



# TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME DERGİSİ

www.toprak.org.tr



## Asit toprakta düzenleyici uygulamalarının bazı toprak özellikleri ve verime etkileri

**Nutullah Özdemir \*, Coşkun Gülser, İmanverdi Ekberli, Ömrüm Tebessüm Kop**  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun

### Özet

Bu çalışmada asit bir toprağa kireç (K), zeolit (Z), polyacrylamide (PAM) ve biyokatı (BK) gibi düzenleyici uygulamalarının toprağın bazı özellikleri ve mısır bitkisinin verimine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan yüzey toprak örnekleri Samsun ilinin Terme ilçesinden alınmıştır. Çalışma konusu topraklar, ince tekstürlü, orta düzeyde organik madde içeriğine, düşük pH'ya sahip topraklardır. Çalışma faktöriyel düzende ve sera koşullarında yürütülmüş olup düzenleyiciler topraklara kontrol dahil dört farklı düzeyde uygulanmıştır. Toprak örnekleri 10 hafta süre ile inkübasyona tabi tutulmuştur. İnkübasyon periyodunun sonunda saksılarda mısır bitkisi yetiştirilmiştir. Asit toprakta kireç ve düzenleyici uygulamaları toprakların tarla kapasitesi ve solma noktası gibi bazı fiziksel özelliklerinin yanı sıra, pH, katyon değişim kapasitesi ve organik madde gibi kimyasal özelliklerini iyileştirmiştir. Toprakların özelliklerindeki iyileşmenin yanı sıra, mısır bitkisinin veriminde de artış sağlaması bakımından en fazla etkiyi Z ve PAM ile karşılaştırıldığında BK uygulaması göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Asit toprak, mısır, polyacrylamide, zeolit, biosolid, kireç.

### Effects of conditioner applications in an acidic soil on some soil properties and yield

#### Abstract

In this study, effects of lime (K), zeolite (Z), polyacrylamide (PAM) and biosolid (BK) applications in an acidic soil on some soil properties and yield of corn were investigated. Surface soil sample used in this study was taken from Terme County of Samsun. Some soil properties were determined as follows; fine in texture, moderate in organic matter content, low in pH. The soil sample was treated with the inorganic and organic materials at four different levels including the control treatments in a randomized factorial block design. The soil samples were incubated for ten weeks. After the incubation period, corn was grown in all pots. It was determined that lime and conditioner applications improved some soil physical properties such as; field capacity, permanent wilting point, and some chemical properties such as; pH, cation exchange capacity and organic matter. Besides improving soil properties, BK application when comparing with Z and PAM had the highest effect on increase in yield of corn plant.

**Keywords:** Acid soil, corn, polyacrylamide, zeolite, biosolid, lime.

© 2014 Türkiye Toprak Bilimi Derneği. Her Hakkı Saklıdır

### Giriş

Toprakların fiziksel özelliklerini iyileştirmek, hem bitki yetiştiriciliği ve hem de toprak yönetimi açısından oldukça önemlidir. Toprakların asitleşmesinden ortaya çıkan olumsuz etkileri gidermek ve strüktürel dayanıklılığı artırmak, uygun bir bitki büyüme ortamının oluşmasına, erozyon zararlarının önemli ölçüde azalmasına katkı sağlamaktadır. Bu bakımdan çeşitli araştırmacılar, değişik topraklara farklı düzeylerde ahır gübresi (Gür 1981; Aran, 1986), buğday samanı (Gür, 1981; Christensen, 1986), yeşil gübre (Biswas ve ark., 1970; Gür, 1981), çöp kompostu (Khaalel ve ark., 1981; Pikul ve Allamaras, 1986) ve diğer bir takım organik artıklar (Epstein ve ark., 1976; Guidi ve ark., 1983) uygulayarak söz konusu gelişme ve değişmeyi araştırmalardır.

Foley ve Cooperhand (2002), kağıt fabrikası atıkları ve kompost uygulamasının, toprak organik karbonu ve fiziksel toprak özellikleri üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmada, uygulamaların kontrole göre, organik karbon miktarını, topraktaki elverişli su miktarını önemli miktarda artırdığını ve patates üretiminde ihtiyaç

\* Sorumlu yazar:

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 55139 Samsun

Tel.: 0(362)3121919

e-ISSN: 2146-8141

E-posta: [nutullah@omu.edu.tr](mailto:nutullah@omu.edu.tr)

duyulan sulama suyu miktarının, %4 ile %30 oranında azaldığını ifade etmişlerdir. [Sarkar \(1988\)](#), asit lateritik kumlu topraklar üzerinde yetiştirilen ayçiçeği bitkisinin topraktan kaldırdığı N, P, K oranlarını esas alarak yürüttüğü bir araştırmada, kireçleme ile üründe artış meydana geldiğini belirtmiştir. [Meng \(1988\)](#), çeltik yetiştirilen topraklara değişik kireç formları uygulayarak yürüttüğü araştırmada, katyon değişim kapasitesinin ve buğday veriminin arttığını belirlemiştir. [Cumming \(1990\)](#), kireçleme uygulamasıyla, Mn ve Al'un fitotoksik etkisinin azaldığını belirlemiştir. [Espinosa \(1992\)](#), kireçlemenin, yarıyıllı fosforu artırdığını, nitrikasyon ve N fiksasyonunu teşvik ettiğini bildirmiştir. [Kacar \(1986\)](#), kireçlemenin, bitki besin elementlerinin yarıyıllılık durumlarını etkilediğini, mineralizasyonu gerçekleştirerek bitki beslenmesine yararlı olan mikroorganizmaların etkinliğini artırdığını, organik ve inorganik karakterli zehirli bileşiklerin nötrleşmesini sağladığını bildirmiştir.

Zeolit yüksek katyon değişim kapasitesi ve su tutma özelliği ile iyi bir toprak düzenleyicisidir. [Mumpton \(1983\)](#), [Gote ve Ninaki \(1980\)](#), zeolitin toprağa ilave edilmesi ile su rejimini düzelttiğini ve bitki besin maddelerinin yıkanmasını engellediğini belirtmişlerdir. [Mumpton \(1983\)](#), kültür topraklarında amonyumlu gübre verilmesi sonucu olumsuz pH değişiminin, zeolit minerali kullanılmak suretiyle giderilebileceğini belirtmiştir. [Mumpton ve ark., \(1978\)](#), zeolitin yüksek amonyum değişim kapasitesi değişikliği ile azotlu gübrenin yıkanmasını azalttığını açıklamıştır. [Barbarick ve ark., \(1983\)](#), zeoliti N ve K temin eden yavaş-verici olarak değerlendirip, fazla miktarının toksik olduğu amonyumu, kanallarına alarak topraktan uzaklaştırdığını ve amonyum zehirlenmesini azalttığını bildirmişlerdir. Zeolit, olumlu fizikokimyasal nitelikleriyle, bitki yetiştirme ortamı ve toprak düzenleyici olarak tarımcıların ilgisini çekmektedir ([Gote ve Ninaki 1980](#)).

Bu çalışma, kireç (K), biyokatı (BK), polyacrylamide (PAM) ve zeolit (Z) gibi toprak düzenleyici uygulamalarının asit toprağın özellikleri ve mısır bitkisinde verim üzerine etkileri araştırılmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Çalışmada kullanılan yüzey (0-20 cm) toprak örneği Samsun ili Terme İlçesinden alınmıştır. Biyokatı (BK), kireç (K), polyacrylamid (PAM) ve zeolit (Z) farklı kurum ve kuruluşlardan temin edilmiştir. Faktöriyel düzende yürütülen çalışmada toprak örneklerinin kireç ihtiyaçları 0, 50 ve 100% düzeyinde giderildikten sonra örnekler organik ve inorganik kökenli 3 farklı düzenleyici 4 farklı dozda (BK % 0, 2, 4 ve 8; Zeolit % 0, 0.5, 1.0 2.0; PAM; 0, 15, 30, 60 ppm) ve 3 tekerrürlü olarak uygulanmıştır. Bütün örnekler 10 hafta süre ile inkübasyona tabi tutulmuşlardır. İnkübasyon dönemi sonrasında saksılarda mısır bitkisi yetiştirilmiştir. Mısır bitkisinin hasadından sonra saksılardaki toprak örnekleri elle ufalandıktan sonra 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. Topraklarda bazı fiziksel ve kimyasal özellikler aşağıda verilen yöntemler takip edilerek belirlenmiştir. Organik madde içeriği, modifiye Walkley-Black metodu ([Nelson ve Sommers, 1982](#)); tekstür hidrometre metoduyla ([Demiralay, 1993](#)) kireç ihtiyacı SMP metoduyla ([Kacar, 1995](#)); pH 1:2.5 toprak su karışımında pH metreyle ([Black, 1965](#)); değişebilir sodyum amonyum acetate ekstraksiyonu ve katyon değişim kapasitesi Bower metoduna ([US Salinity Laboratory Staff, 1954](#)) göre belirlenmiştir. İstatistiksel hesaplamalar SPSS 17.0 bilgisayar programında yaptırılmıştır.

## Bulgular ve Tartışma

### Toprak Özellikleri

Toprakların deneme öncesi saptanan bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de, deneme sonrası belirlenen özellikler ise Çizelge 2'de verilmiştir. Araştırmada kullanılan toprak örneği kil bünyeli olup orta düzeyde organik madde içeriğine, kuvvetli asit pH'ya, sahiptir ([Soil Survey Staff, 2003](#)).

Çizelge 1. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Kum (S), %	23.3
Silt (Si), %	36.5
Kil (C), %	40.2
Tekstür sınıfı	Kil
pH, 1:2.5	5.4
Organic madde içeriği (OM), %	2.93
Katyon değişim kapasitesi (KDK), cmol kg <sup>-1</sup>	21.2

Kireç uygulamaları (kireç ihtiyacı giderilmeden ( $K_0$ ), yarısı giderilmiş ( $K_1$ ) ve tamamı giderilmiş ( $K_2$ )) ve ilave edilen toprak düzenleyiciler toprak özelliklerini olumlu yönde etkilemiştir (Çizelge 2). Toprakların pH değerlerinin, kireç uygulaması ve kullanılan düzenleyicilerin çeşit ve dozlarından etkilendiği ve kontrolde kuvvetli asit karakterde olan pH (5.3) değerini,  $K_1$  uygulamasında %21.5 oranında (pH 6.50, hafif asit düzeye),  $K_2$  uygulamasında ise %34.6 oranında (pH 7.20, nötr düzeye) yükselttiği belirlenmiştir. Farklı kireçleme düzeylerinde düzenleyicilerin çeşit ve dozlarına bağlı olarak toprak pH larında en yüksek artışlar  $K_2$  kireç dozunda BK<sub>3</sub> (6.80), Z<sub>2</sub> ve Z<sub>3</sub> (7.50) ve PAM<sub>2</sub> (7.60) uygulamalarında belirlenmiştir (Çizelge 2).

Toprakların KDK leri düzenleyici uygulamalarıyla artış göstermiş, kontrolde ( $K_0$ ) en düşük olan KDK (21.69 cmol kg<sup>-1</sup>) değeri,  $K_2$ -BK<sub>3</sub> uygulamasında %45.4'lük bir artışla en yüksek değere (31.54 cmol kg<sup>-1</sup>) ulaşmıştır (Çizelge 2). Diğer düzenleyiciler için en yüksek KDK değerleri  $K_0$ -Z<sub>2</sub> (33.20 cmol kg<sup>-1</sup>) ve  $K_0$ -PAM<sub>3</sub> (29.81 cmol kg<sup>-1</sup>) uygulamalarında belirlenmiştir. Katyon değişim kapasitesi değerlerinde meydana gelen değişim üzerinde atık çamurunun etkisinin daha belirgin olduğu kireçleme dozlarının tamamında kontrole göre BK uygulamasının KDK'yı artırdığı saptanmıştır. Zeolit ve PAM uygulamaları kontrol uygulamasına göre kireçlemenin  $K_0$  dozunda ortalama olarak KDK'yı artırırken, artan kireçleme dozlarında KDK üzerinde çok fazla etkili olmamışlardır.

Çizelge 2. Toprakların deneme sonrası bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Kireç Dozu	Düzenleyici	Doz	pH, 1:2.5	Değişebilir Katyonlar, cmol kg <sup>-1</sup>				OM, %	TK, %	SN, %
				Na	K	Ca+Mg	KDK			
$K_0$	BK	0	5.35	1.36	1.28	19.05	21.69	4.67	33.43	23.75
		1	5.40	1.37	1.28	21.79	24.46	4.72	33.44	25.30
		2	5.60	1.61	1.50	26.00	29.11	4.87	36.56	27.95
		3	5.80	1.74	1.63	27.36	30.75	5.06	38.35	30.06
	Z	0	5.35	1.36	1.28	19.05	21.69	4.67	33.43	23.75
		1	5.95	1.37	1.35	28.82	31.55	5.95	33.64	23.66
		2	5.95	1.51	1.38	30.31	33.2	6.18	33.22	23.97
		3	6.05	1.61	1.45	25.21	28.27	5.94	32.82	24.35
	PAM	0	5.35	1.36	1.28	19.05	21.69	4.67	33.43	23.75
		1	5.70	1.46	1.35	23.82	26.63	6.10	32.92	24.21
		2	5.65	1.70	1.33	25.30	28.32	6.23	32.42	24.49
		3	6.10	1.73	1.33	26.76	29.81	<b>6.44</b>	32.69	25.07
$K_1$	BK	0	6.50	1.37	1.32	20.11	22.8	5.42	32.77	24.82
		1	6.40	1.47	1.47	21.64	24.59	6.38	34.53	26.43
		2	6.45	1.58	1.71	22.89	26.17	6.13	37.04	28.19
		3	6.60	1.91	2.03	27.36	31.30	6.18	<b>38.80</b>	28.61
	Z	0	6.50	1.37	1.32	20.11	22.80	5.42	32.77	24.82
		1	7.10	1.48	1.30	16.12	18.91	4.14	33.53	24.65
		2	7.15	1.74	1.36	16.71	19.80	4.57	33.43	24.27
		3	7.10	2.02	1.48	23.07	26.56	4.98	31.75	24.80
	PAM	0	6.50	1.36	1.32	20.11	22.80	5.42	32.77	24.82
		1	7.10	1.54	1.32	15.82	18.68	4.39	32.76	24.48
		2	7.10	1.46	1.28	15.50	18.24	4.82	32.72	24.97
		3	7.10	1.62	1.30	15.50	18.41	3.68	32.54	25.44
$K_2$	BK	0	7.20	1.56	1.34	18.31	21.21	4.53	31.95	23.60
		1	6.60	1.48	1.49	23.54	26.51	4.77	33.12	26.14
		2	6.60	1.66	1.83	26.50	30.00	5.54	37.40	28.20
		3	6.80	1.71	1.86	27.96	<b>31.54</b>	6.04	38.51	<b>30.48</b>
	Z	0	7.20	1.56	1.34	18.31	21.21	4.53	31.95	23.60
		1	7.40	1.48	1.36	19.62	22.47	4.75	31.84	25.05
		2	7.50	1.53	1.36	108.7	21.54	5.06	32.84	25.32
		3	7.50	1.75	1.40	19.58	22.73	4.25	33.40	25.57
	PAM	0	7.20	1.56	1.34	18.31	21.21	4.53	31.95	23.60
		1	7.30	1.46	1.32	17.87	20.66	5.13	33.12	26.78
		2	<b>7.60</b>	1.53	1.34	18.22	21.10	4.87	32.10	27.83
		3	7.40	1.41	1.37	18.44	21.23	4.64	32.32	28.12

Toprakların mısır bitkisinin hasadından sonraki organik madde içeriklerinin de kireçleme ve düzenleyicilerin çeşit ve dozlarından etkilendiği anlaşılmaktadır (Çizelge 2). Orijinal deneme toprağında %2.93 olan organik madde içeriği mısır bitkisi yetiştirilmesinden sonra %59.3'lük bir artışla  $K_0$  kontrol uygulamasında %4.67'ye yükseldiği gözlenmiştir.  $K_0$  kontrol uygulamasına göre farklı kireçleme düzeylerinde düzenleyicilerin çeşit ve dozlarına bağlı olarak toprakların OM değerlerindeki en yüksek artışlar %37.9 ile  $K_0$ -PAM<sub>1</sub> (%6.44), %36.61 ile  $K_1$ -BK<sub>1</sub> (%6.38) ve %32.33 ile  $K_0$ -Z<sub>2</sub> (%6.18) uygulamalarında belirlenmiştir (Çizelge 2). Gülser (2006), yem bitkisi yetiştiriciliğinin toprakların OM içeriklerini önemli düzeyde artırdığını bildirmiştir.

Toprakların tarla kapasitesi (TK) ve solma noktası (SN) değerlerinin de uygulamalardan etkilendiği,  $K_0$  kontrol ile karşılaştırıldığında en yüksek TK (%38.80) değeri %16.06'luk artışla  $K_1$ -BK<sub>3</sub> ve en yüksek SN (%30.48) değeri %22.08'lik artışla  $K_2$ -BK<sub>3</sub> uygulamasında saptanmıştır (Çizelge 2). Candemir ve Gülser (2011), organik atık ilavelerinin kil ve tınlı kum bünyeli toprakların su tutma kapasiteleri, agregat stabiliteleri gibi fiziksel ve OM, değişebilir katyon içerikleri gibi kimyasal özelliklerini önemli düzeyde artırarak toprak kalitelerini iyileştirdiklerini bildirmişlerdir. Benzer şekilde bu çalışmada da düzenleyici uygulamaları sonucunda toprakların biyolojik özelliklerdeki değişim ve buna bağlı olarak organik maddenin parçalanmasındaki farklılıklar toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinde farklılıklar meydana getirmiştir.

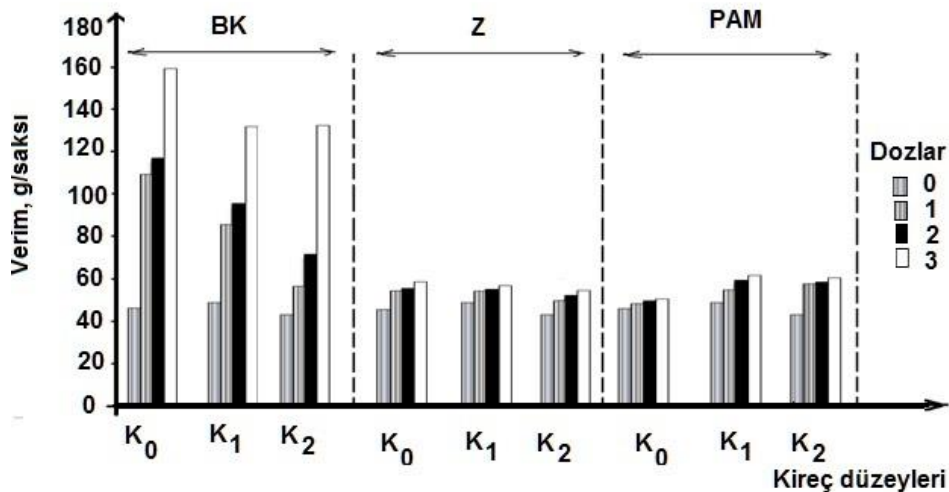
### Verim

Mısır bitkisinin verim değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçlarına göre kireç, düzenleyici ve doz uygulamaları ile bunların aralarındaki interaksiyonlar verim üzerinde istatistiksel olarak %0.1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 3). Asit karakterli toprakta düzenleyici uygulanarak, inkübasyon döneminden sonra yetiştirilen mısır bitkisine ilişkin verim değerleri Şekil 1'de sunulmuştur. Şekillerin incelenmesinden de görüleceği üzere, mısır bitkisinin verimi BK, Z ve PAM uygulamaları ile  $K_0$  dozunda sırasıyla % 150.29, 9.94 ve 1.74 oranlarında,  $K_1$  dozunda % 98.35, 8.20 ve 316.9 oranlarında ve  $K_2$  dozunda % 69.16, 2.56 ve 5.88 oranlarında artırdığı belirlenmiştir. Her üç kireçleme dozunda BK ile elde edilen artışlar çok daha yüksek bulunmuştur.

Çizelge 3. Topraklardan elde edilen mısır bitkisinde toplam verim değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	F değeri
Kireç (A)	2	208.3***
Düzenleyiciler(B)	2	3946.4***
A*B	4	267.3***
Dozlar (C)	3	1536.51***
A*C	6	23.4***
B*C	6	798.7***
A*B*C	12	40.9***

\*\*\* : % 0.1 seviyesinde önemli



Şekil 2. Farklı kireçleme düzeylerinde biyokatı (BK), zeolit (Z) ve polyacrylamide (PAM) uygulamalarının mısır bitkisinde verime etkileri.

Deneme topraklarının ve uygulanan kireç dozlarının, deneme sonundaki mısır bitkisindeki verim değeri ortalamalarına göre karşılaştırılması için verilere, LSD karşılaştırma testi uygulanmıştır (Çizelge 4). Kireçleme uygulamalarında en yüksek ortalama verim değeri kireçleme yapılmayan K<sub>0</sub> (70.171 g/saksı) uygulamasında belirlenmiş, kireç dozları arttıkça verim değeri azalmıştır. Düzenleyiciler arasında ortalama verim artışı üzerine en yüksek etkiyi BK (91.19 g/saksı) gösterirken, PAM ve Z uygulamaları istatistiksel olarak aynı düzeyde artışlar göstermiştir. Düzenleyicilerin doz uygulamaları dikkate alındığında, doz artışına bağlı olarak mısır verimi artmış, 3. doz uygulaması (85.18 g/saksı) istatistiksel olarak en yüksek verimi sağlamıştır.

Çizelge 4. Topraklardan elde edilen mısır bitkisinin verim (g/saksı) değerlerine ilişkin çoklu karşılaştırmalar

Kireç Dozları	K <sub>0</sub>	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	
Verim	70.171 a	67.062 b	60.183 c	
Düzenleyici çeşitleri	BK	Z	PAM	
Verim	91.19 a	53.36 b	52.57 b	
Düzenleyici Dozları	3	2	1	0
Verim	85.18 a	68.26 b	63.38 c	46.20 d

Sonuç olarak asit toprakta kireç ve düzenleyici uygulaması toprakların TK ve SN gibi bazı fiziksel özelliklerinin yanı sıra, pH, KDK ve OM gibi kimyasal özelliklerini de artırmıştır. Toprakların özelliklerinde meydana gelen iyileşmeler yetiştirilen mısır bitkisinin veriminde de artışa neden olmuştur. Düzenleyiciler arasında toprak özelliklerinin iyileştirilmesi ve mısır bitkisinde verim artışının sağlanması bakımından en fazla etkiyi BK uygulamasının gösterdiği belirlenmiştir. PAM ve Zeolit uygulamalarının etkinliği biyokatı uygulamasına göre daha düşük düzeyde kalmıştır.

## Kaynaklar

- Aran A, 1986. Organik Maddece Fakir Kaba Bünyeli Topraklara Çiftlik Düzenleyicisinin Etkileri. Köy Hizmetleri Gen. Müd. Konya Araş. Ens. Yayınları.
- Pond WG, Mumpton FA, 1983. Agronomic and horticultural uses of zeolites. In: Zeo-Agriculture Use in Natural Zeolites of Agriculture. (eds. Barbarick KA, Pirela HJ) 93-103.
- Biswas TD, Roy MR, Sahu BN, 1970. Effect of different sources of organic manures on the physical properties of the soil growing rice. J. Indian Soc. Soil Sci., 18 (3):233-242.
- Black CA, 1965. Methods of Soil Analysis. Part 1. Am. Soc. Agron., No:9.
- Candemir F, Gülser C, 2011. Effects of different agricultural wastes on some soil quality indexes at clay and loamy sand fields. Comm. Soil Sci. Plant Analy. 42 (1):13-28.
- Cumming RW, 1990. Long-term effects of lime in extensive pasture areas of Australia. Plant-soil interactions at low pH. Proceedings of the Second International Symposium on Plant-Soil Interactions at low pH. 24-29 June, Beckly, West Virginia, USA.
- Christensen B, 1986. Straw incorporation and soil organic matter in macro-aggregates and particle size parettes. J. Soil Sci., 37:125-135.
- Demiralay İ, 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 143, 2-42, Erzurum, Turkey.
- Epstein E, Taylor JM, Chaney RL, 1976. Effects of sewage sludge and sludge compost applied to soil on some soil physical and chemical properties. J. Environ. Qual. 5:422-426.
- Espinosa J, 1992. Soil acidity-effect on efficient fertilizer use. Soil and Fertilizers. 11055-11078.
- Foley BJ, Cooperband LR, 2002. Paper mill residuals and compost effects on soil carbon and physical properties. J. Environ. Qual. 6(31):2086-2100.
- Gülser C, 2006. Effect of forage cropping treatments on soil structure and relationships with fractal dimensions. GEODERMA, 131:33-44.
- Gür K, 1981. Muş ve Van yöresi topraklarında mantar dağılımı ve bunların Aspergillus versicolor ile Penicilliumschrysogenum'un toprakların agregat stabilitesi ile kırılma değeri üzerine etkisi. Doçentlik Tezi, Atatürk üni. Ziraat Fak., Erzurum.
- Kacar B, 1986. Gübreler ve gübreleme teknikleri, T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları No:20, Ankara.
- Kacar B, 1995. Bitki Ve Toprağın Kimyasal Analizleri III. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları. No 3, Ankara.
- Khalel, R, Reddy, K.R. and Overcash, M.R., 1981. Changes in soil physical properties due to organic waste application. A. Review. J. Environ. Qual., 10 : 133-141.
- Meng SF, 1988. The effect of liming on barley growty in the current season and chemical properties of red earth. Field Crops Abstracts. 041-00120.

- Nelson DW, Sommers LE, 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In Methods of Soil Analysis, (ed. Page AL) Part 2, Chemical and Microbiological Properties, Agronomy Monograph No. 9, pp. 539–580, ASA, SSSA; Madison, WI, U.S.A.
- Pikul JL, Allamaras RR, 1986. Physical and chemical properties of a Haploxeroll after fifty years of residue management. Soil Sci. Soc. Am. J. 50(1), 214-219.
- Soil Survey Staff 2003. Official Soil Series Descriptions. U.S Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center; Lincoln, NE.
- US Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agricultural Handbook No:60.