

Farklı Uzunluktaki İki Yamaçtan Oluşan Yüzeysel Akış ve Askıda Sedimentin Parsel Yöntemi Kullanılarak Belirlenmesi

Hüseyin ŞENSOY¹, Ömer KARA²

¹ Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü

² Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü

Eser Bilgisi:

Araştırma makalesi

Sorumlu yazar: Hüseyin ŞENSOY, e-mail: hsensoy@bartin.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada doğal yağış koşulları altında düz eğim şekline sahip yamaçlarda, yamaç uzunluğunun yüzeysel akış ve askıda sediment üretimine etkisi araştırılmıştır. Bartın ili Dalıca köyü içinde yer alan deneme alanında, Eylül 2007 ile Eylül 2009 tarihleri arasında iki yıl süreyle ölçümler yapılmıştır. Çalışmada genişlikleri 1.87 m olan üç tanesi 5.5 m uzunluğunda (kısa parsel), üç tanesi 11.05 m uzunluğunda (uzun parsel), toplam altı adet arazi parseli kullanılmıştır. Parseller, koruyucu bitki örtüsünün olmadığı çıplak arazi yüzeyine tesis edilmiştir. Çalışma süresi boyunca 158 gün yağmurlu olup, düşen yıllık ortalama yağmur miktarı 1194.8 mm olmuştur. Uzun parsellerde metrekareden yıllık ortalama 270.81 mm, kısa parsellerde ise 311.27 mm yüzeysel akış gerçekleşmiştir. Parsellerden taşınan yıllık ortalama askıda sediment miktarı uzun parsellerde 809.68 g m⁻², kısa parsellerde ise 766.53 g m⁻² olmuştur. Farklı uzunluktaki parsellerden oluşan yüzeysel akış miktarında istatistiksel olarak farklılık bulunurken, taşınan askıda sediment miktarı bakımından istatistiksel anlamda farklılık bulunmamıştır.

Anahtar kelimeler: Yamaç uzunluğu, Yüzeysel akış, Askıda sediment, Arazi parseli, Yağmur

Determination of the Runoff and Suspended Sediment from Two Different Slope Length Using Field Plots

Article Info:

Research article

Corresponding author: Hüseyin ŞENSOY, e-mail: hsensoy@bartin.edu.tr

ABSTRACT

In this study, the effect of slope length on runoff and suspended sediment yield has been investigated by using plots on uniform slopes under natural rainfall conditions. From September 2007 to September 2009, during two year-period, measurements were done in Dalıca village experimental area in Bartın province. In this study, six field plots with a width of 1.87 m were used. Three of them were 5.5 m long (short plots) and remaining three were 11.05 m long (long plots). Plots were located on bare soil surface that has no conservative vegetation. During the period of experimentation, a total of 158 rainy days were registered and average annual rainfall amount was 1194.8 mm. Average annual runoff per square meter was 270.81 mm, and 311.27 mm in long and short plots, respectively. Average annual suspended sediment was 809.68 g m⁻², and 766.53 g m⁻² from long and short plots, respectively. While statistically significant differences were found in runoff amount from plots with different lengths, there were no statistically significant differences in terms of the amount of eroded sediment.

Keywords: Slope length, Runoff, Suspended sediment, Field plot, Rainfall

GİRİŞ

Dünyada ve Türkiye’de en çok karşılaşılan doğal kaynak sorunlarının başında toprak erozyonu gelmektedir. Toprak erozyonuna neden olan en önemli eroziv etmen olarak kabul edilen su, Türkiye genelinin %73’ünde çeşitli derecelerde etkili olmaktadır (Balcı 1996). İklim, toprak özellikleri, bitki örtüsü ve topografik faktörler su erozyonu etkileyen başlıca etmenlerdir (Fangmeier ve ark. 2005).

Su erozyonuna neden olan topografik faktörler yamaç eğim derecesi (diklik), yamaç uzunluğu, yamaç şekli (düz-içbükey-dışbükey) ve yamaç bakısıdır (Balcı 1996). Renard ve Foster (1983) erozyona neden olan topografik unsurları makro ve mikro olmak üzere iki kategoride sınıflandırmış; yamaç uzunluğunu makro unsurlar içinde değerlendirmiştir.

Yamaç uzunluğu bir yamaç üzerinde yüzeysel akışın başladığı nokta ile yamaç eğiminin, depolama oluşturacak kadar azaldığı ya da yüzeysel akışın doğal ya da yapay bir drenaj ağına ulaştığı nokta arasında kalan yatay uzunluk olarak tanımlanmaktadır (Wischmeier ve Smith 1978; Lal 1988). Yamaç uzunluğunun yüzeysel akışın miktarı (Lal 1988; Bryan ve Poesen 1989; Chaplot ve Le Bissonnais 2003; Kinnell 2007; Fang ve ark. 2008), sediment yoğunluğu, toprak kaybı ve erozyona çeşitli şekillerde etkileri olduğu birçok araştırmacı tarafından ortaya konulmuştur (Wischmeier ve Smith 1978; Lal 1982; Phillips 1990; Kinnell 2000; Rejman ve Brodowski 2005, Bagarello ve Ferro 2010).

Özellikle tabaka ve oluk erozyonunda çözünmüş toprak taneciklerinin hareketinde yağmur damlasının minimal etkisine karşılık, kuvvetli bir etkiye sahip

olan yüzeysel akışın (Young ve Wiersma 1973), birim alandan oluşan miktarına; yamaç uzunluğunun etkisinin negatif yönde olduğu belirtilmektedir (Wischmeier ve Smith 1978; Lal 1997a; Van de Giesen ve ark. 2000; Stomph ve ark. 2001). Bu durum yamaç uzunluğunun artması ile infiltrasyonla toprağa giren su miktarının artması ve buna bağlı olarak yüzeysel akışın azalması ile açıklanmaktadır (Lal 1982; 1997a; 1997b; Van de Giesen ve ark. 2000, Ghahramani ve Ishikawa 2013). Kısa yamaçlarda birim alandan oluşan yüzeysel akışın, uzun yamaçlara oranla daha fazla olmasında, yamaç uzunluğu arttıkça toplanma süresinin uzaması ve toprak yüzeyinde depolanmanın artması da bir neden olarak gösterilmektedir (Lal 1982).

Yamaç uzunluğunun yüzeysel akış, sediment kaybı ve toplam erozyon üzerinde ne tür etkilere sahip olduğu toprak yüzü seviyesindeki değişimi ölçerek ya da çeşitli tahmin eşitliklerinden yararlanarak araştırılmaktadır (Balcı 1996). Kullanılan yöntemlerden bir tanesi de arazi üzerine parseller tesis edilmesi ve ölçümler yapılması şeklindedir. Erozyon, arazi, yüzeysel akış parselleri şeklinde çeşitli isimler verilen bu parseller kullanılarak, çalışma amacı doğrultusunda yamaç uzunluğunun etkileri ortaya konulabilmektedir.

Sediment ya da taşıntı, hareket halindeki suyun taşıdığı katı materyale verilen ad olup; askıda, sıçrayarak veya sürüntü halinde üç farklı şekilde gerçekleşebilmektedir (Balcı 1996). Bu çalışmada, doğal yağmur koşulları altında farklı uzunlukta parseller kullanılarak; oluşan yüzeysel akış ve yüzeysel akışla birlikte taşınan askıda sediment miktarı, iki yıl süresince ölçülmüştür. Bu şekilde farklı uzunluktaki iki yamaçtan oluşan yüzeysel akış ve askıda sediment miktarının, doğal

yağış ve arazi koşullarında belirlenmesi amaçlanmıştır.

ARAŞTIRMA ALANININ TANITIMI

Araştırma alanı Bartın il merkezinin 4 km kadar kuzeyinde, Dallica köyü sınırları içinde yer almakta (46°12'94"-46°12'95" kuzey enlemleri, 44°38'53"-44°38'17" doğu boylamları) olup, bakışı güneydoğu, ortalama yükseltisi 146 metredir. Bartın meteoroloji istasyonu uzun dönem verilerine göre, yıllık ortalama sıcaklık 12.9 °C (1963-2008), yıllık ortalama yağış 1038.2 mm (1953-2008) olup; temmuz en sıcak ay, ocak ise en soğuk aydır. Yıllık ortalama bağıl nem % 76.5 olup, yıllık ortalama rüzgâr hızı 1.4 m sn⁻¹, egemen rüzgâr yönü batı-kuzeybatıdır. Araştırma alanının toprağı kireçtaşı anakayası üzerinde gelişen taşlı, kireçli, sığ (5-30 cm) olup, kil (% 33 kum, % 21 toz, % 46 kil) toprağıdır. Hacim ağırlığı 1.36 g cm⁻³, boşluk hacmi % 49.38, pH değeri 8.0, elektriksel iletkenlik 0.19 dS m⁻¹, organik karbon içeriğı 31.24 mg gr⁻¹, toplam azot içeriğı 2.38 mg gr⁻¹, hidrolik geçirgenlik 39.80 mm sa⁻¹ ve taşlılık % 34.79'dur. Toprak yüzeyi genellikle otsu bitki türleri ve birkaç çalı türü tarafından örtülmektedir.

Araştırma alanında yayılış gösteren doğal ağaç ve çalı formulu bitki türleri *Juniperus oxycedrus* L., *Quercus robur* L., *Arbutus unedo* L., *Laurus nobilis* L., *Ligustrum vulgare* L., *Phillyrea latifolia* L., *Pyracantha coccinea* L. şeklindedir.

Doğal yetişen otsu türler ise *Ajuga chamaepitys* L., *Bellis perennis* L., *Cichorium intybus* L., *Cistus creticus* L., *Convolvulus arvensis* L., *Dactylis glomerata* L. subsp. *hispanica* (Roth.) Nyman, *Globularia aphyllanthes* Crantz., *Helleborus orientalis* Lam., *Hypericum perforatum* L., *Lamium purpureum* L., *Lolium perenne* L., *Medicago lupulina* L.,

Melilotus officinalis L., *Prunella vulgaris* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn (Bracken), *Salvia forskahlei* L., *Scabiosa columbaria* L. subsp. *columbaria*, *Sedum album* Gmelin., *Sedum stoloniferum* L., *Senecio vulgaris* L., *Taraxacum officinale* Weber., *Teucrium polium* L., *Teucrium chamaedrys* L. var. *chamaedrys*, *Trifolium pretense* L. var. *pretense*, *Trifolium repens* L. subsp. *repens*, *Euphorbia* sp., *Geranium* sp., *Plantago* sp., *Potentilla* sp., *Rubus* sp., *Verbascum* sp., *Veronica* sp. olarak belirlenmiştir.

MATERYAL ve METOD

Yüzeysel akış parsellerinin tesisi

Yamaç uzunluğunun yüzeysel akış ve taşınan askıda sediment miktarına etkisini belirlemek amacıyla üç uzun (11.05 m) ve üç kısa (5.5 m), toplam altı adet yüzeysel akış parseli düz eğim şekline sahip arazi üzerine tesis edilmiştir (Şekil 1). Sonuçlar üzerinde eğim şeklinden kaynaklanan bir etki olmaması için, parsellerin içbükey ve dışbükey eğim şekline sahip arazi yüzeylerine kurulmasından özellikle kaçınılmıştır. Uzun parseller U1, U2 ve U3 şeklinde; kısa parsellere ise K1, K2 ve K3 şeklinde ayırım kolaylığı sağlayacak şekilde isimlendirilmişlerdir. Parseller 1.87 m genişlikte olup, dikdörtgen şeklinde ve % 25-30 eğim aralığındadır. Yüzeysel akış parsel düzeneğı yüzeysel akış ve sediment toplama alanı, bağlantı düzeneğı ve depolama birimi olmak üzere üç kısımdan oluşmaktadır. Toplama alanı parsel dışından yüzeysel akış ve sediment gelmeyecek şekilde galvaniz-sac levha kullanılarak tecrit edilmiştir. İç kısımda oluşan yüzeysel akış ve sediment de yalnızca depolama birimine giden çıkış noktasından toplama alanı dışına çıkabilmektedir.

Bağlantı düzeneğı toplama alanı çıkış noktasından başlayıp, yüzeysel akış

depolama tankında son bulmakta ve iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısım, toplama alanı çıkış noktasından gelen yüzeysel akış ve sedimenti, toplama tankına iletmektedir. İkinci kısım ise yüzeysel akışı, parsel içinden gelen



Şekil 1. Yüzeysel akış ve askıda sediment ölçümlerinin gerçekleştirildiği parseller.

Depolama birimi de bağlantı düzeneği gibi iki kısımdan meydana gelmektedir. Bunlardan ilki sürüntü materyalinin tutulduğu tank, ikincisi ise yüzeysel akışın depolandığı tanktır. Sürüntü materyali toplama tankı her parsel için birer tane olmak üzere altı adet olup, metalden yapılmıştır. Sürüntü materyali toplama tanklarının içinde, üzerinde elek konulan ızgara tertibatı bulunmaktadır. Bu şekilde toplama alanından gelen taş, çakıl gibi iri boyutlu sıçrama ve sürüntü materyali bu elek üzerinde kalmakta, yüzeysel akış suyu ise elekten geçerek yüzeysel akış depolama tankına ulaşmaktadır. 300 litre kapasiteli plastik depolayıcılar olan yüzeysel akış toplama tankları, her parsel için bir adet olmak üzere toplam altı adet tesis edilmiştir. Yüzeysel akış depolama tankları, yüzeysel akış parsellerinin eğim yönünde en alt kesimine yerleştirilmiştir (Şekil 2).

Yağış miktarının belirlenmesi

Çalışma süresince araziye düşen yağmur miktarı, çalışma alanı üzerine tesis edilen

sürüntü materyalinin tutulduğu toplama tankından yüzeysel akış depolama tankına ileten bağlantıdır (Şekil 2). Bağlantı düzeneği gelen su ve sedimenti dışarıya kaçırmayacak şekilde tesis edilmiştir.



Şekil 2. Yüzeysel akışın depolandığı tanklardan bir görünüm.

standart yağışölçer kullanılarak belirlenmiştir. Yağışölçer, yüzeysel akış parsellerinin bulunduğu araştırma alanı içine esasına uygun şekilde yerleştirilmiştir. Yağışölçerde toplanan yağmur miktarı, her yağış sonrasında ölçülmüş ve kaydedilmiştir.

Yüzeysel akış miktarının belirlenmesi

Yağmurun akışa geçen miktarı, yağışların ardından araziye gidilerek ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Toplama tankında biriken yüzeysel akışın ölçümü, ölçekli silindirler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma süresince yüzeysel akış oluşturan her yağış sonrasında ölçümler tekrarlanmış ve aylık dönemler şeklinde kaydedilmiştir. Uzun süreli ve şiddetli yağışlardan sonra oluşan yüzeysel akış miktarı aynı gün ya da ertesi gün ölçülmüştür. Bu şekilde depolama tankları kapasitesinin aşılma riski de önlenmiştir. Yağışın kısa süreli ya da şiddetli olmadığı zamanlarda ise gün aşırı ya da haftalık ölçümler alınmıştır. Ölçüm ve kayıt işlemi tamamlandıktan sonra

depolama tanklarının içinde bulunan yüzeysel akış suyu tamamen boşaltılmıştır.

Askıda sediment miktarının belirlenmesi

Eylül 2007 ile Eylül 2009 arasındaki çalışma döneminde, her parsel için yüzeysel akış depolama tankından alınan su örnekleri laboratuara getirilmiş, 10 ml lik örnekler halinde kül fırınına konulmuş ve yüzeysel akışla gelen su buharlaştırıldıktan sonra, kalan askıda sedimentin bulunduğu örnekler hassas terazide tartılmıştır. Daralar çıkıldıktan sonra 10 ml de taşınan toplam askıda sediment miktarı belirlenmiştir. Belirlenen değer, yüzeysel akış depolama tankında biriken toplam yüzeysel akış miktarına oranlanmış ve aylık dönemler halinde taşınan toplam askıda sediment hesaplanmıştır. Sıçrama ve sürüntü halinde parsel toplama alanından gelen materyaller, sürüntü materyali toplama tankı içindeki elekte tutulduğundan; askıda sediment miktarının belirlenmesinde kullanılmamışlardır.

Verilerin değerlendirilmesi

Yüzeysel akış ve askıda sediment miktarının parsel uzunluğuna bağlı farklılık durumu t testi kullanılarak belirlenmiştir. Aylık 10 mm m⁻² değerinden az olan yüzeysel akış verileri ile Temmuz 2009 uç verileri istatistik değerlendirmeye dahil edilmemiştir.

BULGULAR

Yağmur miktarı

Araştırma alanına çalışma süresince düşen toplam yağmur miktarı, yağmurun aylara göre dağılımı, aylık ve yıllık yağışlı gün sayısı Tablo 1'de verilmiştir. Araştırma alanı üzerine tesis edilen standart yağış ölçer verilerine göre çalışma süresince düşen toplam yağmur miktarı 2389.6 mm, yıllık yağış miktarı ise 1194.8 mm olup, ortalama en fazla yağışın düştüğü ay temmuz olmuştur.

Tablo 1. Çalışma döneminde araştırma alanına düşen yağmurun aylara göre dağılımı

Aylar	Yıllar					
	2007		2008		2009	
	Yağmurlu Gün Sayısı	Yağış miktarı mm/m ²	Yağmurlu Gün Sayısı	Yağış miktarı mm/m ²	Yağmurlu Gün Sayısı	Yağış miktarı mm/m ²
Ocak			5	43.40	13	162.35
Şubat			1	VA*	13	137.50
Mart			9	133.55	14	150.20
Nisan			2	27.10	5	69.45
Mayıs			6	35.25	3	9.55
Haziran			3	37.30	1	7.10
Temmuz			8	175.10	8	238.20
Ağustos			0	0	0	0
Eylül	3	68.25	13	202.70		
Ekim	6	183.50	6	44.20		
Kasım	13	243.55	7	75.85		
Aralık	12	171.60	7	173.90		
Toplam	34	666.90	67	948.35	57	774.35

*Veri Alınmadı

Toplam yağmur miktarı mevsimlere göre değerlendirildiğinde, sonbaharın en yağışlı (% 34.23) mevsim olduğu görülmektedir. Çalışma süresi boyunca toplam 158 gün yağmurlu olup, Ağustos ayı yağmurun

olmadığı tek aydır (Tablo 1). Günlük en yüksek yağmur miktarı metrekareye 167.7 mm ile 15 Temmuz 2009'da kaydedilmiştir.

Tablo 2. Uzun ve kısa parsellerde ölçülen aylık yüzeysel akış miktarı değerleri

Parsel	Dönem	Yüzeysel Akış mm m ²											
		Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
U1	D1	1.55	17.17	30.97	37.52	-	-	36.99	-	1.41	1.08	44.81	-
	D2	28.60	3.00	13.36	51.95	31.80	29.57	46.60	-	-	-	169.49	-
U2	D1	1.32	16.73	27.83	38.05	-	-	37.47	-	1.23	1.15	46.85	-
	D2	27.78	3.07	13.33	42.03	31.80	29.67	47.67	-	-	-	169.42	-
U3	D1	1.36	16.11	31.01	36.72	-	-	37.56	-	1.09	1.03	42.64	-
	D2	35.50	2.95	12.97	46.17	31.94	29.81	47.26	-	-	-	169.49	-
K1	D1	5.66	18.45	44.59	41.80	-	-	39.33	-	2.30	3.10	56.30	-
	D2	49.54	3.35	13.27	69.23	32.38	28.29	49.78	-	-	-	173.83	-
K2	D1	3.24	17.92	47.05	43.68	-	-	38.42	-	1.87	1.86	49.68	-
	D2	52.60	3.35	13.22	41.47	32.33	28.88	50.70	-	-	-	173.10	-
K3	D1	4.35	17.23	42.30	42.36	-	-	39.52	-	3.27	4.12	53.81	-
	D2	51.56	3.60	17.16	72.00	32.67	28.39	49.10	-	-	-	175.58	-

Yüzeysel akış

Parseller üzerinden ölçülen yüzeysel akış miktarlarının aylık değerleri Tablo 2'de görülmektedir. Ölçümler D1 (Eylül 2007-Ağustos 2008 dönemi) ve D2 (Eylül 2008-Ağustos 2009 dönemi) olarak iki dönemde değerlendirilmiştir. Her iki dönemin ortalaması alınarak meydana gelen ortalama yüzeysel akış miktarı belirlenmiştir.

Askıda sediment

Parsellerden yüzeysel akışın gerçekleştiği ayların (16 ay) tamamında sediment taşınmış, birim alandan taşınan askıda sediment miktarı, aylık değerler halinde

Tablo 3'te verilmiştir. UP birim alandan taşınan yıllık askıda sediment miktarı ortalama 809.68 g m⁻², KP ise 766.53 g m⁻² olarak belirlenmiştir.

Farklı uzunluktaki parsellerin karşılaştırılması

Ortalama yüzeysel akış miktarı ile yamaç uzunlukları arasındaki farklılık, t testi ile ortaya konmuştur. Test sonucuna göre farklı uzunluktaki parseller arasında yüzeysel akış miktarı bakımından farklılık (p<0.05) ortaya çıkmıştır. Ancak taşınan askıda sediment miktarı bakımından farklılık (p>0.05) bulunmamıştır (Tablo 4).

Tablo 3. Uzun ve kısa parsellerde ölçülen aylık askıda sediment miktarı değerleri

Parsel	Dönem	Askıda Sediment g m ⁻²											
		Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
U1	D1	4.51	49.78	89.81	108.81	-	-	107.26	-	4.08	3.12	129.96	-
	D2	45.76	8.70	38.73	46.76	92.21	85.75	135.15	-	-	-	1050.85	-
U2	D1	2.99	37.97	63.17	86.37	-	-	85.05	-	2.80	2.62	106.34	-
	D2	27.78	6.98	30.27	50.44	72.18	67.34	108.21	-	-	-	779.33	-
U3	D1	2.91	34.32	66.05	78.21	-	-	80.00	-	2.32	2.20	90.81	-
	D2	35.50	6.29	27.63	92.34	68.03	63.50	100.66	-	-	-	576.27	-
Yıllık Ortalama		19.91	24.01	52.61	77.16	77.47	36.10	102.72		1.53	1.32	455.59	
K1	D1	10.35	33.77	81.60	76.50	-	-	71.98	-	4.22	5.68	103.02	-
	D2	79.26	6.14	24.29	34.61	59.25	51.78	91.10	-	-	-	591.01	-
K2	D1	8.84	48.93	121.73	119.23	-	-	104.90	-	5.10	5.07	135.64	-
	D2	68.38	9.16	36.10	82.94	88.26	78.83	138.42	-	-	-	848.17	-
K3	D1	8.13	32.23	79.10	79.22	-	-	73.91	-	6.11	7.71	100.62	-
	D2	30.94	6.73	32.09	115.20	61.09	53.09	91.82	-	-	-	596.96	-
Yıllık Ortalama		34.32	22.83	62.49	84.62	69.53	30.62	95.36		2.57	3.08	398.71	

Tablo 4. Uzun ve kısa parsellerde oluşan yüzeysel akış ve askıda sediment değerlerine ilişkin t testi sonuçları

Parametre	Örnek sayısı	Ortalamalar farkı	Standart hata	Serbestlik derecesi	t değeri	Önem düzeyi (P)
Yüzeysel Akış	66	-6.84	3.26	59.4	-2.097	0.04*
Askıda Sediment	66	-2.35	7.56	64	-0.311	0.75**

* Ortalamalar arasında istatistiksel anlamda fark ($p < 0.05$) bulunmaktadır.

** Ortalamalar arasında istatistiksel anlamda fark ($p > 0.05$) yoktur.

SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Gerçekleştirilen çalışma sonucunda, arazi parsellerinde yamaç uzunluğunun artmasıyla birim alandan oluşan yüzeysel akışın azaldığı ortaya konmuştur (Tablo 2). Doğal yağış koşullarında farklı uzunlukta parseller kullanılarak yapılan birçok çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiştir (Liu ve ark. 2001, Parsons ve ark. 2006, Gomi ve ark. 2008, Moreno-de las Heras ve ark. 2010). Stomph ve ark. (2001) tarafından laboratuvar koşullarında gerçekleştirilen çalışma sonucunda da benzer bir sonuca ulaşılmıştır.

Tablo 3 verileri değerlendirildiğinde, toplam askıda sediment üretiminin uzun parsellerde daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak taşınan askıda sediment miktarı, uzun ve kısa parseller arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark ($p > 0.05$) oluşturmamıştır (Tablo 4). Benzer çalışmalarla kıyaslandığında bu durum pek karşılaşılmayan bir sonuç olarak değerlendirilebilir (Parsons ve ark. 2004, 2006). Diğer taraftan Lal (1982, 1988), düz yamaçlarda birim alandan taşınan sediment miktarının yamaç uzunluğunun artışına paralel olarak artış gösterdiğini belirtmektedir. Bu çalışmada, istatistiksel olarak bir fark olmasa da birim

alandan taşınan toplam sediment miktarı uzun parsellerde daha yüksektir. Bu sonuç Lal (1982, 1988) tarafından ortaya konulan değerlendirmeyle benzerlik göstermektedir.

Uzun parseller kısa parsellerin iki katı uzunlukta olmasına rağmen, parsel uzunlukları arasındaki farkın 5 metre olmasının bu sonuçta etkili olduğu düşünülmektedir. Nitekim Moreno-de las Heras ve ark. (2010) 1 ve 15 metre uzunluğa sahip parsellerden gerçekleşen yıllık toplam sediment kayıpları arasında %130'luk bir fark olduğu sonucuna ulaşmıştır. Araştırmacılar bu sonucu parsel uzunluğunun artmasıyla toprak yüzeyinde oluşan olukların bir ağ şeklinde dallanabilme olanağı bulmasına bağlamaktadır. Bu çalışmada yalnızca iki farklı boy kademesinde olan arazi parselleri kullanılmıştır. Bu durumun elde edilen sonuçlar arasında istatistiksel anlamda fark olmamasında bir etken olduğu düşünülmektedir. Parsel boy kademesinin üç ya da daha fazla olması ve boy kademeleri arasındaki uzunluk farkının artırılmasıyla, taşınan sediment miktarı üzerinde yamaç uzunluğunun etkileri daha belirgin şekilde ortaya konulabilir.

Parsel yüzeylerinin kabuk tabakası ve pürüzlülük durumu, parsellerden gerçekleşen erozyon ve yüzeysel akışa etki etmektedir (Le Bissonnais ve ark. 2005, Martinez-Zavala ve Jordan 2008). Gerçekleştirilen bu çalışmada parsellerin tesis edildiği alanın, taşlılık oranı % 34.79 olup, çok taşlı iskelete sahip toprak sınıfındadır (Çepel 1996). Bu durum eğim yönünde taşınan sedimentin parsel içinde kısmi olarak bir bölgede yığılmasına, böylelikle bir bölümünün parsel çıkışına ulaşmamış olmasına neden olabilir. Yüzeysel akışın parseli terk ettiği çıkış kesiminde, taşlılık yüzdesi yüksek olan parseller, düşük olanlara göre daha fazla

sediment tutarak; parsel düzeyinde yamaç uzunluğunun taşınan sediment miktarı üzerindeki etkisini değiştirebilmektedir. Taşlılık, yüzeysel akışın miktarı üzerinde olmasa da akışın hızını kesip, enerjisini azaltarak yüzeysel akışla birlikte taşınan sediment miktarının parsel çıkışına ulaşmamasında etkilidir. Taşlılık yüzdesinin düşük olduğu bir arazide parsel uzunluğunun sediment verimine etkisinin daha belirgin olması beklenebilir.

KAYNAKLAR

- Bagarello V, Ferro V (2010) Analysis of soil loss data from plots of differing length for the Sparacia experimental area, Sicily, Italy. *Biosystems Engineering*, 105: 411-422.
- Balcı AN (1996) Toprak Koruması, İ.Ü. Yayın No: 3947, İstanbul, 490 s.
- Bryan RB, Poesen J (1989) Laboratory experiments on the influence of slope length on runoff, percolation and rill development. *Earth Surface Processes and Landforms*, 14: 211-231.
- Chaplot VAM, Le Bissonnais Y (2003) Runoff features for interrill erosion at different rainfall intensities, slope lengths, and gradients, in an agricultural loessial hillslope. *Soil Science Society of America Journal*, 67: 844-851.
- Çepel N (1996) Toprak İlimi, İ.Ü. Yayın No: 3945, İstanbul, 288 s.
- Fang HY, Cai QG, Chen H, Li QY (2008) Effect of rainfall regime and slope on runoff in a gullied loess region on the Loess Plateau in China. *Environmental Management*, 42: 402-411.
- Fangmeier DD, Elliot WJ, Workman SR, Huffman RL, Schwab GO (2005) *Soil and Water Conservation Engineering*, Fifth Edition, Thomson Delmar Learning, Clifton Park, NY, USA 502 pp.
- Ghahramani A, Ishikawa Y (2013) Water flux and sediment transport within a forested landscape: the role of connectivity, subsurface flow, and slope length scale on transport mechanism. *Hydrological Processes*, DOI: 10.1002/hyp.9791.
- Gomi T, Sidle RC, Ueno M, Miyata S, Kosugi K (2008) Characteristics of overland flow generation on steep forested hill slopes of central Japan. *Journal of Hydrology* 361: 275-290.
- Kinnell PIA (2000) The effect of slope length on sediment concentrations associated with side-slope erosion. *Soil Science Society of America Journal*, 64: 1004-1008.

- Kinnell PIA (2007) Runoff dependent erosivity and slope length factors suitable for modelling annual erosion using the universal soil loss equation. *Hydrological Processes*, 21: 2681-2689.
- Lal R (1982) Effects of slope length and terracing on runoff and erosion on a tropical soil. *Recent Developments in the Explanation and Prediction of Erosion and Sediment Yield (Proceedings of the Exeter Symposium, July 1982)* IAHS Publication Number, 137: 23-31.
- Lal R (1988) Effects of slope length, slope gradient, tillage methods and cropping systems on runoff and soil erosion on a tropical alfisols: preliminary results. *Sediment Budgets (Proceedings of the Porto Alegre Symposium, December 1988)*, IAHS Publication Number, 174: 79-88.
- Lal R (1997a) Soil degradative effects of slope length and tillage methods on alfisols in western Nigeria I. Runoff, erosion and crop response. *Land Degradation and Development*, 8: 201-219.
- Lal R (1997b) Soil degradative effects of slope length and tillage methods on alfisols in western Nigeria III. Soil physical properties. *Land Degradation and Development*, 8: 325-342.
- Le Bissonnais Y, Cerdan O, Lecomte V, Benkhadra H, Souchere V, Martin P (2005) Variability of soil surface characteristics influencing runoff and interrill erosion. *Catena*, 62: 111-124.
- Liu BY, Nearing MA, Shi PJ, Jia ZW (2001) Slope length effect on soil loss for step slopes. In Stott DE, Mohtar RE, Steinhardt GC. (ed) *Sustaining the global farm. Selected papers from the 10th international soil conservation organization meeting held on May 24-29, 1999 at Purdue University and the USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory*: 784-788.
- Martinez-Zavala L, Jordan A (2008) Effect of rock fragment cover on interrill soil erosion from bare soils in Western Andalusia, Spain. *Soil Use and Management*, 24: 108-117.
- Moreno-de las Heras M, Nicolau JM, Merino-Martin L, Wilcox BP (2010) Plot-scale effects on runoff and erosion along a slope degradation gradient. *Water Resources Research*, 46, W04503.
- Parsons AJ, Wainwright J, Powell DM, Kaduk J, Brazier RE (2004) A conceptual model for determining soil erosion by water. *Earth Surface Processes and Landforms*, 29: 1293-1302.
- Parsons AJ, Brazier RE, Wainwright J, Powell DM (2006) Scale relationships in hillslope runoff and erosion, *Earth Surface Processes and Landforms*, 31: 1384-1393.
- Phillips JD (1990) Relative importance of factors influencing fluvial soil loss at the global scale. *American Journal of Science*, 290: 547-568.
- Rejman J, Brodowski R (2005) Rill characteristics and sediment transport as a function of slope length during a storm event on loess soil. *Earth Surface Processes and Landforms*, 30: 231-239.
- Renard KG, Foster GR (1983) *Soil conservation: principles of erosion by water. Dryland Agriculture-Agronomy Monograph*, 23: 155-176.
- Stomph TJ, De Ridder N, Van de Giesen NC (2001) A flume design for the study of slope length effects on runoff. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26: 647-655.
- Van de Giesen N, Stomph TJ, De Ridder N (2000) Scale effects of Hortonian overland flow and rainfall-runoff dynamics in a West African catena landscape. *Hydrological Processes*, 14: 165-175.
- Wischmeier WH, Smith DD (1978) *Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning. USDA Agricultural Handbook 537, U.S. Department of Agriculture. Washington DC*, 58 s.
- Young RA, Wiersma JL (1973) The role of rainfall impact in soil detachment and transport. *Water Resources Research*, 9: 1629-1636.