

**SOYA FASULYESİ TARIMINDA YÜKSEK AZOT BAĞLAYAN  
RHIZOBIUM BAKTERİSİ (*Rhizobium japonicum* L.)  
SUŞLARININ SAPTANMASI**

**Meral YAMAN**

**A. Suat CİNSOY**

**Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü  
P.K. 9 35661 Menemen, İzmir-TURKEY**

**ÖZ:** Bu çalışmada karışık inokulant ile 110 ve 123 nolu suşlardan oluşan iki inokulant Amsoy-71 soya çeşidinde denenmiştir. Çalışma sera ve tarla koşullarında yürütülmüştür. Sera denemesi tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Nodül sayısı, bitki kuru ağırlığı, bitkideki azot miktarı ve azot fiksasyonu saptanmıştır. Üç yıllık tarla denemesinde tesadüf blokları deneme deseni kullanılmış; deneme azotsuz şahit, azotlu şahit (2,5 kg/da saf azot) ve üç farklı inokulantla aşılı olarak kurulmuştur. Tarla koşullarında verim, danedeki total azot içeriği ve daneyle dekardan kaldırılan toplam azot miktarları belirlenmiştir. Sera ve tarla denemeleri sonuçlarına göre 110 ve 123 nolu suşlar karışık inokulanta göre daha üstün bulunmuştur.

**Anahtar sözcükler:** Soya fasulyesi, *Glycine max* (L.) Merrill, *Rhizobium japonicum* suşu, nodülasyon, azot fiksasyonu.

**DETERMINATION OF THE MOST EFFECTIVE RHIZOBIUM  
STRAIN (*Rhizobium japonicum* L.) IN SOYBEAN**

**ABSTRACT:** In this study a multi-inoculant, *R. japonicum* 110 and 123 were examined in soybean variety, Amsoy-71. Studies were done under the greenhouse and field conditions. In greenhouse, randomized plot desing has been used. Nodule number, dry weight per plant, nitrogen content and fixed nitrogen were recorded. Completely randomized block design was used in the three field trials. Variants were inoculated with 110, 123, multi-inoculant, non inoculant, nonnitrogen and nitrogen application (25 kg/ha). In the field experiments field, nitrogen content of seeds and nitrogen fixation were determined. According to greenhouse and field results, strains of 110 and 123 were found to be more effective than mixed inoculant.

**Keywords:** Soybean, *Glycine max* (L.) Merrill, *Rhizobium japonicum* strain, nodulation, nitrogen fixation.

## **GİRİŞ**

Bir baklagil bitkisi olan soya *Rhizobium* bakterilerinden *R. japonicum* ile ortak yaşayarak havanın serbest azotundan yararlanabilmektedir (Vincent, 1970). Soya fasulyesi, yüksek düzeyde protein içerdiğinden diğer baklagillere oranla daha fazla azota gereksinim duymaktadır. Bu nedenle soya proteininin artırılması için azot tespit gücü yüksek olan etkili suşların seçilmesi gereklidir. Etkili suşlar ; birim zamanda, birim bitkide daha fazla azot fikse eden suşlardır. Bunların etkinliği ise bitki kökünde oluşturduğu nodül sayısı, iriliği, iç rengi, yüzey görünümü ve pozisyonu ile bitkinin gelişmesi ve yaprak rengi ile belirlenir (Freire ve Vidor, 1974). Yüksek seviyede azot

tespiti: Kullanılan suşların nodülasyon etkinliğine, bakterilerin kök çevresinde çoğalmalarına, inokulasyon ve ekim tekniğine, toprak ve çevre koşullarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Örneğin, Roughley (1980), ana kök çevresinde salkım şeklinde nodül oluşması ile yan köklerde dağınık nodül oluşması arasında fark olduğu; ana kök nodülasyonu ile daha fazla azot tespit edildiğini saptamıştır. Stewart (1966), etkili nodüllerin genel olarak ana kökte bulunup kesildiklerinde içlerinin pembe renkli olduğunu; etkisiz nodüllerin ise beyaz renkli, küçük ve çok sayıda olup ana kökte yer almadıklarını belirtmiştir. Bazı araştırmacılar toprak asitliğinin nodülasyon ve azot fiksasyonunu etkilediğini belirlemişlerdir (Vincent, 1965). Yapılan bir çalışmada Iowa bölgesindeki topraklarda 123 nolu suşun yaygın olduğu ve bu suşun pH: 5,5-7,5 olan topraklarda daha iyi geliştiği açıklanmıştır (Damirgi ve ark.,1967). Yine aynı bölgede pH: 7,5'un altındaki topraklarda en fazla suş 123, pH:7,8'in üzerinde ise 135 nolu suş belirlenmiştir (Ham ve ark.,1975). Serolojik çalışmalar sonucunda 123 nolu suşun ABD'de özellikle orta-batı Amerika'da çok büyük yayılım alanına sahip olduğu ortaya çıkmıştır (Kapusta ve Rouwenhorst, 1973).

Konukçu ve suş ilişkisinde de önemli farklılıklar bulunduğu; azot bağlama güçleri üstün olan bazı suşların iklim ve toprak koşullarına uyum sağlayamadıkları ve topraktaki diğer mikroorganizmaların karşıt etkilerinden dolayı toprakta her zaman koloni kurup canlılıklarını koruyamadıkları çeşitli araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur (Schiffman, 1961 ; Schiffman ve Alper, 1968). Ayrıca karışık inokulanttaki suşlar arasında aşılama suşları ile topraktaki doğal populasyon arasında ve zamanla toprakta çoğalan getirilmiş populasyonla yeni aşılama suşları arasında bir rekabetin olacağı açıklanmıştır (Ham, 1976). Bu konuda Peking soya çeşidiyle yürütülen bir çalışmada, 123 nolu suş nodül oluşturmuş fakat azot fiksasyonu düşük olmuştur. Suş 110'un nodül ve azot fiksasyonu bu çeşit için normal bulunmuştur (Caldwell ve Vest, 1968). Soyada etkili bakteri kullanımı sonucu, verim ve protein miktarlarında artış sağlanırken aynı zamanda daha az azotlu gübre tüketilecek ve soyadan sonra gelecek ürüne de toprakta bir miktar azot bırakılmış olacaktır. Gürbüzer (1978), soyada etkili suşlarla aşılama sonucu ürün miktarı ile danedeki protein miktarının dekara 10 kg azot verilmesinden daha fazla artış sağladığını saptamıştır. Ersin (1984), Ege koşullarında altı bakteri suşuyla yürüttüğü çalışmasında Fr, 11 ve karma inokulantın bölgeye uyum sağladığını ve aşılamanın ürün verimini arttırdığını tespit etmiştir. Araştırmacılar soyada başlangıç dönemindeki gelişmeyi sağlamak açısından yeterli bir aşılama yapılsa bile bir miktar azot verilmesi gerektiğini vurgulamışlar; azotlu gübrenin verimi, dane ağırlığını ve danedeki protein oranını arttırdığını ancak azot fiksasyonunu, nodül sayısını ve ağırlığını azalttığını belirtmişlerdir (Hatfield ve ark., 1974; Ham. ve ark.,1975).

Bu çalışmada, Ege Bölgesi soya tarımında aşılama materyali olarak kullanılan karışık inokulant ile her biri farklı tek suşu içeren iki ayrı inokulant denenmiş; yüksek

azot tespit eden inokulantın seçilmesi sonucu soya tarımına katkıda bulunmak amaçlanmıştır.

## **MATERYAL VE METOT**

Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde Amsoy-71 soya çeşidiyle kurulan denemede *Rhizobium* bakterisi olarak Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesinden sağlanan *R. japonicum* suş 110 ve 123 ile Ankara Toprak Gübre Araştırma Enstitüsünden elde edilen karışık inokulant (birden fazla suşu içeren aşılama materyali) kullanılmıştır.

### **Bitkilerin yetiştirilmesi**

**Sera koşullarında :** Serada bitkilerin yetiştirilmesi için Leonard kavonozu ve naylon torba olmak üzere iki tip saksı kullanılmıştır (Leonard, 1943). Denemede kullanılacak olan tohumlarda yüzey sterilizasyonu yapılmış (%5'lik hipoklorit içinde 5 dakika bekletip, fizyolojik tuzlu suyla 5-6 kez yıkanarak) ve çimlenmelerini sağlamak amacıyla su agarı içeren steril petrielerde 28°C'de 3 gün tutulmuştur. Çimlenen tohumlardan her saksının için ikişer adet ekilmiştir. Deneme tesadüf parsellerine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuş olup, azotsuz şahit ve bakteri kültürleriyle aşıli olarak düzenlenmiştir. Gelişme süresince bitki besin solüsyonu düzenli olarak verilerek bitkilerin su ve besin ihtiyacı sağlanmıştır (Yaman, 1995).

**Tarla koşullarında :** Tarla denemeleri tesadüf blokları deneme desenine göre azotsuz şahit, azotlu şahit (2,5 kg/da saf azot) ve üç farklı inokulantla aşıli olacak şekilde üç tekerrürlü kurulmuştur. Parsel alanı 0,60 m x 4 sıra x 5 m = 12 m<sup>2</sup>'dir.

### **Kültürlerin hazırlanması**

Sera ve tarla denemelerinde kullanılan bakteriler yeast mannitol agar (YMA) sıvı besiyerinde üretilmiştir (Allen, 1951). Canlı bakteri sayısı kültürel sayım metoduyla belirlenmiştir. Tarla denemelerinde kullanılan suşlar bir hafta süreyle YMA besiyerinde üretilerek steril pite (organik toprak) karıştırılmış; canlı bakteri sayısı saptandıktan sonra naylon torbalara aktarılmış ve ekime kadar buzdolabında (+4°C'de) korunmuştur. Tarla denemelerinde kullanılacak kültürler her üç ayda bir eğik besiyerine aktararak yenilenmişlerdir.

### **İnokulasyon**

Seradaki inokulasyonda, bakteri solüsyonlarından 1'er ml alınmış ve bitkilerin kök bölgesine verilmiştir. Saksıların üstü 2 cm kalınlığında steril kumla örtülmüştür. Tarla

denemelerinde önce azotsuz şahit ve azotlu şahit parsellerin ekimi yapılmış, daha sonra aşılı parseller ekilmiştir. Tohumlar gölge bir yerde su ile nemlendirilip pit kültüre karıştırıldıktan sonra ekimi tamamlanmıştır.

### Değerlendirme

Serada 45 günlük gelişme süresi sonunda hasat edilen bitkilerin köklerindeki nodüller sayılmış; bitki kuru ağırlığı (65°C'de kurutularak) saptanmıştır. Elde edilen bu örneklerde Kjeldahl yöntemiyle kuru madde (%) ve protein içeriği (%) bulunmuştur (Kacar, 1972). Bitkideki (%) azot miktarı (%protein/6,25), toplam azot kapsamı (K.M.x%Nx10) ve tespit edilen mg azot (suş ort.-kontrol bitki ort.) değerleri hesaplanmıştır.

Tarla denemelerinde nodülasyon etkisini saptamak amacıyla çiçeklenme ve bakla bağlama başlangıcında her parselden alınan beş bitki örneğinde bitki gelişimi, nodül iç rengi ve nodül şekli gibi özellikler değerlendirilmiştir. Parsel verimleri ile bitkilerde azot analizleri (%) yapılarak dekardan kaldırılan toplam azot değerleri saptanmıştır.

Sera ve tarla denemelerindeki değerlendirmeler varyans analizine göre yapılmış, grupta LSD testi kullanılmıştır.

### BULGULAR VE TARTIŞMA

#### Sera denemesi

Sera denemesinden elde edilen veriler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Serada yetişen soya fasulyesine ait ortalama veriler.

Table 1. Average values of soybean (green house ).

Ortam Environment	Bitki boyu Plant height (cm)	Yaprak sayısı (ad/bit) Leaf number (num./pl)	Nodül sayısı (ad./bit.) Nodule number (num./pl)	Bitki K.M. (g/bit.) Plant dry matter (g/pl)	Azot N (%)	Toplam azot Amount of total N (mg)	Tespit edilen azot Fixed N (mg)
Naylon torba Polythene bag							
R. jap. 110	39	12	14,0 a	0,69 b	2,85 a	19,85 b	8,92
R. jap. 123	44	14	17,3 a	0,96 a	2,70 ab	25,94 a	15,01
Karışık inokulant. Multi inoculant	44	14	8,7 b	0,65 b	2,34 b	15,31 bc	4,38
Kontrol Control	47	10	0 c	0,46 c	2,32 b	10,93 c	0

LSD(0.05)	-	-	4,77	0,15	0,41	5,71	-
Leonard Kavanozu							
Leonard jar							
R. jap. 110	81	20	27,3 a	1,05 a	2,81 a	29,47 a	17,88
R. jap. 123	61	16	25,3 a	0,90 ab	2,77 a	24,77 a	13,19
Karışık İnokulant Multi inoculant.	57	13	18,7 a	0,61 bc	2,47 b	15,27 b	3,68
Kontrol	60	11	0 b	0,50 c	2,30 b	11,59 b	0
LSD (0,05)	-	-	0,27	0,37	0,25	9,31	-

**Nodül sayısı:** Naylon torbalar ve kavanozlarda yetişen soyalarda en fazla nodülasyon 110 ve 123 nolu suşlarda olmuş, karışık inokulant ise daha düşük değerler vermiştir. Aşısız kontrol bitkilerde nodülasyonun olmadığı saptanmıştır. Serada kullanılan bakteri kültürlerindeki canlı bakteri sayıları  $10^8$  olarak belirlenmiş ve yapılan aşılama sonucunda tüm bitkilerde nodülasyon meydana gelmiştir. Bu konuda yapılan diğer bir çalışmada etkin nodülasyonun  $28 \times 10^8$  *Rhizobium* içeren inokulumun kullanılmasıyla sağlandığı belirtilmiştir (Hamdi ve ark.,1974).

**Kuru madde miktarı:** Naylon torbada 123 nolu suşla aşılanan bitkilerde kuru madde miktarları üstün bulunmuştur. Karışık inokulant ile 110 nolu suş kuru madde ağırlıklarının daha düşük olması nedeniyle ikinci gruba girmiştir. Kavanozlardaki bitkilerde ise 110 ve 123 nolu suşlar daha fazla kuru madde yaparak karışık inokulantı alt sırada bırakmışlardır. Her iki ortamda kontrol bitkilerdeki kuru madde miktarları diğer bitkilere göre düşük düzeyde olmuştur. Benzer şekilde Ülgen ve ark. (1982), aşılamanın bitkideki kuru madde miktarını arttırdığını saptamışlardır.

**% Azot miktarı:** Azot miktarlarına suşların etkileri benzer olmuş; karışık inokulantla aşılanan bitkiler ile kontrol bitkiler arasında bu özellik bakımından bir fark bulunamamıştır.

**Bitkilerdeki toplam azot miktarları ve havadan tespit edilen azot :** Bitkilerde en fazla azot miktarı naylon torbada 123 nolu suşla aşılama (25,94 mgN) yapıldığında elde edilmiştir. Bunu suş 110 (19,85 mgN) izlemiştir. Bakteriler tarafından fikse edilen azot miktarı bakımından ise karışık inokulantla yapılan aşılama (4,38 mgN) daha az azot bağlandığı ortaya çıkmıştır. Kavanozda yetişen bitkilerden 123 ve 110 nolu suşlarla aşılananlar (24,7-29,47 mgN) daha fazla azot içermişler, ayrıca bu suşların havadan fikse ettikleri azot miktarları da (13,19-17,88 mgN) karışık inokulanta (3,68 mgN) göre oldukça yüksek bulunmuştur.

#### Tarla denemesi

**Nodülasyon:** Nodülasyona ait değerler Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge incelenecek olursa, 110 nolu suşun azotlu ve azotsuz uygulamalarında nodül sayısının diğer konulara göre daha fazla olduğu görülmüştür. Bunu 123 nolu suş izlemiştir. Karışık inokulantla aşılama nodül sayısında azalma görülmüştür. Nodül iç rengi bakımından 110 ve 123 nolu suşların azotlu uygulamalarında koyu pembe renk gözlenmiştir. Azotsuz uygulamalarda ise nodül iç rengi pembe olmuştur. Nodül şekli uygulamalara göre değişiklik göstermiş; nodül dağılımında ise sadece karışık inokulantın azotlu uygulaması diğerlerinden farklı olmuş ve ana kökün üst kısmında az sayıda nodül oluşmuştur. Diğer aşılı konulardaki nodülasyon ana kökte meydana gelmiştir. Tarla denemelerinin yürütüldüğü yıllara ait ortalama sıcaklık değeri en fazla 27°C olmuş ve aşılama sonucu iyi bir nodül gelişimi sağlanmıştır. Sıcaklığın nodülasyona etkisini araştıran çalışmalarda, aşırı sıcaklığın nodülasyon başlangıcı ve etkinliğini olumsuz olarak etkilemesine karşın daha sonraki dönemlerdeki yüksek sıcaklığın nodül gelişimi ve azot fiksasyonuna etkisinin daha az olduğu belirtilmiştir (Burton, 1975). Tarla koşullarında nodülasyonun etkinliğini belirlemek üzere yapılan gözlemlerde azotsuz kontrol bitkilerde yaprak rengi sarımsı olurken, aşılı-azotlu ve aşılı-azotsuz uygulamalarda yeşil olarak değerlendirilmiştir. Gerek nodülasyon gerekse yaprak rengi bakımından 110 ve 123 nolu suşlar üstün bulunmuştur.

Çizelge 2. Nodülasyon ve yaprak rengi.  
Table 2. Nodulation and leaf color.

Konu Treatment	Nodül dağılımı Nodule distribution	Nodül sayısı (ad./bit.) Nodule number (num./pl.)	Nodül iç rengi Internal color of the nodule	Nodül şekli Nodule shape	Yaprak rengi Leaf color
Azot(N)+R.jap.110	Ana kökte,yan köklerde az Main lesson root, lateral root	12	Koyu pembe Dark pink	Çok iri Large	Koyu yeşil Dark green
Azot(N)+R.jap123	Ana kökte, koloni Main root, colony	10	Koyu pembe Dark pink	Yassı,çok iri Flat, large	Koyu yeşil Dark green
Azot+K.inokulant N+Multi inoculant	Ana kökün üstünde,iri,az sayıda Upper main root, large, few	4	Pembe Pink	Kenarları pütürlü,çok iri Rough surface, large	Koyu yeşil Dark green
Azotsuz (Nonitrogen)+ R.jap.110	Ana kökte Main root	15	Pembe Pink	Orta büyüklükte Medium	Açık yeşil Light green
Azotsuz (Nonitrogen)+ R.jap.123	Ana kökte Main root	9	Pembe-Kırmızı Pink-red	İrili-ufaklı, pütürlü Misc., rough surface	Açık yeşil Light green

Azotsuz+K.inokulant Nonitrogen+Multi inoc.	Ana kökte, koloni Main root, colony	7	Pembe- Kırmızı Pink-red	Çok iri Large	Yeşilimsi Greenish
Azotlu kontrol N ,non inoc.	-	-	-	-	Yeşilimsi Greenish
Azotsuz kontrol Nonitrogen ,non inoc.	-	-	-	-	Sarımsı Yellowish

**Verim :** Verim sonuçları Çizelge 3'de görülmektedir. Bu çalışmada yılların ürün miktarları üzerine önemli etkisi olmuştur. Verimdeki bu farklılık iklim koşulları ve toprak verimliliğine bağlı olarak ortaya çıkmış olabilir. 1985 yılındaki verimler diğer yıllara göre düşük bulunmuştur. Bu durum topraktaki organik madde ve potasyumun az olması, mikro elementlerden demir ve çinkonun yetersiz düzeyde olmasından kaynaklanmıştır. Topraktaki organik madde miktarı azot için önemli bir kriterdir. Ayrıca iklim ve çevre koşullarına göre de organik madde miktarları değişiklik göstermektedir. Çalışmamızda 1985 yılında azot uygulamasının önemli çıkması, bu yıla ait organik madde miktarının diğer yıllara oranla daha düşük olmasına bağlanabilir. Yapılan varyans analizinde her üç yılda bakteri kültürlerinin ve azot uygulamasının verim üzerine önemli etki yaptığı saptanmıştır. Bakteri bakımından yıl birleştirmesinde 110 ve 123 nolu suşlar ilk grupta yer almış, bunları karışık inokulant izlemiştir. Bu çalışmada soyada yüksek verim ve başlangıç döneminde ortaya çıkabilecek bodurlaşmayı önlemek için dekara 2,5 kg azot uygulaması uygun bulunmuştur. Benzer şekilde Hatfield ve ark. (1974), soyada yeterli bir inokulasyon yapılması halinde bile başlangıç dönemindeki gelişmeyi sağlamak açısından azotun önemli olduğunu açıklamışlardır. Diğer bir çalışmada Ham ve ark. (1975), azotlu gübrenin verimi, dane ağırlığını ve danedeki protein oranını arttırdığını fakat azot fiksasyonu, nodül sayısı ve ağırlığını azalttığını belirlemişlerdir.

Çizelge 3. Soyada dane verimi (kg/da).

Table 3. Seed yield in soybean (kg/da).

Konu Treatment	Yıl Year			Ortalama Mean
	1984	1985	1986	
A.suz+Aşısız No nitrogen, non inoc.	253,5	88,9	287,0	209,8
Azotsuz (No nitrogen) +R.jap.110	356,2	86,8	387,0	287,8
Azotsuz (No nitrogen) +R.jap.123	331,9	111,8	402,7	282,1
Azotsuz+K.inokulant Nonitrogen+M.inoc.	254,2	147,5	333,3	245,0
Azotlu+Aşısız Nitrogen,non inoc.	260,4	104,2	330,3	231,6

Azotlu (Nitrogen) +R.jap.110	363,2	230,4	333,0	308,9
Azotlu (Nitrogen) +R.jap.123	312,2	195,5	412,7	305,9
Azotlu+K.inokulant Nitrogen,M.inoc.	288,2	121,5	369,3	259,7
<b>Bakteri (B)</b>				
R.jap. 110	359,7 a	158,6 a	360,0 ab	298,3 a
R.jap.123	322,1 a	153,6 a	407,7 a	294,0 a
Karışık inokulant Multi inoculant	271,2 b	134,5 ab	351,3 ab	252,4 b
Kontrol (Control)	256,9 b	96,5 b	308,7 b	220,7 c
<b>Azot (N)</b>				
N1(2,5kg/da)	305,3	162,9 a	162,9 a	276,5 a
N0	298,9	108,7 b	108,7 b	256,2 b
LSD (0,05)	B:37,8 N: -	B:39,8 N:27,9	B:64,9 N: -	B:25,7 N:18,1

Soya danelerinin toplam azot kapsamları Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Soyada toplam azot (%).  
Table 4. Total nitrogen content in soybean (%).

Konu Treatment	Yıl Year			Ortalama Mean
	1984	1985	1986	
Azotsuz (No nitrogen) +R.jap.110	5,47	5,95	6,67	6,03
Azotsuz (No nitrogen) +R.jap.123	5,27	6,29	6,73	6,08
Azotsuz+K.inokulant Nonitrogen+M.inoc.	5,42	5,81	6,06	5,77
Azotlu+AŞSIZ Nitrogen,non inoc.	5,18	5,26	6,25	5,56
Azotlu (Nitrogen) +R.jap.110	5,35	5,88	6,59	5,94
Azotlu (Nitrogen) +R.jap.123	5,56	5,47	6,69	5,91
Azotlu+K.inokulant Nitrogen,M.inoc.	5,23	5,71	6,49	5,81
<b>Bakteri (B)</b>				
R.jap. 110	5,42	5,88	6,69 a	6,00 a



R.jap.123	5,41	5,92	6,63 a	5,99 a
Karışık inokulant Multi inoculant	5,33	5,76	6,28 b	5,79 a
Kontrol (Control)	5,18	5,14	5,85 c	5,39 b
Azot (N)				
N1(2,5kg/da)	5,34	5,77	6,21 b	5,77
N0	5,33	5,58	6,51 a	5,81
LSD (0,05)	B: - N: -	B: - N: -	B:0,33 N:0,22	B:0,25 N: -

Soya danelerindeki azot miktarları bakımından yapılan varyans analizinde (Çizelge 4), sadece 1986 yılında kullanılan azot ile bakteriler danedeki azot miktarlarını etkilemiştir. Ayrıca azot dozları ile bakteri ırkları arasındaki interaksiyon önemli bulunmuştur. Azot kullanımı (2,5 kg/da saf azot) danelerdeki toplam azot miktarlarında artış sağlamıştır. Üç yıllık ortalama değerlerde, bakteri aşılmasının danedeki azotu arttırdığı; azot uygulamasının ise herhangi bir etki yapmadığı ortaya çıkmıştır.

Daneyle kaldırılan toplam azot miktarları Çizelge 5'de görülmektedir. Daneyle kaldırılan toplam azot miktarları Çizelge 5'de incelenirse bakteri kültürlerinin birim alandan kaldırılan toplam azot miktarlarını etkilediği görülmektedir. Azot uygulaması iki yıl için önemsiz bulunurken, 1985 yılında bitkiyle kaldırılan azot miktarını arttırmıştır.

Çizelge 5. Soyada fikse edilen azot (kgN/da).

Table 5. Nitrogen fixation in soybean (kgN/da).

Konu Treatment	Yıl Year			Ortalama Mean
	1984	1985	1986	
A.suz+Aşısız No nitrogen, non inoc.	13,16	4,48	15,60	11,08
Azotsuz (No nitrogen) +R.jap.110	19,50	7,16	25,82	17,49
Azotsuz (No nitrogen) +R.jap.123	17,64	7,06	26,85	17,19
Azotsuz+K.inokulant Nonitrogen+M.inoc.	13,76	8,57	20,18	14,17
Azotlu+Aşısız Nitrogen,non inoc.	13,55	5,53	20,74	13,27
Azotlu (Nitrogen) +R.jap.110	19,42	13,52	21,96	18,30

Azotlu (Nitrogen) +R.jap.123	17,37	10,79	27,63	18,59
Azotlu+K.inokulant Nitrogen,M.inoc.	15,09	6,94	23,90	15,31
<b>Bakteri (B)</b>				
R.jap. 110	19,46 a	10,34 a	23,89 ab	17,90 a
R.jap.123	17,51 a	8,93 ab	27,24 a	17,89 a
Karışık inokulant Multi inoculant	14,43 b	7,75 b	22,04 bc	14,74 b
Kontrol (Control)	13,36 b	5,01 c	18,17 c	12,18 c
<b>Azot (N)</b>				
N1(2,5 kg/da)	16,36	9,19 a	23,56	16,37 a
N0	16,02	6,82 b	22,11	14,98 b
LSD (0,05)	B:2,59 N: -	B:2,02 N:1,43	B:4,13 N: -	B:0,86 N:0,59

Bu çalışmada, aşılama ile birlikte başlangıçtaki gelişmeyi sağlaması açısından az miktarda verilen azotlu gübrenin verimi arttırdığı sonucu ortaya çıkmıştır. Yapılan çalışmalarda, fazla miktarda yapılan azotlu gübrelemede bitkinin gereksinim duyduğu azotu topraktan sağlayabildiği, topraktaki mevcut azotun az olması durumunda ise nodül oluştuğu ve azot fiksasyonunda artış meydana geldiği belirtilmektedir. Gerçekte azotlu gübrenin simbiyotik yaşama katkısı olmamakta, gübreleme sadece aşılamanın yerine geçmekte ve maliyeti arttırmaktadır. Günümüzde soyada azot verilmeksizin iyi bir nodülasyon sağlanabildiği bilinmektedir. Araştırmacılar azotlu gübre dozu için herhangi bir öneri getirmeseler de Criswell ve ark. (1976), nodül bölgesinin alt kısmına uygulanan azot gübrelemesinin verimde artış sağlayabileceğini belirtmişlerdir. Azot uygulamasının nodülasyon üzerindeki etkisini araştıran çalışmalarda, azotlu gübrelerin nodülasyonu engellediği ve gübre dozu arttıkça nodülasyon ve azot fiksasyonunda düşme olduğu belirtilmiştir (Weber, 1966 ; Welch ve ark.,1973).

## ÖZET

Bu çalışma 1984-1986 yıllarında Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde Amsoy-71 soya çeşidinde üç bakteri kültüründen (Suş 110, 123 ve karışık inokulant) en etkin olanı bulmak ve inokulasyon tekniğine ilişkin sorunlara açıklık getirmek amacıyla bir yıl serada iki farklı ortamda ve üç yıl tarla koşullarında yürütülmüştür.

Sera denemesinde bitkideki nodül sayısı, bitki kuru madde ağırlığı ve toplam azot miktarı (%) bakımından 110 ve 123 nolu suşlar etkili olmuştur. Aşısız bitkilerde nodül oluşmamış ve kuru madde miktarları aşıllı bitkilere göre düşük bulunmuştur.

Tarla denemelerinde her üç yılda dane verimi ile dekardan kaldırılan azot miktarları farklı bulunmuştur. Bakteri kültürlerinden 110 ve 123 nolu suşlar ile azot uygulaması (2,5 kg/da saf azot) verimde artış sağlamış ve azot fiksasyonu için etkili olmuştur. Azot uygulaması ile bakteri kültürlerinin birbirine etkisi önemsiz çıkmıştır.

## LİTERATÜR LİSTESİ

Allen, O. N. 1951. Experiments in soil bacteriology. Burgeas Publ. Co. , Minnesota.

Burton, J.C. 1975. Pragmatic aspects of the *Rhizobium* leguminous plant association. *In*: W.E. Newton and C.J. Nyman (Eds.). Proceedings of the First International Symposium on Nitrogen Fixation. pp. 429-446 Washington State Univ. Press, Pullman.

Caldwell, B.E., and H.G. Vest. 1968. Nodulation interactions between soybean genotypes and serogroups of *Rhizobium japonicum*. Crop Sci. 8 : 680-682.

Crisweel, J.G., D.J. Hume, and J.W. Tanner. 1976. Soybean physiology, agronomy and utilization. Crop Sci. 16 : 680-682.

Damirgi, S.M., L.R. Frederick, and I.C. Anderson. 1967. Serogroups of *Rhizobium japonicum* in soybean nodules as affected by soil types. Agron J. 59 : 10-12.

Duman, M. 1985. İrradie edilmiş soya tohumlarının 1. ve 2. generasyonlarında *Rhizobium japonicum* suşlarının nodülasyon ve azot tespit güçleri üzerinde araştırmalar. Yüksek lisans tezi. Ankara Üni. Ziraat Fak. Ankara.

Ersin, B. 1984. Ege koşullarında bakteri uygulamasının soya verimi ve azot kapsamına etkisi ile bakteri suşlarının azot eşdeğerinin saptanması. Yıllık sonuç raporu. Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü, Menemen.

Freire, J.R.J., and C. Vidor. 1974. Nodulation. *In*: J.R.J. Freire (Ed.). Inoculation of soybeans. pp. 338. Universidade Federal do Rio Grande Porto Alegre, Brasil..

Gürbüz, E. 1978. En fazla azot tespit etme özelliği gösteren soya fasulyesi nodozite bakterilerinin seçilmesi. Ankara Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları. Genel Yayın No: 78. Rapor Yayın No : 12. Ankara.

Hamdi, Y.A., Abd-El Samea, and M. Loutfi. 1974. Nodulation of soybean under field conditions. 2 Nat Abt. 129 (6): 574-578.

Ham, G.E., I.E. Liener, S.D. Evans, R.D. Fraizer, and W.W. Nelson. 1975. Yield and composition of soybean seed as effected by N and S fertilization. Agron J. 67 : 293-297.

Ham, G.E. 1976. Competetion among strains of *Rhizobia*. Proceedings of the World Soybean Research Conference. Urbana, Illinois, Aug. 3-8, 1975.

Hatfield, J.L., D.B. Egli, J.E. Leggett, and D.E. Peaslee. 1974. Effect of applied nitrogen on the nodulation and early growth of soybeans [*Glycine max* (L.) Merr.]. Agron J. 66: 112-114.

Kacar, B. 1972. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri: II. Bitki analizleri. Ankara Üni. Yayınları : 453. Uygulama Kılavuzu : 155. Ankara.

Kapusta, G., and D.L. Rouwenhorst. 1973. Influence of inoculum size on *Rhizobium japonicum* serogroup distribution frequency in soybean nodules. Agron J. 65 : 916-919.

Leonard, L. 1943. A simple assembly for use in the testing of culture of *Rhizobia*. J. Bact. 45: 523-527.

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. pp. 97-103. Royal Botanic Gardens. Kew.

Schiffmann, J. 1961. Field experiments on inoculation of peanuts in northern negro-soils. Isr. J. Agric. Res. 11 : 151-158.

Schiffmann, J. and Y. Alper. 1968. Inoculation of peanuts by application of *Rhizobium* suspansion into the planting furrows. Expl. Agric. 4: 219-226.

Stewart, W.P. 1966. Nitrogen fixation plants. Athlone Press, University of London.

Ülgen, H., N. Şencan ve F. Avşar. 1982. Yerfistığı ürün miktarlarında ve azot kapsamında en fazla artış sağlayan nodozite bakterisi suşlarının sera ve tarla koşullarında seçimi. Ankara Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları. Ankara.

Vincent, J.M. 1965. Environmental factors in the fixation of nitrogen by legumes. *In*: W.V. Bartholomew and E. Clark (Eds.). Soil nitrogen. pp. 387-412. Amer. Soc. Agron. No. 10. Agronomy, USA.

Vincent, J.M. 1970. A manual for the practical study of root-nodule bacteria. IBP. Handb. No. 15. Blacwell, Scientific Publ. Oxford.

Yaman, M. 1995. Işınlanmış soya tohumlarının I. ve II. generasyonlarında *Rhizobium japonicum* suşlarının nodülasyon ve azot tespit güçleri üzerine etkisi. *Anadolu, J. of AARI* 5(2): 1-10.

Weber, C.R. 1966. Nodulation and non-nodulating soybean isolines: II. Response to applied nitrogen and modified soil conditions. *Agron. J.* 58: 46-49.

Welch, L.F., L.V. Boone, C.G. Chambliss, A.T. Chirtiansen, D.L. Mulvaney, M.G. Oldham, and J.W. Pendleton. 1973. Soybean yields with direct and residual nitrogen fertilization. *Agron. J.* 65 : 547-550.