



### Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 182-188

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/anajas.2015.30.2.182-188



## Erozyona duyarlılık ve toprak kaybı arasındaki ilişkiler

Nutullah Özdemir<sup>a</sup>, Elif Öztürk<sup>b</sup>, Ömrüm Tebessüm Kop Durmuş<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun, Türkiye

<sup>b</sup>Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Samsun, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: tebessum.kopdurmus@omu.edu.tr

Geliş/Received 20/02/2015

Kabul/Accepted 14/05/2015

### ÖZET

Bu çalışmada organik düzenleyici (çiftlik gübresi, çeltik kavuzu ve kentsel atık) uygulamalarına bağlı olarak yapay yağış koşullarında yüzey akışla oluşan toprak kaybı ve erozyona duyarlılık parametreleri arasındaki ilişkiler irdelenmiştir. Çalışmada Samsun ili sınırları içerisinde bulunan Minoz Havzası'nda yayılım gösteren Lithic Ustorthent ve Typic Calciustept olarak sınıflandırılan topraklar kullanılmıştır. Çalışmada simülasyon ve kalite parametrelerinin belirlenebilmesi için iki farklı deneme kurulmuş ve havzaya ait bozulmuş toprak örneklerine düzenleyiciler (çiftlik gübresi, çeltik kavuzu ve kentsel atık), organik madde içeriğini % 0, 2, 4 ve 6 artıracak şekilde 4 farklı dozda uygulanmıştır. Deneme sonucunda topraklara uygulanan organik düzenleyicilerin toprakların aşınmaya karşı dayanıklılıklarını artırdığı ve yapay yağış koşullarında toprak kayıplarını azalttığı, düzenleyicilerin etkinliklerinin 55 mm h<sup>-1</sup> intensiteli yağışta 70 mm h<sup>-1</sup> intensiteli yağışa göre daha belirgin olduğu gözlemlenmiştir. Düzenleyicilerin ve dozların etkinlikleri topraklar arasında (AÇ<AG<ÇKK sıralaması ile %1.1 ile 19.1 arasında) farklılık göstermiştir. Toprak aşınım parametreleriyle yüzey akışla oluşan toprak kayıpları arasında farklı seviyelerde önemli ilişkiler elde edilmiştir.

Anahtar Sözcükler:  
Aşınabilirlik  
Erozyon  
Yapay yağmurlama  
Organik düzenleyiciler

### Relationships between erodibility and soil loss

### ABSTRACT

This study was conducted to the determine effects of farmyard manure, rice husk and municipal waste compost on soil erodibility and soil loss occurred by runoff in two different soil groups under greenhouse conditions. Soils used in this study are classified as Lithic Ustorthent and Typic Calciustept located in Minöz Basin of Samsun province. Organic conditioners were applied to the degraded soils of basin according to dry weight basis at four different doses (0, 2, 4 and 6 %) in the simulation experiments conducted under greenhouse conditions. This study was planned in a randomized plot design as a factorial experiment design with two replications. After 12 weeks incubation period, 15 % slope was given to erosion pans and artificial rainfall with the intensities of 55 mm h<sup>-1</sup> and 70 mm h<sup>-1</sup> were applied for one hour to measure soil loss values occurred by runoff. At the end of the experiment, it was determined that organic conditioners reduced soil erodibility and losses. Municipal waste compost was more effective than rice husk compost and farmyard manure in reducing soil losses occurred from runoff pans. Effectiveness of organic conditioners showed differences depend on application doses and the lowest soil loss was obtained at the maximum dose of applications.

Keywords:  
Erodibility  
Erosion  
Rainfall simulation  
Organic conditioner

© OMU ANAJAS 2015

### 1. Giriş

Toprağın çok işlevsellik özelliğinin korunması ve geliştirilmesi, gerek mevcut ve gerekse gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılaması açısından önem taşımaktadır. Toprağın bulunduğu yerden aşınması, taşınması ve başka yerlerde biriktirilmesi ile tanımlanan erozyon olgusu

toprağın çok fonksiyonlu işlevlerini kısıtlayan ve sürdürülebilir kullanımını olumsuz yönde etkileyen en önemli faktörlerden birisidir (Özdemir, 2013). Erozyon, insanların yeryüzündeki faaliyetlerine başlamasına kadar doğal bir süreç ve olay olarak süregelirken insanların doğayı ve toprakları kullanmaya başlamasından sonra doğal süreç özelliğini kaybederek farklı bir boyut kazanmıştır

(Çepel ve ark., 2006). Türkiye iklim, toprak ve topografik yapısı nedeniyle erozyona karşı çok hassas olan ve dolayısıyla erozyondan çok fazla zarar gören ülkelerden birisidir (Çepel, 1997; Dinç ve ark., 2001).

Günümüzde, yeryüzündeki tarım alanlarının yaklaşık % 80'i orta ve şiddetli derecede, % 10'luk bir kısmı ise hafif derecede erozyona maruz durumdadır (Pimentel ve Kounang, 1998; Lal, 2003). Türkiye'de ise toplam alanın % 81'lik kısmı değişik seviyelerdeki erozyona maruz durumdadır. Kültür bitkisi yetiştirilen alanların yaklaşık % 73'ü ve arazi yetenek sınıflamasına göre I-IV sınıflar arasında yer alan arazilerin ise % 68'i erozyona yatkın durumdadır.

Erozyon toprak üretkenliğini negatif olarak etkilediği için tüm dünyada, toprak koruma önlemlerini gerektiren büyük bir problem olarak görülmektedir (Tunç ve Schröder, 2010). Türkiye'nin yarı-kurak alanları içerisindeki pek çok tarım alanında düşük tarımsal üretim önceki erozyon olayları ile ilişkilidir (Özdemir, 2002). Üreticiler bu topraklarda erozyonla mücadelede ve verimliliğin iyileştirilmesinde çok sayıda seçeneğe sahiptirler. En genel yaklaşım bu topraklarda ilerideki potansiyel erozyon riskini azaltmak ve bitki gelişimini artırmak için ilave organik ve inorganik düzenleyicilerin kullanılmasıdır. Ancak fazla miktarda aşınımına uğramış topraklarda büyük miktardaki ticari düzenleyici kullanımı aşınımına uğramamış alanlar kadar üretimi artıramamaktadır (Olson, 1977; Mbagwu ve ark., 1984).

Martinez ve ark. (2003), bozulmuş bir toprağa uyguladıkları biyokatı ve kompostlaştırılmış kentsel katı atıkların yarı kurak bir çevrede yüzey akış ve meydana gelen kayıplar üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar her iki uygulamanın da yüzey akış ve sediment miktarını önemli ölçüde azalttığını, biyokatı ile muamele edilen parsellerde yüzey akışın daha geç başladığını ve meydana gelen yüzey akış miktarının az olduğunu ifade etmişlerdir. Biyokatı ilavesinin su erozyonunun kontrolünde kullanılabilecek iyi bir uygulama olduğunu belirtmişlerdir.

Erozyonun önlenmesi için pek çok önlem alınmakla birlikte (Taysun, 1989), son yıllarda toprakların organik madde içeriğinin korunması, bozulmuş toprak özelliklerinin iyileştirilmesi ve bitki besin elementlerinin sağlanması açısından ahır gübresi (Haynes ve Naidu, 1998), biyokatı (Fließbach ve ark., 1994; Albiach ve ark., 2001), kentsel atıklar (Giusquiani ve ark., 1995; Eriksen ve ark., 1999), kompost (Sikora ve Enkiri, 1999; Tejada ve Gonzalez, 2003a), ürün artıkları (De Neve ve Hofman, 2000; Trinsoutrot ve ark., 2000, Bandyopadhyay ark., 2010), yüksek organik madde içeriğine sahip yan ürünlerin topraklara uygulanması (Madejon ve ark., 2001; Tejada ve Gonzalez, 2003b, 2004) yaygın olarak kullanılan tarımsal uygulamalardandır. Bu atıkların araziye uygulanması porozite, toprak strüktürü ve su tutma kapasitesi gibi toprakların pek çok fiziksel özelliklerinde iyileştirmelere neden olmaktadır (Carter ve Stewart, 1996, Kadlec ve ark., 2012). Bu nedenle, söz konusu atıkların özellikle bozulmuş ve erozyona duyarlı topraklara uygulanması toprak koruma açısından son derece yararlı olmaktadır (Pinamonti ve Zorzi, 1996). Uzun süreden beri devam etmekte olan, topraklardaki yapısal özellikler ve bu özelliklerin

sürdürülebilirliğinin nasıl sağlanabileceğine ait çalışmalar günümüzde birçok araştırmacı tarafından çeşitli organik materyallerin topraklara uygulanmasıyla devam ettirilmektedir.

Bu çalışmada organik düzenleyici uygulamalarının erozyona karşı duyarlılık parametreleri üzerine etkisi ile yapay yağış koşullarında yüzey akışla oluşan toprak kaybı ve erozyona duyarlılık parametreleri arasındaki ilişkiler irdelenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışma Samsun Minöz Havzasından alınan (Lithik Ustorthent ve Typic Calciustept ) yüzey toprak örnekleri (0-20 cm), arıtma ünitesinden geçirilen su ve farklı kurumlardan temin edilen çiftlik gübresi, çeltik kavuzu ve belediye atık kompostu organik düzenleyicileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yüzey toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1 ve organik düzenleyicilerin özellikleri ise Çizelge 2'de verilmiştir.

### 2.2. Metod

#### 2.2.1. Denemenin kurulması ve yürütülmesi

Havzadan alınan bozulmuş toprak numuneleri gölgede kurutulduktan sonra 8 mm'lik elekten geçirilmişlerdir. Organik düzenleyiciler homojen bir karışımın sağlanabilmesi için 4.75 mm çapındaki bir elekten geçirilmiştir. Yüzey akış çalışmaları ve kalite parametrelerinin (Karaoğlu ve Çanga, 2002) belirlenebilmesi için iki farklı deneme şeklinde yürütülen çalışmada topraklara organik düzenleyiciler; organik madde miktarını kuru ağırlık esasına göre %, 0, 2, 4 ve 6 oranında artıracak şekilde uygulanmıştır. Çalışma iki tekrarlamalı olarak faktöriyel düzende tesadüf parselleri deneme planına göre yürütülmüştür. Organik düzenleyiciler ilave edildikten sonra, tava ve saksılar 12 hafta süre ile inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon aşamasında tava ve saksıların nem içerikleri izlenerek elverişli nemin % 50' si tükenince nem içeriğini tarla kapasitesine ulaştıracak kadar tekrar su ilavesi yapılmıştır. İnkübasyon döneminin sonunda tava ve saksılardaki topraklar ilgili yöntemler aracılığı ile analize tabi tutulmuşlardır.

#### 2.2.2. Laboratuvar analiz metotları

Mekanik analiz; Bouyoucos Hidrometre yöntemi (Demiralay, 1993), erozyon oranı; mekanik analiz verileri ve tarla kapasitesi değerlerinden (Ngatunga ve ark.,1984), toprak aşınım faktörü; toprak aşınabilirlik eşitliğinden (Schwab ve ark., 1993), organik madde; modifiye Walkley-Black yöntemiyle (Kacar, 1994), CaCO<sub>3</sub> içeriği; Scheibler kalsimetre yöntemiyle (Kacar, 1994), Değişebilir katyonlar (Ca, Mg, Na ve K); amonyum asetat ekstraksiyonu metoduyla (Sağlam, 1997), katyon değişim kapasitesi (KDK); Bower metoduyla (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954), tarla kapasitesi (TK) ve devamlı solma noktası (SN); basınç tabla aleti kullanılarak (Black, 1965),

Çizelge 1. Deneme topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Fiziksel Özellikler										
Topraklar	Tekstür				Renk (kuru-ıslak)	Hid.İlt. (cm.h <sup>-1</sup> )	TK (%)	SN (%)	Faydalı Su (%)	
	Kum(%)	Silt(%)	Kil(%)	Sınıf						
Lithic Ustorthent	67.68	22.46	9.86	SL	2.5Y 5/3 2.5Y 4/3	56.57	16.1	7.4	8.7	
Typic Calciustept	34.6	33.9	31.5	CL	2.5Y 5/3 2.5Y 4/4	9.56	33.6	20.1	13.5	

Kimyasal Özellikler										
Topraklar	pH	EC dS m <sup>-1</sup>	Toplam tuz %	CaCO <sub>3</sub> %	OM %	KDK cmol kg <sup>-1</sup>	Değişebilir katyonlar me 100g <sup>-1</sup>			
							Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>
Lithic Ustorthent	7.18	0.221	0.006	3.98	1.68	7.39	0.59	0.21	5.12	1.83
Typic Calciustept	7.08	0.439	0.013	0.81	1.97	33.29	0.19	0.42	20.24	12.34

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan organik düzenleyicilerin içerikleri

Analiz	Organik düzenleyiciler		
	Çiftlik gübresi (AG)	Kentsel atık kompostu (AÇ)	Çeltik kavuzu kompostu (ÇKK)
pH	7.48	8.07	7.81
EC, dS m <sup>-1</sup>	4.29	3.10	0.51
OM, %	28.32	35.71	19.82
OC, %	14.16	17.86	9.91
N, %	1.74	1.55	0.88
C / N	8.14	11.52	11.26
P, %	1.706	0.202	0.357
K, %	0.130	0.638	0.401
Na, %	0.290	0.432	0.115
Ca, %	2.959	9.919	0.460
Mg, %	0.588	0.345	0.364
Fe, %	0.230	0.467	1.060
Cu, %	0.003	0.012	0.001
Zn, %	0.025	0.025	0.008
Mn, %	0.074	0.034	0.085

EC: Elektriksel iletkenlik; OM: Organik madde; OC: Organik karbon

faydalı su; tarla kapasitesi ve solma noktası arasındaki farktan hesap yoluyla, renk; kuru ve nemli toprakta Munsell renk ıskalası kullanılarak (Dinç ve ark., 1999) hidrolik iletkenlik; sabit seviyeli permeametre yöntemi (Özdemir, 1998), pH ve EC değerleri; saturasyon çamurunda pH metre (Bayraklı, 1987) ve EC metreyle (Richards, 1954), toplam tuz miktarları; EC değerleri ve doymuş koşullardaki nem içeriği değerlerinden hesap yoluyla belirlenmiştir. Organik düzenleyicilerin; pH ve EC değerleri; 1:10 toprak su karışımında (Rowell, 1996) pH ve EC metreyle ölçülmüş, organik karbon ve organik madde içeriği; kuru yakma metodu (Kacar, 1972), azot içeriği; Kjeldahl metodu (Kacar, 1972), fosfor içeriği;

phosphomolybdate metodu (Kacar, 1972), diğer elementler Kacar (1972), C:N oranı; toplam karbon ve azot miktarlarından hesaplanmıştır.

55 mm h-1 ve 70 mm h-1 intensiteli yağışla oluşan toprak kayıplarının belirlenmesinde Erpul ve Çanga'dan (2001) modifiye edilen laboratuvar tipi damla oluşturu düzenek kullanılmıştır (Yakupoglu, 2010).

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Denemede kullanılan toprak örnekleri kumlu tın ve killi

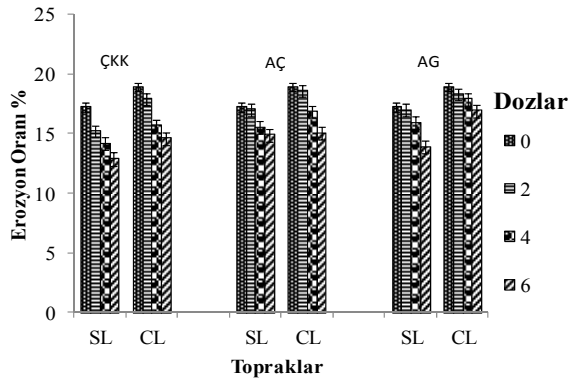
tın bünyeli olup sırasıyla kil içerikleri %9.86 ve %31.5, silt içerikleri %22.46 ve %33.9, kum içerikleri %34.6 ve %67.68 olarak belirlenmiştir. Toprakların kireç içerikleri %0.81 ve %3.98 olup sırasıyla az kireçli ve kireçli bir yapıya sahiptirler Toprakların pH (1:2.5) değerleri 7.08 ve 7.18, kation değişim kapasiteleri 7.39 ve 33.29 me/100 g, tarla kapasitesi nem içeriği değerleri %16.1 ve %33.6 ve solma noktası nem içeriği değerleri ise %7.4 ve %20.1 düzeyindedir. Toprakların değişebilir sodyum yüzdesi %15'in altında olup alkalilik sorunu bulunmamaktadır (Çizelge 1).

### 3.2. Düzenleyici uygulamalarının erozyona duyarlılık ve toprak kaybı üzerine etkileri

Düzenleyici uygulamalarının erozyona karşı duyarlılık ve toprak kaybı üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesinde ve toprak kaybı ile erozyona karşı duyarlılık ilişkilerinin irdelenmesinde erozyon oranı ve toprak aşınım faktörü parametreleri esas alınmıştır.

### 3.3. Erozyon oranı

Topraklara değişik dozlarda ahır gübresi, atık çamuru ve çeltik kavuzu kompostu karıştırılarak inkübasyona tabi tutulması sonrasında belirlenen erozyon oranı değerleri Şekil 1'de, toprak aşınım faktörü (K) değerleri Şekil 2.'de verilmiştir. Şekil 1'in incelenmesinden anlaşılacağı üzere, kullanılan düzenleyiciler uygulama dozlarına bağlı olarak, toprakların erozyon oranı değerinde belirgin düşüşler sağlamıştır. Erozyon oranı değerinde meydana gelen düşüş düzenleyicilerin %6 dozunda en yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. Erozyon oranı değerinde meydana gelen tutulması sonrasında belirlenen erozyon oranı değerleri Şekil 1'de, toprak aşınım faktörü (K) değerleri Şekil 2.'de verilmiştir.

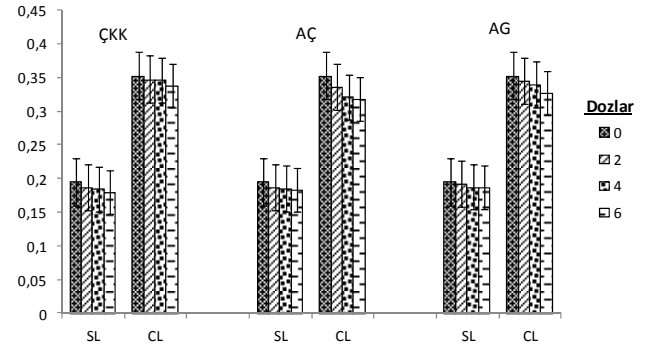


Şekil 1. Toprakların Erozyon oranı değerleri (%)

Çizelge 3. Toprakların atık uygulamalarına bağlı olarak erozyon oranlarına ilişkin LSD test sonuçları

Topraklar	SL	CL		
Erozyon Oranı, %	15.653a	16.664b		
Düzenleyici Çeşitleri	ÇKK	AÇ	AG	
Erozyon Oranı, %	15.3505a	16.6338b	16.4932c	
Düzenleyici Dozları	0.0	2.0	4.0	6.0
Erozyon Oranı, %	17.7127a	16.8916b	15.6840c	14.3484d

ÇKK; çeltik kavuzu, AG, çiftlik gübresi, AÇ, kentsel atık



Şekil 2. Toprakların aşınım faktörü (K) değerleri

Şekil 1'in incelenmesinden anlaşılacağı üzere, kullanılan düzenleyiciler uygulama dozlarına bağlı olarak, toprakların erozyon oranı değerinde belirgin düşüşler sağlamıştır. Erozyon oranı değerinde meydana gelen düşüş düzenleyicilerin %6 dozunda en yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. Erozyon oranı değerinde meydana gelen etki açısından düzenleyiciler AÇ < AG < ÇKK sıralaması ile ortalama %2.3 ile %10.1 arasında olmuştur. Topraklara uygulanan düzenleyici dozlarının erozyon oranı değerlerinde ortaya çıkardığı ortalama azalışlar ise % 1.30 ile % 19.10 arasında değişmektedir. Ortaya çıkan azalışın uygulama dozlarına paralel olarak arttığını ve bu azalışın killi tın tekstürlü toprakta daha düşük düzeyde gerçekleştiği belirlenmiştir.

Toprakların deneme sonundaki erozyon oranı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları incelendiğinde topraklar, düzenleyiciler ve uygulama dozlarına ilişkin kareler ortalamasının önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Bu faktörlere ilişkin ortalamaların istatistiksel olarak karşılaştırılması ise Çizelge 3'de verilmiştir.

Bu verilerden denemede kullanılan ahır gübresi, atık çamuru, ve çeltik kavuzu kompostu düzenleyicileri ile uygulama dozlarının erozyon oranı üzerindeki etkilerinin farklı olduğu, doz arttıkça etkinliğinde arttığı anlaşılmaktadır (Şekil 1). Varyans analizi sonuçlarından toprak x düzenleyici x doz interaksiyonlarının da önemli olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4).

Erozyon oranı değeri toprakların erozyona karşı dayanıklılıklarının belirlenmesinde kullanılan bir parametre olup oran değeri küçüldükçe erozyona karşı direnç artmaktadır. Oran değeri %10'den küçük olan topraklar erozyona karşı dayanıklı olarak kabul edilmektedir (Lal, 1988). Bu sınır değer esas alınacak olursa, araştırma konusu toprakların tümünün erozyona karşı dayanıksız olduğu

Çizelge 4. Toprakların varyans analizlerine ilişkin F değerleri

F Değerleri	
Topraklar(A)	24.536**
Düzenleyiciler(B)	15.853**
Dozlar (C)	51.634**
A*B	.003**
A*C	.003**
B*C	2.493**
A*B*C	.003**

Çizelge 5. Toprakların atık uygulamalarına bağlı olarak K faktörlerine ilişkin LSD test sonuçları

Topraklar	SL	CL		
K Faktörü	.0188a	.0340b		
Düzenleyici Çeşitleri	ÇKK	AÇ	AG	
K Faktörü	.02663a	.02597b	.0266c	
Düzenleyici Dozları	0.0	2.0	4.0	6.0
K Faktörü	.02738a	.02658b	.0261c	.0255d

anlaşılmaktadır. Ancak uygulanan düzenleyiciler toprakların erozyon oranı değerlerini düşürerek dayanıklılığı artırmış olmakla birlikte oran değerlerini sınır değerinin altına düşürmede yeterli olamamıştır. Uygulanan düzenleyicilerin bu konudaki etkinlikleri çeşide ve doza bağlı olarak değişmiştir. Ahır gübresinin etkinliği diğer iki düzenleyiciye oranla daha düşük seviyede olmuştur.

Kumlu tın tekstüre sahip toprakta erozyon oranı değerleri ile 55 mm/h ( $r=0.77^{**}$ ) ve 70 mm/h ( $r=0.76^{**}$ ) yağış yoğunluğu koşulları altında oluşan toprak kaybı arasında önemli pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Yine killi tınlı bir tekstüre sahip toprakta da erozyon oranı değerleri ile 55 mm/h ( $r=0.88^{**}$ ) ve 70 mm/h ( $r=0.81^{**}$ ) yağış yoğunluğu koşulları altında yüzey akışla oluşan toprak kaybı arasında önemli pozitif ilişkiler elde edilmiştir. Elde edilen ilişkinin derecesi irdelendiğinde organik düzenleyicilerin çeşit ve uygulama dozuna bağlı olarak yapısal stabilite (erozyon oranı) üzerinde oluşturdukları olumlu etkinin toprak kayıplarına da yansıdığı görülmektedir. Organik düzenleyicilerin toprak kaybı üzerindeki etkisinin tekstüre bağlı olarak değişim gösterdiği ve düşük yağış yoğunluğu altındaki topraklarda daha etkin olduğu tespit edilmiştir.

### 3.4. Toprak aşınım faktörü (K)

Deneme konusu topraklara değişik dozlarda ahır gübresi, atık çamuru ve çeltik kavuzu kompostu karıştırılarak inkübasyona tabi tutulması sonrasında belirlenen toprak aşınım faktörü (K) değerleri Şekil 2.'de verilmiştir. Şeklin incelenmesinden anlaşılacağı üzere, kullanılan düzenleyiciler uygulama dozlarına bağlı olarak,

toprakların aşınmaya karşı duyarlılık değerinde belirgin düşüşler sağlamıştır. Toprak aşınım faktörü değerinde düzenleyici uygulamasına bağlı olarak kontrole göre saptanan ortalama azalışlar %2.5 ile 6.5 arasında değişmiş olup, ahır gübresi ile elde edilen azalışlar daha düşük düzeylerde olmuştur. Topraklara uygulanan düzenleyici dozlarının K değerlerinde ortaya çıkardığı ortalama azalışlar ise %1.1 ile 11.30 arasında değişmektedir. Ortaya çıkan azalışın yüksek doz uygulamalarında daha fazla olduğu ve bu azalışın %2 dozda daha az düzeyde gerçekleştiği belirlenmiştir. K faktörü değerinde meydana gelen etki açısından düzenleyiciler AÇ < AG < ÇKK şeklinde sıralanmışlardır. Bu etki kumlu tın tekstürdeki toprakta daha belirgin düzeyde görülmüştür.

Toprakların deneme sonundaki K faktörü değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları incelendiğinde topraklar, düzenleyiciler ve uygulama dozlarına ilişkin kareler ortalamasının önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6).

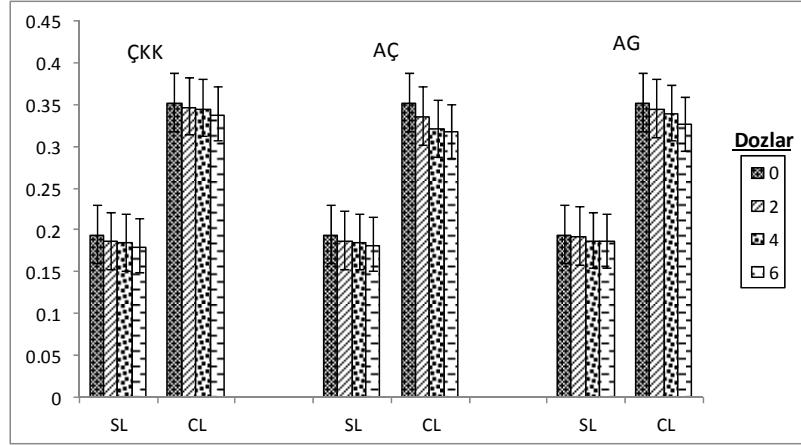
Çizelge 6. Toprakların varyans analizlerine ilişkin F değerleri

F Değerleri	
Topraklar (A)	.551**
Düzenleyiciler (B)	.000**
Dozlar (C)	.001**
A*B	.000**
A*C	.000**
B*C	6.502E.005**
A*B*C	8.337E.005**

Çizelge 7. K faktörü değerlerine göre toprakların sınıflandırılması (Cebel ve ark., 2013)

K faktörü	Aşınabilirlik derecesi
0<K≤0.05	Çok az aşınabilir topraklar
0.05<K≤0.10	Az aşınabilir topraklar
0.10<K≤0.20	Orta derecede aşınabilir topraklar
0.20<K≤0.40	Fazla aşınabilir topraklar
0.40<K≤0.60	Çok fazla aşınabilir topraklar

Bu faktörlere ilişkin ortalamaların istatistiksel olarak karşılaştırılması ise Çizelge 5.'de verilmiştir. Bu verilerden denemede kullanılan ahır gübresi, atık çamuru, ve çeltik kavuzu kompostu düzenleyicileri ile uygulama dozlarının K faktörü üzerindeki etkilerinin farklı olduğu, doz arttıkça etkinliğinde arttığı anlaşılmaktadır. Varyans analizi sonuçlarından toprak x düzenleyici x doz interaksyonlarının da önemli olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 6). Ünlversal 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). Topraklar aşınmaya karşı direnç değerlerine göre Çizelge 7'de verildiği gibi



Şekil 2. Toprakların aşınım faktörü (K) değerleri

sınıflandırılmaktadırlar (Cebel ve ark., 2013). Bu değerlendirme esas alınacak olursa kumlu tın (0.194) ve killi tın (0.35) tekstürlü topraklar orta derecede ve fazla aşınabilir özelliktedirler. Uygulanan düzenleyiciler ilgili parametre değerlerini düşürerek erozyona karşı dayanıklılık değerlerini artırmakla beraber aşınabilirlik sınıfının değişimi için yeterli olamamışlardır. Kumlu tın tekstüre sahip toprakta toprak aşınım faktörü değerleri ile 55 mm/h ( $r=0.90^{**}$ ) ve 70 mm/h ( $r=0.91^{**}$ ) yağış yoğunluğu koşulları altında yüzey akışla oluşan toprak kaybı arasında önemli pozitif ilişkiler belirlenmiştir. Yine killi tınlı bir yapıya sahip toprakta da toprak aşınım faktörü değerleri 55 mm/h ( $r=0.79^{**}$ ) ve 70 mm/h ( $r=0.88^{**}$ ) yağış yoğunluğu koşulları altında yüzey akışla oluşan toprak kaybı arasında önemli pozitif ilişkiler saptanmıştır. Elde edilen ilişkinin derecesi irdelendiğinde organik düzenleyicilerin çeşit ve uygulama dozuna bağlı olarak yapısal stabilite (aşınabilirlik faktörü) üzerinde oluşturdukları olumlu etkinin toprak kayıplarına da yansıdığı görülmektedir. Organik düzenleyicilerin toprak kaybı üzerindeki etkisinin tekstüre bağlı olarak değişim gösterdiği ve düşük yağış yoğunluğu altındaki topraklarda daha etkin olduğu tespit edilmiştir.

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada organik düzenleyicilerin her iki toprak grubunda da erozyona karşı duyarlılık değerlerini pozitif yönde etkilediği ve daha dirençli hale getirdiği görülmüştür. Organik düzenleyicilerin bu konudaki etkinliği düzenleyicilerin çeşit ve uygulama dozuna bağlı olarak değişmiştir. Erozyona karşı duyarlılık değerleri ile yapay yağış koşulları altında oluşan toprak kayıpları arasında önemli düzeyde fakat farklı seviyelerde pozitif ilişkiler elde edilmiştir. Sonuçta çeltik kavuzu kompostu, kentsel atık kompostu ve ahır gübresi gibi organik atık uygulamalarının toprakların, erozyona karşı direncini artırarak yüzey akışla oluşan toprak kaybını azalttığı, etkinin çeşit ve doza bağlı olarak değişim gösterdiği, çeltik kavuzu kompostu ve % 6'lık uygulama dozunun daha etkin olduğu görülmüştür. Bu durum muhtemelen ayrışma süresinin uzunluğu ve çeltik kavuzunun diğer iki düzenleyiciye oranla daha yavaş ayrışması ve dolayısıyla etkinliğini devam ettirmesi ile ilişkilidir. Düzenleyicilerin kumlu tın tekstüründeki toprakta daha etkin olduğu görülmüştür. Bu durum

muhtemelen kilin organik maddenin bağlayıcılık etkinliğini düşürmesi ile ilişkili olabilir. Sonuçta toprakların aşınmaya karşı gösterdikleri direncin oransal olarak ortaya konulabileceği, bir toprağın diğeri ile karşılaştırılabileceği ancak erozyona duyarlılıkla ilgili parametrelerin arazi koşullarındaki toprak kaybı ile doğrudan bağlantılı kılınmayacağı kanaatine varılmıştır.

#### Kaynaklar

- Albiach, R., Canet, R., Pomares, F., Ingelmo, F. 2001. Organic matter components, aggregate stability and biological activity in a horticultural soil fertilized with different rates of two sewage sludges during ten years. *Bioresource Technology*, 77: 109-114.
- Bandyopadhyay, K.K., Misra, A.K., Ghosh, P.K., Hati, K.M. 2010. Effect of integrated use of farmyard manure and chemical fertilizers on soil physical properties and productivity of soybean. *Soil and Tillage Research*, 110(1): 115-125.
- Bayraklı, F., 1987. Toprak ve Bitki Analizleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, No:17, Samsun.
- Black, C.A., 1965. *Methods of Soil Analysis Part I*, American Society of Agronomy, No: 9, Inc. Madison.
- Carter, M.R., Stewart, B.A., 1996. *Structure and Organic Matter Storage in Agricultural Soils*, CRC press, Boca Raton, Florida.
- Cebel, H., Akgül, S., Doğan, O., Elbaşı, F. 2013. Türkiye büyük toprak gruplarının erozyona duyarlılık "K" faktörleri. *Toprak Su Dergisi*, 2(1): 30-45
- Çepel, N. 1997. Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar. Tema Vakfı Yayını No: 14, İstanbul.
- Çepel, N., Yüksel, M., Işık, K., Altın, M., Orak A., Neyişçi T., Sarı, M., Ergün, C. 2006. Erozyon, Doğa ve Çevre. I. Basım, Tema Vakfı Yayını, İstanbul.
- De Neve, S., Hofman, G. 2000. Influence of soil compaction on carbon and nitrogen mineralization of soil organic matter and crop residues. *Biology and Fertility of Soils*, 30: 544-549.
- Dinç, U., Kapur, S., Özbek, H., Şenol S. 1999. Toprak Genesisi ve Sınıflandırılması. 3. Baskı, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, No: C-130, Adana.
- Dinç, U., Şenol S., Kapur S., Cangir, C., Atalay, İ. 2001. Türkiye Toprakları. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 51, Adana.
- Eriksen, G.N., Coale, F.J., Bollero, G.A. 1999. Soil nitrogen and maize production in municipal solid waste amended soil, *Agronomy Journal*, 91: 1009-1016.
- Erpul, G., Çanga, M.R. 2001. Toprak erozyon çalışmaları için bir yapay yağmurlama aletinin tasarımı prensipleri ve yapay yağış

- karakteristikleri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(1): 75-83.
- Fließbach, A., Martens, R., Reber, H.H. 1994. Soil microbial biomass and microbial activity in soils treated with heavy metal contaminated sewage sludge. *Soil Biology and Biochemistry*, 26: 1201-1205.
- Giusquiani, P.L., Pagliai, M., Gigliotti, G., Businelli, D., Benetti, A. 1995. Urban waste compost: effects on physical, chemical and biochemical soil properties. *Journal of Environmental Quality*, 24 (1): 175-182.
- Haynes, R.J., Naidu, R. 1998. Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: a review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 51: 123-137.
- Kacar, B. 1972. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: II. Bitki Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 453, Uygulama Kılavuzu: 155.
- Kacar, B., 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri: III. Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No:3. Ankara.
- Kadlec, V., Holubík, O., Procházková, E., Urbanová, J., Martin Típl, M. 2012. Soil organic carbon dynamics and its influence on the soil erodibility factor. *Soil & Water Res.*, 7: (3): 97-108.
- Kadlec, V., Holubík, O., Procházková, E., Urbanová, J., Martin Típl, M., 2012. Soil Organic Carbon Dynamics and its Influence on the Soil Erodibility Factor. *Soil & Water Res.*, 7(3): 97-108.
- Karaoğlu, M., Çanga, M.R. 2002. The consecutive simulated rainfall, slope and phosphogypsum's effects on runoff and erosion, International Conference on Sustainable Land Use Management, Sharing Experiences for Sustainable Use of Natural Sources. June 10-13, Çanakkale, Turkey. Proceeding Book, p: 282-289. ISBN: 975-96629-1-4.
- Lal, R. 2003. Soil erosion and global carbon budget, *Environmental International*, 29(84): 437-450.
- Madejon, E., Lopez, R., Murillo, J.M., Cabrera, F. 2001. Agricultural use of three (sugar-beet) vinasse composts: effect on crops and chemical properties of a cambisol soil in the Guadalquivir river valley (SW Spain). *Agriculture Ecosystems and Environment*, 84(81): 55-65.
- Martinez, F., Casermeiro, M.A., Morales, D., Cuevas, G., Walter, I. 2003. Effects of run-off water quantity and quality of urban organic wastes applied in a degraded semi-arid ecosystem. *The Science of The Total Environment*, 305: 13-21.
- Mbagwu, J.S.C., Lal, R., Scott, T.W. 1984. Effects of desurfacing of Alfisols and Ultisols in Southern Nigeria: I. crop performance. *Soil Science Society of America Journal*, 48: 828-833.
- Olson, T.C. 1977. Restoring the productivity of a glacial till soil after topsoil removal. *Journal of Soil Water Conservation*, 32: 130-132.
- Özdemir, N. 1998. Toprak Fiziği. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 30, Samsun.
- Özdemir, N. 2002. Toprak ve Su Koruma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 22, Samsun.
- Özdemir, N. 2013. Toprak ve Su Koruma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 22, 3. Baskı , Samsun.
- Pimentel, D., Kounang, N. 1998. Ecology of soil erosion in ecosystems. *Ecosystems*, 1: 416-426.
- Pinamonti, F., Zorzi, G. 1996. Experiences of compost use in agriculture and in land reclamation projects, Editors: de-Bertoldi, M., Sequi, P., Lammers, B., Papi, T., The science of composting, Blackie Academic and Professional, Glasgow, 517-527.
- Richards, L.A. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. *Agriculture Handbook No: 60*, 105-106.
- Rowell, D.L. 1996. *Soil Science Methods and Applications*, Wesley Longman Limited, Harlow, U.K.
- Sağlam, M.T., 1997. Toprak ve suyun kimyasal analiz yöntemleri. Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 189, Ders Kitabı No: 5, 2. Baskı, Tekirdağ.
- Sikora, L.J., Enkiri, N.K. 1999. Growth of tall fescue in compost/fertilizer blends. *Soil Science*, 164: 62-69.
- Schawb, G., Fangmeier, D., Elliot, W., Frevert, R. 1993. Soil and water conservation engineering. John Wiley & Sons, Inc., NY. 507 p.
- Taysun, A. 1989. Toprak ve su korunumu, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Teksir No: 92-III, Bornova, İzmir.
- Tejada, M., Gonzalez, J.L. 2003a. Effects of the application of a compost originating from crushed cotton gin residues on wheat yield under dryland conditions, *European Journal of Agronomy*, 19: 357-368.
- Tejada, M., Gonzalez, J.L., 2003b. Application of a byproduct of the two-step olive oil mill process on rice yield. *Agrochimica*, 47: 94-102.
- Tejada, M., Gonzalez, J.L. 2004. Effects of application of a byproduct of the two-step olive oil mill process on maize yield. *Agronomy Journal*, 96: 692-699.
- Trinsoutrot, J., Nicolardot, B., Justes, E., Recous, S. 2000. Decomposition in the field of residues of oilseed rape grown at two levels of nitrogen fertilization. Effects on the dynamics of soil mineral nitrogen between successive crops. *Nutrient Cycling Agroecosystems*, 56: 125-137.
- Tunç, E., Schröder, D. 2010. Ankara'nın batısındaki tarım topraklarında USLE ile erozyon boyutunun tespiti. *Ekoloji*, 19(75): 58-63.
- U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils, *Agriculture Handbook No: 60*, USDA.
- Yakupoglu, T. 2010. Samsun ili Minoz ve Gölet Havzalarında yaygınlık gösteren toprakların su erozyonuna duyarlılıklarının laboratuvar koşullarında belirlenmesi, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 27668