

Kireçli Bir Toprakta Yetiştirilen Mısır Bitkisi (*Zea mays* L.) Gelişimi ve Fosfor Alımı Üzerine Hümik Asit ve Fosfor Uygulamasının Etkisi

İbrahim ERDAL, Mehmet Ali BOZKURT, K. Mesut ÇİMRİN, Siyami KARACA, Mustafa SAĞLAM
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Van - TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 24.12.1999

Özet: Bu çalışmada, toprağa değişik dozlarda uygulanan hümik asit ve fosforun kireçli bir topraktaki mısır bitkisi (*Zea mays* L.) gelişimi ile topraktaki fosforun yararlanılabilirliği üzerine etkisini araştırmak amaçlanmıştır. Bu amaçla toprağa 4 dozda P (0, 20, 40, 80 mg/kg) ve 3 dozda hümik asit (0, 250, 500 mg/kg) uygulanmıştır. Araştırma sonunda hümik asit uygulamalarının bitki kuru ağırlığını, bitki P konsantrasyonunu, bitki tarafından alınan P miktarı ile toprakta kalan yararlanılabilir P konsantrasyonunu artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca hümik asitin P ile birlikte uygulanması durumunda tek başına uygulamasından daha etkili olduğu saptanmıştır.

Anahtar Sözcükler: fosfor yararlanılabilirliği, toprak faktörleri, hümik asit, tahıllar

Effects of Humic Acid and Phosphorus Applications on Growth and Phosphorus Uptake of Corn Plant (*Zea mays* L.) Grown in a Calcareous Soil

Abstract: The aim of this study is to investigate the effects of different humic acid and phosphorus levels on corn plant (*Zea mays* L.) growth and P availability in a calcareous soil. Four levels of P (0, 20, 40, 80 mgkg⁻¹) and 3 levels of humic acid (0, 250, 500 mgkg⁻¹) were used in the experiment. The results showed that the dry weight, plant P concentration, P uptake and residual available P amount increased with humic acid applications, and that the effect of humic acid on the above parameters combined with P fertilisation was higher than that of humic acid alone.

Key Words: phosphorus availability, soil factors, humic acid, cereals

Giriş

Fosforun bitki gelişimi üzerine olan etkisi uzun yıllar önce kanıtlanmış ve bitki metabolizmasındaki rolü açıkça belirtilmiştir (1). Mutlak gerekli bir element olan P'nin sayısız işlevleri nedeniyle, kültür bitkilerinin ürün miktarı ve kalitesi üzerindeki etkisi oldukça önemlidir (2).

Yukarıda belirtildiği gibi, bitki gelişimi üzerine oldukça önemli etkiye sahip olan P'nin bitkiler tarafından alınabilirliği, yani topraktaki yararlanılabilirliği bazı faktörlerin kontrolü altındadır. Bitki ve toprak faktörleri olarak ayrılabilen bu faktörlerden toprak faktörlerinin P'nin lehine düzeltilebilmesi oldukça güçtür.

Topraktaki P'nin büyük bir kısmı organik veya inorganik P bileşikleri şeklinde bitkilerin yararlanamayacağı formlara dönüşür. Toprakta bulunan kilin tipi ve miktarı, toprak reaksiyonu, toprağın organik madde içeriği, değişebilir haldeki katyonlar ve kireç gibi faktörler, topraktaki P'nin yararlanılabilirliği üzerine oldukça

etkilidir. Yukarıda belirtilen toprak faktörlerinden bazıları asidik topraklarda aktif rol oynarken bazılarının ise kireçli-alkalin topraklarda etkin olduğu bilinmektedir.

Kireçli-alkalin topraklarda P, asidik karakterli topraklardan farklı şekillerde fikse edilmektedir. Ortofosforik asit veya tuzları iyonize oldukları zaman H₂PO₄⁻, HPO₄⁼ ve PO₄⁻³ iyonları verir ve bu iyonların ortamdaki bulunuş şekilleri pH ile yakından ilgilidir. Yüksek pH'ya sahip kireçli-alkalin topraklarda dikalsiyum fosfat (CaHPO₄) ile trikalsiyum fosfatlar [Ca₃(PO₄)₂] daha fazla meydana gelmekte ve bu iyonların çözünürlük dereceleri Ca'nın PO₄'e oranı büyüdükçe azalmaktadır. Yapılan çeşitli araştırmalarla kireçli-alkalin topraklarda P'nin Ca ile bileşikler oluşturularak fikse edildiği yıllar öncesinden kanıtlanmıştır (3, 4, 5). Yukarıda belirtildiği üzere kirecin yoğun olduğu topraklarda P yararlanılabilirliğinin artırılabilmesi için ya topraktaki P konsantrasyonunun artırılması gerekmekte, ya da Ca'nın fikse edici özelliğinin bir şekilde tamponlanması gerekmektedir.

Son yıllarda yapılan çalışmalarda, toprağa karıştırılan organik kaynakların toprağa uygulanan P'yi yarıyışlı hale getirdiği görülmüştür. Şöyle ki, organik maddenin parçalanması sırasında toprakta fazla miktarda CO₂ oluşmaktadır. Oluşan CO₂ gazı suda çözündüğü zaman karbonik asit oluşmakta ve oluşan karbonik asit kireçli topraklardaki P'nin serbest hale geçmesinde büyük rol oynamaktadır. Organik maddenin parçalanma ürünlerinin kireçli-alkalin topraklarda, topraktaki P'yi kolay yararlanılabilir fosfo-hümik bileşikleri haline getirdiği ve böylece humat ve fosfat anyonlarının yer değiştirmesi ile fosfat iyonlarının bağımsız hale gelerek P yarıyışlılığının arttığı bildirilmiştir (2).

Organik madde fraksiyonlarından olan hümik asitin (6) çeşitli mineral besin maddeleri ile birlikte uygulanması durumunda bitki biyokütlesini artırdığı ve bu olumlu etkinin kök gelişiminde daha fazla olduğu belirlenmiştir. Hümik asitin (HA) bitki gelişimini doğrudan veya dolaylı olarak etkilediği, doğrudan etkinin bitki bünyesinde besin dağılımını değiştirebilecek olan hümik madde bileşenlerinin bitki tarafından alınması şeklinde olabileceği, dolaylı etkinin ise, sentetik iyon değiştiricilerin yaptığı gibi bitki besin maddelerinin sağlanması ve düzenlenmesi şeklinde olabileceği ileri sürülmektedir (7, 8).

Hümik asitin bitki gelişimini uyarıcı etkisinin makro besin maddelerinin alımını artırması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Hümik maddeler geçiş metal katyonları ile bileşik oluşturabilirler. Bu olay bazen besin maddesi alımını artırıcı etki gösterirken kimi durumlarda köklerle rekabete girerek alımı engelleyici etki de gösterebilmektedir. Ayrıca hümik maddelerin düşük molekül ağırlıklı bileşenlerinin bitkiler tarafından alınabildiği ve bu bileşenlerin hücre zarının geçirgenliğini artırarak hormon benzeri etki gösterdiği sanılmaktadır (9).

Moreno ve ark. (10) organik maddenin topraktaki Ca iyonları ile bileşik oluşturduğu ve böylece toprak solüsyonundaki P konsantrasyonunun arttığını belirlemişlerdir. Nagarajah ve ark. (11) yaptıkları çalışmalarında organik asitlerin kimi kil çeşitleri tarafından tutulan P miktarını azalttığını belirlemişler ve bu olayı organik asitlerin kil yüzeylerine tutulmada P ile rekabete girmesi ile açıklamışlardır. Yine yapılan bir diğer çalışmada, kireçli topraklardaki organik maddenin, CaCO₃'ün aynı adsorbsiyon yüzeylerinde P ile rekabete girerek, P'nin, kirece bağlanma enerjisini zayıflattığı belirtilmiştir (12). Bermudes ve ark. (13) EDDHA ve HA'nın topraktaki P'nin çözünürlüğüne etkisine ilişkin

çalışmalarında toprağa EDDHA gibi şelat yapıcı maddelerin ilave edilmesi ile P'nin toprak tarafından tutulmasının sınırlandırılabilceği belirtilmiş ve hümik asitin de böyle bir etki yapacağı ileri sürülmüştür. Araştırmacıların yaptıkları çalışmada toprağa uygulanan EDDHA ve HA ile topraktaki yarıyışlı P konsantrasyonunun arttığı belirlenmiştir. Siviero ve ark. (14) toprağa uygulanan HA'nın bitki gelişimini artırdığını belirlemişlerdir. Benedetti ve ark. (15) hümik asitin N,P,K gübreleri ile birlikte verilmesi durumunda elde edilen ürün artışının HA'nın tek başına verilmesinden elde edilen artıştan daha fazla olduğunu ve ayrıca HA uygulaması ile topraktaki P yarıyışlılığının arttığını belirlemişlerdir. Wang ve ark. (16) alkalin bir toprağa P ile birlikte verilen HA'nın topraktaki P fiksasyonunu önleyerek yarıyışlı P konsantrasyonunu artırdığı ve ayrıca bitki P alımı ile ürün miktarının %25 dolayında arttığını ifade etmişlerdir. Biondi ve ark. (17) yaptıkları lizimetre denemesinde HA uygulanan parsellerden süzülen P miktarının HA uygulanmayan parsellere göre daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Rubinchik ve ark. (18) değişik şekillerdeki P'li preparatların HA ile birlikte uygulanması durumunda yarıyışlı forma geçen P'nin arttığını belirlemişlerdir.

Materyal ve Metot

Araştırma, Y.Y.Ü. Ziraat Fakültesi araştırma ve uygulama arazisindeki İnseptisol ordosuna dahil olan topraklarda sera denemesi şeklinde yürütülmüştür. Denemede kullanılan toprakların tuzluluk sorunu bulunmayıp hafif alkalin reaksiyonlu, fazla kireçli, organik maddece çok fakir ve yarıyışlı P içeriği çok düşüktür (19). Deneme toprağına ilişkin kimi fiziksel ve kimyasal analiz değerleri Tablo 1' de görülmektedir.

Tablo 1. Deneme Toprağına İlişkin Kimi Fiziksel ve Kimyasal Analiz Değerleri.

Özellikler	
Tekstür	Siltli-kil
pH (1/2,5 su)	7,80
Kireç (%)	15,00
Organik madde (%)	0,81
Tuz (%)	0,028
KDK (me/100g)	24,60
Bitkiye yarıyışlı P (mg/kg)	2,50
Bitkiye yarıyışlı Fe (mg/kg)	2,29
Bitkiye yarıyışlı Zn (mg/kg)	0,53
Bitkiye yarıyışlı Mn (mg/kg)	4,94
Bitkiye yarıyışlı Cu (mg/kg)	4,15

Üç yinelemeli olarak 1 kg toprak alan saksılarda tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülen denemede topraklara ekimden önce temel gübreleme olarak amonyum sülfat formunda 400 mg/kg N (200+200) ve potasyum sülfat formunda 80 mg/kg K verilmiş ve ayrıca hümik asitin P üzerine etkisini görmek amacıyla 3 dozda HA (0, 250, 500 mgHA/kg) ve TSP formunda 4 dozda P (0, 20, 40, 80 mgP/kg) uygulanmıştır.

Denemede her bir saksıya test bitkisi olarak kullanılan mısır bitkisinden (*Zea mays* L.) 6 adet ekilmiş, çimlenmeden sonra bu sayı 4'e düşürülmüştür. 45 günlük gelişme süresinden sonra verimlilik ilkelerine göre hasat edilen ve yıkanan bitkilerin kuru ağırlıkları belirlendikten sonra öğütülerek analize hazırlanmıştır.

Araştırmada kullanılan HA'nın (polymeric polyhydroxy asit %85 w/w) bazı kimyasal özellikleri Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Denemede Kullanılan Hümik Asitin Bazı Kimyasal Özellikleri.

Özellikler	O.M (%)	pH (1/2,5 su)	Toplam				
			P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	N (%)
	86	3,5	0,0044	0,09	3,00	0,57	1,00

Deneme toprağında yarıyıllı P; Olsen ve ark. (20), pH; Grewelling ve Peech (21), kireç; Çağlar (22), organik madde; Jakson (23), tekstür; Bouyoucos (24), tuz; Richards (25), KDK Chapman (26) tarafından bildirildiği şekilllerde belirlenmiş, bitki örneklerindeki toplam P tayini ise Kacar (27) tarafından bildirildiği gibi molibdovanado-fosforik asit yöntemine göre yapılmış, mikro elementler Lindsay ve Norvell (28) tarafından bildirildiği şekilllerde belirlenmiştir.

Denemeden elde edilen verilerin istatistiksel analizleri Costat paket programıyla değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Bitki kuru ağırlıkları

Yeşil aksam ve kök kuru ağırlıkları incelendiğinde en düşük kuru maddenin HA ve P'nin uygulanmadığı parsellerden, en yüksek kuru madde miktarının ise HA

uygulanmasının yapılmadığı fakat P uygulamasının yapıldığı uygulamalardan elde edildiği görülmektedir. Yeşil aksamda P uygulaması ile dozlara bağlı olarak kuru madde miktarı düzenli bir şekilde artmış ve en yüksek P dozunda en büyük kuru madde değerine ulaşılmıştır (4,31 g). Kök ağırlıklarında da elde edilen değerler yine -HA koşullarında daha fazla olmuş fakat en yüksek değere (3,22 g) P₂ dozunda (40 mg/kg) ulaşılmıştır. Her ne kadar -P koşullarında HA uygulamasının yeşil aksam ve kök kuru madde miktarları üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunsa da nisbi artışlara göre yine de olumlu bir etkinin olduğu görülmüş ve bu etkinin HA₁ (250 mg/kg) dozunda daha fazla olduğu belirlenmiştir. -HA koşullarında 1,92 g olan yeşil aksam kuru ağırlığı HA₁ dozunda 2,50 g'a yükselerek %30'luk bir artış göstermiş, HA₂ dozunda ise bu artış oranı %29 düzeyinde gerçekleşmiştir. Kök kuru ağırlığında da benzer eğilim görülmüş olup, HA₁ dozunda %53 olan ağırlık artışı HA₂ dozunda %43 olarak gerçekleşmiştir.

Hümik asitin P ile uygulanması durumunda ise ilginç sonuçlar alınmıştır. Fosforun en düşük dozunda HA uygulamaları ile yeşil aksam ve kök kuru ağırlıkları artmıştır. Yeşil aksamda P₁ dozunda elde edilen kuru madde miktarı HA₀ ve HA₁ dozlarında değişmemiş (2,80 g), istatistiksel olarak önemsiz olmakla birlikte, HA₂ dozunda %21'lik artışla 2,80 g'dan 3,40 g'a yükselmiştir. Aynı P dozunda kök kuru ağırlıkları HA₁ dozunda 1,47 g'dan 2,45 g'a yükselerek %67'lik bir artış göstermiş, bu artış oranı ise HA₂ dozunda %91'e ulaşarak kök kuru ağırlığı 2,81 g olarak belirlenmiştir. Fosforun 2. ve 3. dozlarında ise (40 ve 80 mg/kg) HA uygulamasının yeşil aksam ve kuru ağırlıkları üzerine etkisinin olumsuz olduğu görülmüştür (Tablo 3).

Yukarıdaki değerlendirmelerden anlaşılacağı üzere HA uygulaması P'nin düşük dozlarında bitki gelişimini artırmakta, yüksek P dozlarında ise bu etki olumsuz olmaktadır (29), ayrıca HA'nın kök gelişimi üzerine etkisi yeşil aksama göre daha fazla olmuştur (8,30).

Bitki P konsantrasyonu ve topraktan alınan P miktarı

Yeşil aksam P konsantrasyonuna ilişkin ortalama değerlere göre P ve HA uygulamalarının yeşil aksam P konsantrasyonuna etkisi farklı olmuş ve bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 4). Ortalama değerlere göre artan P dozları ile bitki P konsantrasyonu düzenli olarak artış göstermiş ve P₀

P uyg. (mg/kg)	Yeşil aksam (g)			Ort.	Kök (g)			Ort.
	HA uyg. (mg/kg)				HA uyg. (mg/kg)			
	0	250	500		0	250	500	
0	1,92	2,50	2,47	2,29	1,20	1,84	1,71	1,58
20	2,80	2,80	3,40	2,99	1,47	2,45	2,81	2,24
40	4,18	2,89	3,73	3,60	3,22	2,36	3,05	2,88
80	4,31	3,86	4,09	4,09	2,61	2,20	2,38	2,39
Ort.	3,30	3,01	3,42		2,12	2,21	2,49	
LSD(%5) _P : 0,35					LSD(%5) _P : 0,32			
LSD(%5) _{HA} : 0,30					LSD(%5) _{HA} : 0,27			
LSD(%5) _{int.} : 0,61					LSD(%5) _{int.} : 0,56			

Tablo 3. Hümik Asit ve Fosforun Bitki Kuru Ağırlığına Etkisi.

P uyg. (mg/kg)	Yeşil aksam (g)			Ort.	Kök (g)			Ort.
	HA uyg. (mg/kg)				HA uyg. (mg/kg)			
	0	250	500		0	250	500	
0	1446	1088	1097	1210	3197	2936	2931	3021
20	1896	2990	2053	2313	3828	3086	3387	3432
40	2374	3804	3284	3154	4313	6380	5621	5438
80	4385	5835	5986	5402	5868	6583	7229	6560
Ort.	2525	3429	3105		4302	4745	4792	
LSD(%5) _P : 271					LSD(%5) _P : 496			
LSD(%5) _{HA} : 235					LSD(%5) _{HA} : 430			
LSD(%5) _{int.} : 470					LSD(%5) _{int.} : 859			

Tablo 4. Hümik Asit ve Fosforun Bitki P Konsantrasyonuna Etkisi.

dozunda 1210 mg/kg olan P konsantrasyonu P₁ dozunda 2313 mg/kg'a P₂ dozunda 3154 mg/kg'a P₄ dozunda ise 5402 mg/kg'a yükselmiş, böylece dozlara bağlı olarak sırasıyla %91, %161 ve %346 oranlarında artışlar belirlenmiştir. Uygulamaların ayrı ayrı değerlendirilmesi durumunda ise -HA koşullarında artan P dozlarına bağlı olarak yeşil aksam P konsantrasyonu düzenli olarak artmıştır. -P koşullarında HA uygulamasının yapılmadığı durumda en yüksek P değeri elde edilirken (1446 mg/kg), HA₁ ve HA₂ dozlarından elde edilen değerler daha düşük olmuştur (1088 ve 1097 mg/kg). P₀ dozundaki bu durumun seyrelmeden kaynaklanabileceği düşünülerek bitkinin topraktan aldığı P miktarları hesaplanmış ve elde edilen değerlerin birbirine yakın olduğu ve aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür

(Tablo 5). Tablo 4'ün incelenmesinden de görüleceği üzere HA'nın tek başına uygulamasının bitki P konsantrasyonu ve alınan P miktarı üzerine etkisi olmamış, buna karşılık P ile birlikte uygulanması durumunda olumlu etki göstermiştir (15,16). Fosforun düşük dozlarında (20 ve 40 mg/kg) HA'nın 1. Dozu daha etkili olurken, P'nin en yüksek dozunda HA'nın yüksek dozu daha etkin olmuştur.

Topraktan alınan (sömürülen) P miktarında da bitki P konsantrasyonuna benzer sonuçlar alınmıştır. Fosfor eksikliği koşullarında (P₀) HA uygulamalarının tek başına bir etkisi gözlenmezken P ile birlikte uygulanan HA, fosforun her dozunda artan P'ye bağlı olarak topraktan alınan P miktarını artırmıştır (Tablo 5).

Tablo 5. Hümik Asit ve Fosforun Toprakta Alınan P Miktarına Etkisi.

P uyg. (mg/kg)	Toprakta alınan P (mg/saksı)			Ort.
	HA uyg. (mg/kg)			
	0	250	500	
0	2,78	2,72	2,71	2,73
20	5,30	8,37	8,60	7,42
40	9,92	10,99	12,25	11,05
80	18,90	22,52	24,48	21,97
Ort.	9,25	11,15	12,01	

LSD(%5)_P : 1,58LSD(%5)_{HA} : 1,37

Kök P konsantrasyonu üzerine uygulamaların etkileri farklı olmuş ve bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tablo 4'ün incelenmesinden görüleceği üzere en düşük P konsantrasyonu P uygulamasının yapılmadığı parsellerden alınmış ve ortalama olarak 3021 mg/kg P konsantrasyonuna rastlanmıştır. Kökte belirlenen P konsantrasyonu P ve HA uygulamalarından oldukça etkilenmiş ve artan P ve HA dozlarına bağlı olarak kökteki P konsantrasyonu da artmıştır. Anılan çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi kökün P konsantrasyonu yeşil aksam P konsantrasyonuna benzer eğilim göstermekle beraber kök P konsantrasyonu yeşil aksam P konsantrasyonuna oranla daha fazla olmuştur (7).

Toprakta kalan yarayışlı P miktarı

Toprakta kalan yarayışlı P miktarı üzerine P ve HA uygulamalarının etkileri farklı olmuş ve bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Tablo 6). Fosfor eksikliği durumunda toprağa artan dozlarda uygulanan HA toprakta kalan yarayışlı P konsantrasyonunu artırmıştır. Hümik asit uygulanmadığı durumda toprakta kalan P miktarı artan P uygulamalarıyla artmış (17) ve P₀ dozunda 2,96 mg/kg olan P konsantrasyonu P₁ dozunda 3,96 mg/kg, P₂ dozunda 6,16 mg/kg ve P₃ dozunda

Tablo 6. Hümik Asit ve Fosforun Toprakta Kalan Yarayışlı P Konsantrasyonuna Etkisi.

P uyg. (mg/kg)	Toprakta Kalan Yarayışlı P (mg/kg)			Ort.
	HA uyg. (mg/kg)			
	0	250	500	
0	2,96	4,92	5,52	4,46
20	3,96	7,12	4,80	5,29
40	6,16	13,20	7,68	9,01
80	15,44	17,28	14,32	15,68
Ort.	7,13	10,63	8,08	

LSD(%5)_P : 2,90LSD(%5)_{HA} : 2,52

15,44 mg/kg olmuştur. Hümik asitin P ile birlikte uygulanması durumunda toprakta kalan yarayışlı P miktarı artmış ve bu artışların HA'nın 250 mg/kg dozunda daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak, hümik asitin P ile birlikte uygulanması tek başına uygulanmasına göre daha etkili olmuş ve bu etkinin HA'nın düşük dozunda daha fazla olduğu görülmüştür.

Artan HA uygulamalarına bağlı olarak bitki kuru ağırlıkları, bitkide P, alınan (sömürülen) P ve toprakta kalan yarayışlı P konsantrasyonunu artırmıştır. Bu artışların, topraktaki fosforun diğer toprak faktörleri tarafından fiksasyonunun toprağa uygulanan hümik asit tarafından engellenmesi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Bu sonuçlar doğrultusunda araştırmanın yürütüldüğü bölge gibi, P yarayışlılığı açısından her türlü olumsuzluğun bulunduğu topraklarda, fosforlu gübrelemelere ilaveten toprağa hümik asit uygulamasının da yapılmasının fosfor yarayışlılığını artırarak ürün ve kaliteyi artıracak sonucuna varılmıştır.

Araştırma sonuçlarına ilişkin varyans analiz sonuçları Tablo 7'de görülmektedir.

Kaynak	sd	F Değeri					
		Y. aksam KA	Kök KA	Y. aksam P	Kök P	Alınan P	Kalan P
P	3	41,54***	23,61***	370,0***	97,0***	233,0***	22,23***
HA	2	4,19**	3,98*	24,09***	3,38*	7,03**	5,89**
PXHA	6	4,06**	3,43**	10,38***	5,50**	ö.d	ö.d
Hata	24	-	-	-	-	-	-

ö.d: önemli değil, *** : (p< 0,001), ** : (p< 0,01), * : (p< 0,05)

Tablo 7. Hümik Asit ve Fosforun Araştırma Kriterlerine Etkisine İlişkin Varyans Analizi.

Kaynaklar

1. Marschner, H., Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd. Edition. Academic Press, Inc. London, G.B., p.446. 1995.
2. Kacar, B., Katkat, V., Bitki Besleme. Uludağ Üniv. Güçlendirme Vakfı Yayın. No: 127. Vıpaş Yayınları No:3. 1998.
3. Deand, L.A., Fixation of Soil Phosphorus. Advances in Agronomy. 1: 319-411. Academic Press. New York. 1949.
4. Olsen, R., Inorganic Phosphorus in Alkaline and Calcareous Soils. In. Soil and Fertiliser Phosphorus in Crop Nutrition. Vol. IV. Ed. W.H. Pierre and A.G. Norman, pp. 89-122. Academic Press Inc. Ppublishers, New York. 1953.
5. Hemwall, J.B., The Fixation of Phosphorus by Soils. Advances in Agronomy. Ed. by A.G. Norman, Vol. IV. Academic Press Inc. New York. 1957a.
6. Usta, S., Toprak Kimyası. Ank. Üniv. Zir.Fak. Yayınları No: 1387. Ders Kitabı: 401, 1995.
7. Schnitzer, M., Khan, S.U., Humic Substances in The Environment. Marcel Dekker. New York. 1972.
8. Sözüdoğru, S., Kütük, A.C., Yalçın, R., Usta, S., Hümik Asitin Fasülye Bitkisi Gelişimi ve Besin Maddeleri Alımı Üzerine Etkisi. A.Ü.Z.F. Yayınları No: 1452, Bilimsel Araştırma ve İnceleme No: 800. Ankara. 1996.
9. Konova, M.M., Nowakowski, T.Z., Newman, A.C.O., Soil Organic Matter. 2 nd. Ed. Pergamon Press. New York. 523. 1996.
10. Moreno, E.C., Lindsay, W.L., Osborn, G., Reactions of Dicalcium Phosphate Dihydrate in Soils. Soil Sci. 90: 58-68. 1960.
11. Nagarajah, S., Posner, A.M., Quirk, J.P., Competitive Adsorption of Phosphate with Polygalacturonate and Other Organic Anions on Kaolinite and Oxide Surfaces. Nature, 228: 83-84. 1975.
12. Holford, I.C.R., Mattingly, G.E.G., The High and Low Energy Phosphate Absorbtion Surfaces in Calcareous Soils. J. Soil Sci.26: 407-417. 1975.
13. Bermudes, D., Juares, M., Sanches-Andreu, J., Jordo, J.D., The Role of The EDDHA and Humic Acids on The Solubility of Soil Phosphorus. Commun. Soil. Sci. Plant Anal., 24 (7&8), 673-678. 1993.
14. Siviero, P., Sandei, L., Colombi, A., Result of Applying Leonardite and Humic Acids to Processing Tomatoes. Informarore Agrario. 52: 3, 57-60. 1996.
15. Benedetti, A., Figliolia, A., Izza, C., Canali, S., Rossi, G., Some Thoughts on The Physiological Effects of Humic Acids. Interactions with Mineral Fertilisers. Agrochimica. 40: 5-6, 229-240. 1996.
16. Wang, X. J., Wang, Z.Q., Li, S.G., The Effect of Humic Acids on The Availability of Phosphorus Fertilisers in Alkaline Soils. Soil Use and Management. 11:2, 99-102. 1995.
17. Biondi, F.A., Figliolia, A., Indiatı, R., Izza, C., Senesi, N., Miano, T.M., Humic Substances in The Global Environment and Implications on Human Health. Proceedings of The 6 th International Meeting of The International Humic Substances Society. Monopoli (Bari), Italy. September. 20-25. 1992.
18. Rubinchik, G.F., Beskeravayeva, Y.,M., Tadzhiye, A.T., Khudzhanazarova, D.A., Interaction of Humin Preparations with Calcium Phosphate, Natural Phosphate and Phosphorus Fertilizers. Eurasian- Soil Science, 24: 5, 7-11.1992.
19. Aydeniz, A., Toprak Amenajmanı. A.Ü.Z.F. Yayınları No: 928, Ders Kitabı No: 263. 1985.
20. Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., Den, L.A., Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. U.S. Dept of Agr. Circ. 939, Washington. 1954.
21. Grewelling, T., Peech, M., Chemical Soil Test. Cornel Univ. Agr. Exp. Sta. Bull. 960. 1960.
22. Çağlar, K.Ö., Toprak Bilgisi. Ankara Üniv. Yayınları. No. 10, Ankara. 1949.
23. Jackson, M.L., Soil Chemical Analysis. Prentice- Hall Inc. 183. 1962.
24. Bouyoucos, G.L., A Recalibration of the Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soil. Agron. J. 43:434-437. 1951.
25. Richards, L.A., Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. Handbook. 60. U.S. Dept. of Agriculture. 1954.
26. Chapman, H.D., Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Ed. C.A. Black Amer. Soc. Of Agron. Inc. Pub. Agron. Series No: 9, Medison, Wisconsin. 891-901. 1965.
27. Kacar, B., Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II. Bitki Analizleri. A.Ü.Z.F. Uygulama Klavuzu. 155. A.Ü. Basımevi, Ankara. 1972.
28. Lindsay, W.I. and Norvell, E.A. Development of DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 421-428. 1978.
29. Fortun, C. and Lopes-Fando, C., Influence of Humic Acid on The Mineral Nutrition and The Development of Maize Roots Cultivated Normal Nutrient Solution and Lacking Fe. Anales De Edafologiay Arbogologia. XLI. 335-349. 1982.
30. Tan, K. H. and Napamornbodi, V., Effect of Different Levels of Humic Acids on Nutrient Content and Growth of Corn (*Zea mays* L.) Plant Soil., 51: 283-287. 1979.