Özbek, H., ve Çolak, A. K., 1991. İçel Bölgesi Sera Koşullarında Yapılan Aşırı Nitrat Gübrelemesinin Hıyarda Nitrat Birikimi Üzerine Etkisi. Ç.Ü.Z.F. Dergisi, 6 (3): 47-58.
- GÖK, M., 1992. Ceylanpınar Koşullarında Değişik *Bradyrhizobium Japonicum* İzolatları İle Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Azot Fiksasyonu ve Verime Etkisi. 24s.
- GÖK, M., and MARTIN, P., 1993. Farklı Rhizobium Bakterileri ile Aşılamanın Soya, Üçgül ve Fiğde Simbiyotik Azot Fiksasyonuna Etkisi. Doğa-Tr. J. of Agricultural and Forestry 17: 753-761.
- GÖK, M., ONAÇ, I., KARİP, B., SAĞLAMTİMUR, T., COŞKAN, A., TANISI, V., ve KIZILŞİMŞEK, M., 1998. Hasat Artıkları, Tütün Atığı ve Hayvan Gübresi Uygulamalarının Toprakta Azot Minerilizasyonu, İmmobilizasyonu ve Toprağın Bazı Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkisi. M. Şefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soil. "YISARS" 21-24 September 1998, Menemen, İzmir, Turkey. pp.551-557.
- GÖK, M., ONAÇ I., 1995. Değişik *Bradyrhizobium Japonicum* İzolatlarının Farklı Soya Çeşitlerinde Nodülasyon N₂- Fiksasyonu ve Verime Etkisi. İlhan Akalan Toprak ve Çev. Semp. 2: 247-254.

- GÖK, M., 2001. Toprak Biyolojisi ve Mikrobiyolojisi Ders Notları Ç.Ü.Z.F. Adana. 30p.
- GRIMM, S. S., JONES J. W., BOOTE K. J., HERZOG, D. C., 1994. Modeling The Occurrence of Reproductive Stages After Flowering for Four Soybean Cultivars. Published in Argon. J. 86: 31–38.
- GÜNEŞ, A., ALPASLAN, M. ve İNAL, A. 2002. Bitki Besleme ve Gübreleme 2. Baskı A.Ü Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Yayın No:1526 Ders Kitabı, 479s.
- HEATHERLY, L. G. and, SPURLOCK S. R., 1993. Timing of Furrow Irrigation Termination for Determinate Soybean on Clay Soil. Published in Argon. J. 85: 1103–1108.
- HIZALAN, E., ÜNAL, H., 1971. Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını No: 278, 125s.
- HOORN, J. W. V., KATERJI, N., HAMDY, A., and MASTRORILLI, M., 2001. Effect of Salinity on Yield Nitrogen Uptake of Four Grain Legumes and on Biological Nitrogen Contribution From the Soil. Agricultural Water Management 51: 87-98.
- İŞLER, N., 1992. GAP Bölgesinde Soya Yetiştiriciliğinde Olabilecek Sorunlar ve Çözüm Yolları. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde II. Ürün Tarımı ve Sorunları Sempozyumu, Şanlıurfa.s.23-24.
- JACKSON. M. L., 1958. Soil Chemical Analysis. Univ. of Wisconsin. Madison. 342 p.
- JAMES, D. W., HANKS, R. J., and JURINAK, J. J., 1982. Modern Irrigated Soils. John Wiley and Sons Printed in the USA. 235p.
- JONES, J. R., B. WOLF and H. A MILLS., 1991. Plant Analysis Handbook. 213p. Micro-Macro Publishin Inc., U.S.A.
- KACAR, B., 1977. Bitki Besleme. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No: 637, 124s.
- KACAR, B., ve KATKAT, A. V., 1997. Tarımda Fosfor. Bursa Ticaret Borsası Yayınları No.5. Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa. 24s .
- KACAR, B., ve KATKAT, A. V., 1998. Bitki Besleme. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 27. Vipaş Yayınları: 3:155-187-273-377-481s.
- KAPTAN, H., 1995. Toprak Verimliliği ve Bitki Besleme. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No:1 III. Baskı. 59s.
- KARAKAŞ, S., 2004. Coğrafi Bilgi Sistemi ve Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Toprak Özellikleri ile Pamuk Verimi Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Şanlıurfa (Yayınlanmamış).
- KARADAVUT, M. T., 2002. Gelişme Döneminde Verilen Farklı Tuz Tipi ve Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Mısır ve Fasulye Bitkileri Üzerinde Morfolojik Özellikleri ve Verime Etkisi. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü. Gebze. s.12-16
- KATERJI, N., VANHOORN, J. W., HAMDY, A., And MASTORELLI, M., 2000. Salt Tolerance Classification of Crops According to Three Classification Methods and Examination of Some Hypothesis About Salt Tolerance. Agric. Wat. Manage. 47:1-8
- KECK, T. J., WAGENET, R. J., CAMPBELL, W. F., and KNIGHTON, R. E., 1984. Effect of Water and Salt Stres on Growth and Acetylene Reduction in Alfalfa Soil Sci. Soc. Am. J. Vol. 48:1310-1316.

- KEYSER, H. H., ve LI. F., 1995. Potential for Increasing Biological Nitrogen Fixation in Soybean. *Plant and Soil*. 141 : 119-135s.
- KIZILOĞLU, F. T., 1995. Toprak Mikrobiyolojisi ve Biyokimyası. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Yay. No:180. Erzurum. s.181-185.
- KISHINEVSKY, B. D., SEN. D., and WEAVER, R. W., 1992. Effect of High Root Temperature on Bradyrhizobium Peanut Symbiosis. *Plant and Soil*. 143: 275-282.
- KUCEY, R. M. N., SNITWONSE, P., CHAIWANAKUPT, P., WADISIRISUK, P., SIRIPAIBOOL, C., ARAYANGKOOL, T., BOONKERD, N., and RENNIE, R. J., 1988. Nitrogen Fixation (¹⁵N-dilution) with Soybeans under Thai Field Conditions. *Plant and Soil*. 108:33-41.
- LAUCHI, A., and EPSTEIN, E., 1984. Mechanisms of Salt Tolerance in Plants. *Journal of California Agriculture*, s.18-22.
- LYNCH, D. H., and SMITH, D. L., 1993. Early Seeding 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.
- LUCAS, R., E. and KNEZEK. B. D., 1972. Climatic and Soil Conditions Promoting Micronutrient Deficiencies in Plants. In: *Micronutrients in Agriculture*. S.S.S.A., Inc. Madison Wisconsin, U.S.A. pp.265-288.
- MARSCHNER. H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Second Edition. Academic Press, Londres. 889p.
- MIRZA, N. A., BOHLOOL, B.B., and SOMASEGARAN, P., 1990. Non Destructive Chlorophyll Assay for Screening of Strains of *Bradyrhizobium Japonicum*. *Soil Biol. Biochem.* 22(2):203-207
- KARADAVUT, S., 2002. Gelişme Döneminde Verilen Farklı Tuz Tipi ve Farklı Tuz Konsantrasyonlarının Mısır ve Fasulye Bitkileri Üzerinde Morfolojik Özellikler ve Verime Etkisi. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü. Gebze. s.27-30.
- MAAS,E.V., and HOFFMAN, G. J., 1997. Crop Salt Tolerance, Current Assesment J. Irrig. Drain. Div. ASCE. s.103-134.
- NAZIH, N., and WEAVER, R. W., 1994. Number of Rhizobia and Delayed Inoculation Influence Nodulation of Clovers. *Plant and Soil*. 158:135-139
- OLSEN, S. R. COLE, C. V., WATARABLE, F. S., DEAN L. A., 1954. Estimation of Avilable Phosphorus In Soils By Extraction With Sodium Bicarbonate. U.S.P.A. Circular Washington D.C. 939p.
- ONAÇ, I., 1998. Çukurova Koşullarında Değişik Bradyrhizobium Japonicum İzolatları İle Aşılamanın Farklı Soya Çeşitlerinde Nodülasyon N₂ Fiksasyonu ve Verime Etkisi. Ç.Ü. Fen Bil. Ens. Doktora Tezi. Adana. 60s.
- USTA. S., 1995. Toprak Kimyası. A.Ü. Zir. Fak. Yayınları, No: 1387, Ders Kitabı: 401, Ankara.
- PATTERSON, T. G., and LARUE, T. A., 1983. Nitrogen Fixation of Soybeans :Seasonal and Cultivar Effects and Comparison of Estitames. *Crop Sci.* 23:488-492.
- POSTGATE, J. R., 1982. The Fundamentals of Nitrogen Fixation. Cambridge University Pres, pp:53.

- PESSARAKLI, M., HUBER, J. T., and TUCKER, T. C. 1989. Protein Synthesis in Green Beans Under Salt Stress With Two Nitrogen Sources. *J. Plant Nut.*12:1261-1377.
- RAI, R., NASAR, S. K. T., SINGH, S. G., and PRASAD, V., 1985. Interactions between Rhizobium Strains and Lentil (*Lens culinaris*) Genotype under Salt Stress. *J. Agric. Sci.* 104:199-205.
- RICHARDS, I. A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Agric. Handbook, 60p.
- RÖMHELD, V. and MARSCHNER, H., 1986. Evidence for a Specific Uptake System for Iron Phyto Siderophores in Roots of Grasses. *Plant Physiol.* 80:175-180.
- ROUGHLEY, R. J., 1980. Environmental and Cultural Aspects of the Management of Legumes and Rhizobium. In: R. J. Summerfield and A. H. Bunting (Eds) *Advanced in Legume Science*. Royal Botanic Gardens. Kew. 97-103pp.
- RUSSEL, E. W., 1961. Soil Conditions and Plant Growth. Logmans, Gren and Co. London, New York, pp.315-327.
- SAĞLAM, M. T., 1994. Toprak Kimyası. Trakya Üniv. Tekirdağ Zir. Fak. Yay. No:190 Ders Kitabı No: 21. 63s.
- SEPETOĞLU, H., 1994. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)' de Rhizobium Sayısının Nodül Oluşumu ve Bitki Büyümesi Üzerine Etkileri. Tarla Bitkileri Kongresi, Agronomi Bildirileri, Cilt1, 25-29 Nisan, Bornova İzmir. 113-116ss.
- SINGLETON, P. W., ELSWAYF, S. A., BOHLOAL, B. B., 1982. Effect of Salinity on Rhizobium Growth and Survival. *Appl. And Environm. Microbiol.* 44(4):888-890.
- SIMON, T., 1992. Reactions of Three Soybean Cultivars to Inoculation with Different Strains of *Bradyrhizobium Japonicum*. *Scientia-Agricultura-Bohemoslovaca, Prague*. Vol 242 (2):133-140.
- TISDALE ,S. L., and NELSON ,W. L.,1993. Soil Fertility and Fertilizers. Macmillan Pub. Co. New York. 21p.
- YALI, K., 1993. Farklı *Bradyrhizobium Japonicum* İzolatlarının Değişik Soya Çeşitlerinde Verim, Azot Fiksasyonu ve Toprağın Bazı Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkisi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enst. Yüksek Lisans Tezi, Adana. 44s.
- YAMAN, M., CİNSOY, A.S., 1996. Soya Fasulyesi Tarımında Azot Bağlayan Rhizobium Bakterisi (*R. Japonicum* L.) Suşlarının Saptanması. *Anadolu Dergisi, J. of AARI, Ege Tarımsal Araştırma Enst. Dergisi, Cilt 6, Sayı 1, İzmir.* s.84-96.
- WERNER, D., 1987. Pflanzliche Und Mikrobielle Symbiosen. Georg Thieme Verlag. Stuttgart, New York. pp.23-24.

ÖZGEÇMİŞ

03.11.1977 yılında Şanlıurfa' da doğdu. İlk ve ortaöğrenimini Şanlıurfa'da tamamladı. 1995 yılında ÖSYM' nin yaptığı sınavla Harran Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölümüne yerleştirildi. 2001 yılında aynı bölümden mezun oldu. 2002 Güz yarıyılında Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı.

ÖZET

Bu çalışma 2004 yılında Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesinde alçak tünel içerisinde yürütülmüştür.

Bakteri aşılması yapılarak tuzlu koşullarda yetişen soya bitkisi üzerinde incelenen parametreler gelişme fizyolojisi, azot fiksasyonu ve bazı besin elementleri alımı üzerine etkilerinin araştırıldığı bu çalışmada kısa dönem saksı çalışması yapılmıştır. Denemede A-3935 soya çeşidi; kullanılmıştır. Yetiştirme ortamı olarak Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanından alınan ve 2 mm'lik elekten geçirilmiş toprak kullanılmıştır. Ekimle birlikte bakteri aşılması yapılmıştır. Kullanılan 1809, 11, 54, 543 ve 649 nolu bakteri suşları Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsünden alınmıştır. Bitkilere; 0, 50, 100, 150 ve 200 mM NaCl dozlarında olmak üzere tuz uygulaması yapılmıştır. Hasat sonunda bitkilerde köküstü aksam ve kök kuru madde ağırlığı, azot fiksasyonu ve P, K, Fe, Mn, Cu, Zn içerikleri belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda artan tuz konsantrasyonu ile bitkilerde köküstü aksam ve kök kuru madde ağırlığı, azot fiksasyonunun azaldığı belirlenmiştir. Bitkilerin artan tuz konsantrasyonlarında Cu hariç, P, K, Fe, Mn, Zn içeriklerinde çok az azalma gözlenmiştir.

Yapılan uygulamalar sonucunda artan tuz konsantrasyonlarında bakteri aşılmasının olumlu sonuç vermediği görülmüştür. Bakteri suşları karşılaştırıldığında sadece 54 nolu suşun aşılandığı bitkiler artan tuz konsantrasyonlarında az da olsa tolerans gösterdiği belirlenmiştir.

SUMMARY

This study was carried out at low tunnel in Harran University Agriculture Faculty research area.

It short term experiment was conducted to investigate the effect of different salt concentration on nitrogen fixation and nutrient uptake of soybean inoculated with different bacteria strains. In this study A-3935 soybean was used as a plant. The soil taken from Harran University Agriculture Faculty research area was a ground to pass through a 2mm sieve. Inoculation of bacteria was done at planting of soybean. The number of strains 1089, 11, 54, 543 and 689 bacteria obtained from The Institute of Soil and Fertilizer Research was used in this study. The concentration of salts were applied plants rate of 0, 50, 100, 150 and 200 mM as NaCl.

After harvesting above ground samples were analyzed to determine the nutrient content (P, K, Fe, Mn, Cu and Zn), and nitrogen fixation of soybean. Root dry matter was also weighed.

The result showed that increasing salt concentrations decreased the above ground, root dry matter and nitrogen fixation. There was not remarkable decrease on concentrations of P, K, Fe, Mn, Zn except Cu when salt concentrations increased.

Bacteria inoculation did not increase the tolerance of soybean to increasing salt concentration. A number strain 54 increased little bit the tolerance of soybean to salt compared inoculated bacteria.