

## EROZYONA UĞRAMIŞ TOPRAKLARDA ORGANİK ATIK UYGULAMALARININ BAZI MEKANİKSEL ÖZELLİKLERE ETKİSİ \*

Tuğrul YAKUPOĞLU Nutullah ÖZDEMİR  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Samsun

Geliş Tarihi: 20.12.2005

**ÖZET:**Bu çalışma farklı düzeylerde erozyona uğramış toprakların bazı mekaniksel özellikleri üzerine, biyokatı (BK) ve çay atığı (ÇA) karıştırılmasının etkilerini, sera koşullarında belirlemek amacı ile yürütülmüştür. Organik madde kaynakları topraklara dört farklı dozda (%0, 2.0, 4.0 ve 6.0) ve üç tekerrürlü olarak bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre uygulanmıştır. Dört haftalık inkübasyon süresinden sonra topraklarda domates bitkisi yetiştirilmiştir. Topraklar ince bünyeli olup orta düzeyde organik madde içeriğine ve pH değerine sahiptirler. Sonuçta organik materyal ilavelerinin toprakların likit limit (LL) ve plastik limit (PL) değerlerini önemli ölçüde artırdığı, doğrusal uzama katsayısı (COLE) ve hacimsel büzülme ( $S_v$ ) değerlerini ise önemli ölçüde düşürdüğü, etkinin uygulama dozu, erozyon düzeyi ve organik materyalin çeşidine bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Atterberg limitleri, şişme-büzülme, COLE, organik atıklar

### EFFECT OF ORGANIC WASTE APPLICATIONS ON SOME MECHANICAL PROPERTIES OF ERODED SOILS

**ABSTRACT:** The study was carried out to determine the effects of biosolid and tea waste applications under greenhouse conditions on some mechanical properties on eroded soils in different degrees. The organic matter sources were incorporated the soils as four different rates (0, 2.0, 4.0 and 6.0, %) with three replications in a split block design. Tomato was grown on soils after incubation periods for four weeks. Some properties of the soil were determined as follows; fine in texture, moderate in organic matter content, moderate in pH. The results can be summarized as organic matter treatment increased the liquid limit (LL), plastic limit (PL) values and degreased shrinkage ( $S_v$ ), coefficient of linear extensibility (COLE) values according to the type and applications rates of the wastes. Effectiveness of the applications showed differences according to erosion degrees of the soils.

**Keywords:** Atterberg limits, swelling-shrinking, COLE, organic waste

#### 1. GİRİŞ

Mekaniksel toprak özellikleri ile bu özellikleri etkileyen faktörlerin ortaya konulması tarım ve mühendislik uygulamaları açısından oldukça önemlidir. Atterberg limitleri, doğrusal büzülme ve hacimsel büzülme indeksleri toprağın mekaniksel davranışlarının değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan parametrelerdir (Farrar ve Coleman, 1967; Canbolat ve Öztaş, 1997). Hava alanları ve karayolları gibi alanların yapımı için gerçekleştirilen toprak sınıflandırmalarında ve kullanılacak materyalin seçiminde bu limitlerden yaygın olarak yararlanılmaktadır. Toprakların likit limit (LL) değerleri yaklaşık olarak 10-100, plastik limit (PL) değerleri ise 0-60 arasında değişmektedir. Düşük LL ve PL değerine sahip ve parçacık büyüklüğü geniş dağılım gösteren topraklar yüksek kütle yoğunluğuna sıkıştırılabilir ve davranışları karardır (Lambe ve Whitman, 1969; Özdemir, 1998). Toprağın LL ve PL seviyesindeki su içerikleri, farklı amaçlı kullanımlar için yararlı olabilmektedir. Söz konusu limitler uygun bir kıvam ölçüğünde tarla kapasitesi ve solma noktasını gösterebilir ve faydalı suyu ifade edebilirler. Tarımda PL değeri, toprak işleme zamanının belirlenmesinde iyi bir indeks olarak kabul edilmektedir. Pratik olarak toprak işleme PL değerinin altında ancak ona yakın nem içeriğinde yapılmalıdır (Marshall ve ark., 1996; Özdemir, 1998).

Atterberg limitleri, toprağın hakim kil minerali çeşidi, kil içeriği, değişebilir katyonların cinsi ve organik madde miktarına bağlı olarak değişim göstermektedir (Head,1984). Gülser ve Candemir (2004) topraklara ilave edilen organik atık miktarı ile LL ve PL değerleri arasında pozitif bir ilişki belirlemişlerdir.

Smith ve ark. (1985), toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri ile mekaniksel özellikleri arasındaki ilişkileri ortaya koymak üzere yapmış oldukları bir araştırmada, organik madde içeriği ile LL, PL ve COLE değerleri arasında önemli ilişkiler saptamışlardır.

Sönmez (1981) yapmış olduğu bir çalışmada, toprağa organik madde uygulamasına bağlı olarak COLE değerinde istatistiksel bakımdan önemli bir azalmanın olduğunu ortaya koymuştur.

Schafer ve Singer (1976), toprakların şişme ve büzülme değerlerine ilişkin olarak yaptıkları bir çalışma sonucunda, COLE değerinin doğrusal uzamayı verdiğini açıklamışlar, COLE ve  $S_v$  değerleri ile toprak organik maddesi arasında önemli ilişkiler bulunduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışma, farklı düzeylerde erozyona uğramış topraklara verilen biyokatı (BK) ve çay atığının (ÇA) toprağın bazı mekaniksel özellikleri üzerindeki etkisini belirlemek üzere yürütülmüştür.

\* Bu çalışma OMÜ Araştırma fonunca desteklenmiştir.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan topraklar 36° 02' Doğu, 41° 19' Kuzey koordinatlarında yer alan ve üzerinde tarla tarımı yapılan araziden alınmıştır. BK, Bafra Belediyesi Arıtma Ünitesi'nden ve ÇA, Rize Çay Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir.

Bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre sera koşullarında yürütülen çalışmada organik atıklar topraklara kontrol dahil dört farklı dozda (%0, 2.0, 4.0 ve 6.0) ve üç tekerrürlü olarak uygulanmıştır. Toprak örnekleri dört hafta süre ile inkübasyona bırakılmış ve inkübasyon döneminden sonra saksılarda domates bitkisi yetiştirilmiştir. Bitkinlerin hasadından sonra toprak örneklerinde analizler yapılmıştır.

### 2.2. Metotlar

Topraklarda pH, 1:2.5 toprak-su süspansiyonunda pH metre (Rowell, 1996); elektriksel iletkenlik, cam elektrotlu elektriksel iletkenlik aleti (Bayraklı, 1987); organik madde, Walkley-Black yöntemi (Nelson and Sommers, 1982); kireç (%CaCO<sub>3</sub>), Scheibler Kalsimetre yöntemi (Kacar, 1994); kation değişim kapasitesi, Bower yöntemi (Kacar, 1994); toprak bünyesi, Bouyoucos Hidrometre yöntemi (Gee ve Bauder, 1986) kullanılarak belirlenmiştir.

Toprakların LL değeri, "Casagrande" aleti kullanılarak; PL değeri, nemli toprağın 3mm'lik iplikçikler haline getirilirken dağılmaya başladığı anda sahip olduğu nem miktarına göre belirlenmiştir (Sowers, 1965). Toprakların S<sub>v</sub> değeri doymuluktan biraz düşük nem düzeyinde iken hazırlanan toprak macununun, buharlaştırma kabı içerisinde hava kabarcığı kalmayacak biçimde paketlenmesi, üzeri tıraşlandıktan sonra fırında kurutulması sonucunda ve Eşitlik 1'in kullanılması ile belirlenmiştir (ASTM, 1974).

$$S_v = \frac{W_1 - S_L}{S_R} \dots\dots\dots [1]$$

S<sub>v</sub> : Hacimsel büzülme değeri

W<sub>1</sub> : Toprak macununun başlangıçtaki nem içeriği (%)

S<sub>L</sub> : Büzülme sınırı,

S<sub>R</sub> : Büzülme oranı.

Toprakların COLE değeri, doymuluktan biraz düşük nem düzeyinde iken balçıklaştırılan topraktan bir şırınga yardımı ile elde edilen 1cm çapında ve 6-10cm uzunluğundaki çubukların 48 saat süre ile atmosfer koşullarında kurutulduktan sonra ölçülen uzunluk değerlerine göre Eşitlik 2 kullanılarak hesaplanmıştır (Schafer ve Singer, 1976).

$$COLE = \frac{L_m - L_d}{L_d} \dots\dots\dots [2]$$

COLE: Doğrusal uzama katsayısı

L<sub>m</sub> : Nemli çubuğun uzunluğu (cm),

L<sub>d</sub> : Kuru çubuğun uzunluğu (cm).

Araştırma sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS bilgisayar paket programı ile LSD çoklu karşılaştırma testlerinden yararlanılmıştır (Yurtsever, 1984).

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 3.1. Toprak Özellikleri

Hafif, orta ve şiddetli derecede aşınımına uğramış tarım arazisinden alınan yüzey (0-20cm) toprak örneklerinde belirlenen değerler Çizelge 1'de verilmiştir. Topraklar ince bünyeli olup kil içerikleri %53.10 ile %59.40, silt içerikleri %26.0 ile %31.75 ve kum içerikleri %13.10 ile %15.15 arasında değişmektedir. Topraklar orta derecede alkalın bir reaksiyona sahip olup pH değerleri 8.0 ile 8.1'dir. Topraklarda serbest kireç içeriği %16.6 ile % 21.9; kation değişim kapasitesi ise 37.4 ile 21.4me.100g<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. Topraklarda alkalilik sorunu bulunmamaktadır (Soil Survey Staff, 1993).

Çalışmada kullanılan ÇA %54.78 organik C ve %2.45 N içeriğine sahip olup C/N değeri 22.36'dır. Kullanılan BK %41 organik madde içeriğine sahiptir. BK kuru ağırlık esasına göre %22.20 organik karbon ve %2.40 N içermekte olup C/N değeri 9.25'dir. BK'nın organik olmayan fraksiyonları %2.3 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, %11.5 CaO, %1.34 MgO, %1.3 P, %0.23 K, %0.22 NaO ve %4.40 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içermektedir. pH ve suda çözünebilir P içerikleri sırası ile 7.2 ve 581µgg<sup>-1</sup>'dir. Toplam Cd, Cu, Cr, Pb, Ni ve Zn içerikleri ise 6.3, 214.5, 135.2, 180.4, 75.8 ve 435.9µgg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (Kacar, 1994).

Çizelge 1. Deneme öncesi toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Erozyon düzeyi		Hafif	Orta	Şiddetli
Parçacık büyüklük dağılımı, %	Kum (S)	14.60	13.10	15.15
	Silt (Si)	26.00	30.85	31.75
	Kil (C)	59.40	56.05	53.10
Bünye sınıfı		C	C	C
PH, 1:2,5		8.0	8.1	8.1
Organik madde içeriği (OM), %		0.99	0.84	0.83
Kation değişim kapasitesi (KDK), me.100g <sup>-1</sup>		37.4	23.9	21.4
Kireç, %		16.6	19.4	21.9
EC <sub>25°C</sub> , dS.m <sup>-1</sup>		0.78	0.65	0.64

### 3.2. Likit Limit (LL)

Farklı düzeyde erozyona uğramış topraklara organik atık uygulandıktan sonra belirlenen LL değerleri ve bu değerlerde meydana gelen değişim Şekil 1'de gösterilmiştir. Şekil 1'in incelenmesinden de anlaşılacağı üzere denet düzeyindeki örneklerde LL değeri artan erozyon düzeyine bağlı olarak düşüş göstermektedir. LL değeri toprağı oluşturan parçacıkların yüzey yük yoğunluğuna, mineralojik bileşimine, organik madde içeriğine (Head, 1984; Munsuz, 1985) bağlıdır. Toprakların LL değerinde ortaya çıkan bu farklılık, erozyon düzeyine bağlı olarak söz konusu özelliklerde meydana gelen değişimden kaynaklanmış olabilir.

Organik atık uygulamasına bağlı olarak toprakların LL değerleri artış göstermiştir. Meydana gelen artış erozyon düzeyleri, atık çeşidi ve uygulama dozuna bağlı olarak istatistiksel farklılık ( $P < 0.001$ ) göstermiştir (Şekil 1, Çizelge 2). Söz konusu değişimlere ait LSD testi sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. ÇA bütün uygulama dozları ile her üç erozyon düzeyinde de LL değerlerini artırmada etkili olurken, BK'nın etkinliği orta derecede erozyona uğramış toprakta düşük düzeyde gerçekleşmiştir. Denete göre LL değerinde en büyük değişim (%16.9) ÇA'nın %6 dozunda, şiddetli derecede erozyona uğramış toprakta gerçekleştirilmiştir.

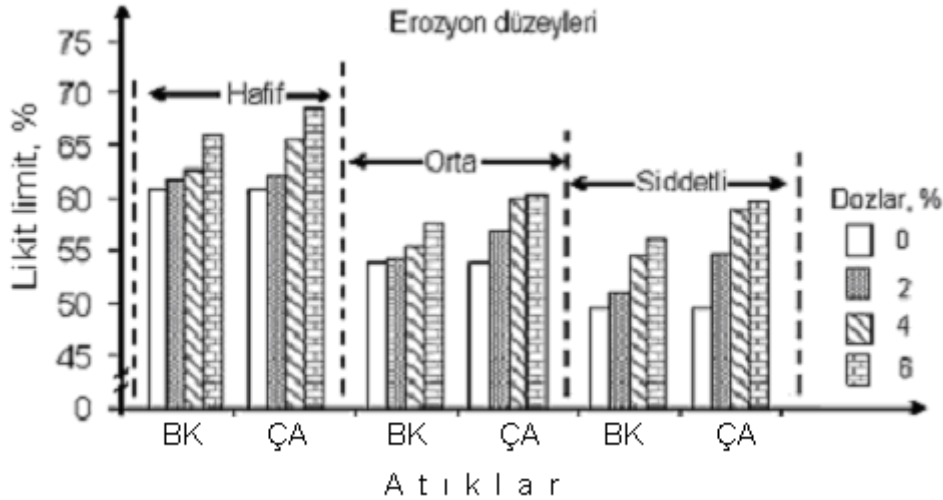
Kıvam limitleri ile organik madde içeriği arasındaki ilişkileri araştıran Gülser ve Candemir (2004)

topraklara ilave edilen organik atık miktarı ile LL değerleri arasında pozitif bir ilişki belirlemişlerdir.

### 3.3. Plastik Limit (PL)

Farklı düzeyde erozyona uğramış topraklara organik atık uygulandıktan sonra belirlenen PL değerleri 21.23 ile 37.90 arasında değişmekte olup değerlerde meydana gelen değişim Şekil 2'de gösterilmiştir. Şekil 2'nin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere denet düzeyindeki örneklerde PL değeri artan erozyon düzeyine bağlı olarak düşüş göstermektedir. Bu düşüş muhtemelen PL değeri ile toprağın hakim kil minerali çeşidi, kil içeriği, değişebilir katyonların cinsi ve organik madde miktarı arasındaki karşılıklı ilişkiden (Demiralay ve Güresinli, 1979) kaynaklanmaktadır.

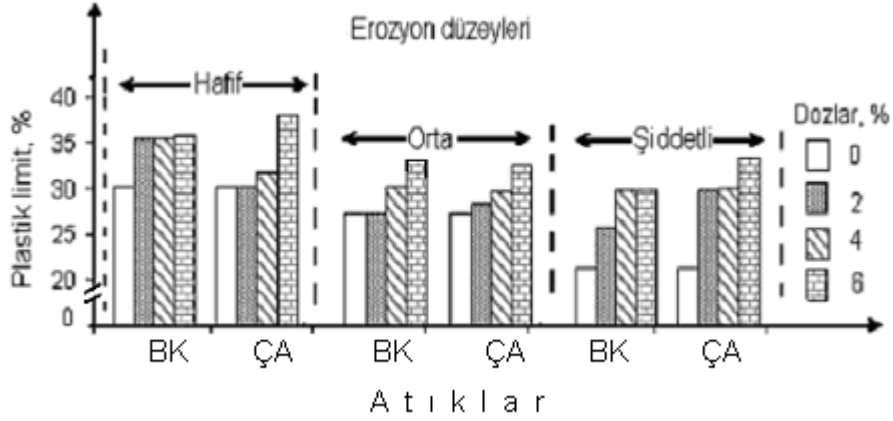
PL değeri, macun haline getirilen ince toprak materyali üzerinde laboratuvarında belirlen bir parametre olup toprağın tarımsal veya mühendislik amaçlı kullanımındaki bazı özelliklerinin değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır. Bu değer toprağın tarlada en kötü strüktürel durumda işlendiğinde göstereceği olası davranışın bir göstergesini yansıtmaktadır. Teorik olarak toprak işleme, PL değerinin altında fakat yakınındaki nem koşulunda yapılmalıdır. Bu nem aralığı toprağın



Şekil 1. Farklı erozyon düzeylerinde atıkların çeşit ve dozlarına bağlı olarak LL değerindeki değişimler

Çizelge 2. Farklı dozlarda düzenleyici karıştırılan toprakların ll değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları

Erozyon düzeyleri	Hafif	Orta	Şiddetli	
LL, %	63.505a	56.517b	54.615c	
Atıklar	BK		ÇA	
LL, %	56.941a		59.485b	
Dozlar, %	0	2	4	6
LL, %	55.148a	56.797b	59.506c	61.400d



Şekil 2. Topraklarda farklı erozyon düzeylerinde atıkların çeşit ve dozlarına bağlı olarak PL değerindeki değişimler

plastiklik gösterdiği minimum nem içeriği olduğundan toprağın kültüvasyon ile çamurlaşma tehlikesinde olduğu durumu yansıtmaktadır. Buradan PL değerinin toprağın işlenmeye uygun olduğu nem aralığının üst sınırı olarak (Larney ve ark., 1988) kabul edilebileceği anlaşılmaktadır. Topraklar ve yapılan uygulamanın etkileri bu doğrultuda değerlendirildiğinde (Çizelge 3) erozyonun PL nem içeriği değerlerini düşürdüğü ve organik materyal ilavesinin etkisinin ise artırdığı anlaşılmaktadır (Şekil 2).

Organik atık uygulamasına bağlı olarak toprakların PL değerleri artış göstermiştir. Meydana gelen artış erozyon düzeyleri ( $P<0.05$ ) ve uygulama dozuna ( $P<0.001$ ) bağlı olarak farklılık göstermiştir (Şekil 2, Çizelge 3). PL değerinde meydana gelen artışlar uygulama dozlarına paralellik göstermiştir. Söz konusu değişimlere ait LSD testi sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir. Denete göre PL değerindeki en büyük artış (%46.0) ÇA uygulamasının %6 dozunda ve şiddetli derecede erozyona uğramış toprakta gerçekleşmiştir.

Bhushan ve Sharma (2002) organik atık kullanarak yaptıkları bir çalışma sonucunda, toprağa organik atık ilavesinin, PL değerini önemli ölçüde artırdığını belirlemişlerdir.

### 3.4. Hacimsel Büzülme ( $S_v$ )

Farklı düzeyde erozyona uğramış topraklara organik atık uygulandıktan sonra belirlenen hacimsel büzülme değerleri %59.136-124.103 arasında

değişmekte olup değerlerde meydana gelen değişim Şekil 3'de gösterilmiştir. Şekil 3'ün incelenmesinden de anlaşılacağı üzere denet düzeyindeki örneklerde  $S_v$  değeri artan erozyon düzeyine bağlı olarak düşüş göstermektedir. Bu düşüş  $S_v$  değeri ile toprağın hakim kil minerali çeşidi, kil içeriği, değişebilir kationların cinsi ve organik madde miktarı arasındaki karşılıklı ilişkiden (Öztaş, 1987) kaynaklanmaktadır.

Organik atık uygulamasına paralel olarak  $S_v$  değerleri bütün erozyon düzeylerinde azalma göstermiştir (Şekil 3). Toprakların  $S_v$  değerlerindeki değişimde erozyon düzeylerinin etkisi önemli ( $P<0.001$ ) bulunmuştur. Söz konusu değişimlere ait LSD testi sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir. Denete göre  $S_v$  değerindeki en büyük azalma (%21.3), şiddetli düzeyde erozyona uğramış olan toprakta %6'lık doz uygulamalarında sağlanmıştır. Bu konuda bir araştırma yürüten Öztaş (1987), organik madde içeriği ile  $S_v$  değerleri arasında önemli ( $P<0.01$ ) bir korelasyon bulmuştur.

Toprağa ilave edilen organik atıkların toprak özelliklerine bağlı olarak şişme-büzülme potansiyellerini önemli ölçüde düşürdüğü anlaşılmaktadır. Bu nedenle özellikle şişme büzülme potansiyeli yüksek olan Vertisol ordosuna dahil olan topraklarda şişme-büzülme zararlarının azaltılması ve bitkisel üretimin artırılması bakımından organik atık ilavesi önem taşımaktadır.

Çizelge 3. Farklı dozlarda düzenleyici karıştırılan toprakların PL değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları

Erozyon düzeyleri	H	O	Ş	
PL, %	33.332a	30.451ab	27.588b	
Atıklar	BK	ÇA		
PL, %	30.445a	30.463a		
Dozlar, %	0	2	4	6
PL, %	27.525a	29.408b	31.108c	33.774d

Çizelge 4. Farklı dozlarda düzenleyici karıştırılan toprakların  $S_v$  değerlerine ilişkin LSD testi sonuçları

Erozyon düzeyleri	H	O	Ş	
$S_v$ , %	116.54a	84.92b	71.53c	
Atıklar	BK		ÇA	
$S_v$ , %	91.97a		90.03a	
Dozlar, %	0	2	4	6
$S_v$ , %	96.41a	93.56a	89.34b	84.68c

### 3.5. Doğrusal Uzama Katsayısı (COLE)

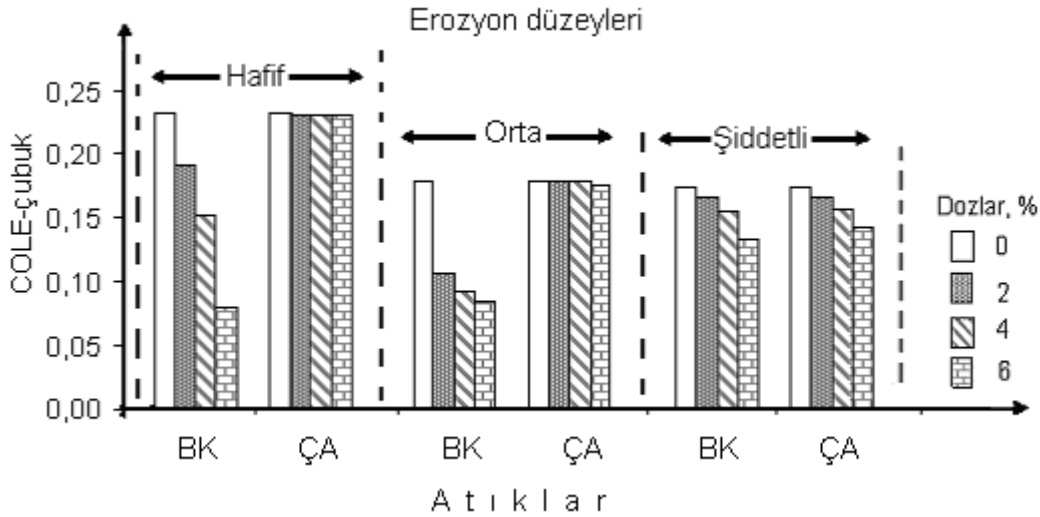
Farklı düzeyde erozyona uğramış topraklara organik atık uygulandıktan sonra belirlenen COLE değerleri 0.079-0.233 arasında değişmekte olup bu değerlerde meydana gelen değişim Şekil 4'de gösterilmiştir. Şekil 4'ün incelenmesinden de anlaşılacağı üzere denet düzeyindeki örneklerde COLE değerleri artan erozyon düzeyine bağlı olarak düşüş göstermektedir. Bu düşüş muhtemelen toprağın hakim kil minerali çeşidi, kil içeriği ve organik madde miktarı arasındaki karşılıklı ilişkiden kaynaklanmaktadır. COLE değeri pedolojik amaçlı çalışmalar için bir değerlendirme kriteri olup toprak organik maddesi ile bu değer arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır. COLE değeri  $\geq 0.03$  olduğunda toprakta önemli miktarda "smektit grubu" kil minerallerinin bulunduğu ifade edilebilirken bu değer 0.09'u geçtiğinde ise toprakta önemli bir şişme-büzülme etkinliği beklenebilmektedir (Grossman ve ark., 1968). Yukarıdaki değerlendirmeye göre çalışma konusu toprakların COLE-çubuk değerleri (Şekil 4)

esas alındığında hakim kil minerali çeşidinin "smektit grubu" olduğu ifade edilebilir. Dolayısıyla topraklarda önemli ölçüde şişme ve büzülme etkinliğinin olacağı söylenebilir.

Organik atık uygulamasına paralel olarak COLE değerleri genellikle bütün erozyon düzeylerinde azalma göstermiştir (Şekil 4). Toprakların COLE değerlerindeki değişimde erozyon düzeyleri, atık çeşitleri ve uygulama dozlarına ilişkin kareler ortalamasının etkisi önemli ( $P < 0.001$ ) bulunmuş olup BK'nın etkinliğinin daha fazla olduğu saptanmıştır. Söz konusu değişimlere ait LSD testi sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir.

Denete göre COLE değerindeki en büyük azalma (%47.1), orta derecede erozyona uğramış olan toprakta BK uygulamasında (%6 dozu) belirlenmiştir.

Sönmez (1981) yapmış olduğu bir çalışmada, toprağa organik madde uygulamasına bağlı olarak COLE değerinde istatistiksel bakımdan önemli bir azalmanın olduğunu ortaya koymuştur.



Şekil 4. Topraklarda erozyon düzeyleri ile atıkların çeşit ve dozlarına bağlı olarak COLE değerindeki değişimler

Çizelge 5. Farklı dozlarda düzenleyici karıştırılan toprakların COLE değerleri üzerine etkilerine ilişkin LSD testi sonuçları

Erozyon düzeyleri	H	O	Ş	
COLE	0.197a	0.147b	0.166c	
Atıklar	BK		ÇA	
COLE	0.150a		0.190b	
Dozlar, %	0	2	4	6
COLE	0.195a	0.174b	0.164c	0.148d

#### 4. KAYNAKLAR

- ASTM, 1974. Annual Book of ASTM Standarts. American Society for Testing and Materials. Part 19, 90-92.
- Bayraklı, F., 1987. Toprak ve Bitki Analizleri. Ondokuz Mayıs Üniv. Yayınları, Yayın No:17, Samsun.
- Bhushan, L. and Sharma, P. K., 2002. Long-term effects of lantana (*Lantana spp. L.*) residue additions on soil physical properties under rice-wheat cropping. I. Soil consistency, surface cracking and clod formation. *Soil and Tillage Research*, Vol. 65, issue 2.
- Canbolat, M. Y. Öztas T., 1997. Toprağın kıvam limitleri üzerine etki eden bazı faktörler ve kıvam limitlerinin tarımsal yönden değerlendirilmesi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 28 (1): 120-129.
- Demiralay, İ. ve Güresinli, Y. Z., 1979. Erzurum Ovası topraklarının kıvam limitleri ve sıkışabilirliği üzerinde bir araştırma. *Atatürk Üniv. Ziraat. Fak. Dergisi*. 10(1-2): 77-93.
- Farrar, D.M. and Coleman J.D., 1967. The Correlation of Surface Area With Other Properties of Nineteen Brithish Clay soils. *J. Soil Sci.*, 18: 118-124.
- Gee, G. W. and Bauder J.W. 1986. Partical-Size Analysis. p. 383-411. In A. Klute (ed.) *Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. 2<sup>nd</sup> ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI. USA.
- Gulser, C. and Candemir, F., 2004. Changes in Atterberg limits with different organic waste applications. *Proceedings of The International Soil Congrees. "Natural Resource Management for Sustainable Development"*. Erzurum, Turkey.
- Grossman, R. B., Bransel, B. R., Franzmeier, D. P. and Walker, J. L., 1968. Linear extensibility as calculated from naturalclod bulk density measurements. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 32: 570-573.
- Head, K. H., 1984. *Manual of Soil Laboratory Testing. Volume 1: Soil Classification and Compaction Tests*. ISBN, 0-7273-1302-9. Biddles Ltd, Guildford, Surrey.
- Kacar, B., 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III. Toprak Analizleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Eğitim Araş. ve Gel.Vakfi Yay., No:3 Ankara.
- Lambe, T. V. and Whitman, R. V., 1969. *Soil Mechanics*. Wiley. New York.
- Larney, F. J., Fortune, R. A. and Collins, J. F., 1988. Intrinsic soil soil physical parameters for sugar beet seedbed preparation. *Soil Till Res.* 12: 253-267.
- Marshall, T. J., Holmes, J. and Rose, C. V., 1996. *Soil Physics*. Cambridge University Press ISBN 0-521-45151-5.
- Munsuz, N., 1985. Toprak Mekanığı ve Teknolojisi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, 922. Ders Kitabı, 248-260.
- Nelson, D. W. and Sommers L. E., 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties* (Ed. A, Klute). American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
- Özdemir, N., 1998. Toprak Fizigi. Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Ders Kitabı No:30. Samsun.
- Öztaş, T., 1987. Iğdır Ovası Yüzey Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ile Mekaniksel Özellikleri Arasındaki İlişkiler (Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniv. Fen Bilimleri Enst. Erzurum.
- Rowell, D. L., 1996. *Soil Science Methods and Applications*. Wesley Longman Ltd, Harlow. ISBN 0 582 087848.
- Schafer, W. M. and Singer, M. J., 1976. A new method of measuring shrink-swell potential using soil pastes. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 40: 805-806.
- Smith, C. W., Hadas, J. D. and Koyumdjisky, H., 1985. Shrinkage, Atterberg limits in relation to other properties of principal soil types in Israel. *Geoderma*, 35: 47-65.
- Soil Survey Staff, 1993. *Soil Survey Manual*, USDA Handbook No:18 Washington
- Sowers, G.F., 1965. Consistency Method of Soil Analysis. Part I. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin USA, 394-397.
- Sönmez, K.,1981. Ahır gübresinin killi toprağın büzülme özelliği üzerine etkisi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, Cilt:12, Sayı:2-3, 31-37.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metodlar. Tarım ve Köyişleri Bak. Köy İşleri Gen. Müd. Toprak ve Düzenleyici Araş. Enst. Yayınları, Teknik Yayın No: 56, 169-181.