



Farklı arazi kullanım türü/örtüsü altındaki toprakların erozyon duyarlılıklarının değerlendirilmesi (Karataşbağı Deresi Havzası)

Meltem Tunca ¹, Ceyhun Göl ^{1*}

¹Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Havza Yönetimi Anabilim Dalı 18200, Çankırı, Türkiye

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 07/02/2025

Kabul Tarihi: 26/06/2025

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1635440>

*Corresponding author:

drceyhungol@gmail.com

ÖZ

Araştırma Makalesi

Giriş ve Hedefler Erozyon, tüm dünyada arazi degradasyonunun temel nedenidir. Yanlış ve aşırı arazi kullanımı ise erozyonun başlıca nedenidir. Erozyon riskinin belirlenmesine toprak erozyon duyarlılık indeksleri (erodibilite indeksleri) kullanılmaktadır.

Yöntemler araştırmada, Karataşbağı Deresi Havzasında yüzey toprakların Arazi

Kullanım Türü/Arazi Örtüsüne (AKT/AÖ) göre erozyon duyarlılıkları incelenmiştir. Havzadan grid yöntemine göre (200x200m), yüzey topraklarından (0-30 cm) alınan 45 adet örnekte bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ve erodibilite indeksleri incelenmiştir.

Bulgular Aşınma duyarlılık analizleri sonuçlarına göre havza topraklarının erozyona karşı yüksek derecede duyarlıdır. Organik madde, hacim ağırlığı, kil ve dispersiyon oranı arasında yüksek düzeyde korelasyonlar bulunmuştur. Tüm bu toprak özellikleri yanında havzada verimli orman miktarı sadece %8 dir. Havzanın %56,2'si tarım, orman içi açıklık ve bozuk mera arazilerden oluşmaktadır.

Sonuçlar Havza toprakları erozyona karşı dirençsizdir. Havzada toprak koruma fonksiyonu yüksek bitki örtüsü (verimli orman veya mera vb.) yetersizdir. Bu nedenle havzada erozyon tehlikesi oldukça yüksektir. Havzada erozyon miktarını düşürmek için bitkilendirme, ağaçlandırma ve rehabilitasyon çalışmalarına önem verilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Arazi, erodibilite, sedimantasyon, Çankırı

The evaluation of erosion susceptibility of soils under different land use types/cover (Karataşbağı stream catchment)

ABSTRACT

Background and aims Erosion is the main cause of land degradation all over the world. Incorrect and excessive land use is the main cause of erosion. Soil erosion susceptibility indexes (erodibility indexes) are used to determine erosion risk.

Methods In this research, erosion susceptibilities of surface soils in the Karataşbağı Stream catchment were examined according to Land Use Type/Land Cover (LCT/LLT). Some physical and chemical analyses, and erodibility indices were examined in 45 samples taken from the surface soil (0-30 cm) from the basin according to the grid method (200x200m).

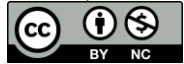
Methods Findings According to the results of erosion sensitivity analysis, it was determined that the basin soils are highly sensitive to erosion. High correlations were found between organic matter, bulk density, clay and dispersion ratio. In addition to all these soil properties, the amount of productive forest in the basin is only 8%. 56.2% of the basin consists of agricultural, forest clearings and degraded pasture lands.

Conclusions The catchment soils are not resistant to erosion. The soil protection function of the catchment is insufficient in the vegetation (productive forest or pasture etc.). Therefore, the erosion risk in the basin is quite high. To reduce the amount of erosion in the basin, importance should be given to planting, afforestation and rehabilitation works.

Key Words: Land, erodibility, sedimentation, Çankırı

Bu makaleye atf:

Tunca, M., Göl, C., 2025. Farklı arazi kullanım türü/örtüsü altındaki toprakların erozyon duyarlılıklarının değerlendirilmesi (Karataşbağı Deresi Havzası). Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 11(1), 225-233.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

Litosferin en dış tabakası olan toprağın, bulunduğu yerden aşınması, taşınması ve birikimi süreci erozyon olarak tanımlanır (İkiel ve ark., 2020). Çevre kirliliği, artan nüfus ve gıda ihtiyacı, iklim değişikliği, doğal afetler gibi birçok olumsuz gelişme tüm dünyada can ve mal kayıplarını zamansal ve mekânsal artışına neden olmaktadır. Karasal ekosistem hizmetlerinin yerine getirilebilmesi için temel faktör ise verimli ve üretken bir topraktır. Toprağın doğal oluşum sürecini değiştirmenin ve kaybedilmesi halinde yerine başka bir kaynağın kullanılamayacağı artık anlaşılmıştır (Celilov ve Dengiz, 2019). Erozyon arazi bozulumu, kuraklık, sel/taşkın, üretimde azalma, kıtlık, göç gibi birçok hidro-ekolojik ve sosyo-ekonomik sorunun altında yatan temel nedendir.

Dünya coğrafyasında münferit halde havzalar olduğu gibi; bir havza içerisinde birden çok alt havzaların olduğu farklı büyüklük ve şekillerde havzalarda mevcuttur. Havzalar hem doğal süreçlere hem de insan faaliyetlerine karşı açık sistemler olduğu için sürekli değişime uğramaktadır. Havzalardaki değişim ve gelişimler bazen havzaların ekolojik dengesine katkı sağlarken; çoğunlukla havzalardaki ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Havzaların sahip olduğu karakteristik özelliklerinin bilinmemesi veya doğru bir şekilde algılanmaması, aynı havza içerisinde olan kentsel ve kırsal alanların birbirlerinden bağımsız bir şekilde ele alınarak planlanması havzalardaki sorunların daha karmaşık bir hale gelmesine neden olmaktadır (Avcı, 2016; Özçelik ve ark., 2021). Su toplama havzaları tarım, orman, mera, yerleşim ve sanayi gibi birçok farklı arazi kullanım türü /örtüsüne konu olmaktadır. Bu durum kullanım türüne göre toprakların fiziko-kimyasal ve hidro-fiziksel özelliklerini doğrudan etkilemektedir. Hatta öyle ki farklı orman kuruluş özellikleri dahi toprakların erozyon duyarlılıklarını farklı etkilemektedir. Bu noktada toprakların erozyona karşı korunabilmesi sadece mekanik (teras, malç, toprak işleme vb.) önlemlerle olmamaktadır. Bunun için toprakların erozyona uğrama duyarlılıkları da dikkate alınarak doğru yönetilmesi ve aşırı/yanlış kullanımlardan kaçınılması gerekmektedir. Bunun için toprakların tüm özelliklerini dikkate alan ve arazinin potansiyeline uygun sürdürülebilir arazi kullanım planlarının oluşturulması gerekmektedir. Günümüzde tarım, yerleşim, sanayi veya turizm amaçlı arazi kullanımına olan yüksek talep beraberinde aşırı ve yanlış kullanım miktarını artırmaktadır. Özellikle su toplama havzalarında su ve toprak kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı için erozyonun önlenmesi büyük önem taşımaktadır. Erozyonla mücadelenin ilk ve en önemli amacı ise koruma/kullanma ilkesine bağlı arazi kullanım planlarının oluşturulmasıdır. Erodibilite indeksleri bu noktada toprakların hangi kullanım türü altında, hangi şiddette erozyon üretme potansiyeli olduklarının belirlenmesinde anahtar rol oynamaktadır (Sönmez ve ark., 2013; Sunkar ve Avcı, 2015).

Türkiye’de çölleşmenin (arazi bozulumu) temel nedeni kuraklık ve erozyondur (Madenoglu ve Erpul, 2018). Türkiye toprakları ekosistem özellikleri nedeni ile erozyon ve çölleşmeye yatkındır (Başaran, 2005). Türkiye çok farklı ekolojik özelliklere sahip bölgelerden oluşmaktadır. Bu nedenle toprakların erozyona duyarlılıkları da oldukça farklıdır (Celilov ve Dengiz, 2019). Özellikle yağış ve bitki örtüsünün yetersiz olduğu İç Anadolu Bölgesi toprakları erozyona karşı oldukça

hassastır. Aşırı ve yanlış arazi kullanımı, orman ve meraların tahribi sonucu bu bölgede erozyon riski çok daha yüksektir.

Erozyon tüm dünyada toprak kaynaklarımızın hızla tahrip olmasının temel nedenidir. Erozyon risk durumlarının belirlenmesine yönelik toprak duyarlılık indekslerinin (erodibilite indeksleri) kullanılması, özellikle erozyon araştırmalarında önemli yer teşkil etmektedirler. Erodibilite, toprağın erozyona karşı duyarlılığı veya dayanıklılığıdır. Toprağın erozyona duyarlılığı, yağış veya yüzey akışla toprağın parçalanmaya direnci veya yatkınlığıdır. Toprakların eko-hidrolojik özellikleri erozyon duyarlılığını doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle arazi kullanım planlarının oluşturulmasında erozyon duyarlılık özelliklerinin dikkate alınması gerekmektedir. Aynı zamanda farklı arazi kullanım türü/örtüsü toprak eko-hidrolojik özelliklerini doğrudan etkilemektedir. Arazi kullanım türleri ve arazi bozulması özellikle dinamik toprak özelliklerini doğrudan etkilemekte toprak erozyon duyarlılığı ile çölleşme arasında etkileşim bulunmaktadır (Wu et al., 2014; FAO, 2015). Hangi toprağın hangi kullanıma tahsis edileceği, bu iki kriterin birlikte değerlendirilmesi ile belirlenmelidir. Böylece koruma/kullanma ve sürdürülebilirlik prensiplerine uygun arazi yönetimi sağlanacaktır.

Bu çalışmanın amacı, Karataşbağı Deresi Havzasındaki yüzey topraklarının Arazi Kullanım Türü/Arazi Örtüsüne (AKT/AÖ) göre erozyon duyarlılıklarının değerlendirilmesidir. Ayrıca, havza topraklarının sürdürülebilir kullanımına yönelik öneriler sunmaktır.

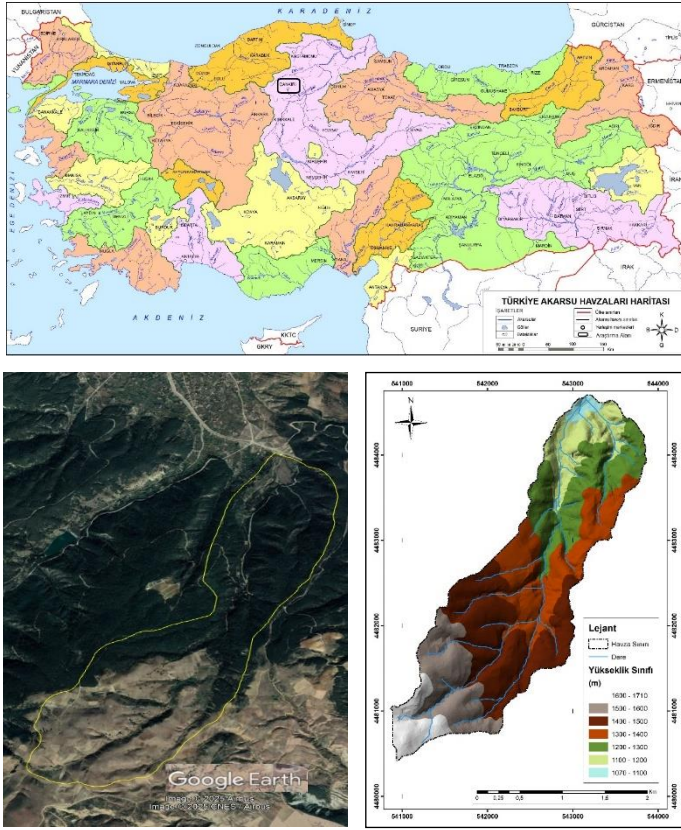
2. Materyal ve Yöntem

2.1 Araştırma alanının tanıtımı

Bu araştırma; Türkiye’nin İç Anadolu Bölgesinde bulunan Çankırı ili, Eldivan ilçesi ve 40°38’-40°20’N 33°36’-33°25’E koordinatlarında yer alan Karataşbağı Deresi Havzasında (2078.7 ha) yapılmıştır. Araştırma alanı doğu-batı bakı grubuna sahiptir. Kırıklı arazi yapısına bağlı olarak diğer yöneylere sahip arazilerde bulunmaktadır. Havzanın sularını boşaltan bir ana dere ve buna bağlı kısa yan kolları mevcuttur. Havzanın drenaj desenini oluşturan çok sayıda mevsimlik veya geçici dere bulunmaktadır. Havzanın topografik yapısına uygun olarak ince uzun bir şekli bulunmaktadır (Şekil 1).

Havza, Türkiye’nin makro iklim bölgelerinden, İç Anadolu karasal kurak iklimi ile Batı Karadeniz nemli iklimi arasındaki geçiş bölgesinde bulunmaktadır. Araştırma alanına en yakın yerde bulunan Eldivan Meteoroloji İstasyonuna ait uzun dönem iklim verileri değerleri Çizelge 1’ de verilmiştir (Anonim, 2020).

Araştırma alanına ait iklim tipinin belirlenmesinde Thornthwaite ve Aydeniz yöntemleri kullanılmıştır (Aydeniz, 1985; Çepel, 1995; Özyuvacı, 1998). Thornthwaite yöntemine göre araştırma alanı C1B1sb2 simgeleri ile gösterilen “kurak-yarı nemli, mezotermal, kışın orta derecede su fazlası olan, denizel iklim etkisine yakın” bir iklim tipine sahip olduğu ortaya çıkmaktadır (Göl, 2002).



Şekil 1. Araştırma alanı yer bulduru haritası ve Google Earth görüntüsü

Aydeniz formülüne göre nemlilik katsayısı $N_{ks} = 1,19$ veya kuraklık katsayısı $K_{ks} = 0,84$ dir. Bu değerlere göre çalışma alanının nemlilik durumu “yarı kurak”, bitki örtüsü “çalı” olarak belirlenmiştir (MGM, 2025).

Araştırma alanı meşçere haritası incelendiğinde bozuk Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe ormanları, mera ile orman ve mera arazilerinden elde edilmiş tarım alanları bulunmaktadır. Havzanın %43,8’i orman, %56,2’si tarım, orman içi açıklık ve mera arazilerinden oluşmaktadır. Verimli orman miktarı ise sadece %8 dir (Çizelge 2).

Çizelge 1. Eldivan Meteoroloji İstasyonu iklim verileri (Anonim, 2020)

Bilanço Elemanları	AYLAR												Yıllık
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ort. Sıcaklık (°C)	-0,5	1,2	3,8	10,0	13,8	18,2	21,2	22,4	17,1	11,0	5,2	0,8	10,4
Ort. Yüksek Sıcaklık (°C)	3,1	5,1	10,5	16,0	20,5	25,8	29,4	29,1	24,9	18,8	10,9	5,5	16,6
Ort. Düşük Sıcaklık (°C)	-4,6	-4,0	-1,3	3,9	7,8	11,9	14,1	13,7	10,1	6,4	1,3	-2,0	4,8
Ort. Yağış (mm)	52,3	31,9	44,3	63,9	53,6	43,1	25,2	30,4	25,5	32,6	46,2	51,9	500,9
Ort. Buharlaşma (mm)	-	-	-	58,8	118,9	156,2	208,7	201,6	135,7	68,0	12,1	-	80
Ort. Bağıl Nem (%)	79,9	73,7	65,4	59,5	59,6	56,9	50,0	47,7	50,1	61,7	75,2	79,6	63,0
En Hızlı Rüzgâr Yönü	SE	SE	SW	NE	NE	NE	SW	SW	S	SW	SW	SW	NE-SE
En Hızlı Rüzgâr (m/sn)	5,0	8,0	5,0	8,0	6,0	8,0	4,0	4,0	4,0	6,0	4,0	4,0	8,0

Yükselti: 930 m, Enlem: 40° 32' N, Boylam: 33° 30' E, Rasat Süresi: 1990-2020

Çizelge 2. Araştırma alanı AKT/AÖ dağılımı

AKT/AÖ	Alan	
	(ha)	(%)
Bozuk karaçam (B _{çk})	166,8	8,0
Karaçam (Ç _k)	743,4	35,8
Ziraat-Orman içi açıklık, mera	1168,5	56,2
Toplam	2078,7	100,0

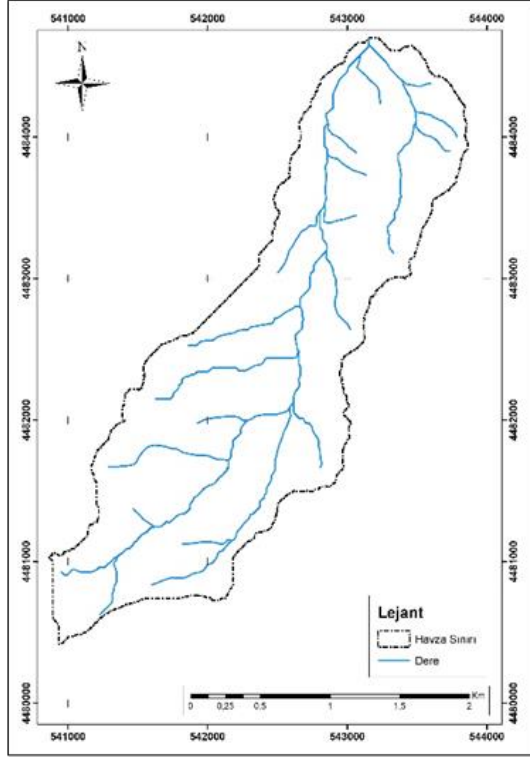
Havza oldukça yüksek eğimli ve kırıklı bir arazi yapısına sahiptir. Araştırma alanı 1070-1700m yükseltiler arasında değişmektedir (Şekil 3). Havzanın %74,6’sının eğimi %20 den fazla olan çok dik ve sarp arazilerden oluşmaktadır. Düz ve düze yakın araziler (%0-2) %4,7, orta eğimli (%5-20) araziler ise %20,7 dir (Çizelge 3; Şekil 3).

Çizelge 3. Araştırma alanı eğim grupları dağılımı

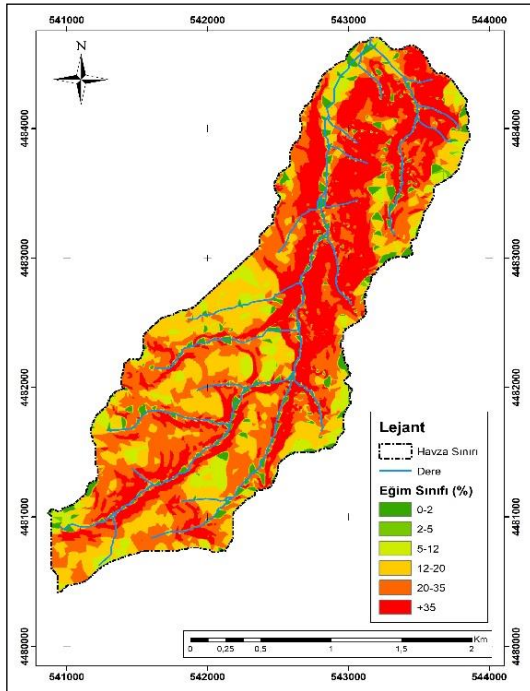
Eğim Sınıfı (%)	Alan (ha)	Oran (%)
0-5	97,1	4,7
5-10	154,4	7,4
10-15	155,7	7,5
15-20	119,7	5,8
20-30	393,8	18,9
30-45	468,6	22,5
45+	689,4	33,2
Toplam	2078,7	100,0

Havzanın AKT/AÖ incelendiğinde bozuk karaçam, mera ve tarım arazilerinden oluşmaktadır. Tarım arazileri orman ve mera arazilerinden açma yoluyla elde edilmiştir (Şekil 4). Havzanın yüksek kesimleri (Şekil 1) tarım ve mera arazi dağılımı yüksek iken, aşağı yükseltilerde orman varlığı artmaktadır. Bunun temel nedeni ise havzanın yukarı kesimlerinde yaylacılık ve

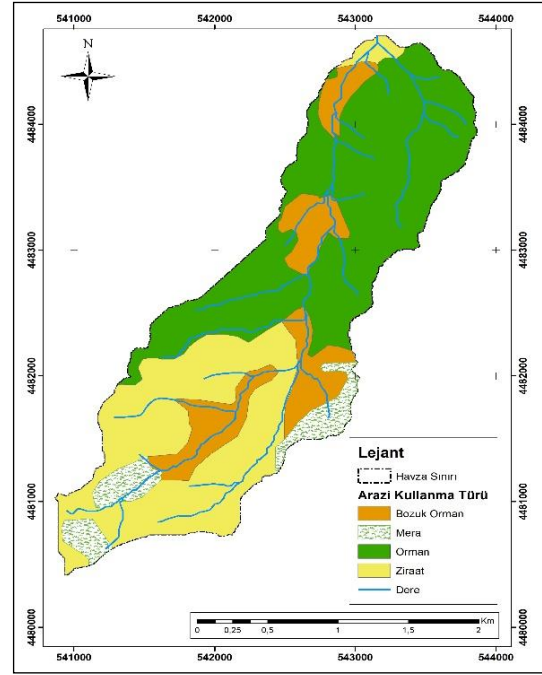
hayvancılık faaliyetleri yoğun şekilde devam etmektedir. Havzanın düşük rakımlı bölgeleri ağaçlandırma faaliyetlerine konu olmuş ve yoğun bir rekreasyonel kullanıma sunulmuştur. Havzanın bu bölümü antropojenik etkilerden korunmuştur. Bu nedenle orman varlığı gelişmiştir.



Şekil 2. Araştırma alanı drenaj haritası



Şekil 3. Araştırma alanı eğim dağılımı



Şekil 4. Araştırma alanı AKT/AÖ dağılımı

2.2 Araştırma alanı genel toprak özellikleri

Araştırma alanında topoğrafik ve jeolojik özellikleri, AKT/AÖ gibi faktörler dikkate alınarak toplam 45 noktada yüzey (0-30cm) toprak örnekleme yapılmıştır.

Araştırma alanı tarım arazilerinde açılan toprak çukuru (546328E, 4484080N) koordinatlarında yer almakta olup deniz seviyesinden 1026 m yüksekliktedir. Hafif düz ve düze yakın eğime sahip olan bu topraklar derin ve zayıf drenajlıdır. Topraklar tarım arazisi olarak kullanılmasının yanı sıra diğer bitki örtüsü olarak geven, yabancı otlar, çok nadir alıç, ardıç, üvez bulunmaktadır. Yüzey ve yüzeye yakın derinlikte bünye killi balçık iken, profilde kil oranındaki artış ile toprak türü 25cm' den sonra kile dönüşmektedir. Profil içerisindeki nemlilik kildeki bu artışa paralellik göstermekte, yüzey ve yüzeye yakın kısımlarda az, derinlikle artmaktadır. Toprak reaksiyonu hafif ve orta alkalın, tuzluluk yok, kireç miktarı profil içerisinde %11,1-18,0 arasında değişim göstermektedir. Organik Madde (OM) miktarı üst topraklarda orta (%2-4), alt topraklarda düşük (%1-2) seviyededir. Toprakların Suya Dayanıklı Agregat (SDA) miktarı yüzeyde %54,59 iken bu oran alt topraklarda %86,52'lere yükselmektedir.

Araştırma alanı mera arazilerinden açılan toprak çukuru koordinatları 543498E, 4482294N ve 1390 m yüksekliktedir. Mera arazilerinde genellikle geven, baklagil ve buğdaygiller, çok nadir düzeyde bodurlaşmış ardıç, ahlut, alıç ve karaçam türleri bulunmaktadır. Topraklar ana materyale kadar killidir (%42-51). Yüzeyde kireç %5 dolaylarında olmasına karşın profil içerisinde (%5-6) değişim göstermektedir. Toprakların pH düzeyi hafif alkalın olup, tuzluluk problemleri yoktur. OM miktarı üst kısımlarda düşük (%2-3) iken alt topraklarda bu oran daha da (<%1) düşmektedir.

Orman alanı örnekleme noktası koordinatları 543526E, 4482262N, yükseltisi 1398 m dir. Arazi örtüsü orta kapalılıkta yaşlı ve genç bireylerden oluşan doğal karaçam ormanıdır. Topraklar killi balçık ve killi bünyeye sahiptir. OM yüzeyde çok

yüksek (%7-10) olup, derinlere doğru düşmektedir. Kil içeriği ve OM yüksek oluşu SDA yüzdesini arttırarak %95'lere çıkarmaktadır. Kil ve OM miktarlarına bağlı olarak yüzey topraklarının Hacim Ağırlığı (HA) oldukça düşük (%1-1.2) seviyededir. Topraklar çok kireçlidir (%17-35) dir.

2.3 Yöntem

Araştırma büro, arazi, laboratuvar ve değerlendirme çalışmaları olmak üzere dört aşamada yürütülmüştür. İlk aşamada, iklim verileri, topografik ve jeolojik haritalar, meşcere haritaları (AKT/AÖ) ve iklim verileri değerlendirilmiştir. Ayrıca yöreyi kapsayan daha önce yapılmış araştırmalar incelenmiştir.

İkinci aşamada havzanın genel toprak özelliklerinin önemli düzeyde etkileyen bazı havza morfometrik (eğim, baki, yükselti ve bitki örtüsü ile AKT/AÖ) özellikleri belirlenmiştir. Bunun için topografik özelliklerin belirlenmesi amacıyla 1:25000 haritalar sayısallaştırılarak alanın Sayısal Yükselti Modeli (SYM) altlık haritaları oluşturulmuştur.

Üçüncü aşamada ön incelemeler, haritalar ve araştırmanın amacına uygun olarak araştırma alanları (birbirine komşu ve farklı AKT/AÖ) ve toprak örneklem noktaları belirlenmiştir. Havzadan grid yöntemine göre her 200x200m mesafeden ve 0-30 cm toprak derinliğinden alınan 45 adet toprak örneğinde Erozyon Oranı (EO), Dispersiyon Oranı (DO), Suyu Dayanıklı Agregat (SDA) (Cassel and Nielsen, 1986) stabilitesi belirlenerek havza topraklarının erozyona duyarlılıkları belirlenmiştir. Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi laboratuvarlarında doğal yapısı bozulmuş toprak örneklerinde toprak türü (Gee and Bauder, 1986), SDA, Hacim Ağırlığı (HA) (Kemper and Rosenau, 1986), toprak reaksiyonu (pH) (Soil Survey Laboratory, 1999), kireç (CaCO_3) ve Organik Madde (OM) (Jackson, 1958) analizleri yapılmıştır. DO: Süspansiyonda disperse edilmeden ölçülen silt+kil % değerinin, mekanik analizde ölçülen silt+kil % değerine oranlanmasıyla hesaplanmıştır (Çizelge 4), (Lal, 1988).

Çizelge 4. Dispersiyon oranı (DO) erozyon eğilimi

DO (%)	Erozyon Eğilimi
> 15	Erozyona Dayanıksız (Duyarlı)
< 15	Erozyona Dayanıklı (Duyarsız)

Son aşamada toprak özellikleri ve arazi kullanım türleri dikkate alınarak havza topraklarının erozyon durumu değerlendirilmiştir. Bunun için havza toprak özelliklerinin bazı tanımlayıcı istatistikleri ve korelasyon analizleri yapılmıştır.

3. Bulgular

3.1 Havza yüzey topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Araştırma alanında toprakların büyük bölümü Kumlu Balçık (KB) özellik göstermiştir. Orman arazileri yüzey topraklarında Kil (K) miktarı yüksek çıkmıştır.

Havza toprakları iskelet miktarı orta ve yüksek (%12-81) arasında değişim göstermiştir. Tarım topraklarında orta (%19-67), mera topraklarında orta (%18-63) ve orman topraklarına orta ve yüksek (%12-81) miktarda iskelet belirlenmiştir.

Araştırma alanı yüzey topraklarının iskelet miktarları arasında istatistiksel bakımdan ($p<0.05$) önemli fark olmadığı görülmüştür (Çizelge 5).

Araştırma alanı yüzey toprakları hacim ağırlıkları (HA) 0,97-1,35 gr.cm^{-3} arasında değişim göstermiştir. Tarım toprakları HA 1,09-1,35 gr.cm^{-3} arasında, ortalama 1,23 gr.cm^{-3} , ormanda 0,97-1,30 gr.cm^{-3} arasında, ortalama 1,13 gr.cm^{-3} , merada 0,98-1,32 gr.cm^{-3} arasında, ortalama 1,16 gr.cm^{-3} özellik göstermiştir (Çizelge 5). (Çizelge 5).

Araştırma alanı toprak reaksiyonları (pH) 6,6-8,8 arasındadır. Buna göre bazı bölge toprakları hafif asit, diğer bazı bölgeler ise orta alkali özelliktedir. Tarım toprakları pH 6,6-8,8, orman toprakları 6,7-8,1, mera toprakları ise 6,7-7,8 arasındadır. Ortalama değerler bakımından tarım, orman ve mera toprakları sırasıyla pH 7,56, 7,49 ve 7,35 dir. Toprakların pH değerleri arasında AKT/AÖ'ye göre istatistiksel bakımdan önemli ($p<0,05$) fark yoktur (Çizelge 5).

Elektriksel iletkenlik (EC) ortalama değerleri tarım, orman ve mera yüzey toprakları sırasıyla 1,86, 1,66 ve 1,68 dS.cm^{-1} olarak ölçülmüştür. Toprakların elektriksel iletkenlik değerleri arasında istatistiksel bakımdan önemli ($p<0.05$) düzeyinde fark yoktur. Araştırma alanı yüzey topraklarının kireç (CaCO_3) (toplam kalsiyum karbonat) miktarları en düşük %2,23 ve en yüksek %18 olarak ölçülmüştür. Ortalama kireç miktarları tarım %7,81, orman %9,98 ve merada %5,91 olarak belirlenmiştir. AKT/AÖ türüne göre orman ve mera toprakları kireç miktarları istatistiksel bakımdan önemli ($p<0,05$) düzeyinde farklı, diğer kullanım türleri arasında ise istatistiksel bakımdan önemli düzeyde farklı değildir (Çizelge 5).

Araştırma alanı yüzey toprakları organik madde (OM) miktarları en düşük %0,33 tarım ve en yüksek %10,12 orman alanlarında belirlenmiştir. Ortalama OM miktarları tarım %1,16, orman %6,25 ve merada ise %3,05 dir (Çizelge 5).

3.2 Havza yüzey topraklarının erozyon duyarlılıkları

Havza yüzey toprakları erozyon duyarlılıklarını etkileyen fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Diğer taraftan bazı erodibilite indekslerine göre toprakların erozyon duyarlılıkları değerlendirilmiştir.

Havza yüzey toprakları genel olarak orta bünyeli (Kumlu Balçık (KB) olarak belirlenmiştir. Orman arazileri toprakları ise diğer arazi kullanım türlerine göre ağır bünyeli (Kil (K)) dir. Araştırma alanı yüzey topraklarının tane dağılımı özellikleri bakımından kum miktarı arasında farklılıklar istatistiksel bakımdan ($p<0,05$) düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Tarım ve mera toprakları kum miktarları arasındaki fark istatistiksel bakımdan önemlidir (Çizelge 5).

Genel olarak orman topraklarının HA değerleri daha düşüktür. HA değerleri bakımından tarım ve orman toprakları arasında istatistiksel bakımdan ($p<0,05$) düzeyinde fark var, tarım-mera ve orman-mera toprakları arasında istatistiksel bakımdan önemli düzeyde fark olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çalışma alanının yüzey toprak örneklerine ait SDA değerleri Çizelge 5'te verilmiştir. Bu değerlere bakıldığında havza topraklarının SDA oranları %32,64-86,52 arasında değişim göstermiştir. En yüksek (%86,52) SDA orman topraklarında, en düşük ise %32,64 ile tarım topraklarında ölçülmüştür. Araştırma alanı yüzey topraklarının SDA oranları arasında istatistiksel

bakımdan ($p<0,05$) düzeyinde önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Her üç AKT/AÖ topraklarının SDA miktarları birbirinden farklı özellik göstermiştir (Çizelge 5).

Havza topraklarının AKT/AÖ durumuna göre DO değerleri %12-51 arasında değişim göstermiştir. DO en yüksek (%51) tarım yüzey topraklarında, en düşük (%12) orman topraklarında tespit edilmiştir. Ortalama DO değerleri tarım topraklarında %36,26, orman topraklarında %19,13 ve mera topraklarında %32,13 olarak belirlenmiştir. Havza yüzey topraklarının ortalama DO değeri incelendiğinde genel olarak erozyona karşı duyarlıdır. Tarım ve mera topraklarının DO değerleri arasında istatistiksel bakımdan önemli düzeyde fark yokken, orman ile tarım ve orman ile mera toprakları arasında istatistiksel bakımdan fark ($p<0,05$) olduğu görülmüştür (Çizelge 5).

Yüzey toprakları OM miktarları AKT/AÖ'ne göre istatistiksel bakımdan önemli düzeyde ($p<0,05$) farklıdır (Çizelge 5).

4. Araştırma alanı yüzey toprakları özellikleri arasındaki korelasyonlar

Araştırma alanı yüzey toprakları bazı analiz sonuçlarının korelasyon analizi sonucunda kil ile SDA arasında pozitif yönlü anlamlı bir ilişki vardır. Toprakların kum miktarı ile iskelet miktarı arasında pozitif, SDA arasında ise negatif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir. SDA ile HA, DO ve OM arasında pozitif yönlü, DO ile kireç miktarı ve OM arasında negatif yönlü ilişki olduğu saptanmıştır. Toprak reaksiyonu (pH) ile kireç miktarı arasında pozitif yönlü bir ilişki vardır (Çizelge 6).

Çizelge 5. Havza yüzey topraklarının AKT/AÖ'ne göre tanımlayıcı istatistikleri

Toprak Özelliği	n	AKT/AÖ			F	P
		Tarım Ort. $\pm$ SS	Orman Ort. $\pm$ SS	Mera Ort. $\pm$ SS		
Kil (%)	45	35,02 $\pm$ 7,75	39,93 $\pm$ 10,71	41,80 $\pm$ 7,76	2,360	0,11**
Toz (%)	45	29,06 $\pm$ 5,31	29,46 $\pm$ 8,09	30,73 $\pm$ 7,27	0,232	0,79**
Kum (%)	45	35,86 $\pm$ 8,29b	30,62 $\pm$ 10,95ab	27,41 $\pm$ 3,81a	4,045	0,02**
İskelet (%)	45	42,93 $\pm$ 15,91	37,09 $\pm$ 21,71	30,21 $\pm$ 12,51	2,070	0,13**
SDA (%)	45	46,24 $\pm$ 8,15a	69,07 $\pm$ 9,44c	58,11 $\pm$ 10,04b	22,87	0,00*
HA (gr.cm ⁻³)	45	1,23 $\pm$ 0,08b	1,13 $\pm$ 0,07a	1,16 $\pm$ 0,09ab	5,370	0,00*
DO (%)	45	36,26 $\pm$ 8,79b	19,13 $\pm$ 5,31a	32,13 $\pm$ 7,56b	22,08	0,00*
pH	45	7,56 $\pm$ 0,56	7,49 $\pm$ 0,48	7,35 $\pm$ 0,44	0,660	0,52**
EC (dS.cm ⁻¹)	45	1,86 $\pm$ 0,68	1,66 $\pm$ 0,63	1,68 $\pm$ 0,36	0,506	0,61**
Kireç (%)	45	7,81 $\pm$ 3,94ab	9,98 $\pm$ 4,71b	5,91 $\pm$ 3,21a	3,880	0,03**
OM (%)	45	1,16 $\pm$ 0,55a	6,25 $\pm$ 1,99c	3,05 $\pm$ 1,08b	54,580	0,00*

Not: a<b<c, * $p<0,01$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli, ** $p<0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli, n-örnek sayısı, Ort.-ortalama, SS- standart sapma

Çizelge 6. Toprak özelliklerine ait Pearson korelasyon sonuçları (n:45)

Toprak Özelliği		Kil	Toz	Kum	İskelet	SDA	HA	DO	pH	EC	Kireç	OM
Kil	r	1	-0,420**	-0,707**	-0,667**	0,533**	-0,133	-0,018	0,029	0,177	-0,13	0,230
	p		0,004	<0,001	<0,001	<0,001	0,385	0,907	0,848	0,245	0,933	0,128
Toz	r		1	-0,345*	-0,035	-0,180	-0,137	-0,073	0,278	-0,287	0,097	0,026
	p			0,020	0,818	0,238	0,369	0,636	0,064	0,056	0,524	0,865
Kum	r			1	0,717**	-0,408**	0,240	0,074	-0,247	0,033	-0,59	-0,256
	p				<0,001	0,005	0,113	0,627	0,101	0,832	0,699	0,089
İskelet	r				1	-0,283	0,163	0,095	-0,085	0,135	-0,057	-0,135
	p					0,060	0,286	0,536	0,580	0,376	0,708	0,375
SDA	r					1	-0,327**	-0,522**	-0,048	0,005	0,083	0,651**
	p						0,028	<0,001	0,755	0,973	0,586	<0,001
HA	r						1	0,180	0,040	0,175	-0,015	-0,555**
	p							0,237	0,795	0,249	0,921	<0,001
DO	r							1	-0,265	0,239	-0,343**	-0,515**
	p								0,078	0,114	0,021	<0,001
pH	r								1	-068	0,442**	-0,025
	p									0,656	0,002	0,872
EC	r									1	-0,121	-0,077
	p										0,428	0,616
OM	r											1

* $p<0,01$, ** $p<0,05$, r- Pearson korelasyon katsayısı

5. Tartışma ve Sonuç

Türkiye genelinde olduğu gibi araştırma havzasında da mera ve ormanlık arazileri aşırı/yanlış kullanımdan en fazla etkilenen alanlardır. Özellikle mera arazilerinde aşırı otlatma vejetasyonun tahribine neden olmaktadır. Mera ve ormanlardan tarla açma sorunu ise erozyon ve arazi bozulumunun temel nedenidir.

Tarım arazilerinde birim alanda verimin artırılması (akıllı ve modern tarım uygulamaları) temel politika olmalıdır. Türkiye’de, tarım alanlarının genişletilmesi özellikle de mera ve ormandan (marjinal araziler) yapılan açmalar arazi bozulumuna neden olmaktadır (Göl ve Dengiz, 2007; Bayramın ve ark. 2008; Korkanç ve ark., 2008).

Bu çalışmada yarı kurak bir ekosistemde aynı havza içerisinde bulunan komşu tarım, orman ve mera yüzey topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiştir.

Ayrıca toprakların erozyona direnç veya yatkinliğini ifade eden erodibilite indeksleri hesaplanmıştır. Balcı (1965)'de kurak ve yarı kurak bölge topraklarının erozyona karşı daha hassas olduğunu belirtmiştir. Toprakların organik madde bakımından fakir, koruyucu bitki örtüsünün ve toprak gelişiminin yetersiz olduğunu ifade etmiştir. Toprak erozyon duyarlılığı, toprak kayıplarının tahmin edilmesinde ve kontrol önlemlerinin uygulanmasında önemli bir parametredir (Meyer and Moldenhauer, 1985; Römkens, 2010; Wang et al., 2013).

Araştırma sonuçları, benzer ekolojik koşullarda olmalarına rağmen AKT/AÖ'nün genel toprak özelliklerini ve erozyona duyarlılıklarını (erodibilite) doğrudan etkilediğini ortaya koymuştur. Orman topraklarının olumlu fiziksel ve kimyasal özellikleri diğer arazi kullanım türlerine göre toprakların erozyona dirençliliğini yükseltmektedir. Bu durum orman yüzey topraklarında aşınma ve taşınma miktarını düşürmektedir. Toprağın aşınabilirliği, arazinin jeomorfolojik özelliklerine ve AKT/AÖ durumuna bağlı olarak değişmektedir.

Havza genel toprak türü orta bünyelidir. Arazi kullanım türüne göre ise orman topraklarının ağır bünyeli olduğu belirlenmiştir. Kil minerallerinin hakim olduğu toprakların infiltrasyon kapasitesi ve agregat kapasitesi çok düşük ve buna karşılık erodibilitesi yüksektir.

Bir toprağın SDA, toprağın erozyona mukavemeti ile doğrudan ilişkili olması nedeniyle önemlidir (Middleton, 1930; Lal, 1988). Toprağın erozyona duyarlılığını tahmin etmek için agregat stabilitesinin kullanılması çeşitli araştırmacılarca önerilmiştir (Barthes ve Roose, 2002; Le Bissonnais ve ark., 2007). Havzada en düşük SDA tarım topraklarında belirlenmiştir. Bunun nedeni toprakların sürekli olarak yoğun tarla trafiğine maruz kalmaları sonucu doğal agregatların parçalanmasıdır. Diğer taraftan tarım topraklarında organik madde miktarı düşük olduğu için aggratlaşma düşüktür. Kantarcı (1980)'de organik maddelerin toprağın üst kısmında agregatların oluşumu üzerinde kuvvetli bir etkiye sahip olduğunu belirtmiştir. Ayrıca uzun süreli organik gübreleme ile büyük agregatların (> 0,5 mm) oranının artacağını bildirmiştir.

Mera toprakları SDA değerleri tarım topraklarına göre daha yüksek ölçülmüştür. Bunun en önemli sebebi bu toprakların yüzeyinin mera bitki örtüsü ile kaplı olmalarının yanı sıra agregatların sürekli deforme olmasına neden olacak herhangi bir etkenin olmamasıdır. Orman ve mera arazilerinin toprakların SDA değerleri ise birbirine yakın olarak belirlenmiştir. Araştırma alanı içerisinde en yüksek SDA kapasitesi orman yüzey topraklarında belirlenmiştir. Madenoğlu ve Erpul (2008)'de toprak işlemenin toprakların fiziksel yapısını ve tane dağılımını olumsuz etkilediğini belirtmiştir. Buna bağlı olarak toprak verimliliğinin ve erozyon duyarlılığının düştüğünün ifade etmiştir. Bunun temel nedeni ise orman altında bulunan ölü örtü ayrışma ürünlerinin çimentolayıcı etkisidir. Havza toprakların erozyona yatkin olması nedeniyle mevcut bitki örtüsü mutlaka korunmalı veya geliştirilmelidir.

Dispersiyon oranı %15'ten küçük olan topraklar erozyona karşı dayanıklıdır. Dispersiyon oranı %15'ten büyük olan topraklar ise erozyona karşı dayanıksız belirtilmektedir (Bryan, 1968). Dispersiyon oranları (DO) sınır değerlerine bakıldığında, her üç AKT/AÖ arazilerinde topraklar erozyona karşı dirençsizdir. Dispersiyon oranı (DO) indeksi, topraktaki doğal agregatların su ile temas ettiğinde çözülme (dispersleşme) derecesini gösteren bir göstergedir. Eğer topraktaki en küçük

boyuta sahip agregatlar dahi suya dayanıklı ise toprak erozyona dirençli olmaktadır. DO toprakların erozyona karşı duyarlılığını doğrudan etkilemektedir (Balcı ve Özyuvacı, 1974; Lal, 1988). DO düşük olduğu bölgelerde OM, SDA ve kil miktarı yüksek, HA ise düşüktür (Göl, 2009; Göl ve Mevrük, 2022). Tarım topraklarında organik madde ve erozyona dayanıklılığın düşük olduğu görülmüştür. Arazi kullanım şeklinin toprak girdi madde miktar ve kalitesini, ayrışma oranlarını değiştirmesi nedeniyle toprak organik madde içeriğini etkileyen en önemli faktör olduğu bilinmektedir (Amador et al, 2000).

Bu araştırmada, Karataşbağı Deresi Havzası topraklarında AKT/AÖ ile bazı erozyon duyarlılık indeksleri arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Toprak erozyon duyarlılığı genellikle toprakların aşınma ve taşınmaya duyarlılığı olarak kabul edilmektedir (Lal, 1991). Elde edilen sonuçlar, havza topraklarının erozyona karşı hassas olduğunu göstermiştir. Bu durum mevcut bitki örtüsünün korunması ve geliştirilmesinin gerekliliğini ortaya koymuştur. Havza topraklarının yağışlara karşı bitki örtüsü bırakılması durumunda erozyonla taşınacak toprak miktarı artacaktır. Orman topraklarının erozivitesi nispeten daha düşük çıkmıştır. Bunun nedeni ise yüksek organik madde miktarına bağlı olduğu düşünülmektedir. Tarım toprakları sürekli ve aşırı işleme nedeni ile erozyona karşı daha duyarlı olarak belirlenmiştir. Yüksek ve Özçelik (2002) çalışmalarında aşırı ve yanlış arazi kullanımının toprakların fiziksel, kimyasal ve özellikle hidrolojik özelliklerini olumsuz etkilediğini ortaya koymuşlardır. Yarı kurak bölgelerde toprak işleme ve otlatmanın toprak özelliklerini olumsuz etkilediğini göstermiştir. Madenoğlu ve Erpul (2008)'de yürüttükleri çalışmada bitki örtüsünün yoğun olduğu mera arazilerinde organik maddenin, sürekli işlenen tarım arazilerinden daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte ağaçlandırma çalışmaları başarı ile sürdürülmesi ve yüzey toprak özellikleri korunması gerekmektedir (Göl and Ediş, 2017; Yazıcı ve Turan, 2016). Balcı ve ark. (1984) çalışmalarında doğal yapısı korunmuş alanların ve ormanları toprak ve su korumadaki üstün yönlerini işaret etmişlerdir.

Toprak özellikleri korelasyon ilişkileri incelendiğinde erozyon duyarlılığını doğrudan etkileyen özellikler arasında pozitif ilişki olduğu belirlenmiştir. Erozyon duyarlılığını doğrudan etkileyen SDA ile toprak türü arasında pozitif ilişki vardır. Toprakların kireç ve OM miktarı ile DO arasında negatif ilişki bulunmuştur. Buna bağlı olarak özellikle OM miktarını artırıcı önlemler alınması gerekmektedir. SDA ile HA, DO ve OM arasında pozitif yönlü ilişki bulunmaktadır. SDA miktarı arttıkça toprakların erozyona dayanıklılığı yükselmektedir. Bu durumda yüzey topraklarında HA ve OM oranlarını yükseltici önlemler alınmalıdır.

Araştırma bulguları, eğim, bakı, yükselti, AKT/AÖ dağılımı ve toprak özellikleri birlikte değerlendirildiğinde Karataşbağı deresi havzası topraklarının erozyona yatkin özellik gösterdiği belirlenmiştir. Bu durumda mevcut bitki örtüsü korunurken, doğal alanlarda rehabilitasyon ve bitkilendirmeye önem verilmelidir. Tarım arazilerinde gerekli toprak ve su koruma önlemleri alınmalıdır. Mera arazilerinde ise otlatmayı düzenleyici amenajman ve gerekli bölgelerde mera ıslah çalışmaları yürütülmelidir.

Teşekkür

Bu araştırma TÜBİTAK 2209-A 1919B012304666 No.lu Üniversite Öğrencileri Yurt İçi Araştırma Projesi tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Amador, J.A., Wang, Y., Savin, M.C., Görres, J.H., 2000. Fine-scale spatial variability of physical and biological soil properties in Kingston, Rhode Island. *Geoderma* 98, 83-94.
- Anonim, 2011. Eldivan Meteoroloji İstasyonu iklim verileri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Kayıtları, Ankara.
- Anonim, 2020. Eldivan Meteoroloji İstasyonu iklim verileri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Kayıtları, Ankara.
- Avcı, V., 2016. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile Gökdere Havzası ve çevresinin (Bingöl) erozyon duyarlılık analizi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 26, 170-193.
- Aydeniz, A., 1985 Toprak Amenajmanı. A.Ü. Ziraat Fakültesi yayınları A.Ü. Yayın No: 928 ders kitabı No: 263 Ankara.
- Balcı, A. N. Özyuvacı, N., Özhan S., 1984. Su kaynaklarının geliştirilmesi ve korunmasında orman ekosistemlerinin rolü, Belgrad Ormanı, Ortadere Eş-Havza Araştırma Projesi Örneği. TÜBİTAK Ulusal Çevre Sem pozyumu 12-15 Kasım, Ankara.
- Balcı, A.N., 1965. Kurak ve Nemli İklim Şartlarında Gelişmiş Bazı Orman Topraklarının Erodibilite Karakteristikleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No. 248, (2402), 1978.
- Balcı, N., Özyuvacı, N., 1974. Türkiye'nin iki farklı bölgesinde yer alan topraklarda erozyon eğiliminin ana materyal, bakı, arazi kullanma şekli ve örnekleme derinliğine bağlı olarak değişimi. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri A(2), 79-107.
- 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.
- Başaran, M., 2005. Arazi kullanımındaki değişimlerin toprak erozyonu üzerine etkisi: Çankırı ili İndağı Bölgesi örnek çalışması. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bayramin, İ., Başaran, M., Erpul, G. and Çanga M.R., 2008. Assessing the effects of land use changes on soil sensitivity to erosion in a highland ecosystem of semi-arid Turkey. *Environ. Monit. Assess.* 140, 249-265.
- Bryan, R.B., 1968. The development, use and efficiency of indices of soil erodibility. *Geoderma*, 2, 2-25.
- Cassel, D.K., Nielsen, D.R., 1986. Methods of Soil Analysis, Part 1, Physical and Mineralogical Methods-Agronomy Monograph No.9 (2nd edition) American Society of Agronomy-Soil Science Society of America, Madison, USA.
- Celilov, C., Dengiz, O., 2019. Erozyon duyarlılık parametrelerinin farklı enterpolasyon yöntemleriyle konumsal dağılımlarının belirlenmesi: Türkiye, Ilgaz Milli Park Toprakları. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(3), 242-256.
- Çepel, N., 1995. Orman Ekolojisi. İ. Ü. Orman Fak. Yayınları, İ.Ü.Y.N: 3518, O.F.Y.N: 399, ISBN: 975-404-061-3, İstanbul.
- FAO, 2015. Status of the World's Soil Resources. Main Report.
- Gee, G.W., Bauder, J.W., 1986. Particle-size analysis. pp. 383-409, in A. Klute, ed., *Methods of Soil Analysis, Part I*, 2nd ed. American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Göl, C., 2002. Çankırı Eldivan yöresinde arazi kullanım türleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara. (Yayınlanmamış).
- Göl, C., 2009. The effects of land use change on soil properties and organic carbon at Dagdamı river catchment in Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 30(5), 825-830.
- Göl, C., Dengiz, O., 2007. Çankırı-Eldivan Karataşbağı Deresi havza arazi kullanım-arazi örtüsündeki değişim ve toprak özellikleri. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1), 86-97.
- Göl, C., Ediş, S., 2017. Land use effects on soil physical properties in semiarid region of Turkey. *International Symposium on New Horizons in Forestry*, 261-266.
- Göl, C., Mevrük, S., 2022. Assessing amount of soil organic carbon and some soil properties under different land uses in a semi-arid region of northern Türkiye. *Turkish Journal of Forestry*, 23(4), 268-277.
- İkiel, C., Ustaoglu, B., Koç, D.E., 2020. Trakya Yarımadası'nda erozyon duyarlılık analizi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, 4, 1-14.
- Jackson, M.L., 1958. *Soil Chemical Analysis*, Pretence Hall Inc., Angewood Cliffs, USA.
- Kantarci, M.D., 1980. Belgrad ormanı toprak tipleri ve orman yetiştirme ortamı birimlerinin haritalanması üzerine araştırmalar. İ.Ü. Orman Fak. İ.Ü. Yayın No: 2636, Fak. No: 275, İstanbul.
- Kemper, W.D., Rosenau, R.C., 1986. Aggregate stability and size distribution. In: Klute, A. Ed., *Methods of soil analysis. Part 1. Agronomy Monograph 9. 2nd ed.*, Madison, Wisconsin, 425-442.
- Korkanç, S.Y., Özyuvacı, N., Hizal A., 2008. Impacts of land use conversion on soil properties and soil erodibility. *Journal of Environmental Biology*, 29(3), 363-370.
- Lal, R., 1988. Soil erosion research methods. *Soil and Water Conservation Society*, Netherland.
- Lal, R., 1991. Soil erosion research methods. Science Press, Beijing (236 pp., in Chinese).
- Le Bissonnais, Y., Bruand, A., Jamagne, M., 2007. Laboratory experimental study of soil crusting: Relations between aggregate breakdown mechanisms and crust structure. *Catena*, 16, 377-392.
- Madenoglu, S., Erpul, G. 2018. Yarı kurak bölgelerde farklı arazi kullanımlarında toprak erozyon duyarlılığının belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi, Özel Sayı, 484-493.
- Meyer, L.D., Moldenhauer, W.C., 1985. Soil erosion by water: the research experience. *Agricultural History* 59, 192-204.
- MGM, 2025. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://ww.gov.tr/files/iklim/yayinlar/iklim_siniflandirmalari.pdf](https://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://ww.gov.tr/files/iklim/yayinlar/iklim_siniflandirmalari.pdf) (Erişim Tarihi: 17.06.2025).
- Middleton, H.E. 1930. Properties of soils which influence erosion. *USDA Technical Bulletin N.J . USA.* 178, 1-16.
- Özçelik, A.E., Yüksek, T., Yüksek, F. & Verep, B., 2021. Havza ve arazi karakteristiklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

- yardımla değerlendirilmesi: Pazar Hemşin Deresi Havzası örneği. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 6(2), 252-260.
- Römkens, M.J.M., 2010. Erosion and sedimentation research in agricultural watersheds in the USA: from past to present and beyond. In: Banasik, K., Horowitz, A.J., Owens, P.N., Stone, M., Walling, D.E. (Eds.), *Sediment Dynamics for a Changing Future*, 337. IAHS Publication, pp. 17-26.
- Soil Survey Staff, 1999. *Soil Taxonomy. A basic of Soil Classification for making and Interpreting Soil Survey*. U.S.D.A. Handbook No: 436, Washington D.C.
- Sönmez, M.E., Çelik, M.A., Seven, M., 2013. Coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama yardımıyla Kilis Merkez ilçesinin erozyon risk alanlarının belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), 1-21.
- Sunkar, M., Avcı, V., 2015. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) ile Hasret Dağı ve çevresinin (Elazığ) erozyon duyarlılık analizi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 13(1), 17-40.
- Wang, B., Zheng, F., Römkens, J.M.M., Darboux, F., 2013. Soil erodibility for water erosion: A perspective and Chinese experiences. *Geomorphology*, 187, 1-10.
- Wu Q, Flanagan DC, Huang C., 2014. Estimation of USLE K-values with a Process-based Approach. A Report to the USDA-Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Research & Laboratory, Lincoln, Nebraska, from the USDA-Agricultural Research Service, National Soil Erosion Research Laboratory, West Lafayette, Indiana.
- Yazıcı, N., Turan, A., 2016. "Effect of Forestry Afforestation on Some Soil Properties A Case Study from Turkey," *Fresenius Environmental Bulletin*, vol. 25, no. 7, pp. 2509–2514.
- Yüksek, T., Özçelik, A.E., 2022. Kireçhane Havzası çay topraklarının erozyon eğilimlerinin belirlenmesi. *Lap Lambert Academic Publishing, Chisinau*. pp.56.