

Farklı Yerfıstığı Çeşitlerinde Bakteri Aşılması ve Demir Uygulamasının Nodülasyon ve Verime Etkisi

Ziraat Fakültesi Dergisi,
Cilt 17, Sayı 1,
Sayfa 34-39, 2022

Esin GÜVERCİN*¹, Mustafa GÖK¹

Journal of the Faculty of Agriculture
Volume 17, Issue 1,
Page 34-39, 2022

Özet: Farklı yerfıstığı çeşitlerinde bakteri aşılması ve demir uygulamalarının nodülasyon ve verime etkisini araştırmak amacıyla yapılan bu çalışma, Adana ili, Ceyhan İlçesi Altıkara köyünde 2 yıl süreyle yürütülmüştür. Araştırmada, 1. ürün olarak NC-7, Halisbey, Arioğlu 2003 ve Osmaniye 2005 yerfıstığı çeşitleri kullanılmıştır. Denemede üç farklı demir sülfat dozu (Fe0, Fe1: 5 kg Fe/da, Fe2: 10 kg Fe/da) ve 2 farklı bakteri uygulaması (B0: aşılmasız; B1: 380 nolu *R. leguminosarum* suşuyla aşılansız) yapılmıştır. Birinci ürün olarak ekilen yerfıstığı bitkisinin çiçeklenme döneminde kök ve yeşil aksam örnekleme; hasat döneminde ise kök, yeşil aksam ve dane örnekleme yapılmıştır. Sonuçlar gerek 1. yıl gerekse 2. yıl bitkilerde nodül oluşumu olmadığını göstermiştir. Dolayısıyla nodülasyon, biyomas ve çeşitli aksamın N içeriklerinde bakteri aşılmasına bağlı herhangi bir etki de görülmemiştir. Demir uygulamasına bağlı olarak ise incelenen parametrelerde çiçeklenme ve hasat dönemine ve denemede kullanılan yerfıstığı çeşitlerine bağlı olarak farklı etkiler görülmüştür. İncelenen parametreler açısından kullanılan çeşitlere göre değişen farklılıklar belirlenmiştir. Meyve verimi açısından Halisbey çeşidi 1. yıl en yüksek verim değeri gösterirken (694 kg/da) bunu Osmaniye 2005 (686 kg/da) ve Arioğlu 2003 (644 kg/da) izlemiş, 2. yıl ise her üç çeşit de 700-721 kg/da arasında verim değeri göstermiş, NC-7'den 1. yıl 457 kg/da, 2. yıl 458 kg/da verim alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biyolojik azot fiksasyonu, nodülasyon, baklagil, çeşit

Effect of Bacteria Inoculation and Iron Application Rates on Nodulation and Yield of Different Peanut Varieties

Abstract: This research was carried out two consecutive years in Adana-Ceyhan province at Cukurova Region to determine the effect of bacteria inoculation and iron applications on nodulation and yield of different peanut varieties. NC-7, Halisbey, Arioğlu 2003, Osmaniye 2005 varieties were used as first crop. Three different iron rates of Fe₂SO₄ (Fe0, Fe1: 50, Fe2: 100 kg ha⁻¹) were applied and two bacteria treatment (B0: without inoculation, B1: *R. leguminosarum*-380 inoculated) were used in the experiments. Root, shoot and nodule sampling were done during the flowering stage of first crop peanut whereas root, shoot samplings and yield determination were done during harvest. In both years results showed that nodule formation did not occur in the plants. Therefore, no significant effects were observed in N contents of nodulation, biomass, and various plant parts due to bacteria inoculation, either. In terms of iron application, however, different effects were found in the parameters evaluated, depending on flowering stage, harvest time, and the pistachio variety used in the study. Differences were observed in the parameters of interest depending on the variety. Halisbey variety had the highest yield (6940 kg ha⁻¹), followed by Osmaniye 2005 (6860 kg ha⁻¹) and Arioğlu 2003 (6440 kg ha⁻¹) in the first year of the experiments whereas yield varied in the range of 7000-7210 kg ha⁻¹ in all three varieties in the second year while NC-7 had a yield of 4570 kg ha⁻¹ in the first year and 4580 kg ha⁻¹ in the second year.

Keywords: Biological nitrogen fixation, nodulation, legume, variety

*Sorumlu yazar (Corresponding author)
esingüvercin@gmail.com

Alınış (Received): 17/03/2022
Kabul (Accepted): 24/05/2022

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Torpak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü,
Adana, Türkiye.

1. Giriş

Dünyanın birçok ülkesinde yoğun olarak üretimi yapılan yerfıstığı, gerek insan beslenmesinde, gerekse hayvancılıkta ve sanayinin çeşitli dallarında geniş oranda kullanım alanı bulmakta, ülkemizde daha çok çerezlik olarak tüketilmektedir (Güzel 1986). Yerfıstığı, ülkemiz koşullarında ikinci ürün olarak yetişebildiği için ülke ekonomisine de katkılar sağlamaktadır. Özellikle, Akdeniz kıyı bölgelerinde, iklim faktörlerinin de uygun olması göz önüne alınırsa, ikinci ürün olarak yetiştirilen birçok bitkiye alternatif olarak, üretiminin rahatlıkla yapılabileceği, birçok çalışma ile ortaya konmuştur (Arioğlu 1999; Gök ve vd., 2004; Gök vd., 2005). Yerfıstığı, protein içeriğinin yüksek olması yanında, kök-nodül bakterileri ile olan simbiyotik yaşam sonucu havanın serbest azotunu toprağa bağlama özellikleri ile de ayrı önem taşımaktadır. Bakteri aşılması yapılması durumunda bağlanan azot 5-15 kg N/da'ı bulmaktadır. Bu miktar, özellikle ekolojik koşullara uygun bakteri suşları ile aşılama ve uygun bitki çeşitleri seçimi ile daha da artabilmektedir (Kahnt 1985; Gök ve Martin 1993). Fiksasyonun başarısında aşılama şekli dahi önemli olabilmektedir (İşler ve Coşkan 2009). Biyolojik azot fiksasyonunun yararı, mineral azot girdisini azaltarak daha ucuz yolla toprağa azot kazandırmanın yanında mineral azotun neden olabileceği çevre sorunlarının (toprak, su ve hava kirlenmesi) boyutunu da bir ölçüde azaltmaktadır. Bu nedenle mineral gübre kullanımının son derece fazla olduğu günümüzde, atmosferde bulunan moleküler azotu mikroorganizmalar aracılığı ile toprağa bağlamak, gerekli görüldüğü durumlarda ve gerekli miktarlarda azot gübrelemesi yapmak daha doğru bir yaklaşımdır (Beasley, 1990; Lemon ve Lee 1995; Whity 2003). Bu durum dikkate alınmadan yapılan azotlu gübreleme sonucu azot fiksasyonunda görev yapan nitrogenaz enzimi ve dolayısıyla rhizobial infeksiyon gerilemektedir (Xingdong vd., 2004). Ancak azot fiksasyonunun olabilmesi için etkili bakterilerin ya toprakta bulunması ya da aşılama ile verilmesi gerekmektedir (Gök vd., 2005; Whity, 2003). Baklagillerde bütün bu sözü edilen işlemler köklerde nodül denilen yumrucuklarda oluşmaktadır. Bitkide azot üretim birimi olarak görev yapan nodüllerin oluşmaları ve fiksasyonlarını yerine getirebilmeleri hem makro hem de mikro symbiontların genetik yapısının yanı sıra ortam koşulları (pH, sıcaklık, ışık, su, toprağın biyolojik ve fiziksel özellikleri, besin maddeleri durumu) ile de çok yakından ilgilidir. Biyolojik azot fiksasyonunun artırılması genetik manipülasyon (Ahmad vd.,1988) ve ıslah çalışmaları ile artırılması yanı sıra, uygun ortam koşullarının sağlanması ve ideal bitki tiplerinin ortaya çıkarılması önem arz etmektedir (Sprent, 2001; Adjei vd., 2002; ILDIS, 2003; Goormachting vd., 2004). Kalsiyum tuzlarının özellikle asit topraklarda nodül oluşumuna, büyüklüğüne, sayısına ve konukçu bitkinin protein içeriğine olumlu etkisi olmaktadır. Ayrıca kalsiyum iyonları fosfor (P), bor (B) ve molibden (Mo)'in konukçu bitki tarafından alınmasına

olumlu yönde etki etmektedir. Magnezyumun baklagillerde nodül oluşumunu ve N₂- fiksasyonunu artırdığı saptanmıştır. Demir (Fe) ise bakteriodlerde N₂ - fiksasyonunda rol oynayan proteinlerin yapısında yer almaktadır. Fe ve Mo nitrogenazın yapısında bulunduğu için N₂-fiksasyonunu doğrudan etkilemektedir (Vincent, 1982; Werner, 1987; Durrant, 2001) ve azot bağlayan her bakteri, fiksasyon boyunca molibdene ihtiyaç duymaktadır. Optimum koşullarında toprakta 10-15 ppm Mo yonca için, 4-8 ppm Mo yeraltı üçgülü için yeterli bulunmuştur (FAO, 1982; Kızıloğlu, 1995). Doğan vd. (2007), yerfıstığı bitkisinde bakteriyel aşılama ile demir uygulamalarının nodülasyon ve bitki azot alımına etkisini araştırmak amacıyla, Çukurova koşullarında ekimi fazla yapılan NC-7 ve ÇOM çeşitlerini 378 ve 380 nolu bakteri suşlarını kullandıkları çalışmalarında, bakteri uygulamalarının, bitkinin azot içeriğini ve nodülasyon durumlarını artırdığını, nodül sayısı ve nodül ağırlığı değerlerini istatistiksel olarak artırdığını, 380 nolu suş ve ÇOM çeşidinin parametreler yönünden daha etkin olduğunu belirlemişlerdir. Gök vd. (2003) yaptıkları çalışmalarında ise farklı *Rhizobium* spp. ile aşılamanın kontrollü koşullarda farklı demir ve molibden dozları uygulamalarında yerfıstığı bitkisinde (NC-7) nodül oluşumu, biyomas oluşumu ve N₂-fiksasyonuna etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, bakteri aşılmasının bitkide nodül sayısını belirgin biçimde etkisinin olmadığını; ancak, bazı bakterilerin ortalama nodül ağırlığı ve buna bağlı olarak bitki başına nodül ağırlığını önemli derecede artırdığını ortaya koymuşlardır. Fe ve Mo uygulamaları da gerek nodül sayısı gerekse nodül ağırlığını önemli derecede artırmıştır. Biyomas oluşumu bakımından bakteri aşılmasının etkisi, kök gelişiminde görülmüştür.

Yürütülen bu çalışmada, daha önce yürütülen tarama çalışmalarında nodül oluşumu gözlenmeyen Ceyhan ovasındaki seçilen bölgede yerfıstığı ekimi yapılmış, bakteri aşılması ve demir uygulamasının nodülasyona ve verime etkisinin olup olmayacağı araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Arazi denemesi, Adana ili Ceyhan ilçesi Altıkara köyü sınırlarında, çiftçi tarlasında kurulmuş ve uygulamalar 2 yıl boyunca yürütülmüştür. Çalışmada, NC-7, Osmaniye 2005, Halisbey ve Arioğlu 2003 yerfıstığı çeşitleri kullanılmıştır. Çeşitler I. ürün olarak ekilmiş ve denemede Fe uygulaması da yapılacağından, Fe'ye farklı toleransları bulunan çeşitler seçilmiştir. Deneme alanı birinci yıl 37°01'58" enlem 35°45'21,27" boylam ikinci yıl 37°00'57,65" enlem 35°45'14,41" boylam koordinatları arasındadır. Deneme topraklarının özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Deneme, 4 Çeşit x 2 Bakteri x 3 Demir x 3 tekerrür olmak üzere, her biri 2.1 m x 5 m olan toplam 72 parselde, Bölünmüş Bölünen Deneme Desenine göre kurulmuştur. Bloklar arasında 3 m, parseller arasında 1 metre boşluk

Tablo 1. Her iki yıldaki deneme topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

	Tekstür sınıfı	pH (1:5 H ₂ O)	Org. Mad. (%)	Tuz (%)	CaCO ₃ (%)	P ₂ O ₅ (kg/da)	K ₂ O (kg/da)	NH ₄ -N (mg/kg)	NO ₃ -N (mg/kg)	Fe (mg/kg)
1. yıl	C	7.65	1.94	0.25	20.4	7.30	95.4	4.83	38.7	6.26
2. yıl	C	7.87	1.89	0.32	19.2	6.38	82.6	4.02	32.5	4.12

birakılmış, sıra üzeri 20 cm sıra arası 70 cm olacak şekilde ekim yapılmıştır. Bakteri uygulamaları B0: bakteri uygulamasız ve B1: 380 nolu *Rhizobium leguminosarum* suşu; fıstık çeşitleri Ç1: NC-7, Ç2: Osmaniye 2005, Ç3: Halisbey ve Ç4: Arıoğlu 2003; demir dozları Fe0: demir uygulamasız, Fe1: 5 kg Fe/da ve Fe2: 10 kg Fe/da (Fe₂SO₄) olarak seçilmiştir. Yerfıstığı birinci ürün olarak yetiştirilmiş, birinci yılda 02 Mayıs 2006 tarihinde, ikinci yılda 08 Mayıs 2007 tarihinde ekim yapılmıştır. Denemede 8 kg/da P₂O₅ olacak şekilde DAP (18-46) taban gübresi olarak uygulanmıştır. Yapılan gübreleme dışında ayrıca teşvik N gübrelenmesine gerek duyulmamıştır. Denemede kullanılan demirin kaynağı olarak Fe₂SO₄ (% 18 Fe) kullanılmış, şelatlamayı sağlamak amacıyla uygulanacak miktar yaklaşık 12 kg çiftlik gübresi ile karıştırılarak verilmiştir. Denemede kullanılan *Rhizobium leguminosarum* bakteri suşu Yeast Mannitol Agar (YMA) besi ortamında (Jordan,1984) gençleştirilmiş ve sıvı besi yerinde üretilerek tohumlara aşılanmıştır. Denemede çiçeklenme ve hasat döneminde örneklemeler yapılmıştır. Alınan örnekler 65 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş, analitik terazi ile ağırlıkları belirlenmiştir. Protein içerikleri Kjeldahl yöntemiyle (Bremner, 1965) belirlenen azot kapsamalarının 6.25 katsayısı ile çarpımı yoluyla bulunmuştur. Ayrıca belirlenen biyomas değerleri ile azot konsantrasyonlarının çarpımı ile bitkideki toplam azot miktarı da belirlenmiştir. Deneme toprağının analizleri Güvercin (2009) tarafından detayları bildirilen yöntemler kullanılarak yapılmıştır. Veriler MSTAT-C paket programı yardımıyla (Crop and Soil Sciences Department, Michigan State University, Version 1.2) varyans analizine tabii tutulmuş, Bek (1983)'e göre Duncan testi uygulanarak gruplandırılmıştır. Varyans analizleri bölünmüş bölünen parseller deneme deseni modeli kullanılarak hazırlanmıştır.

3. Bulgular

3.1 Çiçeklenme dönemi sonuçları

Denemenin 1. ve 2. yıl çiçeklenme döneminde, biyomas ağırlıkları, nodülasyon durumu ve topraktan kaldırılan azot miktarını gösteren değerler sırasıyla Tablo 2, 3 ve 4'te verilmiştir.

Bakteri aşılmasının çiçeklenme döneminde bitkinin yeşil aksam ağırlığı üzerine etkisi olmamıştır. Demir uygulaması birinci yılda etkili olmuş, Fe1 uygulamasında 985 kg/da ile en yüksek değer belirlenmiştir. Birinci yılda NC-7 çeşidinden 1032 kg/da ile en yüksek ortalama biyomas değeri elde edilirken diğer çeşitler arasında fark

belirlenmemiştir. Birinci yılda belirlenen istatistiki farklar ikinci yılda ve iki yıllık ortalamalarda görülmemiştir.

Tablo 2. Çiçeklenme döneminde belirlenen kök + yeşil aksam ağırlık ortalamaları (kg/da)

Uygulama	Birinci yıl	İkinci yıl	Ortalama
Bakteri			
B0	940	1068 b	1004
B1	947	1108 b	1028
Demir			
Fe0	949 ab	1022	986
Fe1	985 a	1106	1046
Fe2	898 b	1054	976
Çeşit			
NC7	1032 a	1140	1086
Osmaniye 2005	924 b	1091	1008
Halisbey	924 b	1083	1004
Arıoğlu 2003	895 b	1038	967

Tablo 3. Çiçeklenme döneminde belirlenen nodül sayıları (adet/bitki)

Bakteri	Demir	NC7	Osmaniye 2005	Halisbey	Arıoğlu 2003	Ort.
B0	F0	0	0	0	0	0
	F1	0	6	0	18	6
	F2	6	0	0	9	4
	ort.	2	2	0	9	3
B1	F0	10	7	0	0	4
	F1	9	0	0	14	6
	F2	8	0	0	8	4
	ort.	9	2	0	7	5
Ortalama		6	2	0	8	

Tablo 4. Çiçeklenme döneminde belirlenen bitkideki azot miktarları (kg/da)

Uygulama	Birinci yıl	İkinci yıl	Ortalama
Bakteri			
B0	29.3	33.2 B	31.3
B1	28.6	35.0 A	31.8
Demir			
Fe0	28.2	34.5	31.4
Fe1	30.5	35.2	32.9
Fe2	28.1	32.6	30.4
Çeşit			
NC7	30.8	34.4	32.6
Osmaniye 2005	29.5	34.9	32.2
Halisbey	28.2	35.2	31.7
Arıoğlu 2003	27.2	31.8	29.5

Denemenin birinci yılında, toplam 72 parselden sadece 21 tanesinde nodüle rastlanırken (Tablo 3) ikinci yılda parsellerin hiçbirinde nodülasyon görülmemiştir.

Nodülasyon sonuçları (Tablo 3) bölgede etkin azot fiksasyonunun gerçekleşmediğini ortaya koymuş, birçok

uygulamada hiç nodül oluşumu gerçekleşmemiştir. Nodül oluşumu yönünden çeşitler arasında farklar bulunmuştur. Bu durum uygun bitki çeşitleri seçiminin biyolojik azot fiksasyonu üzerine etkili olduğu bulgusu (Gök ve Martin 1993; Kahnt 1985) ile ilgili olduğu değerlendirilmiştir. Çeşitler arasında Halisbey çeşidinde hiçbir koşulda nodül oluşmadığı, Arioğlu 2003 çeşidinde ise hem aşılı hem aşısız durumda diğer çeşitlerden daha fazla nodül oluşumu sağladığı belirlenmiştir. Genel ortalamalar itibarıyla bakteri aşılmasının etkisi çok belirgin olmamış, yer fıstığında etkin olduğu bilinen susla aşılamanın etkili olmaması problemin çözümü için başka faktörlerin incelenmesi gerektiğini işaret etmiştir. Demir dozlarının etkisi de çeşitlere bağlı olarak farklı olmuş, genelde F1 dozu daha etkili bulunmuştur. F1 dozunun diğerlerinden daha etkili olduğu bulgusu kaldırılan azot miktarları değerleri (Tablo 4) tarafından desteklenmekte olup en yüksek kaldırılan azot miktarı demirin F1 dozunda belirlenmiştir. Bakteri aşılmasının etkisi birinci yılda görülmezken ikinci yılda bakteri aşılması istatistiki olarak ($P<0.05$) daha fazla azot miktarı değerleri vermiştir. Kaldırılan azot miktarı yönünden yerfıstığı çeşitleri arasında da farklar belirlenmiş ancak bu farkların istatistiki olarak önemli olmadığı görülmüştür ($P>0.05$).

3.2. Hasat dönemi sonuçları

Hasat döneminde belirlenen kök + yeşil aksam ortalama ağırlıkları, tane verimi, tane azot kapsamı ve kök + yeşil aksam + tane ile kaldırılan azot miktarları değerleri sırasıyla Tablo 5, 6, 7 ve 8'de verilmiştir.

Tablo 5. Hasat döneminde belirlenen kök + yeşil aksam ağırlık ortalamaları (kg/da)

Uygulama	Birinci yıl	İkinci yıl	Ortalama
Bakteri			
B0	1088 a	1005	1047
B1	839 b	966	903
Demir			
Fe0	1027 a	974	1001
Fe1	943 b	973	958
Fe2	1067 a	1009	1038
Çeşit			
NC7	986 b	1158 a	1072
Osmaniye 2005	1170 a	973 ab	1072
Halisbey	902 c	904 b	903
Arioğlu 2003	992 b	907 b	950

Hasat dönemi bitki ağırlıkları (Tablo 5) literatürde yer alan çok sayıda olumlu etkinin aksine bakteri aşılmasından olumsuz etkilenmiştir. Bu olumsuz etki birinci yılda istatistiki düzeyde önemli ($P<0.05$), ikinci yılda ise önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. Diğer yandan Coşkan vd. (2004) kaynakların yetersiz olması halinde simbiyotik ilişkinin olumsuz sonuçlar doğurabileceğini bildirmiştir. Burada görülen olumsuz etkinin kaynağının belirlenmesine yönelik yeni araştırmalar planlanmış ancak henüz bir sonuca ulaşamamıştır. Demir uygulamasının birinci dozu

biyomas ağırlığını her iki yılda da azaltmıştır. Birinci yılda çeşitler arasında en yüksek biyomas verimi Osmaniye 2005 çeşidinden elde edilirken en düşük değer Halisbey çeşidinde görülmüştür. İkinci yılda ise en yüksek değer NC-7 çeşidinde belirlenmiştir. Dane veriminde de birinci yılda değerler bakteri uygulaması ile azalmış, ikinci yılda ise artmıştır (Tablo 6). İkinci yılda belirlenen, biyomas verimindeki azalmaya rağmen tane veriminde artış istenilen bir durum olsa da, bu artış istatistiki olarak önemli değildir.

Tablo 6. Hasat döneminde belirlenen tane verimi değerleri (kg/da)

Uygulama	Birinci yıl	İkinci yıl	Ortalama
Bakteri			
B0	624	639	632
B1	617	657	637
Demir			
Fe0	569 b	622	596
Fe1	663 a	665	664
Fe2	630 a	656	643
Çeşit			
NC7	457 c	458 b	458
Osmaniye 2005	686 ab	700 a	693
Halisbey	694 a	712 a	703
Arioğlu 2003	644 b	721 a	683

Tablo 7. Hasat döneminde belirlenen tane azot içeriği (%)

Uygulama	Birinci yıl	İkinci yıl	Ortalama
Bakteri			
B0	4.45	4.37	4.41
B1	4.39	4.45	4.42
Demir			
Fe0	4.35	4.35	4.35
Fe1	4.53	4.36	4.45
Fe2	4.38	4.53	4.46
Çeşit			
NC7	4.45	4.56	4.51
Osmaniye 2005	4.29	4.32	4.31
Halisbey	4.55	4.44	4.50
Arioğlu 2003	4.40	4.33	4.37

Tablo 8. Hasat döneminde belirlenen kök+yeşil aksam+tane azot miktarları toplamı (kg/da)

Uygulama	Birinci yıl	İkinci yıl	Ortalama
Bakteri			
B0	60.4	46.7	53.6
B1	52.7	47.8	50.3
Demir			
Fe0	54.4 b	46.2	50.3
Fe1	56.8 ab	46.3	51.6
Fe2	60.7 a	49.3	55.0
Çeşit			
NC7	48.7 b	44.4	46.7
Osmaniye 2005	63.5 a	49.0	56.3
Halisbey	57.5 a	49.0	53.3
Arioğlu 2003	59.5 a	46.6	53.1

Demir uygulamaları birinci yılda verimde artış sağlamış, ikinci yılda uygulamalar arasında istatistiki fark

görülmemiştir. Çiftçi düzeyinde en fazla üzerinde durulan tane verimi değerleri dikkate alındığında birinci yılda Halisbey çeşidinin, ikinci yılda ise NC-7 dışında tüm çeşitlerin daha fazla verim sağladığı görülmüştür. Azot içerikleri bakımından uygulamalar arasında istatistiki farklar görülmemiştir (Tablo 7). Diğer taraftan birinci yılda verimde artış olmasına rağmen azot içeriğinde anlamlı azalma olmayışı olumlu bir etkidir.

Tane azot içeriğine (Tablo 7) benzer biçimde tüm aksamlarca (kök + yeşil aksam + tane; Tablo 8) kaldırılan toplam azot içeriklerinde de istatistiki farklar görülmemiştir ($P < 0.05$).

4. Tartışma ve Sonuçlar

Farklı yerfıstığı çeşitlerinde demir uygulaması ile birlikte bakteri aşılmasının biyolojik azot fiksasyonuna ve demir alımına etkilerini belirlemek amacıyla yürütülen bu çalışma sonuçlarından genel olarak bakteri aşılmasının beklenen düzeyde infeksiyonu artırmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Oysa yürütülen birçok çalışmada bakteri aşılmasının infeksiyonu çok belirgin biçimde artırdığı net biçimde gösterilmiştir (Biren, 2002; İşler ve Coşkan, 2009). Aşılmanın infeksiyonu artırmaması, toprakta ilgili mikroorganizmanın bulunmayışından değil, etkin infeksiyonun gelişmesi için uygun şartların (FAO, 1982) mevcut olmayışından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim bakteri aşılması yapılmayan uygulamalarda Fe uygulamaları infeksiyon üzerinde etkili olmuştur. Yerfıstığı bitkisinin demir noksanlığına karşı hassas olduğu ve bazı çeşitlerin demir noksanlığına toleransının daha yüksek olduğu bilinmektedir (Arioğlu, 1999). Bu durumun bakteri infeksiyonu ile ilişkisi araştırılmamış olmakla beraber, bazı çeşitlerde demir uygulamasına bağlı olarak infeksiyonun artması arada bir ilişki olabileceğine işaret etmektedir. İnfeksiyon oranlarında istatistiki farklar olmamasına rağmen, denemenin ikinci yılında çiçeklenme döneminde belirlenen bitkideki azot miktarlarındaki artış, büyük olasılıkla rhizobium bakterisinin PGPR özelliğinden (Jawad ve Coşkan, 2019) kaynaklanmaktadır. Demir uygulamalarının birinci dozu hem kontrole hem de demirin ikinci dozuna kıyasla azot miktarlarını artırmıştır. İstatistiki olarak önemli olmamasına rağmen bu sonuç, demirin daha düşük dozu ile ilave çalışmalar yapılması gerektiğine işaret etmektedir. Çiftçi düzeyinde en önemli parametre durumunda olan verim üzerine de bakteri aşılması etkili olmamıştır. Demir uygulamaları ise birinci yılda verimi istatistiki olarak artırmıştır. İkinci yılda da artış gözlenmiş olmakla beraber varyasyonun yüksek olması nedeniyle bu artış istatistiki olarak anlamlı değildir. Çeşitler arasında da verim farkları oldukça belirgin olmuş, bu bölge için Halisbey çeşidinin seçilmesinin yararlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmanın işaret ettiği en önemli sonuç, bölgede infeksiyon ile ilgili bir problem olabileceğini gösteren nodül sayıları sonucudur. Bu nedenle bölgede problemi tanılamaya yönelik daha

kapsamlı ve kontrollü koşullarda denemelerin yürütülmesi gerektiği açıktır.

Teşekkür

Bu çalışmayı ZF-2006-D-17 numaralı proje ile destekleyen Çukurova Üniversitesi Araştırma Projeleri Birimine teşekkür ederiz ve bu çalışma doktora tezinden hazırlanmıştır.

Yazar Katkı Oranları

Yazarlar bu çalışmanın hazırlanmasında eşit derecede katkı sunmuşlardır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Bu çalışmanın yazarları olarak herhangi bir çıkar çatışması beyanımız bulunmadığını bildiririz.

Etik Kurul Onayı

Bu çalışmanın yazarları olarak herhangi bir etik kurul onay bilgileri beyanımız bulunmadığını bildiririz.

Kaynakça

- Adjei, M. B., Quesenberry, K. H., & Chambliss, C. G. (2002). Nitrogen fixation and inoculation of forage legumes. *University of Florida. Ifas Extension. USA*.
- Ahmad, S., Rafey, A., Singh, R. K., & Verma, U. K. (1986). Response of groundnut varieties to different spacing. *Indian Journal of Agronomy, 31*(3), 248-251.
- Arioğlu, H. (1999). Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı. *ÇÜ Ziraat Fakültesi Yayın, Genel Yayın No: 220, Adana, Türkiye*.
- Beasley, J. P. (1990). Peanut growth and development. *University of Georgia College of Agriculture*.
- Bek, Y. (1983). Araştırma ve Deneme Metotları. *ÇÜ Ziraat Fakültesi Yayınları, Adana, Ders ve Yardımcı Ders Kitapları, Yayın No 92, Adana, Türkiye*.
- Biren, S. (2002). Bakteri (*Bradyrhizobium japonicum*) Aşılmasının Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (KKTC) Koşullarında Soya (*Glycine max. L.*) Bitkisinde Nodülasyona ve Tane Verimine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bremner, J. M. (1965). Organic nitrogen in soils, in: Black, C. A. (eds.), *Soil nitrogen* (pp 93-149). *Agronomy Monographs*.
- Coşkan, A., Gök, M., Onaç, I., & Ortaş, İ. (2004). Einfluss von Mycorrhiza und Rhizobium beimpfung bei Sojabohne (*Glycine max. L.*) auf Knöllchenbildung, Mycorrhiza-Infektion, Trockenmasse sowie N- und P-Aufnahme. In *Symposium Ergebnisse Deutsch-Türkischer Agrarforschung, 24*, 133-139.
- Doğan, K., Mustafa, G., Coşkan, A., & Güvercin, E. (2007). Bakteriyel aşılama ile demir uygulamalarının 1. ürün yerfıstığı bitkisinde nodülasyon ve azot fiksasyonuna etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi, 2*(1), 35-46.
- Durrant, M. C. (2001). Controlled protonation of iron-molybdenum cofactor by nitrogenase: a structural and

- theoretical analysis. *Biochemical Journal*, 355(3), 569-576.
- Food and Agriculture Organization (FAO), (1982). Application of Nitrogen-Fixing Systems in Soil Management. Erişim address <http://www.fao.org/3/ar126e/ar126e.pdf>
- Goormachtig, S., Capoen, W., & Holsters, M. (2004). Rhizobium infection: lessons from the versatile nodulation behaviour of water-tolerant legumes. *Trends in plant science*, 9(11), 518-522.
- Gök, M., Coşkan, A., Doğan, K., & Arıoğlu, H. (2003). Bakteriye aşılama ile demir ve molibden uygulamalarının yerfıstığı bitkisinde nodülasyon ve biyomas oluşumuna etkisi. Gelişme Raporu Proje No: ZF2002BAP75.
- Gök, M., Doğan, K., Coşkan, A., & Arıoğlu, H. (2004). Bakteriye aşılama ile demir ve molibden uygulamalarının yerfıstığı bitkisinde nodülasyon ve biyomas oluşumuna etkisi. *3. Ulusal Gübre Kongresi Tarım Sanayi Çevre*, 11(13), 909-920.
- Gök, M., Doğan, K., Coşkan, A., & ARIOĞLU, H. (2005). Yerfıstığı bitkisinde bakteriyel aşılama ile demir ve molibden uygulamalarının nodülasyon, N₂-fiksasyonu ve verime etkisi. *IV. Tarım Kongresi Bildiri Kitabı*, 21(23), 844-852.
- Gök, M., & Martin, P. (1993). Farklı Rhizobium bakterileri ile aşılamanın soya, üçgül ve fiğde simbiyotik azot fiksasyonuna etkisi. *Journal of Agricultural and Forestry*, 17, 753-761.
- Goormachtig, S., Capoen, W., & Holsters, M. (2004). Rhizobium infection: lessons from the versatile nodulation behaviour of water-tolerant legumes. *Trends in Plant Science*, 9(11), 518-522.
- Güvercin, E. (2009). Farklı yerfıstığı çeşitlerinde bakteri aşılması ve demir uygulamasının nodülasyon ve verime etkisi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Güzel, E. (1986). Çukurova bölgesinde yerfıstığının sökülme ve harmanlanmasının mekanizasyonu ve bitkinin mekanizasyona yönelik özelliklerinin saptanması üzerine bir araştırma. *Türkiye Zirai Donatım Kurumu Mesleki Yayınları*, 47, 1-18.
- International Legume Database & Information Service (ILDES), (2003). KKEW, <http://www.botanical.com/botanical/mgmh/b/broom-70.html>. 9 p.
- İşler, E., & Coşkan, A. (2009). Farklı bakteri *Bradyrhizobium japonicum* Aşılama yöntemlerinin soyada azot fiksasyonu ve tane verimine. *Journal of Agricultural Sciences*, 15(4), 324-331.
- Jawad, A. A., & Coşkan, A. (2019). Influence of bacteria isolated from different ecological zone of Turkey on maize growth and nutrient uptake. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(2), 115-120.
- Jordan, D. C. (1984). Rhizobiaceae, in: Krieg, N. R., Holt, J. G., Murray, R. G. E., Brenner, D. J., Bryant, M. P., Moulder, J. W., Pfennig, N., Sneath, P. H. A., Staley, J. T. (eds.), *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Williams and Wilkins Company.
- Kahnt, G. (1985). Welchen Vorfruchtwert haben Körnerleguminosen. *DLG Mitteilungen*, 3, 138-140.
- Kızıloğlu, T. (1995). Toprak Mikrobiyolojisi ve Biyokimyası. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No 180*.
- Lemon, R. G., & Lee, T. A. (1995). Production of virginia peanuts in the rolling plains and southern high plains of Texas. *Texas FARMER Collection*. The A&M University System, Texas.
- Sprent, J. I. (2001). Nodulation in legumes. Kew: Royal Botanic Gardens.
- Vincent, J. M. (1982). Nitrogen fixation in Legumes. Academic Press, Sydney.
- Werner, D. (1987). Pflanzliche und Mikrobielle Symbiosen. Georg Thieme Verlag Stuttgart. New York.
- Whity, E. B. (2003). Producing Peanuts for Home Use. The Cooperative Extension Service. Institute Food and Agricultural Science. University of Florida.
- Xingdong, L., Yongshan, W., & Gaoying, Z. (2004). Influence of N Fertilizer on the Nitrogenase Activity (NA) in Nodules and the Nitrate reductase Activity (NRA) in Leaves of Summer Sowing Peanut. College of Agronomy, Shandong Agricultural University, Taian 271018, China.