

Damla (Splash) Erozyonu İle Tarımsal Topraklarda Sürüm Yöntemi Arasındaki İlişkinin Analizi

The analyses of the relationship between splash erosion and tillage practice on agricultural lands

Selahattin AKŞİT

Balıkesir Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fak., Coğrafya Bölümü, BALIKESİR-TÜRKİYE

ÖZET

Bu çalışmanın temel amacı; tarımsal topraklarda, toprağı işleme yöntemlerindeki değişime bağlı olarak damla (splash) erozyonunun gelişimindeki farklılıkları ortaya koymak ve hızlanmış erozyonu yavaşlatıcı toprak işleme yöntemini belirlemektir. Amaca yönelik olarak Acıpayam-Kumaşarı ve Gölhisar-Yusufoa çevresindeki eğimli tarım arazilerinden farklı toprak tekstürleri içeren 40x24 m'lik altı tarla seçilerek; her tarla, konturlara paralel ve dik sürüm ile sürüm yapılmadan bırakılma yöntemleri uygulanarak üçer parsel ayrıldı. Her parsel üzerine 11 cm çapında üçer adet splash kap yerleştirildi. Doğal yağmur ortamında her yağış dönemi sonunda splash kaplardaki topraklar test poşetlerinde toplanarak data oluşturuldu. Test sonuçlarıyla splash erozyonunun sürüm yöntemine göre göstermiş olduğu değişim istatistiksel olarak ortaya konuldu. Bunun yanısıra yağış şiddeti ile splash erozyonu arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak için korelasyon analizi uygulandı. Sonuç olarak; konturlara paralel ve dik sürüm yöntemleri uygulanan parseller splash erozyonu üzerinde pozitif bir etki yaparken, sürüm yapılmamış parseller splash erozyonunun en az artış gösterdiği bölümleri oluşturmaktadır.

Anahtar kelimeler: Erozyon, damla erozyonu, splash, korelasyon analizi, tarımsal topraklar

ABSTRACT

The main aim of the study; on agricultural land, to make clear the differences at developing splash erosion that depending the change of tillage practice and determine the tillage practice to slow down the accelerated erosion. In the study area, six different fields that are around Acipayam and Golhisar districts were chosen to test agricultural practices and each field was divided into three different agricultural practices; unploughed, ploughed across slope, and ploughed down slope. To measure splash erosion, 11 cm diameter nine splash cups were placed in the plots. After each natural rainfall event, to form the data the soil collected in each cup was dried using a heater at home and weighted. The relationship between the amount of splashed soil and tillage practice was determined as statistical. Simple correlation analyses were undertaken to determine the relationship between rainfall intensity and splash erosion. As a result; splash erosion was greater on ploughed than on unploughed plots

Key words: erosion, splash erosion, splash, correlation analyses, agricultural lands

1. GİRİŞ

Toprak erozyonu, “ erozyon etmenleri tarafından toprak materyallerinin aşınma ve taşınma süreci” olarak tanımlanır (Ellison 1947). Aşınma olayı yağmur damlalarının toprak yüzeyine düşmesiyle başlamaktadır. Yağmur damlasının toprak yüzeyine çarpma kuvveti ve toprağın fiziksel özellikleri toprağın parçalanarak aşınmasında önemli rol oynamakta ve erozyon süreci başlamaktadır. Daha sonra da *splash* (sıçrama) ve yüzeysel akış yoluyla aşınmış olan toprak parçacıkları taşınmaktadır. Bunlar *doğal erozyon* prosedürü içinde kabul edilir.

Akdeniz havzası içinde farklı yer ve zamanda son 4000 yıldır (Brandt & Thornes 1996) önemli bir çevresel problem olarak kabul edilen (Martinez-Casasnovas & Sanchez-Bosch 2000) arazi degradasyonu ve *hızlandırılmış toprak erozyonu* ile yarı kurak araziler üzerinde toprak erozyon sürecini anlamak için bir çok çalışma yapılmıştır. Tarım, toprak örtüsü olan tüm sahalarda sürdürülmekle birlikte, tüm tarımsal alanlar arazinin eğimi ve uzunluğundaki artış oranında erozyona maruz kalabilmekte (Lal 1995) yani normal erozyon hızlandırılmış erozyona dönüşebilmektedir. Birçok çalışma göstermektedir ki; orman ve otlak alanlarının tarım alanlarına dönüştürülmesinden dolayı dünya üzerindeki toprak erozyonu her geçen yıl hızlanarak artmaktadır (Kovda

1983, Milliman & Meade 1983, Oldeman 1991 ve 1992). Aynı sonuçlar Türkiye içinde geçerli olup, arazi kullanımından kaynaklanan hızlandırılmış erozyon her geçen yıl artmaktadır (Atalay, 1987 ve 1997, Mater 1995, Çelik et al 1996, Çepel 1997, Taysun 1999, Bahtiyar 2000, Sari 2000, TEMA 2001). Türkiye’de hızlandırılmış erozyonun doğal erozyondan 18-20 kat daha fazla olduğu belirtilmektedir (AGM 2001). Buna karşın toprak sahiplerinin büyük bölümü arazileri üzerinde erozyon önleyici herhangi bir yöntem uygulamamaktadır. Daha sonrasında da bir çok eğimli arazide erozyon önleyici yöntemler uygulamak çok pahalıya mal olmaktadır.

Dünya üzerinde eğimli arazilerde tarımsal etkinliklerin kısıtlanması bir yana her geçen gün artması ve bu tür topraklar üzerinde tarımsal aktivitede bulunanların ekonomik seviyelerinin düşük olması nedeniyle ekstra harcama yaparak erozyon önleyici yöntemler uygulamaları (teraslama, ızgara tekniği, toprağın alt katmanında kumlu tabaka oluşturma vb..) beklenemez. Bu nedenle; tarımsal topraklar üzerinde özellikle ekonomik gelir düzeyleri düşük tarım topluluklarının erozyonu hızlandırmalarını yavaşlatıcı önlemler almaları imkansızlaşmaktadır. Dolayısıyla, hızlanmış erozyonu yavaşlatmaya yönelik, ekonomik yük getirmeyen yöntemler uygulanırsa belki toprak sahipleri tarafından kabul görür. Çünkü erozyonu önleyici yöntemleri asıl uygulayıcılar; ekonomik gelir düzeyi düşük toprak sahipleridir. En ekonomik yöntem olarak konturlara uygun ekim gözükmektedir. Ancak öncelikle yağmur damlası erozyonu ile sürüm yöntemleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi gerekmektedir.

Yağmur damlası etkisiyle toprak aşınması genel olarak interrill alanlar içindeki tortuların birincil üretim kaynaklarından biri olarak düşünülür (Foster 1982, Govers 1991). Su erozyonu süreçlerinden biri olan yağmur damlası aşındırması en fazla üzerinde çalışılan aşındırma şekli olmasına karşın, halen yağış ve toprak özelliklerinin tortu (sediment) üretim miktarlarına karar vermek için bir mutabakata varılamamaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada farklı sürüm yöntemlerinin toprak aşındırması üzerindeki etkisi araştırılmaktadır.

Bu çalışma da özellikle tarımsal topraklarda; toprağı işleme yöntemlerindeki değişim konteksinde damla (splash) erozyonunun gelişimindeki farklılıkları ortaya koymak ve hızlanmış erozyonu yavaşlatıcı yöntemi belirlemek amaçlanmıştır.

Çalışma şu sorulara yanıt aramaktadır;

Tarım toprakları üzerinde ekstra harcama gerektiren önleyici yöntemler uygulanmadan, yalnızca sürüm şekli ve zamanını değiştirterek damla erozyonu yavaşlatılabilir mi? Yağışlı dönemde toprağın sürülmüş olması mı yoksa sürülmemesi mi daha uygundur? Toprağı işleme yöntemleri üzerinde; yağış miktarındaki artış ile toprak kaybı arasında nasıl bir ilişki vardır?

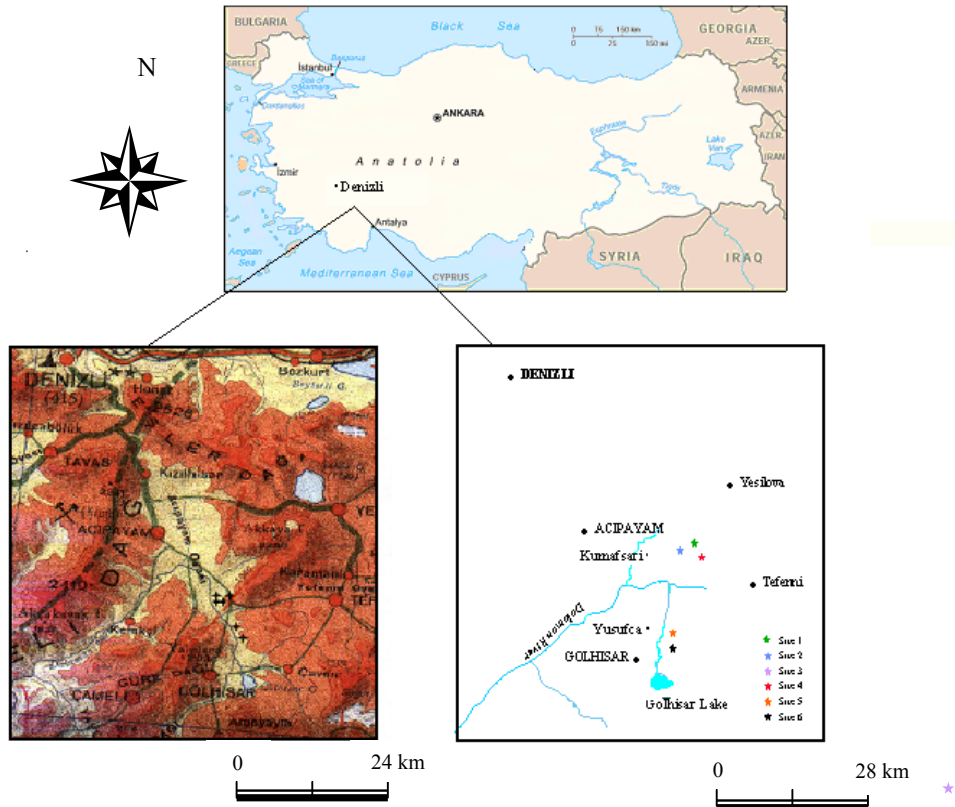
2. ÇALIŞMA SAHASI

Amaca yönelik olarak yarı kurak iklim koşullarına sahip Acıpayam-Kumafşarı ve Gölhisar-Yusufoça çevresindeki eğimli tarım arazileri araştırma sahası olarak belirlenmiştir (**Şekil 1.1a**). Akdeniz iklimi gözlenen sahalardan en belirgin özelliğı; yazların kurak ve kışların nemli olmasıdır. Dünyanın birçok bölgesi bu tür yağış rejimine sahiptir. Yağışlı dönemdeki yağış miktarı düşük olan bu bölgeler kurak ve yarı-kurak olarak karakterize edilebilirler. Bu bölgeler içinde, su ve rüzgara bağılı toprak erozyonu önemli olabilmektedir. Topraklar; çok değişken olmakla birlikte düşük organik materyal içermeleri, zayıf bünyeli ve yetersiz tutunma özellikleri nedeniyle su erozyonuna elverişlidirler (Singer 1991, Singer & Le Bissonnais 1998).

Araştırma sahası; tektonik ve karstik yapıdaki Acıpayam ve Gölhisar havzasının ortalama yükseltisi 850-1000 m ve çevrelerindeki dağların yükseltisi 1500-2000 m dir. İklim özellikleri açısından; 35⁰N ve 60⁰N enlemleri arasındaki batı rüzgarları kuşağı içerisinde yer almaktadır. Kış döneminde soğuk cephenin hakimiyetinde çeşitli siklon ve antisiklon koşullarının etkisi altında olup, bulutlu ve yağmurludur (Erinç1957, Ardel 1973, Atalay 1987, Koçman 1993). Yazlar ise soğuk cephenin kuzeye çekilmesi ve sıcak karasal hava kütlelerinin etkisinde kalması nedeniyle sıcak ve kuraktır (Koçman 1993). Sonuç olarak saha tipik yarı kurak iklim özelliğı gösterir. Acıpayam ve Gölhisar çevresinde yıllık ortalama yağış 650 mm den azdır (Atalay 1987). Yağışların %56'sının kış

mevsiminde düşüyor olması bu dönemi erozyon açısından önemli kılmaktadır. Özellikle uzun kurak yaz döneminden sonra başlayan yağışlar, hasat mevsiminin de sona ermesinden dolayı bölgenin erozyona maruz kalmasında önemli rol oynamaktadır.

Havzanın 900-1200 m'lik bölümleri maki ve kızılçam (*Pinus brutia*) topluluklarının yayılış alanlarını olması gerekmektedir (Atalay 1987). Ancak degradasyondan dolayı bu sahalar step ormanlarına ve tarım alanlarına dönüşmektedir. Doğal erozyondan hızlandırılmış erozyona geçişteki en önemli faktörlerden birini ise bu tür arazi degradasyonları oluşturmaktadır.



Şekil 1(a) Lokasyon haritası

Şekil 1(b) Test sahalarının lokasyonu

Acıpayam-Göhlisar havzasının karakteristik toprakları; kırmızımsı kahverengi Akdeniz toprakları, kahverengi orman toprakları ve kestane renkli topraklardır (Topraksu 1974, Atalay 1987). Killi kireç taşları üzerinde gelişme gösteren rendzinalar killi balçık tekstürlüdürler. Toprak profilinin kalınlığı değişkenlik göstermekle birlikte 50 cm'den daha incedir. Toprak kalınlığının ince olması ve giderek artan bir erozyona maruz kalması erozyonu önleyici tedbirlerin alınmasının önemini daha da artırmaktadır.

Havzadaki eğimli topraklar üzerinde yaygın olarak kuru tarım yapılmaktadır. Çevredeki çiftçilerden alınan bilgilere göre en fazla ekimi yapılan ürünler, buğday, arpa, nohut ve anasondur. Geleneksel olarak pulluk toprak işleme yöntemi olarak kullanılmaktadır. Toprakların sürüm dönemleri ekilecek ürüne göre değişmekte olup, buğday ve arpa ekilecekse Sonbahar başlarında, anason veya nohut ekilecekse Mart ayı içerisinde topraklar sürülmektedir. Bu durum erozyon ve sürüm yöntemi – zamanı arasındaki ilişkinin bulunması açısından önemli rol oynamaktadır.

3. METODOLOJİ

Test sahalarının seçimi esnasında erozyon çalışmaları için olması gereken belli hususlara dikkat edildi. Öncelikle sahanın: erozyon etkisini ölçmek ve incelemek için tatmin edici olması; yağmur damlası erozyonu sürecini etkileyen özel değişkenlerin belirlenmesi için yeterli büyüklükte ve sayıda olması gerekiyordu.

Deney ve inceleme alanlarının seçimindeki kriterler:

- Araziler farklı sürüm tekniklerinin etkisini test edebilmek için, farklı tarımsal uygulamalardan olmak üzere altı bölgeden oluşmalı
- Damla erozyonu üzerinde sürümün etkisi araştırıldığı için, parseller farklı sürüm yönlerinde ve sürülmemiş olarak seçilmeli
- Tarlalarda üç farklı sürüm yöntemi uygulanabilmesi ve damla erozyonunu ölçmede kullanılacak sıçrama kaplarını (splash cup) yerleştirmek için minimum uzunluk 40 m ve minimum genişlik 24 m olmalı

Bu kriterler altında farklı topografya ve toprak özelliklerine sahip altı tarla seçildi. Çalışma sahası içindeki her tarla üç farklı tarımsal sürüm yöntemi için; konturlara paralel (across-slope) ve konturlara dik (down-slope) ve sürülmemiş (unploughed) olarak bırakılarak üç eşit parsel bölündü. Bu tarlalar Acıpayam ve Gölhisar ilçeleri çevresinde olup; dört tarla (saha 1,2,3 ve 4) Kumafşarı Beldesi, iki tarla (saha 5 ve 6) ise Yusufça Beldesi yakınlarındadır (**Şekil 1.1b**). Tarlalar arpa, buğday, nohut ve anason üretimi için kullanılmaktadır.

Data toplama işlemi kış mevsimi içinde, 1998-9, doğal yağmur koşulları altında yapıldı. Test programı çalışma amacı doğrultusunda tarlaların sürülmesiyle başladı. Bu yüzden tarlaların her parseli, iç genişliği 0.45 m olan traktör pulluklarıyla 0.30 m derinliklerinde konturlara paralel (across-slope) ve konturlara dik (down-slope) yönde sürüldü ve bir parseli hasattan sonra sürülmeden bırakıldı.

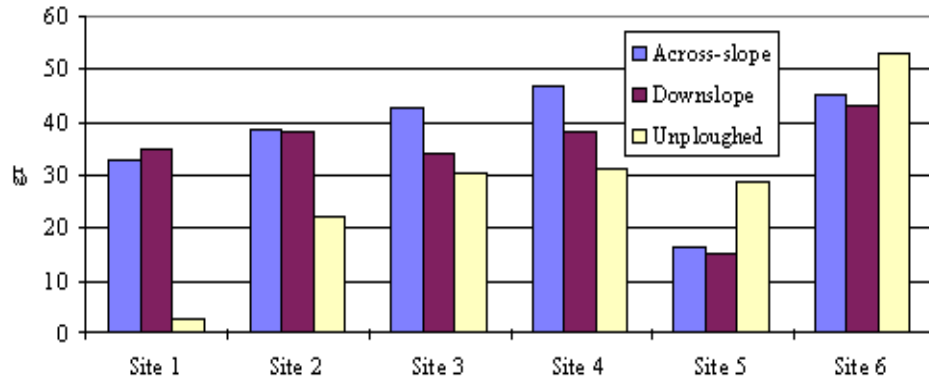
Yağmur damlası (splash) erozyonunu ölçmek için, 11 cm çapında splash kaplardan her parsel üzerine eğim aşağı 10 m aralıklarla üçer adet olmak üzere toplam olarak 48 kap yerleştirildi. Kapların yüzeysel akışla dolmaması için toprak yüzeyinden birkaç milimetre yukarıda olacak şekilde yerleştirildi. Her yağıştan sonra, splash kaplar toplandı ve yerlerine yenileri yerleştirildi. Her kap içinde birikmiş olan topraklar ev ortamındaki fırında kurutuldu ve ağırlıkları ölçülerek kayıt edildi.

4. DATA ANALİZİ

4.1. Sürülmüş ve sürülmemiş parseller üzerinde damla erozyonunun miktarı

Birden dörde kadar numaralandırılmış tarlalar üzerinde yağmur damlası erozyonunun sürülmüş (across-slope ve down-slope) parseller üzerinde, sürülmemiş (unploughed) parsellerden daha fazla, beş ve altı numaralı tarlalarda ise damla erozyonunun sürülmemiş parseller üzerinde, sürülmüş parsellerden daha fazla olduğu kayıt edilmiştir (**Şekil 2**). Birden dörde kadar numaralandırılan tarlalar üzerindeki sürülmemiş parsellerin toprak taşlılık oranı sürülmüş parsellere göre %50 daha fazla iken, beş ve altı numaralı tarlalar üzerindeki parsellerde belirgin bir fark bulunmamıştır. Bu iki grup sonuç arasındaki farklılık hesaba katılması gereken önemli bir faktördür. Elde edilen

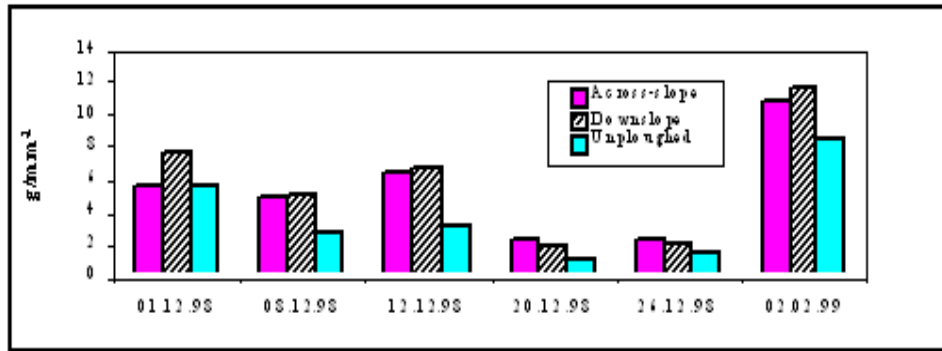
sonuçlar göstermiştir ki; tarlanın sürülmesi yağmur damlasıyla toprak aşınmasını artırmaktadır. Çünkü sürülmüş parseller üzerinde toprağın işlenmesi, kolayca aşınabilen gevşek dokuda toprak üretmektedir. Toprağın işlenmesi; toprak yüzeyindeki kabuk tabakasını kırarak ve makro geçirgenlik ve toprak yüzeyindeki pürüzlülüğü belirgin bir şekilde artırarak toprağın sızdırma (infiltration) kapasitesiyle birlikte yüzeyin çöküntü depolamasını artıracaktır (Boiffin ve Monnier 1986, Poesen ve Govers 1986, Govers vd. 1994).



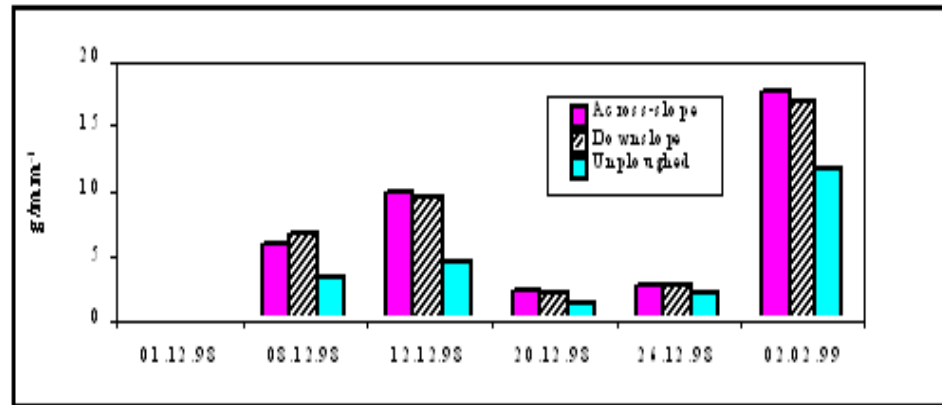
Şekil 2. 1998-1999 arazi çalışması sırasında kaydedilen toplam damla erozyonu

Şekil 3 ile 8 arasında, her yağış sonu için her mm yağmurla meydana gelmiş damla erozyon miktarları verilmiştir. İlk yağış döneminden sonra tarla sahibinin iki numaralı tarla üzerindeki splash kapların yerlerini bozmasından dolayı Şekil 4'te bu yağış dönemine ilişkin data bulunmamaktadır. Bu data açıkça göstermektedir ki; tüm tarlalardaki parseller üzerindeki damla erozyonunda sezon boyunca bir düşüş eğilimi vardır ve üçüncü yağış döneminden sonra damla erozyonu miktarında belirgin bir azalma görülmektedir. Buna karşılık, Aralık sonu ile Şubat başı arasındaki uzun kurak devreden sonra 2 Şubat tarihindeki yağışla damla erozyonunun arttığı gözlenmektedir (Şekil 3-8). Son yağış önceki yağışlardan dört kez daha şiddetliydi: önceki yağışlar 48 mm'den fazla değil, fakat son yağış esnasında 168 mm yağış kaydedilmiştir. Le Bissonnais ve Singer (1992) da başlangıçtaki kuru toprak yüzeyinin tarla kapasitesinin önceden ıslanmış zamanki aynı topraktan daha yüksek sızdırma kapasitesine ve damla

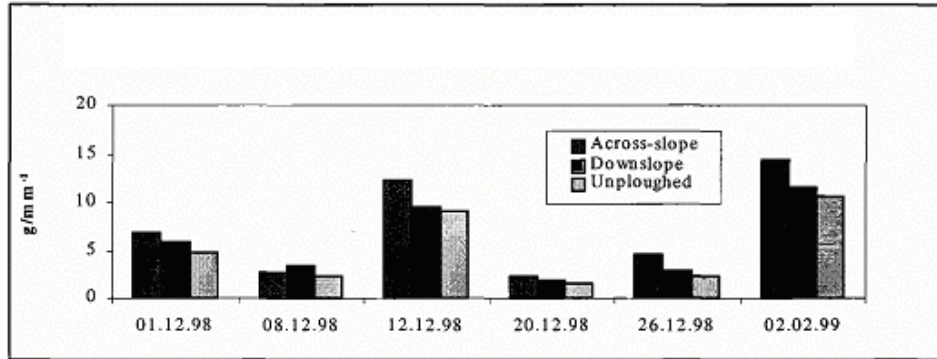
erozyonuna sahip olduğunu bulmuştur. Aynı şekilde Agassi ve Bradford (1999) da yıl içerisinde, toprağın işlenme, ıslanma ve kuruma geçmişinin sonuçları etkileyeceğini belirtmişlerdir. Bunlar yağış döneminin devamı olarak bir tükenmişlik etkisi olarak hem sürülmüş hem de sürülmemiş parseller için benzerlik gösterir. İşlenmiş parseller için bu kolayca anlaşılabilir, toprağın işlenme sürecinde toprak yüzeyi gevşer ve yağışlı dönemin başlarında damla erozyonuyla aşınabilecek bol toprak sağlar. Sürülmemiş veya işlenmemiş parseller için, uzun kurak yaz dönemi fiziksel olarak toprağı gevşetir ve toprağın işlenmesine benzer etki yapar.



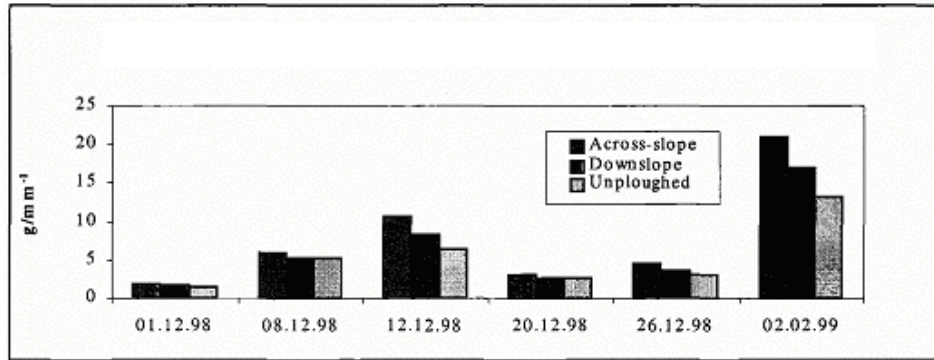
Şekil 3: Birinci tarlada yağış ile damla erozyonu arasındaki ilişki



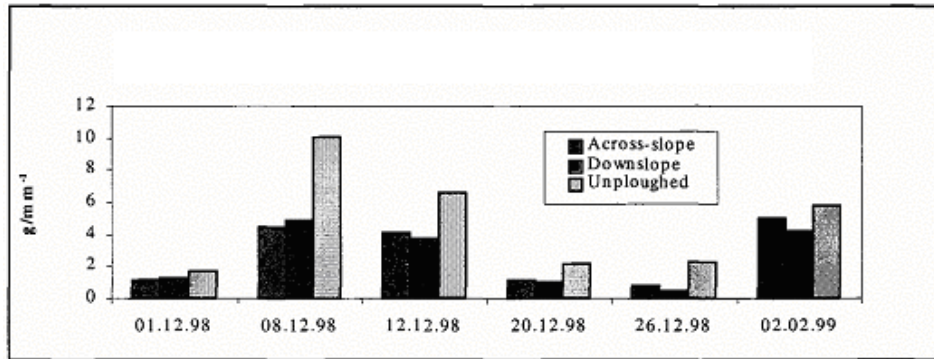
Şekil 4: İkinci tarlada yağış ile damla erozyonu arasındaki ilişki



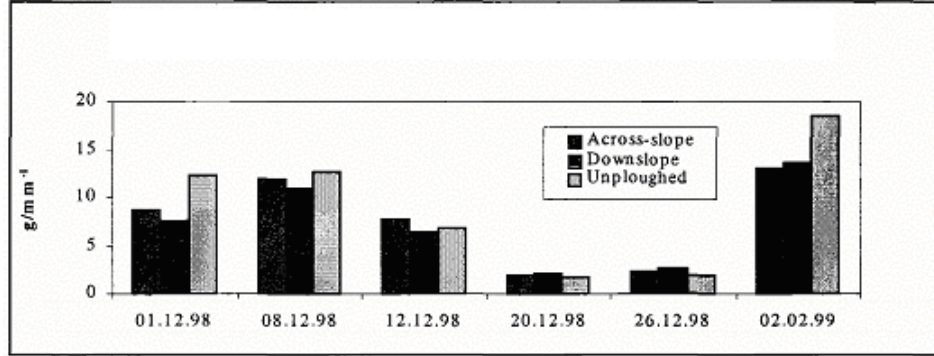
Şekil 5: Üçüncü tarlada yağış ile damla erozyonu arasındaki ilişki



Şekil 6: Dördüncü tarlada yağış ile damla erozyonu arasındaki ilişki



Şekil 7: Beşinci tarlada yağış ile damla erozyonu arasındaki ilişki



Şekil 8: Altıncı tarlada yağış ile damla erozyonu arasındaki ilişki

4.2 Yağış ile damla erozyonu arasındaki korelasyon

Yağışlı döneminin sonlarına doğru damla erozyonu miktarında bir azalma tespit edilmiştir. Bu yüzden, yağış miktarı ile damla erozyonu miktarı arasında bir ilişki olabileceği beklenebilir. Bu tür bir ilişkiyi araştırmak için korelasyon analizi yapıldı. Bu analiz sonucu *Tablo 1*'deki değerler elde edildi. Genel olarak, ikisi arasında iyi bir korelasyon gözüküyor ve yağış artışına bağlı olarak damla erozyonunda bir artış gerçekleşmektedir. Beşinci ve altıncı tarlalardaki korelasyon katsayısı (correlation coefficient) diğer dört tarladakinden daha düşük hesaplanmıştır. Beşinci ve altıncı tarladaki taşlılık oranının yüksek oluşuna bağlı olarak damla erozyonuna maruz kalmış toprak parça boyutu ve toprak taşlılığı damla erozyonunun miktarını önemli ölçüde kontrol etmektedir denilebilir. Diğer araştırmacılarında belirttiği gibi; üst toprak tabakasının yüksek oranda taş parçası içermesi yağmur damlası etkisini azaltmaktadır (Poesen & Lavee 1994, Van Wesemael et. al. 1995).

Dördüncü tarla; 0.01 seviyesinde hem sürülmüş hem de sürülmemiş parseller üzerinde anlamlı olup, yüksek katsayıyla en güçlü korelasyona sahiptir. İkinci tarla; korelasyon katsayısı sürülmemiş parsel için 0.01 seviyesinde anlamlıdır ve korelasyon katsayısı sürülmüş parseller için 0.05 seviyesinde anlamlıdır.

	A	D	U
Tarla 1	0,81*	0,72	0,76
Tarla 2	0,88*	0,85*	0,96**
Tarla 3	0,78	0,77	0,75
Tarla 4	0,94**	0,94**	0,92**
Tarla 5	0,71	0,60	0,41
Tarla 6	0,64	0,76	0,70

A: across-slope (kontura paralel sürüm) D: downslope (kontura ters sürüm)

U: unploughed (sürülmemiş)

*0,05 seviyede korelasyon anlamlı

**0,01 seviyede korelasyon anlamlı

4. SONUÇ

İşlenmiş topraklar; üst toprak (genel olarak kil açısından fakir) ile alt toprak (kil açısından zengin) tabakaları arasında tekstür açısından bir zıtlık oluşturmaktadır. Bu nedenle, işlenmiş toprak yağmur damlasıyla daha kolay aşınabilmekte; ve bu, çalışma sahasındaki bir ile dört numaralı tarlalar arasında açıkça görülmektedir. Bu tür toprakların karakteristiği: Ap horizonunun (işlenmiş tabakanın) düşük agregatlaşma stabilitesi, yüksek mil ve düşük kil içermesidir (Imeson & Kwaad 1990). Toprağın işlenmesi ayrıca toprağın yağmur damlalarıyla aşındırılmasına karşı koyma gücünü zayıflatmaktadır (Govers vd. 1994; Turkelboom vd. 1997).

Yağmur damlası erozyonu sonuçlarına göre; yağış döneminin devamı olarak tükenmişlik etkisi hem sürülmüş hem de sürülmemiş parseller için benzerlik gösterir. Önceki su içeriğinin azalmasıyla yağmur damlası aşındırması artar (Truman & Bradford 1990, Agassi & Bradford 1999) ve önceden kuru topraklar yüksek yağmur damlası erozyonu oranına sahiptirler (Le Bissonnais & Singer 1992, Le Bissonnais vd. 1998). Sonuç olarak; yıl içerisinde, toprağın işlenme, ıslanma ve kuruma geçmişi sonuçları etkileyecektir (Agassi ve Bradford 1999).

Genel sonuç; tarım topraklarının sürülmesi yağmur damlası erozyonu artırıcı bir etki yaratmaktadır. Bu nedenle yarı-kurak bölgelerde, yağışlı dönemden önce toprakların sürülmesi yağmur damlası erozyonunu hızlandırıcı bir etki yaratmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre; yarı-kurak bölgelerdeki tarım topraklarının belirli bir su tutma

kapasitesine ulaştıktan sonra işlenmesi ve ekim sürecinin başlatılması damla erozyonunu azaltıcı etki yapabilecektir. Yağış miktarı ile yağmur damlası erozyonun miktarı arasında iyi bir korelasyon gözlenmekte ve yağış artışına bağlı olarak damla erozyonunda da bir artış gerçekleşmektedir.

KAYNAKLAR

- Agassi, M. & Bradford, J.M. (1999). Methodologies for interrill soil erosion studies, *Soil & Tillage Research*, 49, 277-287.
- AGM, (2001). (Ağaçlandırma Genel Müdürlüğü) <http://www.agm.gov.tr/erozyon/boyutu.htm>
- Ardel, A. (1973). *Klimatoloji (Climatology)*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları, 7.
- Atalay, İ. (1987). *Sedir ormanlarının yayılış alanlarının ve yakın çevresinin genel ekolojik şartları ve sedir tohum transfer rejiyonlamsi*, Ankara: TUBITAK-TOAG. No: 571.
- Atalay, İ. (1987), *Türkiye Jeomorfolojisine Giriş*, İzmir: Ege Üniversitesi Yayınları No: 9.
- Atalay, İ. (1997), *Türkiye Coğrafyası*, Bornova, İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.
- Bahtiyar, M. (2000), "Soil erosion, processes and causes (Toprak erozyonu, oluşumu ve nedenleri)" in: *Erozyonla Mücadele: TEMA Eğitim Semineri Notları*, edited by: G. Kuran & E.G. Sevinç, İstanbul, 33-52.
- Boiffin, J. & Monnier, G. (1986), "Infiltration rate as effected by soil surface crusting by rainfall", in: *Assessment of Soil Surface Sealing and Crusting*, edited by F.Callebaut, D. Gabriéls & M. De Boodt, Flanders Centre for Soil Erosion and Conservation, Ghent, 210-217.
- Brandt, J. & Thornes, J.B. (1996), *Mediterranean desertification and land use*, Chichester: John Wiley & Sons.
- Çelik, I., Aydın, M. & Yazıcı, U. (1996), "Erosion problem and review of erosion control studies during republic period in Turkey", In: *International Conference on Land Degradation*, 10-14 June 1996, Adana.
- Çepel, N. (1997), *Soil Pollution, Erosion and Environmental Impact (Toprak kirliliği, erozyon ve çevreye verdiği zararlar)*, İstanbul: TEMA Vakfı Yay. No: 14,.
- Ellison, W.D. (1947), Soil erosion studies, *Agricultural Engineering*, 28, 145-146.
- Erinç, S. (1957) *Tatbiki Klimatoloji ve Türkiye'nin İklim Şartları (Applied Climatology and Climatic Condition of Turkey)*, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Hidroloji Enstitüsü Yayınları, 2.
- Foster, G.R. (1982), "Modeling the erosion processes. In: *Hydrological modelling of small watersheds*", edited by C.T. Haan, H.P. Johnson & D.L. Brakensiek. ADSAE Monograph, 5, 297-380.

- Govers, G. (1991), Spatial and temporal variations in splash detachment: A field study, *Catena Supplement*, 20, 15-24.
- Govers, G., Vandaele, K., Desmet, P., Poesen, J. & Bunte, K. (1994), The role of tillage in soil redistribution on hillslopes, *European Journal of Soil Science*, **45**, 469-478.
- Imeson, A.C. & Kwaad, F.J.P.M. (1990), The response of tilled soils to wetting by rainfall and the dynamic character of soil erodibility, In: *Soil Erosion on Agricultural Lands*, edited by J. Boardman, I.D.L. Foster and J.A. Dearing, John Wiley & Sons, Chichester, 3-14.
- Koçman, A. (1993). *Türkiye iklimi (Climate of Turkey)*, İzmir: Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları No: 72.
- Kovda, V.A. (1983). Loss of productive land due to salinization, *Ambio*, **12**, 91-893.
- Lal, R. (1995), Biophysical factors in the choice of tillage systems for sloping lands, In: *El Uso Sostenible del Suelo en Zonas de Ladera: El Papel Esencial de los Sistemas de Labranza Conservacionista. RELACO, III Reunia Bienal de la Red Latinoamericana de Labranza Conservacionista, Diciembre 4-8, 1995, San Jose, Costa Rica*, 52-58.
- Le Bissonnais, Y. & Singer, M.J. (1992), Crusting, runoff, and erosion response to soil water content and successive rainfall events, *Soil Science Society American Journal*, **56**, 1898-1903.
- Le Bissonnais, Y., Fox, D. & Bresson, L.M. (1998), Incorporating crusting processes in erosion models, In: *Modelling Soil Erosion by Water*, edited by J. Boardman and D. Favis-Mortlock, NATO ASI Series, 155, Springer-Verlag, London, 237-246.
- Martínez-Casasnovas, J.A. & Sánchez-Bosch, I. (2000), Impact assessment of changes in land use/conservation practices on soil erosion in the Penedés-Anoia vineyard region (NE Spain), *Soil & Tillage Research*, **57**, 101-106.
- Mater, B. (1995), *Soil: formation, erosion and conservation*. (Toprak: oluşumu, erozyon ve korunması), Çağatay Kitabevi, İstanbul.
- Milliman, J.D. & Meade, R.H. (1983). Worldwide delivery of river sediment to oceans, *Journal of Geology*, **91**, 1-21.
- Oldeman, L.R. (1991-1992). Global extend of soil degradation, *Bi-annual report, International Soil Reference and Information Center*, Wageningen, The Netherlands, 19-36.
- Poesen, J. & Govers, G. (1986). A field-scale study of surface sealing and compaction on loam and sandy loam soils. Part II. Impact of soil surface sealing on water erosion processes, In: *Assessment of Soil Surface Sealing and Crusting*, edited by F. Callebaut, D. Gabriels & M. De Boodt, Flanders Research Centre for Soil Erosion and Conservation, Ghent, 183-193.
- Poesen, J. & Lavee, H. (1994). "Rock fragments in topsoil; significance and processes", *Catena*, **23**, 1-28.
- Sari, M. (2000). Relationship land use and soil erosion (Arazi kullanımı ve erozyon ilişkisi, in: *Erozyonla Mücadele: TEMA Eğitim Semineri Notları* edited by: G. Kuran & E.G. Sevinç. İstanbul, 69-103.

- Singer, M.J. & Le Bissonnais, Y. (1998), Importance of surface sealing in the erosion of some soils from a Mediterranean climate, *Geomorphology*, 24, 79-85.
- Singer, M.J. (1991). Physical properties of arid region soils, In: *Semi-arid Lands and Deserts, Soil Resource and Reclamation*, edited by J. Skujins, Marcel Dekker, New York, 81-110.
- Taysun, A. (1999) *The effect of erosion in Turkey*. Scientific Project, Soil Science Department, Izmir: Ege University.
<http://www.agr.ege.edu.tr/depts/toprak/ggl.htm>
- TEMA, (2001). *Türkiye Erozyonla Mücadele ve Ağaçlandırma Vakfı* (TEMA -The Turkish Foundation for Combating Soil Erosion, for Reforestation and the Protection of Natural Habitats, <http://www.tema.org.tr>
- TOPRAKSU (1974), *Burdur-Göller havzası toprakları* (Burdur Goller Basins Soils) Topraksu Gen. Mud. Yay.223.
- Truman, C.C. & Bradford, J.M. (1990), Effect of antecedent soil moisture on splash detachment under simulated rainfall characteristics. *Soil Science*, 150, 787-798.
- Turkelboom, F., Poesen, J., Ohler, I., Van Keer, K., Ongprasert, S. & Vlassak, K. (1997), Assessment of tillage erosion rates on steep slopes in Thailand, *Catena*, 29, 29-44.
- Van Wesemael, B., Poesen, J. & de Figueiredo, T. (1995), Effects of rock fragments on physical degradation of cultivated soils by rainfall, *Soil Tillage Research*, 33, 229-250.