KAHRAMANMARAŞ-AYVALI BARAJI KIZILDERE YAĞIŞ HAVZASINDA TOPRAKLARIN EROZYON EĞİLİM DEĞERLERİNİN HİDROFİZİKSEL TOPRAK ÖZELLİKLERİNE BAĞLI OLARAK DEĞİŞİMİ

Arslan OKATAN
KTÜ., Orman Fakültesi
Orm. Müh. Böl.
Trabzon

Alaaddin YÜKSEL
KSÜ., Orman Fakültesi
Orm. Müh. Böl.
Kahramanmaraş

Mahmut REİS
KTÜ., Orman Fakültesi
Orm. Müh. Böl.
Trabzon

ÖZET

Bu araştırma, Türkiye'nin Doğu Akdeniz bölgesinde yer alan K.Maraş Ayvalı Barajı Kızıldere Yağış Havzasında gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın amacı, yağış havzasında yeralan farklı anamateryaller (kireçtaşı, kumtaşı) üzerinde gelişen toprakların erozyon eğilimi değerlerini belirleyerek, bu değerlerin hidrofiziksel toprak özelliklerine bağlı olarak değişimini ortaya koymaktır. Araştırmanın yapıldığı yağış havzası toprakları için belirlenen erodibilite indeks değerleri ile araştırma alanı yağış havzası ve benzer yağış havzalarında yapılacak tesislerin kuruluş aşamasında, havzadan erozyonla taşınan toprak miktarının azaltılması bakımından önemli ipuçlarının elde edilmesi amaçlanmaktadır. Araştırma alanından alınan toprak örnekleri üzerinden yapılan çeşitli laboratuvar analizleri sonucunda toprakların erodibilite indeksleri belirlenerek, havza topraklarının erozyona karşı duyarlı olup olmadığı ortaya konulmaya çalışılmıştır. Araştırma sonucu elde edilen verilere göre, her iki anakaya grubu üzerinde oluşan toprakların erozyon eğilimi değerleri olarak belirlenen dispersiyon oranı, erozyon oranı, yüzey agregatlaşma oranı ve kolloid-nem ekivalanı oranı değerlerinden havza topraklarının erozyona karşı duyarlı oldukları ortaya konulmuştur.

AN INVESTIGATION ON ERODIBILITY CHARACTERISTICS OF SOILS UNDER VARIOUS LAND USE TYPES IN KIZILDERE CREEK WATERSHED OF AYVALI DAM IN KAHRAMANMARAS

ABSTRACT

This study was conducted in Kızıldere watershed of Ayvalı dam in Kahramanmaraş which is located at East Mediterranian Region. The aim of this study was to determine erodibility indice values of soils developed from different parent materials (sandstone, limestone) and to find out their variations according to the hydrophysical soil characteristics with this study, not only the erodibility indice values of Kızıldere creek watershed would be determined but also, to minimize soil removal with erosion in the foundation of establishments in similar watersheds would be put forward.

According to the laboratory analysis of soil sampls, erodibility indices were determined and sensitiving of soils to erosion in the watershed were examined. Results

of dispersion ratio, erosion ratio, surface-aggregation ratio, and colloid-moisture equivalent ratio for two different parent materials revealed that the soils of the watershed to the erosion are succeptible.

GİRİŞ

Erodibilite, toprakların tamamen kendi bünyelerindeki çeşitli özelliklerinden kaynaklanan ve eroziv etmenlere karşı direncini veya erozyona uğrama eğilimini gösteren bir niteliğidir. Bu nedenle erodibilite, erozyondan farklı olarak bir eğilimi veya potansiyeli ifade eden bir kavramdır. Nitekim sık ve koruyucu bir bitki örtüsü, örneğin sık bir orman altında bulunan bir toprakta hiç bir etkin erozyon görülmediği halde, bu toprağın bazı yapısal özelliklerinden kaynaklanan erodibilitesi yüksek olabilir. Böyle toprakların koruyucu örtüsünün kaldırılması, topoğrafik ve yağış koşullarının elverişli olması halinde büyük bir erozyon olayını kaçınılmaz kılabilir (1).

Toprakların erozyon eğilimlerini inceleyen araştırmacılar, erodibilite ile birçok toprak özellikleri arasında bazı ilişkiler bulmuş ve buna bağlı olarak birçok erodibilite indeksleri geliştirilmiştir. Erodibilite değerleri topraktaki kaba fraksiyonlarla pozitif bir ilişki içinde olup, kum ve toz miktarının yüksek olması ile artmaktadır. Buna karşılık, eroziv etmenlere karşı çözülmeyi ve aşınmayı azaltıcı ve önleyici rolü olan kil ve diğer kolloidler gibi ince fraksiyonlar ve organik madde ile erodibilite arasında negatif bir korelasyonun bulunduğu tespit edilmiştir (2,3,4,5,6). Toprak tekstürünü oluşturan kum ve toz gibi kaba tanecikler taşınmaya karşı dirençli oldukları halde kil gibi ince kolloidler taşınmaya karşı dirençsiz, fakat çözülmeye karşı dirençlidirler. Kil tanecikleri organik madde ile birlikte dayanıklı toprak agregatları oluşturdukları için kil miktarı yüksek olan topraklar erozyona karşı dirençli olmaktadır.

Bu araştırmada, K.Maraş Ayvalı Barajı Kızıldere Yağış Havzasında farklı ana materyaller üzerinde gelişen toprakların erozyon eğilimi değerlerinin hidrofiziksel toprak özelliklerine bağlı olarak nasıl değiştiği ve bu değerler arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca erozyon eğilimi değerlerinin belirlenmesi ile havza toprakların erozyona duyarlı olup olmadıkları ortaya konulmuştur.

ARAŞTIRMA ALANININ GENEL TANITIMI

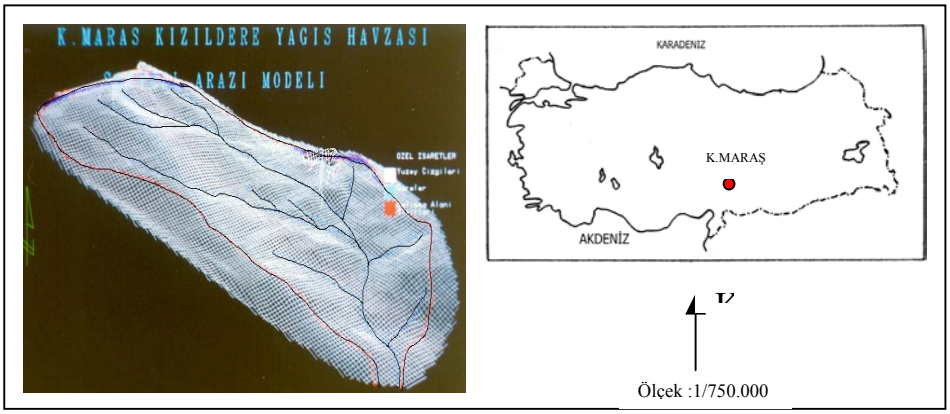
Coğrafi Konum ve Topoğrafik Durum

Araştırma alanı Türkiye' nin Doğu Akdeniz bölgesinde yer almakta olup, K.Maraş'a 25 km uzaklıkta olan Ayvalı barajı Kızıldere yağış havzasında bulunmaktadır. Havza K.Maraş'ın güneydoğusunda 37°34'48"-37°38'03" kuzey enlemleri ile 37°06'46"- 37°07'19" doğu boylamları arasında yer almaktadır. Havzanın toplam alanı 1002 hektardır.

İklim

Araştırma alanında, Akdeniz iklimi ile karasal iklim görülmektedir. Genellikle yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Yıllık yağış 700 mm' nin üzerindedir. Yağışlar genellikle kış ve ilkbahar aylarında yoğun şekilde görülmektedir. Araştırma havzasının iklimini belirlerken en yakın gözlem istasyonu olan K.Maraş Meteoroloji

istasyonunun iklim verileri kullanılmıştır (7). Doğu Akdeniz Bölgesinde gözlenen şiddetli sağnak yağışlar iklimin erozyon üzerindeki etkisini artırmaktadır. Bölgenin büyük bölümünde arazi eğiminin yüksek ve eğim alanının uzun oluşu şiddetli



yağışlardan sonra önemli ölçüde toprak kayıplarının meydana gelmesine neden olmaktadır (8).

Şekil 1. Araştırma alanının yeri ve sayısal arazi modeli

Jeolojik Yapı ve Toprak

Araştırma alanı jeolojik yapı bakımından mesozoik'de oluşmuş, esas itibariyle üst kretase yaşlı koçali karmaşığı (ultrabazik kayaçlar, kireçtaşları ve radyolaritlerle ardalanan silisli şeyllerden oluşur ve düzensiz bir iç yapı gösterir) ve kastel formasyonundan (Şeyl-Marn-Miltaşı: Yeşil, zeytinyeşili, grimsi, yeşil renkli şeyl marn ve miltaşı ardalanması halinde görülen birim yer yer ofiyolit çakıllardan oluşan çakıltaşı ve kumtaşı bantlarını içerir) ve Senezoik (tersiyer zaman) de oluşmuş, esas itibariyle orta eosen ve üst miyosen yaşlı hoya formasyonu ve kuzgun formasyonundan oluşmuştur (9).

Araştırma alanı toprakları, Topraksu'nun yapmış olduğu çalışmaya göre Kırmızı Kahverengi Akdeniz toprakları ve Kahverengi Orman topraklarından oluşmaktadır (10, 11).

Bitki Örtüsü

Araştırma alanı Türkiye' nin 3 büyük flora bölgesinden biri olan Euro-Siberian (Avrupa-Sibirya) flora bölgesinin Mediterranean kesiminde yer almaktadır (12).

Araştırma alanında odunsu, otsu ve çalı formunda bitki örtüsü mevcuttur. Özellikle aşırı tahribatlar sonucu yörenin asıl vejetasyonunu oluşturan Kızılçam ormanları yerini adeta çalı formuna bırakmış durumda olup hakim bir meşcere yoktur. Yörede tesbit edilen bitki türlerinden bazı odunsu ve çalı türleri: *Pinus brutia* Ten., *Quercus brantii* Lindl, *Juglans regia* L, *Juniperus communis* L, *Paliurus spina - chrisstii, Pistacia terebinthus* L, *Acer monspessulanum* L.

Leguminosae Familyası: *Trifolium angustifolium* L. var. *angustifolium, Geranium tuberosum* (L.) Medik, *Lathyrus setifolius* L., *Lathyrus apaca* L., *Astragalus*

schizopterus Boiss, *Vicia sativa* L.*, Vicia cracca* L.*,*

Gramineae Familyası: *Dactylis glomerata*, *Agrostis stolonifera* L., *Briza maxima* L.*, Briza minor* L.*, Avena barbata* Pott., *Poa bulbosa* L., *Poa pratensis* L.*, Poa annua* L., *Lolium perenne* L.*, Cynodon dactylon* L.,

Diğerleri: *Sclerantus uncinatus* Schur., *Cerastium dichotomum* L., *Fibigia clypeatala* M., *Galium atherens* L., *Legousia sp., Rhagadiolus stellatus* (L.) Goerner, *Veronica ancifolia* L., *Sanguisorba minor* Scop., *Helleborus vesicorius* Auch., *Myosotis rawusisima* L., gibi türler bulunmaktadır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Arazi Yöntemleri

Araştırma alanının, farklı toprak özellikleri oluşturması bakımından jeolojik temel esasına dayanan bir sınıflama ile 2 grupta toplanması uygun görülmüştür (Kireçtaşı ve Kumtaşı). Araştırma alanında yer alan toprak gruplarının genel tanıtımında, her bir grubun sahip olduğu özellikleri temsil edecek şekilde sahaya dağıtılacak toprak profillerinin sayısı (örnek büyüklüğü) istatistiki metodlarla ± 0.10 hata esasına dayanılarak tayin edilmiştir. Üst toprak permeabilitesi suyun infiltrasyon hızını etkileyen bir faktördür. Yine, arazinin kullanma şekli, kompaktlaşma, dispersleşme, çamurlu suların sıvama etkileri, nem içeriği, mevsim, ürün artıkları vs. toprağın infiltrasyon hızını büyük ölçüde etkilemektedir. Bütün bunlar, üst toprak permeabilitesinin son derece değişken bir unsur olarak ortaya çıktığını göstermektedir. Bu nedenle örneklemelerde profil sayısının tespiti için üst toprak permeabilitesi esas alınmış ve standart hata başlangıçta gerçek ortalamanın ± % 10'u olarak kabul edilmiştir (13).

Metodun uygulanmasında; araştırma alanında farklı jeolojik formasyonların kapladığı alanların her birinden usulüne uygun olarak (14) yirmişer adet toprak profili alınmış ve bu profillerden elde edilen strüktürü bozulmamış troprak örnekleri üzerinden üst toprak permeabiliteleri belirlenmiştir. Elde edilen veriler, her bir anakaya grubu için aşağıdaki işlemlere tabi tutulmuştur.

Araştırma alanında farklı anakaya grupları üzerinde yer alan topraklardan alınan strüktürü bozulmamış hacim ağırlığı silindir örnekleri üzerinden elde edilen permeabilite değerlerine göre örnek büyüklüğü (profil sayısı);

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x^2)}{n}}{n-1}} \qquad (1)$$

$$S\bar{x} = \frac{Sd}{\sqrt{n}} \qquad (2)$$

$S\bar{x}$ = Standart Hata

Sd = Standart Sapma

formüllerinden, yararlanılarak tespit edilmiştir. Elde edilen permeabilite değerlerine göre, araştırma alanının Kumtaşı anakaya grubu üzerinde yer alan topraklar için 22 adet, kireçtaşı anakaya grubu üzerinde yer alan topraklar için 24 adet olmak üzere toplam 46 adet toprak profilinin alınması istatistiksel olarak araştırma alanının temsili için yeterli olduğu sonucuna varılmıştır. Belirlenen bu örnekleme büyüklüğünün, araştırma alanına dağılımı faktöriyel deneme deseni esaslarına göre yapılmıştır. Buna göre farklı anakaya grupları (Kireçtaşı ve Kumtaşı), farklı arazi kullanımları (Tarım, Orman, Mera), farklı yükseklik kademeleri (750-1350 m, 1350-1950 m) ve farklı bakılar (kuzey, güney) dikkate alınmıştır.

2 Anakaya X 3 Arazi Kullanma Şekli X 2 Bakı Durumu X 2 Yükseklik Kademesi X 2 Profil = 48 adet profil esas alınmıştır (15, 16).

Toprak profillerinin alınmasında arazi eğiminin % 20-30 arasında değiştiği alanlar baz olarak kabul edilmiştir. Tarım arazilerinden alınan profil yerlerinin seçiminde arazi eğimi yanında, en az 2 yıl süre ile tarım yapılmayan nadasa bırakılmış alanlar göz önünde bulundurulmuştur. Toprak örneklerinin alınmasında horizonlar belirgin olmadığı için iki derinlik kademesi esas alınarak, 0-20 cm ve 20-50 cm derinlik kademelerinden örnekler alınmıştır (17, 18, 19).

Laboratuvar Yöntemleri

Araştırma alanından alınan toprak örnekleri laboratuvara taşınmış ve hava kurusu hale getirildikten sonra 2 mm'lik elekten geçirilmiştir. Bu örnekler üzerinden toprakların tekstür yapıları, tane yoğunluğu ve nem ekivalanı oranları değerleri belirlenerek, bu değerler üzerinden dispersiyon oranı, erozyon oranı, yüzey agregatlaşma oranı ve kolloid-nem ekivalanı oranı indeks değerleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Toprakların tekstür tayini Bouyoucos'un hidrometre yöntemine göre (20, 21) dispersiyon oranı Middleton'un dispersiyon oranı yöntemine göre (22, 23), nem ekivalanı (tarla kapasitesi) "Soil Moisture Equipment Co." seramik levhalı alçak basınç aletinde 1/3 atmosfer basınç altında (24), su tutma kapasitesi hacim ağırlığı silindir örnekleri üzerinden, permeabilite hacim ağırlığı silindir örnekleri üzerinden Darcy kanununa göre, dane yoğunluğu toprak-su yer değiştirme esasına göre, gözenek hacmi dane yoğunluğu ve hacim ağırlığı arasındaki ilişkiden, Kolloid/Nem ekivalanı oranı mekanik analiz sonucu bulunan kil miktarının aynı örneğin nem ekivalanı oranına bölünmesiyle (25), erozyon oranı dispersiyon oranının aynı toprağın kolloid/nem ekivalanı oranına bölünmesiyle (4, 26) belirlenmiştir.

Toprakların erozyon eğilimlerini belirlemek için birçok erodibilite indeksi geliştirilmiş olup bu araştırmada kullanılan indeksler şunlardır:

1. Middleton'un Dispersiyon Oranı

Middleton, toprağın fiziksel özellikleri ile erozyon arasındaki ilk bağıntıyı kurarak dispersiyon oranı indeksini geliştirmiştir. Bu indeks, 2 mm'lik elekten geçirilmiş toprağın hiçbir mekanik ve kimyasal dispersleşmeye tabi tutulmadan saf suda çalkalanması ile elde edilen toprak solüsyonunda mekanik analizle tayin edilen toz+kil miktarının, topraktaki mevcut gerçek toz+kil miktarına bölünmesi ile elde edilmektedir (27).

Dispersiyon oranı ne kadar büyükse toprağın erozyona duyarlılığı o kadar fazla olur. Bu indekse göre toprakların erozyona dayanıklılık sınırı %15 olarak kabul edilmiş olup değerlendirmeler aşağıdaki ıskalaya göre yapılmaktadır.

Dispersiyon Oranı	Erozyon Eğilimi
>15	Erozyon Dayanıksız
<15	Erozyona Dayanıklı

2. Kolloid/Nem Ekivalanı Oranı

Bu oran toprağın suyu geçirgenliğini, yani permeabilitesini gösteren bir indeks olarak kabul edilir (24). Kolloid/Nem Ekivalanı oranının yüksek olmasının, toprağın tarla kapasitesinin düşük olmasını, dolayısıyla da infiltrasyonun yükselmesi ve yüzeysel akışın azalması sonucunu doğurduğu saptanmıştır. Böylece bu oranı yüksek olan topraklar, düşük olanlara göre erozyona daha dayanıklıdır.

Kolloid/Nem Ekivalanı = Kil (%)/ Nem Ekivalanı (%)

Kolloid-Nem Ekivalanı oranı 1.5'den büyük olan topraklar erozyona dayanıklı, 1.5'den küçük olanlar ise erozyona dayanıksız olarak kabul edilmektedir.

Kolloid-Nem Ekivalanı Oranı	Erozyon Eğilimi
< 1.5	Erozyona Dayanıksız
> 1.5	Erozyona Dayanıklı

3. Erozyon Oranı

Erozyon oranı, Dispersiyon Oranının aynı toprağın Kolloid/Nem Ekivalanı oranına bölünmesi ile elde edilir (17, 25).

Erozyon Oranı = Dispersiyon Oranı / (Kolloid/Nem Ekivalanı Oranı)

Dispersiyon Oranının artması ve Kolloid/Nem Ekivalanı Oranının azalması ile Erozyon Oranı artmakta, yani toprağın erodibilitesi veya erozyona duyarlılığı da yükselmektedir.

Erozyon Oranı	Erozyon Eğilimi
> 10	Erozyona Dayanıksız
< 10	Erozyona Dayanıklı

4. Kil Oranı

Kil oranı, mekanik analiz sonucu bulunan (%kum+%toz) değerinin (%kil) değerine bölünmesi ile elde edilir (1).

Kil Oranı = (%kum+%toz) / %kil

Bu oranın büyümesi ile toprakların erodibilitesi de yükselir. Başka bir deyişle topraktaki kum ve toz fraksiyonlarının yüksek olması veya kil fraksiyonunun düşük olması, topraklarda erozyon eğilimini arttırmaktadır.

Kil Oranı	Erodibilite
Büyürse	Artar

5. Yüzey Agregatlaşma Oranı

Özellikle sediment problemlerinin ortaya konması ve kontrolü bakımından büyük ölçüde faydalar sağlayan bu indeks, toprakta yer alan 0.02 mm (ince kum fraksiyonu)'den büyük taneciklerin yüzey alanının, aynı toprağın agregatlar halindeki, yani dispersleşmemiş (toz + kil) miktarına bölünmesiyle elde edilir.

Yüzey AgrgatlaşmaOranı (cm^2/gr) = Tanelerin Yüzey Alanı (>0.02 mm) cm^2/agregatlaşmış (toz+kil) gr

Bu indekse göre;

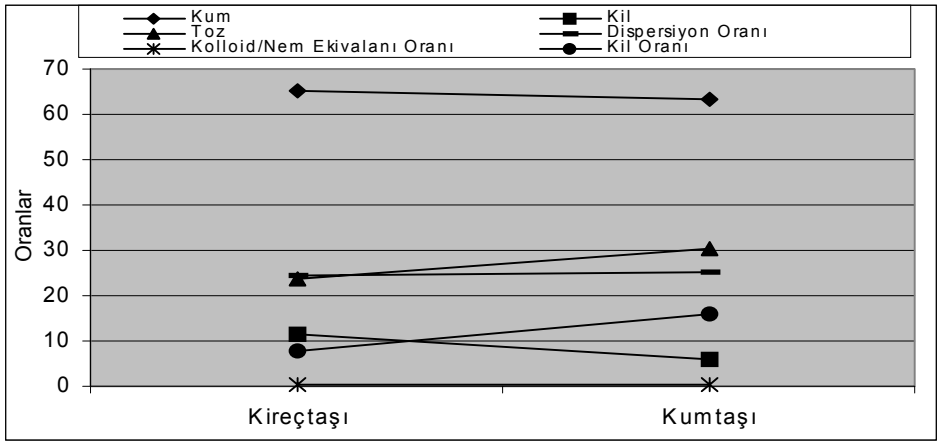
Yüzey Agregatlaşma Oranı	Erodibilite
Yükselirse	Artar

BULGULAR VE TARTIŞMA

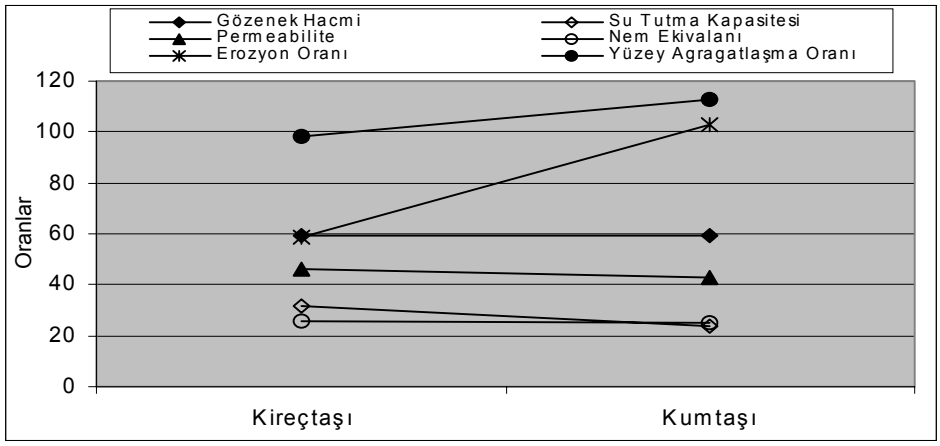
Bilindiği gibi değişken olarak tanımlanan özellikler arasındaki bağımlılık, diğer bir deyimle bir değişkende meydana gelecek bir değişimin diğerine dayanılarak izah edilebilme derecesi, örnekleme gruplarında korelasyon ilişkilerine dayanılarak belirlenir. Burada amaç, bir değişkenin diğer bir değişkenle olan bağımlılıkları yönünden taşıdıkları önem derecesine göre sıralanmasıdır. Bu nedenle araştırma alanı topraklarının anakaya ve derinlik faktörlerine bağlı olarak değişiminin ve bu değişim derecesinin önemli olup olmadığının saptanmasında Varyans Analizi (Duncan Testi), toprakların erodibilite indeks değerlerinin hidrofiziksel toprak özelliklerine bağlı olarak değişimi ve aralarındaki ilişkilerin derecesi Korelasyon Analizleri ile ortaya konulmuştur. Bunun için STATGRAPHICS istatistik paket programı kullanılmıştır.

Araştırma alanı toprakları üzerinde yapılan laboratuvar analizleri sonucunda, her iki anakaya grubu (kumtaşı ve kireçtaşı) üzerinde gelişen toprakların belirlenen dispersiyon oranı değerlerine göre erozyona duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Ancak, nispi olarak kireçtaşı anakaya grubu üzerinde gelişen toprakların, kumtaşı anakaya grubu üzerinde gelişen topraklara göre erozyona daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Derinlik kademeleri bakımından 0-20 cm derinlik kademesinde yeralan toprakların 20-50 cm derinlik kademesinde yer alan topraklara göre nispi olarak erozyona daha dayanıklı olduğu tespit edilmiştir.

Erozyon oranı, kolloid/nem ekivalanı oranı, yüzey agregatlaşma oranı, kil oranı değerleri bakımından, her iki anakaya grubu üzerinde yeralan toprakların erozyona duyarlı olduğu belirlenmiş olup, kumtaşı anakaya grubu üzerinde gelişen toprakların erozyona daha dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. 0.01 yanılma olasılığı ile kumtaşı ve kireçtaşı anakaya grupları üzerinde yeralan toprakların yukarıda sözü edilen erodibilite indeks değerlerinin birbirlerinden istatistiki olarak da farklılık gösterdiği anlaşılmıştır (Tablo 1).



Şekil 2. Araştırma alanı topraklarının 0-20 cm derinlik kademesindeki çeşitli toprak özelliklerinin anakaya gruplarına bağlı olarak değişimi



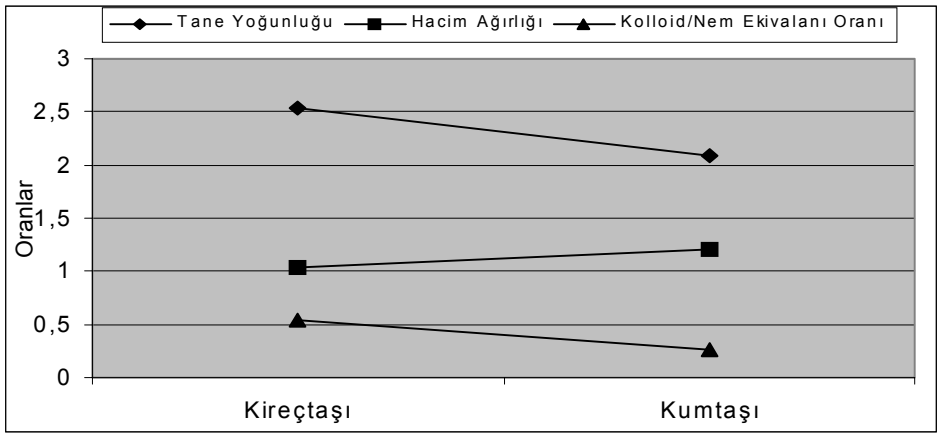
Şekil 3. Araştırma alanı topraklarının 0-20 cm derinlik kademesindeki çeşitli toprak özelliklerinin anakaya gruplarına bağlı olarak değişimi

0-20 cm örnekleme derinliğinde erozyon eğiliminin saptanmasında kullanılan dispersiyon oranının, analizlerde yeralan diğer toprak özelliklerinden kum (+ 0.5660), toz (- 0.6357), su tutma kapasitesi (- 0.842), nem ekivalanı (- 0.6670), gözenek hacmi (- 0.7736), hacim ağırlığı (+ 0.5390), dane yoğunluğu (- 0.8666) ile önemli derecede korelasyon gösterdiği belirlenmiştir (Tablo 2, 3). Örnekleme grupları arasında önemlilik gösteren özellikler bakımından farklılıklar bulunmasına rağmen araştırmanın yürütüldüğü koşullarda toprakların su tutma kapasiteleri, gözenek hacimleri ve dane yoğunluklarının artmasına bağlı olarak erozyon eğilimlerinin genel olarak azaldığı, bunun tersi olması halinde ise erozyon eğilimlerinin arttığı ortaya çıkmıştır.

Diğer taraftan kum ve hacim ağırlığı değerlerinin artışına paralel olarak dispersiyon oranı değerlerinin de arttığı ortaya çıkmıştır. Zira, sözü edilen toprak özelliklerinin ortaya koyduğu negatif ve pozitif korelasyonlar, bu değerlerdeki artma veya azalmaya paralel olarak dispersiyon oranının da değiştiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, topraklarda yeralan kil miktarına bağlı olarak pozitif yönde değişim gösteren toprak özellikleri ile dispersiyon oranı arasında negatif bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla araştırma alanı toprakları için kil miktarı dispersiyon oranı değerini azaltan bir etken olarak ortaya çıkmaktadır.

Dispersiyon oranında olduğu gibi, araştırma alanı için tespit edilen diğer erodibilite indekslerinin de aynı hidrofiziksel toprak özellikleri ile benzer şekilde (negatif veya pozitif yönde) ilişki gösterdiği yapılan korelasyon analizleri sonucu ortaya çıkmıştır. Ancak, ilişkilerin derecesi yönünden nispi olarak farklılıkların olduğu belirlenmiştir (Tablo 2).

Yapılan laboratuvar analizleri ve istatistiksel incelemeler sonucunda 20-50 cm derinlik kademesinde yeralan toprakların hidrofiziksel özelliklerinin, eodibilite indeks değerleri üzerine benzer şekilde etkide bulundukları anlaşılmıştır. Ancak ortaya çıkan korelasyon değerlerinin 0-20 ve 20-50 cm derinlik kademelerinde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 3).



Şekil 4. Araştırma alanı topraklarının 0-20 cm derinlik kademesindeki bazı toprak özelliklerinin anakaya gruplarına göre değişimi

Tablo 1. Araştırma Alanı Topraklarının Erozyon Eğilim Değerlerinin Anamateryale Göre Değişimi

Bazı Toprak Özellikleri ve Erozyon Eğilimleri	Toprak Derinliği (cm)	Anakaya Grubu	N	x	Sx	F Oranı	Önem Seviyesi	İkili Kaşılaştırma
Kum (%)	0-20	Kireçtaşı	24	65.04	2.23			
		Kumtaşı	24	63.25	2.77	0.164	0.8482	N.S.
	20-50	Kireçtaşı	24	63.07	2.99			
		Kumtaşı	24	62.05	2.96	0.72	0.48	N.S.
Kil (%)	0-20	Kireçtaşı	24	11.43	1.30			
		Kumtaşı	24	5.82	1.59	4.85	0.124	(1-2) *
	20-50	Kireçtaşı	24	14.86	1.43			
		Kumtaşı	24	6.53	1.31	10.086	0.0002	(1-2) *
Toz (%)	0-20	Kireçtaşı	24	23.78	2.60			
		Kumtaşı	24	30.38	2.60	1.629	0.1361	N.S.
	20-50	Kireçtaşı	24	25.55	2.17			
		Kumtaşı	24	32.64	2.67	2.737	0.075	N.S.
Tane Yoğ.	0-20	Kireçtaşı	24	2.53	0.03			
		Kumtaşı	24	2.68	0.01	10.37	0.0002	(1-2)*
(gr/ cm^3)	20-50	Kireçtaşı	24	2.48	0.05			
		Kumtaşı	24	2.66	0.02	9.24	0.0004	(1-2)*
Hacim	0-20	Kireçtaşı	24	1.03	0.02			
		Kumtaşı	24	1.20	0.06	6.70	0.0781	(1-2)*
Ağırlığı	20-50	Kireçtaşı	24	1.08	0.03			
		Kumtaşı	24	1.15	0.02	2.31	0.1100	N.S.
Gözenek	0-20	Kireçtaşı	24	59.42	0.94			
		Kumtaşı	24	59.39	1.45	0.250	0.6756	N.S.
Hacmi (%)	20-50	Kireçtaşı	24	58.24	1.43			
		Kumtaşı	24	56.42	0.98	0.075	0.9200	N.S.
Su Tutma	0-20	Kireçtaşı	24	31.61	2.44			
		Kumtaşı	24	23.89	1.57	5.493	0.0730	(1-2)*
Kapasites (%)	20-50	Kireçtaşı	24	27.51	2.10			
		Kumtaşı	24	18.87	1.09	6.91	0.0024	(1-2)*
Permeabilite	0-20	Kireçtaşı	24	45.94	9.68			
		Kumtaşı	24	42.93	10.92	2.893	0.0658	N.S.
(cm/saat)	20-50	Kireçtaşı	24	28.04	7.20			
		Kumtaşı	24	18.97	4.78	2.280	0.1100	N.S.
Nem	0-20	Kireçtaşı	24	25.59	1.31			
		Kumtaşı	24	24.39	1.44	1.541	0.2253	N.S.
Ekivalanı (%)	20-50	Kireçtaşı	24	20.37	1.09			
		Kumtaşı	24	21.49	1.31	1.055	0.35	N.S.
Dispersiyon	0-20	Kireçtaşı	24	24.31	2.78			
		Kumtaşı	24	25.31	2.78	1.014	0.3708	N.S.
Oranı (%)	20-50	Kireçtaşı	24	25.55	2.17			
		Kumtaşı	24	32.64	2.67	2.737	0.075	N.S.
Kolloid/Nem	0-20	Kireçtaşı	24	0.54	0.054			
Ekivalanı		Kumtaşı	24	0.26	0.054	6.249	0.0040	(1-2) *
Oranı	20-50	Kireçtaşı	24	0.76	0.088			
		Kumtaşı	24	0.32	0.062	8.355	0.008	(1-2) *
Erozyon Oranı	0-20	Kireçtaşı	24	58.86	11.19			
		Kumtaşı	24	103.15	23.75	7.325	0.0016	(1-2)*
	20-50	Kireçtaşı	24	37.85	5.33			
		Kumtaşı	24	95.47	30.44	6.066	0.0047	(1-2) *
Kil Oranı	0-20	Kireçtaşı	24	7.77	1.25			
		Kumtaşı	24	16.08	1.29	5.85	0.134	(1-2) *
	20-50	Kireçtaşı	24	5.96	1.32			
		Kumtaşı	24	14.50	1.28	9.86	0.0056	(1-2) *
Yüzey Agregatlaşma	0-20	Kireçtaşı	24	112.84	28.15			
Oranı		Kumtaşı	24	98.27	15.28	8.25	0.0024	(1-2) *
	20-50	Kireçtaşı	24	139.76	22.35			
		Kumtaşı	24	124.53	15.64	9.36	0.0054	(1-2) *

n: Örnek Sayısı, x: Örneklerin Aritmetik Ortalaması, Sx: Örneklerin Standart Hatası, *: 0.01 Yanılma İle Önemli, N.S: 0.01 Yanılma İle Önemsiz.

Tablo 2. Araştırma Alanı Topraklarının Üst Katmanına Ait Çeşitli Özellikler Arasındaki Korelasyonlar

	Kum	Kil	Toz	Tane Yoğ.	Hacım Ağr.	Göz. Hac.	SuTut. Kap.	Perme abili	Nem Ekiva.	Disp. Ora.	Kol/ NemE	Eroz. Oranı	Kil Oranı	Yüz. Agreg.
Kum	1.0000 48 .0000	-.1883 48 .2001	-.7454 48 .0000	.0209 48 .8877	.0370 48 .8029	-.0643 48 .6641	-.2092 48 .1535	-.1382 48 .3489	-.3325 48 .0209	.5660 48 2595	-.0009 48 .9953	.1777 48 .2270	.1573 48 .2858	.3819 48 .0074
Kil	-.1883 48 .2001	1.0000 48 .0000	-.2739 48 .0549	-.2032 48 .1661	-.2185 48 .1357	.0728 48 .6227	.2747 48 .0589	.0795 48 .5914	.0481 48 .7456	.0252 48 .8651	.8333 48 .0000	-.6224 48 .0000	-.0127 48 .9315	-.0682 48 .6452
Toz	-.7454 48 .0000	-.2739 48 .0549	1.0000 48 .0000	.0234 48 .8743	.1552 48 .2921	-.0888 48 .5482	.0645 48 .6633	.0836 48 .5723	.2599 48 .0744	-.6357 48 .3576	-.3817 48 .0074	.1463 48 .3211	.2055 48 .1612	.0248 48 .8669
Tane Yoğu.	.0209 48 .8877	-.2032 48 .1661	.0234 48 .8743	1.0000 48 .0000	.3320 48 .0212	.0610 48 .6806	-.2041 48 .1642	.1313 48 .3738	.1961 48 .1815	-.8666 48 .2577	-.2023 48 .1680	.2051 48 .1620	.0728 48 .6227	.3786 48 .0080
Hacım Ağr.	.0370 48 .8029	-.2185 48 .1357	.1552 48 .2921	.3320 48 .0212	1.0000 48 .0000	-.4304 48 .0023	-.0438 48 .7675	.2055 48 .1612	.0444 48 .7643	.5390 48 .9791	-.1769 48 .2290	.1020 48 .4903	.2895 48 .0460	.2118 48 .1484
Göz. Hac.	-.0643 48 .6641	.0728 48 .6227	-.0888 48 .5482	.0610 48 .6806	-.4304 48 .0023	1.0000 48 .0000	.0248 48 .8669	-.1602 48 .2767	-.0723 48 .6255	-.7736 48 .0599	-.0555 48 .7081	-.0405 48 .7847	-.1724 48 .2414	-.0809 48 .5845
SuTut Kap.	-.2092 48 .1535	.2747 48 .0589	.0645 48 .6633	-.2041 48 .1642	-.0438 48 .7675	.0248 48 .8669	1.0000 48 .0000	.0162 48 .9128	-.1035 48 .4840	-.8420 48 .7591	.3112 48 .0313	-.3062 48 .0343	-.0287 48 .8465	-.3343 48 .0202
Perme abili.	-.1382 48 .3489	.0795 48 .5914	.0836 48 .5723	.1313 48 .3738	.2055 48 .1612	-.1602 48 .2767	.0162 48 .9128	1.0000 48 .0000	-.0161 48 .9134	-.1266 48 .3911	.1401 48 .3423	-.1266 48 .3912	-.1300 48 .3784	-.1762 48 .2310
Nem Ekiva	-.3325 48 .0209	.0481 48 .7456	.2599 48 .0744	.1961 48 .1815	.0444 48 .7643	-.0723 48 .6255	-.1035 48 .4840	-.0161 48 .9134	1.0000 48 .0000	-.6670 48 .2566	-.0996 48 .5008	.0099 48 .9469	-.0879 48 .5524	-.0555 48 .7081
Disper Ora	.5660 48 2595	.0252 48 .8651	-.6357 48 .3576	-.8666 48 .2577	.5390 48 .9791	-.7736 48 .0599	-.8420 48 .7591	-.1266 48 .3911	-.6670 48 .2566	1.0000 48 .0000	.1229 48 .4053	.3265 48 .0235	.0248 48 .8669	.0752 48 .6117
Kol/ NemE	-.0009 48 .9953	.8333 48 .0000	-.3817 48 .0074	-.2023 48 .1680	-.1769 48 .2290	-.0555 48 .7081	.3112 48 .0313	.1401 48 .3423	-.0996 48 .5008	.1229 48 .4053	1.0000 48 .0000	-.7109 48 .0000	-.1358 48 .3572	.3112 48 .0313
Eroz. Oranı	.1777 48 .2270	-.6224 48 .0000	.1463 48 .3211	.2051 48 .1620	.1020 48 .4903	-.0405 48 .7847	-.3062 48 .0343	-.1266 48 .3912	.0099 48 .9469	.3265 48 .0235	-.7109 48 .0000	1.0000 48 .0000	.1793 48 .2228	.1320 48 .3710
Kil Oranı	.1573 48 .2858	-.0127 48 .9315	.2055 48 .1612	.0728 48 .6227	.2895 48 .0460	-.1724 48 .2414	-.0287 48 .8465	-.1300 48 .3784	-.0879 48 .5524	.0248 48 .8669	-.1358 48 .3572	.1793 48 .2228	1.0000 48 .0000	.0115 48 .9380
Yüzey Agr.	.3819 48 .0074	-.0682 48 .6452	.0248 48 .8669	.3786 48 .0080	.2118 48 .1484	-.0809 48 .5845	-.3343 48 .0202	-.1762 48 .2310	-.0555 48 .7081	.0752 48 .6117	.3112 48 .0313	.1320 48 .3710	.0115 48 .9380	1.0000 48 .0000

Tablo 3. Araştırma Alanı Topraklarının Alt Katmanına Ait Çeşitli Özellikler Arasındaki Korelasyonlar

	Kum	Kil	Toz	Tane Yoğu	Hacım Ağır	Gözen Hac	SuTut Kap	Perme abili	Nem Ekiva	Disper Ora	Kol/ NemE	Eroz. Oranı	Kil Oranı	Yüz. Agreg
Kum	1.0000 48 .0000	-.8018 48 .5805	-.7339 48 .0000	-.0100 48 .9463	-.1747 48 .2350	-.0643 48 .6641	-.1300 48 .3784	-.1413 48 .3380	-.4210 48 .0029	.1628 48 .2689	.0933 48 .5281	.0026 48 .9860	.0209 48 .8877	.1382 48 .3489
Kil	-.8018 48 .5805	1.0000 48 .0000	-.4366 48 .0019	-.1724 48 .2414	-.0809 48 .5845	.0728 48 .6227	.2604 48 .0739	.1027 48 .4872	.0295 48 .8425	.1371 48 .3527	.8683 48 .0000	-.5693 48 .0000	-.2032 48 .1661	-.0795 48 .5914
Toz	-.7339 48 .0000	-.4366 48 .0019	1.0000 48 .0000	.0322 48 .8278	.0752 48 .6117	-.0888 48 .5482	.0214 48 .8855	.0882 48 .5510	.3786 48 .0080	-.2269 48 .1210	-.5375 48 .0001	.2895 48 .0460	.0234 48 .8743	.0836 48 .5723
Tane Yoğu	-.0100 48 .9463	-.1724 48 .2414	.0322 48 .8278	1.0000 48 .0000	.2086 48 .1548	.0610 48 .6806	-.2780 48 .0557	-.1762 48 .2310	.0538 48 .7164	-.0127 48 .9315	-.1022 48 .4896	.2118 48 .1484	.0610 48 .6806	.1313 48 .3738
Hacım Ağır	-.1747 48 .2350	-.0809 48 .5845	.0752 48 .6117	.2086 48 .1548	1.0000 48 .0000	-.4304 48 .0023	-.2913 48 .0446	.0787 48 .5949	-.0222 48 .8811	.1573 48 .2858	.0115 48 .9380	.2759 48 .0577	.3320 48 .0212	.2055 48 .1612
Gözen Hac	-.0643 48 .6641	.0728 48 .6227	-.0888 48 .5482	.0610 48 .6806	-.4304 48 .0023	1.0000 48 .0000	.0248 48 .8669	-.1602 48 .2767	-.0723 48 .6255	-.2736 48 .0599	-.0555 48 .7081	-.0405 48 .7847	-.0610 48 .6806	-.1602 48 .2767
SuTut Kap	-.1300 48 .3784	.2604 48 .0739	.0214 48 .8855	-.2780 48 .0557	-.2913 48 .0446	.0248 48 .8669	1.0000 48 .0000	.1793 48 .2228	-.0879 48 .5524	-.0682 48 .6452	.1945 48 .1852	-.3227 48 .0253	-.2041 48 .1642	-.0162 48 .9128
Perme abili	-.1413 48 .3380	.1027 48 .4872	.0882 48 .5510	-.1762 48 .2310	.0787 48 .5949	-.1602 48 .2767	.1793 48 .2228	1.0000 48 .0000	-.0287 48 .8465	-.1358 48 .3572	.1320 48 .3710	-.0068 48 .9634	-.1313 48 .3738	-.0723 48 .6255
NemE kiva	-.4210 48 .0029	.0295 48 .8425	.3786 48 .0080	.0538 48 .7164	-.0222 48 .8811	-.0723 48 .6255	-.0879 48 .5524	-.0287 48 .8465	1.0000 48 .0000	.0299 48 .8404	-.3343 48 .0202	.4174 48 .0032	-.1961 48 .1815	-.0161 48 .9134
Disper Ora	.1628 48 .2689	.1371 48 .3527	-.2269 48 .1210	-.0127 48 .9315	.1573 48 .2858	-.2736 48 .0599	-.0682 48 .6452	-.1358 48 .3572	.0299 48 .8404	1.0000 48 .0000	.2680 48 .0655	.3819 48 .0074	.1666 48 .2577	.1266 48 .3911
Kol/ NemE	.0933 48 .5281	.8683 48 .0000	-.5375 48 .0001	-.1022 48 .4896	.0115 48 .9380	-.0555 48 .7081	.1945 48 .1852	.1320 48 .3710	-.3343 48 .0202	.2680 48 .0655	1.0000 48 .0000	-.5722 48 .0000	-.2023 48 .1680	-.1401 48 .3423
Eroz. Oranı	.0026 48 .9860	-.5693 48 .0000	.2895 48 .0460	.2118 48 .1484	.2759 48 .0577	-.0405 48 .7847	-.3227 48 .0253	-.0068 48 .9634	.4174 48 .0032	.3819 48 .0074	-.5722 48 .0000	1.0000 48 .0000	.2051 48 .1620	.1266 48 .3912
Kil Oranı	.0209 48 .8877	-.2032 48 .1661	.0234 48 .8743	.0610 48 .6806	.3320 48 .0212	-.0610 48 .6806	-.2041 48 .1642	-.1313 48 .3738	-.1961 48 .1815	.1666 48 .2577	-.2023 48 .1680	.2051 48 .1620	1.0000 48 .0000	.3786 48 .0080
Yüzey Agr	.1382 48 .3489	-.0795 48 .5914	.0836 48 .5723	.1313 48 .3738	.2055 48 .1612	-.1602 48 .2767	-.0162 48 .9128	-.0723 48 .6255	-.0161 48 .9134	.1266 48 .3911	-.1401 48 .3423	.1266 48 .3912	.3786 48 .0080	1.0000 48 .0000

SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Araştırma alanı yağış havzasında iklim, toprak, topoğrafik ve sosyo-ekonomik yapıdan kaynaklanan aktif bir toprak taşınması söz konusudur. Bitki- toprak-su arasındaki doğal dengenin büyük ölçüde bozulduğu bu bölgede gerekli toprak koruma önlemleri alınmadığı takdirde yakın bir gelecekte havza topraklarının tamamen yok olması kaçınılmazdır.

2. Araştırma alanı topraklarının farklı özellikler kazanmasındaki en önemli etken anakaya olup, havza toprakları genellikle kumtaşı ve kireçtaşı anakayası üzerinde yer almakta ve bu anakayalardan oluşan toprak özelliklerinin kumlu balçık, balçık, balçıklı kum, tozlu balçık, killi balçık ve kumlu killi balçık tekstüründe olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca kireçtaşı anakayası üzerinde yer alan toprakların erozyona daha duyarlı oldukları belirlenmiştir.

3. Bir havzada yağan yağış öncelikle yüzeysel akışın gerçekleştiği üst toprağa düşer. Bu bakımdan üst toprak derinlik kademesindeki (0-20 cm) erozyon eğilimleri değerlerinin bilinmesi önemlidir. Araştırma alanında incelenen toprakların üst derinlik kademesinde (0-20 cm) her iki anakaya grubunda da toprakların erozyona karşı duyarlı oldukları belirlenmiştir. Buna göre dispersiyon oranı değerleri sınır değer olan 15'ten,

erozyon oranı değerleri ise sınır değer olan 10'dan büyük, kolloid-nem ekivalanı oranı değerleri ise sınır değer olan 1.5'ten küçük değerler aldıklarından havza topraklarının genel olarak erozyona karşı duyarlı oldukları tespit edilmiştir.

4. Erozyon eğilimi değerleri araştırma alanı topraklarının alt derinlik kademesi (20-50 cm)'nde de sınır değerlerinden büyük olarak belirlendiğinden havza topraklarının erozyona karşı duyarlı oldukları sonucuna varılmıştır. Alt toprak katmanları üst toprak kademesine göre daha stabil bir yapı gösterdiğinden önem taşımaktadır. Ayrıca erozyonla üst toprağın taşındığı durumlarda alt toprak katmanlarının erozyon eğilimi değerleri ve diğer özellikleri daha fazla önem kazanmaktadır.

5. Araştırma alanında kireçtaşı anakayası üzerinde gelişen toprakların dispersiyon oranı değerleri mera topraklarında 26.82-49.32, orman topraklarında 25.00-38.90 ve tarım topraklarında ise 11.55-46.05 değerleri arasında değişmektedir. En yüksek dispersiyon oranı değeri 49.32 ile 2. yükseklik kademesindeki mera toprağında belirlenmiştir. Kumtaşı anakayası üzerinde gelişen toprakların dispersiyon oranı değerleri ise orman topraklarında 7.02-30.30, mera topraklarında 12.25-54.80, tarım topraklarında ise 11.71-40.71 değerleri arsında değişmektedir. En yüksek değeri ise 1. yükseklik kademesindeki 54.80 ile mera toprağı almıştır. Kireçtaşı anakayası üzerinde gelişen toprakların erozyona daha duyarlı oldukları yapılan karşılaştırmalarla belirlenmiştir.

6. Araştırma havzası orman ve mera alanlarında uygulanan aşırı ve kontrolsüz otlatmalar nedeniyle bitki örtüsü son derece zayıflamış ve normal kapalılığını kaybetmiştir. Bu durum irsel özellikleri yapısı itibariyle erozyon eğilimi çok yüksek olan havza topraklarının kolayca aşınmasına yol açmaktadır.

7. Araştırma alanındaki toprakların erodibilite karakteristiklerinin belirlenmesi yardımıyla, havzadaki yaşayan halkın ekonomik fayda ve sosyal durumu da göz önünde bulundurularak, havzada uygulanacak olan en uygun arazi kullanım şekli belirlenmelidir.

8. Jeomorfolojik yapısı itibariyle havzanın büyük bölümü dik eğimli ve dağlık arazi niteliğinde olması ve yörede yoğun kullanımdan dolayı şiddetli ve çok şiddetli düzeyde toprak erozyonu hüküm sürmektedir. Bu gibi erozyonlaşmış alanları, kısa sürede kontrol altına alabilmek için kuru duvar eşikler, canlı ve cansız örme çitler ve ıslah sekileri gibi gerekli olan yamaç arazi ve oyuntu ıslahı tedbirleri uygulanmalıdır.

KAYNAKLAR

1. BALCI, A.N., 1996.Toprak Koruması, İ.Ü. Yay. No: 3947, İ.O.F. Yay. No: 439, İstanbul.
2. BALCI, A.N., 1978. Erodobility Characteristics of Some Forest Soils Developed under The Influence of Arid and Humid Climatic Conditions, İ.O.F Yayınları, İ.Yayın No:2402, İ.O.F Yayın No:248, İstanbul.
3. BALCI, A. N., 1973. İç Anadolu'da Anamateryal ve Bakı Faktörlerinin Erodibilite İle İlgili Toprak Özellikleri üzerindeki Etkileri, İ. Orman Fak. Yay. No. 195, İstanbul.

4. ÖZYUVACI, N., 1978. Kocaeli Yarımadası Topraklarında Erozyon Eğiliminin Hidrolojik Toprak Özelliklerine Bağlı Olarak Değişimi. İ.Ü.O.F Yayınları, İ.Ü.Yayın No:2328, İ.Ü.Orm. Fak. Yayın No:233, İstanbul.
5. OKATAN, A., 1986. Trabzon-Meryemana Deresi Yağış Havzası Alpin Mer'alarında Bazı Fiziksel ve Hidrolojik Toprak Özellikleri İle Vejetasyon Yapısı Üzerine Araştırmalar, O.G.M. Eğitim Dairesi Başkanlığı, Yayın ve Tan. Şube Müd. Matbaası, Ankara.
6. OKATAN, A., M. REİS, A. YÜKSEL, An Investigation On Erodibility Properties of Soils Which Developed On Different Parent Materials In K.Maraş Ayvalı Dam Kızıldere Creek Watershed, 10th International Soil Conservation Organization Conference, West Lafayette, Indiana, 1999.
7. ANONİM, Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Gn. Md., 1995. K.Maraş Meteoroloji İl Müdürlüğü, K.Maraş.
8. OKATAN, A., 1989. Doğu Akdeniz Ormancılığında Havza Amenajmanının Yeri ve Önemi, Doğu Akdeniz Ormancılığı Sempozyumu, Tebliğ Metinleri, Sh. 133-139. Mersin.
9. ANONİM, Türkiye Jeoloji Haritası, 1961. " K.Maraş", Harita Genel Müdürlüğü, Ankara.
10. ANONİM, Topraksu Genel Müdürlüğü, Türkiye Geliştirilmiş Toprak Haritası Sınıf ve Haritaları, Ankara, 1978.
11. ANONİM, Ceyhan Havzası Toprakları, 1981. TOPRAKSU Gn. Md. Yay. 285, Ankara.
12. ANŞİN, R., Türkiye' nin Flora Bölgeleri ve Bu Bölgelerde Yayılan Asal Vejetasyon Tipleri, K.Ü. Orman Fakültesi Derg., 6, 2, (1983), 318-339.
13. ÖZYUVACI, N., Arnavutköy Deresi Yağış Havzasında Hidrolojik Durumu Etkileyen Bazı Bitki-Toprak-Su İlişkileri, İ.Ü. Orman Fak. Yay. No: 221, İstanbul, 1976.
14. IRMAK, A., Arazide ve Laboratuvarda Toprağın Araştırılması Metodları, İ.Ü. Orman Fakültesi Tatuınları, Yayın No: 27, İstanbul, 1954.
15. STEEL, G.D.R., TORRİE, J.A., Principles and Procedures of Statistics, Mc. Graw-Hill Book Company Inc.New York, London.
16. DÜZGÜNEŞ, O.,1963. Bilimsel Araştırmalarda İstatistik Prensipleri ve Metotları, Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir.
17. ÖZYUVACI, N., 1976. Arnavutköy Deresi Yağış Havzasında Hidrolojik Durumu Etkileyen Bazı Bitki-Toprak-Su İlişkileri .İ.Ü. Orman Fak. Yay. No. 221, İstanbul.
18. OKATAN, A., M. REIS, Relationships Between Soil Hydrophysical Properties And Range Condition In The Forest-Range In Trabzon-Meryemana Creek Watershed, VI. Internatinal Rangeland Congress, Townsville, Australia, 1999.
19. MARTIN R. C., Soil Sampling and Methods of Analysis, Canadian Society of Soil Science, Florida.
20. BOUYOUCOS, G.J., Direction For Making Mechanical Analysis of Soils By The Hydrometer Method, Soil Science, 42 (1936), 225-229.

21. ÖZHAN, S., 1977. Belgrad Ormanı Ortadere Yağış Havzasında Ölü Örtünün Hidrolojik Bakımdan Önemli Özelliklerinin Bazı Yöresel Etkenlere Göre Değişimi, İ.Ü. Orman Fak. Ya.y., İ.Ü. Yay.No;2330, O.F. Yay. No. 235, İstanbul
22. MIDDLETON, H.E., 1930. Properties of Soils Which Influence Soil Erosion U.S.D.A. Tech. Bul. 178, 1-6.
23. BALCI, A. N., 1969. İç Anadolu' da Jeolojik Yapı , Topoğrafik Durum (Bakı) ve Toprak Derinliği Faktörlerinin Erodibilite ile İlgili Toprak Özellikleri Üzerindeki Etkileri, İ.Ü. Orman Fak Yayınları, İstanbul.
24. GÜLÇUR, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metotları, İ.Ü Orman Fak. Yay. No: 201, İstanbul.
25. ÖZYUVACI, N., 1971. Topraklarda Erozyon Eğiliminin Tesbitinde Kullanılan Bazı Önemli İndeksler, İ.Ü. Orman Fak.Derg. B, 21, 1, sh. 190-207.
26. HIZAL, A., Hava Fotoğrafları Yorumlamasının Havza Amenajmanı (Ova Deresi Havzası, Kocaeli) Çalışmalarında Uygulanma Olanaklarının araştırılması, İ.Ü. Yay. No. 3143, O.F. Yay. No. 341, İstanbul.
27. LUTZH, J.H., CHANDLER, F.R., 1947, Forest Soils, John Willey and Sons Inc., New York.