



YAMAÇ ŞEKİLLERİNİN TOPRAK EROZYONUNA ETKİLERİ

Hüseyin ŞENSOY¹, Şahin PALTA*¹

¹Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Müh. Bölümü, 74100 Bartın

ÖZET

Su, en önemli eroziv kuvvetlerden biridir. Suyun erozyon oluşumuna etkisi üzerinde de birçok faktörün rolü bulunmaktadır. Yamacın eğim özellikleri de bu faktörlerden biridir. Eğimin derecesi ve uzunluğu yüzeysel akış ve toprak erozyonu oluşumunda önemli olan öğelerdir. Erozyon üzerinde etkili olan bir başka yamaç özelliği ise yamaç şeklidir. Genel olarak düz, içbükey, dışbükey ve karma olarak adlandırılabilen farklı şekle sahip yamaçlarda, farklı erozyon ve yüzeysel akış karakteristikleri söz konusudur. Bu çalışmada yamaç şeklinin erozyon üzerindeki etkisi, yapılan benzer çalışmalar değerlendirilerek belirtilmiş ve önemi vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yamaç Şekli, Toprak Erozyonu, Yüzeysel Akış

EFFECTS OF SLOPE SHAPES ON SOIL EROSION

ABSTRACT

Water is one of the most important erosive forces. A great number of factors also play a role in erosion process and slope characteristic is also one of them. The steepness and length of the slope are important factors for runoff and soil erosion. Another slope factor that has an effect on erosion is the shape of the slope. Generally, different erosion and runoff characteristics exist in different slopes which can be classified as uniform, concave, convex and complex shape. In this study, the effects of slope shape on erosion are stated and emphasized by taking similar researches into consideration.

Keywords: Slope shape, Soil Erosion, Runoff

1.GİRİŞ

Yamaçların uzunluğu, eğim derecesi ve şekli erozyon oluşumu üzerinde etkilidir. Yamaç uzunluğunun ve eğim derecesinin yüzeysel akış ve toprak kaybı üzerine etkilerini ortaya koyan birçok çalışma yapılmıştır. Ancak yamaç şeklinin, toprak erozyonuna etkisi ile ilgili bilgiler istenilen düzeyde değildir (Nearing et al., 1994). Sediment kaybı, yüzeysel akış, infiltrasyon ve erozyon miktarlarının belirlenmesine yönelik çalışmaların çok azında yamaç şekilleri dikkate alınmaktadır. Dünyada en bilinen ve belki de en çok kullanılan Universal Toprak Kaybı Denklemi (USLE) başta olmak üzere çoğu erozyon tahmin eşitliğinde de erozyona etki eden yamaç faktörü olarak, eğim derecesi ve uzunluğun dikkate alındığı göze çarpmaktadır.

Yapılan çalışmaların çoğu düz (uniform) yamaç şekillerinden elde edilen veriler üzerinden gerçekleştirilmiştir ve sayı olarak da yeterli düzeyde değildir (Zhao et al., 2004; Rieke-Zapp and Nearing, 2005). Bir yamaçta, yamacın şekli erozyon oluşumunda tek etkili faktör olmasa bile, erozyonun gelişim sürecinde etkili bir faktör olabilmektedir (Meyer and Kramer, 1969). Bu bakımdan diğer faktörlerin aynı olduğu koşullarda, yalnızca yamaç şekillerinden kaynaklanan farklılığın; sediment verimi ve yüzeysel akış üzerine etkilerinin bilinmesi önemlidir. Nitekim Foster and Wischmeier (1974) çok belirgin şekillerin olduğu yamaçlarda, erozyon hesaplamalarında yamaç şekillerinin dikkate alınması gerektiğini belirtmektedir. Meyer and Harmon (1992)



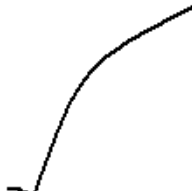



* Yazışma yapılacak yazar: sahinpalta@gmail.com

Makale metni 20.01.2009 tarihinde dergiye ulaştırılmış, 25.05.2009 tarihinde basım kararı alınmıştır.

yamaç şeklinin, yağış şiddeti ve yağış enerjisinden daha az olsa da, yüzeysel akışa etkisi olduğunu belirtmektedir. Aynı şekilde Balcı (1996) da bazı araştırmacıların, USLE hesaplamalarında yamaç formunda içbükey, dışbükey, düz gibi farklılıklar olması halinde; metodu uygularken birtakım düzeltmeler yapılmasını bildirdiklerini belirtmektedir. Universal Toprak Kaybı Denkleminin yenilenen ve geliştirilen sürümlerinde (RUSLE) ise yamaç şekillerinin erozyon hesaplamalarında dikkate alınmaya başladığı görülmektedir (Warner and Foster, 1998; Foster et al., 2003).

2. YAMAÇ ŞEKİLLERİ YÜZEYSEL AKIŞ VE EROZYON İLİŞKİLERİ

Doğal koşullar göz önüne alındığında, araziler yalnızca düz yamaçlardan meydana gelmemişlerdir. Düzensiz olarak da ifade edilen içbükey, dışbükey ve karma yamaçlar da mevcuttur (Young and Mutchler, 1969a) . Şekil 1’de görüldüğü gibi karma yamaçlar da kendi içinde değişik şekillere sahip olabilmektedir (Özhan, 2004). Yamaç şekillerinin dikkate alındığı araştırma sonuçları değerlendirildiğinde, yamaçlarda toprak erozyonu ve yüzeysel akış oluşumlarının farklı eğilimler içerdiği görülmektedir.

Düz (Üniform)	İçbükey (Konkav)	Dışbükey (Konveks)
		
Karma (Kompleks)		
		

Şekil 1. Yamaç şekilleri

Young and Mutchler (1969a) deneme parsellerinden elde ettikleri verilerden; düz eğim şekline sahip yamaçlarla, düz olmayan (içbükey, dışbükey) eğim şekillerine sahip yamaçlarda oluşan sediment kaybı arasında önemli farklılıklar olduğu sonucuna varmıştır. Deneme parselleri üzerinde yapay yağmurlama uygulanarak gerçekleştirilen çalışmada, toplam erozyonun içbükey parsellerde en az, dışbükey parsellerde en fazla olduğu belirtilmektedir. Parsel verilerinden yola çıkıldığında 30 dakikalık bir yağmurlama sonrasında içbükey parsellerde 0.024 ton/ha, düz parsellerde 0.162 ton/ha, dışbükey parsellerde ise 0.222 ton/ha ortalama toprak kaybı olduğu belirlenmiştir. Yağmurlama devam ettirildiğinde 60. dakika sonunda içbükey parsellerde 2.717 ton/ha, düz parsellerde 2.665 ton/ha, dışbükey parsellerde ise 4.945 ton/ha ortalama toprak kaybı değeri elde edilmiştir. Aynı çalışmada 90 dakika sonrasında saniyede oluşan ortalama yüzeysel akış hızı içbükey yamaçlarda 22.25 cm, düz yamaçlarda 20.42 cm, dışbükey yamaçlarda ise 25.14 cm olarak kaydedilmiştir. Young and Mutchler (1969b) diğer bir çalışmada farklı tarım ürünlerinin yer aldığı ve yamaç uzunluğu ile yamaç eğim derecelerinin aynı olduğu arazi üzerinde; içbükey yamaçlarda, dışbükey ve düz yamaçlara nazaran 2-3 kat daha az erozyon olduğunu tespit etmiştir. Araştırmada deneme parsellerinden elde edilen sonuçlardan yola

çıkarak içbükey yamaçlarda 1.944 ton/ha, düz yamaçlarda 5.184 ton/ha, dışbükey yamaçlarda ise 5.548 ton/ha ortalama toprak kaybı olduğu ortaya konmaktadır. Bu sonucun oluşmasında dışbükey yamaçlarda yüzeysel akışın daha fazla olmasının da etkisi olduğu belirtilmektedir.

Meyer and Kramer (1969) içbükey, dışbükey, düz ve karma eğim şekilleri üzerinde gerçekleşen sediment kayıplarının farklı olduğunu belirtmektedir. Çalışmada yamaç şekillerinin, kendi içinde de üst ve alt kısımlarında oluşan yüzeysel akış ve sediment kaybı bakımından farklılık gösterdiği ifade edilmektedir. Aynı çalışmada dikkat çekilen bir başka nokta içbükey yamaçlarda, dışbükey yamaçlara oranla, hem daha az sediment taşınımı olduğu hem de taşınımın daha yavaş gerçekleştiğidir. Eğim derecesi ve uzunluğu aynı olan dışbükey yamaçlardaki ortalama toprak kaybının, düz yamaçlardan %30 daha fazla olabileceğini belirten Renard et al. (1997); içbükey ve düz yamaç şekillerinde gerçekleşen ortalama erozyonla maksimum erozyonun da farklılıklar gösterebileceğini ifade etmektedir. Meyer and Römken (1976) yamaç alt tarafının çok dik olmasından dolayı, dışbükey bir yamacın düz bir yamaca göre daha fazla erozyona uğrayabileceğini; düz yamacın ise içbükey yamaca oranla daha fazla sediment verimi oluşturacağını belirtmektedir. Bunun nedenini içbükey yamaçlarda dikliğin en çok olduğu yamaç üst kısmında; yüzeysel akış hızının yavaş olması ve yamacın alt kısımlarında sedimentin depolanma olanağının bulunması şeklinde açıklamaktadır. Lal (1990) içbükey yamaçlarda yüzeysel akışın başlangıç hızının fazla olmasına rağmen, yamaç sonuna doğru eğim derecesi azaldığı için yüzeysel akış hızının da yavaşladığını ve depolama olduğunu belirtmektedir. Dışbükey yamaçlarda ise yamacın üst kısmının eğim derecesinin düşük olmasından dolayı yüzeysel akış hızının başlangıçta düşük olduğu, ancak yamacın ilerleyen kısmında eğim derecesinin artmasından dolayı yüzeysel akış hızının ve taşıma kapasitesinin arttığı belirtilmektedir. Hadley and Toy (1977), içbükey yamaçlardan meydana gelen erozyonun, düz şekle sahip yamaçların yarısı kadar olduğunu belirtmektedir.

Laboratuar koşullarında gerçekleştirilen bir çalışmada uzunluğu ve eğim derecesi aynı içbükey şekillerden gerçekleşen sediment kaybının, düz şekillerin neredeyse yarısı oranında olduğu belirtilmektedir (Hancock et al. 2005). Rieke-Zapp and Nearing (2005) laboratuar şartlarında, 4x4x0,8 m boyutlarında ağaç malzemenen ürettikleri içbükey, dışbükey ve düz eğim şekillerine sahip bloklar üzerine tekstürü daha önceden belirlenen toprak örtmüşler ve 90 dakika süreli yapay yağmurlamaya tabi tutmuşlardır. Kontrollü ortamda elde ettikleri bulgulara göre eğim şeklinin oluk oluşumu, sediment kaybı ve yüzeysel akış üzerinde çok önemli etkisi olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmada düz eğim şekillerinde oluşan yüzeysel akışın içbükey ve dışbükey eğim şekillerine oranla daha fazla olduğu ifade edilmektedir. İçbükey eğim şeklinde meydana gelen sediment taşınımının ise diğer eğim şekillerine göre önemli oranda az olduğu belirlenmiştir.

Foster (2004) USLE ve RUSLE1'de düz yamaç şekillerinin dikkate alındığını ancak düz yamaçlara oranla özellikle düzensiz yamaçlarda, ortalama erozyonun bazı durumlarda %15 civarında farklılık gösterebileceğini ifade etmektedir. Bu farklılığın dışbükey yamaçlarda çok daha belirgin olduğu belirtilmektedir. Foster (2004), RUSLE 2'de erozyon tahminlerinde yamaç şeklinin çok daha fazla dikkate alındığını da ifade etmektedir.

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan arazi ve laboratuar çalışmalarının ortaya koyduğu sonuçlara göre; yamaç şekilleri, sediment taşınımı ve yüzeysel akışa dikkate değer ölçüde etki etmektedir. Eğim şekillerinin toprak erozyonuna etkisinin daha belirgin olarak ortaya konulabilmesi için; farklı yöntemler kullanılmakta, üzerinde yapay eğim şekilleri oluşturulan ortamlar tesis edilmektedir. Konuyla ilgili yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, diğer tüm koşulların sabit olması halinde dışbükey yamaçlarda erozyon ve yüzeysel akışın daha fazla olduğu görülmektedir. İçbükey yamaçlarda diğer yamaç şekillerine göre daha az sediment taşınımı ve erozyon oluşumu söz konusudur. Bunun en büyük nedeni yamaç alt kısmında eğimin kısmen de olsa azalması ve taşınan materyalin yamaç üzerinde tutulabilmesi olarak açıklanabilir. Farklı yamaç şekillerinde oluşan sediment ve yüzeysel akışa, yamacın eğim derecesi ve uzunluğu gibi diğer topoğrafik özelliklerin ve yamaç şeklinin eğrilik derecesinin de etkisi vardır. Yamacın alt ve üst kısımlarının da yüzeysel akış ve sediment oluşumu/birikimi üzerindeki etkilerinin farklı şekillerde olduğu görülmektedir.

Diğer taraftan yamaç şekillerine bağlı olarak erozyonun nasıl gerçekleştiğinin bilinmesi, ağaçlandırma ve erozyon kontrolü çalışmalarının amacına ulaşmasına katkı sağlayabilecektir. Ayrıca ülkemiz hızla gelişen ve

büyüyen bir ekonomiye sahiptir. Son yıllarda gerek karayolları gerekse demiryolları ağı hızlı bir şekilde genişletilmektedir. Buna ilaveten ormanlarımızı işletmeye açmak için orman yolları yoğun bir şekilde yapılmaktadır. Bu yolların kenarlarında toprak taşınımına müsait farklı şekle sahip şevler, değişik şekil ve boyutlarda yamaç ve yamaççıklar meydana gelmektedir. Çoğu zaman ihmal edilen yol şevleri, erozyon oluşumuna kaynak oluşturan etkili faktörlerdendir. Yamaç şekillerinin erozyona etkisinin bilinmesi, yol şevlerinden kaynaklanan erozyonun önlenmesi ya da en aza indirilmesinde rahatlıkla kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Balcı, A.N. 1996. Toprak Koruması, İ.Ü. Yay. No. 3947, s 185.
- Foster, G.R., Wischmeier, W.H. 1974. Evaluating Irregular Slopes for Soil Loss Prediction, Trans. ASAE, 17(2), 305-309.
- Foster, G.R., Yoder, D.C., Weesies, G.A., McCool, D.K., McGregor, K.C., Bingner, R.L. 2003. USDA Agricultural Research Service, User's Guide Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) Version2, pp 77.
- Foster, G.R. 2004. User's Reference Guide, Revised Universal Soil Loss Equation Version 2 (RUSLE2), USDA Agricultural Research Service, pp 418, Washington, D.C.
- Hadley, R.F., Toy, T.J. 1977. Relation of Surficial Erosion on Hillslopes to Profile Geometry, J. Research US Geol., 5, 487-490.
- Hancock, G.R., Nuake, J., Fityus, S.G. 2005. Modelling of Sediment Dynamics In A Laboratory-Scale Experimental Catchment, Hydro. Proc., Vol 20(1), 67-84.
- Lal, R. 1990. Soil Erosion In the Tropics, Principles and the Management, McGraw-Hill, New York.
- Meyer, L.D., Kramer, L.A.. 1969. Relation between Land-Slope Shape and Soil Erosion, Agric. Eng., 50, 522-523.
- Meyer, L.D., Römken, J.M. 1976. Erosion and Sediment Control on Reshaped Land, Proc. of 3rd Inter. Sed. Con., Water Res. Council, PB-245-100, Washington DC, 2-65 2-76.
- Meyer, L.D., Harmon, W.C. 1992. Interrill Runoff and Erosion. Effects of Row-sideslope Shape, Rain Energy, and Rain Intensity, Transactions of the ASAE. Vol. 35(4), pp 1199-1203.
- Nearing, M.A., Lane, L.J., Lopes, V.L. 1994. Modelling Soil Erosion In Soil Erosion Research Methods by R. Lal (ed.), Soil and Water Conservation Society, Ankeny, Iowa, USA, 127-156.
- Özhan, S. 2004. Havza Amenajmanı, İ.Ü. Yay. No. 4510, s 50.
- Renard K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., McCool, D.K., Yoder, D.C. 1997. Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE), US Dep. of Agric., Agricultural Handbook 703, pp 404.
- Rieke-Zapp, D.H., Nearing, M.A. 2005. Slope Shape Effects on Erosion: A Laboratory Study, Soil Sci. Soc. Am. J., 69, 1463-1471.
- Warner, R., Foster, G.R. 1998. Guidelines for the Use of the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) Version 1.06 on Mined Lands, Construction Sites and Reclaimed Lands. 7-20.
- Young, R.A., Mutchler, C.K. 1969a. Soil Movement on Irregular Slopes, Water Resources Res., Vol 5, pp 1084-1089.
- Young, R.A., Mutchler, C.K. 1969b. Effect of Slope Shape on Erosion and Runoff, Trans. ASAE, 12, pp 231-233,239.
- Zhao, X., Shi, H., Shao, M. 2004. A New Method For Calculating Soil Loss from Irregular Slopes, Int. J. of Sed. Res., vol 19(3), pp. 202-209.