

Toprak Düzenleyicilerinin Asit Toprakta Strüktürel Dayanıklılığa Etkisi

Nutullah ÖZDEMİR Coşkun GÜLSER İmanverdi EKBERLİ Semra ÖZKAPTAN
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Samsun (nutullah@omu.edu.tr)

Geliş Tarihi : 20.04.2005

ÖZET: Bu çalışma, asit karakterli yüzey toprağına ilave edilen kireç (K), atık çamuru (AÇ), zeolit (Z) ve polyacrylamid (PAM) gibi organik ve inorganik kökenli düzenleyicilerin toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile erozyona karşı duyarlılığı üzerindeki etkilerini belirlemek üzere yürütülmüştür. Deneme toprağı killi tekstüre, düşük pH'ya ve orta düzeyde organik madde (OM) içeriğine sahiptir. Bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre yürütülen çalışmada toprak örnekleri 10 hafta süre ile inkübasyona tabi tutulduktan sonra bütün saksılarda mısır bitkisi yetiştirilmiştir. Organik ve inorganik toprak düzenleyici uygulamalarının toprakta agregasyonu artırarak, dispersiyon oranı ve aşınım faktörü değerlerini azaltarak erozyona karşı dayanıklılığı artırdığı belirlenmiştir. Organik ve inorganik toprak düzenleyicilerin etkinlikleri uygulama düzeyleri ile çeşitlerine bağlı olarak değişmiş olup en yüksek etki kireç ihtiyacı giderilmiş olan ve düzenleyicilerin yüksek doz uygulamalarının yapıldığı örneklerde gözlenmiştir. Toprakların dispersiyon oranı değerleri zeolit > atık çamuru > PAM sıralamasıyla azalma göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Dispersiyon oranı, toprak aşınım faktörü, toprak düzenleyiciler, kireç

Effects Of Soil Conditioners On Structural Stability Of An Acid Soil

ABSTRACT: This study was carried out to determine the effects of organic and inorganic soil conditioners such as lime (K), biosolid (AÇ), zeolite (Z) and polyacrylamide (PAM) on the erodibility factor of a acid surface soil taken from Samsun-Terme. Some properties of the soil were determined as follows; low in pH, clay in texture, and moderate in organic matter content. After the lime requirement of the soil was adjusted in different levels, soil samples were treated with inorganic and organic conditioners at four different levels including the control treatments in a split-split plot design. After the soil samples incubated for 10 week period, corn was grown in all pots. Addition of the organic and inorganic soil conditioners decreased the sensitivity of soils against erosion with increasing aggregate stability and decreasing dispersion ratio and erodibility factor. The effectiveness of the soil conditioners changed according to their variety and application doses, the highest effect was observed at the highest level of lime and conditioner application. Dispersion ratio of the soils decreased as the following order: zeolit > biosolid > PAM.

Key words: Dispersion ratio, soil erodibility factor, soil conditioners, lime.

GİRİŞ

Toprak fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi bitki yetiştiriciliği ve toprak koruma açısından oldukça önemlidir. Toprakta asitleşmeden ortaya çıkan olumsuz etkilerin giderilmesi ve agregatlaşma ile agregatların dayanıklılığının artırılması uygun bir bitki büyüme ortamının oluşmasına ve erozyon zararlarının da önemli ölçüde azalmasına katkıda bulunmaktadır.

Toprakların erozyona karşı dirençleri, arazi yönetimi ile birlikte toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleriyle yakından ilişkilidir (Lal, 1988; Özdemir, 1991). İyi bir agregatlaşma, toprakta verimin artmasına yardımcı olduğu gibi, toprağın erozyona karşı direncini de artırmaktadır. Toprakta strüktürel farklılığa neden olan faktörlerin erozyona uğrama eğilimlerini önemli ölçüde etkilediği saptanmıştır (Saatçi ve Altınbaş, 1975; Bryan, 1976).

Toprakların fiziksel özelliklerinin geliştirilerek strüktür stabiliteilerinin artırılması, toprakta iletkenliğin artmasına, profilde normal su rejiminin düzelmesine ve bitkiye elverişli duruma gelmesine olanak sağlamaktadır. Böylece su ve rüzgar erozyonu ile toprak yüzeyinde meydana gelen toprak kayıpları en aza inmektedir (Munsuz, 1973). Agregat stabilitesi değeri erozyona uğrama eğilimini belirten önemli bir faktördür (Coote ve ark., 1988). Agregat stabilitesi değerinin artması ile erozyona karşı

dayanıklılık artmaktadır (Bryan, 1976; Luk, 1979; Lane ve Nearing, 1989). Demiralay (1975), toprakların kireç miktarı ile agregat stabilitesi arasında önemli ve pozitif bir ilişki bulmuştur. Russell (1973), kirecin, organik maddesi düşük topraklarda strüktürü düzelterek, agregasyonu ve erozyona dayanıklılığı artırdığını belirtmiştir. Toprak organik maddesi, agregatların ıslanabilirliğini azaltıp kohezyonunu artırarak dayanıklılık değerini yükseltmektedir (Cihacek,1999;Whalen ve Chang, 2002).

Foley ve Cooperhand (2002), topraklara kağıt fabrikası atıkları ve kompost uygulamasının, toprak organik karbonu ve fiziksel toprak özellikleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar, bütün uygulamaların, kontrole göre, organik karbon miktarı ile topraktaki elverişli su miktarını önemli miktarda artırdığını ve patates üretiminde ihtiyaç duyulan sulama suyu miktarını ise % 4 ile 30 oranında azalttığını ifade etmişlerdir.

Zeolit yüksek katyon değişim kapasitesi ve su tutma özelliği ile iyi bir toprak düzenleyicisidir. Mumpton (1983), Gote ve Nimaki (1980), zeolitin toprağına ilave edilmesi ile, su rejimini düzelttiğini ve bitki besin maddelerinin yıkanmasını engellediğini saptamışlardır.

Hue (1992), tavuk gübresi ve kanalizasyon çamuru uygulamasının, kuvvetli asit reaksiyonlu ultisol topraktaki etkilerini araştırmıştır. Araştırmacı, tavuk gübresi uygulamasının toprakta Ca ve P'un alınabilirliğini artırdığını, Al toksiditesini önlediğini ve toprak asitliğini düzenlediğini ifade etmiştir. Toprakta organik karbon içeriği ile agregasyon, hacim ağırlığı, su tutulması ve hidrolik iletkenlik arasındaki ilişkiler çok sayıda araştırmacı tarafından ortaya konulmuştur (Bryan, 1976; Luk, 1979; Khaleel ve ark. 1981). Kaba tekstürlü topraklarda (Lane ve Nearing, 1989; Benbi ve ark.,1998) gübre uygulaması ile organik karbon içeriğinin, satüre hidrolik iletkenliğin, suya dayanıklı agregatlar miktarı ve su tutma kapasitesinin arttığını göstermişlerdir. Martens ve Frankenberger (1992), değişik organik materyalleri kullanarak yürüttükleri ıslah çalışması sonucunda, infiltrasyon oranının arttığını rapor etmişlerdir.

Bu araştırma; toprakta pH düzenlemesi ile birlikte atık çamuru, poliakrilamid (PAM) ve zeolit gibi organik ve inorganik kökenli toprak düzenleyici uygulamalarının strüktürel dayanıklılık üzerindeki etkisini belirlemek üzere yürütülmüştür.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Topraklar: Denemede kullanılan toprak örneği Samsun'un Terme ilçesi Köybucağı yöresinde tarla tarımı yapılmakta olan alandan ve yüzeyden (0-20 cm derinlikten) alınmıştır.

Düzenleyiciler: Kullanılan toprak düzenleyiciler farklı kurumlardan temin edilmiştir.

Denemenin Kurulması ve Yürütülmesi

Bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre yürütülen bu çalışmada asit reaksiyonlu, killi bünyeye sahip toprağa, üç farklı seviyede kireç, zeolit, atık çamuru ve PAM düzenleyicilerinin dört değişik dozu 2 tekerrürlü (3x3x4x2) olarak uygulanmıştır.

Sera koşullarında yürütülen bu denemede, havada kurutulup 2 mm'lik elekten geçirilen topraktan hazırlana 4'er kg'lık örnekler plastik saksılar içerisine konulmuştur Kireç ihtiyacı belirlenen topraklara (SMP yöntemi, Kacar, 1994), kireç ihtiyaçları giderilmeden, kireç ihtiyacının yarısı kadar ve kireç ihtiyacını karşılayacak kadar kireç uygulamaları yapılmıştır. Daha sonra saksılara kuru ağırlık esasına göre % 0.0, 2.0, 4.0 ve 8.0 oranlarında organik madde içerecek şekilde atık çamuru (AÇ), % 0.0, 0.5, 1.0 ve 2.0 oranlarında zeolit (Z) ve 0.0, 15.0, 30.0, 60.0 ppm konsantrasyonlarında PAM ilave edilerek topraklar homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Saksılar 10 hafta süre ile tarla kapasitesinde inkübasyona tabi tutulmuştur. Saksılar her iki günde bir tartılarak saksılardaki elverişli nemin % 75'i

azalınca, tekrar tarla kapasitesine gelinceye kadar su ilave edilmiştir. İnkübasyon süresi sonunda saksılara 5 adet mısır bitkisi tohumu ekilmiş ve çıkış döneminden sonra saksılardaki mısır bitkisi sayısı 3'e düşürülmüştür. Deneme mısır bitkisinde tepe püskülü oluşumuna kadar sürdürülmüş ve bu aşamada deneme sonlandırılmıştır. Deneme sonunda saksılardaki toprak elle ufalandıktan sonra havada kurutulmuş ve analizlere hazır hale getirilmiştir.

Laboratuvar Analiz Yöntemleri

Mekanik analiz Bouyoucos Hidrometre yöntemi (Demiralay, 1993), tarla kapasitesi ve solma noktasındaki nem içerikleri basınçlı tabla (Demiralay, 1993), dispersiyon oranı mekanik analiz verilerinden (Ngatunga ve ark.,1984), toprak aşınım faktörü toprak aşınabilirlik eşitliğinden (Schwab, 1993), organik madde Smith Weldon" yöntemi uygulanarak (Kacar, 1994), toprak reaksiyonu (pH) cam elektrodlu pH metre (Kacar 1994), değişebilir sodyum amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir sodyum miktarından suda çözünebilir sodyum miktarı çıkarılarak (Kacar, 1994), Kireç ihtiyacı SMP yöntemi (Kacar, 1994), katyon değişim kapasitesi (KDK) Bower yöntemi (Kacar 1994) kullanılarak belirlenmiştir.

İstatistiksel değerlendirmeler SPSS bilgisayar paket programı kullanılarak yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Denemede kullanılan toprak killi bünyeli olup % 40.2 kil, % 36.5 silt ve % 23.3 kum içermektedir. Toprakta serbest kireç bulunmayıp, asit reaksiyonlu olan toprağın pH (1:2.5 toprak:su) değeri 5.4 ve katyon değişim kapasitesi 24.2 me / 100 g civarındadır. Tarla kapasitesi nem içeriği % 33.4 ve solma noktası nem içeriği ise % 23.8'tir. Toprakta değişebilir sodyum yüzdesi 6.4 tür (Tablo 1).

Topraklarda sera koşullarında yetiştirilen mısır bitkisinin hasadından sonra belirlenen bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Tablo 2'de verilmiştir. Kireç ve düzenleyici uygulamaları toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini önemli ölçüde etkilemiştir. Uygulamalara paralel olarak hasat dönemi sonunda kontrolde 5.4 olan pH değeri kireç ihtiyacının % 50'sinin giderildiği örneklerde, ilave edilen kirece ve düzenleyicilere bağlı olarak ortalama 6.7'ye ve kireç ihtiyacının tamamının giderildiği örneklerde ise ortalama 7.1'e yükselmiştir. Diğer taraftan toprakların Katyon değişim kapasiteleri de kireç uygulanmasına paralel olarak artış göstermiştir. Topraklardaki organik maddenin, kireçleme, uygulanan düzenleyicilerin çeşidi, dozu ve bitki kök gelişimindeki farklılıklara bağlı olarak deneme sonunda değişkenlik gösterdiği anlaşılmaktadır.

Kireçleme ile birlikte organik ve inorganik düzenleyici uygulamaları tarla kapasitesi ve solma noktasındaki nem içeriği değerlerini etkilemiştir (Tablo 2). Etki kireçleme ve kullanılan materyallerin çeşidine bağlı olarak değişim göstermiştir.

Dispersiyon Oranı

Toprakların, değişik dozlarda kireç, atık çamuru, zeolit, ve PAM ile karıştırılarak inkübasyona tabi tutulması ve mısır bitkisi yetiştirilmesi sonrasında belirlenen dispersiyon oranı değerleri Şekil 1'de verilmiştir. Şeklin incelenmesinden anlaşılacağı üzere, kireç ve kullanılan düzenleyiciler uygulama dozlarına bağlı olarak, toprakların dispersiyon oranı değerinde belirgin düşüşler ($K_2 < K_1 < K_0$ sıralaması) sağlamıştır. Dispersiyon oranındaki en yüksek azalışlar kireçleme ve düzenleyicilerin en yüksek dozunda gerçekleşmiştir. Dispersiyon oranındaki azalmalar uygulanan düzenleyicilere bağlı olarak $PAM < AÇ < Z$ sıralaması ile %34.0 ile % 73.6 arasında olmuştur. Topraklara uygulanan düzenleyici

dozlarının dispersiyon oranı değerlerinde ortaya çıkardığı ortalama azalışlar ise %38 ile %69 arasında değişmektedir. Ortaya çıkan azalışın uygulama dozlarına paralel olarak arttığını ve bu artışın sıfır kireçleme dozunda (asit karakterli örneklerde) daha düşük düzeyde gerçekleştiği belirlenmiştir.

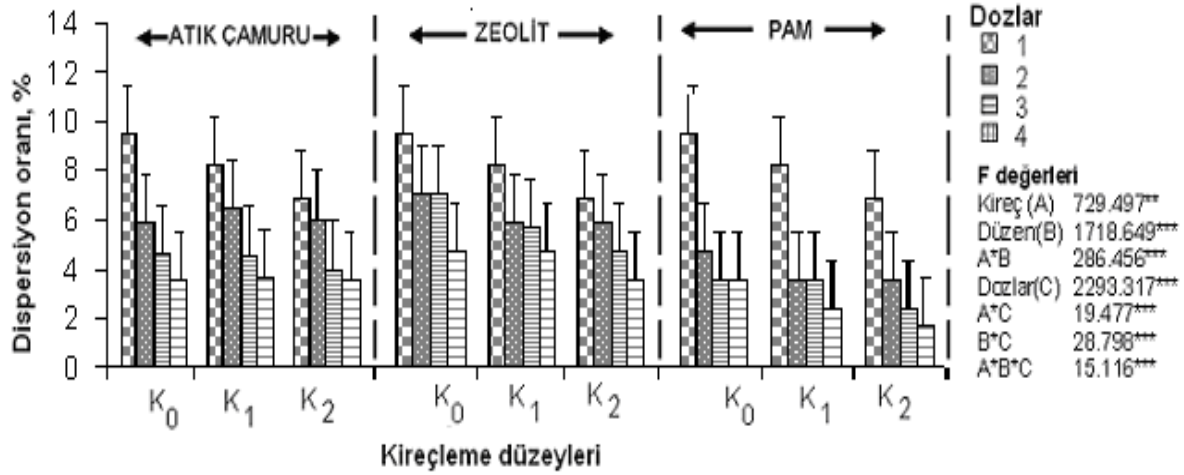
Toprakların deneme sonundaki dispersiyon oranı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları incelendiğinde kireç uygulamaları, düzenleyiciler ve uygulama dozlarına ilişkin kareler ortalamasının önemli olduğu belirlenmiştir (Şekil 1). Bu faktörlerin ortalamalarının istatistiksel olarak karşılaştırılması ise Tablo 2'de verilmiştir. Denemede kullanılan atık çamuru, zeolit ve PAM gibi düzenleyiciler ile uygulama dozlarının dispersiyon oranı üzerindeki etkileri farklı olup, doz arttıkça etkinlikte artmaktadır. Varyans analizi sonuçlarından kireç x düzenleyici, doz x düzenleyici, kireç x doz ve kireç x düzenleyici x doz interaksiyonlarının da önemli olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 1. Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

	Kum (S)	23.3
Tane büyüklük dağılımı, %	Silt (Si)	36.5
	Kil (C)	40.2
Tekstür sınıfı		Kil
pH (1:2.5 Toprak su karışımında)		5.4
Kasyon değişim kapasitesi (KDK), me 100g ⁻¹		24.2
Organik madde içeriği (OM), %		2.9
Tarla kapasitesi (TK), %		33.4
Solma noktası (SN), %		23.8
Değişebilir sodyum yüzdesi (DSY), %		6.4

Tablo 2. Düzenleyicilerinin Toprağın Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkileri

Kireçleme Düzeyleri	Düzenleyiciler	Dört uygulama dozunun ortalaması olarak				
		pH (1:2.5)	KDK me/100g	OM, %	TK, %	SN, %
K ₀	Kontrol	5.4	24.2	2.9	33.4	23.8
	Atık çamuru (AÇ)	5.7	26.6	5.8	35.4	26.7
	Zeolit (Z)	5.5	24.7	4.6	35.7	23.9
	PAM	5.6	25.6	5.8	34.8	24.6
K ₁	Atık çamuru (AÇ)	6.5	27.2	6.0	35.8	27.0
	Zeolit (Z)	6.8	26.7	4.5	34.8	24.8
	PAM	6.8	28.2	4.5	34.7	24.9
K ₂	Atık çamuru (AÇ)	6.8	27.3	5.1	35.3	27.1
	Zeolit (Z)	7.2	27.2	4.6	34.5	24.9
	PAM	7.1	28.2	4.7	34.4	26.6



Şekil 1. Toprakların Dispersiyon Oranı Değerleri (%)

Tablo 3. Dispersiyon Oranı Değerlerine İlişkin LSD Testi Sonuçları.

Kireç Dozları	K ₀	K ₁	K ₂	
DO, %	5,778a*	4,879b	4,756b	
Düzenleyici Çeşitleri	AÇ	Z	PAM	
DO, %	5.171b	6.373a	3,870 c	
Düzenleyici Dozları	0	1	2	3
DO, %	7.316a	5.466b	4.436c	3.334d

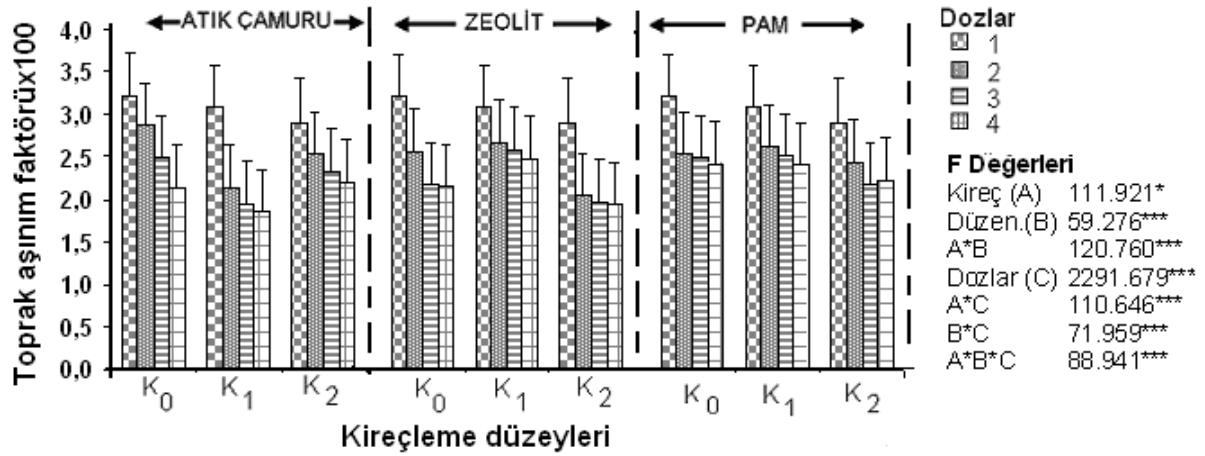
*Ayrı harflerle gösterilen değerler adı geçen teste göre % 1 düzeyinde önemlidir

Dispersiyon oranı ıslanma sonucunda toprak strüktüründeki bozulmayı yansıtmakta olup, bu oranının azalması toprakların erozyona karşı dayanıklılıklarının arttığını göstermekte ve %15'den küçük orana sahip topraklar erozyona karşı dayanıklı olarak kabul edilmektedir (Lal, 1988). Bu sınır değer esas alınacak olursa, araştırma konusu toprakların erozyona karşı dayanıklı olduğu anlaşılmaktadır. Ancak uygulanan düzenleyiciler toprakların dispersiyon oranı değerlerini daha da düşürerek dayanıklılığı artırmışlardır. Uygulanan düzenleyicilerin bu etkinlikleri çeşide ve doza bağlı olarak değişmiştir. Zeolitin etkinliği diğer iki düzenleyiciye oranla daha düşük seviyede olmuştur. Diğer taraftan uygulanan kirecin de dayanıklılığın artmasında önemli bir etkisinin olduğu anlaşılmaktadır. Bu etki muhtemelen Ca'un flokülasyonu teşvik etmesinden, besin elementi sağlayarak bitki kök gelişimini artırmasından ve diğer toprak özelliklerinde sağladığı dolaylı etkilerden kaynaklanmış olabilir.

Toprak Aşınım Faktörü (K)

Deneme konusu toprakların, değişik dozlarda kireç, atık çamuru, zeolit, ve PAM ile inkübasyona tabi

tutulması ve mısır bitkisi yetiştirilmesi sonrasında, toprak aşınım eşitliği kullanılarak belirlenen aşınım faktörü (K) değerleri Şekil 2'de verilmiştir. Kireç ve kullanılan düzenleyiciler uygulama dozlarına bağlı olarak, toprakların aşınım faktörü değerinde belirgin düşüşler sağlamışlardır. Toprak aşınım faktörü değerinde kireç uygulamasına bağlı olarak kontrole göre saptanan ortalama azalışlar %19.8 ile 38.5 arasında değişmiş olup, PAM ile elde edilen azalışlar daha düşük düzeylerde olmuştur. Topraklara uygulanan düzenleyici dozlarının K değerlerinde ortaya çıkardığı ortalama azalışlar ise %17.31 ile %33.85 arasında değişmektedir. Ortaya çıkan azalışın yüksek doz uygulamalarında daha fazla olduğu ve bu azalışın kireçleme yapılmayan dozda daha az düzeyde gerçekleştiği belirlenmiştir. Uygulanan kireç, atık çamuru, zeolit ve PAM düzenleyici çeşitlerinin K değerinde neden olduğu ortalama azalışlar ise düzenleyicilerin çeşidine bağlı olarak %21.26 ile % 35.72 arasında değişmekte olup, en düşük azalış kireçleme yapılmayan ve PAM uygulamasının ilk dozunda (% 21.26) elde edilmiştir



Şekil 2. Toprakların Aşınım Faktörü Değerleri

Tablo 3. Aşınım Faktörü Değerlerine İlişkin LSD Testi Sonuçları

Kireç Dozları	K ₀	K ₁	K ₂	
K Faktörü	2,516a*	2,528a	2,387b	
Düzenleyici Çeşitleri	AÇ	Z	PAM	
K Faktörü	2.470b	2.383c	2.578a	
Düzenleyici Dozları	1	2	3	4
K Faktörü	3.060 a	2.496b	2.293 c	2.058d

*Ayrı harflerle gösterilen değerler adı geçen teste göre % 1 düzeyinde önemlidir

Toprakların deneme sonundaki aşınım faktörü değerlerine ilişkin varyans analizi sonuçları incelendiğinde kireç uygulamaları, düzenleyiciler ve uygulama dozlarına ilişkin kareler ortalamasının önemli olduğu belirlenmiştir (Şekil 2). Ortalamaların karşılaştırılmasına ilişkin istatistiksel sonuçlar ise Tablo 3'de verilmiştir. Denemede kullanılan atık çamuru, zeolit ve PAM gibi düzenleyiciler ile uygulama dozlarının aşınım faktörü değeri üzerindeki etkileri farklı olup, etkinlik kireç uygulaması ve dozlara bağlı olarak değişim göstermiştir. Varyans analizi sonuçlarından kireç x düzenleyici, doz x düzenleyici, kireç x doz ve kireç x düzenleyici x doz interaksiyonlarının da önemli olduğu anlaşılmaktadır.

Üniversal toprak kayıp denklemindeki parametrelerden biri olan toprak aşınım faktörü, toprakların organik madde içeriğine, tekstür, strüktür ve geçirgenlik değerlerine bağlı olup, aşınmaya karşı direnci gösterir. Bu değer küçüldükçe toprağın aşınmaya karşı direnci artar (Wischmeier ve Smith, 1978). Bu değerlendirme esas alınacak olursa kireç, atık çamuru, zeolit ve PAM'in uygulama dozlarına bağlı olarak K değerlerini azaltarak toprakları daha az aşınabilir duruma getirdikleri ifade edilebilir.

SONUÇ

Yapılan değerlendirmeler sonucunda, killi ve asit karakterli toprağa uygulanan organik ve inorganik düzenleyiciler, kireçleme dozuna bağlı olarak toprakların pH, KDK ve organik madde miktarlarını genellikle olumlu yönde değiştirmişlerdir. Bu uygulamalar sonucu tarla kapasitesi ve solma noktasında tutulan nem içeriği değerleri gibi fiziksel özelliklerin iyileştiği gözlenmiştir. Uygulamalar toprakların ortalama dispersiyon oranı değerlerini %8'den 3'e ve K değerlerini ise 0.03'den 0.02'ye düşürerek toprakların aşınmaya karşı dayanıklılığını önemli düzeyde artırmıştır.

KAYNAKLAR

- Akalan, İ. 1967. Toprak Fiziksel Özellikleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yılığ, 3(4) :490-503.
- Benbi, D.K., C.R. Biswas, S.S. Bawa and K. Kumar, 1998. Influence of farmyard manure, inorganic fertilizers and weed control practices on some soil physical properties in a long-term experiment. Soil Use Manage. 14:52-54.
- Bryan, R.B. 1976. Considerations on soil erodibility indices and Sheetwash. Catena 3:99-111.
- Castro, C.F. and T.S. Logan, 1991. Liming effects on the stability and erodibility of some Brazilian Oxisols. Soil Sci., 142(4):235-240.
- Cihacek, L., J., 1999. Restoring productivity of eroded soils with manure applications. www.ag.ndsu.nodak.edu.

- Cote, D.R., C.A. Malcolm-McGovern, G.J. Wall, W.T. Dickenson, and R.P. Rudra, 1988. Seasonal variation of erodibility indices based on shear strength and aggregate stability in some Ontario soils. *J. Soil Sci.*, 68 : 405-416.
- Demiralay, İ. 1975. Erzurum Ovası topraklarının bazı özellikleri ile agregat stabilitesi arasındaki ilişkiler üzerine çalışmalar. Doçentlik Tezi, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Erzurum.
- Demiralay, İ. 1993. Toprak Fiziksel Analiz Yöntemleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Erzurum, 111-120.
- Foley, B.J. and L.R. Cooperband, 2002. Paper mill residuals and compost effects on soil carbon and physical properties. *Journal of Environmental Quality*, 6 (31), 2086-2100.
- Gote, H. and M. Nimaki, 1980. Agricultural utilization of natural zeolite as soil conditioners. II. Tokyo Nogyo Daigaku Nogaku Shuho 24, 305-315.
- Hocaoğlu, Ö. L. 1966. Topraklarda organik madde, nitrojen ve nitrat tayini. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Ziraat Araştırma Enst. Teknik Bülteni No:6, 14-18.
- Hue, N.V. 1992. Correcting Soil acidity of a highly weathered Ultisol with chicken manure and sewage sludge. Department of Agronomy and Soil Science, University of Hawaii, Honolulu USA
- Kacar, B. 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III. A.Ü. Ziraat Fak. Eğ. Arş. Vak. Yay. No. 3:
- Khaleel, R., K.R. Reddy and M.R. Overcash, 1981. Changes in Soil Physical Properties due to Organic Waste Application. A Review. *J. Environ. Qual.*, 10 : 133-141 .
- Kırımhan, S. 1972. Sentetik polielektrolitlerin toprakların fiziksel özelliklerine tesirleri, Atatürk Üniv. Zir. Fak. Dergisi., 2(4): 137-151
- Lal, R., 1988. Soil Erosion research methods. Soil and Water Conservation Society, p, 141-153.
- Lane, L.J. and M.A. Nearing, 1989. Water Erosion Prediction Project. Soil Erosion Res. Lab. Rep. 2. USDA-ARS, west Lafayette, IN.
- Luk, S.H. 1979. Effect of Soil Properties on Erosion by Wash and Splash. *Earth Surface Processes*, 4:241-255.
- Martens, D.A. and W.T. Frankenberger, 1992. Modification of infiltration rates in an organic - amended irrigated soil. *Agron. J.* 84:707-717.
- Mumpton F.A. 1983. The role of natural zeolites in agriculture zeo-agriculture use of Natural Zeolites in Agriculture Pp:3-27
- Munsuz, N. 1973. Toprak Islah Edici Sentetik Maddelerin Toprak Su Diffüzyonuna Etkisi Üzerinde Bir Araştırma. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, 523.
- Ngatunga E.L.N.Lal, R. And Uriyo, A.P., 1984. Effects of Surface Management on Runoff and Soil erosion from some Plots at Mlingano, Tanzania, *Geoderma*, 33:1-12
- Özdemir, N. 1991. Toprağa Karıştırılan Organik Artıkların Toprağın Bazı Özellikleri İle Strüktürel Dayanıklılık ve Erozyona Karşı Duyarlılığı Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Özdemir, N. 2002. Toprak Ve Su Koruma. OMÜ. Ziraat Fak. Yayınları No 22.
- Russell, E.W. 1973. Soil structure, tilth and mechanical behaviour. Russell's soil conditions and plant growth. 10th. ed. Essex: Longman Scientific and Technical, pp 479-519.
- Saatçı, F. ve Ü. Altınbaş, 1975. Küçük Menderes Ovası Alluvial Topraklarında Organik Madde Miktarı ile Agregasyon İndeksi Arasındaki İlişkiler. E.Ü. Zir. Fak. Yayınları. No: 247.
- Schwab, G. O., D. D. Frangmeier, W.J. Elliot, and R.K. Frevert. 1993. Soil and Water Conservation Engineering. John Wiley and Sons. Inc. New York.
- Whalen, J. K. and Chang, C., 2002. Macroaggregate characteristics in cultivated soil after 25 annual manure applications. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, vol.66, pp:1637-1647.
- Wischmeier, W.H. and Simith, D. D., 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses a guide to conservation planning. Ua. D.a. Agriculture Handbook No:557.