

**DEĞİŞİK AZOT FORMLARI VE DEMİR UYGULAMASININ YERFİSTİĞİ
BİTKİSİNİN KURU MADDE MİKTARI, AKTİF VE TOPLAM DEMİR
KAPSAMLARINA ETKİSİ**

Sait GEZGİN*

Ziya DURUCAN**

ÖZET

Bu çalışma, artan dozlarda uygulanan NH_4^+ ve NO_3^- azotu ile demirin sera koşullarında kireçli bir toprakta yetiştirilen yerbıstığı bitkisinin kuru madde, aktif ve toplam demir kapsamlarına etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar şu şekilde sıralanabilir :

1. Yerbıstığı bitkisinin kuru madde miktarı, aktif ve toplam demir kapsamı NH_4^+ -N'u uygulanan muamelelerde NO_3^- -N'u uygulananlara göre daha yüksek olmuştur.

2. Demir dozlarının ortalaması olarak, azot uygulaması bitkinin kuru madde miktarını azaltmıştır. Bu azalma, uygulanan NO_3^- -N'u artışına paralellik göstermektedir.

3. Azot dozlarının ortalaması olarak, her iki azot formunda da kuru madde miktarı bakımından demir dozları, $\text{Fe}_2 > \text{Fe}_3 > \text{Fe}_1 > \text{Fe}_0$ şeklinde sıralanmaktadır.

4. Bitkinin aktif demir kapsamı, demir dozlarının ortalaması olarak, uygulanan NH_4^+ -N'u miktarının artışına paralel olarak artarken, NO_3^- -N'u uygulamasıyla azalmıştır.

5. Azot dozlarının ortalaması olarak, her iki azot formunda da uygulanan demir miktarının artmasıyla bitkinin aktif ve toplam demir kapsamı artmıştır.

6. Bitkinin kuru madde miktarı ile aktif demir kapsamı arasında istatistiksel olarak önemli ($r=0.461^{**}$, $P<0.01$), bir ilişki bulunmasına rağmen toplam demir kapsamı ile kuru madde miktarı arasındaki ilişkinin önemsiz olduğu saptanmıştır.

* Yrd. Doç. Dr., S.Ü. Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, KONYA

** Zir. Yük. Müh., Çevre Bakanlığı, ANKARA

Geliş Tarihi : 28.04.1995

ABSTRACT

EFFECT OF VARIOUS NITROGEN FORMS AND IRON APPLICATION ON DRY MATTER ACTIVE AND TOTAL IRON CONTENTS OF PEANUT PLANT

The purpose of this study was to determine the effect of increasing levels of NH_4^+ -N, and NO_3^- -N and iron application on dry matter, active (FeII) and total iron contents of peanut grown on a calcareous soil under greenhouse conditions.

The results were summarized as follows :

1. The dry matter, active and total iron contents of peanut were higher for the NH_4^+ -N than that of NO_3^- -N treatments.
2. The average dry matter was decreased by N fertilizer while of Fe NO_3^- -N dose was increasing.
3. Effect of iron levels on dry matter content, for both NH_4^+ -N and NO_3^- -N were found as follows : $\text{Fe}_2 > \text{Fe}_3 > \text{Fe}_1 > \text{Fe}_0$.
4. The average active iron content of peanut, increased by ascending NH_4^+ -N and decreased by increasing NO_3^- -N.
5. The average active and total iron contents of peanut, increased by increasing iron contents for both NH_4^+ -N and NO_3^- -N forms.
6. Although a positive and significant correlation was found ($r=0.461^{**}$, $P<0.01$) between the dry matter and active iron content, the correlation between the dry matter and total iron content was not statistically significant.

GİRİŞ

Demir, bitkiler için mutlak gerekli besin elementlerinden birisidir. Bitkilerin normal bir gelişme gösterebilmesi için topraktan diğer besin elementleri ile birlikte yeterli miktarda demir sağlamaya da gereksinim duyarlar. Ancak özellikle kireçli topraklar başta olmak üzere ülkemiz tarım topraklarının büyük bir kısmında yetiştirilen çeşitli bitkilerde demir noksanlığına bağlı kloroz yaygın olarak görülmektedir. Bitkilerde yaygın olarak görülen demir noksanlıklarının nedeni çoğu kez toprakta yeterli demirin bulunmaması değil, bitkilerin toprakta bulunan yarayışlı demirden çeşitli etmenlerin etkisiyle yeterince yararlanamamalarından ileri gelmektedir. Bitkilerin demirden yararlanmasını diğer bir deyimle bitkilerde demir noksanlığına, toprakta yüksek miktarda bulunan CaCO_3 , fosfor, HCO_3^- iyonu gibi daha birçok etmenler yanında bitkiye uygulanan azot miktarı ve formu etkilemektedir.

Son yıllarda bitkilerin demir alımı ile temel gübre olarak kullanılan azotlu gübrelerin bünyelerindeki özellikle NO_3^- ve NH_4^+ formlarındaki azotun demir alımına etkisi üzerinde yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar sonucunda bitkilerin azotla beslenmeleri onların kökleriyle H^+ veya OH^- iyonları salgılamalarını çok büyük ölçüde etkilediği belirlenmiştir. Pek çok bitki türü nitrat azotu ile beslenmesi halinde beslenme ortamına OH^- veya HCO_3^- iyonu vererek, beslenme ortamının pH'sını yükseltir ve bitkinin demir alımı olumsuz yönde etkilenir (Aktaş ve Egmond, 1979; Egmond ve Aktaş, 1977; Marschner ve Römheld, 1983; Hausling ve ark., 1985; Römheld, 1986). Ortamda yeterli nitrat azotu bulunduğu sürece bu bitkiler tarafından OH^- veya HCO_3^- iyonları üretimi devam eder. Beslenme ortamında nitrat tükendikten sonra veya bitkilerin NH_4^+ azotu ile beslenmesi durumunda ise bitkiler kökleriyle ortama H^+ iyonu verirler. Bitkilerin kök bölgesine veya beslenme ortamına verdikleri H^+ iyonu ortamın pH'sını düşürerek bitkinin demir alımını artırır (Marschner ve Römheld, 1983; Hausling ve ark., 1985; Römheld, 1986). Nitekim bazı araştırmacılar çeltik (Aktaş ve Hatipoğlu, 1980) ve soya fasulyesine (Gedikoğlu ve Hatipoğlu, 1989) NH_4^+ ve NO_3^- formlarında azotlu gübre vererek yaptıkları çalışmalarında, azotun NH_4^+ formunda uygulandığı muamelelerde, NO_3^- formunda uygulandığı muamelelere göre bitkilerin kuru madde miktarlarının yani gelişmelerinin ve demir beslenme durumlarının daha iyi olduğunu belirtmişlerdir. Diğer taraftan Gedikoğlu ve Hatipoğlu (Gedikoğlu ve Hatipoğlu, 1989) kireçli toprak üzerinde yetiştirilen Fe- etkin soyada (Horosoy L2); iki azot formunun (NH_4^+ -N ve NO_3^- -N) beş azot düzeyinde kuru madde, toplam ve aktif demir üzerine olan etkilerini incelemek amacıyla yaptıkları araştırmalarında, azot düzeyinin artması ile azot formlarına bağlı olmaksızın bitki kuru madde miktarının azaldığını, demir klorozunun şiddetinin arttığını, kuru madde miktarı ile bitkinin toplam demir ve aktif demir kapsamı arasında sırası ile negatif ve pozitif önemli bir ilişkinin olduğunu ve ayrıca toplam demirin tersine azot düzeylerinin artması ile bitki içindeki aktif demirin azaldığını bulmuşlardır.

Bu çalışmanın amacı, artan dozlarda uygulanan NH_4^+ ve NO_3^- azotu ile demirin yerfıstığı bitkisinin kurumadde, aktif ve toplam demir kapsamları üzerine olan etkilerini belirlemektir.

MATERYAL VE METOT

Sera denemesinde kullanılan toprak örneği bitkilerin demiri kullanmalarını etkileyen toprak özellikleri (pH, CaCO_3) dikkate alınarak seçilmiştir. Denemede kullanılan toprak örneğinin bünyesi killi tınlı,

1:2.5'lük toprak-su karışımında ölçülen pH'sı 7.83, kireç (CaCO₃) miktarı % 32.3, organik madde miktarı % 1.1, toplam tuz miktarı % 0.075, bitkiye elverişli fosfor ve potasyum miktarları sırası ile 0.43 kg P₂O₅/da ve 122.4 kg K₂O/da olarak belirlenmiştir.

Sera denemesi, Özbek (1969) tarafından bildirildiği şekilde, tesadüf parseller deneme desenine göre üç yinelemeli olarak kurulmuştur. Denemede, yaklaşık 1800 g toprak alabilen plastik saksılara 4 mm'lik elekten geçirilmiş hava kuru ağırlık esasına göre 1700 g toprak konulmuştur.

Denemede azot, NH₄⁺-N [(NH₄)₂SO₄ halinde] ve NO₃⁻-N'u [Ca (NO₃)₂ halinde] O (N₀), 75 (N₁) ve 150 (N₂) ppm N dozlarında, demir ise, demirli gübre "Sequestrine 138 Fe" çözeltisi şeklinde O (Fe₀), 5 (Fe₁), 10 (Fe₂) ve 20 (Fe₃) ppm Fe dozları halinde uygulanmıştır. Azotun NH₄⁺ formunda uygulandığı saksılara nitrifikasyonu önlemek için uygulanan azotun % 1.5 oranında N-serve ilave edilmiştir. Ayrıca bütün saksılara ekimden önce 100 ppm P [Triple süper fosfat gübresi halinde] çözelti şeklinde verilmiştir. Gübrelere toprakta homojen bir şekilde karışımı sağlanmıştır. Her saksıya, yapılan ön denemelerle demire hassas olduğu belirlenen 5 adet yerfıstığı tohumu (*Arachis hypogea* L. cv "ÇOM 92") ekilmiş ve çimlenmeden 10 gün sonra seyreltme ile her saksıda 3 adet bitki bırakılmıştır.

Ekimden 45 gün sonra demir klorozu görülen saksılara ait bitkilerin uç sürgünleri çok şiddetli kloroz nedeniyle kahverengileşmeye ve kurumaya başladığından hasat yapılmıştır. Paslanmaz çelikten yapılmış bir makasla toprak hizasından kesilerek hasat edilen bitkiler hemen laboratuvarında deiyonize su ile yıkanıp fazla suyu kurutma kağıdı ile alındıktan ve taze ağırlıkları belirlendikten sonra aktif demir tayini için belli miktarlarda ayrılmış ve daha sonra 70°C'de sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutulmuşlardır. Kurutulan bitkiler tartılarak kurumadde miktarları belirlendikten sonra, öğütülmüş ve Kacar (1972)'a göre 1:4 oranında HClO₄-HNO₃ karışımıyla yakılarak elde edilen ekstrakta A.A.S ile toplam demir (Fe^{II} + Fe^{III}) okunmuştur.

Bitkide Aktif Demir

Takkar ve Kaur (1984) tarafından bildirildiği gibi, hasattan hemen sonra gerekli temizlik yapılmış bitki örneklerinden 1-2 mm'lik parçalara kıyılarak 2'şer gram tartılan taze-parçalanmış (hasattan itibaren üzerinden 4 saat geçmemiş olan) alt örnekler 50'şer ml'lik beherlere konmuş ve üzerlerine 20 ml 1N HCl çözeltisi ilave edilmiştir. Bitki örneklerinin çözetli ile iyice teması sağlandıktan sonra, oda sıcaklığında 24 saat bekletilmiş ve bekletilen bu karışım filitre kağıdı yardımıyla süzülerek birbirinden ayrılmıştır. Elde edilen açık kırmızı portakal ren-

gindeki süzükte A.A.S. ile aktif demir (Fe^{II}) okunmuş ve bitkideki miktarı, kuru madde miktarına göre hesaplanmıştır.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Deneme konusu toprağa artan miktarlarda uygulanan NH₄⁺ ve NO₃⁻ azotu ile demirin, sera koşullarında yetiştirilen yerfıstığı bitkisinin ortalama kuru madde miktarı üzerine olan etkileri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablodan da görülebileceği gibi uygulanan azot ve demir seviyelerine bağlı olarak, amonyum azotu ile nitrat azotu uygulamaları arasında bitkinin kuru madde miktarı bakımından büyük bir farklılık olmamakla birlikte; kuru madde miktarı amonyum azotu uygulanan muamelelerde, nitrat azotu uygulanan muamelelere oranla daha yüksek olma eğilimi göstermiştir. Her iki azot formunda da azot düzeylerinin artması ile, NH₄⁺ formunda Fe₂ düzeyinde demir uygulanan muameleler hariç, kuru madde miktarları azalmıştır (Tablo 1). Hem NH₄⁺ hemde NO₃⁻ formunda demir uygulanmayan (Fe₀) muamelelerde azot düzeyinin artmasıyla kuru madde miktarlarının azalması kloroz ile ilgilidir. Çünkü denemede demir uygulanmayan muamelelerde (Fe₀) demir klorozu kendini göstermiştir ve klorozun derecesi her iki azot formunda da azot düzeyi arttıkça şiddetli olmuştur. Ancak azot ve demir verilmeyen tanık muamelelerinde (N₀Fe₀) ve NH₄⁺ formunun N₁ (75 ppm N) dozunda yaprak renkleri çok açık yeşil

Tablo 1. Artan Dozlarda Uygulanan NH₄⁺ ve NO₃⁻ Azotu İle Demirin Sera Koşullarında Yetiştirilen Yerfıstığı Bitkisinin Ortalama Kuru Madde Miktarı Üzerine Etkileri * (g/saksı)

Azot Formu	Azot Dozu (ppm)	Demir Seviyesi (ppm)				Ortalama
		Fe ₀	Fe ₁	Fe ₂	Fe ₃	
NH ₄ ⁺ -N	N ₀	1.55	4.53	3.65	5.24	3.74 a
	N ₁	1.66	3.35	4.42	3.18	3.15 b
	N ₂	0.86	3.04	4.91	3.98	3.20 b
Ortalama		1.36 c**	3.64 b	4.33 a	4.13 a	3.37
NO ₃ ⁻ -N	N ₀	1.95	3.58	4.68	4.28	3.62 a
	N ₁	1.34	3.93	4.54	3.67	3.37 a
	N ₂	1.60	3.10	2.88	1.40	2.25 b
Ortalama		1.63 c	3.54 b	4.03 a	3.12 b	3.08

* Veriler 3 yinelemenin ortalamasıdır.

** Ortalama değerlerden aynı harfle gösterilenler arasındaki farklar istatistikî bakımdan (P<0.05) önemli değildir.

renkli olmasına rağmen gelişim genelde klorozsuz sürmüş ve hasata yakın genç yapraklarda kloroz belirtileri görülmüştür. Diğer taraftan kloroz görülen sözkonusu muamelelerde, klorozun şiddetinin artması ve kuru madde miktarının azalması bitki yapraklarının aktif demir kapsamının azalmasıyla uyum içerisindedir. Nitekim Gedikoğlu ve Hatipoğlu (1989)'da yaptıkları benzer çalışmalarında soya fasulyesine hem amonyum hemde nitrat formunda uygulanan azot düzeylerinin artmasıyla bitki yapraklarında demir klorozu şiddetinin arttığını aktif demir kapsamının azaldığını ve buna bağlı olarak kuru madde miktarının azaldığını bularak sonuçlarımızı teyyid etmektedirler. Demir uygulanmayan muamelelerde (Fe_0) göze çarpan diğer bir durum, NO_3^- formuna göre NH_4^+ formunda azot uygulanan muamelelerin kuru madde miktarlarının N_1 dozunda istatistik olarak önemli olmamakla birlikte daha yüksek olmasına rağmen N_2 dozunda bazı araştırmacıların (Aktaş ve Hatipoğlu, 1980; Gedikoğlu ve Hatipoğlu, 1989) bulgularının aksine önemli düzeyde daha düşük olmasıdır. Bu durum bazı araştırmacılar (Marschner ve Römheld, 1983; Hausling ve ark., 1985; Römheld, 1986) tarafından belirtildiği gibi bitkiye uygulanan NH_4^+ azotunun kök rizosfer bölgesi pH'sını önemli ölçüde düşürerek, demir alımını ve kök yüzeyinde Fe^{III} 'ün fizyolojik olarak elverişli Fe^{II} formuna yeterli seviyede indirgeyerek kloroz göstermesini önlemesi beklenmiştir. Ancak, NH_4^+ formunda azot uygulanan muamelelerde beklenenin yeterli düzeyde olmayışı hatta N_2 dozunda aksine durumun ortaya çıkması NH_4^+ azotu ile birlikte nitrifikasyonu önleyici N-serve'nin uygulanmasıyla bitkinin azotu NH_4^+ formunda almasının teşvik edilmesine bağlı olarak fazla miktarda uygulanan NH_4^+ azotunun bazı araştırmacılara atfen Marschner (1986) 'ın belirttiği gibi bitkinin ihtiyacı olan diğer kationları yeterli düzeyde almasını önlemesinden ileri gelebilir. Nitekim, NH_4^+ formunda azot uygulanan muamelelerde klorozun N_1 dozunda hasata yakın sadece genç yapraklarda hafif olarak, N_2 dozunda ise gelişmenin başlangıcında ortaya çıkması ve hasata doğru daha şiddetli duruma gelmesi bu görüşümüzü desteklemektedir. Diğer taraftan Gedikoğlu ve Hatipoğlu (1989)'da yaptıkları çalışmalarında kireçli deneme toprağına 400 ppm'e kadar artan dozda N-serve ile birlikte uyguladıkları NH_4^+ azotunun kök rizosfer pH'sını bitkinin demir beslenmesini yeterli düzeye çıkaracak ölçüde düşüremediğini belirtmektedirler.

Değişik düzeylerde demir uygulanan muamelelerde (Fe_1 , Fe_2 , Fe_3) her iki azot formunda da NH_4^+ formunda Fe_2 dozu hariç, uygulanan azot düzeyi arttıkça genel olarak kuru madde miktarı azalmıştır (Tablo 1). Her iki azot formunda da bitkinin kuru madde miktarı ile aktif demir kapsamı arasında istatistik olarak önemli pozitif korelasyonların bulunması nedeniyle bu azalma, bitkinin aktif demir kapsamının azalması ve

buna ilave olarak, NH_4^+ formunda Marschner (1986)'ın belirttiği gibi bitkinin kation alımının muhtemelen yeterli düzeyde olmamasıyla ilgili olabilir. Demir dozlarının ortalaması olarak, amonyum azotu uygulanan muamelelerde, en yüksek kuru madde miktarı N_0 dozunda (3.74 g/saksı) elde edilirken, bunu N_2 (3.20 g/saksı) ve N_1 dozları (3.15 g/saksı) takip etmiş olup, LSD testine göre N_1 ve N_2 dozları arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz, N_0 ile N_1 ve N_2 dozları arasındaki farklar önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Tablo 1). Nitrat azotu uygulanan muamelelerde de bitkilerin kuru madde miktarı uygulanan nitrat azotu miktarının artışına paralel olarak azalmış olup, en yüksek N_0 dozunda (3.62 g/saksı) olurken, bunu N_1 (3.37 g/saksı) ve N_2 dozu (2.25 g/saksı) takip etmiştir. NO_3^- formunda kuru madde miktarı bakımından N_2 ile N_0 ve N_1 dozları arasındaki farklar istatistiki olarak önemli ($P<0.05$), N_0 ile N_1 dozları arasındaki fark ise önemsiz olmuştur (Tablo 1). Demir dozlarının ortalaması olarak N_0 ve N_2 dozunda NH_4^+ , N_1 dozunda ise NO_3^- formunda azot uygulanmasıyla daha yüksek kuru madde miktarları elde edilmesine rağmen yapılan t-testine göre amonyum ve nitrat azotlarının aynı düzeyleri ile elde edilen kuru madde miktarları arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Daha önce değişik bitkiler kullanılarak yapılan araştırmalarda da azot formları ve dozlarının kuru madde miktarları üzerine etkilerinin sonuçlarımızı destekler şekilde olduğu belirtilmiştir (Aktaş ve Hatipoğlu, 1980; Gedikoğlu ve Hatipoğlu, 1989; Gedikoğlu ve Hatipoğlu, 1989; Aktaş, 1980).

Demir dozlarının kuru madde miktarları üzerine etkisi her iki azot formunda (NH_4^+ ve NO_3^-) da benzer olup, kuru madde miktarları bitkiye uygulanan demir miktarının artışına paralel olarak genellikle Fe_2 dozuna kadar artıp en yüksek seviyeye çıkarken, Fe_3 dozunda Fe_2 dozuna göre daha düşük olmuştur. Azot dozlarının ortalaması olarak elde edilen kuru madde miktarları bakımından yapılan LSD testine göre NH_4^+ formunda Fe_2 ile Fe_3 dozları arasındaki fark hariç demir dozları arasındaki farklar % 5 olasılık düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca NO_3^- formunda da kuru madde miktarları bakımından Fe_1 ve Fe_3 dozları arasındaki fark hariç demir dozları arasındaki farklar önemli ($P<0.05$) olmuştur (Tablo 1). Beşiroğlu (1988)'da yaptığı bir çalışmada demire hassas mısır çeşidinin kuru madde miktarının uygulanan demir dozuna paralel olarak arttığını ancak demire hassas olmayan soya fasülyesi ve mısır çeşidinde bulgularımıza benzer şekilde en düşük kuru madde miktarının en yüksek dozda demir uygulamasıyla elde etmiştir. Diğer taraftan azot dozlarının ortalaması olarak, NO_3^- azotu uygulanan muamelelere göre NH_4^+ azotu uygulanan muamelelerde aynı demir dozları, Fe_0 dozu hariç, daha yüksek kuru madde miktarları sağlamışlardır. Ancak her iki azot formunda aynı de-

mir dozlarının sağladıkları kuru madde miktarları arasındaki fark t-testine göre istatistik olarak ($P < 0.05$) önemli bulunmamıştır. Aynı demir dozlarının Fe_0 dozu hariç NH_4^+ azotu uygulanan muamelelerde NO_3^- azotu uygulananlara göre daha yüksek kuru madde miktarı sağlamaları bitkinin toplam demir kapsamına nazaran aktif demir kapsamı ile ilgili olabilir. Bu durumu, hem NH_4^+ ve NO_3^- azotu uygulamalarının birlikte değerlendirilmesi hemde her iki azot formu uygulamalarının ayrı ayrı değerlendirilmesiyle bitkinin kuru madde miktarı ile aktif demir kapsamı arasında istatistik olarak önemli pozitif ilişkilerin bulunmasına rağmen kuru madde miktarı ile toplam demir arasında önemli ilişkilerin bulunamaması desteklemektedir. Nitekim bazı araştırmacılar tarafından bildirilen sonuçlarda bulgularımızı ve görüşlerimizi doğrulamaktadır (Gediköglü ve Hatipoğlu, 1989; Gediköglü ve Hatipoğlu, 1989; Takkar ve Kaur, 1984; Beşiroğlu, 1988).

Toprağa artan dozlarda uygulanan amonyum ve nitrat azotu ile demirin yer fıstığı bitkisinin kuru madde miktarına olan etkilerine ait varyans analiz sonuçlarına göre (Tablo 2), azot formu ($P < 0.05$), azot ve demir dozları ($P < 0.01$) bitkinin kuru madde miktarı üzerine istatistiksel olarak etkili olmuşlardır. Ayrıca azot formu x azot dozu, azot formu x demir dozu, azot dozu x demir dozu ve azot formu x azot dozu x demir dozu etkileşimlerinde % 1 seviyesinde önemli olması, artan dozlarda uygulanan

Tablo 2. Artan Dozlarda Uygulanan NH_4^+ ve NO_3^- Azotu İle Demirin Yerfıstığı Bitkisinin Kuru Madde Miktarı, Aktif Demir ve Toplam Demir Kapsamlarına Olan Etkilerine Ait Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	Kareler Ortalaması		
		Kuru Madde	Aktif Demir	Toplam Demir
Tekerrür	2	0.2	26.9	176.2
Azot Formu (A)	1	1.4*	226.6**	3830.3
Azot Dozları (B)	2	5.6**	55.8*	2829.2
AxB	2	2.2**	112.3**	905.6
Demir Dozları (C)	3	25.2**	2862**	16188.7**
AxB	3	1.3**	27.6	7896.2*
BxC	6	1.1**	27.2	3493.7
AxBxC	6	2.1**	85.1**	5178.0
Hata	46	0.3	13.9	2613.4
CV %		15.50	19.87	25.24

** $P < 0.01$, * $P < 0.05$

azot ve demir dozlarının bitki kuru madde miktarı üzerine olan etkilerinin hem birbirine hem de azot formuna bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Sonuç olarak, en yüksek kuru madde miktarı $\text{NH}_4\text{-N}_0\text{-Fe}_3$ (5.24 g/saksı) muamelesinde elde edilmesine rağmen, kuru madde miktarı bakımından söz konusu muamele ile $\text{NH}_4\text{-N}_2\text{-Fe}_2$ (4.91 g/saksı), $\text{NO}_3\text{-N}_0\text{-Fe}_2$ (4.68 g/saksı), $\text{NO}_3\text{-N}_1\text{-Fe}_2$ (4.54 g/saksı), $\text{NH}_4\text{-N}_0\text{-Fe}_1$ (4.53 g/saksı) ve $\text{NH}_4\text{-N}_1\text{-Fe}_2$ (4.42 g/saksı) muameleleri arasındaki farklar istatistikî yönden ($P<0.05$) önemli değildir. Diğer taraftan en düşük kuru madde miktarı başta $\text{NH}_4\text{-N}_2\text{-Fe}_0$ (0.86 g/saksı) muamelesi olmakla birlikte genellikle demir uygulanmayan muamelelerden elde edilmiştir.

Sera şartlarında yetiştirilen yer fıstığı bitkisinin ortalama aktif demir kapsamına, artan dozlarda uygulanan NH_4^+ ve NO_3^- azotu ile demirin etkileri Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3'den de görülebileceği gibi yerfıstığı bitkisinin aktif demir kapsamının, uygulanan azot ve demir dozlarına bağlı olarak amonyum azotu uygulanan muamelelerde (20.6 ppm), nitrat azotu uygulanan muamelelerden (17.0 ppm) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Nitekim bazı araştırmacılar da (Marschner ve Römheld, 1983; Haussling ve ark., 1985; Römheld, 1986; Aktaş ve Hatipoğlu, 1980; Gedikoğlu ve Hatipoğlu, 1989) amonyum ve nitrat formlarında verilen azotlu gübrelerin, değişik bitkilerin demir beslenmesi üzerine olan etkisini saptamak amacıyla yapmış oldukları çalışmalarında; bitkilerin demir beslenmesi ve aktif demir kap-

Tablo 3. Artan Dozlarda Uygulanan NH_4^+ ve NO_3^- Azotu İle Demirin Sera Koşullarında Yetiştirilen Yerfıstığı Bitkisinin Ortalama Aktif Demir Kapsamları Üzerine Etkileri * (ppm)

Azot Formu	Azot Dozu (ppm)	Demir Seviyesi (ppm)				Ortalama
		Fe ₀	Fe ₁	Fe ₂	Fe ₃	
$\text{NH}_4^+\text{-N}$	N ₀	8.20	12.06	20.12	31.81	18.05 b
	N ₁	8.62	14.16	23.30	35.96	20.51ab
	N ₂	6.38	12.68	24.62	48.66	23.09 a
Ortalama		7.73 d**	12.97 c	22.68 b	38.81a	20.60
$\text{NO}_3^-\text{-N}$	N ₀	4.61	12.10	20.40	40.76	19.47 a
	N ₁	5.45	7.95	17.26	25.35	14.00 b
	N ₂	5.79	11.63	24.11	28.55	17.52 a
Ortalama		5.28 d	10.56 c	20.59 b	31.55 a	17.00

* Veriler 3 yinelemenin ortalamasıdır.

** Ortalama değerlerden aynı harfle gösterilenler arasındaki farklar istatistikî bakımdan ($P<0.05$) önemli değildir.

samları üzerine amonyum azotunun nitrat azotuna oranla daha olumlu etkiler yaptığını belirterek bulgularımızı desteklemektedirler. Demir dozlarının ortalaması olarak, amonyum azotu uygulanan muamelelerde bitkilerin aktif demir kapsamı, uygulanan amonyum azotu dozuna bağlı olarak artmıştır. Bu durumda en yüksek aktif demir kapsamı N₂ dozunda (23.09 ppm) elde edilirken, N₁ (20.51 ppm) ve N₀ dozları (18.05 ppm) bunu takip etmiş olup, LSD testine göre aktif demir kapsamı bakımından N₂ ile N₁ ve N₁ ile N₀ dozları arasındaki farklar önemsiz (P<0.05) bulunmuştur (Tablo 3). Nitrat azotu uygulanan muamelelerde ise benzer bir ilişki görülmemiş; en yüksek aktif demir kapsamı N₀ dozunda (19.47 ppm) olup, bunu sıra ile N₂ (17.52 ppm) ve N₁ dozları (14.00 ppm) izlemiş olup, N₀ ile N₂ dozları arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz, N₁ ile N₀ ve N₂ dozları arasındaki farklarda önemli (P<0.05) çıkmıştır (Tablo 3). Daha önce yapılan bazı araştırmalarda da, artan miktarlarda uygulanan nitrat azotunun demire hassas olmayan soya fasulyesi çeşidinde kuru madde miktarını artırırken, hassas olan soya fasulyesi çeşidinde kuru maddenin azaldığı ve bunun yanısıra hassas olmayan çeşitte demir klorozu görülmezken, hassas olan çeşitte bütün nitrat uygulamalarında demir klorozu görüldüğü ve klorozun derecesinin artan nitrat düzeylerinde artarak kendini gösterdiği ifade edilmiştir (Aktaş ve Egmond, 1979; Egmond ve Aktaş, 1977; Aktaş, 1980).

Demir dozlarının ortalaması olarak, NH₄⁺ azotu uygulanan muamelelerdeki aktif demir ile NO₃⁻ azotu uygulanan muamelelerdeki aktif demir kapsamı arasında yapılan t-testi ile N₁ dozunda (75 ppm N) amonyumlu muamelelerde yetiştirilen bitkilerin nitratlı muamelelerde yetiştirilenlerden istatistiksel olarak önemli (P<0.01) derecede daha fazla aktif demir kapsadığı ancak N₀ (0 ppm N) ve N₂ (150 ppm N) dozlarında her iki azot formunda yetiştirilen bitkilerin aktif demir kapsamlarında önemli derecede fark olmadığı bulunmuştur.

Bitkiye uygulanan azot dozlarının ortalaması olarak, hem NH₄⁺ hemde NO₃⁻ azotu formunda, uygulanan demir miktarına paralel olarak, bitkinin aktif demir kapsamı artarak en yüksek Fe₃ dozunda (sıra ile 38.81 ve 31.55 ppm) olup, bunu Fe₂ (sıra ile 22.68 ve 20.59 ppm), Fe₁ (sıra ile 12.97 ve 10.56 ppm) ve Fe₀ (sıra ile 7.73 ve 5.28 ppm) dozları izlemiştir (Tablo 3). Ayrıca her iki azot formunda (NH₄⁺ ve NO₃⁻) da ayrı ayrı yapılan LSD testine göre, azot dozlarının ortalaması olarak bitkinin aktif demir kapsamı bakımından demir dozları arasındaki farklar önemli (P<0.05) bulunmuştur. Diğer taraftan azot dozlarının ortalaması olarak, NH₄⁺ ve NO₃⁻ formunda azot uygulanan muamelelerde aynı demir dozlarının bitkide sağladıkları aktif demir kapsamı arasındaki farklar yapılan t-

testine göre Fe₀ dozunda istatistikî olarak önemli (P<0.01) diğêr dozlarda ise önemsiz bulunmuştur.

Bitkide bulunan aktif demir ile kuru madde miktarının birbirleriyle ilişkisi test edilmiştir. Bu amaçla, NH₄⁺ ve NO₃⁻ formunda azot uygulanan muameleler bir arada ele alındığında bitkinin kuru madde miktarı (y) ile aktif demir (x) kapsamı arasında $y = 2.27 + 0.051x$, $r = 0.461^{**}$ şeklinde istatistiksel olarak önemli bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca, bitkinin kuru madde miktarı (y) ile aktif demir (x) kapsamı arasında NH₄⁺ formunda azot uygulanan muamelelerde $y = 11.00 + 0.113x$, $r = 0.342^*$ ve NO₃⁻ formunda azot uygulanan muamelelerde ise $y = 2.37 + 0.041x$, $r = 0.368^*$ şeklinde istatistikî olarak önemli ilişkiler bulunmuştur. Nitekim, Beşiroğlu (1988) yaptığı bir çalışmada demire hassas mısır çeşidinde artan düzeylerde uygulanan demir gübrelemesinin, bitkilerin kuru madde kapsamlarını arttırdığını ve demir gübrelemesi sonucu elde edilen kuru madde miktarı ve aktif demir kapsamı arasında yapılan regrasyon analizi sonucuna göre önemli ilişkiler bulunduğunu bildirmiştir.

Yerfistığı bitkisinin aktif demir kapsamına azot formları, azot dozları ve demir dozlarının etkilerini belirlemek için yapılan varyans analizi sonuçlarına göre (Tablo 2), azot formları (P<0.01), azot dozları (P<0.05) ve demir dozları (P<0.01) bitkinin aktif demir kapsamı üzerine istatistikî olarak etkili olmuşlardır. Diğêr taraftan azot formu x azot dozu interaksyonunun istatistikî olarak önemli olması (P<0.01) bitkinin aktif demir kapsamı üzerine artan dozlarda uygulanan azotun etkisinin azot formuna bağlı olarak değiştini gösterir. Ayrıca azot formu x demir dozu ve azot dozu x demir dozu interaksyonu istatistikî olarak önemli olmayıp azot formu x azot dozu x demir dozu interaksyonunun % 1 seviyesinde önemli olması bitkinin aktif demir kapsamı üzerine uygulanan demir dozlarının etkisinin sadece azot formu veya azot dozundan ziyade her ikisinde birlikte bağlı olarak değiştini göstermektedir.

Sonuç olarak yerfistığı bitkisinin aktif demir kapsamı başta NO₃-NO-Fe₀ muamelesi (4.61 ppm) olmak üzere nitrat azotu uygulanan ve diğêr taraftan demir uygulanmayan muamelelerde düşük olmasına rağmen nitrat azotu ile birlikte Fe₂ ve Fe₃ dozunda demir uygulanan muamelelerin aktif demir kapsamı amonyum azotu ile birlikte Fe₁ dozunda demir uygulanan muamelelerden daha yüksektir (Tablo 3). Diğêr taraftan NH₄-N₂-Fe₃ muamelesi bitkide en yüksek aktif demir kapsamına neden olmuştur. Ayrıca bitkinin aktif demir kapsamı bakımından NH₄-N₂-Fe₃ muamelesi ile diğêr muameleler arasındaki farklar LSD testine göre çok önemli çıkmıştır.

Yerfistığı bitkisinin aktif demir (y) ve toplam demir (x) kapsamı

arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla yapılan korelasyon analizi sonucuna göre, amonyum ve nitrat formunda azot uygulanan muameleler bir arada ele alındığında bitkinin aktif ve toplam demir kapsamı arasında $y=5.54+0.065x$, $r=0.321^{**}$ şeklinde istatistiki bakımdan önemli bir ilişki bulunmuştur. Ancak, amonyum ve nitrat formunda azot uygulanan muamelelerde ayrı ayrı yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre bitkinin aktif ve toplam demir kapsamı arasında istatistiki olarak önemli ilişkiler bulunamamıştır (sıra ile $r=0.308$, $r=0.310$).

Yerfıstığı bitkisinin toplam demir kapsamının uygulanan azot ve demir dozuna göre değişmekle birlikte ortalama olarak amonyum azotu uygulamalarında (209.8 ppm), nitrat azotu uygulamalarına (195.7 ppm) oranla daha fazla olduğu görülmektedir (Tablo 4). Demir dozlarının ortalaması olarak, amonyum azotu uygulanan muamelelerde bitkinin en yüksek toplam demir kapsamı N₂ dozunda (219.9 ppm) elde edilmiş olup, bunu N₀ (217.5 ppm) ve N₁ dozları (192.0 ppm) takip etmiştir (Tablo 4). Nitrat azotu uygulanan muamelelerde ise uygulanan nitrat azotu miktarının artmasına paralel olarak bitkinin toplam demir kapsamı artmış olup, en yüksek toplam demir kapsamı N₂ dozunda (207.9 ppm) olurken, en düşük toplam demir kapsamı ise N₀ dozunda (189.5 ppm) olmuştur (Tablo 4). Yapılan t-testine göre NH₄⁺ ve NO₃⁻ azotu uygulanan muamelelerde demir dozlarının ortalaması olarak aynı azot dozlarının bitkide sağladıkları toplam demir kapsamı arasında istatistiki olarak önemli fark bulunamamıştır. Azot dozlarının ortalaması olarak amonyum azotu uygulamasında en yüksek toplam demir içeriği Fe₃ dozunda (265.7 ppm) elde edilirken bunu sıra ile Fe₀ (209.7 ppm), Fe₂ (187.1 ppm) ve Fe₁ dozları (176.7 ppm) takip etmiştir. NH₄⁺ formunda, LSD testine göre toplam demir kapsamı bakımından Fe₃ ile Fe₀, Fe₁ ve Fe₂ dozları arasındaki farklar istatistiki olarak önemli (P<0.05), diğer farklar önemsiz bulunmuştur (Tablo 4). Nitrat azotu uygulamalarında ise uygulanan demir miktarının artışına paralel olarak bitkinin toplam demir kapsamı da artmış olup bitkinin toplam demir kapsamı en yüksek Fe₃ dozunda (224.0 ppm) olurken, bunu Fe₂ (218.2 ppm), Fe₁ (188.7 ppm) ve Fe₀ (152.1 ppm) dozları izlemiş olup, LSD testine göre sadece Fe₀ ile Fe₂ ve Fe₃ dozları arasındaki farklar önemli (P<0.05) diğer dozlar arasındaki farklar önemsiz çıkmıştır. Diğer taraftan t-testine göre NH₄⁺ ve NO₃⁻ azotu uygulanan muamelelerde azot dozlarının ortalaması olarak bitkide belirlenen toplam demir kapsamı arasındaki fark Fe₀ dozunda istatistiki yönden (P<0.01) önemli, diğer dozlarda ise önemsiz bulunmuştur (Tablo 4).

Bitkinin toplam demir kapsamı ile kuru madde miktarı arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla hem amonyum ve nitrat formunda azot uygu-

Tablo 4. Artan Dozlarda Uygulanan NH_4^+ ve NO_3^- Azotu İle Demirin Sera Koşullarında Yetiştirilen Yerfıstığı Bitkisinin Ortalama Toplam Demir Kapsamları Üzerine Etkileri * (ppm)

Azot Formu	Azot Dozu (ppm)	Demir Seviyesi (ppm)				Ortalama
		Fe ₀	Fe ₁	Fe ₂	Fe ₃	
NH_4^+ -N	N ₀	199.7	174.1	180.9	315.2	217.5
	N ₁	211.2	171.9	157.5	227.3	192.0
	N ₂	218.1	184.0	222.9	254.6	219.9
Ortalama		209.7 b**	176.7 b	187.1 b	265.7 a	209.8
NO_3^- -N	N ₀	129.0	208.5	241.0	179.4	189.5
	N ₁	134.6	193.9	162.2	268.7	189.8
	N ₂	192.6	163.6	251.5	224.0	207.9
Ortalama		152.1 b	188.7 ab	218.2 a	224.0 a	195.7

* Veriler 3 yinelemenin ortalamasıdır.

** Ortalama değerlerden aynı harfle gösterilenler arasındaki farklar istatistikî bakımdan ($P<0.05$) önemli değildir.

lanan muameleler bir arada ele alınarak hem de amonyum ve nitrat formunda azot uygulanan muameleler ayrı ayrı alınarak yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre toplam demir kapsamı ile kuru madde miktarı arasında istatistikî olarak önemsiz ilişkiler bulunmuştur (sıra ile $r=0.156$, $r= 0.122$ ve $r= 0.172$). Yapılan benzer çalışmalarda da bitkinin kuru madde miktarı ile toplam demir kapsamı arasında istatistikî olarak önemli negatif (Gedikoğlu ve Hatipoğlu, 1989) ve önemsiz pozitif (Takkar ve Kaur, 1984; Beşiroğlu, 1988) ilişkiler bulunmuştur.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Tablo 2) yerfıstığı bitkisinin toplam demir kapsamına varyasyon kaynaklarından azot formları ve dozlarının etkileri önemsiz olmasına rağmen, artan dozlarda uygulanan demirin etkisi % 1 seviyesinde önemli olmuştur. Ayrıca azot formları x demir dozları interaksiyonunun da istatistikî olarak önemli ($P<0.05$) çıkması bitkinin toplam demir kapsamı üzerine artan dozlarda uygulanan demirin etkisinin azot formuna bağlı olarak değiştiğini gösterir.

KAYNAKLAR

Aktaş, M., 1980. Demir Noksanlığına Duyarlı Bir Soya Fasulyesi Varyetesinin Demirden Yararlanması Üzerine Değişik Nitrat Düzeylerinde Beslenmenin Etkisi. Tübitak VII. Bilim Kongresi. TOAG Tebliği. Toprak-Bitki Besleme Seksiyonu.

- Aktaş, M., Egmond, F. van., 1979. Effect of Nitrate Nutrition on Iron Utilization by an Fe-Efficient and an Fe-Inefficient Soybean Cultivar. *Plant and Soil*, 51 : 257-274.
- Aktaş, M., Hatipoğlu, F., 1980. Çeltik Bitkisinin Amonyum ve Nitrat Azotu İle Beslenmesinin Demirden Yararlanması Üzerine Etkisi. *Toprak İlimi Derneği*, 9. Bilim Kongresi Tebliğ Özetleri, S. 52.
- Beşiroğlu, A., 1988. Bitkilerde Ortaya Çıkan Demir Noksanlığı İle Bitkilerin Aktif Demir ve Toplam Demir Kapsamları Arasındaki İlişkiler. A.Ü. Fen Bilimleri. Enst., Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), Ankara.
- Egmond, F. van., Aktaş, M., 1977. Iron-Nutritional Aspects of the Ionic Balance of Plants. *Plant and Soil*, 48 : 685-703.
- Gedikoğlu, İ., Hatipoğlu, F., 1989. NH_4^+ -N ve NO_3^- -N İle Beslenmenin Soyunun Kuru Madde ve Kök Bölgesi pH'sına Etkileri. *Toprak İlimi Derneği* 10. Bilimsel Toplantı Tebliğleri. Yayın No : 5, Tebliğ Sıra No : 34.
- Gedikoğlu, İ., Hatipoğlu, F., 1989. Soyada Ortaya Çıkan Demir Klorozu İle Toplam ve Aktif Demir Kapsamları Arasındaki İlişkiler. *Toprak İlimi Derneği* 10. Bilimsel Toplantı Tebliğleri. Yayın No : 5, Tebliğ Sıra No : 39.
- Haussling, M.J., Leisen, E., Marschner, H., Römheld, V., 1985. An Improved Method for Nondestructive Measurements of the pH at the Root-Soil Interface (rhizosphere). *J. Plant Physiol*, 117 : 371-375.
- Kacar, B., 1972. *Toprak ve Bitki Analizleri. II. Bitki Analizleri.* A.Ü.Z.F. Yayınları No : 264.
- Marschner, H., 1986. *Mineral Nutrition of Higher Plants.* Academic Press Limited, 24128 Oval Road, London NW1 7DX,
- Marschner, H., Römheld, V., 1983. In Vivo Measurement of Root-Induced pH Changes of the Soil Root Interface. Effect of Plant Species and Nitrogen Source. *Z. Pflanzenphysiol*, 111 : 241251.
- Özbek, N., 1969. *Deneme Tekniği. I. Sera Denemesi Tekniği ve Metodları.* A.Ü.Z.F. Yayınları : 406, Ders Kitabı : 138, Ankara.
- Römheld, V., 1986. pH-Veränderungen in der Rhizosphäre Verschiedener Kulturpflanzenarten in Abhängigkeit vom Nährstoffangebot. *KALIBRIEFE (Büntehof)* 18 (1): 13-30.
- Takkar, P.N., Kaur, N.P., 1984. HCl Method for Fe^{+2} Estimation to Resolve Iron chlorosis in Plant. *J. Plant Nutr.*, 7 (1-5) : 81-90.