

Farklı Çaplardaki Taş Örtü Oranlarının Yapay Yağmurlayıcı Koşulları Altında Su Erozyonuna Etkisi¹

Gökçen YÖNTER²

Alaettin TAYSUN³

Summary

The Effect of Different Size Stone Cover Ratios on Water Erosion under Simulated Rainfall Conditions

In this study, effects of stone cover on water erosion were determined under laboratory conditions as using rainfall simulator. The erosion plots sized 50x100x15 cm was put into sandy (7 cm thick) and sieved soil sample (5 cm thick), than the different diameter (1-2.5 cm; 2.5-5 cm; 5-10 cm; 10-15 cm) and different ratio (25, 50, 100%) stone covers were placed on surface soil on erosion plots. In study intensity was 6.5 cm/h. The highest runoff was measured at control plots (60.77 l/m²), and the lowest runoff was measured at 10-15 cm diameter, 100% ratio of stone cover plots (21.80 l/m²). The highest soil loss was measured at control plots (484 g/m²) and the lowest soil loss was measured at 2.5-5 cm diameter, 100% ratio of stone cover plots (14 g/m²). The results of in this study showed that, when stone cover ratio increased runoff and soil loss decreased.

Key words: Stone Cover, Runoff, Soil Loss, Water Erosion, Rainfall Simulator.

Giriş

Son yıllarda sanayileşmekte olan ülkemizde doğal kaynaklarımızdan olan topraklar şiddetli yağış ve rüzgar etkisiyle çok kısa sürede aşınabilmektedir. Diğer bir deyişle oluşumu uzun yıllar süren topraklar, çok kısa sürede erozyonla yok olmaktadır. Erozyonun etkisini engellemek amacıyla bir takım önlemler geliştirilmiştir. Bu önlemler arasında toprak yüzeyinde bulunan taş örtünün erozyonu önleyebilmedeki etkileri de önem kazanmıştır.

¹ Bu çalışma Araş. Fon Say. tarafından desteklenen Doktora Tezi'nden alınmıştır.

² Araş. Gör. E.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Bornova-İzmir.
e-mail: yonter@ziraat.ege.edu.tr

³ Prof. Dr. E.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Bornova-İzmir.

Ancak taş örtünün erozyona etkileri üzerinde yapılan çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Bununla birlikte taşlılığın erozyonu önlemede kullanılabilir bir materyal olmasından çok toprak işleme ve bitkisel üretim açısından bir sorun olarak düşünülmesinden kaynaklanmaktadır.

Poesen (1990)'a göre taş fragmentleri erozyonu malç örtüsü gibi önleyebilmektedir. Yine aynı araştırmacı oluk tabanı eğimi ile oluklar içerisinde meydana gelen yüzey akışların 9 cm çapından daha büyük taş fragmentlerin taşınmasında etkili olduğunu belirtmiştir.

Agassi ve Levy (1991), yaptıkları bir araştırmada 5 mm kalınlığında 10x10 mm ve 50x50 mm boyutlarında amyant-çimento karışımından yapılan yapay taş plakaları toprak yüzeyine % 0, 25 ve 50 oranlarında sermişler ve 21-45 mm/saat yapay yağış uygulamışlardır. Araştırmacılar taş örtü miktarının arttıkça infiltrasyonu arttırdığını, erozyonu ise azalttığını ayrıca taş örtü boyutlarının erozyon ve infiltrasyon üzerinde etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Chow vd. (1992), Kanada New Brunswick bölgesinde taş örtü ve tanık konularında toprak kaybı, yüzey akış ve patates verimi arasındaki ilişkileri incelemek için bir deneme yürütmüşlerdir. Deneme sonuçlarına göre patates hasat edilirken tanık konuda % 38, taş örtü konularında ise % 17 oranında zarar görmüştür. Yüzey akış tanık konuda taş örtü konusuna göre 1.5-3, toprak kayıpları da 1.5-2 kat daha fazla meydana gelmiştir.

Benkobi vd. (1993)'de laboratuvarında yapay yağmurlama koşulları altında toprak yüzeyine % 0, 25, 50, 75 ve 100 oranlarında saman malçı, taş örtüsü ve malç-taş örtü karışımlarını verdikten sonra 100 mm/saat yapay yağış uygulamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre taş örtüsünün ve malçın karıştırıldığı konularda erozyonun etkili olarak azaldığını saptamışlardır.

Wesemael vd. (1996), laboratuvarında yapay yağış koşulları altında toprak nemi ile taş örtüsünün boyut ve oranlarının yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmada 70 mm/saat yağış uygulamışlardır. Araştırma sonuçlarına göre küçük boyutlu taş örtüsü yüzey pürüzlülüğünü başlangıçta düzensiz azaltırken daha sonra da arttırdığı; büyük boyutlu taş örtüsünün ise yüzey pürüzlülüğünü düzenli olarak arttırdığı saptanmıştır.

Luce (1997), 1x1 m boyutlarında tanık, taş örtülü ve ripetlenmiş konuları içeren parsellere 3.5 saat süre ile 90 mm/saat yapay yağış uygulamıştır. Araştırmacı hidrolik iletkenliği tanık parsellerde 0-4 mm/saat, taş örtülü ve ripetlenmiş parsellerde ise 20-40

mm/saat olarak saptamış ayrıca hidrolik iletkenlikle taş örtü arasında önemli ilişkiler bulunduğunu bildirmiştir.

Figueiredo vd. (1998), altında 48 adet drenaj deliği bulunan parsellerde (612 cm²) doğal yağış koşulları altında (240 mm) taş örtüsü boyutlarının (küçük, orta, büyük), şekillerinin (daire, dikdörtgen), konumunun (yüzeyde, yarı gömülü, gömülü) ve oranlarının (% 0, 17, 30, 66) infiltrasyon, yüzey akış, yıkanma ve sıçrama ile meydana gelen toprak kayıpları üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre taş örtüsü infiltrasyonu arttırırken yüzey akışlar ile yıkanma ve sıçramayla meydana gelen toprak kayıplarını azaltmıştır.

Tarla kapasitesi ve hava kurusu koşullarında olmak üzere tınlı bünyeli bir toprakta taş örtüsünün erozyona olan etkilerini saptamak amacıyla yürütülen bir çalışmada, taş örtüsünün erozyonu önemli derecede azalttığı ayrıca tarla kapasitesi koşulunda meydana gelen erozyonun hava kurusu koşulunda meydana gelen erozyondan % 20-65 daha az olduğu saptanmıştır (Poesen vd., 1999).

Taş örtüsünün erozyonla olan ilişkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmaların sayısı ülkemizde de oldukça azdır.

Taysun (1986), laboratuvar koşullarında 30x45x15 cm boyutlarında ve % 9 eğime yerleştirilen erozyon parselleri üzerine % 33, 66, 100 oranında 2-3 cm çaplarında taş örtüsü; 150, 300 ve 450 gr/m² saman malçı; 15, 30 ve 45 gr/m² PVA (2 lt saf suda eritilmiş) uygulamıştır. Araştırma sonuçlarına göre saman malçı ve PVA, % 33 ve 66 taş örtüsü oranlarına göre daha etkili olduğu ancak % 100 taş örtü oranının da oldukça etkili olduğu saptanmıştır.

Taysun vd. (1996), Ege Bölgesinde toprakların aşınabilirliğini saptamak üzere bilgisayar kontrollü Veejet 80100 tipi püskürtücülü yapay yağmurlayıcı ile arazide hazırlanan 1.70x7.30 m boyutlarındaki parsellere yapay yağış uygulamışlardır. Yağışlar 60 dakika kuru yağış, 30 dakika aradan sonra 30 dakika nemli yağış şeklinde uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre taş örtüsü arttıkça toprak kaybı azalmıştır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma materyali olarak Kireçsiz Kahverengi Orman Toprak Grubu'na ait bir adet toprak örneği yapay yağmurlama denemesinde kullanılmıştır. Bu toprak örneğinde (0-30 cm) bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Laboratuvara getirilen toprak örneği serilerek hava kurusu haline gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutulan toprak örneğinden 1.5-2 kg kısım alınarak tokmakla ezilmiş ve fiziksel ve kimyasal analizler için bir kısmı 2 mm'lik elekten, bir

kısmı da erozyon denemesi için 8 mm'lik elekten elenmiştir. Ayrıca toprak örneğinden 200-300 gr örnekler alınarak agregat analizinde kullanılmıştır (Black, 1965).

Toprak örneğinde sırasıyla iskelet %'si (Soil Survey Staff, 1951), bünye (Bouyoucos, 1962), kil oranı ve mil oranı (Neal, 1938), tarla kapasitesi, pH, elektriki geçirgenlik, su ile doymuşluk (U.S. Salinity Lab. Staff, 1954), dispersiyon oranı (Middleton, 1930), erozyon oranı (Akalan, 1967), kireç (%) (Çağlar, 1949), toplam tuz (%) (Soil Survey Staff, 1951), kation değişim kapasitesi (Jackson, 1958), organik madde (%) (Black, 1965; Kovancı, 1964), analizleri yapılmıştır. Ayrıca laboratuvar koşullarında yapay yağmurlayıcı (Veejet 80100 tipi püskürtücülü) (Bubenzer ve Meyer, 1965; Taysun, 1986) ve 50x100x15 cm boyutlarında, altında drenaj delikleri bulunan bir erozyon kabı (Abraham ve Rickson, 1989; Grill vd, 1989) kullanılmıştır.

Erozyon kabı 7 cm kum ile doldurulduktan sonra üzerine metal (altı delikli) taban yerleştirilmiş daha sonra tülbent serilmiş ve 5 cm kalınlıkta 8 mm elekten elenmiş toprakla doldurulmuştur. Bu işlemlerden sonra toprak yüzeyine 1-2.5; 2.5-5; 5-10; 10-15 cm çapta ve parsel yüzeyinin % 0, 25, 50 ve 100'nü örtecek şekilde taş örtü yerleştirilmiştir. Her parselde 1 saat sürede 6.5 cm/saat yapay yağış (Kuru Yağış) ve 30 dakika aradan sonra 30 dakika sürede tekrar 6.5 cm/saat yapay yağış (Nemli Yağış) uygulanmıştır. Yağış uygulamasında her 10 dakikada bir yüzey akış ve sediment örneği alınmış ve sediment çöktükten sonra yüzey akış suları sifonlanarak miktarları kaydedilmiştir. Sediment miktarında cam behere aktarılıp etüvde kurutularak tartılmış ve kaydedilmiştir. Daha sonra bu çalışmada değerlendirilen toplam yüzey akış ve toplam toprak kayıpları hesaplanmıştır (Taysun, 1986). Araştırmaya ilişkin sonuçlar da Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme parsellerinden elde edilen toplam yüzey akış ve toprak kayıpları (Yönter, 2001).

Taş Çapı (cm)	Örtü Oranı (%)	Kuru Yağış		Nemli Yağış		Toplam Yağış	
		Yüzey Akış (lt/m ²)	Toprak Kaybı (g/m ²)	Yüzey Akış (lt/m ²)	Toprak Kaybı (g/m ²)	Yüzey Akış (lt/m ²)	Toprak Kaybı (g/m ²)
Tanık	-	35.60	233	25.17	251	60.77	484
1-2.5	25	26.70	125	23.18	135	49.88	260
	50	32.74	100	24.50	72	57.24	172
	100	25.72	14	20.09	6	45.81	20
2.5-5	25	30.98	146	23.60	123	54.58	269
	50	30.27	113	25.06	100	55.33	213
	100	11.16	8	14.91	6	26.07	14
5-10	25	28.84	149	24.11	136	52.95	285
	50	19.66	75	21.01	87	40.67	162
	100	10.12	13	12.80	10	22.92	23
10-15	25	32.30	220	24.56	199	56.86	419
	50	25.63	124	20.92	126	46.55	250
	100	8.32	9	13.48	11	21.80	20

Bulgular ve Tartışma

Toprak örneğine ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 2’de, suya dayanıklı agregat analizinin sonuçları ise Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 2. Araştırmada kullanılan toprak örneğine ait bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları.

pH	Total tuz (%)	İskelet (%)	Kireç (%)	Org. Mad. (%)	Kum (%)	Kil (%)	Mil (%)	Bünye
7.34	<0.0030	2.70	1.81	0.103	60.40	16.00	23.60	Kumlu Tın

Çizelge 2’in devamı

Kil Oranı (%)	Süs. (%)	Disp. (%)	Agr. mil+kil (%)	Disp. Oranı (%)	1/3 Atm. %’si	Erozyon Oranı (%)	Agr. Stab (%)	KDK (me/100g)
5.25	22.52	43.80	48.58	51.42	20.94	67.30	21.64	19.80

Çizelge 2’ e göre, toprak örneği nötr tepkimelidir ve herhangi bir tuzluluk sorunu yoktur. İskelet yüzdesi oldukça düşük olan toprağın kireç seviyesi fakir, organik maddesi düşüktür. Kumlu tınlı bünyeli toprak örneğinin mil oranı $1.48 < 2.5$ olduğundan toprak erozyona karşı hassastır. Süspansiyon yüzdesi ve dispersiyon yüzdesi etkisiyle dispersiyon oranı ($51.42 > 15$) yüksek olan toprak örneğinin

agregatlaşmış mil + kil %'si düşük, erozyon oranı ise yüksektir (63.70 > 10). Bu nedenle toprak örneği erozyona karşı dayanıksızdır (Akalan, 1967). Kumlu tınlı bünyeli toprak örneğinin aşınabilirliği kuvvetli-orta, taşınabilirliği ise az-orta arasındadır (Jung, 1962; Taysun, 1989). Toprak fiziksel özelliklerinden olan agregat stabilitesi erozyon üzerinde önemli etkilere sahiptir. Bu konuda da çok sayıda araştırma yapılmıştır (Saatçı ve Taysun, 1979, 1980; Taysun, 1986). Toprak örneğinin agregat stabilitesi sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge 3'e göre suya dayanıklı agregatların oranı %17.56'dır. Suya dayanıklı agregatların % 16.14'ü 2-0.2 mm, % 1.42'si ise 8-2 mm çaplı eleklerde kalmış, % 82.44'ü ise eleklerden uzaklaşmıştır. Bu sonuçlara göre toprak örneğinin su erozyonuna karşı direnci oldukça azdır.

Çizelge 3. Araştırmada kullanılan toprak örneğine ait suya dayanıklı agregat + primer tanecikler ile suya dayanıklı agregatların dağılımı.

Elek Çapı (mm)	Suya Dayanıklı Agr. + Prm Tanecikler (%)	Primer Tanecikler (%)	Suya Dayanıklı Agregatlar (%)
8-5	1.10	0.48	0.62
5-3.15	1.78	1.32	0.46
3.15-2	1.22	0.88	0.34
2-1	5.72	2.94	2.78
1-0.2	26.58	13.22	13.36
Toplam	36.40	18.84	17.56

Araştırma sonuçlarına göre, taş oranlarının toplam yüzey akış ve toplam toprak kayıpları ilişki denklemleri Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir. Çizelge 1'de taş örtü çapının ve örtü oranının yüzey akışlar üzerinde tanığa göre azaltıcı yönde etkili olduğu görülmektedir. 1-2.5 cm ve 2.5-5 cm çaplı % 50 örtülü parsellerde yüzey akış % 25 ve 100 örtü parseline göre yüksek saptanmıştır. Diğer taş örtü çapı ve örtü oranlarında ise taş örtü %'i arttıkça yüzey akışlar azalmıştır. Koon'a göre toprak yüzeyinde bulunan taş örtüsü infiltrasyonu artırırken, bunun yanında taş örtüsünün de uygun çapta olması gerekmektedir (Agassi, 1995). 1-2.5 ile 2.5-5 cm çaplı taşların yağış enerjisini kırarken aralarındaki infiltrasyon alanlarının, 5-10 ve 10-15 cm çaplı taşlara göre daha az olmasına sebep olmaktadır (Taysun, 1986). 5-10 ve 10-15 cm çaplı taş örtüde, örtü oranı arttıkça yüzey akışta azalma görülürken toprak kaybındaki oransal azalma çok daha fazladır (Benkobi vd, 1993; Lima, 1991; Taysun, 1986; Taysun vd, 1996). Çizelge 1'de toprak kayıpları tanığa göre 1-2.5 cm çaplı taş örtüde

1.9-24.2 kat, 2.5-5 cm çaplı taş örtüde 1.8-34.6 kat, 5-10 cm çaplı taş örtüde 1.7-21 kat ve 10-15 cm çaplı taş örtüde 1.2-24.2 kat azalmıştır.

Toplam yüzey akışta taş örtü oranları arasında elde edilen ilişki denklemleri

$$Y_1 = -0.1206 X_1 + 58,70 \quad R^2 = 0.5717 \quad (1)$$

$$Y_1 = -0.0038 X_2^2 + 0.0544 X_2 + 59.363 \quad R^2 = 0.9671 \quad (2)$$

$$Y_1 = -0.3855 X_3 + 61.192 \quad R^2 = 0.9954 \quad (3)$$

$$Y_1 = -0.4037 X_4 + 64.156 \quad R^2 = 0.9676 \quad (4)$$

Burada;

$$Y_1 = \text{Yüzey akış (lt/m}^2\text{)}$$

$$X_1 = 1\text{-}2.5 \text{ cm çaplı taş örtü (\%)}$$

$$X_2 = 2.5\text{-}5 \text{ cm çaplı taş örtü (\%)}$$

$$X_3 = 5\text{-}10 \text{ cm çaplı taş örtü (\%)}$$

$$X_4 = 10\text{-}15 \text{ cm çaplı taş örtü (\%)} \text{ oranıdır.}$$

Toplam toprak kaybı ile taş örtü oranları arasında elde edilen denklemler şöyledir:

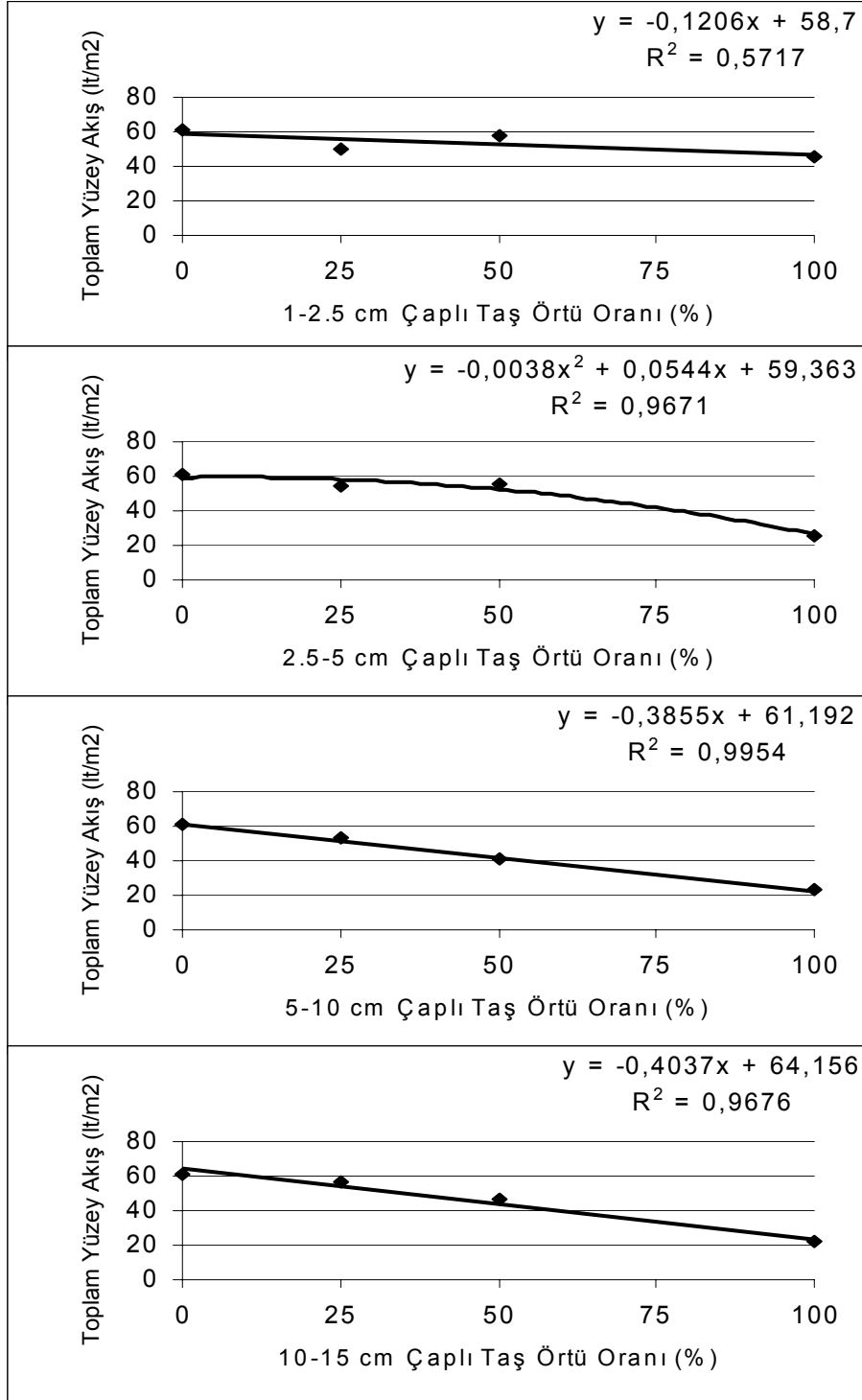
$$Y_2 = 0.039 X_1^2 - 8.3985 X_1 + 473.53 \quad R^2 = 0.9881 \quad (5)$$

$$Y_2 = 0.0247 X_2^2 - 6.9604 X_2 + 468.62 \quad R^2 = 0.9742 \quad (6)$$

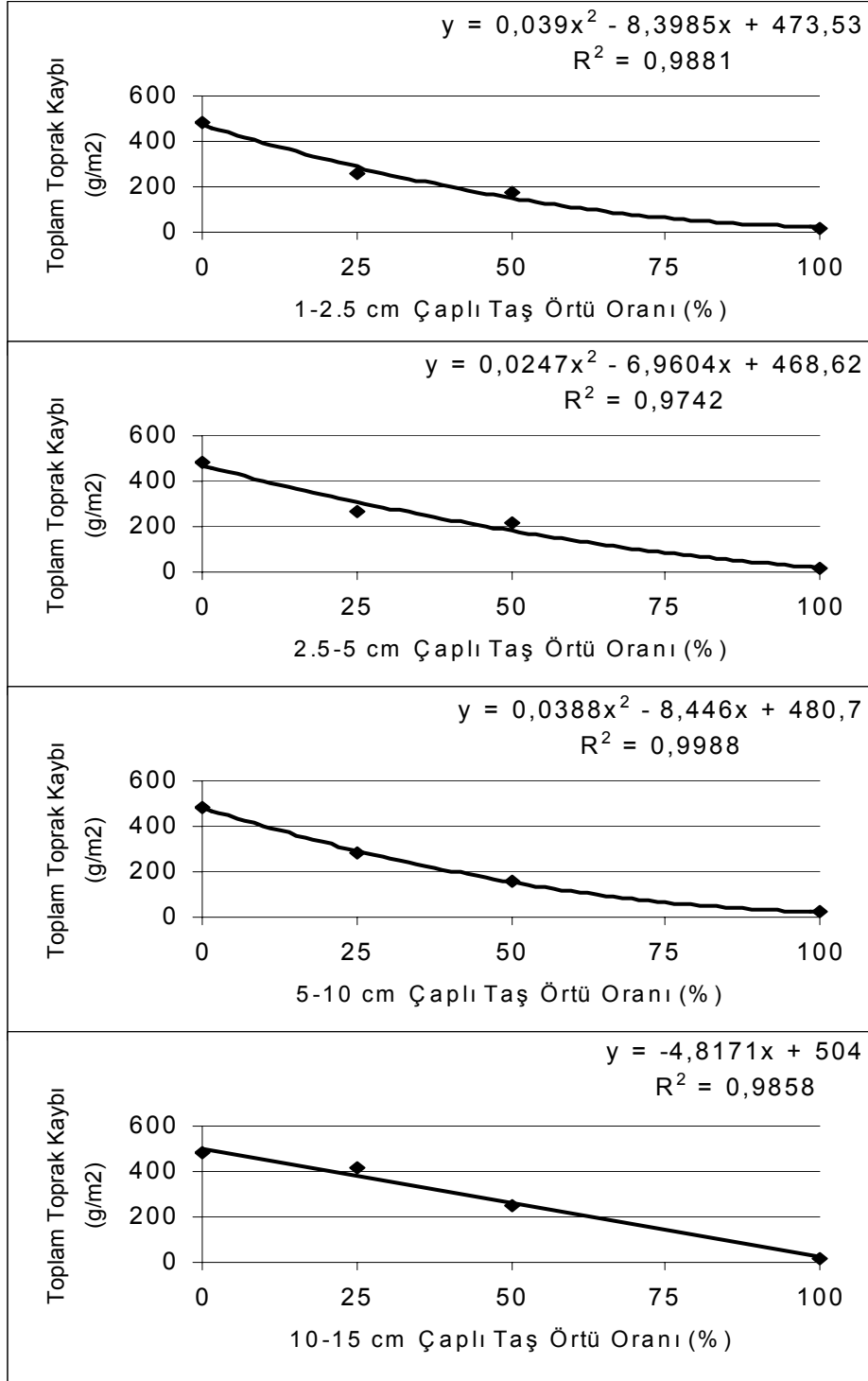
$$Y_2 = 0.0388 X_3^2 - 8.446 X_3 + 480.70 \quad R^2 = 0.9988 \quad (7)$$

$$Y_2 = -4.8171 X_4 + 504 \quad R^2 = 0.9858 \quad (8)$$

Burada $Y_2 = \text{Toprak kaybıdır (g/m}^2\text{)}$.



Şekil 1. Taş örtü oranının toplam yüzey akışlara etkileri



Şekil 2. Taş örtü oranının toplam toprak kayıplarına etkileri

Çizelge 3'e göre genel olarak toplam toprak kayıpları tanığa göre 1-35 kat azalmıştır. Buna benzer sonuçlar bazı araştırmacılar tarafından elde edilmiştir (Benkobi vd, 1993; Chow vd, 1992). Araştırmada % 100 taş örtü oranı bütün taş çaplarında en etkili konu olarak saptanmıştır. Taysun (1986), yapmış olduğu bir araştırmada % 100 taş örtü oranının toprak kayıplarını azaltmada etkisinin yüksek olduğunu bulmuştur. Yapılan bir başka araştırmaya göre taş örtü oranı % 20 den fazla olan yüzeylerde erozyon azalmaktadır (Bunte ve Poesen, 1993). Yüzey akış ve toprak kaybı ve infiltrasyon üzerinde taş örtü oranının yanı sıra taşın boyutları ve konumları da etkili olmaktadır (Agassi ve Levy, 1991; Benkobi vd, 1993; Chow ve Rees, 1995; Figueiredo vd, 1998; Mollenhauer vd, 1996).

Sonuç olarak toprak yüzeyinde bulunan taş örtüsü toprak yüzeyini malç gibi örterek su erozyonuna karşı koruyabilmektedir. Ancak çiftçiler yüzeydeki taş örtüyü uzaklaştırarak su erozyonunu hızlandırmaktadır. Özellikle eğimli arazilerdeki çok yıllık plantasyonlarda, bitkiler arasındaki erozyon etkisine açık alanların korunmasında çok etkili olabilir. Yüzeydeki taşlara sahip arazide taş örtününün uzaklaştırılması ek bir iş gücü, zaman ve maliyete gereksinim duyar (Ferhatoğlu, 1982; Uçar, 1984). Bu nedenlerden dolayı uygun çap ve oranlarda taş örtüsü erozyonu önlemede kullanılabilir.

Özet

Bu çalışmada, laboratuvar koşullarında yapay yağmurlayıcı kullanılarak taş örtünün erozyona olan etkileri saptanmıştır. 50x100x15 cm boyutlarında olan erozyon parseline 7 cm kum, 5 cm elenmiş toprak konularak yüzeye farklı çaplarda (1-2.5; 2.5-5; 5-10; 10-15 cm) ve farklı oranda (% 25, 50, 100) taş örtü yerleştirilmiştir.

Araştırmada 6.5 cm/saat intensitede yağış uygulanmıştır. En yüksek yüzey akış tanık parselde (60.77 lt/m²), en düşük yüzey akış 10-15 cm, % 100 taş örtü parselinde saptanmıştır (20.80 lt/m²). En yüksek toprak kaybı tanık parselde (484 g/m²), en düşük toprak kaybı 2.5-5 cm, % 100 taş örtü parselinde (14 g/m²) saptanmıştır. Elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda, taş örtüsünün özellikle toprak kaybı üzerine olan azaltıcı etkileri çok fazla bulunmuştur.

Anahtar sözcükler: Taş örtü, yüzey akış, toprak kaybı, su erozyonu, yapay yağmurlayıcı

Kaynaklar

- Abraham, Y.B., Rickson, R.J., 1989. The Effectiveness of Stubble Mulching in Soil Erosion Control. Soil Erosion Protection Measures in Europe Soil Technology Series, 1, 115-126.
- Agassi, M. and Levy, G.J., 1991. Stone –Cover and Rain Intensity: Effects on Infiltration, Erosion and Water Splash. Soil Erosion Res. Station, Rupin Institute, P.O. Emeq-Hefer, Israel.

- Agassi, M., 1995. Soil Erosion, Conservation and Rehabilitation. Soil Erosion Research Station Soil Conservation and Drainage Division Ministry of Agriculture Emeq-Hafer, Israel.
- Akalan, İ., 1967. Toprak Fiziksel Özellikleri ve Erozyon. Ankara Üniv. Ziraat Fak.Yıllığı, (3-4): 490-503, Ankara.
- Benkobi, L., Trlica, M.J. and Smith, J.L., 1993. Soil Loss as Affected by Different Combinations of Surface Litter and Rock. *Journal of Environmental Quality*, 22 (4): 657-661.
- Black, C.A., 1957. Soil-Plant Relationships. John Wiley and Sons Inc., New York.
- Black, C.A., 1965. Methods of Soil Analysis. Part 1-2; Amer. Soc. of Agr. Inc., Publisher Madison, USA.
- Bouyoucos, G.J., 1962. Hydrometer Method Improved for Making Particle Size Analysis of Soil. *Agr. Jour.*, 54: 464-465.
- Bubbenzer, G.D. and Meyer, L.D., 1965. Simulation of Rainfall and Soils for Laboratory Research. *Trans. ASAE.*, 8: 73-75.
- Bunte, K. and Poesen, J., 1993. Effects of Rock Fragment Covers on Erosion and Transport of Noncohesive Sediment by Shallow Overland Flow. *Water Resources Research*, 29(5): 1415-1424. *Soil and Fert. Abs. Vol: 56, 1993.*
- Byran, R.B., 1969. The Relative Erodibility of Soils Developed in The Peak District of Derbyshire. *Geogr. Abs. 51 A, 3: 145-159.*
- Chow, T.L., Rees, H.W. and Moodie, R.L., 1992. Effects of Stone Removal and Stone Crushing on Soil Properties, Erosion and Potato Quality. *Soil Sci.*, 183 (3): 242-249. *Soil and Fert. Abs. Vol: 55, 1992.*
- Chow, T.L. and Rees, H.W., 1995. Effects of Coarse Fragment Content and Size on Soil Erosion Under Simulated Rainfall. *Canadian Journal of Soil Sci.*, 75 (2): 227-232. *Soil and Fert. Abs. Vol: 55, 1992.*
- Çağlar, K.Ö., 1949. Toprak Bilgisi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayın No: 10, Ankara.
- Ferhatoğlu, H., 1982. Urfa Yöresinde Taşlı Arazilerin Taşlardan Temizlenme Maliyetleri. Köy İşleri Bakanlığı Urfa Bölge Toprak Araştırma Ens. Müd. Yayın No: 6.
- Figueiredo, T. De., Poesen, J. and Auerswald, K., 1998. Effects of Surface Rock Fragments Characteristics on Interrill Runoff and erosion of a Silty-Loam Soil. *Soil and Tillage Research*, 46: 1-2, 81-95, 28 ref. *CAB Abs, 1998-1999.*
- Grill, J.J., Canler, J.P. and Carsouille, J., 1989. The Benefit of Permanent Grass and Mulching for Limiting. Runoff and Erosion in Vineyards. Experimentations Using Rainfall Simulations in the Beaujolais. *Soil Erosion Protection Measures in Europe. Soil Technology Series, 1, 157-166.*
- Jackson, M.L., 1958. *Soil Chemical Analysis.* Prentice Hall. Inc., Engle Wood Cliff, New Jersey.
- Jung, L., 1962. Soil Particle Size Distribution on Eroded Slopes. *Int. Assoc. Scient. Hydrol., Commission of Land Erosion (Assembly of Bari), 59: 105-113.*
- Kovancı, İ., 1964. İzmir Bölgesi Topraklarının Humus Durumu ve C/N Münasebetleri Üzerinde Araştırmalar (Doçentlik Tezi).
- Luce, C.H., 1997. Effectiveness of Road Ripping in Restoring Infiltration Capacity of Forest Road. *Restoration Ecology*, 5: 2265-271, 29 ref.
- Middleton, H.E., 1930. Properties of Soil Which Influence Soil Erosion. *USDA Tech. Bul. No: 178.*

- Mollenhauer, W.C. and Long, D.C.,1964. Influence of Rainfall Energy on Soil Loss and İnfiltration Rates: I. Effect Over a Range of Texture. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 28: 813-817.
- Mollenhauer, W.C. and Long, D.C., 1964. Influence of Rainfall Energy on Soil Loss and İnfiltration Rates: I. Effect Over a Range of Texture. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 28: 813-817.
- Neal, J.H. 1938. The Effect of The Degree of Slope and Rainfall Characteristics on Runoff and Soil Erosion. Agr. Exp. St. Res. Bul., No: 280.
- Poesen, J., 1990. Conditions for The Evalation of Rock Fragments from Cultivated Upland Areas During Rain Storms. Wallingford, Oxon. Ox 108 BB, UK; IAHS Press, Institute of Hydrology IAHS Publication, No: 189, 145-160, ISBN, 0-947571-37-x, 31 ref, In Erosion Transport and Deposition Processes (Proceeding of The Jerusalem Workshop, Marc-April, 1987). Soil and Fert. Abs. Vol: 54, 1991.
- Poesen, J., Luna, E. De., Franca, A., Nachtergaele, J., Govers, G., 1999. Concentrated Flow Erosion Rates as Affected by Rock Fragment Cover and İntial Soil Moisture Content. Catena 36: 4, 315-329, 10 ref.
- Saatçı, F., Taysun, A., 1979. Bornova Civarındaki Rendzina Büyük Toprak Grubu Üzerinde Araştırmalar. I. Değişik Çaplı Agregat ve Primer Taneler arasındaki İlişkiler. E.Ü.Z.F. Dergisi, 16(2): 41-49.
- Satçı, F., Taysun, A., 1980. Kahverengi Orman Topraklarına ait Değişik Çaplı Suya Dayanıklı Agregat ve Primer Taneler ile Laboratuvar Şartlarında Elde Edilen Farklı Eğim, İntensite ve Yağış Süresindeki Yüzey Akış ve Taşınan Toprak Miktarları Arasındaki İlişkiler Üzerinde Araştırmalar. E.Ü.Z.F. Dergisi, Yayın No: 353.
- Soil Survey Staff, 1951. Soil Survey Manual. US. Dept. Agr. Handbook No: 18, US. Government Print Office, Washington.
- Taysun, A., 1986. Gediz Havzası'nda Rendzina Tarım Topraklarında Yapay Yağmurlayıcı Yardımıyla Taşlar, Bitki Artıkları ve Polivinilalkol'ün (PVA) Toprak Özellikleri ile Birlikte Erozyona Etkileri Üzerinde Araştırmalar. E.Ü.Z.F. Yayın No: 474.
- Taysun, A., 1989. Toprak ve Su Korunumu. E.Ü.Z.F. Teksir No:92-III.
- Taysun, A., Uysal, H., Köse, C., Mollenhauer, W.C., Frede, K., 1996. Ege Bölgesinde Toprak Aşınabilirlik Faktörünün (K) Yapay Yağmurlayıcı (Rainfall Simulator) Yardımıyla Arazi Koşullarında Saptanması. TOAG Proje No: 859.
- Taysun, A. ve Uysal, H., 1996. Türkiye'de Su Erozyonu Tehlikesi ve Tarım Arazilerinde Alınması Gereken Önlemler. E.Ü.Z.F. Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayın Bülteni, 27.
- Uçar, İ., 1984. Konya Yöresinde Taşlı Arazilerin Taşlardan Temizlenmesi Maliyetleri. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Konya Bölge Toprak Araş. Ens. Müd. Yayın No: 99.
- US. Salinity Lab. Staff, 1954. Diognosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Government Print Office, Washington.
- Wesemael, B. Van., Poesen, J., Figueiredo, T. De., Govers, G., 1996. Surface Roughness Evolation of Soils Containing Rock Fragments. Earth Surface Processes and Landforms, 21: 5, 399-411, 36 ref.
- Yönter, G., 2001. Toprak İskeletinin Yapay Yağmurlayıcı Koşulları Altında Su Erozyonuna Etkisi (Doktora Tezi).