

KONTUR KARIK DERİNLİĞİNİN YÜZEY AKIŞ VE TOPRAK KAYBINA ETKİSİ

Vahit Faik ERDEM¹, Zeynal TÜMSAVAŞ^{2*}

¹Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, Türkiye

^{2*}Adıyaman Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Adıyaman, Türkiye

*Sorumlu yazar: ztumsavas@adiyaman.edu.tr

Geliş (Received): 28.11.2021

Kabul (Accepted): 24.12.2021

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, tarım topraklarında eğime dik yönde oluşturulan farklı derinliklerdeki kontur karıklarının yüzey akış (YA) ve toprak kaybına (TK) olan etkisini belirlemektir. Laboratuvar koşullarında yürütülen bu çalışmada Bursa ili ve civarındaki eğimli tarım topraklarından 3 farklı yerden 0-20 cm derinlikten alınan toprak örnekleri kullanılmıştır. 50x100x15 cm boyutlarındaki deneme parsellerine konulan toprak örnekleri daha sonra yağış simülatörü altındaki % 9 eğim verilen sehpa üzerine yerleştirilmiştir. Deneme parselleri içerisindeki toprak örneklerinde 0, 3, 6 ve 9 cm derinlikte olmak üzere 4 farklı kontur karığı oluşturulmuş ve topraklar üzerine yağış simülatörü yardımıyla ortalama 60-65 mm.h⁻¹ şiddetinde bir saat süre ile yağış yağdırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre farklı derinliklerdeki kontur karıklarının YA'ı ve TK üzerinde etkili olduğu, karık derinliğinin artışıyla orantılı olarak meydana gelen YA'nın ve TK'nın azaldığı belirlenmiştir. 9 cm kontur karık derinliğinin YA'ı ve TK'nı azaltmada en etkili uygulama olduğu ve bu uygulamanın YA'mı % 98.8, TK'nı ise % 95.6 oranında azalttığı bulunmuştur. Ayrıca, toprak özellikleri ile YA ve TK arasındaki ilişkilerde en etkili toprak özelliklerinin agregat stabilitesi (AS) ve organik madde (OM) olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Kontur karık derinliği; toprak kaybı; yağış simülatörü; yüzey akış

EFFECTS OF THE COUNTER FURROW DEEPNESS ON RUNOFF AND SOIL LOSS

ABSTRACT

The aim of this research is to determine the effect of counter furrows with different depth to the field slope on runoff and soil loss in agriculture lands. This research was conducted under laboratory condition. The soil samples were taken from 0-20 cm soil depth of agricultural lands with various slope at 3 different location in Bursa province and vicinity. Then the soils were placed in 50x100x15 cm experimental trays with 9 % slope under rainfall simulator. Four different counter furrow with depth of 0, 3, 6 and 9 cm were established. Simulated rainfall with about 60-65 mm.h⁻¹ intensity using a rainfall simulator applied for one hour to the experimental trays. According to our results, increasing depth of counter furrows decreased runoff and soil loss. In general, most effective counter furrow depth was found to be 9 cm that this application reduced runoff by 98.8 % and soil loss by 95.6 %. The most important soil properties affecting runoff and soil loss were determined to be aggregate stability and organic matter content of soils.

Keywords: Counter furrow deepness; soil loss; rainfall simulator; runoff

1. GİRİŞ

Suyun neden olduğu toprak erozyonu evrensel bir çevresel sorun olarak tanımlanmaktadır (Pimentel ve Kounang, 1998; Zuazo ve Pleguezuelo, 2008). Sürdürülebilir tarımsal üretim ve çevre koruma için toprak ve suyun korunması gerekli bir zorunluluktur (Graber ark., 2006). Tarımsal araziler, arazi kullanım yetenek sınıflarına göre kullanılmalı ve sürdürülebilir bir tarımsal üretim için uygun şekilde yönetilmelidir. Çağımızda çeşitli nedenlerle tarımsal alanların sınırları giderek daralmaktadır. Bu nedenlerin başında erozyon gelmektedir. Suyun neden olduğu toprak erozyonu, Dünya’da genel olarak arazi bozulmasının ana nedenlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Green ve Stott, 2001; Ananda ve Herath, 2003; Ben-Hur, 2006; Valentin ve ark., 2005; Beskow ve ark., 2009). Dünya’nın tarımsal alanlarının %80’den fazlasının orta şiddetten, şiddetli düzeye kadar toprak erozyonuna maruz kaldığı bildirilmektedir. Pimentel ve Kounang (1998). Erozyon olayı, nemli iklimden kurak iklimine kadar değişen farklı iklim rejimine sahip birçok bölgede görülen, sürdürülebilir arazi yönetimini tehdit eden ve toprakların bozulmasına neden olan çevresel bir sorundur. Bu olay Türkiye’de de toprakların bozulmasına ve verimliliklerinin düşmesine, tarım yapılabilecek alanlarının azalmasına, su kaynaklarının kirlenmesine ve çevresel bozulmalara etki eden en önemli sorunlardan birisidir. Türkiye’nin genel alanının % 89.7’inde su erozyonu problemi vardır (Yılmaz ve Uysal, 2010). Türkiye’de erozyon nedeniyle meydana gelen toprak kayıpları büyük miktarda olması, birçok sorunu da beraberinde getirmektedir (Uysal ve ark., 1995). Erozyonu önlemek amacıyla çeşitli önlemler uygulanabilmektedir. Toprak erozyonunu kontrol etmek ve aynı zamanda suyun korunmasını sağlamak için, YA’nın hızını en aza indiren (Saka ark., 1995) ve fazla YA’nı toprağa infiltre ederek depolayan kontur karık sistemi bu amaca önemli katkılar sunmaktadır. Bir kontur karık sistemi etkili bir toprak ve su koruma uygulamasıdır (Aina ve ark. 1991). Yağış şiddetinin fazla ve dolayısıyla su erozyonunun sıkça meydana geldiği eğimli tarım alanlarında YA’ı ve TK’nı kontrol altında tutmanın ucuz, kolay ve en etkili teknik önlemlerinden birisi kontur tarımın uygulanmasıdır. Kontur tarımın ilk önemli aşamasını ise kontur toprak işleme uygulaması oluşturmaktadır. Toprak işleme sonucunda sırtlarından oluşan kontur karık sistemi toprak ve suyun korunmasında önemli görevler yapmaktadırlar. Ancak, su erozyonunun azaltılmasında veya kontrollünde toprak işlemenin etkinliğini artırabilmek için toprak işleme sonucunda oluşturulan kontur karık derinliği önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın amacı tarım yapılan topraklarda eğime dik yönde oluşturulan farklı derinliklerdeki kontur karıklarının yüzey akışı ve toprak kaybı üzerine etkisini saptamaktır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Toprak örneklerinin alınması, yapılan analizler ve toprak örneklerinin yağış uygulanmasına hazırlanması

Laboratuvar koşullarında yürütülen bu araştırmada kullanılan toprak örnekleri Bursa ili ve çevresindeki yer alan Kahverengi Orman, Kireçsiz Kahverengi ve Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprağı olmak üzere 3 farklı tarım arazisinin 0-20 cm toprak işleme derinliğinden alınmıştır. Söz konusu alınan bu üç tarım arazisindeki toprakların alınma nedeni toprakların özellikle organik madde, agregat stabilitesi ve kireç içerikleri bakımından önemli farklılıklara sahip olmasındandır. Araziden alınan ve laboratuvara getirilen toprak örnekleri gölgede atmosfer koşullarında hava kurusu hale gelinceye kadar kurutulduktan sonra yavaşça parçalanmıştır.

Toprak örneklerinin küçük bir bölümü toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla 2 mm'lik elekten (Richard, 1954; Jackson, 1958), geriye kalan diğer bölümü ise kontur karıklarının oluşturulması ve yağış uygulaması için 8 mm'lik elekten elenmiştir (Moldenhauer ve Long 1964; Akalan, 1967; Bryan, 1969).

Toprak örneklerinde iskelet yüzdesi, 2 mm'den büyük çaptaki fraksiyonun toprak örneğinin ağırlık olarak yüzdesinden hesaplanmıştır (Soil Survey Staff, 1951). Parçaçık büyüklük dağılımı (kum, silt, kil), hidrometre yöntemiyle (Gee ve Bauder, 1986), tarla kapasitesi (FC) ve solma noktasındaki (SN) toprak nem içeriği basınçlı plaka aletiyle belirlenmiştir (Klute, 1990). Süspansiyon yüzdesi (süspansiyonda ölçülen silt+kil miktarı, SY), dispersiyon oranı (DO) (Lal, 1988) ve agregasyon yüzdesi (AY), sırasıyla, 1., 2. ve 3. eşitlikler yardımıyla (U.S. Salinity Lab. Staff 1954, Taysun 1989), erozyon oranı (EO) Akalan'ın modifiye ettiği 4. eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır (Akalın, 1967). AS, modifiye edilmiş Yoder tipi eleme cihazı kullanılarak ıslak eleme yöntemiyle (Yoder, 1936), pH, cam elektrotlu Orion 720 A model pH/iyonometre kullanılarak doygunluk çamurunda (Grewelling ve Peech, 1960), CaCO₃, Scheibler kalsimetresiyle (McLean, 1982), OM Walkley-Black yöntemiyle (Nelson ve Sommers, 1982) belirlenmiştir.

$$SY = (A/B) \times 100 \quad (1. Eş.)$$

Burada;

SY: Süspansiyonda ölçülen silt+kil miktarı (Süspansiyon yüzdesi) (%)

A: Süspansiyonda dispers edilmeyen örneğin 40. sn düzeltilmiş hidrometre değeri

B: Etüv kurusu toprak örneği ağırlığı (g)

$$DO = (SY/C) \times 100 \quad (2. Eş.)$$

Burada;

DO: Dispersiyon oranı (%)

SY: Süspansiyonda ölçülen silt+kil miktarı (%)

C: Mekanik analizde ölçülen silt+kil miktarı (%)

$$AY = [(C - SY)/C] \times 100 \quad (3. Eş.)$$

AY: Agregasyon yüzdesi (%)

SY: Süspansiyonda ölçülen silt+kil miktarı (%)

C: Mekanik analizde ölçülen silt+kil miktarı (%)

$$EO = [DO \times (D/E)] \times 100 \quad (4. Eş.)$$

Burada;

DO: Dispersiyon oranı (%)

D: Toprağın tarla kapasitesindeki (0.33 atm.) nem kapsamı (%)

E: Mekanik analizde ölçülen kil (%)

Araştırmada, alt tabanında drenaj delikleri bulunan 50x100x15 cm boyutlarındaki deneme parselleri kullanılmıştır (Ben-Hur ve Keren, 1997). Çalışmada, kontur karıklarının oluşturulması ve yağışa tabi tutulması için 8 mm'lik elekten geçirilmiş olan toprak örnekleri, tabanına tül bent bezi serilmiş deneme parsellerinin içerisine konularak YA çıkış ağzına kadar doldurulmuş ve toprak yüzeyi dikkatli bir şekilde düzeltilmiştir. Deneme parselleri, yağış simülatörünün altında bulunan % 9 eğim verilmiş sehpa üzerine yerleştirildikten sonra bir çapa yardımıyla deneme parsellerindeki topraklarda 4 farklı derinlikte (0, 3, 6 ve 9 cm) kontur karıkları oluşturulmuştur. Hazırlanan deneme parselleri yağış uygulamasına tabi tutmadan önce yağış uygulaması sürecinde taşınacak olan toprak parçacıklarının ve oluşacak YA suyunun biriktirilmesi için deneme parsellerinin çıkış ağzının alt kısmına bir toplama kabı yerleştirilmiştir. Yağışın uygulanması esnasında deneme parselinin dışına düşen yağış suyunun toplama kabına girişine önlemek için yağış uygulanma süresi boyunca toplama kabının üzeri bir naylon örtü ile korunmuştur.

2.2. Yağış Simülatörünün Yapısı, Yağmurlamanın Uygulanması

Bu araştırmada laboratuvar koşullarında çalışan bir yağış simülatörü kullanılmıştır (Tümsavaş ve Kara, 2011). Yağış simülatörü Bubenzer ve Meyer (1965), tarafından geliştirilen, yüksek kinetik enerjili Veejet 80100 tipi bir püskürtücü ile çalışan modelin modifiye edilmiş bir benzeridir. Yağış simülatöründe bulunan püskürtücü, deneme parsellerinin yüzeyinden yaklaşık 2 m yükseklikte salınım yaparak yağış yağdırmaktadır. Kontur karığı oluşturulmuş deneme parselleri üzerine yağış simülatörü yardımıyla ortalama 60-65 mm.h⁻¹ yağış yoğunluğunda bir saat süre ile yağış yağdırılmıştır.

2.3. Yüzey Akış ve Toprak Kayıplarının Saptanmasında Uygulanan Yöntemler

Bir saat yağış uygulaması sonunda deneme parsellerden aşınarak taşınan toprak parçacıklarının ve meydana gelen YA suyunun birikmiş olduğu toplama kabı, deneme parselinin çıkış ağzının altından alınmış ve toprak parçacıklarının çökmesi için 24 saat süre boyunca dinlendirmeye bırakılmıştır. Dinlendirme süresi sonunda toplama kabı tabanına çökmüş olan toprak parçacıkları üzerindeki YA suyu bir hortum yardımıyla yavaşça vakumlanarak alınmış ve bir ölçü silindiri yardımıyla hacmi ölçülerek YA değerleri elde edilmiştir. Toplama kabı içerisindeki toprak parçacıkları ise bir cam behere aktarıldıktan sonra 105 °C'ye ayarlanmış etüve konulmuş ve sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulduktan sonra tartılarak TK değerleri elde edilmiştir.

2.4. İstatistik Analizde Kullanılan Yöntemler

Deneme, tesadüf parsellerinde iki faktörlü deneme desenine göre 2 tekerrürlü olarak yürütülmüş olup istatistiksel analizler için JMP 7.0 paket programı kullanılmıştır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

3.1. Toprakların Bazı Özellikleri

Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri çizelge 1’de verilmiş olup, 0 cm (kontrol) kontur karık derinliğindeki deneme toprağına yağış uygulaması sonucunda elde edilen YA ve TK ile bazı toprak özellikleri arasındaki korelasyon ilişkileri de belirlenmiştir.

Çalışmada kullanılan her 3 toprak örneği kil tekstür sınıfında yer almakla birlikte bazı özellikleri bakımından önemli farklılıklar göstermektedirler. Çizelge 1’de görüldüğü üzere 2 nolu toprak örneği diğer toprak örneklerine kıyasla organik madde, toprak kaybı, agregat stabilitesi ve agregasyon yüzdesi bakımından daha yüksek değerlere sahip olduğu, buna karşın süspansiyon yüzdesi, dispersiyon oranı ve erozyon oranı değerlerinin daha düşük olduğu anlaşılmaktadır. Bu özellikler, 2 nolu toprak örneğinin erozyona karşı daha dirençli olabileceğinin, aynı özellikler bakımından tam tersi özelliklere taşıyan 3 nolu toprak örneğinin ise fazlaca erozyona uğrayabileceğinin bir göstergesi olabilir. 1 nolu toprak örneği ise belirtilen özellikler bakımından bu iki örnek arasında yer almaktadır. Kontur karık derinliği uygulamalarından 0 cm (kontrol) deneme parsellerine yağış uygulanması sonucunda elde edilen YA, TK ve toprak özellikleri arasında belirlenmiş olan korelasyon ilişkilerinde YA ile OM ve YA ile AS arasında % 5 olasılık düzeyinde negatif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 1. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak özellikleri	Toprak örnek no		
	1	2	3
İskelet, %	4.44	2.56	9.60
Kum, %	37.28	29.28	43.28
Silt, %	18.00	12.00	14.00
Kil, %	44.72	58.72	44.72
Tekstür sınıfı	Kil	Kil	Kil
FC, %	28.53	44.22	29.84
SN, %	17.18	30.15	18.77
SY, %	11.99	8.18	12.19
DO, %	16.00	9.40	18.67
AY, %	84.00	90.60	81.30
EO, %	10.20	7.08	12.46
AS, %	63.01	70.13	55.48
pH, (doygunluk çamuru)	7.61	7.41	7.57
CaCO ₃ , %	28.17	2.40	13.15
OM, %	2.17	3.58	0.88

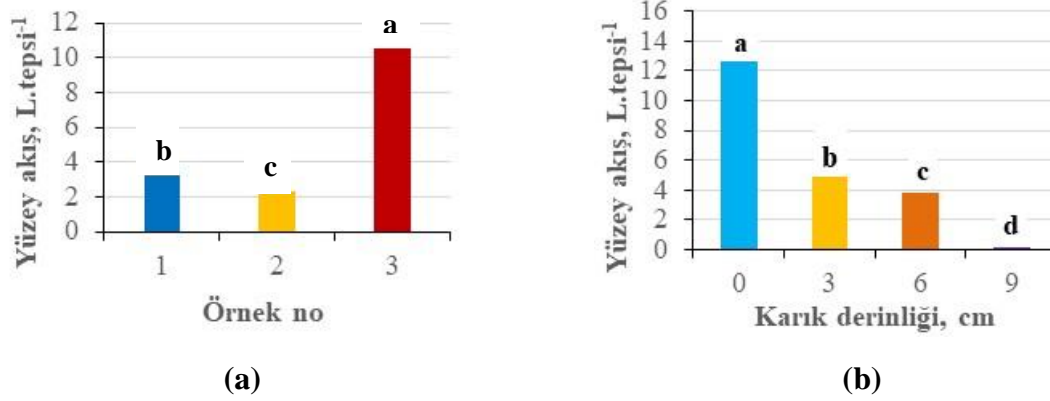
FC: Tarla kapasitesi, SN: Solma noktası SY:Süspansiyon yüzdesi; DO:Dispersiyon oranı; AY: Agregasyon yüzdesi; EO: Erozyon oranı. AS: Agregat stabilitesi, OM: organik madde

3.2. Farklı Derinliklerdeki Kontur Karıklarının Toprak Kaybı ve Yüzey Akış Miktarı Üzerine Etkisi

Farklı derinliklerde kontur karıklarının oluşturulduğu topraklara yağış uygulaması sonucunda meydana gelen YA ve TK miktarları bakımından farklı toprak örnekleri, uygulanan kontur karık derinliği ve bunlar arasındaki interaksiyon ilişkileri % 1 olasılık düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yağış uygulanması sonucunda meydana gelen YA miktarları bakımından farklı toprak örnekleri arasında önemli farklılıkların olduğu saptanmıştır (Şekil

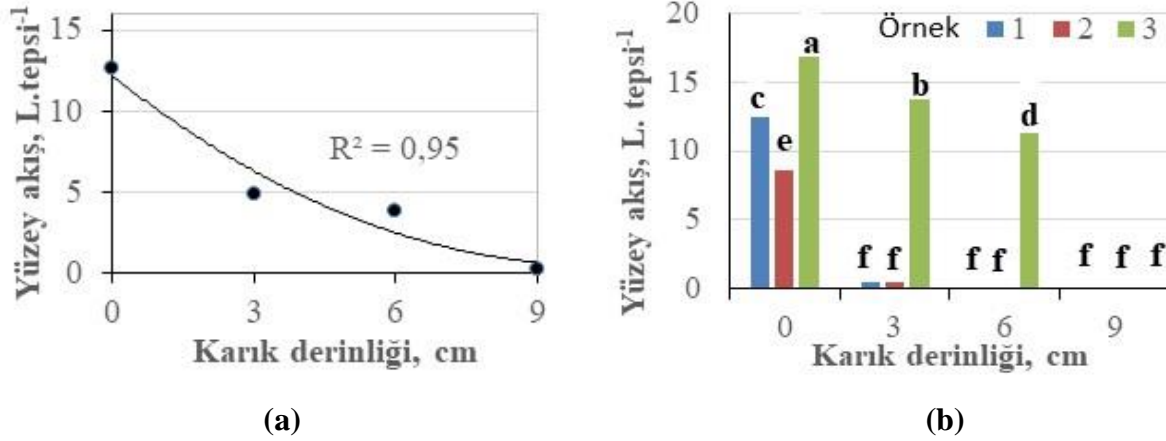
1a). Buna göre en yüksek YA'nın 10.50 L.parsel⁻¹ ile 3 nolu toprak örneğinde meydana geldiği, en düşük YA'nın ise 2 nolu toprak örneğinden elde edildiği belirlenmiştir.

Çalışmada ele alınan 4 farklı karık derinliğinin de YA'ı üzerine önemli etkide bulunduğu görülmektedir (Şekil 1b). Genel olarak karık derinliği artışıyla orantılı olarak meydana gelen YA'ı miktarı ve taşıma kapasitesi azalmıştır. Karık derinliği ile YA arasında çok yüksek bir regresyon ($R^2:0.95$) ilişkisi bulunmuştur (Şekil 2a). Karık derinliğine ait ortalama değerler incelendiğinde (Şekil 1b) 9 cm karık derinliği uygulamasının diğer karık derinliği uygulamalarına oranla YA'ını azaltmada daha etkili olduğu ve bu uygulamada çok düşük düzeyde (0.15 L.parsel⁻¹) YA'ı meydana geldiği belirlenmiştir. 9 cm karık derinliği uygulaması, kontrol'e (0 cm karık derinliği) kıyasla YA miktarını % 98.8 oranında azaltmıştır. Mohamoud (2012), kontur sırtlarının YA ve TK üzerine etkisi belirlemek amacıyla iki farklı bölgede yapmış olduğu araştırmada kontur sırtlarının YA'ını kontrol etmede etkili olduğunu ve YA'ını % 80 ile % 92 azalttığını saptamıştır. Traore ve ark. (2004), geleneksel toprak işlemeye kıyasla, yağmur suyunun derin toprak katmanlarının içerisine devamlılığının sağlamada kontur hatlardaki karık sırtlarıyla daha yüksek olduğunu bildirmiştir.



Şekil 1. Yağış uygulanması sonucunda farklı toprak örneklerinde (a) ve uygulanan karık derinliklerinde (b) meydana gelen YA'ı ortalamaları (Toprak örnekleri için LSD (0.05) : 0.35; Karık derinliği için LSD (0.05) : 0.41).

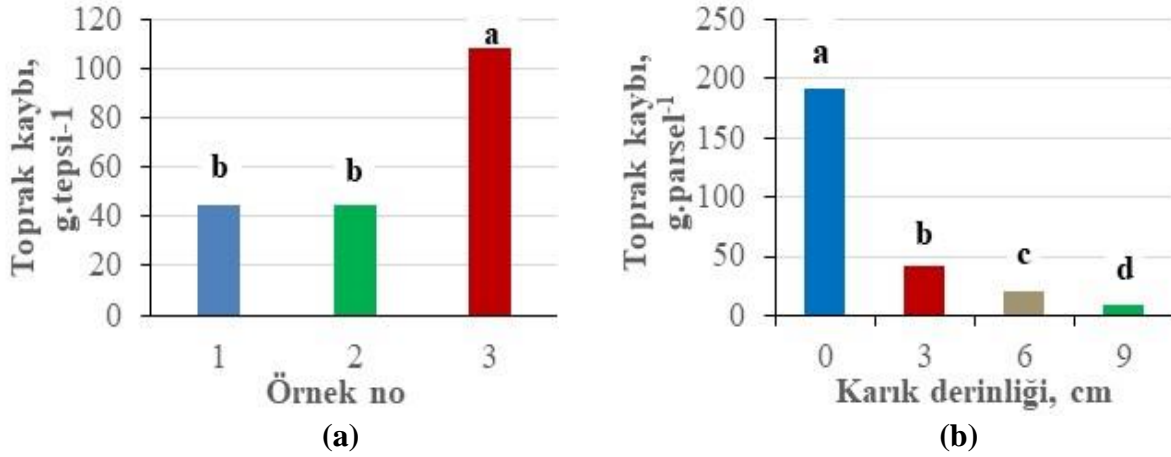
Farklı toprak örneklerixkarık derinliği interaksiyonu araştırmada istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Şekil 2b). Söz konusu interaksiyon, farklı toprak örneklerinin değişen karık derinliklerine göre YA'ı bakımından farklılıklar göstermesinden kaynaklanmıştır. Buna göre 3 nolu toprak örneğinde 0 cm (kontrol) karık derinliği uygulamasında en yüksek YA'ı meydana gelirken, 2 nolu toprak örneğinde yine aynı karık derinliğindeki uygulamasından çok düşük YA değerleri elde edilmiştir. Buna ilave olarak 1 nolu toprak örneğinde 6 ve 9 cm karık derinliği uygulamalarının diğer toprak örneklerine göre daha düşük TK'na neden olduğu belirlenmiştir. Aynı karık derinliği uygulamalarında değişik toprak örneklerinde meydana gelen YA'ı miktarlarındaki farklılığın nedeni toprakların sahip olduğu özelliklerle ilişkilidir. Yağış uygulanması sonucunda elde edilen YA, TK ve toprak özellikleri arasında yapılan korelasyon ilişkilerinde YA ile OM ($r^2:-0.997$) ve YA ile AS ($r^2:-1.000$) arasında % 5 olasılık düzeyinde önemli negatif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan toprak örnekleri arasında 2 nolu örnekte daha düşük miktarda YA'nın meydana gelmesinin nedeni söz konusu toprağın AS'nin ve OM kapsamının en yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. 3 nolu toprakta ise bunun tam tersi durum söz konusudur.



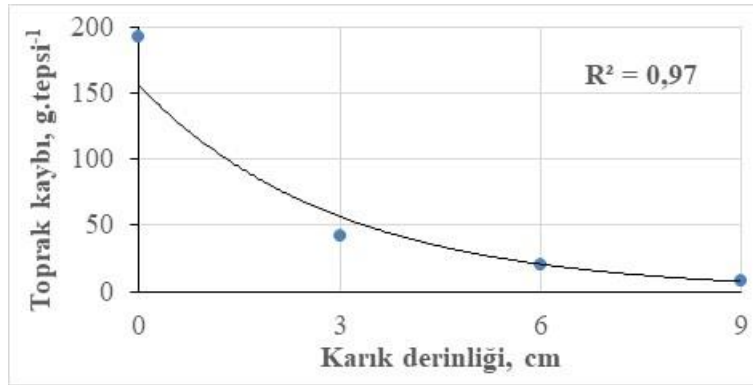
Şekil 2. Uygulanan karık derinlikleri ile YA arasındaki regresyon ilişkisi (a), YA bakımından farklı toprak örneklerixuygulanan karık derinliği interaksiyonu (b), (İteraksiyonu için LSD (0.05) : 0.71).

Yağış uygulanması sonucunda meydana gelen TK miktarları bakımından farklı toprak örnekleri arasında önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır (Şekil 3a). Buna göre 3 nolu toprak örneğinde meydana gelen TK miktarının (108.1 g.parsel⁻¹) diğer 1 ve 2 nolu toprak örneklerine (sırasıyla 44.4 ve 44.7 g.parsel⁻¹) göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. 3 nolu toprak örneğinde diğer topraklara oranla daha fazla miktarda TK elde edilmesinin nedeni bu toprakların OM kapsamının, AY ile AS değerlerinin daha düşük, buna karşın SY, DO ve EO'nun daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır (Çizelge 1).

Araştırmada, karık derinliğinin TK üzerine önemli etkide bulunduğu görülmektedir (Şekil 3b). Karık derinliği artışıyla orantılı olarak meydana gelen TK miktarı azalmıştır. 9 cm karık derinliği, diğer karık derinliği uygulamalarına oranla TK'nı en fazla azaltan (8.4 g.parsel⁻¹) uygulama olmuştur. Şekil 3b'deki karık derinliğine ait ortalama değerlerin incelenmesinde görülebileceği gibi 0 cm (kontrol) karık derinliği en fazla düzeyde (192.5 g.parsel⁻¹) TK miktarına neden olduğu, karık derinliğinin artışıyla orantılı olarak toprak kayıp miktarının giderek azaldığı belirlenmiştir. 9 cm karık derinliği uygulaması, kontrol'e kıyasla TK'nı % 95.6 oranında azaltmıştır. Karık derinliği ile TK arasında çok yüksek bir regresyon ($R^2:0.97$) ilişkisi bulunmuştur (Şekil 4). Kontur sırtlarının TK üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla Malawi'de doğal koşullarda iki farklı havzada yürütülen bir çalışmada kontur sırtlarının TK'nı kontrol etmede etkili olduğu ve TK'nı % 93 ile % 96 düzeylerinde azalttığı bulunmuştur (Mohamoud, 2012). Bazı araştırmacılar, toprak erozyonunu kontrol etmek ve YA'nı hızını azaltarak toprağa infiltrasyonu sağlamak için kontur karık sırtlarının etkili bir toprak ve su koruma pratiği olduğunu bildirmişlerdir (Aina ve ark., 1991; Saka ve ark., 1995; Liu ve ark., 2014).

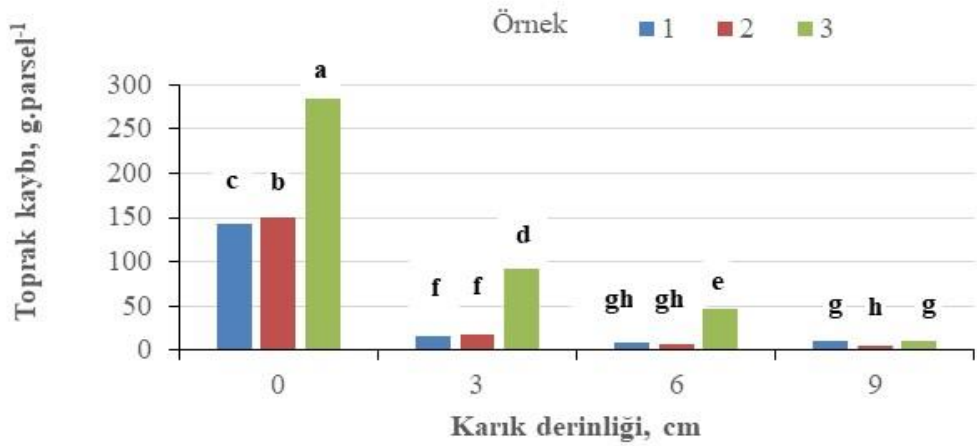


Şekil 3. Yağış uygulanması sonucunda farklı toprak örneklerinde (a) ve uygulanan karık derinliklerinde (b) meydana gelen TK ortalamaları (Toprak örnekleri için LSD (0.05) : 2.24; Karık derinliği için LSD (0.05) : 2.59).



Şekil 4. Uygulanan karık derinlikleri ile TK arasındaki regresyon ilişkisi.

Araştırmada farklı toprak örneklerixkarık derinliği interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Şekil 5). Söz konusu interaksyon, farklı toprak örneklerinin değişen karık derinliklerine göre TK bakımından farklılıklar göstermesinden kaynaklanmıştır. Buna göre 3 nolu toprak örneğinde 0 cm (kontrol) karık derinliği uygulamasında en yüksek TK (283.8 g.parsel⁻¹) meydana gelirken, 2 ve 1 nolu toprak örneklerinde yine aynı karık derinliğindeki uygulamasından (sırasıyla, 150.0 ve 143.6 g.parsel⁻¹) çok daha düşük TK değerleri elde edilmiştir. Ayrıca, 2 nolu toprak örneğinin 6 cm ve 9 cm karık derinliği uygulamaları diğer toprak örneklerinin aynı karık derinliği uygulamalarına göre daha düşük TK'nın (sırasıyla, 6.5 ve 4.5 g. parsel⁻¹) meydana geldiği belirlenmiştir. Bunun temel nedeni 2 nolu toprak örneğinin erozyona karşı dirençli olmasını sağlayan üstün özelliklerinden kaynaklanmaktadır. Çizelge 1'de görüldüğü üzere 2 nolu toprak örneğinin daha yüksek kil içeriğine, FC'ne, OM içeriğine, AY ve AS sahip olduğu, buna karşın söz konusu toprağın daha düşük SY, DO ve EO değerlerine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Toprakların erozyona karşı duyarlılıklarını ortaya koymada bir gösterge olarak kullanılan DO ve EO için sınır değer sırasıyla %15 ve % 10 olarak kabul edilmiştir. Bu sınır değerinden küçük DO ve EO değerlerine sahip olan topraklar erozyona karşı dayanıklı olarak belirtilmektedir (Bryan, 1968; Lal, 1988; Ngatunga ve ark., 1984). Bu sınır değerler esas alındığında 2 nolu toprak örneğinin DO ve EO değerlerinin her ikisi de % 10'un altında olduğu ve dolayısıyla diğer topraklara kıyasla erozyona karşı dayanıklı olduğu, 1 ve 3 nolu toprakların ise DO %15'den, EO değeri % 10'dan yüksek olduğundan erozyona dayanıklılığı daha düşük olduğu söylenebilir (Çizelge 1).



Şekil 5. TK bakımından farklı toprak örneklerixuygulanan karık derinliği interaksiyonu (İnteraksiyonu için LSD (0.05) : 4.48).

4. SONUÇ

Bu araştırmada 3 farklı toprakta oluşturulan farklı derinliklerdeki kontur karıklarının üzerine şiddetli yağış uygulanması sonucunda meydana gelen YA ve TK miktarlarının karık derinliğinin artışıyla orantılı olarak önemli düzeylerde azaldığı belirlenmiştir. Yapılan karık derinliği uygulamaları arasında 9 cm karık derinliğinin daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Bu karık derinliği uygulamasının kontrol uygulamasına göre YA'ını % 98.8, TK'nı ise % 95.6 düzeylerinde azalttığı belirlenmiştir. Laboratuvar koşullarında yürütülen bu çalışma her ne kadar doğal koşullarda yürütülen çalışmaları tam olarak yansıtmasa da uygulanan kontur karık derinliğinin YA'ı ve TK'nın azaltılmasında veya kontrol edilmesinde çok önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bakımdan doğal koşullarda yeterli toprak derinliğine sahip işlemeli tarım yapılan eğimli arazilerde kontur doğrultuda derin toprak işlemenin yapılması su erozyonunun neden olduğu YA'ı ve TK'nın kontrol altında tutulmasına önemli katkılar sağlayacaktır.

Not: Bu çalışma, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsünde Yüksek Lisansını tamamlayan Vahit Faik Erdem'in "Tarım topraklarında farklı derinliklerde eğim yönüne dik sürüm karıklarının laboratuvar koşullarında yüzey akış ve toprak kayıplarına etkisi" isimli yüksek lisans tezinin bir bölümüdür.

KAYNAKLAR

- Aina, P.O., Lal, R. and Roose, E.J. 1991. Tillage methods and soil and water conservation in West Africa. *Soil and Tillage Research*, 20(2-4):165-186.
- Akalan, İ. 1967. Toprak fiziksel özellikleri ve erozyon. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yıllığı, (3-4): 490-503.
- Ananda, J. and Herath, G. 2003. Soil erosion in developing countries: a socio-economic appraisal. *Journal of Environmental Management*, 68(4): 343-353.

- Ben Hur, M. and Keren, R. 1997. Polymer effects on water infiltration and soil aggregation. *Soil Science Society of America Journal*, 61(2): 565-570.
- Ben-Hur, M. 2006. Using synthetic polymers as soil conditioners to control runoff and soil loss in arid and semi-arid regions-a review. *Australian Journal of Soil Research*, 44(3):191-204.
- Beskow, S., Mello, C.R., Norton, L.D., Curi, N., Viola, M.R. and Avanzi, J.C. 2009. Soil erosion prediction in the Grande River Basin, Brazil using distributed modeling. *Catena*, 79: 49–59.
- Bryan, R.B. 1969. The Relative Erodibility of Soils Developed in The Peak District of Derbyshire. *Geografiska Annaler: Series A Physical Geography*, 51(3) : 145-159.
- Bryan, R.B., 1968. The development, use and efficiency of indices of soil erodibility. *Geoderma*, 2: 2-25.
- Bubbenzer, G.D. and Meyer, L.D. 1965. Simulation of rainfall and soils for laboratory research. *Transaction of American Society of Agricultural Engineers*, 8: 73-75.
- Gee, G.W. and Bauder, J.W. 1986. Particle size analysis. *Methods of Soil Analysis*. A. Klute, (Eds.). Part 1. 2nd edn. Argon. Monogr. 9. ASA, Madison, WI, pp. 383-411.
- Graber, E.R., Fine, P. and Levy, G.J. 2006. Soil stabilization in semiarid and arid land agriculture. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 18(2): 190-205.
- Green, V.S. and Stott, D.E. 2001. Polyacrylamide: A review of the use, effectiveness, and cost of a soil erosion control amendment. *Sustaining The Global Farm*. D.E. Stott, R.H. Mohtar, and G.C. Steinhardt (Eds.), Selected papers from the 10th International Soil Conservation Organization Meeting held May 24-29, 1999, pp. 387-392.
- Grewelling, T. and Peech, M. 1960. Chemical soil test. Cornell University, Agriculture Experiment Station Bulletin p. 960.
- Jackson, M.L. 1958. *Soil chemical analysis*. Prentice Hall Inc., Englewood Wood Cliffs, New Jersey. p. 498.
- Klute, A. 1990. Water retention: Laboratory methods. *Methods of Soil Analysis*. A Klute, (Eds.), Part 1. 2nd edn. Argon. Monogr. 9. ASA, Madison, WI, pp. 635-660.
- Lal, R. 1988. *Soil erosion research methods*. Soil and Water Conservation Society, 141-148.
- Liu, Q.J., Zhang, H.Y., An, J. and Wu, Y.Z. 2014. Soil erosion processes on row sideslopes within contour ridging systems. *Catena*, 115: 11-18.
- McLean, E.O. 1982. Soil pH and lime requirement. *Methods of Soil Analysis*. A. L. Page, (Eds.). Part 2. 2nd edn. Argon. Monogr. 9. ASA, Madison, WI, pp. 199-224.
- Mohamoud, Y.M. 2012. Effect of contour ridging on runoff and soil loss. *African Journal of Agricultural Research*, 7(46):6115-6124.
- Moldenhauer, W.C. and Long, D.C. 1964. Influence of Rainfall Energy on Soils Loss and Infiltration Rates. *Soil Science Society of America Journal*, 28 (6): 813-817.
- Nelson, D.W. and Sommers, L.E. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. *Methods of Soil Analysis*. A.L. Page, (Eds.). Part 2. 2nd edn. Argon. Monogr. 9. ASA. Madison, WI, pp. 539-579.
- Ngatunga, E.N., Lal, R. and Singer, M.J., 1984. Effect of surface management on runoff and soil erosion from some plot Milangano, Tanzania *Geoderma*, 33(1):1-12.

- Pimentel, D. and Kounang, N. 1998. Ecology of soil erosion in ecosystems. *Ecosystems*, 1(5): 416-426.
- Richard, L.A. 1954. *Diagnosis and Improvement of saline and alkali soils*. Government Print. Office, Washington.
- Saka, A.R., Green, R.I. and Ng'ong'ola, D.H. 1995. *Soil management in Subsaharan Africa. Proposed soil management action plan in Malawi. Report to the World Bank*. Lilongwe, Malawi, pp. 111.
- Soil Survey Staff, 1951. *Soil Survey Manual*. U.S. Department Agriculture Handbook., No: 18. U.S. Government Print. Office, Washington.
- Taysun, A. 1989. *Toprak ve su korunumu*. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Teksir No: 92-III. s.188.
- Traore, K.B., Gigou,S., Coulibaly, H. and Doumbia, M.D. 2004. Contoured ridge-tillage increases cereal yields and carbon sequestration. "In 13 th International Soil Conservation Organisation Conference:"Conserving Soil and Water for Society: Sharing Solutions, July 2004, paper no. 126, p.1-6
- Tümsavaş, Z. ve Kara, A. 2011. The effect of polyacrylamide (PAM) applications on infiltration, runoff and soil losses under simulated rainfall conditions. *African Journal of Biotechnology*, 10(15):2894-2903.
- U.S. Salinity Lab.Staff, 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Government Print. Office, Washington.
- Uysal, H., Taysun, A. ve Köse, C. 1995. Kümeleşmeyi sağlayan bazı polimerlerin toprak özellikleri ile birlikte laboratuvar şartlarında erozyona etkileri, İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu, 7 (II):101-111, Ankara.
- Valentin, C., Poesenm J. and Li, Y. 2005. Gully erosion: Impacts, factors and control. *Catena*, 63: 132–153.
- Yılmaz, G. ve Uysal, H. 2010. Pva ve Pam uygulamalarının yüzey akış ve toprak kaybı üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47 (2): 191-199.
- Yoder, R.E. 1936. A direct method of aggregate analysis of soils and study of the physical nature of erosion losses. *Journal of the American Society of Agronomy*, 28(5): 337-351.
- Zuazo, V.H.D. and Pleguezuelo, C.R.R. 2008. Soil-erosion and runoff prevention by plant covers, a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 28(1): 65–86.