

Amonyumlu Gübreleme ve Nitrifikasyon İnhibitörünün Kaya Fosfatın Çözünürlüğü Üzerine Etkisi

Hakan ÇELİK*
Haluk BAŞAR*

M. Ali TURAN*
A. Vahap KATKAT*

ÖZET

Bu çalışma, topraklara uygulanan kaya fosfatlarındaki fosforun yararlanılabilirliği üzerine nitrifikasyon inhibitörü ile birlikte uygulanan amonyum formundaki azotun etkinliğini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Sera denemesi; tesadüf parsellerinde, 4 tekrarlamalı deneme designine göre düzenlenmiştir. Topraklara 3 farklı dozda NH_4SO_4 (0.5, 1.0 ve 2.0g N 3 kg toprak⁻¹), 3 farklı dozda kaya fosfat (0.5, 1.0 ve 2.0g P 3 kg toprak⁻¹) ve 3 farklı dozda nitrifikasyon inhibitörü disiyandiamid (0.05, 0.1 ve 0.2 g DCD 3 kg toprak⁻¹) uygulanmıştır. DCD'in etkinliğini görebilmek amacıyla N ve P uygulamaları DCD ile karıştırılarak ve karıştırılmadan uygulanmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre; artan N dozlarına bağlı olarak saksınlardaki toprakların pH'larında azalma görülmüş fakat kaya fosfatların topraktaki çözünürlüğünde ve bitkilerin fosfor içeriklerinde deneme konularına göre önemli bir değişimin olmadığı gözlenmiştir. Azotla birlikte uygulanan nitrifikasyon inhibitörünün, nitrifikasyon inhibitörü uygulanmayanlara göre, bitkilerin N içeriklerini artırdıkları görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: Kaya fosfat, amonyum, nitrifikasyon inhibitörü.

* Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü.

ABSTRACT

Effects of the Ammonium Fertilization and Nitrification Inhibitor on Solubilization of Rock Phosphates

This study was conducted to determine the effects of the ammonium applied with the nitrification inhibitor on P availability from rock phosphate.

A greenhouse experiment was implemented in randomized plots experimental design with four replications. In the research NH_4SO_4 and rock phosphate were applied to the soil at the rates of 0.5, 1.0 and 2.0g N 3 kg soil⁻¹ and 0.5, 1.0 and 2.0g P 3 kg soil⁻¹. As nitrification inhibitor; dicyandiamide was applied to soil at the rates of 0.05, 0.1 and 0.2g DCD 3 kg soil⁻¹. Each combined dose of N and rock phosphate was mixed into the soil with DCD and without DCD to evaluate the effect of DCD.

According to the results obtained from the experiment, solubilization of rock phosphates in the soils and P content in the plants did not change significantly while pH of the soils decreased by increasing rates of N. Application of N with DCD increased meaningfully N content of the plants as compared to the applications which were not applied DCD in combination to N.

Key Words: Rock phosphate, ammonium, nitrification inhibitor.

GİRİŞ

Fosforlu gübreler, kimyasal gübreler arasında azotlu gübrelerden sonra en fazla tüketilen gübrelerdir. Fosforlu gübrelerin oldukça yaygın kullanılmasının nedenleri arasında; fosforun eksikliği halinde metabolik işlevleri nedeniyle ürünün miktar ve kalitesinde büyük kayıpların meydana gelmesi, bununla birlikte, toprakların alınabilir fosfor içeriklerinin genellikle yetersiz olması ve uygulanan fosforun toprak özellikleri nedeniyle kolayca fikse edilerek yarayışsız forma dönüştürülmesi de yaygın P uygulanmasında önemli rol oynamaktadır. Bu durumun bir sonucu olarak bitkiler uygulanan fosforlu gübrelerin ancak % 10-30'undan yararlanırken, geriye kalan % 70-90'ı toprak tarafından fikse edilmektedir (Hemwall, 1957). Bu nedendir ki topraklara uygulanan fosforlu gübrelerin yaklaşık % 70-90'ı topraklarda her yıl birikerek uzun yıllar boyunca toprakta önemli bir birikim meydana getirmektedir (Bayraklı ve Balkaya, 2000). Nitekim, ülkemiz toprakları da fosfor fiksasyonuna olanak sağlayan özelliklere sahip olup, fosfor yarayışlılığı önemli bir bitki besleme konusudur. Bu duruma bağlı olarak, ülkemizin yıllık P_2O_5 gereksinimi 1.400.750 ton, birim alanda yıllık fosforlu gübre gereksinimi ise 57.3 kg P_2O_5 ha⁻¹ olarak bildirilmektedir (Eyüpoğlu, 2002).

Bitkilerin fosfor gereksinimlerini karşılamak amacıyla topraklara fosfor içeren değişik kimyasal gübreler uygulamak olanaklıdır. Diğer taraftan, fosforlu gübre üretiminde gübre sanayisinin ham maddesi olan kaya fosfatlar, öğütülerek asit reaksiyonlu topraklarda doğrudan doğruya gübre olarak kullanılabilir. Yurdumuzda yapılan çeşitli araştırmalar kaya fosfatların asit reaksiyonlu topraklarda ürünü artırmada etkili olduğu fakat alkali reaksiyonlu topraklarda etkisiz olduğu, kaya fosfatların yurdumuzdaki asit reaksiyonlu topraklarda kullanılmasıyla, Doğu Karadeniz ve Marmara bölgelerinde yetiştirilen bitkilere uygulanacak süper fosfat gübresinden ortalama 4-10 kg P₂O₅ da⁻¹ hesabıyla tasarruf edilebileceği bildirilmektedir (Aydeniz ve Brohi, 1991). Kaya fosfatlardan kültür bitkilerinin yararlanmaları üzerine yapılan çalışmalarda, toprak asitliğinin kaya fosfatlarından fosforun yararlılığı üzerinde etkili faktörler arasında bulunduğu (Rogers ve ark. 1953), İngiltere de yürütülen çalışmalarda asit topraklara kaya fosfatların uygulanmasıyla ürün veriminde tatmin edici sonuçların alındığını (Cooke, 1966), Schüller ve ark. (1975) kaya fosfatların özellikle toprak pH'sı <4.3 olduğunda etkili olduğunu, Johnston (2000) benzer şekilde kaya fosfatların ancak asit topraklarda kullanılabilceğini bildirmişlerdir.

NH₄ formunda N ile beslenen bitkilerin rizosferinin daha asit reaksiyonda olduğu (Kirkby, 1981), bu durumun P'un çözünürlüğünü artırarak bitkiler tarafından alınımını artırdığı, NH₄ beslenmesinin rizosferdeki asit etkisinden ötürü alkali ve kireçli topraklarda P'un yararlılığını artırdığı bildirilmiştir (Mengel ve Kirkby, 1982). Riley ve Barber (1971) soya fasulyesinin rizosfer bölgesinde pH düşüşü ile birlikte kökler tarafından P alınımının arttığını belirtmişlerdir. Fosforlu gübreye NH₄ formunda N katılmasıyla, bitkinin kök gelişmesi ve P alınımında artış olduğu, fakat P'lu gübreye NO₃ formunda N ilave edilmesiyle benzer etkinin görülmediği belirlenmiştir (Tisdale ve Nelson, 1975).

Topraklara uygulanan NH₄, toprak koşullarına bağlı olarak toprak mikroorganizmaları tarafından NO₃'a dönüştürülmekte, oldukça hareketli olan NO₃ bitki kökleri tarafından absorbe edilmekte veya yıkanarak kök bölgesinden uzaklaşabilmektedir (Amberger, 1992). Bu durum, NH₄ iyonlarının toprak pH'sının düşürülmesindeki etkinliğini azaltmaktadır. Topraklardan yıkanma ve denitrifikasyon nedeniyle N kayıplarının önlenmesi, bunun yanısıra NH₄ iyonlarının toprak pH'sı üzerindeki etkinliğinin uzun süre devam etmesi amacıyla, üre ve amonyum formunda N içeren gübrelere nitrifikasyon inhibitörü olan bileşikler ilave edilmektedir (Amberger ve German-Bauer, 1990). Bu sayede, nitrifikasyonun ilk evresinin gerçekleşmesi sıcaklığa bağlı olarak 1-3 ay arasında engellenmekte ve amonyumun rizosfer bölgesinin reaksiyonunu düşürücü etkisi daha etkin bir şekilde görülmektedir (Amberger, 1986). Asit reaksiyonlu topraklar dışında dahi köklerden protonların dış ortama verilmesiyle rizosferin asit özellik kazan-

ması kaya fosfatların çözünürlüğü üzerinde önemli rol oynamaktadır (Amann ve Amberger,1984; Amann ve Amberger,1989; Claassen, 1990).

Bu nedenle, bu çalışma, topraklara verilen kaya fosfatlardaki fosforun yarayırlılığı üzerine nitrifikasyon inhibitörü ile birlikte uygulanan amonyum formundaki azotun etkinliğini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesinin Araştırma ve Uygulama Merkezindeki cam serada yürütülmüştür. Araştırmada test bitkisi olarak Asgrow firmasından temin edilen RX 947 çeşidi mısır (*Zea mays L.*) kullanılmıştır. Tohumlar 3 kg toprak alabilen plastik saksılara 3 Mayıs'da ekilmiştir. Her saksıya 6 tohum gelecek şekilde ekim yapılmış, ekimden yaklaşık 15 gün sonraki çıkış izlenerek, her saksıda 4 bitki bırakılmıştır. Bitkilerin toprak üstü organları 23 Temmuz tarihinde hasat edilmiş ve sera denemesine bu tarihte son verilmiştir.

Saksıların içine polietilen torbalar yerleştirildikten sonra saksılar P içeriği düşük ($1.11 \text{ mg P kg}^{-1}$) toprakla doldurulmuştur. Araştırma toprağının kimi özelliklerinin besin elementlerinin yarayırlılığını etkileyerek, yarayırlılığı yetersiz besin elementlerinin bitkilerin gelişimini sınırlandırması için 10 mg Fe kg^{-1} , 2 mg Mn kg^{-1} , 2 mg Zn kg^{-1} , 1 mg Cu kg^{-1} ve 1 mg B kg^{-1} dozlarında besin elementleri temel gübre olarak ekimden önce uygulanmıştır. Toprakların nem içerikleri tarla kapasitesi civarında sürdürülmüş ve sulamada saf su kullanılmıştır. Araştırma toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge I.
Araştırmada kullanılan toprağın kimi fiziksel ve kimyasal özellikleri

Analizler	Değerler	Analizler	Değerler
Toprak tekstürü	Tın	Değişebilir K (me 100g^{-1})	0.48
CaCO ₃ (%)	2.03	Değişebilir Ca (me 100g^{-1})	21.39
pH (1:2.5 su)	8.68	Değişebilir Mg (me 100g^{-1})	7.07
EC $\mu\text{S cm}^{-1}$ (1:2.5)	420	DTPA-Fe (mg kg^{-1})	7.34
Organik madde (%)	0.76	DTPA-Zn (mg kg^{-1})	0.33
Toplam N (%)	0.034	DTPA-Mn (mg kg^{-1})	9.25
Yarayırlı P (mg kg^{-1})	1.11	DTPA-Cu (mg kg^{-1})	0.67

Araştırmada azot kaynağı olarak amonyum sülfat gübresi 3 farklı dozda 0.5, 1.0 ve 2.0 g N saksı⁻¹ hesabıyla, kaya fosfat da 0.5, 1.0 ve 2.0 g P saksı⁻¹ hesabıyla saksılara verilmişlerdir. Araştırmada kullanılan kaya fosfatın kimi fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 2'de sunulmuştur.

Saksı denemesinde nitrifikasyon inhibitörü olarak % 66 N içeren disiyandiamid bileşiği 0.05, 0.10 ve 0.20 g N saksı⁻¹ hesabıyla olmak üzere üç farklı dozda uygulanmıştır. Denemede kullanılan konu kombinasyonları ise Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge II.
Araştırmada kullanılan kaya fosfatın kimi fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Analizler	Değerler	Analizler	Değerler
P ₂ O ₅ , %	31.30	Organik Madde, %	0.13
Reaktiviti, %	27	SiO ₂ , %	2.35
CaO, %	50.93	Katı Madde, %	-
MgO, %	0.19	Rutubet, %	0.77
Fe ₂ O ₃ , %	0.12	Yoğunluk g/cm ³ , %	1.41
Al ₂ O ₃ , %	0.64	Elek Analizi	
SO ₄ , %	1.19	+1.00 mm, %	4.37
Serbest Asit (H ₂ SO ₄), %	-	0.50-1.00 mm, %	6.67
CO ₂ , %	6.68	0.15-0.50 mm, %	53.96
Toplam F, %	3.13	0.08-0.15 mm, %	25.16
Cl, %	0.035	-0.08 mm, %	9.84

Çizelge III.
Araştırmada uygulanan konu kombinasyonları

Uygulama (-DCD)*	Uygulama (+DCD)*
1. Kontrol	11. n ₁ p ₁ d ₁
2. n ₁ p ₁	12. n ₁ p ₂ d ₁
3. n ₁ p ₂	13. n ₁ p ₃ d ₁
4. n ₁ p ₃	14. n ₂ p ₁ d ₂
5. n ₂ p ₁	15. n ₂ p ₂ d ₂
6. n ₂ p ₂	16. n ₂ p ₃ d ₂
7. n ₂ p ₃	17. n ₃ p ₁ d ₃
8. n ₃ p ₁	18. n ₃ p ₂ d ₃
9. n ₃ p ₂	19. n ₃ p ₃ d ₃
10. n ₃ p ₃	

*Disiyandiamid

Araştırma tamamlandıktan sonra saksılardaki topraklar karıştırılarak karma toprak örnekleri alınmıştır. Topraklara yapılan uygulamalara bağlı olarak saksı topraklarının kimi özelliklerindeki değişimleri belirlemek amacıyla yapılan analizlerde; pH ve EC ölçümü 1:2.5 toprak:su süspansiyonunda, % Toplam N Bremmer (1965) tarafından bildirilen şekilde, alın-

bilir P 0.5 M sodyum bikarbonat (pH 8.5) ile ekstraksiyonuyla belirlenmiştir (Olsen ve Dean,1965).

Bitkiler hasat edildikten sonra laboratuara getirilmiş, musluk suyu ve 0.1 M HCl içerisinde hızlı bir şekilde yıkanıp, iki defa da saf sudan geçirilmiş ve 70 °C'de kurutulup kuru madde miktarları belirlenmiştir. Bitkiler öğütülerek analize hazır hale getirildikten sonra HNO₃:HClO₄ (4:1) asit karışımı ile yaş yakılmıştır (Kacar 1972). Yaş yakılan örneklerde; P, vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemiyle kolorimetrik (Lott ve ark. 1956), K ve Ca fleymfotometrik olarak Kacar (1972), Zn ise Philips 9200X AAS cihazında analiz edilmiştir. Bitki örneklerinde % Toplam N analizi ise Bremmer (1965) tarafından bildirildiği şekilde analiz edilmiştir.

Araştırma, tesadüf parsellerinde 4 tekrarlamalı deneme desenine göre düzenlenmiştir. Araştırmadan elde edilen bulguların istatistik analizi tarist programı kullanılarak bilgisayarda yapılmıştır.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Araştırma sonlandıktan sonra uygulamalara bağlı olarak saksı topraklarında belirlenen kimi özelliklere varyans analizi uygulanmış, ortalamalar A.Ö.F (Asgari Önemli Fark) testi ile gruplandırılarak Çizelge 4'te sunulmuştur. Çizelge 4'te sunulan değerlere göre, deneme sonrası en düşük EC değeri kontrol uygulamasında belirlenirken, en yüksek EC değeri ise sırasıyla n₃p₃, n₃p₁ ve n₃p₂ uygulamalarında belirlenmiştir. Bu uygulamalardan sonraki en yüksek EC değerlerini de aynı konuların DCD içeren uygulamaları göstermiştir. Araştırma konuları içerisinde kontrol uygulamasına ait toprağın en yüksek pH değerine sahip olduğu belirlenirken en düşük pH değerleri ise DCD içermeyen yüksek azot dozlarında görülmüştür. DCD içeren uygulamalar da bu gruba girmiştir. Nitekim yapılan istatistiksel gruplandırmalar sonucunda bu uygulamaların yapıldıkları toprakların, özgül pH'ları ile aynı gruplarda yer aldıkları görülmektedir (Çizelge 4).

Deneme konularına bağlı olarak toprakların alınabilir P içeriklerinde istatistiksel olarak önemli bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4).

Deneme sonrasında uygulamalara bağlı olarak saksı topraklarının toplam N içeriklerinde önemli değişimlerin olduğu, DCD ile birlikte uygulanan en yüksek azot dozunun verildiği toprakların toplam N içeriklerinin en fazla olduğu ve istatistiksel olarak diğer uygulamalardan farklı grupta yer aldıkları görülmüştür. Toprakların N içerikleri üzerinde diğer etkili uygulamalar olarak DCD ile birlikte uygulanmayan N'un en yüksek dozları belirlenmiştir. Diğer konuların uygulandığı toprakların toplam N içerikleri genellikle birbirine yakın değerler olarak belirlenmiş, kontrol topraklarının en düşük düzeyde N içerdikleri görülmüştür (Çizelge 4).

Çizelge IV.
Araştırma sonunda sakı topraklarında belirlenen kimi özellikler

Uygulamalar	Toprak Analiz sonuçları			
	1:2.5 Toprak.Su		P mgkg ⁻¹	N %
	E.C. μScm^{-1}	pH		
1 Kontrol	228.75 j	8.67 a	1.05	0.033 gh
2 n ₁ p ₁ 0.5 gr N + 0.5 gr P	646.75 ghı	8.31 bc	2.23	0.037 fgh
3 n ₁ p ₂ 0.5 gr N + 1.0 gr P	622.75 hı	8.31 bc	2.48	0.032 gh
4 n ₁ p ₃ 0.5 gr N + 2.0 gr P	693.00 fghı	8.29 bc	2.29	0.038 efgh
5 n ₂ p ₁ 1.0 gr N + 0.5 gr P	1223.75 cd	8.09 def	2.75	0.048 cdef
6 n ₂ p ₂ 1.0 gr N + 1.0 gr P	1103.50 de	8.10 def	2.74	0.040 cdefg
7 n ₂ p ₃ 1.0 gr N + 2.0 gr P	1053.50 de	8.08 defg	2.75	0.040 cdefg
8 n ₃ p ₁ 2.0 gr N + 0.5 gr P	1986.00 a	7.98 fg	4.00	0.049 cde
9 n ₃ p ₂ 2.0 gr N + 1.0 gr P	1947.25 a	7.99 fg	3.26	0.050 bcd
10 n ₃ p ₃ 2.0 gr N + 2.0 gr P	2126.75 a	7.97 g	2.47	0.051 bc
11 n ₁ d ₁ p ₁ n ₁ d ₁ =0.45 gr N + 0.05 gr N (DCD) p ₁ =0.5 gr P	547.25 ı	8.35 b	2.58	0.034 gh
12 n ₁ d ₁ p ₂ n ₁ d ₁ =0.45 gr N + 0.05 gr N (DCD) p ₂ =1 gr P	581.00 ı	8.29 bc	2.28	0.042 cdefg
13 n ₁ d ₁ p ₃ n ₁ d ₁ =0.45 gr N + 0.05 gr N (DCD) p ₃ =2 gr P	600.00 ı	8.30 bc	2.08	0.027 h
14 n ₂ d ₂ p ₁ n ₂ d ₂ =0.90 gr N + 0.1 gr N (DCD) p ₁ =0.5 gr P	906.75 efg	8.19 cd	2.49	0.035 gh
15 n ₂ d ₂ p ₂ n ₂ d ₂ =0.90 gr N + 0.1 gr N (DCD) p ₂ =1 gr P	893.00 efgh	8.19 cd	2.68	0.042 cdefg
16 n ₂ d ₂ p ₃ n ₂ d ₂ =0.90 gr N + 0.1 gr N (DCD) p ₃ =2 gr P	959.75 def	8.14 de	2.27	0.039 defg
17 n ₃ d ₃ p ₁ n ₃ d ₃ =1.80 gr N + 0.2 gr N (DCD) p ₁ =0.5 gr P	1576.25 b	8.04 efg	2.27	0.064 a
18 n ₃ d ₃ p ₂ n ₃ d ₃ =1.80 gr N + 0.2 gr N (DCD) p ₂ =1 gr P	1437.75 bc	8.10 def	2.68	0.066 a
19 n ₃ d ₃ p ₃ n ₃ d ₃ =1.80 gr N + 0.2 gr N (DCD) p ₃ =2 gr P	1523.25 b	8.07 efg	2.49	0.061 ab

(DCD) Disiyandiamid

Deneme konularının test bitkilerinin bazı besin elementleri ve kuru madde içeriklerine etkilerini belirlemek amacıyla, sonuçlara varyans analizi uygulanmış ve ortalamalar A.Ö.F. (Asgari Önemli Fark) testi ile gruplandırılarak Çizelge 5'te verilmiştir. İlgili Çizelgede sunulan verilere göre DCD ve en yüksek N dozları ile birlikte uygulanan P'un 3 seviyesinde de bitkilerin P içeriklerinin diğer uygulamalardan daha yüksek olduğu ve

aralarındaki farkın istatistiksel olarak da önemli olduğu görülmüştür. Uygulamalara bağlı olarak bitkilerin N içeriklerindeki değişim, P'da olduğu gibi benzer bir eğilim göstermiş ve en yüksek N içerikleri DCD ile birlikte uygulanan N'un en yüksek dozlarında belirlenmiş olup, bu dozların yaptığı etkinin diğer dozlardan farklı olduğu ve istatistiksel olarak ayrımlı grupta yer aldığı anlaşılmıştır. En düşük N içeriğinin ise, hiç N uygulanmayan kontrol saksılarında yetiştirilen bitkilerde belirlendiği, diğer uygulamaların bitkilerin N içeriğine etkisinin yüksek dozları dışında genellikle benzer olduğu görülmüştür.

Bitkilerin K, Ca ve Zn içeriklerinin uygulamalara bağlı olarak değişimleri istatistiksel olarak önemli bulunmasına rağmen deneme konularıyla uyumlu farklılıklar göstermedikleri izlenmektedir (Çizelge 5). Benzer eğilim bitkilerin kuru madde verimlerinde de görülmüş, kuru madde verimlerinin uygulamalara bağlı olarak düzenli ve anlamlı değişim göstermedikleri ancak DCD içeren ve içermeyen azotun yüksek dozlarında (n_3) kuru madde veriminin diğer N dozlarından daha düşük ölçülmesinin uygulanan N dozu-na bağlı olarak NH_4 'ün zehir etkisi göstermesinden kaynaklandığı sanılmaktadır.

Araştırmada saksı topraklarında ve bitkilerde belirlenen kimi özellikler ve bitki besin elementleri arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları Çizelge 6'da verilmiştir. İlgili Çizelgede sunulan değerlerin incelenmesinden de görüleceği üzere toprakların EC değerleri ile toprakların N içerikleri, bitkinin N, P, Ca içerikleri ve kuru madde verimleri arasında pozitif yönde önemli ilişkiler belirlenirken, EC ile toprak P'u arasında önemli bir ilişkinin bulunmadığı belirlenmiştir. Toprak pH'sı ile toprak N'u, bitkinin P ve N içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli negatif, toprakların alınabilir P içerikleri ile bitkinin P içerikleri arasında önemli olmayan, toprakların toplam N içerikleri ile bitkinin N içerikleri arasında %1 düzeyinde önemli pozitif ilişkilerin bulunduğu hesaplanmıştır.

Araştırmamızda, konulara bağlı olarak belirlenen özelliklerin değişimi, birbirleri arasındaki ilişkiler ve istatistiksel analiz sonuçları, NH_4 formundaki N'un nitrifikasyon inhibitörü (DCD) ile birlikte topraklara verilmesinin, fosforlu gübre kaynağı olarak denemede kullanılan kayafosfatın bileşiminde bulunan P'un yararışlılığını artırmada etkili olmadığını göstermiştir. Denemede kullanılan kaya fosfatın fosfor içeriğinin ve çözünürlüğünün düşük olması nedeniyle uygulamaların, toprakların ve bitkilerin P içeriği üzerinde etkili olmadığı düşünülmektedir. Nitekim, Amberger (2000) asit ortamlarda P yararışlılığını artırmak amacıyla kullanılacak kaya fosfatların reaktivitesinin (% 2 sitrik veya formik asitte çözünebilir P içeriğinin) en az % 40 olması gerektiğini yapılan bir kişisel görüşmede bildirmiştir. Araştırmamızda kullanılan kaya fosfatın reaktivitesi ise % 27 olarak belirlenmiştir. Özellikle kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında artan N

dozlarına bağı olarak saksı topraklarının pH'larında düşüş gözlenmesine rağmen (Çizelge 4), kaya fosfatlarından P'un çözünürlüğünde önemli bir değişimin gerçekleşmemesinin, kaya fosfatın kimyasal yapısıyla ilgili olmasının yanında düşük P yarıyışlılığından kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Denemenin sonuçları toplu olarak değerlendirildiğinde, asit reaksiyonlu topraklarda beklenen etkinin görülmesi için reaktivitesi % 40-50 arasında olan kaya fosfatların kullanılması gerektiği anlaşılmaktadır.

Çizelge V.
Araştırma sonunda bitkilerde belirlenen bazı besin elementi içerikleri ve kuru madde verimleri

Uygulamalar	Bitki Analiz Sonuçları					
	P %	N %	K %	Ca %	Zn mg kg ⁻¹	Kuru Madde g saksı ⁻¹
1 Kontrol	0.078 e	0.535 k	1.275 bcd	0.690 d	32.25 d	4.788 cde
2 n ₁ p ₁ 0.5 gr N + 0.5 gr P	0.098 abc	2.500 j	1.428 bc	1.053 cd	49.50 cd	8.558 ab
3 n ₁ p ₂ 0.5 gr N + 1.0 gr P	0.095 abcd	2.578 ij	1.495 b	1.038 cd	61.75 abc	8.305 ab
4 n ₁ p ₃ 0.5 gr N + 2.0 gr P	0.100 abc	2.400 j	1.310 bcd	1.045 cd	61.75 abc	8.880 ab
5 n ₂ p ₁ 1.0 gr N + 0.5 gr P	0.100 abc	3.233 defg	1.395 bc	1.390 c	44.50 cd	5.645 bcd
6 n ₂ p ₂ 1.0 gr N + 1.0 gr P	0.103 ab	3.050 fghi	1.807 a	1.303 c	62.50 abc	7.583 abc
7 n ₂ p ₃ 1.0 gr N + 2.0 gr P	0.098 abc	3.058 fghi	1.402 bc	1.270 c	59.25 bc	8.538 ab
8 n ₃ p ₁ 2.0 gr N + 0.5 gr P	0.103 ab	3.705 bcd	1.143 cd	2.485 a	45.50 cd	3.365 de
9 n ₃ p ₂ 2.0 gr N + 1.0 gr P	0.083 de	3.988 bc	1.020 d	2.868 a	48.00 cd	1.998 e
10 n ₃ p ₃ 2.0 gr N + 2.0 gr P	0.098 abc	3.568 cde	1.393 bc	1.978 b	48.25 cd	4.330 cde
11 n ₁ d ₁ p ₁ n ₁ d ₁ =0.45 gr N + 0.05 gr (DCD) p ₁ =0.5 gr P	0.095 abcd	2.533 j	1.273 bcd	1.083 cd	61.00 abc	8.983 ab
12 n ₁ d ₁ p ₂ n ₁ d ₁ =0.45 gr N + 0.05 gr (DCD) p ₂ =1 gr P	0.088 cde	2.700 hij	1.355 bc	1.135 cd	61.50 abc	8.275 ab
13 n ₁ d ₁ p ₃ n ₁ d ₁ =0.45 gr N + 0.05 gr (DCD) p ₃ =2 gr P	0.093 bcd	2.773 ghij	1.352 bc	1.103 cd	59.50 abc	8.713 ab
14 n ₂ d ₂ p ₁ n ₂ d ₂ =0.90 gr N + 0.1 gr (DCD) p ₁ =0.5 gr P	0.100 abc	3.583 cde	1.283 bcd	1.185 c	78.75 ab	8.525 ab
15 n ₂ d ₂ p ₂ n ₂ d ₂ =0.90 gr N + 0.1 gr (DCD) p ₂ =1 gr P	0.095 abcd	3.153 efgh	1.335 bc	1.078 cd	84.75 a	10.345 a
16 n ₂ d ₂ p ₃ n ₂ d ₂ =0.90 gr N + 0.1 gr (DCD) p ₃ =2 gr P	0.088 cde	3.423 def	1.315 bcd	1.105 cd	58.00 bc	8.770 ab
17 n ₃ d ₃ p ₁ n ₃ d ₃ =1.80 gr N + 0.2 gr (DCD) p ₁ =0.5 gr P	0.100 abc	4.565 a	1.370 bc	1.368 c	49.00 cd	4.278 cde
18 n ₃ d ₃ p ₂ n ₃ d ₃ =1.80 gr N + 0.2 gr (DCD) p ₂ =1 gr P	0.107 a	4.595 a	1.315 bcd	1.143 cd	48.25 cd	6.615 bcd
19 n ₃ d ₃ p ₃ n ₃ d ₃ =1.80 gr N + 0.2 gr (DCD) p ₃ =2 gr P	0.108 a	4.193 ab	1.257 bcd	1.173 c	54.75 bcd	6.310 bcd

(DCD) Disiyandiamid

Çizelge VI.
Araştırmada belirlenen kimi özelliklere ait ilişkilerin
korelasyon katsayıları (r)

		Toprak			
		E.C.	pH	P	N
Toprak	E.C.	1.000			
	pH	-0.861**	1.000		
	P	0.190öd	-0.018öd	1.000	
	N	0.654**	-0.572**	0.147öd	1.000
Bitki	P	0.277*	-0.369**	0.035öd	0.356**
	N	0.728**	-0.808**	-0.019öd	0.701**
	K	-0.140öd	0.015öd	-0.207öd	-0.120öd
	Ca	0.743**	-0.607**	0.351**	0.326**
	Zn	-0.147öd	-0.034öd	-0.169öd	-0.210öd
	Kuru Madde	-0.584**	0.299**	-0.442**	0.477**

öd:Önemli değil, * 0.05 düzeyinde önemli, ** 0.01 düzeyinde önemli

Araştırma sonuçlarına göre NH_4 ile birlikte uygulanan DCD'in, aynı dozlar için DCD ile uygulanmayan NH_4 'a kıyasla bitkilerin N içeriğini artırdığı görülmüştür (Çizelge 5). Bu sonuçlar, DCD'in NH_4 'lu gübreler ile birlikte uygulanmasıyla bitkiler tarafından N'un kullanım etkinliğinin arttığını göstermektedir. Günümüzün çevreye duyarlı tarımsal yönetim anlayışı ile birlikte, üretimi yüksek seviyede sürdürebilme çabaları konunun önemini ileri süren önemli kavramlardır.

KAYNAKLAR

- Amann, C. and A. Amberger. 1984. Wirkungen Organischer Substanzen auf Boden-und Düngerphospat Teil 1: Einfluß von Stroh-und Maiswurzelextraktionen auf die Löslichkeit von Boden-und Dünger-P. Z.Pflanzenernähr., Bodenkde.147:49-59.
- Amann, C. and A. Amberger. 1989. Phosphorus Efficiency of Buckwheat (*fagopyrum esculentum*) Zpflanzenernähr., Bodenkde.,181-189.
- Amberger, A. 1986. Potentials of Nitrification Inhibitors in modern N-Fertilizer Management. Z.Pflanzenernaehr. Bodenk. 149:469-484.
- Amberger, A. 1992. Nitrogen Fertilization and Environment in Semiarid Regions. Proc. Egypt-German Seminar "Environmental and Cultural Aspects of Fertilizer Use". Ed.M.W. El-Fouly. 25-28 Nov.1991.p:197-206.
- Amberger, A. 2000. Kişisel Görüşme, 21.06.2000 tarihli telefax mesajı.

- Amberger, A. and M.P. German-Bauer. 1990. Effects of the Nitrification Inhibitors 1-amidino-2-thiourea and dicyandiamide in Combination with Urea and Ammonium Sulphate Fertilizer Research 21:179-183.
- Aydeniz, A. ve A. Brohi. 1991. Gübreler ve Gübreleme. Cumhuriyet Üniversitesi Tokat Ziraat Fakültesi Yayınları No 10, Ders Kitabı No:3. Tokat. S.142.
- Bayraklı, F. ve N. Balkaya 2000. Fosforlu ve Azotlu Gübre Kullanımı ve Gübre Çevre Etkileşimi. Tarımsal Çevre ve Su Kirliliği Semineri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü Yayınları. Ankara.
- Bremner, J.M. 1965. Nitrogen Ed.: C.A.Black. In: Method of Soil Analysis. Part:II. Chemical and Microbiological Properties. Agronomy Series. No:9. Agron. Inc. Madison. Wisconsin. USA.
- Claassen, N. 1990. Aufnahme von Nährstoffen aus dem Boden Durch die Höhere pflanze als Ergebnis von Verfügbarkeit und Aneignungsvermögen. Severn Verlag, Göttingen.
- Cooke, G.W.1966. Phosphorus and Potassium Fertilizers Their Forms and Their Places in Agriculture. The Fertilizer Soc.Proc.No.92.
- Eyüpoğlu, F. 2002. Türkiye Gübre Gereksinimi ve Geleceği. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü. İşletme Müdürlüğü Yayınları Teknik Yayın No: T-2, Genel Yayın No:2.
- Hemwall, J.B. 1957. The Fixation of Phosphorus by Soils. Advances in Agronomy. Eds. A.G.Norman. Vol IX. Academic Press. Inc. NewYork.
- Johnston,E.A. 2000. Soil and Plant Phosphate. International Fertilizer Industry Association. Paris. p:32.
- Kacar, B. 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II. Bitki Analizleri. Ankara Üniv. Ziraat Fakültesi Yayınları. No453.
- Kirkby, E.A. 1981. Plant Growth in Relation to Nitrogen Supply. In:Clarke, F.E. and Rosswall, T. Eds. Terrestrial Nitrogen Cycles, Processes, Ecosystem Strategies and Management Impacts, p:249-267, Ecol Bull Stockholm 33.
- Lott, W.L., J.P.Gallo and J.C.Meaff. 1956. Leaf Analysis Technique in coffe research. Ibec. Research Inc. 1-9, 21-24
- Mengel, K., E.A.Kirkby. 1982. Principles of Plant Nutrition. Publisher: International Potash Institute P.O. Box, CH-3048 Worblaufen-Bern/Switzerland. P. 655.

- Olsen, S.R. and L.A.Dean. 1965. Phosphorus. Ed.: C.A. Black. In: Method of Soil Analysis. Part:II. American Society of Agronomy Inc. Publisher: Madison. Wisconsin. USA.
- Riley, D. and Barber, S.A. 1971. Effect of Ammonium and Nitrate Fertilization on Phosphorus Uptake as related to root-induced pH Changes at the Root- Soil Interface. Soil Sci.Soc. Am. Proc. 35:301-306.
- Rogers, H.T., R.W.Pearson ve L.E. Ensminger. 1953. Soil and Fertilizer Phosphorus in Crop Nutrition. Eds. W.H.Pierre and A.G.Norman 4:189-242. Academic Press. NewYork.
- Schüller, H., Th.Reichard and K.Nemeth.1975. (G) Relationship Between P Fertilization, Yield, P Uptake and Soil Tests. Landw. Forsch 28:147-157.
- Tisdale, S.L. and W.L. Nelson. 1975. Soil Fertility and Fertilizers. Macmillan Publishing Co. Inc.