



## Araştırma Makalesi

www.ziraat.selcuk.edu.tr/ojs  
Selçuk Üniversitesi  
Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi  
25 (3): (2011) 17-24  
ISSN:1309-0550



### **Konya Yöresinde Yetiştirilen Fasulye Bitkisinin Kökünde Etkili Rhizobiumların Belirlenmesi<sup>1</sup>**

Ümmühan ÇETİN KARACA<sup>2,3</sup>, Refik UYANÖZ<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Konya/Türkiye

(Geliş Tarihi: 20.09.2010, Kabul Tarihi:21.06.2011)

#### **Özet**

Bu çalışmada, Konya yöresinde fasulye (*Phaseolus vulgaris*) tarımının yapıldığı alanlardan havanın serbest azotunu bitkiye yarayışlı hale getiren, aynı zamanda fasulye bitkisi ile ortak yaşam (simbiyosis) sistemi kuran, *Rhizobium* popülasyonunu ve *Rhizobium* izolatlarının etkinliklerinin belirlenmesi ile fasulye tarımı yapılan alanlarda azotlu gübre kullanımının azaltılması, buna bağlı olarak toprak ve su kirliliğinin önlenmesi amaçlanmıştır. Fasulye tarımı yapılan alanlardan nodül toplanarak başlanan çalışmaya laboratuvar ve şişe denemesi ile devam edilmiştir. Toplanan nodüllerden izole edilen *Rhizobium* bakterilerinin etkinliklerinin belirlenmesi amacıyla Yunus 90 fasulye çeşidi kullanılmıştır. Arazide survey, laboratuvarda izolatlardan *Rhizobium* çoğaltma ve sera koşullarında ise izolatların etkinliklerinin referans bakteri ile karşılaştırılması ile çalışma tamamlanmıştır. Laboratuvarda, Leonard'ın şişe denemeleri sonucuna göre Konya yöresinin farklı yerlerinden izole edilen 94 *Rhizobium* bakterisinden 1, 3, 5, 23, 69 ve 85 nolu izolatlar referans (CIAT 899) bakterisi ile etkinlik bakımından karşılaştırıldığında etkili oldukları belirlenmiştir. Öte yandan en dikkat çekici hususlardan birisi de, uzun yıllar boyunca bilinçsizce yapılan azotlu gübreleme ile *Rhizobium* popülasyonunda azalma olmasıdır. Arazide fasulye bitkilerinin köklerinde nodül olmayışı da ortaya çıkan bu durumu desteklemektedir. Etkinliği yüksek olan *Rhizobium* ırklarıyla fasulye tohumlarının aşılansarak ekilmesi sonucunda nodül sayısı, verim ve bitkinin kaldırdığı azot miktarı artmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** *Rhizobium*, aşılama, fasulye, azot fiksasyonu

### **Determination of Effective Rhizobiums in Root of Bean Plant Growing in Konya Region**

#### **Abstract**

In this study, determination of *Rhizobium* isolates which they give nitrogen of the air to plant in bean (*Phaseolus vulgaris*) growing fields in Konya region and their effectiveness and decreasing nitrogenous fertilizers use in bean fields, so preventing soil and water pollution were aimed. Nodules were collected from the bean fields and bottle experiments were done in the laboratory. Yunus 90 bean species was used to determine the effectiveness of *Rhizobium* bacteria isolated from nodules. The survey study in the fields, *Rhizobium* increasing from isolates in the laboratory and comparing of effectiveness of isolates with reference bacteria in the greenhouse were realized. According to the results of Leonard's bottle experiment in the laboratory, when compared 1, 3, 5, 23, 69 and 85 numbered isolates from 94 *Rhizobium* bacteria isolated from different areas of Konya region with reference (CIAT 899) bacteria, it was determined that they were effective as effectiveness. On the other hand, one of the most remarkable points was decreasing of *Rhizobium* population by nitrogenous fertilizing unconsciously and for many years. That of there was not the nodule in bean root in fields supported this situation. The nodule number, yield and nitrogen uptake by the plant are increased in the result of sowing of bean seeds inoculating with the *Rhizobium* races which are highly effective.

**Key Words:** *Rhizobium*, inoculation, bean, nitrogen fixation

#### **Giriş**

Bitki besin elementlerinden önemli biri olan toprak azotunun kaynaklarından birisi de değişik bitkilerle ve özellikle baklagillerle karşılıklı yaşamaya dayanan ve havanın serbest azotunu tespit eden toprak mikroorganizmaları, yani Azotobakter ve Clostridium gibi bakterilerdir. Kültüre alınmış topraklarda bu yolla fikse edilen azotun en önemli kısmı *Rhizobium*-baklagil ortaklaşmasına dayanmaktadır (Hansen 1994).

Bitki gelişmesini ve alınan ürün miktarını sınırlayan en önemli element azottur. Canlı hücrelerin protoplazmasını ve çekirdeğini oluşturan protein ve aminoasitler azot bileşikleridir. Yüksek bitkilerin NO<sub>3</sub><sup>-</sup> veya NH<sub>4</sub><sup>+</sup> iyonlarına olan ihtiyacı gayet fazla olmasına karşılık, kültüre alınan toprakların çok büyük bir kısmı azotça fakirdir.

Türkiye'de çoğu tarım alanlarında mono kültür uygulaması toprakların veriminin düşmesine neden olmaktadır (Sarioğlu ve ark. 1993). Bunu önlemek ve verimini yükseltmek için kullanılan aşırı gübrelemenin,

<sup>1</sup>Bu makale S.Ü. BAP Koordinatörlüğü tarafından 0610103 nolu projeye desteklenen ve Dr. Ümmühan ÇETİN KARACA'nın Doktora Tezi'nden alınmıştır.

<sup>3</sup>Sorumlu Yazar: [ucetin@selcuk.edu.tr](mailto:ucetin@selcuk.edu.tr)

maliyetleri artırdığı, toprağın biyolojik verimliliğini olumsuz etkilediği, ayrıca bitkilerde depolanarak ve içme sularına karışarak insan ve hayvan sağlığı açısından önemli sorunlara neden olduğu belirlenmiştir. Bu nedenlerle, bitkilerin azot gereksinimlerinin bir kısmını daha az masraflı olan biyolojik azot fiksasyonu ile karşılamanın önemi ortaya çıkmıştır (Graham ve Vance 2002).

Verimli bir baklagil-*Rhizobium* ilişkisinin kurulabilmesi için baklagil bitkisi ile o baklagilin kendisine özgü etkili ve rekabet etme gücü yüksek *Rhizobium* suşlarının bir araya getirilmesi gerekmektedir. Bu da günümüzde bu tip suşların izole edilip üretilerek biyolojik gübre halinde baklagil tohumlarına aşılmasıyla gerçekleştirilmektedir. Biyolojik azot fiksasyonunun etkinliğini artırarak dane veriminin de artışı sağlanabilmek için her ne kadar öncelikle etkinliği ve rekabet etme gücü yüksek suşların seçimi, gerekse de buna paralel olarak aşılama ve tarım tekniklerinin geliştirilmesi ve fotosentez yoluyla elde edilen girdilerle, gübre yoluyla elde edilen girdilerin azot fiksasyonunda göz önünde tutularak iyi bir şekilde koordine edilmeleri gerekmektedir (Milner ve ark. 1976).

*Rhizobium* bakterilerinin toprakta bulunmadığı ya da azot tespiti yönünden etkili olmayan bakterilerin bulunduğu topraklara ekim yapılırken, fasulye tohumlarının bakteri kültürü ile aşılması, daha iyi bir ürün ve tarımın önemli girdisi olan azotlu gübre tasarrufu için gereklidir (Özdemir 2002).

Gür (2002), Elazığ yöresinde izole edilen doğal izolatların nodül oluşturma durumları ve simbiyotik etkinliklerini sera şartlarında konukçu fasulye bitkilerinin inokulasyonu ile tespit etmiştir. Çalışma sonunda kuru ağırlık miktarları esas alınarak yapılan değerlendirmeyle izolatların simbiyotik etkinliklerinin %80 etkili, %20 orta derecede etkili olduğu bulunmuştur.

Bu araştırmanın amaçları, Konya yöresinde yetiştirilen fasulye köklerindeki nodüllerden izole edilen *Rhizobium* bakterilerinin laboratuvar ve sera koşullarında etkinliklerinin belirlenmesi, söz konusu bölgede en etkili olarak kullanılabilen *Rhizobium sp.*'nin saptanması ve bu yollarla azotlu gübre kullanımının azaltılmasına katkı sağlamaktır.

### Materyal ve Metot

Bu araştırma, arazide fasulye bitkisinin çiçeklenme döneminde fasulye köklerinde nodül taraması ve tarama nodüllerde *Rhizobium sp.*'nin etkinliklerinin araştırılması olarak yürütülmüştür.

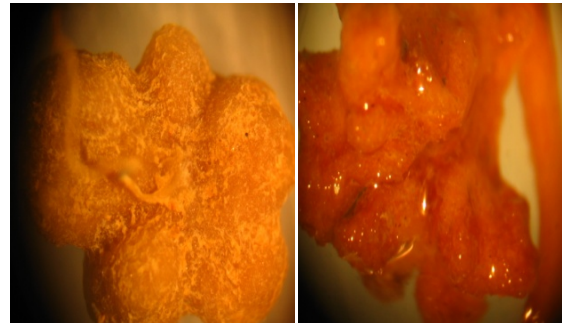
Bu çalışmada kullanılan materyaller, fasulye bitkisinin köklerinden toplanan nodüller venodüllerden izole edilen doğal *Rhizobium sp.* bakterileri, bakteri çoğaltma ortamları ve bu bakterilerin etkinliğinin test edilmesinde kullanılan referans bakteridir (CIAT 899 *Rhizobium tropici*).

Fasulye köklerinden toplanan nodüller izole edilerek YMA (Yeast-Mannitol-Agar) ortamında çoğaltılmıştır. Denemelerde Konya yöresinde yetiştirilen fasulyelerin kök nodüllerinden izole edilen *Rhizobium sp.* izolatları ve Ankara Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü biyolojik laboratuvarlarından temin edilen referans bakterisi (CIAT899 *Rhizobium tropici*) kullanılmıştır. Sterilize edilen tohumlar sadece su ve agardan oluşan su agarı ortamına ekilerek, çimlenmeleri için 28 °C'de 3 gün inkübasyona bırakılmıştır (Gürbüz 1978).

Konya İli'nde fasulye yetiştirilen alanlarda, yerleri belirlenen örnekleme alanlarından çalışma için gerekli olan nodüller çiçeklenme döneminde, bitki köklerinden hassas bir şekilde tüplere alınmıştır. Tüplere alınan nodüller izolasyon için +4°C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Diğer taraftan, Konya Meteoroloji Bölge İstasyonu'na ait son yıllar ortalaması iklim elemanları ile son yıllara ait bazı iklim elemanlarının durumlarına göre; en sıcak ayların Temmuz ve Ağustos olduğu, bölgeye düşen yağışların ise genelde kış ayları olmakla beraber, ilkbahar ve sonbahar aylarında da yağışların düştüğü belirlenmiştir. Son yıllar ortalamalarına göre en yağışlı aylar Nisan, Mayıs, Kasım, Aralık ve Ocak ayları olarak tespit edilmiş olup, yıllık ortalama yağış miktarı ise 3106 mm olarak kaydedilmiştir. Ortalamalara göre en yüksek nispi nem değerleri Kasım, Aralık, Ocak ve Şubat ayları olarak tespit edilmiş olup, yıllık ortalama nispi nem değeri %60.6 olarak gerçekleşmiştir (Anonyomous 2009).

Fasulye ekim alanlarında bitkilerin köklerinden toplanan ve saklama tüplerine konulan nodüller ilk önce %0.5'lik sodyum hipoklorit içinde iki dakika tutularak yüzey sterilizasyonu yapılmıştır. Yüzey sterilizasyonuna her bir örnekten en az 4-5 nodül tabii tutulmuştur. Bu işlemler laminar hava akışlı kabin içerisinde gerçekleştirilmiştir (Somasegaran ve Hoben 1994).



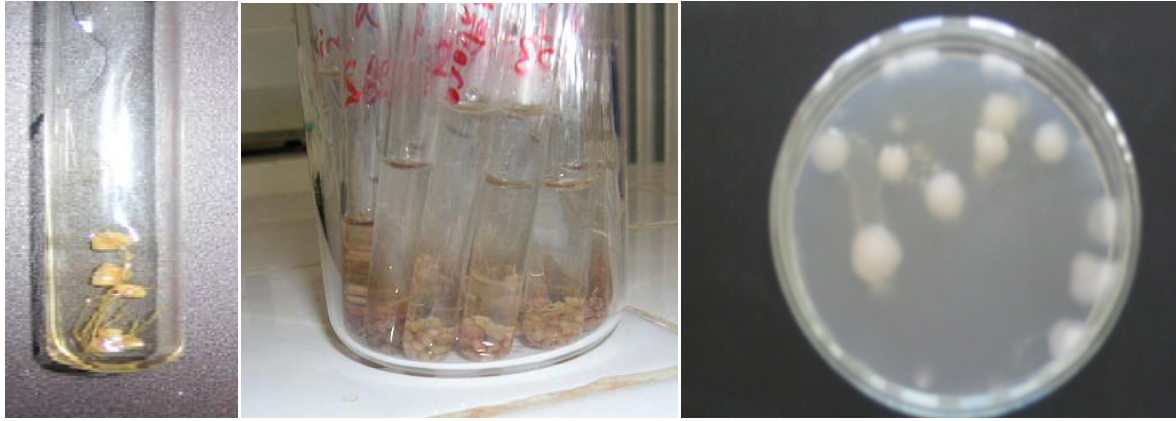
Şekil 1. Nodülün ve nodül kesitinin mikroskopik görünümü

Her bir nodül içerisinde 1 ml steril distile su bulunan tüplere konulmuştur. Burada 10 dakika bekletilerek

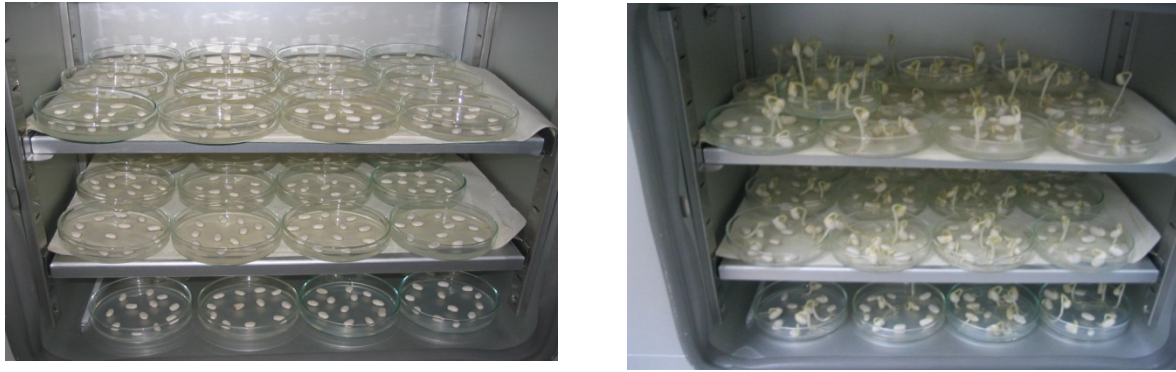
nodüllerin yumuşaması sağlanmıştır. Daha sonra bu nodüller steril bir öze ile tüp içinde parçalanıp bakterilerin sıvıya geçmesi sağlanmıştır. Bu aşamada petri kutularına (Ø 9 cm) hazırlanmış YMA (Mannitol 10 g, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 0.5 g, MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O 0.2 g, NaCl 0.1 g, Yeast ekstrakt 0.8 g, agar 15 g/l (distile su) ortamı üzerine bu süspansiyondan 0.5 ml alınarak homojen bir şekilde yayılıp 28 °C sıcaklıkta 7 gün inkübasyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda ortam üzerinde gelişen en küçük *Rhizobium sp.* kolonisinden öze ile tüplere doldurulmuş aynı ortam üzerine ekilip saf kültür haline geti-

rilmiştir. Saf kültür haline gelen bakterilerden tekrar ayrı petri kutusunda hazırlanmış ortam üzerine ekim yapılarak daha sonraki çalışmalarda kullanılmak üzere çoğaltılmıştır (Şekil 2) (Somasegaran ve Hoben 1994).

Her numune için bir koloni seçilerek tüplerdeki eğik (YMA) yüzeylerine ekim yapılmış ve tüpler 8–10 gün 28 °C’de inkübe edilerek üremeleri sağlanmıştır. Stok kültürlerden bir öze dolusu alınarak 100 ml sıvı (YMA) besiyerlerine ekim yapılmış ve 28 °C’de 9 gün inkübasyona bırakılmıştır (Şekil 3).



Şekil 2. Tüplerde muhafaza edilen, su içerisinde bekletilen nodüller ve nodüllerden izole edilen *Rhizobium* bakterileri



Şekil 3. Steril edilen tohumların çimlenmesi için etüve konulması ve etüvede çimlendirilmesi

### **Leonard’ın Modifiye Ettiği Şişe-Kavanoz Sisteminin Hazırlanması**

Fasulyeler Leonard’ın modifiye ettiği şişe-kavanoz sistemi uygulanarak yetiştirme odasında steril şartlarda ve azotsuz bir ortamda yetiştirilmiştir. Bu şekilde, bitkilerin azot ihtiyacı, izolatların köklerde oluşturdukları nadozitetler aracılığı ile havadan tespit edilen azottan sağlanmış olmaktadır. Sonuçta etkili olan *Rhizobium sp.*lerin etkinlikleri belirlenmiş olacaktır.

Tohumlar 1:1 oranında sulandırılmış sodyum hipokloritte 3–5 dakika bekletilmiştir. Sonra en az 6 defa steril saf su ile yıkanmıştır. Tohumlar %0.8 agar

bulunan su agarlı petrilere ekilerek çimlenmesi için 3 gün 28 °C’de inkübe edilmiştir (Gürbüz 1978).

Gürbüz (1978)’in bildirdiği şekilde; sistemin üst ünitesini dipleri kesilmiş 700 ml’lik renkli şişeler oluşturmaktadır. Sistemin alt ünitesi için 1 lt kapasiteli cam kavanozlar kullanılmıştır. Şişe ters çevrilerek ağzı kavanozun içine yerleştirildiği zaman dipten 2-4 cm yukarıda kalacak şekilde oturmaktadır.

Kavanozdaki besin solüsyonunun, bitkinin yetiştirme ortamı olan sistemin üst kısmına çıkması için sistemin ortasına lamba fitili yerleştirilmiştir. Sistemin üst ünitesine, fitil ortada kalacak ve üst yüzeye intibak

edecek şekilde yıkanmış kum konulmuştur. Sistemin alt ünitesinde ise 1/5 oranında sulandırılmış, 750 ml azotsuz Jensen besin solüsyonu bulunmaktadır. Sadece azotlu kontrol bitkilerin solüsyonlarına 70 mg N kg<sup>-1</sup>

hesabıyla KNO<sub>3</sub> ilave edilmiştir. Sistemin üstü bir petri kapağı ile örtülerek, tüm sistem kağıt ile sarılmış ve otoklavda 121 °C'de 2 saat sterilize edilmiştir (Vincent 1970).



Şekil 4. Leonard'ın modifiye ettiği şişe kavanoz sistemi ve yetiştirme odasındaki şişe kavanoz denemesi



Şekil 5. Bitki köklerindeki nodüller

Bitkiler 50-55 günlük bir gelişme periyodu süresince kontrollü koşullarda bırakılmış ve her hafta kontrol edilerek eksilen besin solüsyonları tamamlanmıştır (Şekil 4). Deneme süresi sonunda saksılar su ile yıkanarak bitki kök bölgesindeki kumlar iyice temizlenmiş ve bitkiler kökleriyle beraber hasat edilmiştir.

Alınan bitki materyalleri (Şekil 5) 65 °C'deki fırında sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş, ağırlıkları  $\text{mgN/kavanoz} = \frac{\text{Biyokütlenin kuru ağırlığı} \times \text{Biyokütlenin \% N miktarı}}{100}$

ve daha sonra toplam azot kapsamları tespit edilmiştir. Elde edilecek bu değerlere bağlı olarak bitkilerin toplam azot kapsamları ve bir gelişme periyodu süresince, izolatların havadan tespit etmiş oldukları mg azot değerleri aşağıdaki formül ile belirlenmiştir (Yaman ve Cinsoy 1996, Öğütçü 2000).

**Tespit edilen azot miktarı** = İzolatın aşılacağı bitkiye ait toplam azot miktarı – Aşısız kontrole ait toplam azot miktarı eşitliğinden hesaplanmıştır (Yaman ve Cinsoy 1996, Ögütçü 2000).

$$S.E. (\%) = \frac{\text{İzolatın aşılacağı bitkinin azot miktarı}}{\text{Azotlu kontrolün azot miktarı}} \times 100$$

formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Beck ve ark. 1993, Materon ve ark. 1995, Algur ve Ögütçü 2000).  
S.E. = Simbiyotik Etkinlik

$$E.D. = \frac{\text{Test bitkisinin ortalama k.m. ağırlığı}}{\text{Azotlu kontrol bitkisinin ortalama k.m. ağırlığı}} \times 100$$

E.D. = Etkinlik Derecesi, k.m. = kuru madde

İzolatların etkinlik derecelerine göre gruplara ayrılmasında aşağıdaki sınırlar esas alınmıştır (Holding ve Kong 1963).

#### **Etkinlik Derecesi**

> 100	olanlar	Çok etkili
100–75	arası	Etkili
75–50	arası	Orta derecede etkili
50–25	arası	Az etkili

< 25 olanlar Etkisiz

#### **Araştırma Sonuçları ve Tartışma**

Konya yöresinde yetiştirilen çeşitli fasulye bitkilerinde simbiyotik azot fiksasyonunun belirlenmesi, etkin *Rhizobium sp.* izolatlarının izolasyonu ve izole edilen bakterilerin etkinliklerinin belirlenmesi amacıyla Konya yöresinde, Derbent, Beyşehir, Bozkır, Çumra, İçeri Çumra, Karaaslan, Erler Köyü, Ereğli ve Karapınar lokasyonlarında fasulye yetiştirilen tarlalardan toplam 94 adet nodül örneği toplanmıştır.

#### **Leonard'ın Modifiye Ettiği Şişe Denemesinden Elde Edilen Sonuçlar**

Konya yöresinden izole edilen ve teşhis edilmemiş 94 adet *Rhizobium sp.* bakterisi ile referans bakterisinin azot etkinliklerinin karşılaştırılması için Leonardın modifiye ettiği şişe denemesi kurulmuştur. Şişe denemesinde materyal olarak kullanılan kumun, bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Denemede bitki besin maddelerince fakir, ince zerreli kum kullanılmıştır.

Tablo 1. Şişe Denemesinde Kullanılan Kumun Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Parametreler	Değerler	Parametreler	Değerler (mg kg <sup>-1</sup> )	Parametreler	Değerler (mg kg <sup>-1</sup> )
pH	7.83	N	20.00	Fe	4.15
EC (dS/cm)	850	P	0.23	Cu	0.17
CaCO <sub>3</sub> (%)	47.2	K	33.87	Mn	1.67
O.M. (%)	0.03	Co	0.015	Zn	0.65

Bu denemede, 94 adet nodülden izole edilen izolat kullanılmış ve elde edilen sonuçlara göre; bitkilerin azot fikse etme kapasitelerine bakılarak, deneme sonucunda 94 izolatın referans izolata göre etkili olan 6 izolat seçilmiştir. Seçilen izolatların alındığı yerlerin toprak özellikleri de *Rhizobium sp.*'nin çoğalması ve faaliyeti için uygundur. Bu denemede izolatların azotlu ve azotsuz kontrol bitkilere göre etkili olup olmadıkları araştırılmıştır. Denemede kullanılan izolatlar bitkilerin azot kapsamlarını önemli derece de etkilemiştir. Bu 94 izolat içerisinde azot fikse etme kapasitelerine göre 1, 3, 5, 23, 69 ve 85 nolu izolatlar diğerlerine göre en etkili olarak seçilmiştir. Çizelge 2'den de görülebileceği gibi denemede kullanılan izolatlar toplam azot kapsamları yönünden dikkate alındığında en etkili izolatın Beyşehir İlçesi'nden alınan nodülden izole edilmiş olan 3 nolu izolat olup azot miktarı %7.92'dir. Bu izolatla aşılana bitkilerin toplam azot değeri 177.41 mg olmasına karşılık azotlu kontrol bitkilerin toplam azot değeri 128.90 mg, azotsuz kontrol bitkilerin toplam azot değeri ise 58.41 mg'dır. Denemede kullanılan izolatlar toplam azot kapsamları yönünden değerlendirildiği zaman en etkili izolatın 3 nolu (%7.92) izolat olduğu görülmektedir. Toplam azot değerleri yönünden 3 nolu izolatu, 69 (%7.47), 5 (%7.40), 85 (%7.31), 23 (%7.08) ve 1 nolu izolatlar

(%7.02) izlemektedir. İzolatların tespit ettikleri mg azot bakımından en yüksek azotu 85 nolu izolat tespit etmiş olup 196.71 mg'dır. Bunu sırasıyla, referans izolat (150.84 mg), 5 nolu izolat (149.53 mg), 1 nolu izolat (134.64 mg), 3 nolu izolat (119.00 mg), 23 nolu izolat (115.76 mg) ve 69 nolu izolat (90.24 mg) takip etmektedir. Çizelge 2'den görülebileceği gibi, 85 nolu izolat havadaki serbest azottan bitkiye 196.71 mg azot kazancı sağlamıştır. En düşük ise 0.00 mg olarak kontrol ve 14 adet (13, 16, 18, 20, 26, 30, 32, 44, 51, 54, 56, 58, 82 ve 83) izolatta tespit edilmiştir. Bakteriler arasındaki simbiyotik etkinlik incelendiğinde %44.16 ile %121.66 arasında değişmektedir. En yüksek simbiyotik etkinlik %121.66 olup 3 nolu izolatta tespit edilmiştir. En düşük ise 13 nolu izolatta %44.16'dır.

Tablo 2'den de görülebileceği gibi, farklı izolatlarla aşılana bitkiler arasındaki nodül sayısı göz önüne alındığında 0 ile 302 adet arasında değişmektedir. Kontrol ve azotlu kontrol bitkilerinin köklerinde nodül oluşmamıştır. Nodül ağırlığı bakımından ise en yüksek 1.17 g olarak bütün bakterilerin karışımı olan izolatta (mix) elde edilmiştir. İzolatların etkinlik derecelerine göre gruplara ayrılmasında Holding ve Kong (1963)'a göre; > 100 olanlar çok etkili, 100–75 arası etkili, 75–50 arası orta derecede etkili, 50–25 arası az etkili ve < 25 olanlar ise etkisiz olarak belirlenmiştir.

Buna göre etkinlik derecelerine bakıldığı zaman izolatların 22 adedi çok etkili, 28 adedi etkili, 37 adedi orta derecede ve 7 adedi ise az etkili olarak tespit edilmiştir. Diğer taraftan, referans izolat çok etkili ve mix izolat ise etkili olarak belirlenmiştir. Kontrol grupları ise etkinlik derecesi bakımından etkisiz olarak bulunmuştur. Buna göre izolatların kontrol ve azotlu

kontrol gruplarına karşı %53.2'lik kısmı çok etkili ve etkili olarak belirlenmiştir. Bütün izolatlar arasındaki nodül sayısı, nodül ağırlığı, etkinlik derecesi, kök uzunluğu ve bitki boyu değerleri incelendiğinde aralarında farklılık olduğu belirlenmiştir. En düşük % N miktarı ise kontrol bitkisinden elde edilmiştir. Azotlu kontrol bitkilerinin N değeri ise % 6.51'dir.

Tablo 2. Şişe Denemesinden Elde Edilen Fasulye Bitkisinde Belirlenen Çeşitli Parametrelere Ait Değerler (n=3)

İzolat no	Toplam N (%)	Kuru madde (g/kavanoz)	mg N/kavanoz	Tespit edilen mgN/kavanoz	Simbiyotik etkinlik (%)	Etkinlik derecesi (%)	Nodül sayısı (adet/bitki)	Nodül ağırlığı (g/bitki)	Bitki boyu (cm)	Kök uzunluğu (cm)
Kontrol	3.54	1.65	58.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	49.67	26.33
Azotlu Kontrol	6.51	1.98	128.90	70.49	100.00	100.00	0.00	0.00	58.00	24.33
<b>Referans izolat</b>	<b>6.75</b>	<b>3.1</b>	<b>209.25</b>	<b>150.84</b>	<b>103.69</b>	<b>156.57</b>	<b>96.00</b>	<b>0.68</b>	<b>47.50</b>	<b>30.33</b>
<b>Mix izolat</b>	<b>6.63</b>	<b>1.82</b>	<b>120.67</b>	<b>62.26</b>	<b>101.84</b>	<b>91.92</b>	<b>75.33</b>	<b>1.17</b>	<b>51.67</b>	<b>29.00</b>
<b>1</b>	<b>7.02</b>	<b>2.75</b>	<b>193.05</b>	<b>134.64</b>	<b>107.83</b>	<b>138.89</b>	<b>173.67</b>	<b>1.01</b>	<b>53.00</b>	<b>30.33</b>
2	6.86	1.65	113.19	54.78	105.38	83.33	96.00	0.48	56.17	26.00
3	7.92	2.24	177.41	119.00	121.66	113.13	65.00	1.10	42.33	27.33
4	5.54	1.46	80.87	22.46	85.09	73.74	57.00	0.08	66.50	26.00
5	7.40	2.81	207.94	149.53	113.67	141.92	50.67	0.85	55.33	26.00
6	4.90	2.24	109.81	51.40	75.30	113.13	18.00	0.06	51.00	29.50
7	4.85	1.68	81.53	23.12	74.54	84.85	67.00	0.28	67.50	27.50
8	5.67	1.57	89.02	30.61	87.10	79.29	90.00	0.20	50.00	25.00
9	5.48	1.25	68.54	10.13	84.23	63.13	0.00	0.00	61.50	28.00
10	3.65	2.05	74.83	16.42	56.07	103.54	7.00	0.06	68.50	27.00
11	4.79	1.72	82.39	23.98	73.58	86.87	88.00	0.29	72.75	24.50
12	5.86	1.29	75.59	17.18	90.02	65.15	66.00	0.29	40.00	23.50
13	2.88	1.73	49.74	0.00	44.16	87.37	51.00	0.16	58.50	28.00
14	4.37	1.51	65.95	7.54	67.09	76.26	144.00	0.36	49.00	27.00
15	6.17	1.64	101.19	42.78	94.78	82.83	2.00	0.05	59.00	25.00
16	5.26	1.05	55.22	0.00	80.79	53.03	51.00	0.29	52.50	17.00
17	3.76	1.67	62.85	4.44	57.81	84.34	61.00	0.24	55.00	26.50
18	3.94	1.22	48.11	0.00	60.57	61.62	134.00	0.31	56.00	20.00
19	5.23	1.68	87.86	29.45	80.34	84.85	30.00	0.15	55.00	24.00
20	3.57	1.33	47.49	0.00	54.85	67.17	35.00	0.12	51.00	26.50
21	6.70	2.06	138.02	79.61	102.92	104.04	73.00	1.06	41.00	23.50
22	6.08	2.46	149.57	91.16	93.39	124.24	69.00	0.30	60.50	24.00
<b>23</b>	<b>7.08</b>	<b>2.46</b>	<b>174.17</b>	<b>115.76</b>	<b>108.76</b>	<b>124.24</b>	<b>76.00</b>	<b>1.06</b>	<b>59.17</b>	<b>27.00</b>
24	5.03	1.41	70.88	12.47	77.22	71.21	3.00	0.01	65.50	24.00
25	5.55	1.42	78.86	20.45	85.31	71.72	52.00	0.15	45.75	25.00
26	4.00	1.43	57.20	0.00	61.44	72.22	96.00	0.30	54.50	30.00
27	5.11	1.38	70.51	12.10	78.49	69.70	100.00	0.27	55.50	28.00
28	4.55	1.32	60.12	1.71	69.97	66.67	50.00	0.15	57.50	25.00
29	5.58	1.58	88.16	29.75	85.71	79.80	72.00	0.16	63.50	27.00
30	4.03	1.30	52.43	0.00	61.96	65.66	8.00	0.02	34.50	24.00
31	4.81	1.40	67.29	8.88	73.84	70.71	50.00	0.15	53.50	26.50
32	4.22	0.97	40.93	0.00	64.82	48.99	135.00	0.55	54.50	27.00
33	5.32	2.00	106.40	47.99	81.72	101.01	135.00	1.16	52.50	26.00
34	5.72	2.47	141.28	82.87	87.86	124.75	142.33	1.16	40.00	25.33
35	4.79	1.24	59.42	1.01	73.61	62.63	80.00	0.32	49.50	28.00
36	5.65	2.66	150.26	91.85	86.77	134.34	71.00	0.33	65.25	21.00
37	5.15	1.41	72.67	14.26	79.17	71.21	79.00	0.42	35.00	28.50
38	6.75	2.09	141.13	82.72	103.73	105.56	82.33	0.42	61.83	27.17
39	7.34	1.87	137.26	78.85	112.75	94.44	106.00	0.54	50.33	24.67
40	6.41	2.05	131.43	73.02	98.48	103.54	94.00	0.58	62.50	30.33
41	6.88	2.25	154.70	96.29	105.62	113.64	88.00	0.52	40.00	26.00
42	4.92	1.44	70.85	12.44	75.58	72.73	97.00	0.52	31.00	23.00
43	6.12	1.25	76.50	18.09	94.01	63.13	14.00	0.01	55.50	22.00
44	3.26	1.58	51.52	0.00	50.09	79.80	71.00	0.29	61.00	23.50
45	5.94	1.26	74.84	16.43	91.24	63.64	53.00	0.09	79.40	23.50
46	5.47	2.05	112.14	53.73	84.02	103.54	93.00	0.19	59.00	25.50
47	5.49	2.00	109.80	51.39	84.33	101.01	96.67	0.91	44.00	26.33
48	6.46	1.26	81.40	22.99	99.23	63.64	27.00	0.33	48.00	28.00
49	5.84	1.91	111.54	53.13	89.71	96.46	109.00	0.29	50.00	28.50

Tablo 2. (Devam)

İzolot no	Toplam N (%)	Kuru madde (g/kavanoz)	mg N/kavanoz	Tespit edilen mgN/kavanoz	Simbiyotik etkinlik (%)	Etkinlik derecesi (%)	Nodül sayısı (adet/bitki)	Nodül ağırlığı (g/bitki)	Bitki boyu (cm)	Kök uzunluğu (cm)
50	4.62	1.80	83.16	24.75	70.97	90.91	58.33	0.51	65.00	28.67
51	4.02	0.94	37.82	0.00	61.81	47.47	24.00	0.08	57.00	25.00
52	6.18	1.90	117.42	59.01	94.93	95.96	58.00	0.55	48.50	25.33
53	6.47	2.32	150.10	91.69	99.39	117.17	112.00	0.74	48.33	25.67
54	7.04	0.78	54.95	0.00	108.21	39.39	37.00	0.08	56.50	25.00
55	7.06	1.46	103.08	44.67	108.45	73.74	27.00	0.11	50.00	19.00
56	4.25	1.13	48.03	0.00	65.28	57.07	12.00	0.08	50.00	23.00
57	5.83	1.24	72.29	13.88	89.55	62.63	67.00	0.37	61.50	25.00
58	5.07	0.98	49.71	0.00	77.92	49.49	128.00	0.37	52.50	17.00
59	5.96	1.34	79.92	21.51	91.61	67.68	39.00	0.08	50.00	25.50
60	6.16	1.64	101.06	42.65	94.66	82.83	129.00	0.32	40.00	23.00
61	6.90	1.51	104.19	45.78	105.99	76.26	51.00	0.26	46.50	23.00
62	4.69	1.77	83.04	24.63	72.07	89.39	89.00	0.27	59.00	25.50
63	5.35	1.46	78.11	19.70	82.18	73.74	50.00	0.10	47.50	26.00
64	5.21	1.29	67.21	8.80	80.03	65.15	55.00	0.41	52.50	28.00
65	5.09	1.52	77.37	18.96	78.19	76.77	0.00	0.00	42.00	27.50
66	4.81	1.39	66.86	8.45	73.89	70.20	75.00	0.37	55.00	24.50
67	5.28	2.23	117.74	59.33	81.11	112.63	202.33	0.42	59.00	25.83
68	6.46	0.89	57.49	0.00	99.23	44.95	56.00	0.18	59.50	24.00
<b>69</b>	<b>7.47</b>	<b>1.99</b>	<b>148.65</b>	<b>90.24</b>	<b>114.75</b>	<b>100.51</b>	<b>64.00</b>	<b>0.79</b>	<b>52.83</b>	<b>24.67</b>
70	6.52	1.41	91.93	33.52	100.15	71.21	129.33	1.00	46.33	24.00
71	4.71	1.30	61.23	2.82	72.35	65.66	48.00	0.22	44.50	17.00
72	6.18	1.09	67.36	8.95	94.93	55.05	50.00	0.13	58.50	26.50
73	4.64	1.54	71.46	13.05	71.27	77.78	66.00	0.24	55.00	28.00
74	4.71	1.70	80.07	21.66	72.35	85.86	51.00	0.45	44.00	27.00
75	4.64	1.60	74.24	15.83	71.27	80.81	43.00	0.16	58.00	27.50
76	5.77	1.85	106.66	48.25	88.56	93.43	36.00	0.12	40.85	27.00
77	5.94	1.83	108.70	50.29	91.24	92.42	39.67	0.49	57.67	27.33
78	6.33	1.23	77.86	19.45	97.24	62.12	34.00	0.12	47.50	27.50
79	4.49	1.77	79.41	21.00	68.92	89.39	37.00	0.15	44.50	22.00
80	5.70	1.34	76.38	17.97	87.56	67.68	26.00	0.09	49.50	30.00
81	5.04	1.60	80.64	22.23	77.42	80.81	84.00	0.13	38.50	30.00
82	5.73	0.68	38.96	0.00	88.02	34.34	35.00	0.12	34.00	28.50
83	4.20	1.11	46.62	0.00	64.52	56.06	38.00	0.17	49.00	24.00
84	4.97	1.80	89.46	31.05	76.34	90.91	132.67	0.45	45.83	26.00
<b>85</b>	<b>7.31</b>	<b>3.49</b>	<b>255.12</b>	<b>196.71</b>	<b>112.29</b>	<b>176.26</b>	<b>149.67</b>	<b>0.95</b>	<b>47.00</b>	<b>28.33</b>
86	5.23	1.36	71.13	12.72	80.34	68.69	90.00	0.22	48.00	27.00
87	4.21	1.42	59.77	1.36	64.66	71.72	97.00	0.22	59.50	29.00
88	7.40	0.99	73.29	14.88	113.72	50.00	21.00	0.10	62.50	24.00
89	5.88	2.56	150.53	92.12	90.32	129.29	104.00	1.06	52.67	25.67
90	5.44	1.47	79.97	21.56	83.57	74.24	22.00	0.17	68.50	25.00
91	4.54	1.99	90.35	31.94	69.74	100.51	88.67	0.91	49.00	23.00
92	6.26	1.16	72.62	14.21	96.16	58.59	31.00	0.19	45.00	28.00
93	6.69	1.90	127.11	68.70	102.76	95.96	302.67	0.77	61.17	24.67
94	5.74	1.81	103.88	45.47	88.16	91.41	56.00	0.22	64.00	26.50
En düşük	3.54	0.68	37.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.00	17.00
En yüksek	7.92	3.49	255.12	196.71	121.66	176.26	302.00	1.17	79.40	30.33

Bütün izolotlar arasındaki bitki ve kök uzunlukları incelendiğinde; bitki uzunlukları 31–79.40 cm arasında değişmekte olup, kök uzunlukları ise 17-30.33 cm arasında belirlenmiştir. Azot fikse etme kapasitelerine göre 1, 3, 5, 23, 69 ve 85 nolu izolotlar en etkili olarak seçilmiş ve sera ve tarla denemelerinde biyolojik gübre olarak diğer çalışmalarda kullanılmıştır.

### Sonuç ve Öneriler

Yemeklik baklagil tanesi olan fasulye bitkisi, diğer baklagiller gibi *Rhizobium* bakterileri ile simbiyotik yaşam kurarak, havanın serbest azotundan yararlanabilmektedir. Ancak bu olayın gerçekleşmesi için uygun bakterilerin toprakta bulunması veya aşılama ile

verilmesi gerekmektedir. Simbiyotik yolla bağlanan azot miktarı üzerine birçok faktör etki ederken, bu faktörler içerisinde aşılama kullanılan bakterinin etkinliği önem taşımaktadır.

Fasulye tarımı yapılan arazilerden toplanan nodüllerden izole edilen *Rhizobium sp.* izolotlarının etkinliklerinin belirlenmesi amacıyla şişe denemesi yapılmıştır. Denemede sonuç olarak fasulyede nodül oluşumu ve azot fiksasyonunda etkili *Rhizobium* türleri bölgelere göre değişiklik göstermektedir. Aşılamanın etkisini garanti altına almak için, ortama ve çeşide uygun olan izolotı seçmek ve bununla hazırlanmış kültürü aşılama

materyali olarak kullanmak fasulyelerin verimini de artıracaktır.

#### Kaynaklar

- Algur, Ö.F. ve Ögütçü, H., 2000. Erzurum yöresinden toplanan yabancı baklagil bitkilerinden izole edilen *Rhizobium sp.* türlerinin kültür bitkilerinde nodül oluşturma ve azot bağlama potansiyellerinin araştırılması. TUBİTAK - TARP No: 2046.
- Anonymous, 2009. Konya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü İklim Verileri. Konya.
- Beck, D.P., Materon, L.A. and Afandi, F., 1993. Practical *Rhizobium sp.*-Legume Technology Manual. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, 1-54p. Aleppo, Syria.
- Graham, P.H. and Vance, C.P., 2002. Nitrogen fixation in perspective: an overview of research and extension needs. *Field Crop Research*. 65, 93-106.
- Gür, S., 2002. Mercimek ve fasulye nodüllerinden izole edilen *Rhizobium sp.* izolatlarının bazı kültürel ve biyokimyasal özellikleri. *S.D.Ü. Fen Bilimleri Enst Derg.*, 6(2): 25-33, Isparta.
- Gürbüz, E., 1978. En fazla azot tesbit etme özelliği gösteren soya fasulyesi nodozite bakterilerinin seçilmesi. Köy İşleri ve Koop. Bakanlığı. Toprak Su Gen. Md.lüğü, Toprak ve Gübre Araşt Enst Mdlüğü, Gen. Yay. No: 78, No: 12, Ankara.
- Hansen, P.A., 1994. Symbiotic N<sub>2</sub> fixation of crop legumes. University of ohenheim. Hohenheim Tropikal agricultural Series. 248p Germany.
- Holding, A. J. ve Kong, J. 1963. The effectiveness of indigeneous populations of *Rhizobium sp. trifolii* in relation to soil factors. *Plant and Soil*. Vol: 18. 191-198.
- Materon, L.A., Kreatinge, J.D.H., Beck., D.P. Yurtsever, N., Karuç, K. and Altıntaş, S., 1995. Survey of *Rhizobium sp.* numbers and symbiotic effectiveness in the West Asian highland. Final Project Report. Highland Region Program. Int. Center for Agric. Res. in the Dry Areas, 1-54p. Ankara.
- Milner, M., Scrimshaw, A.S. and Wang, D.I.C., 1976. Research needs in protein resources. Ed.J.M. Vincent, A.S. Whitney and J. Bose, Exploiting the legume-*Rhizobium sp.* Symbiosis in Tropical Agriculture. Proceedings of a workshop held at Khaului Maui. Hawaii. August. 23-28, 469p, USA.
- Ögütçü, H., 2000. Yabancı baklagil bitkilerinden izole edilen *Rhizobium sp.* izolatlarının baklagil bitkilerinde nodül oluşturma ve azot bağlama potansiyellerinin araştırılması. Atatürk Üniv Fen Bil. Enst. Toprak ABD, Erzurum.
- Özdemir, S., 2002. Yemeklik Tane Baklagiller. Hasad Yayıncılık, S.28-46, İstanbul.
- Sarıoğlu, G., Özçelik, S. ve Kaymaz, S. 1993. Elazığ ve yöresinde üretilen mercimek bitkilerinden etkili nodozite bakterilerinin (*Rhizobium sp. leguminosarum biovar. Viceae*) seçimi. *Tr. J. of Agric and For* 17: 569-573.
- Somasegaran, P. and Hoben, H.J., 1994. Handbook for *Rhizobia*. Springer-erlag. New York, USA.
- Vincent, J.M., 1970. A Manual for The Practical Study of The Root-Nodule Bacteria. IBP. Handbook. No: 15. Blackwell Scientific Publications. Oxford, England.
- Yaman, M. ve Cinsoy, A.S., 1996. Soya fasulyesi tarımında yüksek azot bağlayan *Rhizobium sp.* bakterisi izolatlarının saptanması. *Anadolu Journal of AARI*, 6(I) 8: 4-96.