

Toprak Yüzeysel Malçının Yüzeysel Akış ve Toprak Kayıpları Üzerine Etkisi

Ekrem Lütfi AKSAKAL

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Erzurum, (elaksakal@atauni.edu.tr)

Geliş Tarihi : 08.12.2011

Kabul Tarihi : 04.01.2012

ÖZET : Yağmur damlalarının çarpma etkisiyle toprakların strüktürel yapıları bozulmakta ve agregatlar dağılmaktadır. Tekselleşen agregatlardan serbestlenen ince fraksiyonlar gözenekleri tıkayarak kısa sürede yüzeysel akışın oluşmasına ve yüzeysel akış ile toprak ve su kaybının artmasına neden olmaktadır. Bu çalışmanın amacı, toprak yüzeyinin farklı oranlarda (%0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 ve 100) buğday samanı ile malçlanması laboratuvar şartlarında yüzeysel akış ve toprak kayıpları üzerine etkilerini belirlemektir. Araştırmada tın tekstür sınıfında 4.76 mm'den elenmiş toprak örneğinin yüzeyi farklı oranlarda buğday samanı ile malçlanarak %9 eğimde 25 mm saat⁻¹ yoğunlukta Eijkelkamp Rainfall Simulator'de 15 dakika yağışa tabi tutulmuş ve yüzeysel akışla oluşan toprak ve su kayıpları belirlenmiştir. Yağış sonrasında yüzeysel akış ile meydana gelen su ve toprak kayıp miktarları bakımından malçlama oranları arasında çok önemli düzeyde ($p<0.01$) farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Yüzeysel akış ile en fazla su kaybı 872.5 ml m⁻² ile kontrol düzeyinde (%0) meydana gelirken, malçlama oranının artmasıyla su kayıp miktarlarının düştüğü ve en düşük kaybın 275.0 ml m⁻² ile %100 malçlama düzeyinde meydana geldiği tespit edilmiştir. Malçlama oranı ile yüzeysel akışla su kaybı arasında negatif doğrusal bir ilişki ($r^2 = -0.923$) saptanmıştır. En fazla toprak kaybı 26.7 g m⁻² ile kontrol düzeyinde meydana gelirken, malçlama oranının artmasıyla toprak kayıp miktarları azalmış ve en düşük toprak kaybının 1.4 g m⁻² ile %100 malçlama düzeyinde meydana geldiği tespit edilmiştir. Malçlama oranı ile yüzeysel akışla toprak kaybı arasında negatif bir ilişki ($r^2 = -0.982$) saptanmıştır. Buğday samanı malçlamasının yüzeysel akış ile meydana gelen su ve toprak kayıplarını azaltmada çok önemli bir toprak koruma yöntemi olduğu; özellikle toprak kayıplarını azaltmada su kayıplarını azaltmaya göre oransal olarak daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Malçlama, yağmurlama, yüzeysel akış, su kaybı, toprak kaybı.

Effect of Surface Mulching on Runoff and Soil Losses

ABSTRACT : Soil structure is destroyed and soil aggregates are disturbed with raindrop impact. Disturbed soil particles close soil pores and lead soil and runoff losses. The objective of this study was to evaluate effects of wheat straw surface mulching with different doses (0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 and 100%) on reducing runoff and soil losses in laboratory conditions. A medium-textured soil sample passed through 4.76 mm sieve put into metal pans and the control and mulched samples were treated with simulated rainfall with an intensity of 25 mm h⁻¹ for 15 minutes at 9% slope using the Eijkelkamp Rainfall Simulator, and runoff and soil losses were measured. Results indicated that there were ($p<0.01$) significant differences in runoff and soil losses between the control and treated samples. The maximum runoff losses (872.5 ml m⁻²) was obtained from the control pan, it decreased with increasing mulching rate and produced the minimum (275.0 ml m⁻²) losses with 100% mulching. A significant negative linear relationship ($r^2 = -0.923$) was obtained between mulching rate and runoff losses. Similarly, the maximum soil loss (26.7 g m⁻²) was also obtained from the control pan, it decreased with increasing mulching rate and the minimum soil loss (1.4 g m⁻²) was obtained from 100% mulched pan. A significant negative correlation ($r^2 = -0.982$) was obtained between mulching rate and soil losses. Results clearly indicated that wheat straw mulching is an effective soil and water conservation practice and it is more effective controlling soil losses than runoff.

Keywords: Mulching, rainfall simulator, runoff, water loss, soil loss.

GİRİŞ

Toprak, bitkilerin büyümesi ve gelişimi için gerekli olan besin elementleri ve suyu depolaması yanında bitkiler için fiziksel ortam olarak da işlev yapmaktadır. Erozyon, toprağı oluşturduğu yerden uzaklaştırarak fiziksel özelliklerinin bozulmasına, üretkenliğinin azalmasına ve bitki besin elementlerinin kaybına neden olan en önemli degradasyon süreçlerinden biridir. Erozyon sürecinde ilk aşamada yağmur damlalarının çıplak toprak yüzeyine şiddetle çarpmasıyla agregatlar parçalanmakta, daha sonra yüzeysel akış ile toprak partikülleri taşınmaktadır.

Yüzeysel akışın temel nedeni, çıplak toprak yüzeyine yağmur damlalarının direkt olarak çarpmasıyla veya sulama sonrasında meydana gelen kaymak tabakasıdır (Agassi vd., 1981; Agassi vd., 1985; Levy vd., 1986). Kaymak tabakasının hidrolik iletkenliği, altındaki toprak tabakasınınkinden 2-3

kat daha düşüktür. Tabakanın infiltrasyon oranı yağış veya sulama yoğunluğundan daha düşük olduğu andan itibaren yüzeysel akış meydana gelmektedir (Agassi vd., 2004).

Toprak yüzeyini örtmek amacıyla kullanılan doğal veya yapay malzemelere malç adı verilmektedir. Bitkisel atıklarla malçlamanın yüzeysel toprağının organik madde içeriğini ve agregat stabilitesini artırdığı, toprak-su düzenini düzelttiği ve diğer toprak fiziksel özelliklerini geliştirerek toprak kalitesi ve üretkenliğini artırdığı bilinmektedir (Havlin vd., 1990; Lal ve Stewart, 1995; Duiker ve Lal, 1999; Mulumba ve Lal, 2008). Toprak yüzeyinin malçlanması, yüzeysel akışın kontrolü (Meyer, 1985; Mills vd., 1986; Agassi vd., 1998) ve suyun sebep olduğu toprak erozyonunun azaltılmasında uygulanan önemli bir toprak koruma metodudur (Adekalu vd., 2007; Smets vd., 2008).

Malçlama, toprak yüzeyine düşen yağmur damlalarının agregatları parçalayıcı hidrodinamik kuvvetlerini azaltarak (Adekalu vd., 2006) ve yağmur damlalarının kinetik enerjisini absorbe ederek kaymak tabakası oluşumunu azaltmakta (Schwab vd., 1993), toprağı yağışların erosif kuvvetlerine karşı korumakta (Poesen ve Lavee, 1991), ayrıca infiltrasyonu artırarak oluşan yüzeysel akışın miktarı ile hızını düşürerek toprak kaybını ve erozyonu azaltmaktadır (Ghawi ve Battikhi, 1986; Schwab vd., 1993; Rees vd., 2002; Findeling vd., 2003; Adekalu vd., 2006; Adekalu vd., 2007; Mulumba ve Lal, 2008; Blavet vd., 2009; Jordan vd., 2010).

Mastana (1988) malçlanmış parsellerde oluşan yüzeysel akışın malçlanmamış parsellere oranla %45 daha az olduğunu bildirmektedir (Bhatt ve Khera, 2006). Wischmeier (1984) toprak yüzeyinin %90 oranında malçlanarak örtülmesinin erozyonu %93 azalttığını belirtmektedir. Bernett vd. (1967) yaptıkları çalışmalarında malçlanmamış deneme parsellerine uyguladıkları yağışın %38'inin yüzeysel akışa geçerken 5.05 ton/da toprak kaybının meydana geldiğini belirlemişlerdir. Farklı oranlarda malçlamalar sonrasında ise ortalama olarak %17 yüzeysel akış oluşurken toprak kaybının 0.85 ton/da'a düştüğünü belirlemişlerdir. Yağmurlama araştırmalarında malç ile toprak yüzeyini kaplama oranı arttıkça yüzeysel akış ve toprak kayıplarının azaldığı vurgulanmaktadır (Osunbitan ve Adekalu, 1997; Osunbitan ve Adekalu, 2000; Adekalu vd., 2006; Adekalu vd., 2007). Rees vd. (1999), 2.25 ton/ha kadar düşük dozda malçlamanın bile topraktan NO₃-N, alınabilir P, K, Ca ve Mg kayıplarını azalttığını bildirilmektedirler.

Bu çalışmanın amacı; toprak yüzeyinin farklı oranlarda (%0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 ve 100) buğday samanı ile malçlanmasının yüzeysel akışla meydana gelen toprak ve su kayıpları üzerine etkisini belirlemektir.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada, kollüviyal materyal üzerinde oluşmuş, A(C) profilli Aridisol ordosu Calciorthid büyük toprak grubuna ait alandan 0-20 cm'lik işleme katmanından alınan 4.76 mm'den elenmiş toprak örneği kullanılmıştır. Ayrıca, 2 mm'lik elekten geçirilmiş alt örneklerde toprağın temel fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir.

Araştırma toprağının tekstürü Bouyoucos hidrometre yöntemiyle (Gee ve Bauder, 1986), kaba iskelet fraksiyonu Tinsley (1970)'e göre, pH 1:2.5'lük toprak-su süspansiyonunda cam elektrotlu pH metre ile (McLean, 1982), kireç içeriği Scheibler

* Damlaların düşme yüksekliği ortalama 400 mm, damlaların çapı 5.9 mm, damlaların kütlesi 0.106 g, kapillar yağmurlayıcı sayısı 49, serbest boşalım durumundaki sağanak yağışın enerjisi 4 J m⁻² mm⁻¹ ve serbest boşalım durumundaki sağanak yağışın toplam enerjisi 72 J m⁻²'dir.

Kalsimetresi ile volümetrik olarak (Nelson, 1982), organik madde içeriği Smith-Weldon yöntemiyle (Nelson ve Sommers, 1982), katyon değişim kapasitesi örneklerde sodyum asetatla (1 N, pH = 8.2) sodyum adsorpsiyonu sağlandıktan sonra, amonyum asetatla (1N, pH=7.0) ekstrakte edilen solusyonlarda Na miktarı ICP OES (Optima 2100 DV Perkin Elmer) spektrofotometresinde okunmak suretiyle (Rhoades, 1982a), elektriksel iletkenlik saturasyon macunlarından elde edilen ekstraksiyon süzüklerinde elektriki kondüktivite aleti ile (Rhoades, 1982b), hacim ağırlığı kesek yöntemiyle (Blake ve Hartge, 1986), tarla kapasitesi ve solma noktası sırasıyla 0.033 MPa ve 1.5 MPa tansiyon altında Cassel ve Nielson (1986)'a göre WP4 aleti kullanılarak, agregat stabilitesi Yoder tipi ıslak eleme aleti kullanılarak (Kemper ve Rosenau, 1986), dispersiyon oranı toprak örneğinin su içerisinde dispers edilmesinden önce ve sonra, 50 mikrondan daha küçük fraksiyonların hidrometre yardımıyla ölçülmesiyle (Lal, 1988), geometrik ortalama çap Rotary Eleği ile agregatlara ait çeşitli büyüklük gruplarının her birinin miktarı tayin edilerek (Kemper ve Rosenau, 1986) belirlenmiştir.

Toprak örnekleri 330 mm eninde, 330 mm boyunda ve 40 mm yüksekliğindeki yağmurlama kaplarına yerleştirildikten sonra yüzeyleri yaklaşık 2.5 cm uzunluğundaki buğday samanı ile farklı oranlarda (%0, 10, 20, 40, 60, 80 ve 100) örtülerek %9 eğimde 25 mm saat⁻¹ yoğunlukta Eijkelkamp Rainfall Simulatorede 15 dakika yağışa tabi tutularak yüzeysel akışla meydana gelen toprak ve su kayıpları belirlenmiştir.

Malçlama oranlarının yüzeysel akışla meydana gelen su ve toprak kayıpları üzerindeki etki değerlerinin belirlenmesinde ANOVA ve Duncan'ın çoklu karşılaştırma test yöntemi uygulanmıştır (SPSS, 1999).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Toprak özellikleri

Araştırmada kullanılan toprağa ait bazı fiziksel ve kimyasal özellikler Çizelge 1'de verilmiştir. Toprak "tın" tekstür sınıfına girerken, reaksiyon bakımından nötr ve kireç içeriği çok az, organik madde içeriği bakımından orta sınıfa girmektedir. Toprak kütlesi içerisinde farklı agregat büyüklüklerinin yüzde dağılımları (w_i) farklılıklar göstermektedir. Toprak içerisinde %34.2'lik oranıyla 0.42 mm'den küçük agregat fraksiyonu en fazla bulunurken, %13.0'lük oranıyla 0.42-0.84 mm agregat fraksiyonu en az bulunmaktadır. Agregat büyüklüklerinin toprak kütlesi içerisindeki nispi

oranları arasında çok önemli düzeyde ($p<0.01$) farklılıklar olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 1. Araştırma toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Parametreler	Sonuçlar
Büyük toprak gurubu	Calciorthid
Kil, %	25.4
Mekanik analiz Silt, %	29.5
Kum, %	45.1
Tekstür sınıfı	Tın
Kaba iskelet maddesi, %	16.1
pH (1:2.5 su)	7.1
EC, $\mu\text{mhos cm}^{-1}$	235
Organik madde, %	2.9
Kireç, %	0.3
KDK, cmol kg^{-1}	40.2
Hacim ağırlığı, g cm^{-3}	1.25
Tarla kapasitesi (TK), %	29.9
Solma noktası (SN), %	10.5
Agregat büyüklük (<0.42 mm)	34.2 A
Agregat büyüklük (0.42-0.84 mm)	13.0 C
dağılımı (w_i), % (0.84-2 mm)	26.1 B
(2-4.76 mm)	26.7 B
Agregat stabilitesi (<0.42 mm)	11.1 C
(AS), % (0.42-0.84 mm)	35.7 B
(0.84-2 mm)	58.8 A
(2-4.76 mm)	54.3 A
Dispersiyon oranı (DO), %	21.6
Geometrik ortalama çap, mm	1.65

Toprak örneğinde, farklı büyüklükteki agregat fraksiyonları (<0.42 , 0.42-0.84, 0.84-2 ve 2-4.76 mm) AS değerlerinin Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarına göre çok önemli düzeyde ($p<0.01$) farklılıklar gösterdiği saptanmıştır. Toprakta en yüksek AS değerleri 0.84-2 mm ile 2-4.76 mm agregat fraksiyonlarında, en düşük AS değeri 0.42 mm'den küçük fraksiyonda belirlenmiş olup, özellikle 0.42 mm'den küçük agregatlar ile 0.42 mm'den büyük fraksiyonların AS değerleri arasında çok önemli farklılıklar olduğu görülmektedir.

Yüzey akışla meydana gelen su ve toprak kayıpları

Yapay yağmurlama sonrası oluşan yüzey akışla meydana gelen su (ml m^{-2}) ve toprak kayıplarının (g m^{-2}) Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ile malçlama ile su ve toprak kayıplarında kontrole göre meydana gelen değişim oranları Çizelge 2'de verilmiştir.

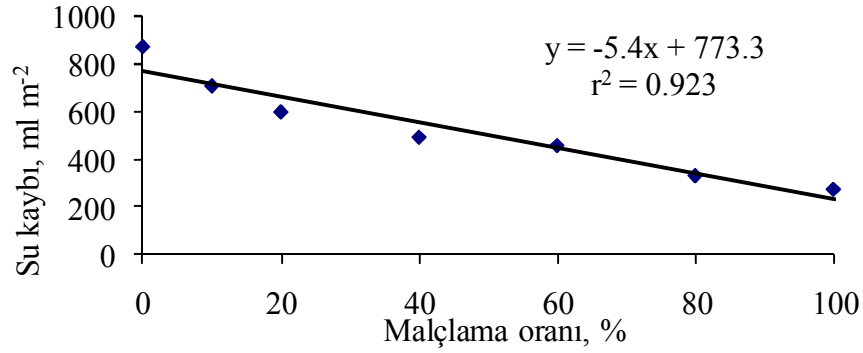
Çizelge 2. Yüzey akışla meydana gelen su (ml m^{-2}) ve toprak kayıpları (g m^{-2}) ile kontrole göre meydana gelen değişim oranları

Malçlama oranı, %	Yüzey akışla su kaybı, ml m^{-2}	Değişim, %	Yüzey akışla toprak kaybı, g m^{-2}	Değişim, %
0 (Kontrol)	872.5 A	0.0	26.7 A	0.0
10	708.5 B	-18.8	19.9 B	-25.5
20	599.5 BC	-31.3	13.2 C	-50.6
40	493.0 C	-43.5	8.4 CD	-68.5
60	458.0 CD	-47.5	3.0 DE	-88.8
80	332.0 DE	-61.9	2.3 DE	-91.4
100	275.0 E	-68.5	1.4 E	-94.8

$p<0.01$

Yüzey akışla meydana gelen su ve toprak kayıp miktarları bakımından malçlama oranları arasında çok önemli düzeyde ($p<0.01$) farklılıklar mevcuttur. Yüzey akışla en fazla su kaybı 872.5 ml m^{-2} ile kontrol düzeyinde (%0 malçlama) meydana gelirken, malçlama oranının artmasıyla su kayıp miktarları

azalmış ve en düşük kayıp 275.0 ml m^{-2} ile %100 malçlama düzeyinde meydana gelmiştir. Malçlama oranı ile yüzey akışla su kaybı arasında negatif doğrusal bir ilişki (Çizelge 2; Şekil 1) ($r^2 = -0.923$) belirlenmiştir.

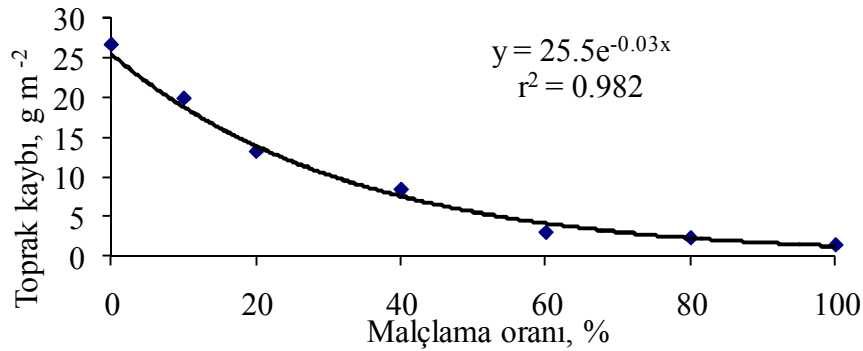


Şekil 1. Malçlama oranı ile yüzey akışla meydana gelen su kaybı arasındaki ilişki

Malçlama oranının %0 olduğu kontrol toprağında yüzey akış ile su kaybı 872.5 ml m⁻² iken %10, 20, 40, 60, 80 ve 100 malçlama oranlarında su kayıplarının kontrole göre sırasıyla %18.8, 31.3, 43.5, 47.5, 61.9 ve 68.5 oranlarında azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Yağmurlama sonucunda yüzey akışla en yüksek toprak kaybı 26.7 g m⁻² ile kontrol düzeyinde (%0 malçlama) meydana gelirken, malçlama oranının artmasıyla toprak kayıp miktarı azalmış ve en düşük kayıp 1.4 g m⁻² ile %100 malçlama düzeyinde gerçekleşmiştir. Malçlama oranı ile yüzey akışla toprak kaybı arasında negatif korelasyon (Çizelge 2; Şekil 2) ($r^2 = -0.982$) saptanmıştır. Malçlama

oranının %0 olduğu kontrol toprağında yüzey akışla toprak kaybı 26.7 g m⁻² iken %10, 20, 40, 60, 80 ve 100 malçlama oranlarında toprak kayıplarının kontrole göre sırasıyla %25.5, 50.6, 68.5, 88.8, 91.4 ve 94.8 azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 2). Adekalu vd., (2007) yaptıkları çalışmalarında yüzey akış ve toprak kaybının malç miktarı arttıkça azaldığını saptamışlardır. Ayrıca; örtü oranı arttıkça yüzey akışta azalma görülürken toprak kaybındaki oransal azalmanın çok daha fazla olduğu belirtilmektedir (Taysun, 1986; Benkobi vd, 1993; Yönter ve Taysun 2004).



Şekil 2. Malçlama oranı ile yüzey akışla meydana gelen toprak kaybı arasındaki ilişki

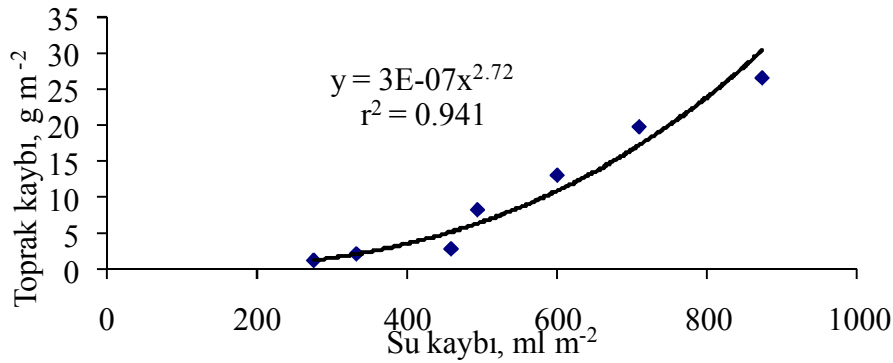
Yağmur damlası toprak yüzeyine vurduğu anda, damlacık içindeki yüksek basınç ve sahip olduğu kinetik enerji yüzeye aktarılır; daha sonra, parçalara ayrılan su zerrelere yatay jetler halinde radyal olarak sıçarlar ve yüzey akışı başlatırlar. Bu sıçrama anında, her bir su zerresi, topraktan bir parça koparır ve toprak parçalanması meydana gelir (Samray, 2006). Anız örtü veya malç, toprağı yağmur damlalarının direkt etkisinden korumakta, toprağın sıçratılmasına ve sürüklenmesine engel

olmaktadır. Yağışın toprağı infiltrasyonunu artırarak yüzey akışın oluşmasını engellemekte veya geciktirmektedir. Ayrıca, oluşan yüzey akışın miktar ve hızını azaltarak kinetik enerjisini kırmaktadır (Kara ve Sezer, 1992). Taysun ve Çengel (1987) laboratuvar koşullarında yürüttükleri çalışma sonucuna göre dekara 450 kg malçın erozyonu yok denecek kadar azalttığını belirlemişlerdir.

Yüzey akış sonrasındaki su kaybı ile toprak kaybı arasında pozitif korelasyon (Şekil 3) ($p < 0.01$;

$r^2 = 0.941$) tespit edilmiştir. Yüzeş akış miktarının artması ile daha fazla su kaybının meydana geldiği ve artan yüzeş akış ile su kaybının da daha fazla toprak kaybına neden olduğu belirlenmiştir. Kılıç ve Yönter (2005) toprak kaybı miktarında meydana

gelen değişimlerin yüzeş akış miktarına bağlı olduğunu ve toprak kaybı ile yüzeş akış miktarı arasında önemli düzeyde bir ilişkinin bulunduğu belirtilmektedir.



Şekil 3. Su kaybı ile yüzeş akışla meydana gelen toprak kaybı arasındaki ilişki

Farklı oranlarda malçlama, yüzeş akış ile su kaybı miktarlarını kontrole göre sırasıyla %18.8, 31.3, 43.5, 47.5, 61.9 ve 68.5 oranlarında azaltırken, toprak kaybı miktarlarını %25.5, 50.6, 68.5, 88.8, 91.4 ve 94.8 oranlarında azaltmıştır (Çizelge 2). Her bir malçlama dozunun toprak kaybını azaltmadaki oransal etkisinin su kaybını azaltmadaki etkisinden daha fazla olduğu ve toprak kayıplarını azaltmada su kayıplarını azaltmaya göre oransal olarak daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Geren ve Yönter (2007) farklı örtü oranlarına (%0, 25, 50, 100) sahip beş değişik serin iklim çim buğdaygiline yüzeş akış ve toprak kayıplarını inceledikleri çalışmalarında, farklı örtü oranlarında ortalama olarak yüzeş akışın %25 ile %69 arasında, toprak kayıplarının ise %92 ile %98 arasında azaldığını belirtmektedirler.

SONUÇ

Bu araştırmanın sonuçları; toprak yüzeyinin buğday samanı ile örtülerek malçlanmasının yüzeş akış ile meydana gelen su ve toprak kayıp miktarlarını azaltmada çok önemli düzeyde ($p < 0.01$) etkili olduğunu göstermektedir. Meydana gelen su kayıpları ile malçlama oranı arasında çok önemli düzeyde negatif ilişki olduğu ve malçlama oranının artışı ile su kaybının doğrusal olarak azaldığı belirlenmiştir. Malçlama oranı ile toprak kayıpları arasında da çok önemli düzeyde negatif üstel bir ilişki olduğu ve malçlama oranının artışı ile toprak kayıplarının azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca, yüzeş akış sonrasında meydana gelen su kaybı ile toprak kaybı arasında pozitif bir ilişki olduğu ve artan su

kaybına paralel olarak toprak kaybının da arttığı belirlenmiştir. Buğday samanı malçlamasının yüzeş akış ile meydana gelen su ve toprak kayıplarını azaltmada çok önemli bir toprak koruma önemi olduğu; özellikle toprak kayıplarını azaltmada su kayıplarını azaltmaya göre oransal olarak daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Adekalu, K.O., Okunade, D.A., Osunbitan, J.A., 2006. Compaction and mulching effects on soil loss and runoff from two southwestern Nigeria agricultural soils. *Geoderma*, 137: 226-230.
- Adekalu, K.O., Olorunfemi, I.A., Osunbitan, J.A., 2007. Grass mulching effect on infiltration, surface runoff and soil loss of three agricultural soils in Nigeria. *Bioresource Tech*, 98: 912-917.
- Agassi, M., Hadas, A., Benyamini, Y., Levy, G.J., Kautsky, L., Avrahamov, L., Zhevelev, L., 1998. Mulching effect of composted municipal solid wastes on water percolation and rate of compost degradation. *Compost Sci. Util.*, 6: 34-41.
- Agassi, M., Levy, G.J., Hadas, A., Benyamini, Y., Zhevelev, H., Fizik, E., Gotessman, M., Sasson, N., 2004. Mulching with composted municipal solid wastes in Central Negev, Israel: I. effects on minimizing rainwater losses and on hazards to the environment. *Soil Till Res.*, 78: 103-113.
- Agassi, M., Morin, J., Shainberg, I., 1985. Effect of raindrop impact energy and water salinity on infiltration rates of sodic soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 49: 186-190.
- Agassi, M., Shainberg, I., Morin, J., 1981. Effect of electrolyte concentration and soil sodicity on infiltration rate and crust formation. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 45: 848-851.
- Benkobi, L., Trlica, M.J., Smith, J.L., 1993. Soil loss as affected by different combinations of surface litter and rock. *Journal of Environmental Quality*, 22(4): 657-661.
- Bernett, A.P., Disketer, E.G., Richardson, E.C., 1967. Evaluation of mulching methods for erosion control on newly prepared and seeded highway back slope. *Agronomy J.*, 59: 83-85.

- Bhatt, R., Khera, K.L., 2006. Effect of tillage and mode of straw mulch application on soil erosion in the submontaneous tract of Punjab, India. *Soil Tillage Research*, 88: 107–115.
- Blake, G.R., Hartge, K.H., 1986. Bulk Density. *Methods of Soil Analysis*. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 363-375, 1188 p, Wisconsin.
- Blavet, D., De Noni, G., Le Bissonnais, Y., Leonard, M., Maillou, L., Laurent, J.Y., Asseline, J., Leprun, J.C., Arshad, M.A., Roose, E., 2009. Effect of land use and management on the early stages of soil water erosion in French Mediterranean vineyards. *Soil Till Res.*, 106: 124–136.
- Cassel, D.K., Nielsen, D.R., 1986. Field Capacity and Available Water Capacity. *Methods of Soil Analysis*. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 901-926, 1188 p, Madison, Wisconsin USA.
- Duiker, S.W., Lal, R., 1999. Crop residue and tillage effects on carbon sequestration in a Luvisol in central Ohio. *Soil Till. Res.*, 52: 73–81.
- Findeling, A., Ruy, S., Scopel, E., 2003. Modeling the effects of a partial residue mulch on runoff using a physically based approach. *J. Hydrol.*, 275: 49–66.
- Gee, G.W., Bauder, J.W., 1986. Particle-Size Analysis. *Methods of Soil Analysis*. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 383-411, 1188 p, Wisconsin
- Geren, H., Yönter, G., 2007. Bazı serin iklim çim buğdaygillerinin laboratuvar koşullarında su erozyonuna etkisi üzerinde araştırmalar. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 44(2):1-15.
- Ghawi, I., Battikhi, A., 1986. Water melon production under mulch and trickle irrigation in the Jordan Valley. *Journal of Agronomy and Crop Sci.*, 157: 145–155
- Havlin, J.L., Kissel, D.E., Maddus, L.D., Claassen, M.M., Long, J.H., 1990. Crop rotation and tillage effects on soil organic carbon and nitrogen. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 54: 448–452.
- Jordan, A., Zavala, L.M., Gil, J., 2010. Effects of mulching on soil physical properties and runoff under semi-arid conditions in southern Spain. *Catena*, 81: 77-85.
- Kara, E.E., Sezer, İ., 1992. Anız yakma. *Ekoloji*, 5: 18-22.
- Kemper, W.D., Rosenau, R.C., 1986. Aggregate Stability and Size Distribution. *Methods of Soil Analysis*. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 425-442, 1188 p, Madison, Wisconsin USA.
- Kılıç, M., Yönter, G., 2005. Yağışla meydana gelen toprak kaybının yüzey akış miktarı ve yağış süresine bağlı değişiminin modellenmesi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 42(1): 97-106.
- Lal, R., 1988. *Soil Erosion Research Methods*. Soil and Water Conservation Society, Iowa-USA.
- Lal, R., Stewart, B.A., 1995. Managing soils for enhancing and sustaining agricultural production. *Soil Management: Experimental Basis for Sustainability and Environmental Quality*. CRC Lewis Publishers, Boca Raton, FL, pp. 1-9.
- Levy, G.J., Shainberg, I., Morin, J., 1986. Factors affecting the stability of soil crusts in subsequent storms. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 50: 196–201.
- Mastana, P.S., 1988. Effect of crop residue management practices on nitrogen balance in water eroded cultivated land. M.Sc. thesis, Punjab Agricultural University, Ludhiana, India.
- McLean, E.O., 1982. Soil pH and Lime Requirement. *Methods of Soil Analysis*. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 199-224, 1159 p, Madison, Wisconsin.
- Meyer, L.D., 1985. Interrill erosion rates and sediment characteristics. In: El-Swaify, S.A., Moldenhauer, W.C., Andrew, L. (Eds.), *Soil Erosion and Conservation*. Soil Conserv. Soc. Am., Ankeny, IA, pp. 167–177.
- Mills, W.C., Thomas, A.W., Langdale, G.W., 1986. Estimating soil loss probabilities for southern Piedmont cropping-tillage systems. *Trans. ASAE*, 29: 948–955.
- Mulumba, L.N., Lal, R., 2008. Mulching effects on selected soil physical properties. *Soil Tillage Res.*, 98: 106-111.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 539-579, 1159 p, Wisconsin USA.
- Nelson, R.E., 1982. Carbonate and Gypsum. *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. 2nd Edition. Agronomy No: 9. 181-197, 1159 p, Wisconsin
- Osunbitan, J.A., Adekalu, K.O., 1997. Slope and mulch cover effect on runoff and infiltration from three southwestern Nigerian soils. *J. of Agricultural Engineering Tech.*, 5: 54–61.
- Osunbitan, J.A., Adekalu, K.O., 2000. Percent mulch cover and rainfall duration effect on soil loss and runoff from three southwestern Nigerian soils. *Ife J. of Technology*, 9: 125–130.
- Poesen, J.W.A., Lavee, H., 1991. Effects of size and incorporation of synthetic mulch on runoff and sediment yield from interrills in a laboratory study with simulated rainfall. *Soil Tillage Res.*, 21: 209–223.
- Rees, H.W., Chow, T.L., Loro, P.J., Lovoie, J., Monteith, J.O., Blaauw, A., 2002. Hay mulching to reduce runoff and soil loss under intensive potato production in Northwestern New Brunswick, Canada. *Can. J. Soil Sci.*, 82: 249–258.
- Rees, H.W., Chow, T.L., Walker, D.F., Smith, O.M., 1999. Potential use of underseeded barley to increase carbon inputs to a loam soil in New Brunswick potato belt, Canada. *Can. J. Soil Sci.*, 79: 211–216.
- Rhoades, J.D., 1982a. Cation Exchange Capacity. *Methods of Soil Analysis*. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd Edition. Agronomy No: 9, 149-157, 1159 p, Wisconsin.
- Rhoades, J.D., 1982b. Soluble Salts. *Methods of Soil Analysis*. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. 2nd Edition. Agronomy No: 9, 167-179, 1159 p, Wisconsin USA.
- Samray, H., 2006. Rüzgarlı Yağış Koşullarında Eğim Yönünün Yüzey Akış Sediment Taşımını Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Anabilim Dalı, Y. Lisans Tezi, Ankara.
- Schwab, G.O., Frever, R.K., Edminster, T.W., Barnes, K.K., 1993. *Soils and Water Conservation Engineering*. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Smets, T., Poesen, J., Knapen, A., 2008. Spatial scale effects on the effectiveness of organic mulches in reducing soil erosion by water. *Earth-Science Reviews*, 89: 1-12.
- SPSS, 1999. *SPSS for Windows*, Release 10.0.5., SPSS Inc., USA.
- 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., Çengel, M., 1987. Anız yakmanın toprak özellikleri ve erozyon üzerine etkileri. *Türkiye Tabiatını Koruma Der. Barajlarımızın Yukarı Yağış Havzaları Sempozyumu*. Ankara.
- Tinsley, J., 1970. *A Manuel of Experiments for Student of Soil Science*. Department of Soil Science University of Aberdeen. p: 128. Scotland, UK.
- Wischmeier, W.H., 1984. The USLE-some reflections. *J. of Soil and Water Conservation*, 39: 105-107.
- Yönter, G., Taysun, A., 2004. Farklı çaplardaki taş örtü oranlarının yapay yağmurlayıcı koşulları altında su erozyonuna etkisi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 41(3):185-196.