



EGE ÜNİVERSİTESİ ZİRAAT FAKÜLTESİ DERGİSİ

Özel Sayı

5. Bitki Besleme ve Gübre Kongresi Bildirileri



JOURNAL OF EGE UNIVERSITY FACULTY OF AGRICULTURE
SPECIAL ISSUE

ISSN: 1018 - 8851

E.Ü Ziraat Fakültesi Dergisi Özel Sayısı
The Journal of Agricultural Faculty of Ege University
Special Issue
ISSN 1018-8851

5. ULUSAL BİTKİ BESLEME VE GÜBRE KONGRESİ

Bildiriler Kitabı

15-17 Eylül 2010
E.Ü Ziraat Fakültesi, Bornova-İZMİR

Mısır Bitkisinin (*Zea mays* L.) Fosfor Kullanım Etkinliğini Üzerine Bio Gübre Uygulamalarının Etkisinin Mekanistik Modelleme ile Belirlenmesi

Adem GÜNEŞ¹ Aslıhan ESRİNGÜ¹ Oğuzhan UZUN² Nizamettin ATAÖĞLU¹
Ferda AKKUŞ¹ Alparslan GÜRSOY³ Metin TURAN¹

¹ Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü

² Erciyes Üniversitesi Seyrani Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü

³ Erzincan Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü

Sorumlu yazar: ademgunes@atauni.edu.tr

ÖZET

Bu çalışma Aridisol toprak ordosuna ilave edilen organik ve mineral kaynaklı fosforlu gübrelerin mısır bitkisinde (*Zea mays* L.) fosfor kullanım etkinliğini artırmak amacıyla uygulanan bio gübrelemenin etkisinin belirlenmesi ve bu etkinin mekanistik model yardımıyla tahmin edilmesi amacıyla sera koşullarında yürütülmüştür. Tam şansa bağlı deneme desenine göre 2 farklı fosfor kaynağı mineral (TSP %46 P₂O₅) ve organik (fosfat kayası %18 P₂O₅) fosfor gübreleri, 5 farklı dozda (0, 10, 20, 30 ve 40 kg P₂O₅/da) bakterili (M3) ve bakterisiz olmak üzere 3 tekrarlamalı olarak toplam (2x5x2x3=) 60 saksıda yürütülmüştür. 60 günlük gelişme periyodu sonucunda uygulanan farklı mineral ve organik fosforlu farklı dozlara bağlı olarak toprakta bulunan ve bitki tarafından alınan fosfor miktarının gübre kullanım etkinlik parametreleri üzerine bio gübrelemenin etkilerinin önemli olduğu belirlenmiştir. Uygulamada en etkin dozun fosfat kayası ve TSP'nin dekara 20 kg olduğu uygulamalarından elde edilirken, bio gübreleme sonucunda fosfat kayası bakımından 16-18 kg/da dozunda en yüksek etkinlikler elde edilmiştir. Uygulanan bio gübrelerin toprağa uygulanan organik kaynaklı fosforlu gübrelerin etkinliği, yararlılığını ve etkinliğini artırarak gübrelerin daha etkin kullanılmasını sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: TSP, fosfat kayası, mısır, modelleme

ABSTRACT

This study Aridisol soil supplemental organic and mineral source phosphorus fertilizers corn plant (*Zea mays* L.), phosphorus use efficiency increases in order to apply bio-fertilizer to determine the effect and impact on mechanistic models with forecasts in order to greenhouse conditions was conducted. Fully randomized design according to two different phosphorus sources of minerals (TSP 46% P₂O₅) and organic (phosphate rock 18% P₂O₅), phosphorus fertilizers, 5 different doses (0, 10, 20, 30 and 40 kg P₂O₅/da) bacteria with (M3) and bacteria-free for three replications in the total (2x5x2x3 =) 60 pots were carried out. 60-day period of growth as a result of corn yield and yield parameters and the amount of phosphorus uptake, phosphorus fertilizer use efficiency are determined. In conclusion, applied different minerals, organic phosphorus and microbial fertilizers in different doses depending on soil and plant phosphorus fertilizer use efficiency is taken by the parameters of the effect was found to be significant. In practice the most effective dose per unit area of 20 kg of phosphate rock and the application of TSP was obtained in terms of bio-fertilizer phosphate rock as a result of 16-18 kg / ha have been achieved at the highest dose. Applied bio-fertilizers applied to the soil organic source of phosphorus fertilizer effectiveness, relevance and effectiveness by increasing availability more efficient use of fertilizers has provided.

Key Words: TSP, phosphate rock, corn, modeling

GİRİŞ

Bitkilerin verimliliklerinin artırılmasında yurdumuz toprakları için azottan sonra en çok noksanlığı görülen elementlerden birisi fosfordur. Bitki kuru maddesinin % 0.3-0.5'ini oluşturan fosfor; bitkilerin yapısında anahtar enzimlerin, nükleik asitlerin, fosfolipidlerin yapısında ve ATP ile ilgili reaksiyonlarda bitki gelişimi için mutlak gerekli olan besin elementlerinden birisidir (Schachtman 1998; Ragothama, 1999; Smith, 2002).

Tarımsal sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için tarım alanlarında her yıl ya da yetiştirme döneminde toprak, bitki ve çevre faktörlerinin durumuna göre farklı dozlarda fosforlu gübreleme yapılmaktadır. Yüksek ve kaliteli verimin hedeflendiği tarımda yapılan

uygulamanın zamanı, miktarı ve şekli hedefe ulaşmada son derece kritik bir öneme sahiptir. P'nin bir çok toprakta hızla yarayırsız formlara dönüşmesinin yanında fazla miktarlarda uygulanan P'li gübre veya uygulanan P'u adsorbe eden toprak taneciklerinin erozyona maruz kalması sonucu toprak ve/veya su kaynaklarında ekosistem sağlığını tehdit edebilecek çevresel problemlerin ortaya çıkması mümkün olabilmektedir. Toprakta fosforun bitkiye yarayırsız formlara dönüşmesine neden olan bir çok kimyasal olaylar vardır. Bu olaylardan başat olanı, toprak özelliklerine ve kullanım şekline bağlı olarak değişim göstermektedir. Genellikle gübrelerle topraklara uygulanan P, asit topraklarda Fe veya Al oksitlerle (Ryden ve Pratt, 1980); kireçli topraklarda ise CaCO₃ ile reaksiyona girerek (AL-Khateep ve ark., 1986; Barrow, 1987) bitkilere yarayırsız formlara dönüştürülmektedir. Bu reaksiyonlar genellikle oldukça kısa sürelerde meydana geldiğinden üründe önemli kayıplara neden olabilmektedir. Yapılan benzer çalışmalarda araştırmacılar kurak ve yarı kurak iklim koşullarında, fosforun yüksek oranlarda Ca-fosfatlarca tutulduğunu, özellikle yüksek pH, karbonat ve düşük organik madde içeriğinin fosforun çökerek yarayırsızlığının düşmesine neden olduğunu belirtmişlerdir (Sardi ve Csatho 2002; Braschi ve ark., 2003; Gahrooe, 2003).

Topraklarda bitkiye yarayırsız fosfor miktarı düşük ve fosfor kullanımı da her geçen gün arttığından, bitki yetiştirmek için gerekli fosfor rezervlerinde azalmalar meydana gelmektedir (Gahoonia ve ark., 1999). Diğer bitki besin elementlerinden farklı olarak, uygulanan fosforun büyük bir bölümü toprak tarafından tutulmakta ve toprağa uygulanan fosforlu gübrelerin %80'inden fazlası adsorpsiyon ve çökeltme yoluyla veya organik bileşikler oluşturarak bitkilerin alamayacağı forma dönüşmektedir (Holford,1997; Richardson, 1994; Daroub ve ark., 2003; Leytem and Westermann 2003; Shibata and Yano 2003; Zhu ve ark., 2003; Shin ve ark., 2004).

Farklı ürün yetiştirme koşullarında fosfor alım etkinliğinin belirlenebilmesi için farklı tahmin modellemeleri mevcuttur. Yetiştirilen bitkilerin kök uzunluğu, besin alım fizyolojisi ve bitkilerin yarayırsız fosforu alma yetenekleri, rizosferde salgılanan organik bileşiklerin alım etkinlik mekanizmasına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Steingrobe and Claassen 2000; Rengel and Damon 2008).

Claassen and Barber (1976) yaptıkları modellemelerde besin alımının %56'ların üzerinde tahmin edildiğini belirlemişlerdir. Schenk and Barber (1979) mısır tarafından alınan P miktarını belirlemek için Claassen-Barber metodunu kullanmış ve hesaplanan fosfor alım değeri ile ölçülen fosfor değerleri arasında oldukça iyi bir ilişki bulmuşlardır. Silberbush ve Barber (1983) soya fasulyesinde fosfor ve potasyum alımını belirlemek için Cushman (1979) metodunu kullanmış ve bitkilerin fosfor ve potasyum alımını tahmin etmede oldukça etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışmada P'lu gübre kullanım etkinliğinin belirlenmesinde son zamanlara kadar daha çok toprakta mevcut yarayırsız P düzeyi ile bitkinin farklı organları tarafından alınan P miktarları arasında ilişkiler belirlenirken mekanistik yaklaşımla bitkilerin büyüme dönemine bağlı olarak bitki kök gelişimi, kök yapısı, yarayırsız P ve bitkinin P alımı arasındaki ilişkiler ortaya konarak P yarayırsızlığına etki eden etmenler model yardımıyla ortaya konulmuş ve gübre kullanım etkinlikleri belirlenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma, Doğu Anadolu Bölgesinde yaygın olarak bulunan Aridisol (N: 39° 58' 04,5'' E: 041° 20' 17,0'') büyük toprak grupları üzerinde yürütülmüştür. Bu çalışma kapsamında Aridisol büyük toprak grubundan alınan toprak örnekleri 4 mm'lik elekten geçirildikten sonra 3 kg'lık saksılarda, fosforlu gübre kullanımının mısır bitkisinin verim ve verim parametreleri üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla sera şartlarında tam şansa bağlı deneme desenine göre OSSK-644 isimli sırlıklık mısır, 2 farklı fosfor kaynağı mineral (TSP %46 P₂O₅) ve organik (fosfat kayası,FK %18 P₂O₅) fosfor gübreleri, 5 farklı dozda (0, 10, 20,

30 ve 40 kg P₂O₅/da) bakterili (M3) ve bakterisiz olmak üzere 3 tekrarlamalı olarak toplam (2x5x2x3=) 60 saksıda yürütülmüştür. Bitkilerin normal gelişimini sürdürebilmesi için N (240 kg/ha) ve K (80 kg/ha) ihtiyaçları toprakta bulunan elverişli miktarları dikkate alınarak amonyum sülfat (%20,5N) ve potasyum sülfat (%50 K₂O) gübrelereinden sağlanmıştır. Mısır tohumları dekara 7700 tohum olacak şekilde her bir saksıya ekim yapılmıştır. Bakterili uygulamalarda tohumlar aşılansarak ekim yapılmıştır. Bitkiler büyüme periyodu içinde su ihtiyaçları toprak nem düzeyi tarla kapasitesinin %50'sinde tutulmaya çalışılmıştır. Sera koşullarının gün içerisindeki sıcaklık ve nem değerleri datalogger (Testo 175-H2 V01.10) kullanılarak ölçülmüş ve takribi sulama aralıkları ağırlık hesabıyla belirlenmeye çalışılmıştır. 60 günlük gelişme periyodu sonucunda mısır bitkisinin verim ve verim parametreleri, klorofil içeriği ile fosfor alım miktarları, fosforlu gübre kullanım etkinliği belirlenmeye çalışılmıştır. Bitki örneklerinin P içerikleri nitrik asit-hidrojen peroksit (2:3) asit ile 3 farklı adımda (1. adım; 145 °Cde %75 mikrodalga gücün de 5 dakika, 2. adım; 180 °Cde %90 mikrodalga gücün de 10 dakika ve 3. adım 100 °Cde %40 mikrodalga gücün de 10 dakika) 40 bar basınca dayanıklı mikrowave yaş yakma ünitesinde (speedwave MWS-2 Berghof productts + Instruments Harresstr.1. 72800 Erien Germany) tabi tutulduktan (Mertens 2005a) sonra ICP OES spektrofotometresinde (Inductively Couple Plasma spectrophotometer) (Perkin-Elmer, Optima 2100 DV, ICP/OES, Shelton, CT 06484-4794, USA) okunmak suretiyle belirlenmiştir (Mertens 2005b). Mısır bitkisinin topraktan kaldırdığı P miktarının tahmin edilmesi amacıyla 60 günlük yetiştirme periyodundan sonra William (1948) modeli Rakshit and Bhadoria (2008) tarafından modifiye edilen eşitlik kullanılmıştır.

Tahmini Bitki P alımı (mol/bitki)=(Bitki kuru ağırlık, gr x bitki P içeriği, %) / 3100
 Yarayışlı P miktarı= (2 x bitki P alımı) / [gelişme periyodu (gün) x kök uzunluğu]
 Gübre kullanım etkinlik parametreleri Dobermann (2005)'e göre belirlenmiştir.

Fizyolojik etkinlik,

$$F. E. = \frac{(Verim_{Gübreli} - Verim_{Gübresiz})}{(P \text{ içeriği}_{Gübreli} + P \text{ içeriği}_{Gübresiz})}$$

Kullanım etkinliği,

$$K. E. \left(\frac{kg}{kg} \right) = \frac{(Verim_{Gübreli} - Verim_{Gübresiz})}{Uygulanan \text{ gübre miktarı}}$$

Geri Dönüşüm Etkinliği,

$$G. D. E. (\%) = \frac{(P \text{ içeriği}_{Gübreli} + P \text{ içeriği}_{Gübresiz})}{Uygulanan \text{ gübre miktarı}} \times 100$$

$$\text{Oransal ürün} = \frac{Verim_{Gübresiz}}{Verim_{en \text{ yüksek ürün}}} \times 100$$

ARAŞTIRMA BULGULARI

60 günlük deneme periyodu sonucunda gübre kullanım etkinliğini artırmak amacıyla uygulanan TSP gübresinin mısır bitkisinin verim ve verim parametreleri üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli olmuştur. TSP uygulaması sonucunda en yüksek bitki boyu, bitki kök kuru ağırlığı ve kök uzunluğu 30 kg/da uygulamasından elde edilirken, bitki kuru ağırlığı ve kuru madde oranı ise 20 kgTSP/da uygulamasından elde edilmiştir. Ancak ortama bio gübre ilave edildiği zaman bitki boyu hariç diğer parametreler bakımında 20 kg/da uygulaması daha etkin bulunmuştur (Çizelge 1). Yapılan bio gübre uygulaması sonucunda kontrol uygulamasına göre bitki boyunda %22; bitki kuru ağırlığında %53; kuru madde oranında %26; kök kuru ağırlığında %46 ve kök uzunluğunda %34 oranında artış sağlanmıştır.

Benzer şekilde uygulanan fosfat kayasının mısır bitkisinin verim ve verim parametreleri üzerine etkisi istatistiki açıdan önemli olmuştur. FK uygulaması sonucunda en yüksek bitki boyu, bitki kuru ağırlığı, kuru madde oranı, kök kuru ağırlığı ve kök uzunluğu 20

kg/da uygulamasından elde edilmiştir. Ancak ortama bio gübre ilave edildiği zaman bitki boyu ve bitki kuru ağırlığı 20 kg/da; kuru madde oranı ile kök kuru ağırlığı 10 kg/da; kök uzunluğu ise 30 kg/da uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 1). Yapılan bio gübre uygulaması sonucunda kontrol uygulamasına göre bitki boyunda %11; bitki kuru ağırlığında %40; kuru madde oranında %17; kök kuru ağırlığında %37 ve kök uzunluğunda %44 oranında artış sağlanmıştır.

Çizelge 1. Mısır bitkilerine ait verim ve verim parametreleri

Uygulama dozu (kg/da)	-M3					+M3				
	Bitki boyu (cm)	Bitki kuru ağırlığı (gr)	Kuru madde oranı (%)	Kök kuru ağırlığı (gr/bitki)	Kök uzunluk (cm)	Bitki boyu (cm)	Bitki kuru ağırlığı (gr)	Kuru madde oranı (%)	Kök kuru ağırlığı (gr/bitki)	Kök uzunluk (cm)
TSP0	104,0c	11,94d	11,30c	1,52c	11,12d	108,3e	8,77e	11,76c	1,01c	15,19c
TSP10	106,0c	14,32c	12,22b	1,92b	14,34c	111,7d	12,62b	11,77c	1,32b	18,40bc
TSP20	115,7b	16,07a	13,65a	1,49c	17,08b	115,0c	19,03a	15,07a	1,86a	20,07b
TSP30	120,7a	15,14b	12,71b	2,22a	19,23a	140,0a	13,13a	12,55b	1,81a	23,11a
TSP40	100,3d	9,82e	10,40d	1,16d	13,78c	120,0b	9,50d	9,57d	0,90d	19,05bc
FK0	105,0c	9,96c	12,09c	0,92c	8,03c	106,7d	10,49d	11,58d	1,27d	15,33d
FK10	113,7b	10,89b	12,53b	1,11b	12,53b	111,7c	12,65c	13,96a	2,02a	16,55d
FK20	123,3a	17,51a	14,26a	1,28a	16,57a	120,0a	17,54a	13,55b	1,86b	18,76c
FK30	112,0b	8,84d	8,84d	0,90c	12,90b	118,3b	14,68b	13,43b	1,67c	27,12a
FK40	80,0d	4,39e	7,58e	1,21a	11,43bc	93,3e	7,24e	12,36c	0,86e	25,07b

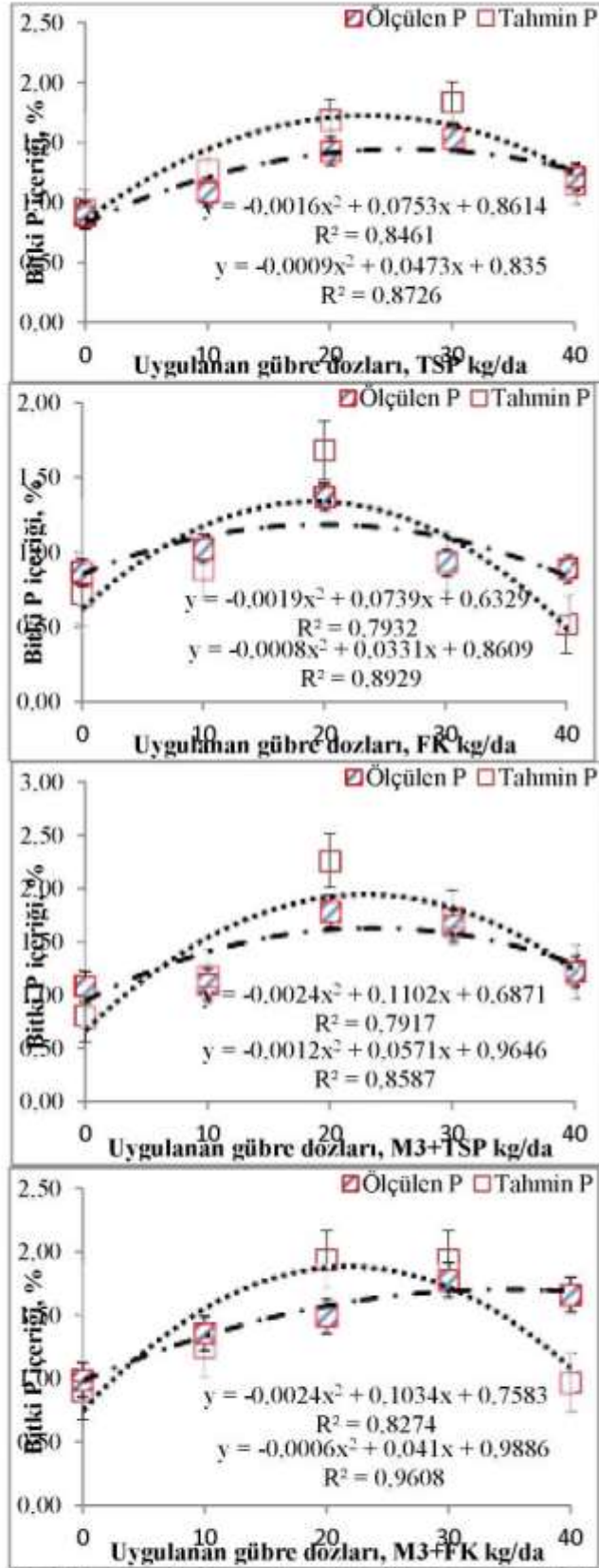
Kalkerli topraklarda mikrobiyal ve fosforlu gübre kullanımı sonucunda mısır bitkisinin fosforlu gübre kullanım etkinliği ile bitki ve toprakta meydana gelen fosfor birikimi önemli ölçüde değişiklik göstermiş olup (Çizelge 2) bu etki istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p<0,01$). En yüksek bitki P içeriği M3+FK 40 kg/da uygulamasından elde edilmiştir (4152 mg/kg).

Toprakta ve bitkide bulunan fosfor miktarları mekanistik modelleme ile tahmin edilmeye çalışılmış ve toprakta biriken fosfor miktarının modelleme ile tahmin edilen P miktarından oldukça düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Bitkide bulunan fosfor miktarı ile tahmin edilen fosfor miktarı arasında ($r^2=90$) önemli ilişkilerin bulunduğu ve buna göre bitkide bulunacak P miktarını tahmin etmede mekanistik modellemenin kullanılabileceği belirlenmiştir (Grafik 1).

Çizelge 2. Bitki ve toprakta bulunan P miktarları

Uygulama dozu (kg/da)	-M3						+M3					
	Bitki	Kök	Ö. toprak	T. toprak	Ö. bitki	T. bitki	Bitki	Kök	Ö. toprak	T. toprak	Ö. bitki	T. bitki
	P mg/kg				P, mmol/bitki		P mg/kg				P, mmol/bitki	
TSP0	2457e	1332c	5,45d	11,50c	0,90e	0,95d	2865d	1453c	6,12d	7,23d	1,09d	0,81d
TSP10	2767d	1454b	6,67b	12,22b	1,09d	1,28c	2932c	1570b	7,23b	8,87b	1,11d	1,19c
TSP20	3254c	1570a	8,30a	13,27a	1,43b	1,69b	3674b	1387d	8,43a	7,95c	1,79a	2,26a
TSP30	3760a	1340c	6,79b	12,93b	1,54a	1,84a	4091a	1678a	6,78c	10,08a	1,66b	1,73b
TSP40	3622b	1549a	5,89c	11,81c	1,22c	1,15c	3986a	1467c	7,33b	8,60b	1,23c	1,22c
FK0	2232e	1455e	5,66c	11,99b	0,87d	0,72c	2654e	1533d	5,86e	8,01c	0,99e	0,90c
FK10	2543d	1632c	6,32b	9,96d	1,03b	0,89b	3020d	1650c	6,79d	10,47a	1,36d	1,25b
FK20	2976c	1877a	7,21a	14,06a	1,37a	1,68a	3422c	1974a	8,21b	10,54a	1,50c	1,94a
FK30	3290b	1564d	7,02a	10,46c	0,94c	0,94b	4097b	1846b	9,02a	9,61b	1,77a	1,94a
FK40	3655a	1712b	6,54b	6,30e	0,89d	0,52d	4152a	1657c	7,65c	5,19d	1,66b	0,97c

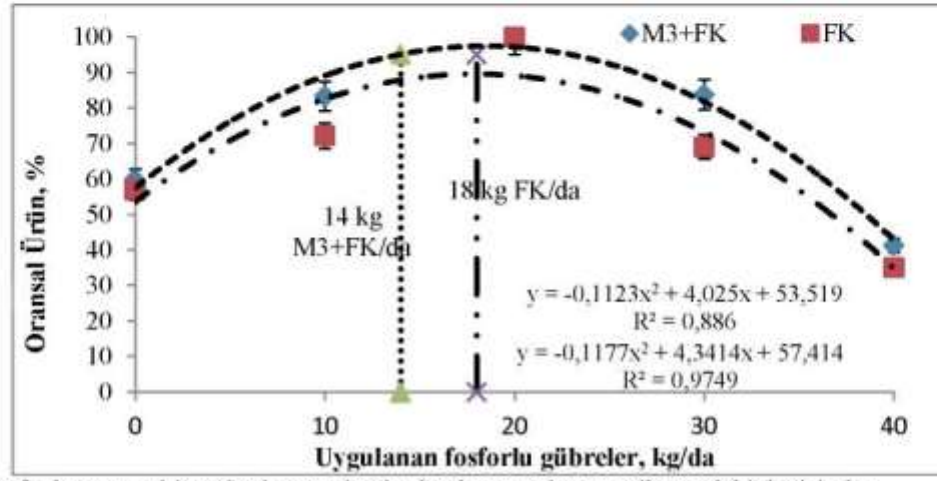
Ö: Ölçülen değer T: Tahmin edilen değer



Grafik 1. Organik, inorganik ve bio gübrelemeye bağlı olarak ölçülen ve tahmini bitki P alım değerleri

Oransal Ürün

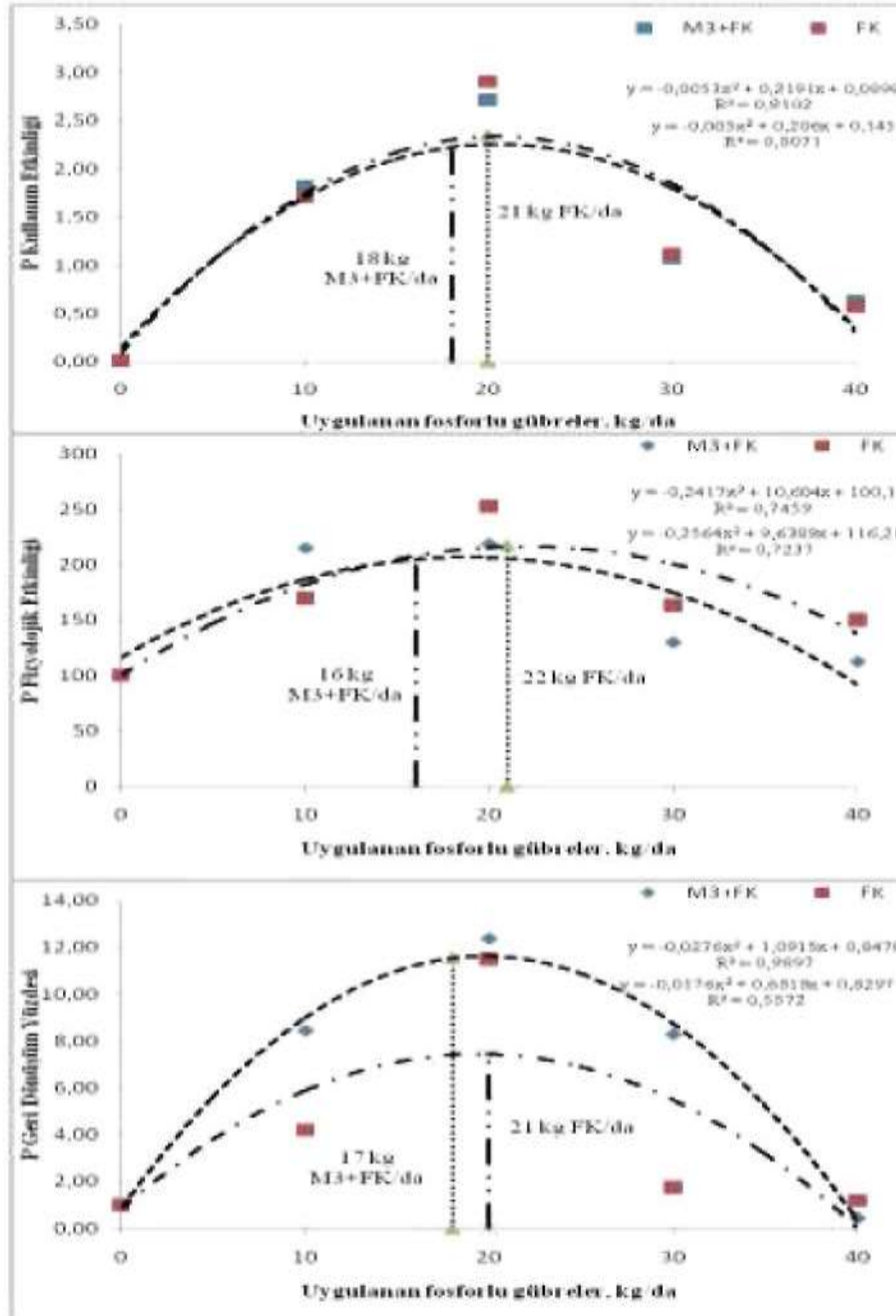
Farklı dozlarda uygulanan mineral gübreleme ile ilave uygulanan bio gübrelemeye bağlı olarak mısır bitkisinde meydana gelen oransal ürün yüzdesi incelendiğinde, TSP gübrelemesi sonucu oransal ürün değişiminde istatistiki açıdan önemli bir farklılık meydana gelmemiştir. Fosfat kayası uygulamasında ise oransal ürün miktarında istatistiki açıdan önemli farklılıklar meydana gelmiştir ($p < 0,01$). Yapılan regresyon analizi sonucunda maksimum ürünün %95'inin eldesi için 18 kg FK/da kullanılması gerekirken, bio gübreleme kullanılması durumunda 14 kg FK/da kullanılması gerekmektedir (Grafik 2). Uygulanan mikrobiyal gübrelemenin fosfat kayasında daha fazla çözünürlüğe sebep olduğundan daha az gübrelemeye ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.



Grafik 2. Fosfat kayası ve bio gübrelemeye bağlı olarak oransal ürün miktarındaki değişimler

Gübre Kullanım Etkinlikleri

Farklı dozlarda uygulanan mineral, organik ve mikrobiyal gübrelemeye bağlı olarak mısır bitkisinin fosforlu gübre kullanım etkinliği, fizyolojik etkinlik ve geri dönüşüm yüzdesi değerlendirildiğinde, TSP gübre uygulamasının istatistiki açıdan önemli bir etkisi meydana gelmemiştir. Ancak uygulanan fosfat kayası ile bio gübrelemenin birlikte uygulamasının gübre etkinlik parametreleri üzerine olan etkileri istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0,01$). Fosfat kayasının dekara 21-22 kg uygulanması durumunda en yüksek gübre etkinliği gerçekleşirken, ortama bio gübresi ilave edildiğinde ise dekara 16-18 kg uygulandığında en yüksek gübre etkinliği meydana gelmiştir (Grafik 4). Uygulanan bio gübrelemenin fosforlu gübre kullanım etkinliğini artırarak dekara uygulanacak gübre miktarını azaltmıştır.



Grafik 4. Farklı organik, mineral ve mikrobiyal gübrelemeye bağlı olarak gübre etkinlik parametreleri

TARTIŞMA ve SONUÇ

Farklı dozlarda uygulanan organik ve inorganik gübrelemeye bağlı olarak mısır bitkisinin verim ve verim parametreleri ile topraktaki fosfor miktarı ve gübre etkinlikleri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlardan organik gübrelemenin silajlık mısır yetiştiriciliğinde daha etkin olduğu ve en uygun gübrelemenin dekara 20 kg fosfat kayası uygulamasının olduğu belirlenmiştir.

Maksimum ürünün %95'inin eldesi için bio gübreleme kullanılmaması durumunda 18 kg FK/da kullanılması gerekirken, mikrobiyal gübreleme kullanılması durumunda 14 kg FK/da kullanılması gerekmektedir. Bu nedenle organik gübreleme yapıldığı zaman, organik gübredeki fosforun yararlılığını artırıcı bio gübrelemenin de yapılması gerektiği belirlenmiştir.

Gübre kullanım etkinliği açısından uygulanan organik fosforlu gübre kaynağına bio gübre ilave edilerek uygulanması durumunda gübre etkinliğinin artış gösterdiği ve dekara 16-18 kg fosfat kayası+bio gübrelemesi uygulanması durumunda en etkin gübre kullanımı sağlanmış olacaktır.

Ülkemiz topraklarında özellikle kalkerli topraklarda fosforun yarayışlığı toprak koşullarına bağlı olarak azaldığından dolayı, bu gibi sorunlu topraklarda uygun gübreleme programı ile toprakta fiske olacak ve bitkiye yarayışlı fosfor miktarı tahmin edilerek daha kaliteli ve bol ürün elde edilmiş olacaktır. bu çalışma sonucunda elde edilen değerler çerçevesinde yöre ve bölge çiftçisi için uygulama alanının artırılması ve elde edilecek sonuçların daha uygulanabilir olması açısından tarla denemeleri ile kalibre edilmesi gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Al-Khateeb, I.K., Raihan, M.J., Asker, S.R., 1986. Phase Equilibria and Kinetics of Orthophosphate in Some Iraqi Soils. *Soil Science*, 141:31-37.
- Barrow, N.H., 1987. Reactions with Variable-Charge Soils. Martinus Nijhoff Pub., Dordrecht.
- Braschi, H., Ciavatta, C., Giovannini, C. and Gessa, C., 2003. Combined Effect of Water and Organic Matter on Phosphorus Availability in Calcareous Soils. *nutrient Cycling in Agroecosystems* 67:67-74.
- Claassen, N.; Barber, S.A., 1976. Simulation Model for Nutrient Uptake from Soil by Growing Plant Root System. *Agron. J.*, 68, 961-964.
- Cushman, J.H., 1979. An Analytical Solution to Solute Transport Near Root Surfaces for Low Initial Concentration. I. Equation Development. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 43, 1087-1090.
- Daroub, S. H., Gerakis, A., Itche, J. T., Friesen, K. D., Ryan, J., 2003. Development of A Soil-Plant Phosphorus Simulation Model for Calcareous and Weathered Tropical soils. *Agricultural Systems* 76 (3): 1157-1181.
- Doberman, A.R., 2005. Nitrogen Use Efficiency—State of the Art. <http://digitalcommons.unl.edu/agronomyfacpub/3161>
- Gahoonia, T.S., Nielsen, E.N. and Ole, B.L., 1999. Phosphorus (P) Acquisition of Cereal Cultivars in The Field at Three Levels of P Fertilization. *Plant and Soil* 211: 269-281.
- Gahrooe, R. F., 2003. Increased Microbial Activity Affects The Extractable Phosphorus in Ca-rich Arid and Semi-arid Soils. *Proceedings of 2nd Internal Symposium on Phosphorus Dynamics in the Soil-Plant Continuum* p: 46-47.
- Holford, I.C.R., 1997. Soil Phosphorus- its Measurement and its Uptake by Plants. *Aust. J. Soil Res.* 35 (2), 227-239.
- Leytem, A. B., Westermann, D. T., 2003. Phosphate Sorption by Pacific Northwest Calcareous Soils. *Soil Science* 168 (5): 368-375.
- Mertens, D., 2005a. AOAC Official Method 922.02. Plants Preparation of Laboratory Sample. *Official Methods of Analysis*, 18th edn. Horwitz, W., and G.W. Latimer, (Eds). Chapter 3, pp1-2. AOAC-International Suite 500, 481. North Frederick Avenue, Gaithersburg, Maryland 20877-2417, USA.
- Mertens, D., 2005b. AOAC Official Method 975.03. Metal in Plants and Pet Foods. *Official Methods of Analysis*. 18th edn. Horwitz, W., and G.W. Latimer, (Eds). Chapter 3, pp 3-4. AOAC-International Suite 500, 481. North Frederick Avenue, Gaithersburg, Maryland 20877-2417, USA.
- Ragothama, K.G., 1999. Phosphate Acquisition. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 50: 665-693.
- Rengel, Z., Damon, P.M., 2008. Crops and genotypes differ in efficiency of potassium uptake and use. *Physiol Plantarum* 133(4):624-636. doi:10.1111/j.1399-3054.2008.01079
- Richardson, A.E., 1994. Soil Microorganisms and Phosphorus Availability. *Soil Biota* 17: 50-62.
- Ryden, J.C., Pratt, P.F., 1980. Phosphorus Removal from Wastewater Applied to Land. *Hilgardia*, 48:1-36.
- Sadana, U.S.; Claassen, N., 1999. Potassium Efficiency and Dynamics in the Rhizosphere of Wheat, Maize and Sugar Beet Evaluated by a Mechanistic Model. *J. Plant Nutr.*, 22 (6), 939-950.
- Sardi, K. and Csatho P., 2002. Studies on The Phosphorus Dynamics in Pot Experiments with Different Soil Types. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 33, (15): 3045 - 3058.
- Schachtman, P.D., Reid, J.R., and Ayling, S.M., 1998. Phosphorus Uptake by Plants: From Soil to Cell. *Plant Physiol.* 116: 447-453.
- Schenk, M.K., Barber, S.A., 1979. Phosphorus Uptake by Corn as Affected by Soil Characteristics and Root Morphology. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 43,880-883.

- Shibata, R., Yano, K., 2003. Phosphorus Acquisition From Non-Labile Sources in Peanut and Pigeonpea with Mycorrhizal Interaction. *Applied Soil Ecology* 24: 133-141.
- Shun, H., Shun, H. S., Dewbre, G. R., and Harrison, M., 2004. Phosphate Transport in Arabidopsis: Pht1;1 and Pht1; 4 Play A Major Role in Phosphate Acquisition from Both Low and High Phosphate Environments. *The Plant Journal* 39:629-642.
- Silberbush, M.; Barber, S.A., 1983. Prediction of Phosphorus and Potassium Uptake by Soybeans with a Mechanistic Mathematical Model. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 47, 262-265.
- Smith, F.W., 2002. The Phosphate Uptake Mechanism. *Plant and Soil* 245:105-114.
- Steingrobe, B., Claassen, N., 2000 Potassium dynamics in the rhizosphere and K efficiency of crops. *J Plant Nutr Soil Sci* 163:101-106
- Williams, R.F., 1948. The Effect of Phosphorus Supply on the Rates of Intake of Phosphorus and Nitrogen upon Certain Aspects of Phosphorus Metabolism in Gramineous Plants. *Aust. J. Sci. Res.*, 1, 333-361.
- Zhu, Y., Smith, F. A., Smith, S. E., 2003. Phosphorus Efficiencies and Responses of Barley (*Hordeum vulgare* L.) to Arbuscular Mycorrhizal Fungi Grown in Highly Calcareous Soil. *Mycorrhiza* 13:93-100.