



Samsun İlinde Toplanan Farklı Nodozite Bakteri Kültürü İle Sera ve Tarla Koşullarında Aşılamanın Soya Fasulyesi (*Glycine max* L.)'nin Verimine ve Azot Kapsamına Etkisi

Betül BAYRAKLI¹, Gülen ÖZYAZICI^{2*}, Mehmet Arif ÖZYAZICI²

¹Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Samsun, TÜRKİYE

²Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt, TÜRKİYE

Geliş Tarihi/Received: 01.02.2017

Kabul Tarihi/Accepted: 01.05.2017

* Sorumlu Yazar/Corresponding Author: gulenozyazici@siirt.edu.tr

Özet: Araştırma; Samsun ilinde soya ekilen alanlardan toplanan nodül örneklerinden izole edilen *Rhizobium japonicum* suşlarının soya bitkisinin gelişimi ile azot kapsamına etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Nodül örnekleri; soya fasulyesi tarımının yoğun olduğu Samsun ilinin Çarşamba ve Terme ilçeleri ile Dikbiyık beldesinde, toplam 94 farklı tarladan toplanmıştır. İzolasyon çalışmaları ve sera denemeleri, Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü (TGSKMAE) laboratuvarı ve seralarında yürütülmüştür. Sera denemeleri sonucu izole edilen TGAE.Sam.58-a ve TGAE.Sam.60-c ve TGSKMAE koleksiyonunda bulunan TGAE.S.543/335/1089/649 no'lu suşları ile Samsun ilinde 9 farklı lokasyonda tarla denemeleri yürütülmüştür. Tarla denemeleri sonucu; tane verimi, tane azot kapsamı ve tane ile kaldırılan azot değerleri bakımından ele alınan bütün suşlar etkili bulunmuş, en etkili suşların ise TGAE.Sam.60-c ve TGAE.S.1809 olduğu tespit edilmiştir. Lokasyonların ortalaması olarak, bakteri aşılamanın yapıldığı parsellerde soya tanesi ile kaldırılan N değerleri 23-30 kg da⁻¹ arasında değişim gösterirken, kontrol konularının değeri 12-14 kg da⁻¹ olmuştur. Samsun ili soya tarımı yapılan alanlar için, TGAE.Sam.60-c ve TGAE.S.1809 suşlarının kullanılması önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Soya, *Rhizobium japonicum*, izolasyon, azot

The Effect of Inoculation with Various Nodosity Bacterial Cultures Collected from Samsun Province on Yield and Nitrogen Coverage of Soybean (*Glycine max* L.) in the Greenhouse and Field Conditions

Abstract: The study was conducted to determine the effects of *Rhizobium japonicum* strains isolated from the nodule samples collected from soybean cultivated fields in Samsun province on growth and nitrogen content of soybean plants. The nodule samples were collected from a total of 94 different fields in Çarşamba and Terme districts and Dikbiyık town of Samsun province where soybean cultivation is intense. The isolation studies and greenhouse experiments were performed in the laboratories and greenhouses of the Soil, Fertilizer and Water Resources Central Research Institute (TGSKMAE). Field experiments were carried out in 9 different locations in Samsun province with isolates TGAE.Sam.58-a and TGAE.Sam.60-c obtained from greenhouse studies and with TGAE.S.543/335/1089/649 strain from TGSKMAE collection. According to field experiments, all strains were found to be effective in terms of grain yield, grain nitrogen content and nitrogen values removed with the grain, while the most effective strains were determined to be TGAE.Sam.60-c and TGAE.S.1809. As the average of the locations, in the plots inoculated with bacteria, the N values removed with soybean grain was between 23 -30 kg da⁻¹, while in control plots it was between 12-14 kg da⁻¹. The use of TGAE.Sam.60-c and TGAE.S.1809 strains has been recommended for the areas of Samsun province where soybean farming is conducted.

Keywords: Soybean, *Rhizobium japonicum*, isolation, nitrogen

1. Giriş

Soya fasulyesi (*Glycine max* L.), 5000 yıl önce Doğu Asya ovalarında keşfedilmiş ve Asya ülkelerinin en değerli besin kaynağı olmuştur. Genetik orijini Çin ve Mançurya olan soya; 17. yüzyılın başlarında Avrupa'ya getirilmiş, 20. yüzyılın başlarında da Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nde ekimi yaygınlaşmış (Öner, 2006) ve günümüzde dünyada ekonomik anlamda en çok ekimi ve üretimi yapılan ürünlerden birisi olmuştur (Tahir ve ark., 2009).

Türkiye'nin soya fasulyesi ile tanışması I. Dünya Savaşı'ndan sonra olmuş; ilk kez Orta Karadeniz Bölgesi'nde ekimi yapılmış, Samsun ve Ordu illerinde üretilmiştir (İlisulu, 1983; Öner, 2006). Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre (Anonim, 2017a); 1988 yılında 66.000 hektar alanda soya ekimi yapılırken, geçen 27 yıllık periyot içerisinde inişli çıkışlı dalgalanmalar göstererek ekiliş alanında önemli düşüşler yaşanmış ve 2015 yılı verilerine göre 866.101 hektarlık yağlı tohumlar ekiliş alanı içerisinde 36.732 hektarlık alanla % 4.2'lik bir paya sahip olmuştur. Dünyada yağlı tohumlar içerisinde en çok üretimi yapılan bitki olan soya fasulyesi; ülkemizde üretiminin artırılması için uzun yıllardır çalışılsa da, ne yazık ki istenilen artışlar sağlanamamış ve bugün için ülkemizde yağlı tohumlar içerisinde en fazla ithalatı yapılan ürün haline gelmiştir. Türkiye'de 2014 yılı itibariyle toplam 15 ilde soya üretiminin yapıldığı; yetiştiriciliğinin en fazla Adana, Mersin, Samsun, Osmaniye ve Mardin illerinde olduğu ve bu illerin toplam üretiminin % 97.5'ini karşıladığı rapor edilmiştir (Anonim, 2017b, 2017c).

Bir baklagil bitkisi olan soya; köklerinde simbiyotik olarak yaşayan *Rhizobium japonicum* bakterisi aracılığı ile havadaki serbest azot (N)'u bitkinin faydalanabileceği formda toprağa bağlayabilmekte; bu sayede hem kendi azot ihtiyacını karşılamakta ve hem de kendinden sonra yetiştirilecek ürünlere azot bakımından zengin bir toprak yapısı bırakmaktadır (Özdemir ve ark., 1997). Baklagil bitkilerinde simbiyotik yolla fikse edilen azot miktarı üzerine; toprak sıcaklığı, toprak rutubeti, tuzluluk, toprak reaksiyonu (pH), konukçu bitki, besin elementleri gibi pek çok faktörler etkili olabilmekte (Roughley ve Dart, 1970; Bilen ve Sezen, 1993; Serraj ve ark., 1999; Van Jaarsveld ve ark., 2002; Kouas ve ark., 2010; Panchali, 2011); bu faktörler içerisinde, aşılama kullanılan bakterinin etkinliği ve çeşit-bakteri kombinasyonu ayrıca önem taşımaktadır (Özdemir ve ark., 1997; Elkoca ve Kantar, 2001; Allito ve ark., 2014). Farklı toprak koşullarında yapılan çalışmalarda; farklı bakteri suşlarının bitkide azot

kapsamı ve verim yönünden etkinliklerinin farklılık gösterdiği (Ersin, 1984; Cebel, 1988; Cebel ve Altuntaş, 1989; Musyoki ve ark., 2003; Choudhry, 2012); tane baklagillerle yapılan çalışmalarda, bakteri ırkı ile yapılan aşılama önemli derecede verim artışları sağlandığı (Karuç ve ark., 1993; Erdoğan ve Özdemir, 1998; Başaran, 2000; Karadavut ve Özdemir, 2001; Tahir ve ark., 2009) belirlenmiştir.

Rhizobium'ların baklagil bitkisinin kökünde nodül oluşturabilme yeteneği türler ve baklagil bitkileri arasında özel bir seçicilik göstermekte ve bu durum çapraz aşılama olarak adlandırılmaktadır. Her baklagil bitkisinin kökünde nodül oluşturan *rhizobium* cinsi farklı olduğu gibi, fikse ettikleri N miktarları da birbirlerinden oldukça farklıdır. Yemelik bir baklagil olan soya fasulyesi yılda hektara 60-168 kg N fikse etme kapasitesine sahiptir. Tang (1979), yürüttüğü denemelerde 15 bölgedeki soya bitkisinin azot fiksasyonunu hektara 0.18-0.33 kg N olarak belirlemiştir. Keyser ve Li (1992), iyi şartlar altında soya-bakteri ikilisinin yılda hektara 0.3 kg kadar N fikse ettiğini bildirmişlerdir.

Rhizobium bakterileri toprakta doğal olarak bulunabilirler, ancak, bir alana ilk defa baklagil bitkisi ekilecekse veya daha önce ekilmiş ancak yeterli sayıda ve etkili nodüllerin olmadığı düşünülüyorsa aşılama yapmak gerekir. Aşılama kullanılan *Rhizobium* suşlarının ise o bölgeden izole edilmiş olması veya o bölgede çalışıyor olması aşılamanın şansını artıracaktır. Kvien ve ark. (1981), genel olarak nodüllerin yaklaşık % 5-10'unun aşılı suşlar tarafından, geriye kalan kısmının ise yerli popülasyon tarafından meydana getirildiğini bildirmişlerdir. Yapılan bir çok çalışmada; bakteri ile aşılamanın kontrole (aşılama yapılmayan konular) oranla tane verimini, azot fiksasyonunu, kuru madde oluşumunu ve nodülasyonu olumlu yönde etkilediği/arttırdığı ortaya konulmuştur (Singleton ve ark., 1992; Gök ve Martin, 1993; Gök ve Onaç, 1995; Fatima ve ark., 2007; Dorivar ve ark., 2009; Patra ve ark., 2012).

Bu çalışmanın amacı; Samsun ilinde soya ekili alanlardan toplanan nodül örneklerinden *Rhizobium japonicum* suşlarını izole etmek, elde edilen izolatların sera ve tarla denemeleri ile soya fasulyesinin verim ve azot alımı üzerine etkinliklerini ve yöre için soya bitkisine uygun bakteri kültürlerini belirlemektir.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma iki aşamada yürütülmüştür. İlk aşama; Samsun ilinde soya ekili alanlardan nodül örneklerinin toplanması, bu örneklerden

Rhizobium japonicum suşlarının izole edilmesi, elde edilen izolatların sera denemeleri ile soya bitkisindeki etkinliğinin belirlenmesi çalışmalarını kapsamaktadır. Araştırmanın ikinci aşamasında ise; sera denemeleri ile etkinliği belirlenen *Rhizobium japonicum* suşlarının, tarla denemeleri ile soya bitkisinin gelişimi ve azot kapsamına etkilerini belirlemek suretiyle en uygun bakteri ırkı ya da ırklarının ortaya konması amaçlanmıştır.

2.1. Nodül örneklerinin toplanması, bakteri izolasyonu ve sera denemeleri

Nodül örnekleri; soya fasulyesi tarımının yoğun olduğu Samsun ilinin Çarşamba ve Terme ilçeleri ile Dikbiyık beldesinde, toplam 94 farklı tarladan nodüllerin aktif olduğu dönem takip edilerek toplanmıştır. Soya ekili alanlardan usulüne uygun olarak sökülen soya bitkisi köklerinden iri ve pembe renkli nodüller alınarak, silika jel içeren tüpler içerisine konulmuş, örnekler izolasyon çalışmalarına kadar buzdolabında muhafaza altına alınmıştır.

Araştırmada; izolasyon çalışmaları ve sera denemeleri, TGSKMAE laboratuvarı ve seralarında yürütülmüştür.

Bakteri izolasyon yöntemi: Toplanan nodüllerin dış yüzeyleri etanol ve % 0.1'lik civa klörür ile sterilize edilmiş; yüzey sterilizasyonundan sonra, içlerinde YEMA (Yeast Extract Mannitol Agar) besi yeri bulunan petrilere steril koşullarda ezilerek sürme yapılmış ve 28 °C'de inkübatörde 3-5 gün inkübasyona bırakılmıştır. Üreme sonunda gelişen kolonilerden her numune için temiz koloni seçilerek YEMA'lı tüplere ekim yapılmıştır. Stok kültür olarak tüplere alınan izolatlar, sera denemelerinde kullanılmak üzere +4 °C'de muhafaza edilmiştir (Vincent, 1970).

Sera denemesi: Sera denemesi tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Deneme konuları; azot (N)'suz kontrol, azotlu kontrol (70 ppm N, KNO₃) ve suşlarla aşılama konular olarak düzenlenmiştir. Sera denemesinde; Samsun'dan toplanan nodül örneklerinden izole edilen izolatlar (ilk yıl 14, ikinci yıl 15 adet) ile TGSKMAE koleksiyonunda yer alan bazı soya fasulyesi suşları (ilk yıl 4, ikinci yıl 3 adet) kullanılmıştır.

Stok kültürlerden sera denemesinde kullanılacak olan suşların YMB (Yeast Mannitol Broth) besi yeri içinde sıvı kültürleri hazırlanmıştır (Allen, 1951). Sera denemesinde soya bitkileri Leonard şişe kavanoz sistemi (Leonard, 1943) içinde yetiştirilmiştir. Denemede kullanılan soya tohumları sterilize edilmiş ve % 0.75 agar bulunan su agarı petrilere 28 °C'de 3 gün inkübasyonla çimlendirilmiştir (Gürbüz, 1978). Çimlendirilen

tohumlar, steril edilmiş Leonard şişe kavanoz ünitesine steril ortamda her kavanoza 4 adet dikilmiş, kavanozların kapakları kapatılmış ve bitkiler büyüyüp kapağa değinceye kadar laboratuvarında bekletilmiştir. Daha sonra iki bitki kalacak şekilde seyreltme yapılmış; üretilmiş olan suşlarla, her kavanoza 10 ml olacak şekilde bitkiler aşılama, kontrol konuları ise aşılama konuları. Daha sonra kavanozlar seraya taşınmıştır. Bitkilerin beslenmesi için Jensen besin solüsyonu kullanılmış, sadece N konulu kavanoza 70 ppm N hesabı ile KNO₃ ilave edilmiştir. Bitkilerin serada gelişimi boyunca kavanozlardaki besin çözeltisi kontrol edilerek eksik kısmı tamamlanmıştır. Bitkiler 1.5 aylık bir gelişim periyodu sonunda hasat edilmiştir.

Bitkilerin üst kısımları 65 °C'de kuru ağırlıkları belirlenmiş ve bu örneklerde toplam N analizi yapılmıştır (Kacar, 1972). Sera denemesi sonucu elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş; konular arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir (Yurtsever, 1984).

2.2. Tarla denemeleri

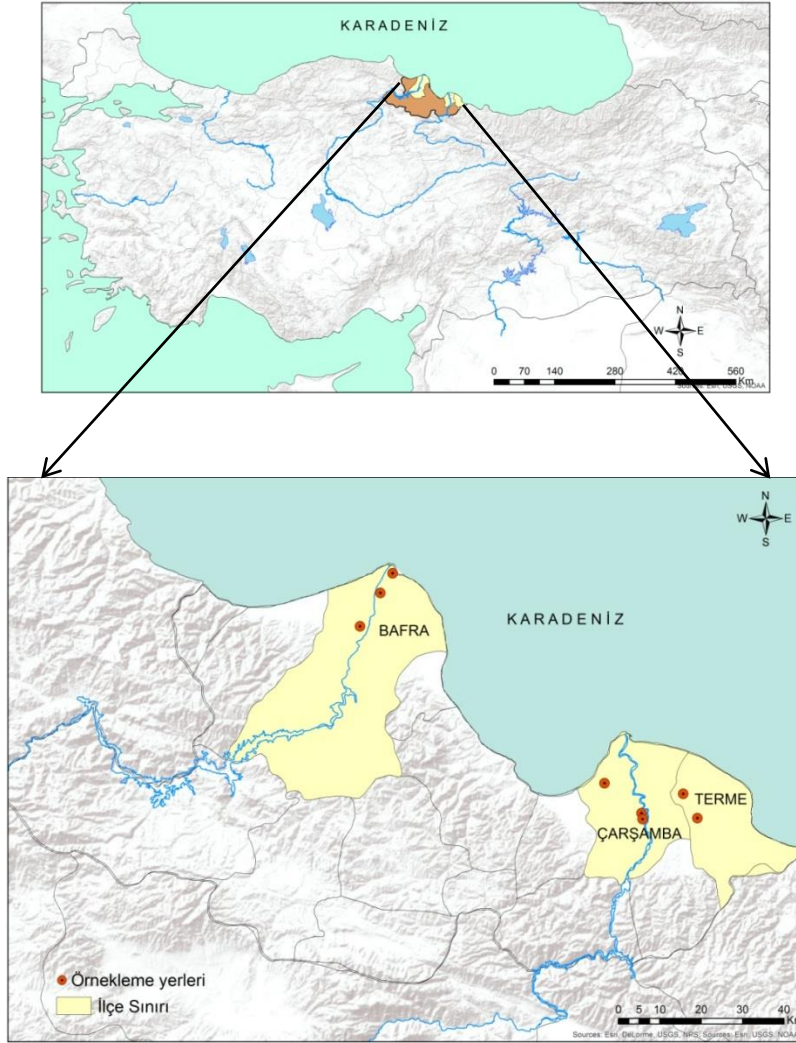
Tarla denemeleri; Samsun ili Bafra (Karaburç köyü, Koşuköy ve Karıncak köyü), Çarşamba (Kırazbucağı köyü-1, Kırazbucağı köyü-2, Sarıçalı mahallesi ve Karabahçe köyü) ve Terme (Beşikli köyü ve Geçmiş köyü) ilçelerinde yürütülmüştür (Şekil 1).

2.2.1. Araştırma yerinin toprak özellikleri

Tarla denemelerinin kurulduğu toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Tablo incelendiğinde, deneme yeri topraklarının; killi-tın ile kil bünyeli, nötr ile hafif alkali arasında değişen pH'da ve tuzluluk probleminin olmadığı; az kireçli ile orta kireçli arasında değişen düzeyde kireç, az ile iyi düzeyde değişen miktarlarda organik madde içerdiği, çok az ve çok yüksek düzeyler arasında değişen miktarlarda alınabilir P kapsadığı, alınabilir K yönünden ise deneme yeri topraklarının genel olarak yeterli düzeyde olduğu belirlenmiştir.

2.2.2. Tarla denemesi konuları, deneme tekniği ve tarla denemelerinde izlenen tarımsal yöntemler

Araştırmanın tarla denemesi konularını; sera denemeleri sonucu etkinliği belirlenen 6 farklı *Rhizobium japonicum* suşunun yer aldığı uygulamalar (A: TGA.E.Sam.58-a, B: TGA.E.Sam.60-c, C: TGA.E.S.543, D: TGA.E.S.335, E: TGA.E.S.1809, F: TGA.E.S.649) ile azotlu kontrol (G) ve azotsuz kontrol (H) uygulamaları olmak üzere toplam 8 konu



Şekil 1. Tarla deneme yerleri

Tablo 1. Tarla denemesi yürütülen toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (0-20)

Deneme yerleri	Suyla doygunluk (%)	pH	EC (dS m ⁻¹)	Kireç (%)	Organik madde (%)	Alınabilir P (kg P ₂ O ₅ da ⁻¹)	Alınabilir K (kg K ₂ O da ⁻¹)
Kirazbucağı-1	60	7.75	1.458	2.8	2.07	4.7	60
Sarıcalı	71	6.64	1.408	0.3	1.97	3.8	27
Beşikli	93	7.40	1.764	0.9	3.39	4.0	57
Karaburç	77	7.72	1.461	3.5	2.11	8.0	114
Karıncaç	55	7.91	1.165	8.4	2.38	46.0	85
Koşuköyü	74	7.81	1.351	9.1	2.24	12.2	67
Kirazbucağı-2	71	7.68	1.540	3.2	2.32	1.8	60
Karabahçe	77	6.74	1.705	0.5	3.54	11.7	57
Geçmiş	77	7.77	1.278	1.8	2.96	3.9	87

EC: Electrical conductivity, P: Fosfor, K: Potasyum

oluşturmuştur. Denemeler, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak iki yıl süreyle yürütülmüştür.

Azotlu kontrol parseline ekimden önce dekara 5 kg N hesabı ile üre (% 46 N) verilerek tırmıkla toprağa karıştırılmıştır. Toprak analiz sonuçlarına

göre fosforun eksik görüldüğü deneme alanlarına, triple süperfosfat (TSP, % 43-44 P₂O₅) gübresi her parselde homojen olacak şekilde ekimden önce uygulanmıştır.

Ekim öncesi, tohumların aşılmasında kullanılan suşlar sıvı besini yerine aşılansak

27 °C'de mekanik çalkalayıcıda sürekli çalkalanarak üretilmiştir. Erlenlerde 8 gün üretilen suşlar otoklavda 121 °C'de 3 saat steril edilen peat ile karıştırılmıştır. Hazırlanan peat kültürlerin (nodozite bakteri kültürü) nem oranı % 50-60 arasında tutulmuştur. Paketlenen peat kültürler 27 (± 3) °C'de bir hafta olgunlaşmaya bırakılmıştır.

Soya tohumları; her parselde 60 cm sıra aralığında ve 7 sıra halinde ekilmiş olup, parsel ebatları 4.2 x 5.0 m olarak tutulmuştur. Ekim işlemi el ile yapılmış ve A.3127 soya çeşidi kullanılmıştır. Ekim sırasında önce kontrol parselleri, daha sonra aşılı parsellerin ekimleri yapılmıştır. Aşılı parsellerde, parselden parsel geçerken ekimi yapan kişinin elleri ve kullanılan araçlar alkolle temizlenmiştir. Ekim işlemi 16-23 Mayıs tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir.

Bitkilerin gelişim süresince; toprağın havalanması ve yabancı otlarla mücadele amacıyla gerekli görüldüğü hallerde çapa yapılmıştır.

Bitki yapraklarının sarardığı ve danelerin sertleştiği zaman; parsel kenarlarından bir sıra, parsel başlarından ise 50'şer cm'lik alanlar kenar tesiri bırakılarak hasatlar gerçekleştirilmiştir. Hasat işlemi, 9-27 Ekim tarihleri arasında yapılmıştır. Hasat edilen bitkiler depolara nakledilmiş ve kuruyan bitkiler dövülerek harmanlanmıştır. Parsel bazında harmanlanarak daneleri elde edilen uygulamaların; parsel alanı dikkate alınarak dekara tane verimleri hesaplanmıştır. Her parselden alınan tane örneklerinde toplam N analizi Kacar (1972) tarafından bildirilen esaslara göre yapılmıştır.

Tarla denemesi sonucu elde edilen veriler; her lokasyon kendi içlerinde olmak üzere, ayrı ayrı tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testi ile gruplandırılmıştır (Yurtsever, 1984).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Soya ekili alanlardan izole edilen *Rhizobium japonicum* izolatlarının soya bitkisinde etkinliğinin sera denemeleri ile belirlenmesi

Nodül örnekleri ile yapılan izolasyon çalışması sonucunda; birinci yıl 14, ikinci yıl ise 15 olmak üzere, toplamda 29 izolat elde edilmiştir. Birinci yıl yapılan izolasyon çalışmasında, 14 adet izolat ile birlikte TGSKMAE koleksiyonunda bulunan 4 adet izolat; ikinci yıl yapılan izolasyon çalışmaları sonucu belirlenen 15 izolat ile birlikte yine TGSKMAE'ne ait 3 adet izolat ile birlikte sırasıyla I. ve II. sera denemeleri kurulmuştur. Her iki yıl kurulan sera denemelerinde; soya bitkisinden elde edilen kuru ağırlık, bitki N oranları ve bitki

tarafından kaldırılan N değerlerine ilişkin sonuçlar ve istatistiki gruplamalar Tablo 2'de sunulmuştur.

Bitki kuru ağırlık değerleri için yapılan istatistiki analiz sonuçlarına göre, her iki sera denemesinde de uygulanan işlemler arasında istatistiksel fark çıkmamıştır. Bununla birlikte, suşların çoğu kontrolden daha fazla kuru ağırlık artışı sağlamıştır. Birinci yıl sera denemesinde hiç N verilmeyen ve aşılama yapılmayan kontrol konusunda soya bitkisi kuru ağırlık değeri 1.344 g kavanoz⁻¹ olurken, 14 izolatın ve 4 adet suşun kuru ağırlık değerleri 1.198-1.726 g kavanoz⁻¹ arasında değiştiği tespit edilmiştir. İkinci sera denemesinde ise azotsuz kontrol konusunda söz konusu değer 1.957 g kavanoz⁻¹ iken, 15 izolat ve 3 suşun değerleri 1.423-2.252 g kavanoz⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 2). Kızıloğlu (1992), Erzurum yöresinde yeşil mercimek bitkisinin etkili *Rhizobium leguminosarium* suşlarını belirlemek amacıyla yaptığı sera denemesinde, bitkilerin kuru ağırlığını farklı suşlar için 0.36-1.25 g saksır⁻¹ arasında belirlemiştir. Yaman ve Cinsoy (1996) yaptıkları sera çalışmasında, karışık inokulant ile 110 ve 123 no'lu suşların kontrole göre soya bitkilerin kuru ağırlığını artırdığını ifade etmişlerdir.

Her iki yılda kurulan sera denemelerindeki bitkilerin N kapsamları ile yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, deneme konuları arasında istatistiksel olarak çok önemli (P<0.01) farklılıklar belirlenmiştir. İlk yıl verileri incelendiğinde, 70 ppm N'lu kontrol konusundan en yüksek N değeri (% 3.13) elde edilmiş; bunu, istatistiki anlamda ikinci grubu oluşturan ve azotlu kontrol konusu ile aralarındaki farklılığın istatistiki açıdan önemli olmadığı TGAE.Sam.58-a, TGAE.S.335, TGAE.S.1809, TGAE.S.649 ve TGAE.Sam.60-c suşları izlemiştir (Tablo 2).

İkinci sera denemesinde de ilk yıl olduğu gibi, N'lu kontrol konusu % 2.51'lik N değeri ile istatistiksel olarak ilk sırada yer almış; ancak, N'lu kontrol konusu ile TGAE.Sam.54-a, TGAE.S.122 ve TGAE.USDA-110 suşlarıyla aşılama konular arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Sadece aşılama yapılan bitkilerin N değerleri % 1.21-2.39 arasında değişmiştir (Tablo 2). Farklı bakteri aşılama yöntemlerinin soyada azot fiksasyonu ve tane verimlerine etkilerini belirlemek amacıyla iklimlendirme kabinde yürütülen bir çalışmada (İşler ve Coşkan, 2009); aşılama ile kontrol konusuna göre tane N içeriğinin önemli ölçüde arttığı belirlenmiştir. Karaca ve Uyanöz (2011) Konya yöresinde fasulye bitkisi ile yaptıkları sera denemesinde farklı *Rhizobium* suşları için bitkinin toplam N değerlerini % 2.88-7.92 arasında tespit etmişlerdir.

Tablo 2. Sera denemelerinde bitkilerin kuru ağırlığı (KA), azot (N) değerleri ve kaldırılan N (K-N) ortalamaları ve istatistik grupları

Suşlar	I. sera denemesi			Suşlar	II. sera denemesi		
	KA (g kvz ⁻¹)	N ⁽¹⁾ (%)	K-N ⁽¹⁾ (mg N kvz ⁻¹)		KA (g kvz ⁻¹)	N ⁽¹⁾ (%)	K-N ⁽¹⁾ (mg N kvz ⁻¹)
TGAE.Sam.1-b	1.385	1.57 def	21.66 d	TGAE.Sam.30-e	1.775	1.42 de	25.26 d
TGAE.Sam.7-c	1.616	1.34 f	21.64 d	TGAE.Sam.38-d	1.761	1.33 de	23.81 d
TGAE.Sam.12-c	1.630	1.56 def	25.21 cd	TGAE.Sam.21-d	1.842	1.25 e	23.22 d
TGAE.Sam.16-a	1.720	1.48 ef	25.40 cd	TGAE.Sam.32-f	1.647	1.63 cde	25.06 d
TGAE.Sam.17-a	1.524	1.40 ef	21.48 d	TGAE.Sam.54-a	1.544	2.39 ab	38.39 bcd
TGAE.Sam.17-c	1.521	1.51 ef	22.98 d	TGAE.Sam.26-f	1.423	1.88 bcd	27.58 d
TGAE.Sam.32-c	1.512	1.54 def	23.32 d	TGAE.Sam.29-f	1.578	1.74 cde	26.96 d
TGAE.Sam.41-a	1.726	1.42 ef	24.49 cd	TGAE.Sam.12-e	1.889	1.54 cde	28.37 d
TGAE.Sam.58-a	1.500	2.93 ab	43.92 ab	TGAE.Sam.32-d	1.628	1.75 cde	29.23 cd
TGAE.Sam.59-a	1.364	2.07 cd	29.56 bcd	TGAE.Sam.11-e	2.098	1.35 de	28.30 d
TGAE.Sam.60-c	1.667	2.74 ab	45.56 a	TGAE.Sam.27-d	1.755	1.31 de	23.12 d
TGAE.Sam.61-a	1.198	1.93 cde	21.58 d	TGAE.Sam.16-e	1.702	1.75 cde	30.97 cd
TGAE.Sam.63-c	1.440	1.73 def	24.59 cd	TGAE.Sam.25-e	1.840	1.44 de	26.48 d
TGAE.Sam.64-b	1.637	1.51 ef	24.11 cd	TGAE.Sam.38-f	1.971	1.48 de	29.15 cd
TGAE.S.543 ⁽²⁾	1.365	2.40 bc	33.07 abcd	TGAE.Sam.82-a	1.837	1.79 bcde	34.36 bcd
TGAE.S.335 ⁽²⁾	1.585	2.81 ab	43.26 ab	TGAE.USDA-110 ⁽²⁾	2.252	2.14 abc	48.84 abc
TGAE.S.1089 ⁽²⁾	1.571	2.81 ab	44.22 ab	TGAE.G.1 ⁽²⁾	1.693	1.21 e	20.54 d
TGAE.S.649 ⁽²⁾	1.668	2.77 ab	46.01 a	TGAE.S.122 ⁽²⁾	2.174	2.37 ab	51.91 ab
Azotlu kontrol	1.309	3.13 a	40.38 abc	Azotlu kontrol	2.382	2.51 a	59.88 a
Kontrol	1.344	1.78 def	24.26 cd	Kontrol	1.957	1.24 e	24.23 d
F değerleri	0.560 ^{ns}	14.133	3.967		0.800 ^{ns}	3.487	2.351
F _{critical(0.05-0.01)}							1.84-2.37

g kvz⁻¹: gram/kavanoz, mg N kvz⁻¹: miligram azot/kavanoz. ^{ns}: İstatistiki açıdan F değeri önemsiz, *; P≤0.05 seviyesinde önemli farklılık, **; P≤0.01 seviyesinde önemli farklılık, ⁽¹⁾: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur, ⁽²⁾: TGSKMAE koleksiyonunda bulunan izolatlar

Bitki ile kaldırılan N değerlerine bakıldığında (Tablo 2); birinci yıl sera denemesinde konular arasında istatistiksel açıdan çok önemli (P≤0.01), ikinci yıl ise önemli (P≤0.05) farklılıklar ortaya çıkmıştır. Birinci yıla ait sera denemesi Duncan testi sonuçlarına göre, kavanoz başına bitki tarafından kaldırılan N değerleri yönünden; TGAE.Sam.60-c ve TGAE.S.649 suşları en yüksek değerleri verirken, bu suşlar ile TGAE.Sam.58-a, TGAE.S.1809, TGAE.S.335, TGAE.S.543 ve azotlu kontrol grubu aynı istatistiki grupta yer almıştır. İkinci yıl sera denemesi sonuçlarına göre ise; N¹lu kontrol işlemi ilk sırada yer almış, bunu TGAE.S.122 ve TGAE.USDA-110 suşu ile aşılamanın konular takip etmiştir. Samsun yöresinden toplanan nodül örneklerinden izole edilen hiçbir izolat, TGAE.USDA-110 izolatını geçememiştir (Tablo 2).

Buna göre I. sera denemesinde Samsun ilindeki soya ekili alanlardan izole edilen TGAE.Sam.58-a ve TGAE.Sam.60-c suşları ile TGSKMAE koleksiyonunda bulunan TGAE.S.543/335/1089/649 no'lu suşlar azotlu kontrol bitkilerine göre en yüksek değerleri vermişlerdir. İkinci sera denemesinde ise N¹lu kontrol konusu, kavanoz başına kaldırılan N miktarları bakımından en yüksek değeri gösterirken, TGSKMAE koleksiyonunda yer alan TGAE.USDA-110 ve

TGAE.S.122 no'lu suşlar aynı grupta yer almışlardır (Tablo 2).

3.2. Tarla denemeleri ve uygun bakteri suşlarının belirlenmesi

Sera koşullarında etkili olan suşlar, aşılama suretiyle tohumla birlikte toprağa verildiğinde; toprakta doğal olarak bulunan nodül bakterisi suşları ile rekabet edemeyebilir veya toprakta bulunan diğer mikroorganizmalar ve bunlar tarafından çıkarılan bazı engelleyici maddeler tohumla birlikte toprağa verilen bu bakterilerin çoğalmasına engel olabilir. Diğer yandan her nodül bakterisi suşunun doğal koşullara uyum yeteneği birbirinden farklıdır. Bir başka ifade ile, sera koşullarında üstün özellik gösteren her nodül bakterisi suşunun, tarla koşullarında da üstün olabileceği söylenemez. Bu nedenle sera koşullarında etkinliği belirlenen suşların tarla çalışmaları ile denemeleri gerekmektedir. Bu amaçla, materyal ve yöntem bölümünde belirtilen farklı lokasyonlarda tarla denemeleri yürütülmüş ve elde edilen sonuçlar bu bölümde verilmiştir.

3.2.1. Tane verimi

Samsun ili farklı lokasyonlarında kurulan denemelerden elde edilen soya fasulyesi tane verimi ve bunlara ait istatistiki analiz sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. Tablo 3'ten de görüleceği

üzere, Kirazbucağı-1, Sarıcalı mahallesi, Beşikli, Karaburç, Karıncak, Koşuköyü ve Kirazbucağı-2 lokasyonlarında kurulan tarla denemelerinde, soya tane verimi yönünden araştırmada uygulanan suşlar arasında istatistiki olarak çok önemli ($P \leq 0.01$); Karabahçe lokasyonunda ise, önemli ($P \leq 0.05$) farklılıklar tespit edilirken; Geçmiş köyünde kurulan denemede tane verimleri yönünden konular arasında istatistiki anlamda farklılık belirlenmemiştir.

Farklı lokasyonlarda kurulan tarla denemelerinin geneline bakıldığında, hemen hemen tüm lokasyonlarda; sera denemelerinde etkinliği saptanan suşlar ile aşılanan parsellerde, kontrol konularına göre daha yüksek soya tane veriminin elde edildiği; Kirazbucağı-1, Sarıcalı, Beşikli, Koşuköyü ve Kirazbucağı-2 lokasyonlarında -istatistiki açıdan kontrollere göre bir üst grubu oluşturarak- bu verim yüksekliğinin daha belirgin olduğu görülmüştür (Tablo 3).

Soya ekili alandan izole edilen TGAE.Sam.60-c suşunun, Kirazbucağı-1, Sarıcalı ve Kirazbucağı-2 lokasyonlarında; TGSKMAE koleksiyonunda yer alan ve denenen TGAE.S.1809 suşunun, Beşikli, Karaburç, Karıncak ve Koşuköyü lokasyonunda; yine TGSKMAE koleksiyonunda yer alan TGAE.S.335 suşunun da, Karabahçe ve Geçmiş lokasyonlarında daha etkili olduğu ve en yüksek tane verimini verdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte her bir lokasyon kendi içlerinde incelendiğinde; Kirazbucağı-1 lokasyonunda TGAE.Sam.58-a ve TGAE.S.649, Beşikli lokasyonunda TGAE.S.335, Koşuköyü lokasyonunda TGAE.S.543 ve TGAE.S.335 ve Kirazbucağı-2 lokasyonunda TGAE.Sam.58-a ve

TGAE.S.335 suşları ile aşılanan parseller hariç; suşlar arasındaki tane verimi farklılığının istatistiki anlamda önemsiz olduğu görülmüştür (Tablo 3).

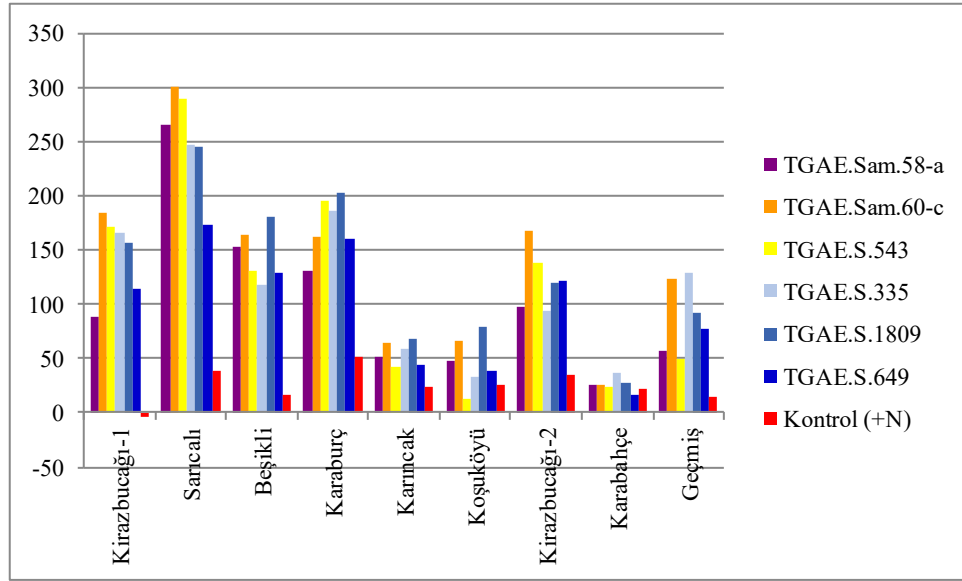
Soya tane verimleri lokasyonlara göre farklılıklar göstermiştir. Genel olarak bakteri aşılama sonucu soya tane verimlerinin 246-647 kg da⁻¹ arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek soya verimi, 647 kg da⁻¹ ile Kirazbucağı-1 lokasyonunda ve TGAE.Sam.60-c suşu uygulanan parsellerden; en düşük soya tane verimi ise, 90 kg da⁻¹ ile Sarıcalı lokasyonunda N'suz kontrol konusundan elde edilmiştir. Tüm lokasyonlardan elde edilen ortalama verimler göz önüne alındığında; en yüksek soya verimini TGAE.Sam.60-c suşu (499 kg da⁻¹) sağlamış, bunu TGAE.S.1809 suşu (484 kg da⁻¹) takip etmiştir. Lokasyonların ortalaması olarak, suşlar arasında en düşük soya verimi ise TGAE.S.649 suşundan elde edilmiştir. Suşlar arasında verim değerleri bakımından TGAE.Sam.60-c > TGAE.S.1809 > TGAE.S.335 > TGAE.S.543 > TGAE.Sam.58-a > TGAE.S.649 sıralaması ortaya çıkmıştır (Tablo 3).

Yapılan çalışmalara göre; soyada tane verimi artışı sağlamada azotlu gübre uygulamasının ekonomik olmadığı (Weber, 1966; Welch ve ark., 1973), simbiyotik azot fiksasyonunun soyada daha fazla verim artışı sağladığı (Harper, 1974; Gürbüz, 1978; Söğüt, 2005) bildirilmiştir. Suşlar, N'suz kontrol konusuna göre verimi % 13-301 arasında değişen oranlarda artırmıştır (Şekil 2). N'lu kontrol konusundaki artışlar suşlarla aşılama sonucu elde edilen artışlardan daha düşük kalmıştır. En düşük verim artışı Karabahçe lokasyonundan elde edilmiştir. Bu lokasyonda N'suz kontrol konusunda aktif nodüllere

Tablo 3. Lokasyonlara göre farklı suşlarla aşılanan soya bitkisinin tane verimleri (kg da⁻¹) ve istatistiki gruplandırması⁽¹⁾

Deneme yerleri	TGAE.Sam.58-a	TGAE.Sam.60-c	TGAE.S.543	TGAE.S.335	TGAE.S.1809	TGAE.S.649	Kontrol (+N)	Kontrol (-N)	F değeri
Kirazbucağı-1	429 b	647 a	617 a	608 a	583 a	489 b	221 c	228 c	153.3**
Sarıcalı	328 a	361 a	350 a	313 a	311 a	246 ab	124 bc	90 c	10.5**
Beşikli	494 ab	519 ab	454 ab	427 b	550 a	448 ab	227 c	196 c	29.7**
Karaburç	296 ab	335 a	379 a	367 a	388 a	333 a	193 ab	128 b	5.1**
Karıncak	569 a	620 a	537 ab	593 a	630 a	542 ab	468 ab	375 b	5.1**
Koşuköyü	426 abc	477 ab	325 cd	384 cd	514 a	398 abcd	361 bcd	287 d	8.7**
Kirazbucağı-2	338 b	458 a	407 ab	333 b	375 ab	380 ab	232 c	171 c	20.5**
Karabahçe	532 a	532 a	528 a	583 a	543 a	500 ab	523 a	426 b	2.9*
Geçmiş	380	537	361	551	463	426	278	241	2.7 ^{ns}
Ortalama	421	499	440	462	484	418	292	238	

⁽¹⁾: Aynı satırda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiki açıdan farklılık yoktur, ^{ns}: İstatistiki açıdan F değeri önemsiz, *: $P \leq 0.05$ seviyesinde önemli farklılık, **: $P \leq 0.01$ seviyesinde önemli farklılık



Şekil 2. Farklı lokasyonlarda farklı suşlarla aşılanan soyada N'suz kontrole göre tane ürün artışı (%)

rastlanmış, dolayısı ile bu konudaki verim artışları yüksek olmuştur. Ancak yine de aşılama yapılan suşlar, yerli suş veya suşlara göre üstünlük sağlamış ve verim artışına neden olmuştur. Gürbüzler (1978); Konya ve Samsun'da farklı suşlarla (1809, 12, 7, RJ.122, RJ-6, WB.56, B.543 ve RO.843) yaptığı çalışmada, kontrol konusuna göre suşların % 73-158 arasında değişen oranlarda verim artışı sağladığını bildirmiştir. Kaçar ve ark. (2004), Bursa koşullarında kuru fasulyede bakteri aşılması ile azotlu gübre dozlarının verim ve verim öğeleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, aşılamanın incelenen özelliklerde bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, bu durumun toprak yapısından ve lokal etkili bakteri suşlarının

bulunmamasından ileri geldiğini belirtmişlerdir. Coşkan ve ark. (2009), Isparta koşullarında iki farklı soya çeşidine 2 farklı bakteri suşu (110 ve 1809 suşları) uygulamışlar ve her iki soya çeşidinde de tane verimi ve tane azot kapsamının 110 no'lu suş ile aşısız kontrole ve mineral gübre uygulamalarına göre arttığını bildirmişlerdir.

3.2.2. Tane azot (N) içeriği

Soya tanelerinin azot içerikleri için yapılan varyans analiz sonuçları Tablo 4'te verilmiştir. Yapılan analize göre; Karabahçe lokasyonu hariç tüm lokasyonlarda, araştırmada incelenen konular arasında tane N içeriği yönünden istatistiksel olarak çok önemli ($P \leq 0.01$) farklılık bulunmuştur. Karabahçe lokasyonu hariç, diğer tüm

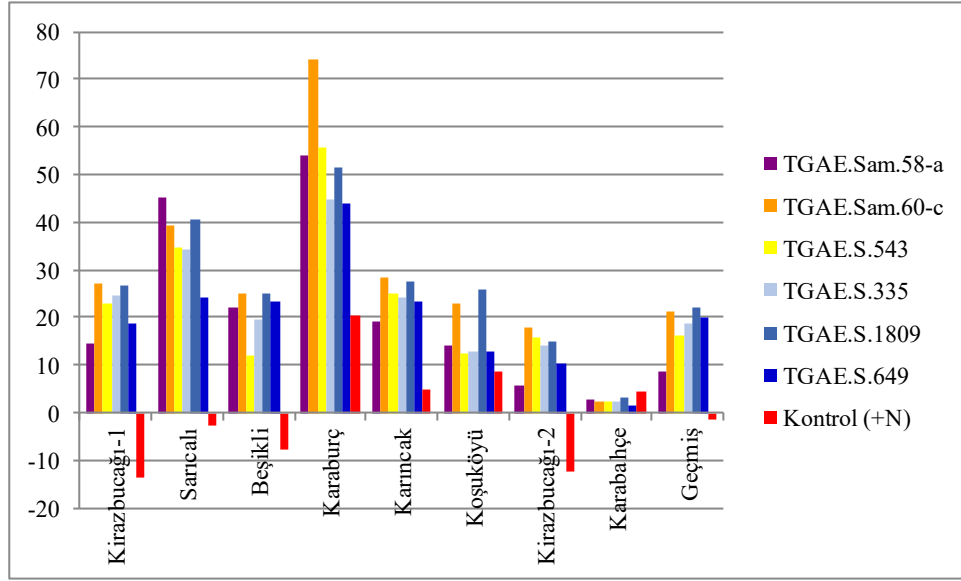
Tablo 4. Farklı Lokasyonlarda farklı suşlarla aşılanan soyanın tane N kapsamı (%) ve istatistik gruplandırması⁽¹⁾

Deneme yerleri	TGAE.Sam.58-a	TGAE.Sam.60-c	TGAE.S.543	TGAE.S.335	TGAE.S.1809	TGAE.S.649	Kontrol (+N)	Kontrol (-N)	F değeri
Kirazbucağı-1	5.81 a	6.45 a	6.25 a	6.33 a	6.43 a	6.03 a	4.38 b	5.08 b	24.7**
Sarıçalı	6.28 a	6.02 ab	5.82 ab	5.80 ab	6.08 a	5.37 b	4.21 c	4.32 c	32.7**
Beşikli	6.55 a	6.71 a	6.01 b	6.41 a	6.71 a	6.60 a	4.94 c	5.36 d	78.3**
Karaburç	5.63 ab	6.38 a	5.69 ab	5.29 bc	5.54 ab	5.27 bc	4.41 cd	3.66 d	8.7**
Karıncak	5.95 b	6.41 a	6.23 ab	6.19 ab	6.37 a	6.15 ab	5.23 c	4.99 c	43.4**
Koşuköyü	5.06 abc	5.44 ab	4.98 abcd	4.99 abcd	5.58 a	4.99 abcd	4.81 cd	4.43 d	7.7**
Kirazbucağı-2	5.55 ab	6.19 a	6.09 ab	6.01 ab	6.05 ab	5.81 ab	4.60 bc	5.26 c	4.2**
Karabahçe	5.99	5.97	5.97	5.97	6.03	5.92	6.11	5.84	1.1 ^{ns}
Geçmiş	5.69 bc	6.35 ab	6.08 ab	6.21 ab	6.40 a	6.29 ab	5.16 c	5.24 c	12.3**
Ortalama	5.83	6.21	5.90	5.90	6.10	5.80	4.90	4.90	

⁽¹⁾: Aynı satırda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistik açıdan farklılık yoktur, ^{ns}: İstatistik açıdan F değeri önemsiz, **: $P \leq 0.01$ seviyesinde önemli farklılık

lokasyonlarda, sera denemeleri sonucu etkinliği ön plana çıkmış olan suşlarla aşılamanın tanenin N içeriği, kontrol konularına göre daha yüksek çıkmış ve istatistiksel olarak ayrı grup oluşturmuşlardır. En yüksek tane azot içeriğini, lokasyonların ortalaması olarak TGAE.Sam.60-c suşu (% 6.21) sağlamış, bunu TGA.E.S.1809 suşu (% 6.13) takip etmiş; suşlarla aşılama parsellerin ortalama N içerikleri % 5.83-6.21 arasında değişiklik göstermiş, kontrol konularının N içeriklerinin ise % 4.87-4.91 olduğu saptanmıştır (Tablo 4). Buda göstermektedir ki; etkin suşlarla aşılama yapmak, azotlu gübreye göre azot içeriğini daha fazla arttırmaktadır. Yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir (Gürbüzer, 1978; Altuntaş ve Cebel, 1990; Söğüt, 2005).

Aşılama yapılan konularda, N'suz kontrol konusuna göre tanedeki azot kapsamlarının % 2.23-74.32 arasında değişen oranlarda artış olduğu belirlenmiştir. En fazla tane azot artışını; Kirazbucağı-1, Beşikli, Karaburç, Karıncak ve Kirazbucağı-2 lokasyonlarında TGA.E.Sam.60-c; Sarıcalı lokasyonunda, TGA.E.Sam.58-a; Beşikli, Koşuköyü ve Geçmiş lokasyonlarında, TGA.E.S.1809 suşları sağlamıştır. Kirazbucağı-1, Sarıcalı, Beşikli, Kirazbucağı-2 ve Geçmiş lokasyonlarında azotlu kontrol konusunu, azotsuz kontrol konusuna göre soya tanelerinin daha düşük N içerdiği belirlenmiştir (Şekil 3). Doğan ve ark. (2007), I. ürün yerfistığı tarımında; farklı bakteri uygulamasının nodül sayısı, nodül ağırlığı ve bitkinin azot içeriğini arttırdığını bildirmişlerdir.



Şekil 3. Farklı lokasyonlarda farklı suşlarla aşılama soyanın N'suz kontrole göre tane N kapsamı artışı (%)

3.2.3. Toprakta kaldırılan toplam N miktarı

Soya tane ürünü ile topraktan kaldırılan toplam azot miktarı ve bu değerler kullanılarak yapılan varyans analiz sonuçları Tablo 5'te verilmiştir. Tablo 5'ten de görüleceği üzere; tüm lokasyonlarda, soya taneleri ile kaldırılan toplam azot değerleri yönünden araştırmada ele alınan konular arasında istatistiksel olarak çok önemli ($P \leq 0.01$) farklılık tespit edilmiştir. Genel olarak tüm lokasyonlarda; farklı suşlarla aşılama soya bitkisinin tanesi ile kaldırılan azot değerleri, kontrol konularına göre daha yüksek bulunmuş ve istatistiksel olarak bir üst grubu oluşturmuşlardır. Lokasyonların ortalaması olarak; suşlarla aşılama parsellerin tane ile kaldırılan N değerleri 23-30 kg da⁻¹ arasında değişim gösterirken, kontrol konularının değeri 12-14 kg da⁻¹ olmuştur. Soya tanesi ile kaldırılan toplam azot kapsamları

bakımından lokasyon ortalamaları baz alındığında, TGA.E.Sam.60-c > TGA.E.S.1809 > TGA.E.S.335 > TGA.E.S.543 > TGA.E.S.649 > TGA.E.Sam.58-a sıralaması ortaya çıkmaktadır (Tablo 5). Aşılama kullanılan suşlar 4-31 kg da⁻¹ arasında değişen seviyelerde bitkiye azot kazancı sağlamıştır (Şekil 4). Azotlu kontrol konusunu genel olarak suşlara göre daha az azot kazancı sağlamıştır. Ersin (1984) ve Cebel ve Altuntaş (1989) yaptıkları çalışmalarında, tane azot kazancı bakımından aşılama yapmanın azotlu gübre uygulamasına göre daha iyi sonuç verdiğini bildirmişlerdir.

4. Sonuçlar

Sera ve tarla denemeleri olmak üzere iki aşamada yürütülen bu çalışmada; sera çalışması sonucunda,

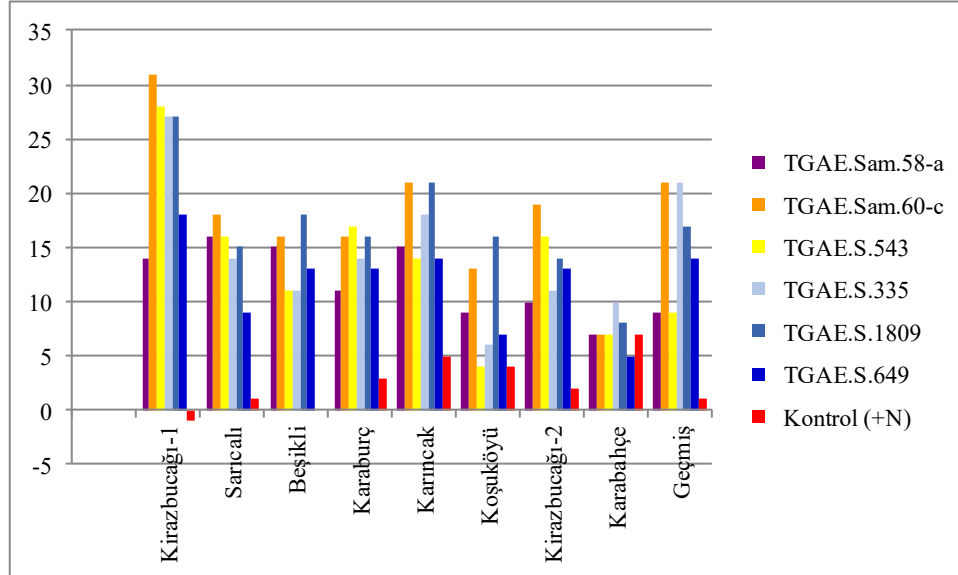
soya tarımı yapılan alandan izole edilen TGAE.Sam.60-c ve TGAE.Sam.58-a suşları ile TGSKMAE koleksiyonunda yer alan TGAE.S.649, TGAE.S.1809, TGAE.S.335 ve TGAE.S.543 suşları; kuru ağırlık ve azot içeriği yönünden etkili suşlar oldukları belirlenmiştir. Adı geçen bu suşlar ile tarla denemeleri yürütülmüş ve çalışmada incelenen parametreler göz önüne alındığında, tarla denemelerine konu olan tüm suşların bitkiye azot sağlama bakımından etkili

oldukları görülmüştür. Çalışma sonucunda, tarla denemesi yürütülen tüm lokasyonlarda, soya tane verimi, tane azot kapsamı ve dekardan kaldırılan toplam azot değerleri yönünden ön plana çıkan TGAE.Sam.60-c ve TGAE.S.1809 suşlarının; Samsun ili soya tarımı yapılan alanlar için en uygun suşlar olduğu saptanmış olup, aşılama materyali hazırlamak gerektiğinde bu iki suşun kullanılması önerilmektedir.

Tablo 5. Lokasyonlara göre farklı suşlarla aşılamanın soyada kaldırılan toplam N kapsamı (kg da⁻¹) ve istatistiksel gruplandırılması⁽¹⁾

Deneme yerleri	TGAE.Sam.58-a	TGAE.Sam.60-c	TGAE.S.543	TGAE.S.335	TGAE.S.1809	TGAE.S.649	Kontrol (+N)	Kontrol (-N)	F değeri
Kirazbucağı-1	25 b	42 a	39 a	38 a	38 a	29 b	10 c	11 c	114.4**
Sarıcalı	20 a	22 a	20 a	18 a	19 a	13 ab	5 bc	4 c	14.1**
Beşikli	22 ab	23 ab	18 b	18 b	25 a	20 b	7 c	7 c	39.7**
Karaburç	16 ab	21 a	22 a	19 a	21 a	18 ab	8 bc	5 c	9.2**
Karıncaç	34 ab	40 a	33 ab	37 a	40 a	33 ab	24 bc	19 c	9.7**
Koşuköyü	22 bc	26 ab	17 cd	19 cd	29 a	20 bc	17 cd	13 d	13.3**
Kirazbucağı-2	19 b	28 a	25 ab	20 b	23 ab	22 ab	11 c	9 c	20.9**
Karabağçe	32 ab	32 ab	32 ab	35 a	33 ab	30 ab	32 ab	25 b	3.1**
Geçmiş	22 abc	34 a	22 abc	34 a	30 ab	27 abc	14 bc	13 c	3.2**
Ortalama	23	30	25	27	28	24	14	12	

⁽¹⁾: Aynı satırda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel açıdan farklılık yoktur, **: P≤0.01 seviyesinde önemli farklılık



Şekil 4. Farklı lokasyonlarda farklı suşlarla aşılamanın soyada N'suz kontrole göre aşılama ile kazanılan azot (kg da⁻¹)

Teşekkür

Bu çalışma; Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından desteklenen proje sonuç raporundan üretilmiştir.

Kaynaklar

- Allen, O.N., 1951. Experiments in Soil Bacteriology. Burgess Publ. Co., Minnesota.
- Allito, B.B., Ewusi-Mensah, N., Alemneh, A.A., 2014. Rhizobia strain and host-legume interaction effects on nitrogen fixation and yield of grain legume: A review. *Molecular Soil Biology*, 6(4): 1-12.
- Altuntaş, S., Cebel, N., 1990. Değişik yerlerden sağlanan nodozite bakteri kültürleri ile aşılamanın soya fasulyesinin verimine ve danelerinin azot kapsamına etkisi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 170, Ankara.
- Anonim, 2017a. Bitkisel Üretim İstatistikleri, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (Erişim tarihi: 04.01.2017).
- Anonim, 2017b. Türkiye Ziraat Odaları Birliği Raporu. <http://www.tzob.org.tr/Bas%C4%B1n-Odas%C4%B1/Haberler/ArtMID/470/ArticleID/1537/Soya-fasulyesi-ekimi-ba%C5%9Fflad%C4%B1> (Erişim tarihi: 04.01.2017).
- Anonim, 2017c. Tarsus Ticaret Borsası, 2015-2016 Yılı Soya Durumu. <http://www.tarsusticaretborsasi.com/DOSYALAR/pdf/SOYA%20RAPORU%202015.pdf> (Erişim tarihi: 03.01.2017).
- Başaran, H., 2000. Nohutta (*Cicer arietinum* L.) bakteri aşılama ve kimyasal ilaç uygulamasının verim ve verim öğelerine etkileri. Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bilen, S., Sezen, Y., 1993. Toprak reaksiyonunun bitki besin elementleri elverişliliği üzerine etkisi: I. Azot, fosfor ve potasyum. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2): 156-166.
- Cebel, N., 1988. Değişik nodül soya bakteri suşlarının değişik soya çeşitlerinin verimine ve bitkilerin toplam azot kapsamına etkisi. Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No: 147, Rapor Seri No: R-71, Ankara.
- Cebel, N., Altuntaş, S., 1989. Tek suşla ve çok suşla hazırlanan nodozite bakterileri kültürlerinin Ankara yöresinde soya ve nohutta dane verimi ve azot kapsamı üzerine etkisi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No: 155, Rapor Serisi No: R-78, Ankara.
- Choudhry, M.A., 2012. Growth, yield and nitrogen content of lentil (*Lens culinaris* Medic) as affected by nitrogen and diquat application. MSc Thesis, Department of Plant Science University of Saskatchewan, Saskatoon.
- Coşkan, A., İşler, E., Küçükyumuk, Z., Erdal, İ., 2009. Isparta koşullarında soyada bakteri aşılamanın nodülasyona ve dane verimine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(2): 17-27.
- Doğan, K., Gök, M., Coşkan, A., Güvercin, E., 2007. Bakteriyel aşılama ile demir uygulamalarının I. ürün yerfistiği bitkisinde nodülasyon ve azot fiksasyonuna etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1): 35-46.
- Dorivar, A.R.D., Pedersen, P., Sawyer, J.E., 2009. Soybean response to inoculation and nitrogen application following long-term grass pasture. *Crop Science*, 49(3): 1058-1062.
- Elkoca, E., Kantar, F., 2001. Baklagillerde simbiyotik azot fiksasyonuna etki eden bazı faktörler. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(2): 197-205.
- Erdoğan, C., Özdemir, S., 1998. Nohut bitkisinin bazı tarımsal özelliklerine gübrelemenin (N, P) ve aşılamanın etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(2): 1-14.
- Ersin, B., 1984. Ege yöresinde nodozite bakteri kültürü ve aşılamanın sera ve tarla koşullarında nohut verimine ve azot kapsamına etkisi. Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Yayınları, Genel Yayın No: 108, Menemen-İzmir.
- Fatima, Z., Zia, M., Chaudhary, M.F., 2007. Interactive effect of *Rhizobium* strains and P on soybean yield, nitrogen fixation and soil fertility. *Pakistan Journal of Botany*, 39(1): 255-264.
- Gök, M., Martin, P., 1993. Farklı *Rhizobium* bakterileri ile aşılamanın soya, üçgül ve fiğde simbiyotik azot fiksasyonuna etkisi. *Doğa-Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 17: 753-761.
- Gök, M., Onaç, I., 1995. Değişik *Bradyrhizobium japonicum* izolatlarının farklı soya çeşitlerinde nodülasyon, N fiksasyonu ve verime etkisi. *Türkiye Toprak İlmi Derneği I. Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu*, Cilt 2, Ankara, s. 247-255.
- Gürbüz, E., 1978. En fazla azot tespit etme özelliği gösteren soya fasulyesi nodozite bakterilerinin seçimi. Toprak Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları No: 78, Rapor Seri No: 12, Ankara.
- Harper, J.E., 1974. Soil and symbiotic nitrogen requirements for optimum soybean production. *Crop Science*, 14(2): 255-260.
- İlisulu, K., 1983. Soyanın Türkiye Ekonomisindeki Yeri ve Önemi. Soya Semineri ve Paneli, Adana.
- İşler, E., Coşkan, A., 2009. Farklı bakteri (*Bradyrhizobium japonicum*) aşılama yöntemlerinin soyada azot fiksasyonu ve tane verimine etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 15(4): 324-331.
- Kacar, B., 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: II. Bitki Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 453, Uygulama Kılavuzu: 155, Ankara.
- Kaçar, O., Çakmak, F., Çöplü, N., Azkan, N., 2004. Bursa koşullarında bazı kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinde bakteri aşılama ve değişik azot dozlarının verim ve verim unsurları üzerine etkisinin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1): 207-218.

- Karaca, Ü.Ç., Uyanöz, R., 2011. Konya yöresinde yetiştirilen fasulye bitkisinin kökünde etkili *Rhizobium*'ların belirlenmesi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(3): 17-24.
- Karadavut, U., Özdemir, S., 2001. *Rhizobium* aşılması ve azot uygulamasının nohutun verim ve verimle ilgili karakterlerine etkisi. *Anadolu-Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 11(1): 14-22.
- Karuç, K., Cebel, N., Altuntaş, S., 1993. Ankara ili Kazan ilçesi topraklarının doğal *Rhizobium* popülasyonu. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Rapor Seri No: R-112, Yayın No: 194, Ankara.
- Keyser, H.H., Li, F., 1992. Potential for increasing biological nitrogen fixation in soybean. *Plant and Soil*, 141: 119-135.
- Kızıloğlu, F.T., 1992. Erzurum yöresinde üretilen yeşil mercimek (*Lens culinaris*) bitkisinin etkili *Rhizobium leguminosarum* suşlarının seçimi üzerine bir araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23(1): 39-51.
- Kouas, S., Slanti, T., Salah, I.B., Abdelly, C., 2010. Eco-physiological responses and symbiotic nitrogen fixation capacity of salt -exposed *Hedysarum carnosum* plants. *African Journal of Biotechnology*, 9(44): 7462-7469.
- Kvien, C.S., Ham, G.E., Lambert, J.W., 1981. Recovery of introduced rhizobium japonicum strains by soybean genotypes. *Agronomy Journal*, 73(5): 900-905.
- Leonard, L.T., 1943. A simple assembly for use in the testing of cultures of rhizobia. *Journal of Bacteriology*, 45(6): 523-527.
- Musyoki, M., Majengo, C., Mutegi, E., Thonar, C., Faye, A., Okalebo, R., Thuita, M., Lesueur, D., Pypers, P., 2003. Increase soybean production through rhizobial inoculation under small-holder conditions in distinct agro-ecological zones of Kenya. Tropical Soil Biology and Fertility Institute of the International Centre for Tropical Agriculture (TSBF-CIAT).
- Öner, T., 2006. Soya Sektör Raporu. <http://www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-84.pdf> (Erişim tarihi: 10.12.2016).
- Özdemir, S., Gök, M., Onaç, I., 1997. Farklı *Rhizobium japonicum* bakterilerinin Ceylanpınar koşullarında değişik soya çeşitlerinde N-fiksasyon etkinliklerine ve verime etkisi. *Anadolu: Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 7(2): 66-73.
- Panchali, K., 2011. Symbiotic nitrogen fixation and seed development of genetically modified soybean in relation to *Bradyrhizobium* inoculation and nitrogen use under acidic and saline dykeland and soil conditions. MSc thesis, submitted to Dalhousie University Halifax, Nova Scotia.
- Patra, R.K., Pant, L.M., Pradhan, K., 2012. Response of soybean to inoculation with Rhizobial strains: Effect on growth, yield, N uptake and soil N status. *World Journal of Agricultural Sciences*, 8(1): 51-54.
- Roughley, R.J., Dart, P.J., 1970. Root temperature and root-hair infection of *Trifolium subterraneum* L. cv. Cranmore. *Plant and Soil*, 32(2): 518-520.
- Serraj, R., Sinclair, T.R., Purcell, L.C., 1999. Symbiotic N-2 fixation response to drought. *Journal of Experimental Botany*, 50(331): 143-155.
- Singleton, P.W., Bohlool, B.B., Nakao, P.L., 1992. Legume response to rhizobial inoculation in the tropics: Myths and realities. In: R. Lal, P.A. Sanchez (Eds), *Myths and science of soils of the tropics*. Soil Science Society of America and American Society of Agronomy, 29: 135-155.
- Söğüt, T., 2005. Aşılama ve azotlu gübre uygulamasının bazı soya çeşitlerinin verim ve verim özelliklerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2): 213-218.
- Tahir, M.M., Abbasi, M.K., Rahim, N., Khaliq, A., Kazmi, M.H., 2009. Effect of *Rhizobium* inoculation and NP fertilization on growth, yield and nodulation of soybean (*Glycine max* L.) in the sub-humid hilly region of Rawalakot Azad Jammu and Kashmir, Pakistan. *African Journal of Biotechnology*, 8(22): 6191-6200.
- Tang, S.D., 1979. Study of the nodulation and nitrogen fixation of soybean in lessive soil. Current Bibliography of Agriculture in China, 5: 1337.
- Van Jaarsveld, C.M., Smit, M.A., Krüger, G.H.J., 2002. Interaction amongst soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] genotype, soil type and inoculants strain with regards to N₂ fixation. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 188(3): 206-211.
- Vincent, J.M., 1970. A Manual for the Practical Study of the Root-Nodule Bacteria. IBP Handbuch No.15, Blackwell Scientific Publication, Oxford-Edinburgh.
- Weber, C.R., 1966. Nodulating and nonnodulating soybean isolines: II. Response to applied nitrogen and modified soil conditions. *Agronomy Journal*, 58(1): 46-49.
- Welch, L.F., Boone, L.V., Chambliss, C.G., Chirtiansen, A.T., Mulvaney, D.L., Oldham, M.G., Pendleton, J.W., 1973. Soybean yields with direct and residual nitrogen fertilization. *Agronomy Journal*, 65(4): 547-550.
- Yaman, M., Cinsoy, A.S., 1996. Soya fasulyesi tarımında yüksek azot bağlayan *Rhizobium* bakterisi (*Rhizobium japonicum*) suşlarının saptanması. *Anadolu*, 6(1): 84-96.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metotları. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No: 121, Ankara.