



AÇIK ALAN TOPRAKLARININ BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ İLE EROZYON EĞİLİMLERİNİN BELİRLENMESİ (SİNOP/BOYABAT ÖRNEĞİ)

Emre BABUR^{*1,2}, Ömer KARA¹, Yunus Emre SUSAM²

¹Orman Mühendisliği Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon

²Ormancılık ve Çevre Bilimleri Ana Bilim Dalı, Gümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane

ÖZET

Bu çalışma, Sinop-Boyabat İlçesindeki açık alan topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile erozyon eğilimlerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu kapsamda açık alanlardan 30 adet toprak çukuru açılarak üst (0-20 cm) ve alt (20-40 cm) derinlik kademelerinden toplam 60 adet toprak örneği alınmıştır. Alınan örnekler analize hazır hale getirilerek bazı fiziksel (kum, toz, kil, tarla kapasitesi, solma noktası, faydalanılabilir su kapasitesi) ve kimyasal (pH, EC, organik karbon, kireç) toprak özellikleri ile erodibilite indeksleri (kil oranı, kolloid/nem ekivalanı, erozyon oranı, dispersiyon oranı) belirlenmiştir. İncelenen topraklar balçıklı kil tekstürde, kireçli ve hafif alkalin karakterde olduğu belirlenmiştir. Örnek alanlardaki toprakların bazı erodibilite indeksleri üst ve alt toprak derinliğinde sırasıyla kolloid nem ekivalanı için 1.70, 1.65, dispersiyon oranı için %24.78, %23.16 ve erozyon oranı için 14.93, 14.51 olarak belirlenmiştir. Bu değerlere göre erozyon eğilim sınır değerleri esas alındığında, çalışma alanı topraklarının dispersiyon oranı ve erozyon oranı bakımından erozyona duyarlı, kolloid nem ekivalanı bakımından ise erozyona dayanıklı olduğunu tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları çalışma alanında arazi bozulmasının en önemli sebeplerinden birinin su erozyonu olduğunu göstermektedir. Üzerinde herhangi bir bitki örtüsü bulunmayan toprakların önlem alınmaması durumunda eroziv yağışlarla kolaylıkla taşınabileceği anlaşılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Sinop-Boyabat, erozyon, erodibilite, fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri

DETERMINATION OF SOME PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES, AND ERODIBILITY INDICES OF BARE LAND SOILS (A CASE STUDY FROM BOYABAT, SİNOP)

ABSTRACT

The aim of this study was to assess some physical, chemical properties and soil erodibility indices of bare land soils in Sinop-Boyabat district. To do so, totally 60 soil samples were collected by taking 30 samples from the upper layer (0-20 cm) and 30 samples from the bottom layer (20-40 cm) by digging thirty soil pit. Some physical (sand, silt, clay, field capacity, wilting point, available water holding capacity) and chemical (pH, electrical conductivity, organic carbon, CaCO₃) properties of soils and also their erodibility index (clay ratio, colloid moisture equivalent, erosion ratio, and dispersion ratio) were determined. The texture of the soil found in the study area was loamy clay; the characteristics of the soil were found as lime soil and lithe alkaline. Topsoil and subsoil erodibility indices were found. These values were 1.70, and 1.65 of colloid moisture equivalent, 24.78%, and 23.16% of dispersion ratio and 14.93, and 14.51 of erosion ratio, respectively. When these values are taken into account, it was found that the soil was erosion sensitive in terms of dispersion ratio and erosion ratio; and erosion-resistant in terms of colloid moisture equivalent. Water is main erosive factors in the study area. The results showed that the soil without vegetation cover would be eroded by erosive rainfall unless precautions are taken.

Keywords: Sinop-Boyabat, erosion, erodibility, physical and chemical soil properties

GİRİŞ

18. yüzyılda 1 milyar civarında olan dünya nüfusu giderek artmış ve günümüzde 7 milyara ulaşmıştır. Dünya nüfusunun yakın gelecekte daha da artarak 8,5 milyara yaklaşacağı Birleşmiş Milletler Nüfus Fonu tarafından tahmin edilmektedir. Dünya nüfusundaki artışa paralel olarak hayvancılık, orman ve tarım ürünlerine olan talep de giderek artmakta, ormanların tahrip edilerek tarım ve mera arazilerine dönüştürülmesi ile yanlış arazi kullanımına neden olacak neticeler doğuracaktır. Bu durum, toprak erozyonunun artmasına, toprak verimliliğinin giderek azalmasına ve arazi bozulmalarına sebep olmaktadır. Karasal ve sucul ekosistemlerdeki bozulmalar sonucu iklim değişimi, iklim değişikliğinin de etkisi ile küresel anlamda çölleşme, erozyon ve buna bağlı olarak sel ve taşkinlarda bir artışın olduğu gözlemlenmiştir. Ülkemiz coğrafi konumu ve tomografik yapısı sebebiyle bu olumsuz durumlardan en fazla etkilenen ülkeler arasında bulunmaktadır (EMEP,2013).

Erozyon tüm dünya da olduğu gibi ülkemizde de sürdürülebilir doğal kaynaklarımızın devamı için gerekli olan toprak varlığımızı tehdit etmektedir. Hızlandırılmış erozyon, belirli bir zamanda ve mekânda kaybolan toprağın, toprak oluşum olayları sonucu meydana gelen toprak miktarından daha fazla olması sonucunda görülmektedir (Uslu, 1970). Erozyon yalnızca arazi bozulmasına ve toprak kaybına neden olmayıp, bunun yanında ciddi çevresel, ekonomik ve sosyal problemlere de neden olmaktadır (Lal, 1991; Tang, 2004; Zheng et al., 2004; Jing et al., 2005). Son yıllarda erozyon şiddetinin ve miktarının tahmin edilebilmesi için birçok çalışma yapılmaktadır (Bryan, 1968; Bajracharya ve Lal, 1992; An, 2000; Wanget al., 2013). Bozuk alanlarda toprak özellikleri ve erozyon arasındaki ilişkileri araştıran Middleton (1930) bir dizi çalışmalar sonucunda erodibilite indekslerini geliştirmiştir. Bu indekslerde belirli parametrelerden yola çıkarak erozyona ilişkin tahminler yapılmıştır.

Toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve hidro-fiziksel özellikleri eroziv kuvvetlere karşı direnç gösterebilmektedir. Toprakların göstermiş oldukları bu karşı kuvvete erodibilite denir. Bilhassa üst toprakların atmosfer tabakası ile direkt temas eden kısmında başta biyolojik özellikler olmak üzere toprakların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyal diğer özellikleri de çevresel faktörlerden etkilenmektedir (Kara ve ark., 2016). Erodibilite indeksleri ile toprak özellikleri arasındaki ilişkilerin araştırıldığı birçok çalışma mevcuttur (Römkens, 1985; Morgan et al., 1987; Bryan et al., 1989; Lal, 1991; Bryan, 2000; Yüksek, 2000).

Erozyon, eroziv kuvvetlere doğrudan maruz kalan bitki örtüsünden yoksun çıplak alanlarda meydana gelmektedir (Franzluebbers, 2002). Yanlış arazi kullanımı ve orman örtüsünün tahrip edilmesi insan kaynaklı faktörlere meydana gelmektedir. Hatta orman alanlarındaki üretim faaliyetleri dahi toprak sıkışmasına neden olarak erozyonu tetiklemektedir (Kezik ve Acar, 2016). Bu yüzden hızlandırılmış erozyonu başlatan ve devam ettiren unsurlar, insanların bilinçsizce doğaya müdahale etmesiyle oluşur (Uslu, 1970; Balcı, 1996).

Sinop-Boyabat karayolu güzergâhı iklim, fitzoğrafik ve topografik özellikleri açısından erozyona hassas alanlardır. Dolayısıyla, bu bölgede bitki örtüsünden yoksun toprakların erozyona uğramaması için 50,5 alanda örme çit, kuru duvar, düz teras, ağaçlandırma, canlandırma kesimi ve tel ihata yapımı gibi erozyonu önleme ve koruma çalışmalarının yapımı devam etmektedir.

MATERYAL VE METOT

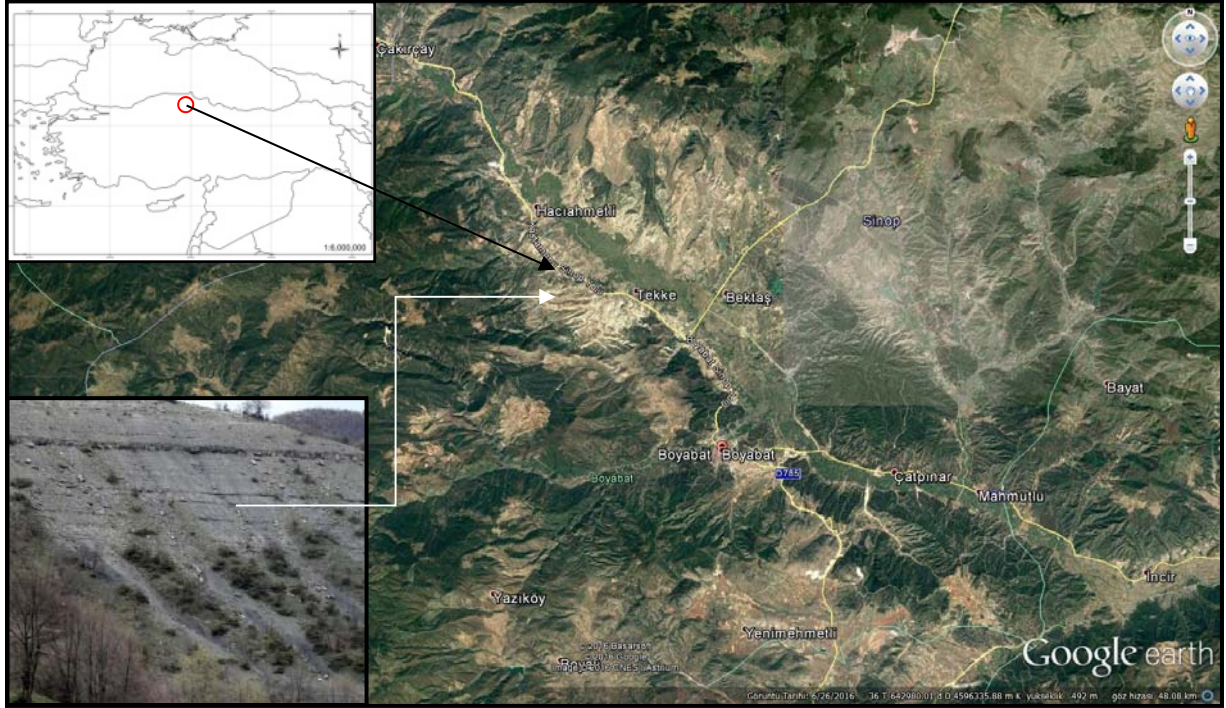
Araştırma Alanının Genel Tanıtımı

Araştırma alanı Greenwich'e göre 34°43'16"-34°46'00" doğu boylamları, Ekvator'a göre 41°28'00"-41°31'42" kuzey enlemleri arasında yer almakta olup, idari yönden Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, Boyabat Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde bulunmaktadır (531450-587930 D, 4611800- 4633100 K, UTM ED50 datum Zone 36N). Araştırma alanı Batı Karadeniz Bölgesinde bulunan Sinop-Boyabat İlçesindeki tahrip edilmiş açıklik alanları kapsamaktadır (Şekil 1).

Yöre oldukça kalın sedimentler ve volkano-sedimanter istiflerle yüzeylenen bir jeolojik oluşuma sahiptir (Sonel, 1989). Örnek alanların ortalama yükseltisi 350 m olup, güneşli bakılarda bulunmaktadır. Boyabat İlçesinde sıcak ve ılıman iklim hâkimdir. En kurak aylarda bile yağış miktarı oldukça fazladır. İklim tipi, Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Cfb (ılıman okyanussal iklim) sınıfına girmektedir (Link-1). Son 30 yıllık iklim verilerine

göre Boyabat ilçesinin yıllık ortalama sıcaklığı 12.9°C 'dır. Yıllık ortalama yağış miktarı 620 mm olup, 30 mm yağışla Temmuz yılın en kurak ayıdır. Ortalama 75 mm yağış miktarıyla en fazla yağış Aralık ayında görülmektedir. 21.7 °C sıcaklıkla Temmuz ayı yılın en sıcak ayıdır. Ocak ayında ortalama sıcaklık 4.0°C olup; bu değer yılın en düşük ortalamasıdır. Araştırma alanı bitki coğrafyası yönünden, Euro-Siberian bölgesinin öksinprovans (öksin bölgesi) kesiminde bulunmaktadır (Davis, 1965; Anşin, 1983).

Bu çalışma 2015 yılının yaz ayında, Boyabat İlçesi civarlarındaki açık alanlarda gerçekleştirilmiştir. Örnek alanlar, üzerleri tamamen çıplak ve eroziv kuvvetlere doğrudan maruz kalabilecek 40 hektar büyüklüğündeki alanlardan seçilmiştir. Bu alanlar üzerinde herhangi bir ağaçlandırma veya erozyon kontrolü çalışması gerçekleştirilmemiştir.



Şekil 1. Çalışma alanını gösteren şekil.

Toprak Örneklerinin Alınması

Araştırma alanında üzerinde bitki örtüsü bulunmayan çıplak alanlarda toplam 30 adet toprak çukuru açılmış; üst ve alt derinlik kademelerinden (0-20 cm, 20-40 cm) birer adet olmak kaydıyla toplam 60 adet bozulmuş toprak numunesi (torba örneği) ve bozulmamış (500 ml çelik silindir kullanılarak) toprak örnekleri alınmıştır. Çepel (1978) ve Özyuvacı (1978) tarafından belirlenen esaslara uygun olarak toprak profilleri açılmıştır.

Laboratuvar analizleri

Toprak numuneleri analize hazır hale getirildikten sonra fiziksel ve kimyasal özellikler uygun yöntemlere göre belirlenmiştir. Tekstür analizi ve toprak tipi, Bouyoucos'un hidrometre yöntemi ile saptanmıştır (Gülçur, 1974). Toprak nem sabiteleri (tarla kapasitesi, solma noktası, faydalı su kapasitesi) toprağın maksimum su tutma kapasitesi Gülçur (1974) ve Karaöz'e (1989a) göre belirlenmiştir.

Kimyasal toprak özelliklerinden pH, 1/2.5 oranında toprak-su süspansiyonlarında Orion 5 star dijital pH metre ile ve elektriksel iletkenlik 1/5 oranında toprak-su süspansiyonunda Orion 5 star dijital EC metre ile ölçülmüştür. Toprağın organik karbonu Walkley-Black ıslak yakma metoduna göre ve CaCO₃ içeriği ise Scheibler'in kalsimetre metoduna göre tespit edilmiştir (Rowell, 1994).

Erodibilite indekslerinden kil oranı, dispersiyon oranı, kolloid/nem ekivalanı ve erozyon oranı eşitlikler ve formüller yardımı ile tespit edilmiştir. Middleton'un dispersiyon oranı, toprak örneklerinde dispersleşme yapılmadan belirlenen toz+kil değerinin aynı örneğe ait gerçek toz+kil değerine bölünmesiyle hesaplanmıştır (Özyuvacı, 1971; Öztan, 1980). Kil oranı Bouyoucos'un kil oranı formülünden (Neal 1938, Taysun1981), kolloid/nem ekivalanı oranı ise toprakların kil içeriğinin tarla kapasitesindeki nem değerlerine oranlanması ile bulunmuştur. Erozyon oranı, dispersiyon oranı ile kolloid-nem ekivalanı oranının bir eşitlikte kombine edilmesi ile hesaplanmıştır (Özyuvacı, 1971; Öztan, 1980).

Analizler sonucunda elde edilen veriler SPSS 11.00 istatistik programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Toprak özellikleri ile erodibilite indeksleri arasındaki ilişkileri belirlemek için basit korelasyon analizi ve ortalamaların karşılaştırılmasında t-testi uygulanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırma alanının üst ve alt katmanındaki toprakların türü, balçıklı kil türünde ve ortalama kum miktarı sırasıyla % 31.09 ve % 31.07; ortalama toz miktarları sırasıyla % 37.06 ve % 37.32; ortalama kil miktarları % 31.85 ve % 31.61 olarak belirlenmiştir. Her iki derinlik kademesindeki toprakların kireç (CaCO_3) miktarı birbirlerine yakın olup (üst toprak kademesinde %12,97 ve alt derinlik kademesinde %12,48), topraklar kireçli sınıfta yer almaktadır. Hafif alkali sınıfta yer alan toprak reaksiyonu (pH H_2O) üst ve alt toprak kademelerinde sırasıyla 7.57 ve 7.53 olarak ölçülmüştür. Üst ve alt toprakların elektriksel iletkenlikleri (EC) sırasıyla 0.75 dS m^{-1} ve 1.30 dS m^{-1} olup $P < 0.05$ önem düzeyinde farklıdır (Tablo 1). Örnek alan toprakları üzerinde herhangi bir ölü ya da diri örtü olmadığı için her iki derinlik kademesinin organik karbon miktarınca fakir sınıfa giren değerler (0.85, 0.73) bulunmuştur.

Araştırma alanındaki alt ve üst toprakların tarla kapasitesindeki nem oranları sırasıyla % 18.69 ve %19.27; solma noktasındaki nem oranı % 10.22 ve % 10.52; ve faydalanılabılır su kapasitesi ise % 8.47 ve % 8.70 dir (Tablo 1).

Araştırma alanı üst ve alt kademe topraklarının erozyon eğilim indeklerinden dört tanesi incelenmiştir. Bunlar kil oranı, dispersiyon oranı, kolloid/nem ekivalanı ve erozyon oranıdır. Toprakların üst ve alt kademelerindeki kil oranı 2.22 ve 2.30; dispersiyon oranı % 24.78 ve % 23.16; kolloid/nem ekivalanı 1.70 ve 1.65; ve erozyon oranları sırasıyla 14.93 ve 14.51 bulunmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Araştırma alanındaki bazı toprak özelliklerinin derinlik kademelerine göre ortalama ve standart hata değerleri

Toprak Özellikleri	N	Derinlik Kademesi	
		0-20 cm	20-40 cm
Kum (%)	30	31.09±1.94a	31.07±2.27a
Toz (%)	30	37.06±1.20a	37.32±1.32a
Kil (%)	30	31.85±0.92a	31.61±1.12a
CaCO_3 (%)	30	12.97±0.54a	12.48±0.70a
pH (H_2O)	30	7.57±0.03a	7.53±0.03a
EC (dS m^{-1})	30	0.75±0.13a	1.30±0.18b
Organik Karbon (%)	30	0.85±0.05a	0.73±0.05a
Tarla Kapasitesi (%)	30	18.69±0.34a	19.27±0.49a
Solma Noktası (%)	30	10.22±0.30a	10.52±0.39a
FSK (%)	30	8.47±0.29a	8.70±0.41a
Kil Oranı	30	2.22±0.10a	2.30±0.14a
Kolloid/Nem Ekivalanı Oranı	30	1.70±0.04a	1.65±0.04a
Dispersiyon Oranı (%)	30	24.78±1.19a	23.16±1.23a
Erozyon Oranı	30	14.93±0.88a	14.51±0.94a

Not:30 ar adet örneğin ortalama değerleri ve standart hatası verilmiştir. CaCO_3 : Toplam Kireç, EC: Elektriksel İletkenlik, FSK: Faydalanılabılır Su Kapasitesi, N: Örnek Sayısı

Araştırma alanı topraklarının her iki derinlik kademesindeki ortalama dispersiyon oranı değerleri 15 den büyük olduğu için erozyona duyarlı oldukları tespit edilmiştir. Alt derinlik kademesindeki dispersiyon oranı değeri üst derinlik kademesindekinden daha düşük bulunmuştur. Alt kademede kil oranının daha yüksek olmasının bu sonucun nedeni olduğu düşünülmektedir. Ortalama kolloid/nem ekivalanı oranları 1.5 sınır değerinden daha büyük olduğu için araştırma alanı toprakları bu indeks bakımından erozyona karşı dayanıklı bulunmuştur. Toprakların ortalama erozyon oranları her iki derinlik kademesinde 10 sınır değerinden büyük olduğu için erozyona duyarlıdır (Tablo 1).

Alt ve üst derinlik kademelerindeki toprakların ortalama değerleri istatistikî olarak karşılaştırılmış fakat derinlik kademesine göre toprak özelliklerinin arasında fark olmadığı tespit edilmiştir.

Araştırma alanı üst topraklarının erodibilite indekslerinden kil oranı, dispersiyon oranı, erozyon oranı ve kolloid/nem ekivalanı değerlerinin toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile ilişkileri irdelenmiştir. Kil oranının kum ile 0.001 önem düzeyinde, organik karbon ile 0.05 önem düzeyinde pozitif; kil, toz ve tarla kapasitesi ile 0.001 önem düzeyinde, solma noktası ile de 0.05 önem düzeyinde negatif ilişkisi bulunduğu tespit edilmiştir (Tablo 2).

Erodibilite indekslerinden dispersiyon oranının yalnızca topraktaki toplam kireç (CaCO_3) ile 0.05 önem düzeyinde pozitif ilişki gösterdiği saptanmıştır. Erozyon oranı ile kum ve organik karbon arasında 0.05 önem düzeyinde pozitif, buna karşılık kil miktarı ile 0.001 önem düzeyinde negatif ilişki tespit edilmiştir. Kolloid/nem ekivalanı ile kil yüzdesi ($p < 0.001$), ve pH ($p < 0.05$) arasında pozitif; kum ($p < 0.001$), organik karbon ve pH ile 0.05 önem düzeyinde negatif ilişkiler olduğu saptanmıştır (Tablo 2).

Tablo-2. Üst toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile erodibilite indeksleri arasındaki korelasyon katsayıları.

Toprak Özellikleri	N	KO		DO		EO		K/NE	
		Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)
Kum (%)	30	.890(**)	.000	.274	.143	.412(*)	.540	-.581(**)	.001
Kil (%)	30	-.982(**)	.000	-.264	.159	-.500(**)	.403	.818(**)	.000
Toz (%)	30	-.688(**)	.000	-.240	.201	-.284	.071	.313	.092
OC (%)		.409(*)	.025	.301	.106	.405(*)	.026	-.435(*)	.016
CaCO_3 (%)	30	-.110	.563	.393(*)	.032	.247	.105	.093	.626
pH(H_2O)	30	-.221	.241	-.204	.279	-.293	.107	.370(*)	.044
EC (dS m^{-1})	30	.112	.555	.180	.342	.304	.001	-.432(*)	.020
TK (%)	30	-.664(**)	.000	.054	.778	.026	.018	.050	.793
SN (%)	30	-.422(*)	.020	.008	.966	.017	.150	.103	.588

(*): 0.05 yanılma ile önemli, (**): 0.001 yanılma ile önemli, OC: Organik karbon; CaCO_3 : Toplam kireç; EC: elektriksel iletkenlik; TK: tarla kapasitesi; SN: solma noktası; KO: kil oranı; DO: dispersiyon oranı; EO: erozyon oranı; K/NE: kolloid / nem ekivalanı

Araştırma alanı alt topraklarının erodibilite indeksleri ile toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkilerde irdelenmiştir. Alt topraklarda kil oranının kum ile 0.001 önem düzeyinde pozitif; kil, toz, tarla kapasitesi ve solma noktası ile 0.001 önem düzeyinde, toplam kireç ile de 0.05 önem düzeyinde negatif ilişkisi bulunduğu tespit edilmiştir (Tablo 3).

Alt toprakta, dispersiyon oranı ile toz yüzdesi ve tarla kapasitesi ($p < 0.001$), EC ve solma noktası ($p < 0.05$) pozitif yönde ilişkili bulunmuştur. Erozyon oranı ile EC arasında 0.001, tarla kapasitesi ile 0.05 önem düzeyinde ilişki tespit edilmiştir. Kolloid / nem ekivalanı ile kil ve toplam kireç arasında 0.001 ve pH arasında 0.05 önem düzeyinde pozitif; kum ve EC arasında 0.001, pH arasında 0.05 önem düzeyinde negatif ilişkiler saptanmıştır (Tablo 3).

Tablo-3. Alt toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile erodibilite indeksleri arasındaki korelasyon katsayıları.

Toprak Özellikleri	N	KO		DO		EO		K/NE	
		Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)	Pearson Correlation	Sig. (2-tailed)
Kum (%)	30	.940(**)	.000	-.319	.086	-.116	.540	-.470(**)	.009
Kil (%)	30	-.945(**)	.000	.093	.627	-.158	.403	.697(**)	.000
Toz (%)	30	-.816(**)	.000	.469(**)	.009	.334	.071	.218	.246
CaCO ₃ (%)	30	-.452(*)	.012	-.096	.615	-.302	.105	.620(**)	.000
pH(H ₂ O)	30	-.231	.220	-.205	.276	-.301	.107	.420(*)	.021
EC (dS m ⁻¹)	30	.145	.445	.450(*)	.013	.584(**)	.001	-.591(**)	.001
TK (%)	30	-.792(**)	.000	.504(**)	.005	.429(*)	.018	-.014	.943
SN (%)	30	-.620(**)	.000	.368(*)	.045	.269	.150	.173	.362

(*): 0.05 yanılma ile önemli, (**): 0.001 yanılma ile önemli, CaCO₃: Toplam kireç; EC: elektriksel iletkenlik; TK: tarla kapasitesi; SN: solma noktası; KO: kil oranı; DO: dispersiyon oranı; EO: erozyon oranı; K/NE: kolloid / nem ekivalanı

Üzerinde bitki örtüsü bulunmayan çıplak alan toprakları eroziv kuvvetlerle hızlıca bozulmaktadır. Bu bozulmalar toprakların biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerini sırasıyla olumsuz yönde etkileyerek toprak kalite standartlarından uzaklaştırmaktadır. Toprakların üzerinde ölü veya diri örtü bulunması veya ormanlarla kaplı olması bu toprakların erozyona dayanıklı olduğu anlamına gelmemektedir. Yüksek (2000), Trabzon Limni deresi Havzasının bazı fiziksel özellikleri ile erozyon eğilim değerlerini araştırmış ve araştırma aşamı topraklarının yükseklik kademelerine göre kum, toz ve kil miktarlarında önemli farklılıklar olduğu, dispersiyon oranının derinlik kademesine göre derinlik arttıkça arttığı, üst derinlik kademesindeki pH miktarının alt derinlik kademesinden daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Karagül (1996), Trabzon-Söğütüdere havzasında farklı arazi kullanım şekillerinin toprakların bazı özelliklerini nasıl etkilediğini araştırmıştır. Orman, mera ve tarım alanlarından oluşan toplam 83 adet açılan toprak çukurundan üç farklı derinlik kademesinden (0-20 cm, 20-50 cm ve >50 cm) toprak örnekleri alınmıştır. Tespit edilen bazı erodibilite indekslerine (dispersiyon oranı, kolloid/nem ekivalan oranı, erozyon oranı) göre araştırma havzası toprakları erozyona duyarlı bulunmuş ve arazi kullanım şekillerine göre en düşük dispersiyon oranı orman topraklarında saptanmış, bunu otlak toprakları izlemiş ve en yüksek dispersiyon oranı değerlerine tarım topraklarında rastlanmıştır.

Singh ve Khera (2008) farklı arazi kullanımını altında gelişen toprakların erozyon erodibilite indekslerini incelemiş ve sırasıyla açıklık>ekili tarım alanları>mera>orman topraklarının erozyona duyarlı olduğunu bildirmiştir.

Bu çalışmalardan da anlaşılacağı üzere yeni otlak ve tarım alanları açmak için tahrip edilen ormanların altındaki topraklar da bu uygulamadan olumsuz etkilenmekte toprakların fiziksel, kimyasal, hidrofiziksel ve biyolojik özellikleri değişerek erozyon eğilimini artırmaktadır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışma alanındaki toprakların balçıklı kil türde, hafif alkali, kireçli, organik karbon miktarı bakımından fakir ve erozyona duyarlı karakterde oldukları tespit edilmiştir. Araştırma alanındaki toprak erodibilite değerlerinin yüksek ve derinliklerinin sığ olması nedeniyle önlem alınmadığı takdirde, çıplak yamaçlarda erozyonla meydana gelecek toprak kaybının geri dönüşü zor ekolojik sorunlara yol açacağı anlaşılmaktadır. Erozyon eğiliminin yüksek olması nedeniyle toprak yüzeyinden meydana gelecek aşırı taşınma toprak derinliğini daha da sığlaştırarak toprakların biyolojik, fiziksel, kimyasal ve hidrofiziksel özelliklerinin bozulmasına ve toprak kalitesinin zayıflamasına yol açabilecektir.

Araştırma alanının da yer aldığı havzada en önemli problem erozyon ile toprak kaybıdır. Toprakların yerinde korunmaması durumunda, erozyona hassas olan topraklar akarsulara, akarsulardan da baraj göletlerine taşınarak barajların ekonomik ömrünü kısaltacaktır. Bu nedenle havzanın çıplak ve bilhassa eğimin yüksek olduğu

kesimlerinde toprak ve su korumasına yönelik çalışmalara ağırlık verilmelidir. Mecralarda erozyon ve rusubat hareketinin durdurulmasında kullanılan en güzel ve etkili yöntem, mecra ve oyuntularda taban eğimini düşürerek suyun hızını ve rusubat sürüklenme gücünü azaltmaktır. Bu amaçla, mecra eksenine dik inşa edilecek olan kuru duvar veya canlı eşikler ve eğimin fazla olduğu açıklık alanlardaki örme çitler, yüzeysel akışın toprak ve rusubat taşıma kuvvetini kesecektir. Böylece havzanın su üretim gücünün hızla tükenmesi önlenebilecektir.

Yine açıklık alanlarda toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirici önlemler alınmalıdır. Özellikle eğimli ve çıplak yamaçlarda inşa edilen enine yapılar (teraslar, örme çitler, taş kordon vb.) arkasında toprak strüktürünü iyileştirmeye yönelik uygulamalara önem verilmelidir. Böylece toprakların infiltrasyon kapasitesi artırılarak yüzeysel akış ve erozyon önlenmeye çalışılmalıdır.

Çalışma alanındaki topraklar gevşek ve akmaya müsaittir. Bu alanda örme çitler kullanılarak yüzeysel akışın hızı kesilmeli ve arkasında bitkilendirme yapılarak erozyon önlenmeye çalışılmalıdır. Eğimi yüksek olan alanlarda erozyonu önleme çalışmalarından biri olan örme çitler, stabil olmayan çürük yamaçlarda yağmur sularının akışını yavaşlatarak toprağın aşınmasını ve taşınmasını önler. Yapılan çitlerin arkası toprakla doldurularak üst kısımlara uygun ağaç türleri dikilir. Uygun ağaç türleri ile yapılacak ağaçlandırmalar toprağı mekanik olarak yerinde tutmanın yanında toprak özelliklerini iyileştirerek erozyonu önlemede de yararlı olmaktadır. Yüksek eğimli bu alanlarda devamlı bir vejetasyon örtüsü altında bulundurulmalıdır.

TEŞEKKÜR

TÜBİTAK'a bize bu çalışmada 2209-Üniversite Öğrencileri Yurt İçi Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında sağlamış olduğu destekten dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- o Balcı, A.N.,1996. Toprak Koruması Ders Notları, İ.Ü. Orman Fak. Yayın No:439, İstanbul.
- o Gülçur, F., 1974.Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 201, İstanbul.
- o An, H.P., 2000. Study on soil anti erodibility and predicting model in the middle reaches of North Panjiang River. Journal of Soil and Water Conservation 14 (4), 38–42 (in Chinese, with English Abstr.).
- o Anşin, R., 1983. Türkiye'nin Flora Bölgeleri ve Bu Bölgelerde Yayılan Asal Vejetasyon Tipleri, K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 6, 2, 318-340.
- o Bajracharya, R.M., Lal, R., 1992. Seasonal soil loss and erodibility variation on a Miamian silt loam soil. Soil Science Society of America Journal 56, 1560–1565.
- o Bouyoucos, G.J., 1935. The clay ratio as a criterion of susceptibility of soils to erosion. Journal of American Society of Agronomy 27, 738–741.
- o Bryan, R.B., 1968. The development, use and efficiency of indices of soil erodibility. Geoderma 2, 5–26.
- o Bryan, R.B., Govers, G., Poesen, J., 1989. The concept of soil erodibility and some problems of assessment and application. Catena 16, 393–412.
- o Bryan, R.B., 2000. Soil erodibility and processes of water erosion on hill slope. Geomorphology 32, 385–415.
- o Çepel, N. 1978. Orman Ekolojisi. İstanbul 1978. Taş Matbaası. XV+534 s.
- o Davis, P. H., 1965. Flora of Turkey. Edinburg University Press, University of Edinburg.
- o EMEP, 2013. Erozyonla Mücadele Eylem Planı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel müdürlüğü Yayınları.
- o Franzluebbbers, A.J., 2002. Water infiltration and soil structure related to organic matter and its stratification with depth. Soil and Tillage Research. 66: 197-205.
- o Jing, K., Wang, W.Z., Zheng, F.L., 2005. Soil Erosion and Environment in China. Science Press, Beijing (359 pp., in Chinese).
- o Kantarcı, M.D., 2000. Toprak İlimi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 462, Çantay Basımevi, İstanbul.

- Kara, Ö., Babur, E., Altun, L., Seyis, M., 2016. Effects of afforestation on microbial biomass C and respiration in eroded soils of Turkey, *Journal of Sustainable Forestry*, DOI: 10.1080/10549811.2016.1190759
- Karaöz, M.Ö., 1989a. Toprakların Su Ekonomisine İlişkin Bazı Fiziksel Özelliklerinin Laboratuarda Belirlenmesi Yöntemleri. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B*, 39/2, 133-144.
- Karagül, R., 1996. Trabzon-Söğütüdere Havzasında Farklı Arazi Kullanım Şekilleri Altındaki Toprakların Bazı Özellikleri ve Erozyon Eğilimlerinin Araştırılması, *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 23 (1999) 53-68.
- Kezik, U. Acar, H.H. The Potential Ecological Effects of Forest Harvesting on Forest Soil. *Eur J Forest Eng* 2(2): 87-95.
- Lal, R., 1991. *Soil Erosion Research Methods*. Science Press, Beijing (236 pp., in Chinese).
- Link-1, 2016, <http://tr.climate-data.org/location/19451/>
- Middleton, H.E., 1930. Properties of soils which influence soil erosion. USDA, Technical Bulletin 178 (16 pp.).
- Morgan, R.P.C., Martin, L., Noble, C.A., 1987. Soil erosion in the United Kingdom: a case study from mid-Bedfordshire. Occasional Paper No. 14, Silsoe College, Cranfield Institute of Technology, Silsoe, Bedfordshire.
- 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.
- Rowell, D. L., 1994. *Soil science: Methods and applications*. Singapore: Longman Scientific and Technical.
- Römken, M.J.M., 1985. The soil erodibility factor: a perspective. In: El-Swaify, S.A., Moldenhauer, W.C., Lo, A. (Eds.), *Soil Erosion and Conservation*. Soil Conservation Society of America, Ankeny, pp. 445-461.
- Öztan, Y., 1980. Meryemana Deresi Havzasındaki Mera ve Orman Arazisinde Otlatmanın Değişik Etmelerle İlişkili Olarak Fiziksel ve Hidrolojik Toprak Özellikleri Üzerindeki Etkileri, *K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 3-1, 74-104, Trabzon.
- Özyuvacı, N., 1971. Topraklarda Erozyon Eğiliminin Tespitinde Kullanılan Bazı Önemli İndeksler, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, B. 21, 1, 190-207.
- Özyuvacı, N., 1978. Kocaeli Yarımadası Topraklarında Erozyon Eğiliminin Hidrolojik Toprak Özelliklerine Bağlı Olarak Değişimi, *İ.Ü. Orman Fak. Yayın No: 233*, İstanbul.
- Singh, M.J., Khera, K.L. 2008. Soil erodibility indices under different land uses in lower Shiwaliks, *Tropical Ecology* 49(2): 113-119, 2008
- Sonel, N., 1989. Bürnük (Boyabat-Sinop) Civarının Jeolojisi, *Mühendislik ve mimarlık fakültesi dergisi, Gazi Üniv. Cilt 4, Sayı 1-2*, Ankara,
- Tang, K.L., 2004. *Soil and Water Conservation in China*. Science Press, Beijing (845 pp., in Chinese).
- Taysun, A., 1981. Gediz Havzasının Redizina Tarım Toprak Topraklarında Yapay Yağmurlayıcı Yardımıyla, Taşlar, Bitki Artıkları ve Polyvenil alkolün Toprak Özellikleri İle Birlikte Erozyona Etkileri Üzerinde Araştırmalar. *Doçentlik Tezi (Yayınlanmamış)*.
- Uslu, S., 1970. Toprak Erozyonuna Tesir Eden Faktörler ve Bunun Türkiye'deki Durumu, *Ormanlık Araştırma Enst. Der. Cilt 16, Sayı 1*, Ankara.
- Wang, B., Zheng, F., Römken, M.J.M., Darboux, F., 2013. Soil erodibility for water erosion: A perspective and Chinese experiences, *Geomorphology* 187 (2013) 1-10
- Yüksek, T., 2000. Trabzon Limni Deresi Havzası Topraklarının Bazı Fiziksel Özellikleri ile Erozyon Eğilimi Değerlerinin Araştırılması, *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt.1, ss.72-80.
- Zhang, K.L., Li, S., Peng, W., Yu, B., 2004. Erodibility of agricultural soils on the Loess Plateau of China. *Soil and Tillage Research* 76, 157-165.