



Çanakkale Umurbey Ovası Topraklarının Erozyona Duyarlılığının Mevsimsel Değişimi

Mehmet Parlak^{1*} Yusuf Yiğini² Hüseyin Ekinci³

¹ÇOMÜ, Lapseki Meslek Yüksekokulu Lapseki/Çanakkale.

² Joint Research Centre of the European Commission, Institute for Environment and Sustainability, Italy.

³ÇOMÜ, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 17020, Çanakkale.

*Sorumlu yazar: mehmetparlak06@hotmail.com

Geliş Tarihi: 15.05.2014

Kabul Tarihi: 12.06.2014

Özet

Toprağın erozyona duyarlılığı, yağış veya yüzey akışla toprağın parçalanmaya direncidir. Çanakkale Umurbey Ovası topraklarının erozyona duyarlılığını (K faktörü) ıslak eleme ve Wischmeier ve Smith (1978) abağının eşitliği kullanarak belirlemek için dört mevsimde 17 toprak serisinden yüzey örnekleri alınmıştır. K faktörleri ve agregat stabilitesi bakımından mevsimler arasındaki farkın karşılaştırılması tekrarlanan ölçümlü deneme düzeninde varyans analizine göre yapılmıştır. Farklı mevsimlerde alınan toprakların agregat stabilitesi değerleri (%2.76 ile %4.35) düşük, K faktörü değerleri ise 0.20 ile 0.30 arasında (fazla aşınabilir topraklar) saptanmıştır. Toprakların agregat stabilitesi değerlerini yükseltmek ve K faktörü değerlerini düşürmek için toprak koruyucu yöntem olarak bitkisel yöntemlere ağırlık verilmeli özellikle organik madde toprağa ilave edilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Toprağın erozyona duyarlılığı, Agregat stabilitesi, Çanakkale Umurbey ovası.

Abstract

Seasonal Change of Erodibility in the Soils of Çanakkale–Umurbey Plain

Soil erodibility is the resistance of soil to detachment by rainfall impact or surface flow force. Surface soil samples were taken from 17 soil series in four seasons to determine the erosion sensitivity of the soils of Çanakkale Umurbey Plain (K-factor) by using wet sieving method and the equations of Wischmeier and Smith (1978) nomograph's equation. Differences in K factors and aggregate stabilities by season were compared with repeated measurement variance analysis. Aggregate stabilities of the soil samples taken at different seasons varied between 2.76 – 4.35% (low) and K-factors varied between 0.20 – 0.30 (highly erodible). Vegetative measures and especially organic matter supplementation should be emphasized as a soil conservation method to improve the aggregate stabilities and to reduce K-factor values.

Key Words: Soil erodibility, Aggregate stability, Çanakkale–Umurbey plain.

Giriş

Topraklar tüm dünya ülkelerinin en kıymetli doğal kaynaklarıdır. Karmaşık süreçler sonucunda oluşan bu doğal kaynak yeryüzündeki madde döngülerinin gerçekleştiği canlı ve kompleks bir ekosistemdir. En uygun koşullarda 1 cm' lik bir toprak katmanının oluşması için 100 ile 400 yıl gerekirken, bu toprağın işlenebilir verimli bir yapıya kavuşması için 3 ile 12 bin yıl gerekmektedir. Bu rakamlar, bizlere toprakların yenilenemeyen bir kaynak olduğunu, tahrip edilmesi durumunda yerine konulamayacağını belirtmektedir (Haktanır, 1997). Topraklarımızı tehdit eden, onları verimsizleştiren erozyon olayı yeterince kontrol altına alınmamakta, dünya ve ülkemiz ölçeğinde önemli boyutlara varan sorunlar yaşanmaktadır.

Toprak erozyonu konusunda pek çok araştırmalar yapılmış ve yöntemler geliştirilmiştir. Erozyonun nedenleri bilinmekle beraber nedensel etmenlerin ölçülmesi, etkileme koşulları, etmenler arasındaki etkileşimin sonuca yansıma ağırlığı, derecesi ve sayısal değerini saptamak hayli karmaşıktır. Bu durumları dikkate alan araştırmacılar son 50–60 yıl içerisinde birikmiş olan bulgu ve bilgileri de değerlendirerek, belli koşullar ve etmenler bilindiği takdirde toprak erozyonunun miktarını tahmin etme ve hesaplama yolunda epeyce yol almışlardır. Bu yöntemlerden Wischemeier ve arkadaşları tarafından geliştirilip, A.B.D. Toprak Koruma teşkilatı tarafından adapte edilen “Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği” (USLE) isimli matematik model son yıllarda erozyonun tahmininde kullanılan en başta gelen bir yöntem haline gelmiştir. 1957 yılında ortaya atılmış bulunan bu yöntem ilk önceleri sadece tarım alanlarında kullanılmış, 1971’de inşaat yapılan alanlara uygulanmış ve 1972’den beri de orman ve mera alanları için de kullanılabilir hale gelmiştir (Balcı, 1996). Literatürde “Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği” olarak anılan bu model, $A = RKLSCP$ şeklinde ifade edilmektedir. Burada;



A: birim alan için hesaplanan toprak kaybı (t/ha), R: yağış erosivitesi (MJmm/ha.h.y), K: toprağın erozyona karşı duyarlılığı (t.ha.h/MJha.mm), L: eğim uzunluğu faktörü, S: eğim dikliği faktörü, C: bitki amenajman faktörü, P: erozyon kontrol faktörü olarak tarif edilmişlerdir (Wischmeier ve Smith, 1978).

Araştırmalar sonucu elde edilen verilerden bu faktörlerin sayısal değerleri elde edilmiştir. Bir yerden ötekine değişen bu değerler kullanılmak suretiyle toprak kaybının hesaplanabileceği açıktır. K faktörü, birim erozyon indeksi için birim erozyon parselinden elde edilen ortalama toprak kaybı olarak tarif edilmiştir. Toprağın erozyona duyarlılığının tahmin edilmesi hem zaman alıcıdır hem de maliyeti yüksektir. Toprak tekstürü, agregat stabilitesi, kesme direnci, infiltrasyon oranı, organik madde gibi 24 tane toprak özelliğinden aşınabilirliği tahmin etmek için bir eşitlik oluşturulmuş (Wischmeier ve Mannering, 1969) ve daha sonra 4 toprak özelliğine dayalı abak geliştirilmiştir (Wischmeier ve Smith, 1978).

İyi toprak strüktürü tarımsal üretimin sürdürülmesinde ve çevre kalitesinin korunmasında istenen toprak özelliklerinden birisidir. İyi toprak strüktürü agregat stabilitesine bağlıdır. Agregat stabilitesi suyun depolanmasını, boşluklar arasındaki suyun hareketini, havalanmayı, erozyonu, biyolojik aktiviteyi ve bitkilerin gelişmesini etkiler. Bu nedenle agregat stabilitesi doğal ve tarımsal çevredeki fiziksel ve biyokimyasal süreci etkiler. Yüksek agregat stabilitesi toprak verimliliğinin korunması, toprak erozyonu, toprak bozulmasından kaynaklanan çevre kirliliğinin en aza indirilmesi için hayati öneme sahiptir (Amezket, 1999).

Toprağın erozyona duyarlılığı esas olarak agregatın strüktürel özellikleri tarafından kontrol edilir (Legout ve ark., 2005). Toprağın erozyona duyarlılığını tahmin etmek için agregat stabilitesinin kullanılması çeşitli araştırmacılarca önerilmiştir (Miller ve Baharrudin, 1987; Bajracharya ve ark., 1992; Barthes ve Roose, 2002; Le Bissonnais ve ark., 2007). Hem makro hem de mikro düzeydeki toprak agregasyonu A.B.D.’deki bazı topraklarda erozyona duyarlılığı tahmin etmek için kullanılmıştır (Wischmeier ve Mannering, 1969).

Lehrsch ve Jolley (1992) agregat stabilitesinin mevsimlere göre değişimini incelemişlerdir. Araştırmacılar A.B.D.’nin güneyindekilere göre kuzeyindeki toprakların agregat stabilitesinin daha fazla mevsimsel olarak değiştiğini belirtmişlerdir. Rejman ve ark. (1998), toprak erodibilitesindeki değişimleri belirlemek için Güneybatı Polonya’daki lös kuşağında yer alan küçük bir tarım havzasında 3 yıllık tarla denemesi yapmışlardır. Araştırmacılar parsel bazında hesapladıkları K değerlerinin USLE abağından hesapladıklarına göre 6–10 kez daha küçük olduğunu belirtmişlerdir. Başkan ve Dengiz (2008) Ankara’nın Soğulca Havzasında geleneksel ve jeostatistik yöntemlerle toprağın aşınabilirlik (K faktörü) haritasını hazırlamışlardır. Araştırmacılar jeostatistik yöntemle hazırlanan haritanın daha doğru tahminler verdiğini saptamışlardır. Dimoyiannis (2009) tipik Akdeniz iklim koşullarındaki toprakların agregat stabilitesinin genellikle kış mevsiminde düşük, yaz mevsiminde ise yüksek olduğunu ve bu değişimi etkileyen esas faktörlerin yağış ve sıcaklık olduğunu belirtmiştir. Auerswald ve ark. (2014), Orta Avrupa’da 19055 toprak analiz sonuçlarını değerlendirmişler ve klasik K faktörü eşitliğinde %50 den fazla yanlış tahminler yapıldığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar klasik eşitliğin kullanılmasının yerine başka eşitlikler kullanılmasını önermişlerdir.

Bu araştırmanın amacı Çanakkale Umurbey Ovası topraklarının erozyona duyarlılığının mevsimsel değişimini ıslak eleme ve Wischmeier ve Smith (1978) abağının eşitliğiyle belirlemektir.

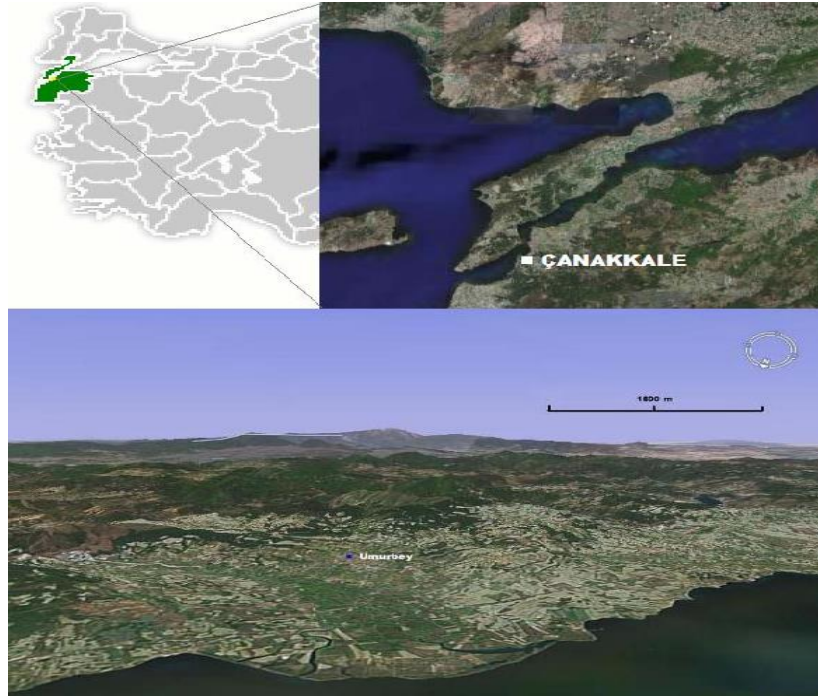
Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı Marmara Bölgesinde, Çanakkale İlinin 15 km kuzeydoğusunda Çanakkale Boğazına sınır teşkil eden Umurbey Beldesi’ne ait arazileri kapsamaktadır. Umurbey Ovası yaklaşık 1700 ha’lık bir alanı kapsamaktadır. Bunun 900 hektarı %0–6 eğimli araziler, yaklaşık 300 hektarı ise daha fazla eğime sahip yamaç araziler oluşturmaktadır. Çalışma alanının Çanakkale boğazı kıyılarında yaklaşık 90 ha’lık tuzlu–bataklık alanlar yer almaktadır. Araştırma alanında tanımlanan serilere ait toprakların çok büyük kısmında yoğun tarım faaliyeti bulunmaktadır. Umurbey ovası topraklarında bahçe tarımı yoğun olarak yapılmaktadır. Şeftali, elma, kiraz, armut, erik başlıca meyvelerdir. Bunun yanında bağcılık, domates ve diğer sebzelerin tarımı da yapılmaktadır. Nispeten yüksek kota sahip arazilerde ve eğimli alanlarda sebze ve meyve üretiminin yanı sıra tahıl üretimi de yapılmaktadır (Yiğini ve Ekinci, 2007).

Araştırma alanı tipik Akdeniz iklimine sahiptir (Türkeş ve ark., 2002). Yağış yoğunluğu sonbahar ve ilkbaharda olmak üzere tüm yıl yağışlı, kışlar soğuk, yazlar sıcak ve tüm yıl boyunca

hava hareketlerinin olduğu bir iklim yer alır. Lapseki ilçesinde meteoroloji istasyonu olmadığından Çanakkale'ye ait veriler kullanılmıştır. Uzun yıllar meteorolojik gözlemlere göre Çanakkale'de yıllık ortalama sıcaklık 14,4°C, maksimum sıcaklık 30,6°C, minimum sıcaklık 3,3°C olarak ölçülmüştür (Anonim, 2011). Umurbey Ovası'nda toprak örneklerinin alındığı Mart 2009'da 80,1 mm, Temmuz 2009'da 1,2 mm, Ekim 2009'da 63,6 mm ve Şubat 2010'da 196,6 mm toplam yağış yağmıştır (Anonim, 2011).

Araştırma alanı 17 toprak serisinden oluşmuştur. Toprak taksonomisine göre yapılan sınıflandırmada, çalışma alanında en yaygın ordo Entisollerdir. Yemşen, Çıkrıkçı Kuyusu, Koşuyolu, Harmantarla, Fenerovası, Kovukçınar, Çatalazmak, Yılcıkçayı ve Otel serileri A–C horizonlu profilleri, morfolojik özellikleri ve laboratuvar analizleri ile "Entisols" ordosuna dahil edilmişlerdir. Bu ordoya dahil toprak serileri genç ve fazla gelişmemiş profilleri nedeniyle Entisols olarak sınıflandırılmışlardır. Bu ordoya dahil topraklardan; Çatalazmak, Kovukçınar, Fenerovası, Çaykenarı, Çitlikaltı, Harmantarla, Koşuyolu, Yılcıkçayı ve Otel serileri Umurbey Çayı aluviyal ana materyalleri üzerinde oluştuklarından Xerofluvents büyük grubuna dahil edilmişlerdir. Bunlardan Otel serisi profilinde bulunan aquic koşullar nedeniyle Oxyaquic xerofluvents, Fenerovası serisi profil özelliklerine göre Aquic Xerofluvents, Kovukçınar ve Çatalazmak serileri profillerinde tanımlanan vertik özellikler nedeni ile Vertic Xerofluvents olarak tanımlanmışlardır (Yiğini, 2006).



Şekil 1. Çalışma alanının konumu.

Çalışma alanındaki K değerleri belirlemek için toprak örneklerinin alınmasında 1: 25 000 ölçekli detaylı toprak haritasından (Yiğini, 2006) yararlanılmıştır. Araştırma sahasındaki 17 toprak serisinden her bir mevsimde 60 toprak örneği (0–15 cm) GPS (coğrafi koordinat belirleme) cihazı yardımıyla alınmıştır. Örnekleme yılın dört mevsimini temsil edecek şekilde Mart 2009, Temmuz 2009, Ekim 2009 ve Şubat 2010 tarihlerinde (4 x 60= 240 toprak örneği) yapılmıştır. Toprak örneklerinde tane büyüklüğü dağılımı (Gee ve Bauder, 1986), doygun hidrolik iletkenlik (Klute ve Dirksen, 1986), organik madde (Nelson ve Sommers, 1982) ve agregat stabilitesi (Kemper ve Rosenau, 1986) analizleri yapılmıştır. Agregat stabilitesi mikro agregatlarda (<0,25 mm) yapılmıştır. Toprağın erozyona duyarlılığı (K faktörü) (1) nolu eşitlik yardımıyla belirlenmiştir (Wischmeier ve Smith, 1978). Toprak örneklerinde nem tayini örnekler araziden alındıktan sonra gravimetrik yöntemle yapılmıştır.

$$100K = \left[2.1 \times 10^{-4} x(M)^{1.14} x(12 - a) + 3.25(b - 2) + 2.5x(c - 3) \right] x 1.292 \quad (1)$$

Bu eşitlikte:



K= Toprağın erozyona duyarlılığı,
M= Tane büyüklüğü dağılımı parametresi,
 $M = (\text{Çokincekum, \%} + \text{silt, \%}) \cdot (100 + \text{kil, \%})$,
a = Organik madde içeriği (%),
b= Strüktür tipi ve sınıfı kodu,
c = Hidrolik geçirgenlik sınıfı kodu,
1.292= Metrik sisteme dönüştürme sabitesi.

İstatistiksel Değerlendirme: Tespit edilen özellikler bakımından (agregat stabilitesi, toprak nemi, K faktörü) bakımından mevsimler arasındaki farkın karşılaştırılması tekrarlanan ölçümlü deneme düzeninde varyans analizine göre yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farkın kontrolü Duncan testiyle belirlenmiştir. İstatistik analizlerin yapılmasında SPSS for Windows (Version 15) bilgisayar paket programı kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Agregat stabilitesi değerleri mevsimlere göre istatistik olarak önemli derecede farklılık göstermiştir ($p=0,000$). Ortalama agregat stabilitesi kış mevsiminde %4,35, yazda %4,19, ilkbaharda %3,10 ve sonbaharda %2,76 olarak saptanmıştır. % nem değerleri çoktan aza doğru kış (%30,44), ilkbahar (%16,55), sonbahar (%14,29) ve yaz (%4,26) olarak sıralanmıştır. Nem değerleri arasındaki farklılık istatistik olarak önemli çıkmıştır (Çizelge 1.). Toprakların agregat stabilitesini etkileyen faktörler ikiye ayrılabilir: 1) Toprakların esas özellikleri veya iç faktörler 2) toprakların dış faktörleri. Toprakların esas özellikleri olarak elektrolitlerin etkisi (elektiriksel iletkenlik, kationların tipi, sodyum adsorbsiyon oranı, pH vb.), kil mineralojisi, CaCO_3 , jips, organik madde, Fe ve Al oksitler sayılabilir. Toprakların agregat stabilitesini etkileyen dış faktörler ise iklim, zaman, biyolojik faktörler ve tarımsal yönetimidir (Amezket, 1999).

Çizelge 1. Mevsimlere göre Umurbey Ovası topraklarının bazı özellikleri (Ortalama±standart sapma)*

Mevsim	Agregat stabilitesi (%)	% nem	K faktörü	n
İlkbahar	3,10 ± 2,25 b	16,55±5,87 b	0,30±0,11 a	60
Yaz	4,19 ± 2,03 a	4,26±2,59 d	0,22±0,09 bc	60
Sonbahar	2,76 ± 2,00 b	14,29±5,37 c	0,20±0,07 c	60
Kış	4,35 ± 2,41 a	30,44±7,52 a	0,24±0,09 b	60
p	0,000	0,000	0,000	

* %5 düzeyinde önemlidir.

İklim, toprak tipi ve toprak agregasyonunun derecesini belirgin ölçüde etkileyen toprak oluşum faktörlerinden birisidir. Blackman (1992) agregat stabilitesindeki mevsimsel değişimi gözlemlemiş, Bullock ve ark. (1988), kışın agregat stabilitesinin yüksek su kapsamındaki toprağın donması nedeniyle azaldığını, ilkbahar ve yazın ise agregat stabilitesinin arttığını bildirmişlerdir. Farklı yönetim uygulamalarında agregat stabilitesinin mevsimsel değişimini inceleyen Suwardji ve Eberbach (1998) kışın agregat stabilitesini düşüğünü, ilkbahar ve yazda arttığını bulmuşlardır. Araştırmacılar bu durumun mevsimsel toprak su kapsamı, organik madde ve mikrobiyal aktiviteden kaynakladığını bildirmişlerdir.

Su kapsamındaki değişiklikler (ıslanma kuruma döngüleri) ve hava sıcaklığı toprak strüktürünün oluşumunu ve tahribini dinamik bir şekilde etkiler. Arazide toprak; kondansasyon, yağış, sulama, kapillarite ve buharlaşma süreçlerinin bir sonucu olarak çok fazla sayıda kuruma ve ıslanma döngüsüne maruz kalır. Hava sıcaklığından etkilenen bu olaylar donma çözülme döngüsüne neden olur. Bu döngülerin toprak strüktür dayanıklılığı etkisiyle ilgili farklı görüşler vardır. Lynch ve Bragg (1985) ile Oades (1993) toprak agregat oluşumuna esas olarak ıslanma ve kuruma ile donma ve çözülme gibi fiziksel güçlerin katkıda bulunduğunu belirtmişlerdir. Lehrs ve ark. (1991), Mulla ve ark. (1992) ise ıslanma ve kuruma döngülerinin agregat stabilitesini azalttığını saptamışlardır.

Strüktür stabilitesi örnekleme zamanındaki toprak su kapsamıyla da değişebilir. Bazı araştırmacılar (Coote ve ark., 1988; Caron ve ark., 1992) makro agregat dayanıklılığının toprak su içeriğinin artmasıyla azaldığını, başkaları da (Angers, 1992; Caron ve ark., 1996) su içeriğinin artmasıyla arttığını bildirmişlerdir. Yaptığımız araştırmada agregat stabilitesi değerleri topraktaki nemin artmasıyla azalmadığı gibi nemin azalmasıyla da artış göstermemiştir. Bu nedenle agregat



stabilitesi ve su kapsamı arasındaki ilişki Coote ve ark., 1988; Angers, 1992; Caron ve ark., 1994; Caron ve ark., 1996'nın bildirdikleriyle zıtlık göstermiştir.

Farklı zaman ölçeklerinde devam eden süreçler nedeniyle strüktür stabilitesi parametreleri ve su içeriği arasındaki ilişki karmaşıktır. Agregat stabilitesi hem dış ayırıcı kuvvetler hem de agregatlar arasındaki iç bağların geriliminin bir fonksiyonudur (Gollany ve ark., 1991). Hızlı ıslanmadan kaynaklanan dış kuvvetler önceki toprak suyu kapsamıyla ters ilişkilidir. Agregatların bağlanmasıyla oluşan iç kuvvetler de su içeriğiyle de ters ilişkilidir. Kohezyon azalsa bile su kapsamı azaldıkça, toprak agregatları sarsmaya daha dirençli olurlar. Agregat stabilitesi her iki eğilimdeki dengenin sonucudur. Ayrıca, agregat stabilitesi ve su kapsamı arasındaki ilişki yetişen ürüne, toprak tipine vb. bağlıdır.

Bu çalışmada alınan toprak örneklerinin Çizelge 2.'ye göre sınıflandırılmaları yapılmıştır. Umurbey Ovası'ndaki toprakların K faktörü ilkbaharda en yüksek (0,30), sonbaharda ise en düşük olarak bulunmuştur. Kış mevsiminde K faktörü 0,24, sonbaharda ise 0,20 olarak saptanmıştır. K faktörü yönünden mevsimler arasındaki farklılık istatistik olarak önemli çıkmıştır (Çizelge 1.).

Çizelge 2. K faktörü değerlerine göre toprakların sınıflandırılması (Cebel ve ark. 2013)

K faktörü	Aşınabilirlik derecesi
$0 < K \leq 0,05$	Çok az aşınabilir topraklar
$0,05 < K \leq 0,10$	Az aşınabilir topraklar
$0,10 < K \leq 0,20$	Orta derecede aşınabilir topraklar
$0,20 < K \leq 0,40$	Fazla aşınabilir topraklar
$0,40 < K \leq 0,60$	Çok fazla aşınabilir topraklar

Toprağın aşınabilirliğine arazi kullanımı, topoğrafya, yağış ve toprak özellikleri etkilidir. Umurbey Ovasındaki topraklar kumtaşı, marn ve alüvyal jeolojik birimlerinden oluşmuştur (Yiğini, 2006). Bu jeolojik birimler erozyona eğilimli alanları oluşturmaktadır (Bayramın ve ark., 2003). Bryan (2000) toprak aşınabilirliğinin don durumu, toprak suyu koşulları, toprak organik maddesi ve mikrobiyal aktivite tarafından etkilendiğini belirtmiştir. Young ve ark. (1983), nadasa bırakılan tarım topraklarındaki erozyon parsellerinin toprak aşınabilirliğinde mevsimsel değişimler olduğunu bildirmişlerdir.

Don olayı ciddi kış iklimine maruz kalan genişleyen topraklarda bozulan agregatlara etkilidir. En yaygın don etkisi agregatların parçalanması ve aşınabilirliğin artmasıdır, fakat bu etki toprak tekstürüne, toprak rutubetine ve sıcaklık değişimine göre değişir. Hızlı donma agregatları parçalar fakat Bryan (1971) yavaş sıcaklık düşmesinin don etkisine maruz kalan topraklarda buz ayırması oluşturabileceğini ve agregat stabilitesini artırabileceğini belirtmiştir. Toprak aşınabilirliği üzerine en ciddi etki kar örtüsü az olduğunda veya olmadığında oluşur. A.B.D. tarım istasyonlarındaki veriler kar erimesi sonrası K değerlerinin maksimum değerler gösterdiğini, büyüme sezonunun sonunda K değerlerinde düşme olduğunu göstermiştir.

Yağış değişiklikleri aşınabilirlikte mevsimsel değişikliklere neden olur. Toprak su dengesi toprağın strüktürel ve hidrolik özelliklerini belirler ve büyük ölçüde erozyon durumunu etkiler. Aşınabilirlik üzerine toprak su koşullarının etkisi karmaşıktır, fakat aşınabilirlik tüm toprak özelliklerinden belirgin ölçüde etkilenir. Singh ve Khera (2010) aşınabilirlik değerlerinin toprak nemindeki artışla arttığını bildirmişlerdir. Yağış fırtınalarının başlangıcında önceki toprak suyu oldukça önemlidir ve çeşitli araştırmacılar (Rauws ve Auzet, 1989; Truman ve ark., 1990) mevcut su kapsamının yüzey akış ve sıçramaya etkisini göstermiştir. Govers ve Lonch (1993) ve Bryan (1996) kuru ve ıslak toprak koşullarında ortalama sediment konsantrasyonunda 7 ile 8 kat fark olduğunu bildirmişlerdir. Bu rakamlar karmaşık ilişkileri saklayabilir.

Agregat parçalanması kuru toprakların aniden ıslatılmasıyla yükselir (Le Bissonais ve ark. 1989), toprak kesme gerilimi su kapsamı arttığı için sürekli olarak düşer. Net etki karmaşık olabilir ve farklı topraklar arasında değişiklik gösterebilir. Toprak aşınabilirliği yağış süresiyle artar fakat tersi de olabilir. Shiel ve ark. (1988) ıslanma kuruma döngülerinin agregat stabilitesinde sürekli azalışa neden olduğunu, Utomo ve Dexter (1982) ise hem artan hem de azalan stabilite nedeniyle durumun daha karmaşık olduğunu bildirmişlerdir.



Toprak su rejimi yağış dağılımı ve toprak su tutulma eğrisinden belirgin ölçüde etkilenir (Bryan, 2000). Don durumu ve toprak su değişiklikleri toprak fiziksel koşullarını belirgin ölçüde etkiler ve bu faktörler (don durumu ve toprak suyu) aşınabilirlikte geçici değişikliğe katkıda bulunur.

Su kapsamındaki, hidrolik iletkenlikteki ve toprak strüktüründeki mevsimsel değişimler toprak gerilimini etkileyebilir ve bundan dolayı aşınabilirlik mevsimsel olarak değişebilir. Mevsimsel toprak mikrobiyal ve fauna aktivitesindeki değişimler toprak agregasyonu ve agregat stabilitesinde mevsimsel farklılıklara neden olabilir (Bajracharya ve ark., 1998). Adı geçen araştırmacılar USLE tipi erozyon parsellerinde yaptıkları araştırma sonucunda suda stabil agregatların yüzdesinin mevsime göre değiştiğini bildirmişlerdir. Agregat stabilitesi aşırı ıslak koşulların sonucu olarak kış boyunca genellikle düşük değerler göstermişken donma çözülme etkilerinin strüktürü iyileştirmesi sonucu olarak ilkbaharda yüksek bulunmuştur. Toprak aşınabilirliği ile ilgili yapılan çalışmalar aşınabilirliğin sabit olmadığını, mevsimsel olarak değiştiğini göstermiştir. Ohio (A.B.D.) ve başka yerde yapılan çalışmalar düşük strüktür stabilitesi, yüksek aşınabilirlik, donmuş toprağın oluşturduğu yüksek yüzey akış nedeniyle ilkbahardaki çözülme gibi kritik periyotlar süresince toprağın erozyona en duyarlı dönem olduğunu göstermiştir (Bajracharya ve ark., 1998). Özdemir (1994) toprakların erozyona karşı duyarlılığının sonbahara göre ilkbaharda daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Giovannini ve ark. (2001) yağış fırtınaları arasındaki uzayan kuraklıkların toprak aşınabilirliğinde önemli bir değişime neden olduğunu bildirmişlerdir.

Tang (2004) toprak aşınabilirliğinin temel belirteci olan toprak strüktürü ve agregat stabilitesinin ardıl kuruma ve ıslanma etkisine hassas olduğunu belirtmiştir. Başka araştırmacılar sıcaklıktaki değişiklikler ve donma çözülme sürecinin toprak özelliklerine etkisi nedeniyle toprak aşınabilirliğinin dinamikleriyle ilgili araştırma yapmışlardır. Mutchler ve Carter (1983) toprak aşınabilirliğinin sıcaklık değişimiyle yüksek derecede korelasyon gösterdiğini bildirmişlerdir. Coote ve ark. (1988) büyüme sezonuna göre toprak daha ıslak olduğunda (ilkbaharda kar erimesi sürecinde) daha kolay aşındığını bildirmişlerdir. Bazı bilim adamları toprak aşınabilirliğini etkileyen esas faktörlerin kesme gerilimi, agregat stabilitesi ve bunların geçici değişiklikleri olduklarını bildirmişlerdir. Başkaları toprak aşınabilirliğindeki artışların 1) agregat stabilitesinin azalmasıyla 2) kar erimesi nedeniyle su kapsamının artmasıyla arttığını bildirmişlerdir (Wang ve ark., 2013). Toprak aşınabilirliği hesaplamalarının geçerliliğini geliştirmek için Torri ve ark. (1997, 2002) ve Salvador Sanchis ve ark. (2007) tarafından geçici bir çözüm getirilmiştir. Bu araştırmacılar aylık ortalama toprak aşınabilirliği verisine göre yerel iklim tipinin toprak aşınabilirliğine güçlü etkisi olduğunu belirtmişlerdir.

Umurbey Ovasında çok az aşınabilir toprak sınıfında örnek bulunmamaktadır. Az aşınabilir topraklar yaz mevsiminde 5 adet (%8,33), sonbahar ve kışta 3'er adet (%5) ve ilkbaharda ise 1 adet (%1,66) olarak saptanmıştır. Orta derecede aşınabilir topraklar sıralamasında sonbahar %58,33, yaz %45, kış %38,33 ve ilkbahar %10 şeklinde sıralanmaktadır. Kuvvetli derecede aşınabilir topraklarda ise ilkbahar 37 adet (%61,67), kış 29 adet (%48,34), yaz 24 adet (%40) ve sonbaharda 22 adetinde (%36,67) aşınabilirlik oldukça fazladır. Çok kuvvetli derecede aşınabilir topraklar sonbahar mevsiminde mevcut değildir. İlkbaharda 10 adet (%16,67), kışta 5 adet (%8,33), ve yaz mevsiminde ise 4 adet toprak (%6,67) çok kuvvetli derecede aşınabilir topraklar olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.). Cebel ve ark. (2013), Türkiye' deki büyük toprak gruplarındaki tarım alanlarından 3.579 toprak örneğinin K faktörünü belirlemişlerdir. Araştırmacılar Çanakkale'den aldıkları 23 toprağın yarısından çoğunun (%56) kuvvetli derecede aşınabilir topraklar olduğunu saptamışlardır.

Çizelge 3. Umurbey Ovası'nda mevsimlere göre toprak aşınım dereceleri

Mevsim	ÇAAT %	AAT %	ODAT %	KDAT %	ÇKDAT %	Top.
İlkbahar		1 1,66	12 20	37 61,67	10 16,67	60
Yaz		5 8,33	27 45	24 40	4 6,67	60
Sonbahar		3 5	35 58,33	22 36,67		60
Kış		3 5	23 38,33	29 48,34	5 8,33	60

ÇAAT: Çok az aşınabilir topraklar; AAT: Az aşınabilir topraklar; ODAT: Orta derecede aşınabilir topraklar; KDAT: Kuvvetli derecede aşınabilir topraklar; ÇKDAT: Çok kuvvetli derecede aşınabilir topraklar.

Özellikle ilkbahar ve kış mevsiminde aşırı yağışlardan sonra toprak kayıpları olmaktadır. Umurbey Çayı taşıdığı sediment yükünü ova boyunca taşıdıktan sonra denize ulaştırır. Aşırı

yağışlardan sonra Umurbey Çayı'nın denize döküldüğü yerde bulanıklık açıkça görülebilmektedir. Araştırma sahasında kış mevsiminde aşırı yağışlardan sonra bir sulama kanalında oluşan toprak kaybı dikkati çekecek boyutlardadır (Şekil 2.).



Şekil 4. Kış mevsiminde (Şubat 2010) aşırı yağışlardan sonra bir sulama kanalındaki toprak kaybı.

Sonuç ve Öneriler

Umurbey Ovası'nda mevsimlere göre toprakların agregat stabilitesi çoktan aza doğru kış (%4,35), yaz (%4,19), ilkbahar (%3,10) ve sonbahar (%2,76) şeklinde saptanmıştır. Çalışma alanındaki topraklar hangi mevsim olursa olsun fazla aşınabilir topraklar sınıfına girmektedir. Çalışma alanında agregat stabilitesi değerini yükseltmek ve K faktörü değerini düşürmek için toprak koruma yöntemi olarak bitkisel yöntemlere ağırlık verilmelidir. Meyve bahçelerinde örtü bitkisi yetiştirilmeli, bitki ekim nöbeti uygulanmalı, toprağa organik madde ilave edilmelidir. Olanaklar ölçüsünde toprağı çabuk örten ve uzun süre toprak üzerinde kalan bitki türleri seçilmelidir. Özellikle Umurbey Ovasında tahıl yetiştirilen alanlarda kışlık buğday tercih edilmelidir.

USLE abağından başka yapay yağmurlayıcılar yardımıyla, doğal yüzey akış parselleri kullanarak, bulanık mantık metoduyla toprak aşınabilirliği hesaplanmalıdır. Mevsimsel farklılıkları dikkate alarak yapılacak olan daha uzun süreli çalışmalar yardımıyla toprak aşınabilirlik faktörü belirlenebilecek ve daha gerçekçi toprak kayıpları hesaplanabilecektir.

Teşekkür: ÇOMÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığı tarafından 2009/76 Nolu proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Amezketi, E., 1999. Soil aggregate stability: a review. *Journal of Sustainable Agriculture*. 14: 83–171.
- Angers, D.A., 1992. Changes in soil aggregation and organic carbon under corn and alfalfa. *Soil Science Society of American Journal*. 56: 1244–1249.
- Anonim, 2011. Çanakkale Meteoroloji Müdürlüğü iklim Verileri (yayınlanmamış).
- Auerswald, K., Fiener, P., Martin, W., Elhaus, D., 2014. Use and misuse of the K factor equation in soil erosion modeling: An alternative equation for determining USLE nomograph soil erodibility values. *Catena*. 118: 220–225.
- Bajracharya, R.M., Elliot, W.J., Lal, R., 1992. Interrill erodibility of some Ohio soils based on field rainfall simulation. *Soil Science Society of America Journal*. 56: 267–272.
- Bajracharya, R.M., Lal, R., Hall, G.F., 1998. Temporal variation in properties of an uncropped, ploughed Miamian soil in relation to seasonal erodibility. *Hydrological Processes*. 12: 1021–1030.
- Balcı, N., 1996. Toprak Koruması. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3947, Orman Fakültesi Yayın No: 439. s. 490. İstanbul.
- Barthes, B., Roose, E., 2002. Aggregate stability as an indicator of soil susceptibility to runoff and erosion; validation at several levels. *Catena*. 47: 133–149.



- Başkan, O., Dengiz, O., 2008. Comparison of traditional and geostatistical methods to estimate soil erodibility factor. *Arid Land Research and Management*. 22: 29–45.
- Bayramın, İ., Dengiz, O., Başkan, O., Parlak, M., 2003. Soil erosion assessment with ICONA Model Case Study: Beypazarı Area. *TÜBİTAK Agriculture and Forestry*. 27 (2): 105–116.
- Blackman, J.D., 1992. Seasonal variation in the aggregate stability of dowlan soils. *Soil Use and Management*. 8: 142–150.
- Bryan, R.B., 2000. Soil erodibility and processes of water erosion on hillslope. *Geomorphology*. 32: 385–415.
- Bryan, R.B., 1971. The influence of frost action on soil aggregate stability. *Transactions of the Institute of British Geographers*. 54: 71–85.
- Bryan, R.B., 1996. Erosional response to variations in interstorm weathering conditions. In: Anderson, M.G., Brooks, S.A. (Eds.), *Advances in Hillslope Processes*: 589–612. Wiley, Chichester.
- Bullock, M.S., Kemper, W.D., Nelson, S.D., 1988. Soil cohesion as affected by freezing, water content, time and tillage. *Soil Science Society of American Journal*. 52: 770–776.
- Caron, J., Espindola, C.R., Angers, D.A., 1996. Soil structural stability during rapid wetting: Influence of land use on some aggregate properties. *Soil Science Society of American Journal*. 60: 901–908.
- Caron, J., Kay, B.D., Stone, J.A., 1992. Improvement of structural stability of a clay loam with drying. *Soil Science Society of American Journal*. 56: 1583–1590.
- Cebel, H., Akgül, S., Doğan, O., Elbaşı, F., 2013. Türkiye büyük toprak gruplarının erozyona duyarlılık “K” faktörleri. *Toprak Su Dergisi*. 2 (1): 30–45.
- Coote, D.R., Malcolm-McGovern, C.A., Wall, G.J., Dickinson, W.T., Rudra, R.P., 1988. Seasonal variation of erodibility indices based on shear strength and aggregate stability in some Ontario soils. *Canadian Journal of Soil Science*. 68: 405–416.
- Dimoyiannis, D., 2009. Seasonal soil aggregate stability variation in relation to rainfall and temperature under Mediterranean conditions. *Earth Surface Processes and Landforms*. 34: 860–866.
- Gee, G.W., Bauder, J.W., 1986. Particle size analysis. In: Klute, A. (Ed), *Methods of Soil Analysis. Part 2, Agronomy 9*: 337–382. Am. Soc. of Agron., Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Giovannini, G., Vallejo, R., Lucchesi, S., Bautista, S., Ciompi, S., Llovet, J., 2001. Effect of land use and eventual fire on soil erodibility in dry Mediterranean conditions. *Forest Ecology and Management*. 147: 15–23.
- Gollany, H.T., Schumacher, T.E., Evenson, P.D., Lindstrom, M.J., Lemne, G.D., 1991. Aggregate stability of an eroded and desurfaced typical Argiustoll. *Soil Science Society of American Journal*. 55: 811–816.
- Govers, G., Loch, R.J., 1993. Effects of initial water content and soil mechanical strength on the runoff erosion resistance of clay soils. *Australian Journal of Soil Research*. 31: 549–566.
- Haktanır, K., 1997. Doğal kaynak olarak toprak. *İnsan Çevre Toplum* (Editör: Ruşen Keleş). sayfa 193–225. İmge Kitabevi. Ankara.
- Kemper, W.D., Rosenau, R.C., 1986. Aggregate stability and size distribution. In: Klute, A. (Ed), *Methods of Soil Analysis. Part 2, Agronomy 9*: 425–442. Am. Soc. of Agron., Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Klute, A., Dirksen, C., 1986. Hydraulic conductivity and diffusivity. In: Klute, A. (Ed), *Methods of Soil Analysis. Part 2, Agronomy 9*: 687–732. Am. Soc. of Agron., Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Le Bissonnais, Y., Blavet, D., Noni, G.D., Laurent, J.Y., Asseline, J., Chenu, C., 2007. Erodibility of Mediterranean vineyard soils: relevant aggregate stability methods and significant soil variables. *European Journal of Soil Science*. 58: 188–195.
- Le Bissonnais, Y., Bruand, A., Jamagne, M., 1989. Laboratory experimental study of soil crusting: relations between aggregate breakdown mechanisms and crust structure. *Catena*. 16: 377–392.
- Legout, C., Leguedois, S., Le Bissonnais, Y., 2005. Aggregate breakdown dynamics under rainfall compared with aggregate stability measurements. *European Journal of Soil Science*. 56: 225–237.
- Lehrsch, G.A., Jolley, P.M., 1992. Temporal changes in wet aggregate stability. *Transactions of the ASAE*. 35: 493–498.
- Lehrsch, G.A., Sojka, R.E., Carter, D.L., Jolley, P.M., 1991. Freezing effects on aggregate stability affected by texture, mineralogy, and organic matter. *Soil Science Society of American Journal*. 55: 1401–1406.
- Lynch, J.M., Bragg, E., 1985. Microorganisms and soil aggregate stability. *Advances in Soil Sciences*. 2: 133–171.
- Miller, W.P., Baharrudin, M.K., 1987. Interrill erodibility of highly weathered soils. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*. 18: 933–945.
- Mulla, D.J., Huyck, L.M., Reganold, J.P., 1992. Temporal variations in aggregate stability on conventional and alternative farms. *Soil Science Society of American Journal*. 56: 1620–1624.
- Mutchler, C.K., Carter, C.E., 1983. Soil erodibility variation during the year. *Transactions of ASAE*. 26: 1102–1104.



- Nelson, R.E., Sommers, L.E., 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Page, A. L., R. H. Miller and Keeney, D. R. (Ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 2, Agronomy 9*: 539–579. Am. Soc. of Agron., Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Oades, J.M., 1993. The role of biology in the formation, stabilization and degradation of soil structure. *Geoderma*. 56: 377–400.
- Özdemir, N., 1994. Toprağın strüktürel dayanıklılığının ve erozyona karşı duyarlılığının mevsimsel değişimi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 25 (3): 319–326.
- Rauws, G., Auzet, A.V., 1989. Laboratory experiments on the effects of simulated wheel trackings on linear soil erosion. *Soil and Tillage Research*. 19: 75–81.
- Rejman, J., Turski, R., Paluszek, J., 1998. Spatial and temporal variations in erodibility of loess soil. *Soil and Tillage Research*. 46: 61–68.
- Salvador Sanchis, M.P., Torri, D., Borselli, L., Poesen, J., 2007. Climate effects on soil erodibility. *Earth Surface Processes and Landforms*. 33: 1082–1097.
- Shiel, R.S., Adey, M.A., Lodder, M., 1988. The effect of successive wet/dry cycles on aggregate size distribution in a clay texture soil. *Journal of Soil Science*. 39: 71–80.
- Singh, M.J., Khera, K.L., 2010. Evaluation and estimation of soil erodibility by different techniques and their relationships. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World. 1–6 August 2010, Brisbane, Australia. p. 37–40.
- Suwardji, P., Eberbach, P.L., 1998. Seasonal changes of physical properties of an Oxyc Paleustalf (Red Kandosol) after 16 years of direct drilling or conventional cultivation. *Soil and Tillage Research*. 49: 65–77.
- Tang, K.L., 2004. *Soil and Water Conservation in China*. Science Press, Beijing.
- Torri, D., Poesen, J., Borselli, L., 1997. Predictability and uncertainty of the soil erodibility factor using a global dataset. *Catena*. 31: 1–22.
- Torri, D., Poesen, J., Borselli, L., 2002. Corrigendum to “Predictability and uncertainty of the soil erodibility factor using a global dataset” [*Catena* 31 (1997) 1–22] and to “Erratum to Predictability and uncertainty of the soil erodibility factor using a global dataset” [*Catena* 32 (1998) 307–308]. *Catena*. 46: 309–310.
- Truman, G.C., Bradford, J.M., Ferris, J.E., 1990. Influence of antecedent water content and rainfall energy on soil aggregate breakdown. *Soil Science Society of America Journal*. 54: 1385–1392.
- Türkeş, M., Sümer, U.M., Demir, İ., 2002. Re-evaluation of trends and changes in mean, maximum and minimum temperatures of Turkey for the period 1929–1999. *International Journal of Climatology*. 22: 947–977.
- Utomo, W.H., Dexter, A.R., 1982. Changes in soil aggregate stability induced by wetting and drying cycles in non-saturated soil. *Journal of Soil Science*. 33: 623–637.
- Wang, B., Zheng, F., Römkens, M.J.M., Darboux, F., 2013. Soil erodibility for water erosion: A perspective and Chinese experiences. *Geomorphology*. 187: 1–10.
- Wischmeier, W.H., Smith, D.D., 1978. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. *Agricultural Handbook No: 537*. United States Department of Agricultural Science and Education Administration, Agricultural Research, Washington, DC. 58 pp.
- Wischmeier, W.H., Mannering, J.V., 1969. Relation of soil properties to its erodibility. *Soil Science Society of America Proceedings*. 33: 131–137.
- Yiğini, Y., 2006. Çanakkale Umurbey Ovası Topraklarının Detaylı Toprak Etüt Haritalanması ve Arazi Değerlendirmesi. ÇOMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 174 s.
- Yiğini, Y., Ekinci, H., 2007. Umurbey Ovası topraklarının sorunları. *Lapseki Sempozyumu 2007*. s. 111–115. 23–24 Haziran, Çanakkale.
- Young, R.A., Onstad, C.A., McCool, D.K., Benoit, G.R., 1983. Temporal changes in soil erodibility. *Proc. Natural Resources Modelling Symp.*, October 16–21, Colorado. ARS 30, USA.