



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS

**TOKAT YÖRESİ TOPRAKLARININ EROZYON EĞİLİMİNİN
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Rumeysa ARMAĞAN

Danışman:

Prof. Dr. İrfan OĞUZ

TOKAT- 2024

ETİK SAYFASI

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof. Dr. İrfan OĞUZ danışmanlığında hazırlamış olduğum “Farklı Aşınım Duyarlılığı Sahip Toprakların Bazı Fiziksel Özelliklerinin Karşılaştırılması” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

.../.../...

Rumeysa ARMAĞAN



JÜRİ ONAY VE KABUL

Rumeysa ARMAĞAN tarafından hazırlanan “Tokat Yöresi Topraklarının Erozyon Eğiliminin Belirlenmesi” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 19 OCAK 2024 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği / Oy Çokluğu ile Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI 'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman

Prof. Dr. İrfan OĞUZ

Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Üye

Prof. Dr. Rasim KOÇYİĞİT

Gaziosmanpaşa Üniversitesi

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Ertuğrul KARAŞ

Osmangazi Üniversitesi

ONAY

Prof. Dr. Yusuf TEMUR

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

---/---/20--

ÖN SÖZ

Tez çalışması sürecim boyunca yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen ve benim için elinden gelenin fazlasını yapan çok kıymetli Prof.Dr. İrfan OĞUZ hocama; zorlandığım her an ayakta kalmam gerektiğini bana her defasında hatırlatan, her karanlığın ardından doğan bir güneş olduğunu yaşamım boyunca görmemi sağlayan canım anneme ve babama sonsuz teşekkür ederim.

Rumeysa ARMAĞAN



ÖZET

TOKAT YÖRESİ TOPRAKLARININ EROZYON EĞİLİMİNİN BELİRLENMESİ

Armağan, Rumeysa

Yüksek Lisans, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İrfan Oğuz

Şubat 2024, xii + 49 sayfa

Bu çalışmada Tokat yöresinde 25 farklı lokasyondan alınan yüzey toprak örneklerine ait bazı kimyasal, fiziksel toprak özellikleri ve bazı erozyon eğilim indeksleri belirlenmiştir. Toprakların pH, EC, organik madde, kireç, tekstür, çok ince kum, agregat stabilitesi, hidrolik iletkenlik, kil oranı I, kil oranı II, kil oranı III, dispersiyon oranı, hacim ağırlığı, dane yoğunluğu, süspansiyon yüzdesi, agregat boyut dağılımı, toprak parçalanma derecesi, likit limit, plastik limit, plastiklik indeksi ve toprak aşınımına duyarlılık faktör olmak üzere bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Toprak aşınımına duyarlılığı belirlemek üzere K faktör değerleri hesaplanmıştır. Toprakların aşınımına duyarlılık değerleri $0.062-0.456 \text{ t ha}^{-1} \text{ haMJ}^{-1} \text{ hmm}^{-1}$ arasında değişmiştir. Toprak özellikleri arasındaki ikili ilişkiler korelasyon analiziyle değerlendirilmiştir. Genel olarak yöre topraklarının erozyona karşı oldukça hassas olduğu sonucu elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Erozyon, toprak özellikleri, toprak aşınımına duyarlılığı, erozyon eğilim indeksleri

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE EROSION TENDENCY OF TOKAT REGION SOILS

Armağan, Rumeysa

Master's Degree, Institute of Natural and Applied Sciences, Department of Soil Science and Plant Nutrition

Advisor: Prof. Dr. İrfan Oğuz

February 2024, xii + 49 pages

In this study, some chemical, physical soil properties and some erosion indices of surface soil samples taken from 25 different locations in the Tokat region were determined. Some physical and chemical properties such as pH, EC, organic matter, lime, texture, very fine sand, aggregate stability, hydraulic conductivity, clay ratio I, clay ratio II, clay ratio III, dispersion ratio, bulk density, specific gravity, suspension percentage, aggregate size distribution, soil fragmentation degree, liquid limit, plastic limit, plasticity index, and soil erodibility factor were determined. K factor values were calculated to determine soil erosion sensitivity. Erodibility factor values of soils varied between 0.062-0.456 t ha⁻¹haMJ⁻¹ hmm⁻¹. Bilateral relationships between soil properties were evaluated by correlation analysis. In general, it has been concluded that the local soils are quite sensitive to erosion.

Keywords: Erosion, soil properties, soil erodibility factor, erosion tendency indices.

İÇİNDEKİLER

ETİK SAYFASI.....	i
JÜRİ ONAY VE KABUL	ii
ÖN SÖZ.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
ÇİZELGELER LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
KISALTMALAR.....	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	6
3.1. Araştırma Yeri	14
3.2. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analizi.....	14
3.3. Toprak Aşınımına Duyarlılığının Belirlenmesi	17
3.4. İstatistik Analiz Metotları.....	17
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	19
ÖZGEÇMİŞ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1: Toprak örnekleri alınan yerler	19
Çizelge 2: Araştırma yeri toprakları kimyasal özellikleri	21
Çizelge 3: Araştırma yeri toprakları fiziksel özellikleri	22
Çizelge 4: Araştırma yeri toprakları fiziksel özellikleri	23
Çizelge 5: Araştırma yeri toprakları fiziksel özellikleri	24
Çizelge 6: Araştırma yeri toprakları bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait tanımsal istatistikler	26
Çizelge 12: Çeşitli toprak özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları	33
Çizelge 13: Çeşitli toprak özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları	34
Çizelge 14: Çeşitli toprak özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları	35



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Çalışma alanı yer bulduru haritası	14
---	----



KISALTMALAR

ÇİK:	Çok İnce Kum
HG:	Hidrolik İletkenlik
SY:	Süspansiyon Yüzdesi
DO:	Dispersiyon Oranı
OM:	Organik Madde
DY:	Dane Yoğunluğu
HA:	Hacim Ağırlığı
AS:	Agregat Stabilitesi
PL:	Plastik Limit
LL:	Likit Limit
PI:	Plastiklik İndeksi
KOI:	Kil Oranı I
KOII:	Kil Oranı II
KOIII:	Kil Oranı III
IOAÇ:	Islak Eleme Ortalama Ağırlık Çapı
KOAÇ:	Kuru Eleme Ortalama Ağırlık Çapı

1. GİRİŞ

Su erozyonu dünyada ve ülkemizde önde gelen fiziksel toprak bozulma sorunudur. Su erozyonuna maruz kalan ülke toprakları enerjisini kaybederek kendinden beklenen sürdürülebilir tarımsal üretimi ve diğer toprak fonksiyonlarını yeterince yerine getirememektedir. Su kaynaklı meydana gelen toprak erozyonu, bir dizi temel etmenle ilişkilendirilebilen çok değişkenli bir olaydır ve genellikle bu etkenler bir araya geldiğinde erozyona neden olabilmektedir (Panagos ve ark.,2012). Toprak erozyonunun şiddetini kontrol eden baskın faktörler yağış, topografya ve bitki örtüsüdür ve bu faktörler uzun zamandır sabit kalmış olsa bile toprak özelliklerindeki değişimlerin hâlâ toprak kaybına neden olabileceği öngörülmüştür (Bryan, 1968). Bennett (1926), toprakların erozyona dayanıklılık özelliklerinin değişkenliğini tanımlayan ilk kişi olmuştur. Bu özellik daha sonra Middleton (1930) tarafından “toprak erozyonu” ve Cook (1936) tarafından “toprak erodibilitesi” olarak adlandırılmıştır.

Toprak erozyonu, toprak parçacıklarının ayrılması ve su veya rüzgâr tarafından taşınmasıyla ilgili bir süreci içermektedir ayrıca toprak erozyonu, belirli erozyon kuvvetlerine dayanarak toprağın erozyona karşı duyarlılığını yansıtan bir toprak özelliğidir (Tunç, 2020).

Bir havzada toprak erozyonu su, topoğrafya, drenaj sistemi, yağış miktarı, arazi kullanımının durumu gibi havzada mevcut durumu ifade eden çevresel etmenler arasındaki etkileşimin bir sonucudur (Rymbai ve Jha, 2013; Rehman vd., 2015; Li, 2016).

Toprak erozyonu, günümüzde toprak besin elementi kaybı ve toprak erodibilitesinin artmasından dolayı önemli ölçüde arttığından, ekolojik çevrenin ve tarımsal üretimin sürdürülebilir gelişimini engellemektedir (Dong ve ark., 2022). Ayrıca toprak degradasyonu, tarım alanlarının yoğun bir şekilde kullanılmasına, su kaynaklarının kirlenmesine ve buna bağlı olarak meydana getirdiği olumsuz etkisiyle bir takım politik ve sosyal dengesizliklerin oluşmasına neden olmaktadır (Anonymous, 1982).

Toprak erozyonu ekosistem hizmetleri bağlamında sürdürülebilirlik için önemli bir tehdittir. Özellikle Türkiye’de su erozyonu büyük bir sorundur ve tahmin edilen ortalama toprak kaybı oranı tarım arazilerinin %26’da, $5 \text{ t ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$ ’dan yüksektir (Saygın, 2021).

Tarım arazilerindeki toprak erozyonun olumsuzlukları, toprak verimliliğini önemli derecede düşürmektedir. Toprak erozyonu, su tutma kapasitesinin azalması, besin kaybı ve çeşitli toprak özelliklerindeki olumsuz değişikliklerle ilişkilendirilmektedir. Bu durum toprak

verimliliğinin azalmasına ve biyolojik üretim kapasitesinin azalmasına neden olmaktadır (Oğuz ve ark., 2006).

Erozyon ile ilgili yapılan çeşitli çalışmalarda, erozyon nispeti ile erozyondan arta kalan toprak kütlesi arasında önemli birtakım ilişkilerin varlığını sezinlenmiştir (Polat, 2020).

Suyun toprak yüzeyinden taşınarak akıyor olması durumu ve toprağın suyu iletebilmesinin erozyon üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır. Ayrıca toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin suyun aşındırma ve taşıma etkilerine karşı koyma kapasitesi birbirinden farklılık göstermektedir. Erozyon durumu, toprak aşınabilirliği, arazinin özellikleri ve arazinin kullanım durumuna bağlı olarak değişebilmektedir. Erozyon eğilimi, toprakların erozyona karşı gösterdikleri direncin derecesini ifade etmektedir ve bu eğilimler sayısal olarak önem arz etmektedir (Erol ve ark.,2009).

Toprak erozyonu ciddi bir çevre sorunu olup sediment taşınımı sonucunda doğal bir kaynak olan toprağı katmanlar halinde aşındırarak tarımsal üretimde ciddi zararlara sebebiyet verir ve sonuçta toprağın verimliliğı düşer (Alevkayalı ve ark., 2023).

Türkiye’de erozyon riski oldukça düşük olan araziler sadece %13.86 iken, şiddetli ve çok şiddetli erozyonun etkisinin görüldüğü arazilerin oranı ise yaklaşık %58.74’tür. Su erozyonuna maruz 57.15 milyon ha araziye karşılık, 506.309 ha alanda farklı düzeylerde rüzgâr erozyonu riski bulunmaktadır. İşlemeli tarım yapılan 27.7 milyon ha arazinin 16.4 milyon ha kısmında ana sorun olarak erozyondur (Anonim, 1987 ve 1998).

Erpul ve ark., (2018) tarafından yapılan bir çalışmada ülkenin yüzölçümünün %7’sinin şiddetli erozyona maruz kaldığı ve yılda yaklaşık 642 milyon ton toprağın, su kaynaklı toprak erozyonu ile taşındığı ifade etmişlerdir (Alevkayalı ve ark., 2023).

19. yüzyılın son çeyreğinden itibaren önem kazanan toprak erozyonu, farklı yöntem ve tekniklerle değerlendirilmiş ve bu alanda birçok model ve denklem geliştirilmiştir (Fıçııcı ve ark., 2022). Erozyon modellerinde genellikle iklim, topografya, arazi örtüsü ve toprak özellikleri gibi dört temel faktörü kullanarak mekânsal değişimi tamamlayan diferansiyel denklem kullanılmıştır.

Deneyisel modellerde en çok Üniversal Toprak Kaybı Eşitliği (USLE) modeli ve bu yöntemin geliştirilmesi sonucu üretilen Revize Üniversal Toprak Kaybı Eşitliği (RUSLE) modeli kullanılmaktadır (Çilek, 2021).

Toprak erozyonunun belirlenmesinde kullanılmak üzere SWAT (Soil and Water Assessment Tool) (Arnold et al., 1993) modeli, AGNPS (Agricultural Non-Point Source Pollution)) (Young et al., 1989), ANSWERS (Areal Non Point Source Watershed Environment Response Simulation) (Beasley et al., 1980) ve WEPP (Water Erosion Prediction Project) (Laflen et al., 1991) gibi bir çok erozyon modelinin geliştirildiği de bilinmektedir (Demir ve ark.,2017).

Yoğun erozyon potansiyelini belirlemek için amacıyla iso-erodent haritaların kullanılabilirliğini incelemek amacıyla yürütülen bir çalışmada, yağış erozyon indeksi (R) tahmininde ortalama yıllık yağışın yanı sıra ortalama yüksekliğin önemini belirlemeye yönelik bir regresyon modeli geliştirilmiştir. Honduras'taki sekiz iklim istasyonu için önceden hesaplanmış R faktörü değerleri kullanılarak bu model oluşturulmuş ve ardından hesaplanmış yağış erozyon indeksine sahip olmayan diğer 344 iklim istasyonu için tahminler yapılmıştır. Bu harita üzerinde yeni yağış erozyon indekslerinin %95 tahmin aralıkları için iso-çizgiler görüntülenmiş ve bu sayede yeni tahminlerin doğruluğu gösterilmiştir. Çalışma, ortalama yüksekliğin, ortalama yıllık yağışın yanı sıra yağış erozyonunu tahmin etmede önemli olduğunu göstermiştir (Mikhailova ve ark., 1997).

Toprak kaybı toleransı, erozyonla taşınmasına izin verilen maksimum toprak miktarını ifade etmektedir ve bu miktarın her yıl taşınması, tarım alanlarının verimliliğini önemli ölçüde etkilemektedir. Toprak koruma planlamasında Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği'nin kullanılabilmesi ve planlamanın yapılabilmesi için toprak kaybı toleransının belirlenmesi oldukça önemlidir. ABD'de Toprak Koruma Servisi, her toprak serisi için bir tolerans değerleri, toprak uzmanları ve diğer uzmanlar tarafında çeşitli kriterlere göre değerlendirilmektedir (Görcelioğlu, 1988).

Toprak erozyonun hem doğal hem de insan kaynaklı etmenlerden etkilenen küresel bir çevresel sorun olarak kabul edildiği bilinmektedir (Igwe vd., 2017).

Aşınabilirlik (erodibilite), toprakların sahip oldukları çeşitli özelliklerinden kaynaklanan ve erozif etmenlere karşı direncini veya erozyona uğrama eğilimini gösteren bir toprak özelliğidir. Bu nedenle erodibilite, erozyondan farklı olarak bir eğilimi veya potansiyeli ifade eden bir kavramdır. Nitekim sık ve koruyucu bir bitki örtüsü altında bulunan bir toprakta etkin erozyon görülmediği halde, bu toprağın bazı yapısal özelliklerinden kaynaklanan yüksek erodibilitesi söz konusu olabilir. Toprakların farklı aşınma duyarlılık değerleri, sahip oldukları aşınmayı etkileyen fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerin farklılığından ileri

gelmektedir. Aşınımı etkileyen en önemli toprak özellikleri toprağın bünyesi, strüktürü, hidrolik iletkenlik, organik madde kapsamı ve çok ince kum içeriğidir.

Teksel yapı gösteren kumlu topraklar büyük bir dağılma özelliğine sahiptir. Buna karşılık geçirgenlikleri çok fazladır. İnfiltrasyon oranları yüksektir. Killi topraklar ise, yağmur damlalarının çarpma ve dağıtma etkilerine karşı büyük bir dayanıklılık gösterirler. Ancak bu dayanıklılığın da kritik bir noktası vardır. Bu nokta aşıldığında killi topraklar kumlu topraklardan daha kolay bir şekilde dağılır ve taşınırlar (Cebel ve ark., 2013). Kilce zengin topraklar ise strüktürü güçlü olduğu için parçalanmaya karşı daha dirençli olup aşınımına olan duyarlılığı düşük olabilir. Siltli-tınlı topraklar gibi orta tekstürlü topraklar, yüzey akışı oluşturur ve agregatlaşamazlar. Tanecikler tekselleştiği için kolaylıkla taşınabilmektedirler. Dolayısıyla bu topraklar aşınmaya orta derecede duyarlıdır ve orta derecede yüzey akış üretir.

Tarım alanlarında toprak korumanın önde gelen koşullarından birisi toprak aşınımına duyarlılık (K Faktörü) değerini en düşük düzeyde tutmaktır. Bu durum, toprağın organik madde kapsamını ve hidrolik iletkenliğini artırıcı ve strüktürünü geliştirici önlemlerin alınması ile mümkündür. Bu gerçeklik birçok araştırma çalışmalarıyla araştırılmış ve halen araştırılmaktadır. Nitekim Çekerek havzası büyük toprak gruplarının bazı toprak özellikleri ile aşınım duyarlılık değerleri arasındaki ilişkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, aşınmayı etkileyen toprak özellikleri olarak toprağın bünyesi, strüktürü, organik madde ve su geçirgenliği kapsamının olduğu belirlenmiştir (Oğuz ve Durak., 1998).

Türkiye genelinde Büyük Toprak Gruplarının tarım alanlarındaki dağılımı dikkate alınarak yapılmış olan bir çalışma sonucunda tarım topraklarının büyük çoğunluğu kuvvetli ve orta derecede aşınabilir topraklar sınıfına girmiş, çok az ve az aşınabilir toprakların sayısı ise toplam toprak sayısına oranı sadece %14 olarak belirlenmiştir (Cebel ve ark.,2013).

Dengiz ve İmamoğlu (2016), Samsun ilinde 9576 km²'lik bir alanda tarla, orman ve mera arazisinde K faktörünü belirledikleri çalışmalarında bölgedeki toprakların orta derecede aşınabilir olduğunu ifade etmiştir. (Burak ve ark.,2020), Tokat-Zile ilçesinde yapmış oldukları çalışmada sürekli tarım arazisi, tarım arazi kullanım türünden orman arazi kullanım türüne çevrilmiş arazi, sürekli mera arazisi, sürekli orman arazisi ve ormandan tarıma çevrilmiş arazi olmak üzere farklı arazi kullanımı ve yönetimine sahip toprakların erozyona duyarlılıkları karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda ele alınan farklı arazi kullanımlarının aşınım duyarlılık dereceleri orta ve az derecede aşınabilir topraklar olarak belirlenmiştir. Sürekli mera ve orman arazileri yeterli vejetasyona sahip olmamalarından dolayı yetersiz organik

madde içeriği ve agregat stabilitesi değerleri göstermiştir. Sürekli tarım, ormandan tarıma dönüştürülen arazi ve tarımdan ormana dönüştürülen arazilerde aradan geçen srenin 10 yıldan az kısa bir süre olması nedeniyle, beklenen olumlu ve olumsuz bariz değişimler gözlenememiştir.

Bir alandaki toprak erozyonunun çeşidi ve miktarı iklim, jeomorfoloji, toprak tipi ve arazi kullanımına bağlı olarak değişmektedir. Arazi kullanımındaki değişmeler ve tarımsal uygulamalar toprak özelliklerinde büyük değişimlere yol açmaktadır. Olumsuz uygulamalar toprak özelliklerinde bozulmaya ve erozyona karşı daha duyarlı hale gelmesine yol açmaktadır (Jeloudar ve ark., 2018). Arazi kullanımındaki değişimler permeabilite, toprak tekstürü ve agregat stabilitesi gibi toprak özelliklerini yakından etkilemektedir. Agregat stabilitesinin azalmasıyla, organik karbon ve toprak partiküllerinin ayrışması hızlanmaktadır. Bu zelliklerin değişimi, toprak erodibilite oranında değişmesine yol açmaktadır (Eric ve ark., 2008).

Toprak erodibilite faktörü, toprakların fiziksel özelliklerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu duruma ilaveten toprak erozyonunun gelişmesinde ve artışında toprak türlerinin önemi çok fazladır. Bu nedenle toprakların farklı iklim, coğrafyalarda ve farklı toprak tiplerinde araştırılması erozyonla mücadele önem kazanmıştır. Bu alışmada Tokat yöresinde yayılım gösteren farklı aşınım duyarlılık değerlerine sahip toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin karşılaştırılması ve bu özelliklerin aralarındaki ilişkilerin açıklanması amaçlanmıştır. Elde edilecek bulguların yöre topraklarının sürdürülebilir kullanımı için yararlı olacağı düşünülmektedir. Çalışma kapsamında elde edilen bulgulara göre yöre topraklarının su erozyonuna karşı daha dirençli hale getirmek için alınması gereken kültürel önlemler ortaya konulmaya çalışılacaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

İnsanoğlunun sahip olduğu en önemli doğal kaynak olan toprak, erozyon ile çevresel ve ekonomik olarak olumsuz etkilenmektedir (Pandey ve ark., 2021). Toprak erozyonu aynı zamanda bir toprağın erozyona olan duyarlılığının bir sonucudur. Temel olarak bu kavram birim başına düşen erozivite, yağış, yüzey akış ve sızıntı gibi faktörlere bağlı olarak tanımlanmaktadır. Toprak erozyonu sadece ciddi toprak bozulmasına ve verim kaybına neden olmakla kalmayıp aynı zamanda genel toplum istikrarı, sağlığı ve özellikle kırsal alanların sürdürülebilir gelişimi üzerine büyük tehdit oluşturmaktadır (Wang ve ark., 2013). Ayrıca dünya çapında erozyon, toprak bozulmasının baskın bir formu olarak ifade edilmektedir (Bridges ve Oldeman, 1999; Lal,2001).

İran'ın kuzeybatısında yer alan Yamchi Havzası'nda, toprak erodibilite faktörünü tahmin etmek amacıyla 38 adet yüzey toprak örneği (0-15 cm) alınarak yürütülen çalışmada, toprak örneklerinin kum, silt, kil değerleri (toprak primer parçacıkları), organik madde miktarı ve toprak geçirgenlikleri belirlenmiştir. Çalışma alanının kuzey ve güney bölgeleri, doğu ve batı bölgelerine kıyasla, daha az silt içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Bölgenin büyük bir çoğunluğu %30'un altında kum içeriğine sahip olduğu ve araştırma alanının kuzey ve güneyinde kil içeriğinin merkezi bölgelere kıyasla daha fazla olduğu görülmüştür. Ortalama olarak tüm çalışma alanında erodibilite faktörü 0.442 olarak belirlenmiş ve toprakların yaklaşık %76 'sının bu değere kadar olan bir erodibilite faktörüne sahip olduğu belirlenmiştir (Imani ve ark., 2014)

Tokat il merkezine 16 km mesafede Uğrak Havzası içinde yer alan Tekneli Köyü arazisinde 25 adet toprak örneği alınarak yürütülen bir çalışmada, organik madde, tekstür, çok ince kum, hidrolik iletkenlik, strüktür tipi değerleri bulunarak K faktör değerleri hesaplanmıştır. Çalışma bulgularına göre, toprakların genel aşınım duyarlılık değerleri düşük seviyede hesaplanmış ve yöre toprakları düşük su erozyonu riski göstermiştir (Oğuz ve ark., 2021)

Cebel ve ark., (2013), Türkiye'nin Büyük Toprak Grupları'nın K Faktör değerlerini belirlemek amacıyla farklı illerden toplam 3579 toprak örneği almışlardır. Elde edilen verilere göre, Karadeniz'deki Podzolik topraklar, Akdeniz'deki Akdeniz toprakları, Kahverengi Orman toprakları ve Rendzinalar, Orta Anadolu'daki Kahverengi ve Kırmızı Kahverengi

topraklar, iklimsel geçit kuşağındaki Kireçsiz Kahverengi, Kestanerengi ve Kırmızımsı Kestanerengi topraklar, Alüvyal ve Kolüvyal topraklar değerlendirilmiştir. Genel olarak değerlendirmeye alınan büyük toprak gruplarının çoğunluğunun kuvvetli ve orta derecede aşınabilir olduğu ve genel olarak ülke tarım topraklarının büyük çoğunluğunun aşınabilir düzeyde yüksek K Faktör değerlerine sahip olduğu vurgulanmıştır.

Manyiwa ve ark., (2013) tarafından, Botswana'nın Kuzeydoğu Bölgesi'nde, Tshesebe Köyünde, toprak aşınabilirlik faktörünü inceleyerek, yağış ve yüzey akış kuvvetlerine karşı toprağın direncini tanımlamak amacıyla gerçekleştirilen çalışmada, toprakların fiziksel özellikleri incelenmiştir. K faktörü ile eğim uzunluğu, organik madde, kil yüzdesi ve plastik limit arasında anlamlı bir ilişki olduğu ortaya konulmuştur. Genel olarak, erozyona uğramış bölgelerde K-faktörü değerleri, uğramamış bölgelere oranla daha yüksek olarak belirlenmiştir. Erozyona uğramış alanlardaki ortalama K-faktörü değeri $0.031 \text{ ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ olup, 0.013 ile $0.055 \text{ ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ arasında değişim göstermiştir. Organik madde içeriği düşük olan erozyona uğramış alanlardaki topraklar, yüksek erozyona duyarlılık göstererek oransal olarak daha büyük erozyon kayıplarına yol açtığı görülmüştür. K faktörü ile toprak tekstürü ve organik madde arasında önemli bir korelasyon olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). Bu korelasyon toprak tekstürünün agregat stabilitesi ve su infiltrasyonu üzerindeki etkilerinden kaynaklanmaktadır. Ölçülen veya tahmin edilen K-faktörü değeri, USLE-K tabanlı nomograf ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca, K-tabanlı nomograf, ölçülen K-faktörü değerini erozyona uğramış alanda 10 kat ve erozyona uğramamış alanda 19 kat aşırı tahmin etmiştir. Erozyona uğramış alanda ($r^2=0.77$) güçlü bir korelasyon, erozyona uğramamış alandan ($r^2=0.10$) daha zayıf bir korelasyon göstermiştir.

Öztaş ve ark. (2013), aşırı otlatma ve erozyonun özellikle dik, yarı kurak bölgelerdeki etkilerini inceleyerek bölgelerdeki bitki örtüsü ve toprak özelliklerindeki değişimleri incelemeyi hedeflemişlerdir. Çalışmada üç farklı eğim konumunda (zirve eğim, doğrusal eğim ve parmak eğimi) şeklinde dört adet çalışma alanı seçilmiştir. Her konumda, botanik kompozisyon, örtü içeriği, mera kalite derecesi ile tekstür, nem, organik madde içeriği, CaCO_3 içeriği ve bitki tarafından alınabilir fosfor belirlenmiştir. Mera rtllk yüzdesi %39.5 ile %84.0 arasında değişiklik göstermiştir. Zirve konumları genellikle düşük mera kalitesi, yüksek toprak hacim ağırlığı ve düşük bitki örtüsü özellikleri sergilemiştir. Zirve eğimde baklagil sıklığı diğer iki konumdaki eğimlerden daha düşük bulunmuştur. Buradaki eğim %19.6 ile %45.2 arasında değişkenlik göstermiştir. En yüksek miktarlar parmak eğimde, en düşük miktarlar ise zirve eğimde gözlemlenmiştir. Toprak hacim ağırlığındaki değişiklikler

doğrusal eğimde parmak eğime göre daha yüksek olmuştur. Toprakların kil içeriği ise doğrusal eğimde en düşük seviyede olmuştur. Topraktan örnek alındığı sırada toprağın nemi ve organik madde içeriği genel olarak parmak eğimi konumunda yüksek değerde olduğu gözlemlenmiştir. Bitki tarafından alınabilir fosfor miktarı, genellikle doğrusal eğimde en düşük miktarlarda olmuştur. Toprak CaCO_3 içeriği ise tüm bölgelerin parmak eğimi pozisyonunda en düşük değer aralığında belirlenmiştir. Çalışmada, aşırı otlatma ve erozyonun bitki örtüsü ve toprak özellikleri üzerindeki etkilerinin peyzaj konumlarına göre farklılık gösterdiğini belirtmiştir. Zirve konumları genellikle düşük mera kalitesi, yüksek toprak hacim ağırlığı ve düşük bitki örtüsü özellikleri sergilemiştir.

Tokat ili Kazova bölgesinde gerçekleştirilen bir çalışmada, erozyon ile verimlilik arasındaki ilişki ve erozyonun toprak özelliklerine etkisi incelenmiştir. Araştırmada, %10'dan az eğime sahip tarım arazilerinde USLE (Evrensel Toprak Kaybı) denklemi kullanılarak toprak erozyon miktarı belirlenmiştir. Bağlar, Güzeldere, Gülpınar, Çerçi ve Söngüt köylerinin taban ve yamaç eğimlerde yürütülen çalışmada toprak kaybı miktarı ile ürün verimliliği arasında negatif ilişki bulunmuştur. Toprak kaybı miktarı ile kum ve CaCO_3 içeriği arasında pozitif, kil, pH, tuz ve Cu içeriği arasında ise negatif korelasyon belirlenmiştir. Toprak kaybı miktarı ile silt, KDK, P, K, organik madde B, Fe, Zn ve Mn gibi değişkenler arasında istatistiksel bir ilişki tespit edilememiştir. Kazova bölgesinde gerçekleştirilen bu çalışmada toprak erozyonunun tarımsal üretkenliği olumsuz etkilediğini vurgulamış ve bölgedeki toprak yönetimi ve erozyon kontrolü stratejilerinin etkili bir şekilde yönetilmesi gerektiği belirtilmiştir (Oğuz ve ark., 2006).

Çin'in Loess Platosu'nda yürütülen bir çalışmada, dik vadilerde farklı bitki topluluğunun toprak erozyon direncindeki zamansal değişimleri incelenmiştir. Dik vadilerde bitki restorasyonunun toprak erozyon direncini artırdığı ve çim topluluklarının, çalı topluluklarına göre toprak kaybını azaltmada daha etkili olduğunu bildirilmiştir (Zhang ve ark., 2019).

Sinop-Boyabat ilçesinde yapılan bir çalışmada, açık alan topraklarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin erozyon eğilimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla alınan 60 farklı toprak örneklerinde fiziksel (kum, silt, 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. Çalışma, incelenen toprakların balçıklı kil tekstürde, kireçli ve hafif alkali karakterde olduğunu ortaya koymuştur. Örnek

alanındaki topraklarda, 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. Elde edilen değerlere göre, çalışma alanındaki toprakların dispersiyon oranı ve erozyon oranı bakımından erozyona duyarlı, kolloid nem ekivalanı bakımından ise erozyona dayanıklı olduğu tespit edilmiştir (Babur ve ark., 2016).

Parwada ve ark. (2017) tarafından, Güney Afrika Ntabelanga bölgesinde gerçekleştirilen çalışmada, 21 adet alınan toprak örneğinde toprak organik karbonu, değişebilir bazlar, değişebilir asit, pH, elektriksel iletkenlik, ortalama ağırlık çapı ve toprak parçacıklarının boyut dağılımı, katyon değişim kapasitesi, değişebilir sodyum yüzdesi, dispersiyon oranı (DR), kil flokülasyon indeksi (CFI), kil dispersiyon oranı (CDR) ve Ca:Mg oranları hesaplanmıştır. Çalışma, yağış simülasyonları altında toprak kayıp oranları belirlenmiş ve bu kayıpların kimyasal ve fiziksel toprak özellikleri ile ilişkilendirilmiştir. Belirlenmiş olan ortalama toprak erodibilitesi ve toprak organik karbon değerinin derinlikle değişim gösterdiği ve toprak kaybı ile ters orantılı olduğu belirlenmiştir. Dispersiyon oranı değeri, 0.26 ile 1.46 arasında değişkenlik göstermiş olup ortalama dispersiyon oranı 0.78 olmuştur. Middleton (1930)'a göre dispersiyon oranı değeri, 0.15'ten büyük olan topraklar erozyona duyarlıdır. Toprakların organik madde değeri %0.29 ile %1.61 arasında değişkenlik göstermiştir. Toprağın yapısal olarak düzenli stabiliteyi sağlayacak olan değerinin oldukça altında bir değer olduğu belirtilmiştir. Toprakların dağılıbilirlik olarak değerlendirilmesi için Ca:Mg oranının belirlenmesi sonucunda Ntabelanga topraklarında bu değer 1.721 olması, bu toprakların dağılıbilirlik eğilimine yatkın olduğunu göstermiştir. Yüksek değişebilir Mg içeren sodik topraklar, Ca:Mg oranını erodibiliteyi değerlendirmek için kullanmanın önemini vurgulamıştır. Çalışmada incelenen toprakların ortalama K-faktörü $0.0734 \text{ t ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ h mm}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Kil mineralojisi, drenaj özellikleri ve toprak tepkisi gibi konvansiyonel beklentilere karşı koyarak toprak erozyonunu belirlemede kil bileşimi ötesinde de önemli faktörlerin rol oynayacağı belirlenmiştir.

Dünya Toprak Bilgi Servisi'nin 690 coğrafi konumu üst toprak verilerine göre K faktörü Güney Orta Doğu'da (Suudi Arabistan ve Yemen) $0.07 \text{ ha h}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ den Orta Doğu'da (Batı İran ve Irak) $0.32 \text{ ha h}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ 'e kadar mekânsal olarak değiştiği gözlemlenmiştir. Toprakların organik karbon içeriği ile K faktör değerleri arasında anlamlı korelasyon ($r=-0.24$) belirlenmiştir. K-faktörü ile kalsiyum karbonat (CaCO_3) arasında bir ilişki bulunmamıştır. Ayrıca RUSLE ve USLE modellerinin. Orta Doğu'da K faktörünü tahmin etmede zayıf sonuçlar sağladığı bildirilmiştir (Ostovari ve ark., 2022).

Farklı düzeylerde erozyona uğramış toprakların bazı mekaniksel özellikleri üzerine yürütülmüş olan bir çalışmada, topraklara biyokatı (BK) ve çay atığı (ÇA) karıştırılmasının etkileri, sera koşullarında araştırılmıştır. Organik madde kaynakları, topraklara dört farklı dozda (% 0, 2, 4 ve 6) ve üç tekerrürlü olarak uygulanmış ve bölünmüş parseller deneme desenine göre araştırma yürütülmüştür. Dört haftalık bir inkübasyon süresinden sonra, parsellerde domates bitkisi yetiştirilmiştir. Topraklar ince bünyeli ve orta düzeyde organik madde içeriğine ve pH değerine sahiptir. Çalışma kapsamında toprakların likit limit ve plastik limit değerleri belirlenmiştir. Toprakların likit limit değerleri 10-100, plastik limit değerleri ise 0-60 arasında değişmiştir. Likit limit değeri artan erozyon düzeyine bağlı olarak düşüş göstermiştir. Organik atık uygulaması ile toprakların likit limit değerleri ise artmıştır ($P<0.001$). Aynı şekilde, organik atık uygulaması ile toprakların plastik limit değerleri de artış göstermiştir. Meydana gelen artış erozyon düzeyleri ($P<0.05$) ve uygulama dozuna ($P<0.001$) bağlı olarak farklılık göstermiştir (Yakupoğlu ve ark., 2006).

Yürütülen bir çalışmada, Türkiye’de Mogan havzasındaki değişen iklim koşullarının 10 yıllık bir dönem içinde RUSLE-K toprak erozyona duyarlılık değerlerindeki değişimi incelemek amacıyla 2000 ve 2010 yıllarında aynı koordinatlardan alınan toprak örneklerindeki toprak erozyonu duyarlılık değerleri belirlenmiş ve erozyon duyarlılık dağılım haritaları üretilmiştir. 10 yıllık devam eden çalışma dönemi boyunca toprak organik madde içeriğinin %35 azaldığı görülmüştür. Değerlendirilen toprak özellikleri yüksek varyasyon değerleri göstermiştir. Özellikle hidrolik iletkenlik ve toprak organik madde içeriği 2010 yılında, 2000 yılına göre daha yüksek varyasyona sahip olmuştur. K faktörünün 2000 yılında ve 2010 yılındaki ortalama değerleri sırasıyla 0.28 ve 0.27 $\text{ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Maksimum değerler ise 0.49 ve 0.64 $\text{ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ olmuştur. K faktörü değerleri ile toprak organik madde içerikleri arasında önemli farklılıklar ($p<0.01$) belirlenmiştir. Maksimum nem ve buharlaşma değerlerinin artma eğiliminde olması, toprak organik madde miktarındaki azalma nedeni olduğu vurgulanmıştır (Başkan ve ark., 2016).

Qian ve ark. (2022), tarafından Çin’in Liye Platosundaki Pingshou açık ocak kömür madeni Güney Dökme sahasından toplanan 22 toprak profiline ait 132 toprak örneği, toprak fiziko-kimyasal özelliklerini ölçmek, toprak parçacık boyutu dağılımını belirlemek, hacim ağırlığı ve toprak besin içeriği gibi faktörleri belirlemek üzere incelenmiştir. Belirlenen veriler, Geoistatistik analizi ve Kriging İnterpolasyonu ile farklı toprak katmanlarındaki uzaysal varyasyonlarını değerlendirmek için kullanılmıştır. Toprak üst tabakasındaki (0-10 cm) K faktörü, diğer toprak katmanlarından daha fazla değişkenlik göstermiştir. Yüzey

vegetasyonundaki değişkenliklerle ilişkilendirilebilen bu durum dış organik madde girişinin düzensiz olmasından kaynaklanabilmektedir. Çalışmada, yatay dağılım desenlerine göre yatay olarak K faktörü 0-10 cm ve 50-60 cm’de batıdan doğuya doğru azalma eğilimi göstermiştir. Diğer toprak katmanları için enlem ve boylam boyunca belirgin bir mekânsal dağılım deseni göstermemiştir. Genel olarak, hidrolik iletkenlik (K_s), 0-10 cm’de çizgili bir dağılım deseni gösterirken, diğer toprak katmanlarında lekeli bir desen sergilemiştir. Aynı zamanda K faktörü de genel olarak, 50-60 cm’deki rapor edilen hacim ağırlığı değerine göre zıt mekânsal dağılım özelliği göstermiştir. Yüksek hacim ağırlığı, toprak geçirgenliğini azaltabilir ve toprakların erozyon süreçlerine karşı direncini artırabilmektedir. Bu durum ise K faktörü, hidrolik iletkenlik (K_s), ve hacim ağırlığı arasındaki zıt mekânsal değişimlerin nedenini açıklamaktadır. Kil içeriği ile K faktörü arasında pozitif korelasyon ($r=0.332$, $p<0.001$) ve hidrolik iletkenlik (K_s) ile negatif korelasyon ($r= -0.615$, $p<0.01$) göstermiştir. Bu durum ince toprak parçacıklarının toprak erozyon direncini artırabileceğini ve hidrolik iletkenliği azaltabileceği fikrini desteklemiştir.

Parwada ve ark. (2020), tarafından yürütölmüş olan bir çalışmada, Güney Afrika’nın Doğu Cape Eyaleti’nde toprak birliklerinin bulunduğu alanlardan 21 tane toprak örneği alınarak toprak organik karbonu (SOC) %2 seviyesine çıkarmak için Vachellia karroo yaprakları (düşük/CN) ve Zea Mays sapları (yüksek C/N) eklenerek inkübe edilmiştir. İnkübasyonun 1, 3, 8, 14, 23 ve 30. Haftalarındaki toprak kaybı hızı ($t\ ha^{-1}$) belirlenmiştir. Toprak fiziksel özellikleri, dispersiyona karşı direnç ve agregat dağılımı, topraklar arasında önemli düzeyde farklılıklar göstermiştir ($p<0.05$). Tüm topraklar düşük organik madde miktarı ($<\%2$) ve yüksek K faktörlerine ($>0.02\ ha\ h\ ha^{-1}\ MJ^{-1}\ mm^{-1}$) sahip olduğu belirlenmiştir. Vachellia Karro ve Zea Mays bitkileri kaynaklı organik maddeler, inkübasyonun 1. ve 8. Haftaları arasında toprak kaybını önemli derecede ($p<0.05$) azaltmıştır. Fakat bu olumlu durum kısa süreli olmuş ve ardından geçerliliğini kaybetmiştir.

Çorum ili sınırı içerisinde yer alan bir mikro havza içerisinde ele alınan topraklardan yapılan çalışmada, toprakların erozyona karşı duyarlılıklarını USLE-K ve Fuzzy-AHS ile belirlenmiştir. Çalışmada 33 adet toprak örneği ile toprakların erozyona duyarlılıkları üzerinde etkili olan organik madde, kum, silt, hacim ağırlığı ve hidrolik iletkenlik faktörleri gibi bazı özellikleri kullanılmıştır. Çalışmada, kum ile hacim ağırlığı (0.554^{**}), kum ile hidrolik iletkenlik (0.832^{**}) ve hidrolik iletkenlik ile hacim ağırlığı arasında (0.417^{**}) %1 düzeyinde pozitif yönlü ilişki belirlenmiştir. Ayrıca hacim ağırlığı ve organik madde (-0.725^{**}), kil ile kum (-0.806^{**}), kil ile hacim ağırlığı (-0.463^{**}) ve kil ile hidrolik iletkenlik (-0.969^{**})

arasında %1 düzeyinde negatif yönlü ilişki belirlenmiştir. Yapılan farklı çalışmalarda, kum içeriğinin yüksek olduğu topraklarda yüksek hacim ağırlığı, organik madde içeriğinin yüksek olduğu topraklarda ise düşük hacim ağırlığı ile toprağın makro gözeneklilik düzeylerinin arttığı belirtilmiştir (Birol Y.,2010). Çalışma sonucunda, toprakta organik madde içeriği fazla olan noktalarda kabuk oluşumunun azalması beklenmektedir. Kil miktarının yüksek olduğu bölgelerde USLE-K faktörü değeri düşük bulunmuştur. Ayrıca agregatlaşmanın artması da beklenen durumlardandır. Beklenen durumlar karşısında erozyona duyarlılığın azalması ve aynı zamanda USLE-K faktörünün diğer noktalara göre düşük değerlerle belirlenmesi çalışmanın sonuçlarını desteklemiştir.

Yürütülen bir çalışmada, İran'ın kuzeyindeki dağlık bölgelerde yıllık erozyon oranlarının erozyon iğneleri ve yapay sinir ağları (YSAs) kullanılarak incelenmiştir. İki tür erozyon iğnesi ile yıllık yüzey ve sıçrama erozyonu ölçülmüş, ardından bitki örtüsü, yamaç şekli, eğim, uzunluk ve toprak özellikleri gibi etkenler belirlenip analiz edilmiştir. Veri seti eğitim, çapraz doğrulama ve test alt kümelerine ayrılmış ve yedi farklı yapay sinir ağı algoritması kullanılmıştır. Genelleştirilmiş ileri beslemeli (GFF) ağ, diğerlerine kıyasla yüksek doğruluk oranına sahip olmuştur. Çalışma sonucu, bitki örtüsünün yıllık toprak erozyonunda en etkili değişken olduğunu göstermiştir. Ayrıca, erozyon iğneleri kullanılarak yürütülmüş olan çalışmada, erozyon iğnelerinin yıllık ölçümlerine göre sıçrama erozyonunun yüzey akış erozyonuna %38 oranında daha fazla katkıda bulunduğunu göstermiştir. Toplam erozyona ise %62 oranında daha fazla katkıda bulunduğu görülmüştür (Gholami ve ark.,2021).

Yine farklı bir çalışmada, Kuzeydoğu Anadolu'da Küçük Kafkaslar üzerinde yer alan Ilgar Dağı'nın yamaçlarında periglasyon şekilleri görülmektedir. Bu çalışmada, Ilgar Dağı'nın Öküzkoğu ve Mısıkan adlı parazit konilerinin yamaçlarında gırland, çember ve taş kümelerinden oluşan periglasyon şekillerin varlığı görülmüştür. Çalışmada, bu şekiller üzerinde gelişen toprakların fiziko-kimyasal özellikleri ve bazı erozyona duyarlılık parametreleri (Strüktür stabilite indeksi-SSI, dispersiyon oranı-DO, ve kabuk oluşumu-CF) tahmin edilmesi üzerine çalışılmıştır. Sahada alınan 25 adet toprak örneği, analiz edilerek toprakları fiziko-kimyasal özellikleri saptanmıştır. Erozyon duyarlılık parametreleri, yapay sinir ağları ile tahmini sağlanmıştır. Toprakların organik madde içeriklerinin yüksek olması, toprak bozulmasının oldukça düşük düzeyde seyretmesine, kum oranının yüksek olmasının, strüktür stabilite indeksi-SSI, dispersiyon oranı-DO değerinin yüksek olmasına neden

olmuştur. Ayrıca çalışmada, yapay sinir ağı (YSA) ile tahmin edilen yüksek erodobilite değeri %82 ile kabuk oluşumu-CF olmuştur (Dede ve ark., 2022).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Yeri

Çalışma, Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Tokat yöresinde yürütülmüştür. Çalışma kapsamında Tokat yöresinde su erozyonuna maruz alanlardan yüzey toprak örnekleri alınmıştır.

Tokat Yöresi, kuzeyinde Samsun kuzeydoğusunda Ordu, güney ve güneydoğusunda Sivas, güneybatısında Yozgat, batısında Amasya illeri ile çevrilidir. Coğrafi koordinatları, 39° 51' – 40° 55' kuzey enlemleri ile 35° 27'- 37° 39' Doğu boylamları arasındadır. Toplam yüzölçümü 10.044 km² 'dir. Ortalama yüksekliği 1050m olan Tokat ilinde karasal iklim hakimdir (Şekil 1).



Şekil 1: Çalışma alanı yer bulduru haritası

3.2. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analizi

Tokat yöresi topraklarının toprak aşınımına duyarlılığı ile sahip oldukları bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışmada toplam 25 adet lokasyonda yüzey toprak örnekleri alınmıştır. Analize hazır hale getirilen toprak örneklerinde aşağıdaki analizler yapılmıştır;

Toprak reaksiyonu (pH): Saf su ile 1:2 oranında sulandırılmış toprak-su süspansiyonunda yapılmıştır (McLean, 1982).

Elektriki iletkenlik (EC): Saf su ile 1:2 oranında sulandırılmış toprak-su süspansiyonunda iletkenlik aleti ile (Richards,1954).

Kireç(%):Toprağın Scheibler kalsimetresinde seyreltik hidroklorik asitle reaksiyona tabi tutulması ile karbonatlardan çıkan CO₂ gazının kapalı bir boruda tutularak hacminin ölçülmesi ile yapılmıştır (Nelson, 1982).

Organik madde (%): Modifiye Walkley-Black metoduna göre yapılmıştır. Bu yöntemle göre toprak örneği potasyum dikromat ve sülfürik asit ile tepkimeye sokularak toprak içerisindeki organik karbonun potasyum dikromat ile oksitlenmesi için kullanılan miktardan arta kalan potasyum dikromatı standart demir sülfat ile titre edilmek suretiyle toprakta bulunan karbonu saptanmıştır (Tüzüner,1990).

Tekstür(%): Toprakların kum, kil ve silt fraksiyonlarının yüzde dağılımını belirlemek amacıyla Bouyoucos Hidrometre yöntemine göre yapılmıştır (Tüzüner.,1990).

Kil Oranı: Mekanik analiz verilerinden yararlanılarak aşağıdaki formüller yardımıyla ayrı ayrı hesaplanmıştır. $KO-I = \%Kum + (\%Silt / \%Kil)$ (Chandra, 1978); $KO-II = (\%Kil / \%Kum) + \%Silt$ (Römkens, 1985); $KO-III = (\%Kum / \%Kil) + \%Silt$ (Ngatunga et. Al, 1984)

Çok İnce Kum(%): Aşınım duyarlılığı belirlemek amacıyla, eleme suretiyle belirlenmiştir (Soil Survey Staff,1951).

Hacim Ağırlığı ($g\ cm^{-3}$): Arazide bozulmamış toprak örneği standart çakma silindiri ve çakma aparatı yardımıyla alınmış ve örneğin fırın kuru ağırlığı belirlenmiştir. Toplam fırın kuru ağırlık çakma silindiri hacmine oranlanmak suretiyle hesaplanmıştır (Tüzüner, 1990).

Dane Yoğunluğu ($g\ cm^{-3}$): Bozulmuş toprak örneğinde piknometre yöntemiyle belirlenmiştir (Tüzüner, 1990).

Hidrolik iletkenlik: Sabit hacimde silindirlerle 0-10 cm derinlikten alınacak olan bozulmamış örneklerde sabit yük metoduna (Klute and Dirksen, 1986) göre belirlenmiştir.

Süspansiyon yüzdesi (%): 2mm'lik elekten geçmiş toprak örneğinin bouyocous silindirinde ıslatılarak 20 defa alt üst edilmesi ve hidrometre ile 40. sn değerinin okunmasıyla belirlenmiştir (Tüzüner, 1990).

Dispersiyon Oranı (%): Toprağın su içerisinde dispers edilmesiyle belirlenen silt ve kil fraksiyonlarının mekanik analizle belirlenen silt ve kil fraksiyonlarına oranlanmasıyla belirlenmiştir (Bryan, 1968).

Agregat stabilitesi: Islak eleme metoduna göre belirlenmiştir (Kemper ve Rosenau, 1986).

Agregat boyut dağılımı: Toprak agregatlarının boyut dağılımı Cambardella ve Elliot (1993) 'ün prosedürü takip edilerek bir seri eleklerle (2.0, 1.0, 0.5, 0.25 mm) yaşı eleme ile

ölçülmüştür. Bu yöntemde; 50 g, <4.76 mm agregatlar 2.0, 1.0, 0.5, 0.25 mm açıklıktaki elek setinin en üstteki eleğine yerleştirilmektedir. Elekler 10 dakika suya daldırılmakta ve daha sonra dikey olarak 3 cm mesafede 2 dakikalık periyotta 50 kez hareketlendirilmektedir. Her bir eleğin üzerinde kalan agregatlar 105°C’de 24 saat kurutulmakta ve tartılmaktadır. Suya dayanıklı agregaların yüzdesi 4.76-2, 2-1, 1-.5, 0.5-0.25 ve <0.25 mm boyut aralıklarının her birinde aşağıdaki eşitlikler kullanılarak belirlenmiştir (Emadi ve ark., 2008).

$$\%WSA = ((M_{a+s} - M_s) / (M_t - M_s)) \times 100 \quad (1)$$

Ma+s: dayanıklı agregatların kütlesi + kum kütlesi (g)

Ms: sadece kum fraksiyonu kütlesi (g)

Mt: elenen toprağın toplam kütlesi (g)

Van Bavel (1950) modeli Kemper ve Rosenau (1986) tarafından modifiye edilerek suya dayanıklı agregatların Ortalama ağırlıklı çapını (MWD) belirlemek için kullanılmıştır.

$$MWD = \sum_{i=1}^n X_i W_i \quad (2)$$

Xi: her bir boyut fraksiyonunun ortalama çapı (mm)

Wi: Taşların ağırlığı düşüldükten sonra ilgili boyut fonksiyonundaki toplam kütlenin oranı

Toprak parçalanma derecesi: Yaklaşık 5 kg ağırlığındaki yüzey toprak örnekleri kürek yardımıyla alınarak laboratuvara taşınmıştır. Toprak örnekleri laboratuvar ortamında, yaklaşık 2 ay kurumaya bırakıldıktan sonra elek analizi yapılmıştır (Çelik, 1998; Altıkat, 2005). Elek analizinde özellikleri Anonim (1974) da belirtilen 63, 32, 16, 8, 4, 2 ve 1 mm’lik delik çaplarına sahip, kare delikli elekler kullanılmıştır. Eleme işlemi toprak örneklerinin ufalanmasının önlenmesi ve elek üzerinden geçebilecek parçacıkların kalmamasını sağlayacak titreşim frekansı 50 Hz ve eleme süresi 30 s olarak uygulanmıştır (Anonim, 1980). Elde edilen tüm çap grupları genel bir değerlendirme amacıyla; <1 mm, 1-8 mm ve >8 mm olmak üzere üç grup esas alınarak analize tabi tutulmuştur (Çelik 1998). Ayrıca; aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak ortalama ağırlık çapı değerleri de belirlenmiştir (Adam and Erbach, 1992, Demir ve ark., 1996).

$$(3) \quad MWD = \sum X_i \cdot W_i$$

Burada; MWD : Ortalama ağırlıklı çap, (mm)

X_i : i' inci gruptaki ortalama elek çapı, (mm)

W_i : i' inci elek üzerindeki örnek ağırlığı, (g).

Likit Limit: Toprak örnekleri 0.42 mm'lik elekten geçirildikten sonra, Casagrande aleti kullanılarak belirlenmiştir (TSE, 1987).

Plastik Limit: Toprak örnekleri 0.42 mm'lik elekten geçirildikten sonra, 3 mm kalınlığında zorlukla ip oluşturulabilen nem içeriği ölçülerek belirlenmiştir (ASTM, 2010).

3.3. Toprak Aşınımına Duyarlılığının Belirlenmesi

Çalışma kapsamında Tokat yöresi topraklarının aşınım duyarlılıkları Wischmeier ve Smith Yaklaşımı ile belirlenmiştir. Bu yaklaşım gereği toprakların aşınım duyarlılığı (K faktörü), her bir noktasal toprak örneği için yapılacak laboratuvar analizine dayalı olarak aşağıdaki ampirik eşitlikten yararlanılarak belirlenmiştir (Wischmeier ve Smith, 1978).

$$100 \times K = ((2.17 \times 10^{-4}) \times (M1.14) \times (12-a) + 3.25 \times (b - 2) + 2.5 \times (c - 3)) \times 0.1317 \quad (4)$$

Eşitlikte;

K: Toprak aşınım faktörü,

M: Zerre irilik parametresi

a: Organik madde içeriği, %

b: Strüktür tipi kodu

c: Su geçirgenliği kodu

Eşitlikte yer alan zerre irilik (M) parametresi aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenmiştir.

$$M = (\text{Çok ince kum} + \text{Silt}) (100 - \text{Kil}) \quad (5)$$

3.4. İstatistik Analiz Metotları

Tokat yöresi topraklarının K faktör değerleri ile yöre topraklarının ele alınan toprak özellikleri arasındaki ikili ilişkisi korelasyon analizi ile belirlenecektir. Çalışma sonucunda

yöre toprakların su erozyonuna mevcut direnci ve dirence etki eden toprak fiziksel ve kimyasal özellikleri ortaya konulacaktır. Sürdürülebilir toprak yönetimi için mevcut fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin olumlu yönde geliştirilebilmesi için alınabilecek önlemler ortaya konulacaktır.



4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Toprak örneklerinin alınması ve analiz sonuçları

Araştırma kapsamında Tokat yöresini temsilen 25 farklı noktada yüzey toprak örnekleri 0-20 cm derinlikten alınmıştır. Çalışma lokasyonları Tokat ili Merkez, Niksar, Erbaa ve Artova ilçelerinden seçilmiştir. Çalışma yerleri, coğrafi koordinatları ve eğim değerleri Çizelge 1’de verilmiştir. Araştırma yeri toprakları ağırlıklı olarak eğimli ve erozyona maruz yüzeylerden seçilmiştir.

Araziden alınan bozulmuş ve bozulmamış toprak örneklerinin gerçekleştirilen analizlerle kimyasal ve fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Yöre topraklarının kimyasal özellikleri olarak organik madde, pH ve EC değerleri belirlenerek Çizelge 2’de verilmiştir.

Toprakların fiziksel özellikleri olarak tekstür (kil, silt ve kum), çok ince kum, hidrolik iletkenlik, toprak aşınımına duyarlılık (K) faktörü, erozyon eğilim indeksleri (kil oranı I, kil oranı II, kil oranı III, süspansiyon yüzdesi ve dispersiyon oranı), dane yoğunluğu, hacim ağırlığı, porozite, agregat stabilitesi, ıslak eleme ile belirlenen ortalama ağırlık çapı, <1 mm’ den büyük agregatlar, 1-8 mm arası agregatlar, >8 mm agregatlar, kuru elemeyle belirlenen ortalama agregat çapı ve atterberg limitleri (likit limit, plastik limit, ve plastiklik indeksi) belirlenerek Çizelge 3’te verilmiştir.

Çizelge 1: Toprak örnekleri alınan yerler

Örnek No	Yer	Koordinat	Eğim,%
1	Tokat-Merkez-Yatmış Mevkii	N 4432069.057- E 243900.352	10.0
2	Tokat-Niksar-Köklüce Mevkii	N 4432069.057- E 243900.352	0.0
3	Niksar Yolkonak Beldesi	N 4432069.057- E 243900.352	15.9
4	Tokat-Artova yolu	N 4432069.057- E 243900.352	5.0
5	Niksar Günlüce Köyü	N 4432069.057- E 243900.352	3.0
6	Artova-Merkez	N 4432069.057- E 243900.352	12.0
7	Artova-Merkez ileri mevkii	N 4432069.057- E 243900.352	20.0
8	Tokat-Sivas yolu Uğrak Mevkii	N 4432069.057- E 243900.352	9.0
9	Niksar Yolkonak Beldesi Boğazbaşı	N 4432069.057- E 243900.352	16.7
10	Tokat- Uğrak Çıkışı	N 4432069.057- E 243900.352	16.0
11	Erbaa Tepekışla Mevkii	N 4432069.057- E 243900.352	6.0
12	Niksar Köklüce Çıkış Yolu	N 4432069.057- E 243900.352	3.2
13	Tokat/Karkın Mevkii çıkışı	N 4432069.057- E 243900.352	5.0
14	Tokat Merkez Uğrak yol ilerisi	N 4432069.057- E 243900.352	6.0
15	Tokat/Karkın Mevkii	N 4432069.057- E 243900.352	5,0
16	Erbaa çıkış yolu	N 4432069.057- E 243900.352	20.8
17	Erbaa Tepekışla Köyü	N 4432069.057- E 243900.352	19.6
18	Artova-Merkez	N 4432069.057- E 243900.352	13.0
19	Erbaa-Merkez	N 4432069.057- E 243900.352	25.6
20	Niksar Kümbetli Mevkii	N 4432069.057- E 243900.352	14.3
21	Erbaa Yol Kenarı	N 4432069.057- E 243900.352	3.0
22	Tokat Merkez	N 4432069.057- E 243900.352	2.0
23	Tokat Bakışlı mevkii Çıkışı	N 4432069.057- E 243900.352	2.0
24	Tokat Bakışlı Mevkii	N 4432069.057- E 243900.352	2.0
25	Tokat/Akın köyü	N 4432069.057- E 243900.352	12.0

Çizelge 2: Araştırma yeri toprakları kimyasal özellikleri

Örnek No	Organik Madde, %	pH	EC, dS/m	Kireç, %
1	1.25	6.4	0.09	21.72
2	2.12	6.8	0.17	38.53
3	1.17	6.8	0.18	73.22
4	1.79	6.8	0.17	18.94
5	1.69	6.8	0.18	26.30
6	1.96	6.7	0.18	8.60
7	2.01	6.8	0.14	13.46
8	1.61	6.8	0.18	34.60
9	1.12	7.0	0.17	33.75
10	1.77	7.1	0.17	84.02
11	0.99	6.7	0.18	55.33
12	1.91	6.9	0.15	15.36
13	1.22	6.5	0.17	18.48
14	0.75	6.6	0.11	8.12
15	0.93	6.5	0.15	58.74
16	0.78	6.9	0.17	48.33
17	0.69	6.8	0.17	34.91
18	1.30	6.8	0.15	7.32
19	0.69	6.8	0.16	40.22
20	1.29	6.9	0.16	52.42
21	1.33	6.9	0.18	42.45
22	0.99	6.6	0.14	11.48
23	0.93	6.7	0.18	79.82
24	1.23	6.6	0.24	28.61
25	0.75	6.5	0.10	34.25

Çizelge 3: Araştırma yeri toprakları fiziksel özellikleri

Örnek No	Kil,%	Silt,%	Kum,%	Sınıf	ÇİK, %	Hİ, cm h ⁻¹	K Faktörü	Kil Oranı I	Kil Oranı II	Kil Oranı III	SY, %	DO,%
1	23.75	10.94	65.31	SCL	6.04	17.93	0.062	65.77	11.30	13.69	17	19.42
2	56.40	27.27	16.33	C	7.06	13.57	0.069	16.81	30.72	27.56	41	8.05
3	25.79	27.27	46.94	SCL	8.33	1.30	0.070	48.00	27.82	29.09	26	56.34
4	46.20	17.06	36.74	C	5.50	7.09	0.078	37.11	18.32	17.86	31	20.63
5	40.08	33.38	26.54	C	8.23	2.65	0.090	27.37	34.89	34.04	36	29.23
6	42.12	23.18	34.7	C	6.10	7.36	0.109	35.25	24.39	24.00	32	26.44
7	38.04	21.14	40.82	CL	7.33	7.01	0.113	41.38	22.07	22.21	29	18.50
8	46.20	25.22	28.58	C	7.08	7.95	0.115	29.13	26.84	25.84	35	12.38
9	13.55	15.03	71.42	SL	5.66	7.33	0.124	72.53	15.22	20.30	14	75.14
10	38.04	25.22	36.74	CL	5.60	9.65	0.126	37.40	26.26	26.19	31	40.60
11	36.00	17.06	46.94	SC	6.71	2.52	0.131	47.41	17.83	18.36	26	24.60
12	29.87	19.01	51.12	SCL	5.60	3.68	0.136	51.76	19.59	20.72	24	18.09
13	23.75	17.06	59.19	SCL	5.08	5.48	0.141	59.91	17.46	19.55	20	31.98
14	36.00	19.01	44.99	CL	6.50	4.37	0.141	45.52	19.81	20.26	27	19.90
15	21.71	21.14	57.15	SCL	4.92	7.62	0.145	58.12	21.52	23.77	21	30.46
16	27.83	19.01	53.16	SCL	4.86	4.77	0.148	53.84	19.53	20.92	23	23.37
17	29.87	19.01	51.12	SCL	5.77	2.93	0.150	51.76	19.59	20.72	24	22.40
18	31.91	19.11	48.98	SCL	4.59	1.54	0.159	49.58	19.76	20.64	25	13.20
19	19.67	17.02	63.31	SL	7.15	2.55	0.166	64.18	17.33	20.24	17	24.10
20	44.16	21.14	34.7	C	17.71	3.68	0.176	35.18	22.41	21.93	32	23.21
21	40.08	31.34	28.58	C	9.43	1.70	0.221	29.36	32.74	32.05	35	62.49
22	25.79	27.27	46.94	SCL	9.10	2.53	0.221	48.00	27.82	29.09	26	36.50
23	27.83	35.43	36.74	CL	6.43	5.14	0.248	38.01	36.19	36.75	31	47.26
24	13.55	29.30	57.15	SL	11.05	0.50	0.330	59.31	29.54	33.52	21	59.94
25	13.55	59.92	26.53	SiL	5.62	6.56	0.456	30.95	60.43	61.88	13	9.17

Kısaltmalar: ÇİK: Çok İnce Kum; HG: Hidrolik İletkenlik ;SY:Süspansiyon Yüzdesi;DO:Dispersiyon Oranı.

Çizelge 4: Araştırma yeri toprakları fiziksel özellikleri

Örnek No	DY, g cm ⁻³	HA, g cm ⁻³	Porozite, %	AS, %	IOAÇ, mm	<1 mm' den büyük agregatlar	1-8 mm arası agregatlar	>8 mm arası agregatlar	KOAÇ, mm
1	2.69	1.54	42.67	71.74	0.367	33.32	62.47	4.21	2.84
2	2.39	1.37	42.60	56.17	0.647	4.03	15.52	80.45	29.88
3	2.47	1.84	25.59	33.39	0.167	24.53	51.14	24.32	5.80
4	1.99	1.15	42.18	65.45	0.381	21.06	61.08	17.86	5.35
5	2.35	1.34	42.80	68.32	0.537	12.79	35.16	52.05	10.90
6	2.52	1.12	55.52	55.39	0.212	43.43	42.11	14.45	3.92
7	2.48	1.03	58.63	56.61	0.278	23.04	51.04	25.92	6.80
8	2.49	1.12	55.06	58.37	0.223	36.06	47.69	16.25	4.29
9	2.44	1.67	31.60	37.19	0.067	44.31	55.69	0.00	2.17
10	2.56	1.13	55.82	64.76	0.380	28.78	46.44	24.79	5.56
11	2.47	1.52	38.67	74.77	0.690	6.43	52.58	40.99	11.23
12	2.46	1.66	32.73	66.57	0.526	14.62	49.02	36.37	10.42
13	2.58	1.32	48.91	40.70	0.077	37.47	54.25	8.28	3.60
14	2.57	1.23	52.20	52.98	0.137	42.12	36.46	21.43	5.26
15	2.57	1.38	46.38	41.16	0.242	37.73	39.76	22.50	5.48
16	2.57	1.61	37.24	33.36	0.107	16.30	35.22	48.47	14.41
17	2.93	1.65	43.54	70.58	0.874	13.68	41.29	45.03	13.13
18	2.45	0.92	62.53	50.94	0.226	33.99	47.04	18.97	5.04
19	2.49	1.74	30.21	72.95	0.477	12.05	40.27	47.67	13.10
20	2.51	1.61	36.03	66.75	0.421	13.11	42.29	44.60	13.60
21	2.45	1.57	36.09	50.52	0.538	6.38	27.22	66.39	17.48
22	2.63	1.74	33.81	70.93	0.844	11.15	24.91	63.94	21.44
23	2.50	1.30	48.10	46.38	0.177	41.72	38.32	19.96	4.96
24	2.60	1.76	32.56	51.13	0.503	36.56	37.03	26.41	6.99
25	2.61	1.27	51.24	53.22	0.378	40.23	49.81	9.96	3.28

Kısaltmalar: DY: Dane Yoğunluğu; HA: Hacim Ağırlığı; AS: Agregat Stabilitesi; IOAÇ: Islak Eleme Ortalama Ağırlık Çapı; KOAÇ: Kuru Eleme Ortalama Ağırlık Çapı.

Çizelge 5: Araştırma yeri toprakları fiziksel özellikleri

Örnek No	Likit Limit, %	Plastik Limit,%	Plastiklik İndeksi, %
1	32.31	25.74	6.57
2	51.99	38.17	13.82
3	23.26	22.88	0.38
4	56.69	39.08	17.61
5	43.63	32.61	11.02
6	41.94	39.13	2.80
7	35.65	35.44	0.21
8	50.56	39.49	11.08
9	25.20	20.31	4.89
10	51.48	40.58	10.90
11	33.46	31.35	2.11
12	38.87	31.91	6.96
13	32.63	27.36	5.26
14	41.89	28.14	13.75
15	34.43	23.04	11.40
16	33.13	28.05	5.08
17	36.45	30.23	6.22
18	52.32	40.82	11.50
19	33.96	31.68	2.28
20	48.49	37.35	11.14
21	36.09	28.64	7.45
22	29.75	21.43	8.31
23	45.30	42.61	2.69
24	24.59	22.09	2.50
25	31.95	24.47	7.48

4.2. Araştırma yeri toprakları tanımlayıcı istatistik değerleri

Çalışma kapsamında Tokat yöresini temsil etmek üzere farklı lokasyonlardan alınmış olan 25 adet toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Bu özelliklere ait minimum, maksimum, ortalama, standart sapma, varyans, değişim katsayısı, çarpıklık, basıklık değerleri olmak üzere bazı tanımlayıcı istatistik parametreleri hesaplanmıştır (Çizelge 6).

Hesaplanan değişim katsayısı değerleri dikkate alınarak toprak özelliklerinin değişkenlikleri üç grupta değerlendirilmiştir. Değişim katsayısı % 15'ten küçük olanlar düşük derecede, 16-35 arası orta derecede ve % 36'dan büyük olanlar yüksek derecede değişken olarak sınıflandırılmıştır (Upchurch ve ark., 1988).

Çarpıklık değeri, dağılım eğrisinin simetrisini gösterir. Pozitif çarpıklıkta dağılım sağa, negatif çarpıklıkta ise sola yatık durum gösterir. Basıklık değeri ise normal dağılıma göre veri setinin basıklığını gösterir. Negatif basıklık değerleri normal dağılıma göre daha basık, pozitif basıklık değerleri ise normal dağılıma göre daha sivri veya yüksek dağılımı gösterir. Dengeli simetrik dağılımda çarpıklık ve basıklık değerleri sıfıra eşittir (Turanlı ve Güriş, 2000). Çarpıklık ve basıklık değerlerinde normal dağılım değeri olan 0 değerine göre ± 2 kadar farklılık birçok istatistikçi tarafından normal dağılıma uygun olarak kabul edilmektedir.

Çizelge 6'ya göre yöre topraklarının organik madde içeriği %0.69-2.12 arasında değişmiştir. Toprak örneklerinin ortalama organik madde içeriği %1.291, standart sapması 0.448, varyansı 0.201, değişim katsayısı % 34.70, çarpıklık 0.386 ve basıklık değeri -1.062 olarak hesaplanmıştır. Organik madde için değişim katsayısı, değişkenliğin orta derecede olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerinin dağılımın sağa yatık olduğunu ve basıklık değerinin ise normal dağılıma göre daha basık olduğunu göstermektedir.

Toprakların pH değerleri 6.40-7.10 değerleri arasında değişmiştir. Ortalama pH değeri 6.748, standart sapması 0.168, varyansı 0.028, değişim katsayısı %2.49, çarpıklık değeri -0.218, basıklık değeri -0.167 olarak hesaplanmıştır. pH değeri için değişim katsayısı, değişkenliğin düşük derecede olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerinin dağılımın sola yatık olduğunu ve basıklık değerinin ise normal dağılıma göre daha basık olduğunu göstermektedir (Çizelge 6).

Çizelge 6: Araştırma yeri toprakları bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait tanımsal istatistikler

Toprak Özelliği	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Değişim Katsayısı	Çarpıklık	Basıklık
OM,%	0.69	2.12	1.291	0.448	0.201	34.70	0.386	-1.062
pH	6.40	7.10	6.748	0.168	0.028	2.49	-0.218	-0.167
EC, dSm ⁻¹	0.09	0.24	0.161	0.030	0.001	18.63	-0.383	2.151
Kireç, %	7.32	84.02	35.559	22.204	493.024	62.44	0.713	-0.201
Kil, %	13.55	56.40	31.669	11.213	125.748	35.41	0.133	-0.443
Silt, %	10.94	59.92	23.901	9.614	92.442	40.22	2.293	7.604
Kum, %	16.33	71.42	44.428	13.814	190.845	31.09	-0.011	-0.562
ÇİK, %	4.59	17.71	7.098	2.713	7.362	38.22	2.749	9.520
K faktörü	0.06	0.46	0.157	0.086	0.008	54.78	2.058	5.276
Hİ, cm h ⁻¹	0.50	17.93	5.496	3.992	15.939	72.63	1.508	2.966
Kil Oranı I	16.81	72.53	45.345	13.755	189.201	30.33	0.008	-0.511
Kil Oranı II	11.30	60.43	24.775	9.740	94.868	39.31	2.121	6.722
Kil OranıIII	13.69	61.88	25.647	9.455	89.408	36.87	2.493	8.523
DO	8.05	75.14	30.136	17.616	310.350	58.46	1.138	0.614
SY	13.00	41.00	26.280	7.132	50.877	27.14	-0.031	-0.456
DY, gcm ⁻³	1.99	2.93	2.510	0.155	0.024	6.18	-0.768	6.019
HA, gcm ⁻³	0.92	1.84	1.422	0.259	0.067	18.21	-0.198	-1.102
Porozite,%	25.60	62.53	43.308	9.915	98.315	22.89	0.178	-0.883
AS,%	33.36	74.77	56.413	12.731	162.100	22.57	-0.334	-0.950
IOAÇ, mm	0.07	0.87	0.379	0.227	0.052	59.89	0.615	-0.285
<1 mm	4.03	44.31	25.395	13.483	181.813	53.09	-0.073	-1.565
1-8 mm	15.52	62.47	43.352	11.033	121.741	25.45	-0.535	0.502
>8 mm	0	80.45	31.250	20.595	424.169	65.90	0.693	-0.099
KOAÇ, mm	2.17	29.88	9.077	6.628	43.938	73.02	1.604	2.848
PL, %	20.31	42.61	31.303	6.954	48.364	22.22	0.046	-1.302
LL, %	23.26	56.69	38.640	9.394	88.251	24.31	0.286	-0.845
PI, %	0.21	17.61	7.336	4.624	21.387	63.03	0.297	-0.634

Kısaltmalar: OM: Organik Madde; ÇİK: Çok İnce Kum; Hİ: Hidrolik İletkenlik; DO: Dispersiyon Oranı; SY: Süspansiyon Yüzdesi; DY: Dane Yoğunluğu; HA: Hacim Ağırlığı; AS: Agregat Stabilitesi; IOAÇ: Islak Eleme Ortalama Ağırlık Çapı; KOAÇ: Kuru Eleme Ortalama Ağırlık Çapı; PL: Plastik Limit; LL: Likit Limit; PI: Plastiklik İndeksi.

EC değeri 0.09-0.24 dSm⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Ortalama EC değeri 0.161 dSm⁻¹, standart sapma 0.030, varyans 0.001, değişim katsayısı %18.63, çarpıklık -0.383 ve basıklık değeri 2.151'dir. EC değeri için değişim katsayısı, değişkenliğin orta derecede olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerinin dağılımın sola yatık olduğunu ve basıklık değerinin ise normal dağılıma göre daha sivri veya yüksek olduğunu göstermektedir (Çizelge 6).

Kireç değerleri %7.32-84.02 arasında değişmiş, ortalama %35.559 olmuştur. Toprakların kireç içeriğinin standart sapması 22.204, varyansı 493.024, değişim katsayısı %62.44, çarpıklık 0.713, basıklık değeri -0.201'dir. Kireç değerleri için değişim katsayısı, değişkenliğin orta derecede olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerinin dağılımın sağa yatık olduğunu ve basıklık değerinin ise normal dağılıma göre basık olduğunu göstermektedir (Çizelge 6).

Toprak örneklerinin kil değeri %13.55-56.40 arasında değişim göstermiştir. Ortalama kil değerleri %31.669, standart sapması 11.213, varyansı 125.748, değişim katsayısı %35.41, çarpıklık 0.133, basıklık değeri -0.443'dür. Kil değerleri için değişim katsayısı, değişkenliğin orta derecede olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerinin dağılımın sağa yatık olduğunu ve basıklık değerinin ise normal dağılıma göre basık olduğunu göstermektedir (Çizelge 6).

Silt içeriği %10.94-59.92 arasında değişmiş, ortalama silt değeri %23.901 olmuştur. Silt içeriğinin standart sapması 9.614, varyansı 92.442, değişim katsayısı %40.22, çarpıklık 2.293, basıklık değeri 7.604'dir. Silt içeriği değerleri için değişim katsayısı, değişkenliğin orta derecede olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerinin dağılımın sağa yatık olduğunu ve basıklık değerinin ise normal dağılıma göre daha sivri veya yüksek olduğunu göstermektedir (Çizelge 6).

Kum değeri %16.33-71.42 arasında değişim göstermiştir. Ortalama kum değerleri %44.428, standart sapması 13.814, varyansı 190.845, değişim katsayısı %31.09, çarpıklık -0.011, basıklık değeri -0.562'dir. Kum değerleri için değişim katsayısı, değişkenliğin orta derecede olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerinin dağılımın sola yatık olduğunu ve basıklık değerinin ise normal dağılıma göre basık olduğunu göstermektedir (Çizelge 6).

Çok ince kum içeriği %4.59-17.71 arasında değişmiştir. Ortalama çok ince kum içeriği %7.098, standart sapması 2.713, varyansı 7.362, değişim katsayısı %38.22, çarpıklık 2.749, basıklık değeri 9.520'dir. Çok ince kum içeriği değerleri için değişim katsayısı, değişkenliğin yüksek derecede olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerinin dağılımın sağa yatık olduğunu ve basıklık değerinin ise normal dağılıma göre daha sivri veya yüksek olduğunu göstermektedir (Çizelge 6).

K faktörü değeri %0.06-0.46 arasında değişim göstermiştir. Ortalama K faktörü değerleri %0.157, standart sapması 0.086, varyansı 0.008, değişim katsayısı %54.78, çarpıklık 2.058, basıklık değeri 5.276'dir. K faktörü değerleri için değişim katsayısı, değişkenliğin yüksek derecede olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerinin dağılımın sağa yatık olduğunu ve basıklık değerinin ise normal dağılıma göre daha sivri veya yüksek olduğunu göstermektedir (Çizelge 6).

Hidrolik iletkenlik değerleri 0.50-17.93 cmh⁻¹ arasında değişmiştir. Ortalama hidrolik iletkenlik değeri 5.496 cmh⁻¹, standart sapması 3.992, varyansı 15.939, değişim katsayısı %72.63, çarpıklık 1.508, basıklık 2.966'dir. Hidrolik iletkenlik değerleri için değişim katsayısı, değişkenliğin yüksek derecede olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerinin

dağılımın sağa yatık olduğunu ve basıklık değerinin ise normal dağılıma göre daha sivri veya yüksek olduğunu göstermektedir (Çizelge 6).

Kil oranı I, %16.81- 72.53 arasında değişim göstermiştir. Ortalama Kil Oranı I değeri %45.345, standart sapması 13.755, varyansı 189.201, değişim katsayısı %30.33, çarpıklık 0.08, basıklık değeri -0.511'dir. Kil Oranı II, %11.30- 60.43 arasında değişim göstermiştir. Ortalama Kil Oranı II değerleri %24.775, standart sapması 9.740, varyansı 94.868, değişim katsayısı %39.31, çarpıklık 2.121, basıklık değeri 6.722'dir. Kil Oranı III, %13.69- 61.88 arasında değişim göstermiştir. Ortalama Kil Oranı III değerleri %25.647, standart sapması 9.455, varyansı 89.408, değişim katsayısı %36.87, çarpıklık 2.493, basıklık değeri 8.523'dir. Kil oranı I değeri için orta, kil oranı II ve kil oranı III için değişim katsayısı, değişkenliğin yüksek derecede olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerinin kil oranı I, II ve III için sağa yatık olduğunu ve basıklık değerinin kil oranı I için normal dağılıma göre daha basık, kil oranı II ve III için basıklık değerinin ise normal dağılıma göre daha sivri veya yüksek olduğunu göstermektedir (Çizelge 6).

Dispersiyon oranı değeri %8.05-75.14 arasında değişim göstermiştir. Ortalama dispersiyon oranı değerleri %30.136, standart sapması 17.616, varyansı 310.350, değişim katsayısı %58.46, çarpıklık 1.138, basıklık değeri 1.614'dür. Dispersiyon oranı değerleri için değişim katsayısı, değişkenliğin yüksek derecede olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerinin dağılımın sağa yatık olduğunu ve basıklık değerinin ise normal dağılıma göre sivri veya yüksek olduğunu göstermektedir (Çizelge 6).

Süspansiyon yüzdesi %13.00-41.00 arasında değişim göstermiştir. Ortalama Süspansiyon yüzdesi değerleri %26.280, standart sapması 7.132, varyansı 50.877, değişim katsayısı %27.14, çarpıklık -0.031, basıklık değeri -0.456'dır. Süspansiyon yüzdesi değerleri için değişim katsayısı, değişkenliğin orta derecede olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerinin dağılımın sola yatık olduğunu ve basıklık değerinin ise normal dağılıma göre basık olduğunu göstermektedir (Çizelge 6).

Dane yoğunluğu değeri %1.99-2.93 arasında değişim göstermiştir. Ortalama dane yoğunluğu değerleri %2.510, standart sapması 0.155, varyansı 0.024, değişim katsayısı %6.18, çarpıklık -0.768, basıklık değeri 6.019'dır. Dane yoğunluğu değerleri için değişim katsayısı, değişkenliğin düşük derecede olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerinin dağılımın sola yatık olduğunu ve basıklık değerinin ise normal dağılıma göre sivri veya yüksek olduğunu göstermektedir (Çizelge 6).

Hacim ağırlığı değerleri 0.92-1.84 gcm⁻³ arasında değişim göstermiştir. Ortalama hacim ağırlığı değeri 1.422 gcm⁻³, standart sapması 0.259, varyansı 0.067, değişim katsayısı, %18.21, çarpıklık -0.198, basıklık -1.102'dir. Hacim ağırlığı değerleri için değişim katsayısı, değişkenliğin orta derecede olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerinin dağılımın sola yatık olduğunu ve basıklık değerinin ise normal dağılıma göre basık olduğunu göstermektedir (Çizelge 6).

Toprakların porozite değerleri %25.60-62.53 arasında değişim göstermiştir. Ortalama porozite değeri %43.308, standart sapması 9.915, varyansı 98.315, değişim katsayısı %22.89, çarpıklık 0.178, basıklık -0.883'dir. Porozite değerleri için değişim katsayısı, değişkenliğin orta derecede olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerinin dağılımın sağa yatık olduğunu ve basıklık değerinin ise normal dağılıma göre basık olduğunu göstermektedir (Çizelge 6).

Agregat stabilitesi değerleri %33.36-74.77 arasında değişim göstermiştir. Ortalama agregat stabilitesi değeri %56.413, standart sapması 12.731, varyansı 162.100, değişim katsayısı %22.57, çarpıklık -0.334, basıklık -0.950'dir. Agregat stabilitesi değerleri için değişim katsayısı, değişkenliğin orta derecede olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerinin dağılımın sola yatık olduğunu ve basıklık değerinin ise normal dağılıma göre basık olduğunu göstermektedir (Çizelge 6).

Islak eleme ile belirlenmiş olan araştırma yeri topraklarının ortalama ağırlık çapı (IOAÇ) değeri 0.07-0.87 mm arasında değişmiştir. (IOAÇ) değeri, 0.379 mm, standart sapması 0.227, varyansı 0.052, değişim katsayısı 59.89, çarpıklık 0.615, basıklık değeri -0.285 olarak hesaplanmıştır. Islak eleme ile belirlenmiş olan araştırma yeri topraklarının ortalama ağırlık çapı (IOAÇ) değeri değerleri için değişim katsayısı, değişkenliğin yüksek derecede olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerinin dağılımın sağa yatık olduğunu ve basıklık değerinin ise normal dağılıma göre basık olduğunu göstermektedir (Çizelge 6).

25 adet toprak örneğine ait <1 mm'den büyük agregatlar %4.03- 44.31 arasında değişim göstermiştir. Ortalama <1 mm'den büyük agregatların oranı %25.395 standart sapması 13.483, varyansı 181.813, değişim katsayısı %53.09, çarpıklık -0.073, basıklık değeri -1.565'dir. <1 mm'den büyük agregatlar değerleri için değişim katsayısı, değişkenliğin yüksek derecede olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerinin dağılımın sola yatık olduğunu ve basıklık değerinin ise normal dağılıma göre basık olduğunu göstermektedir (Çizelge 6).

1-8 mm arası agregatlar %15.52- 62.47 arasında değişim göstermiştir. Ortalama 1-8 mm arası agregatlar %43.352, standart sapması 11.033, varyansı 121.741, değişim katsayısı %25.45, çarpıklık -0.535, basıklık değeri 0.502'dir. 1-8 mm arası agregatlar değerleri için değişim katsayısı, değişkenliğin orta derecede olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerinin dağılımın sola yatık olduğunu ve basıklık değerinin ise normal dağılıma göre daha sivri veya yüksek dağılım göstermektedir (Çizelge 6).

>8 mm agregatların oranı %0- 80.45 arasında değişim göstermiştir. Ortalama > 8 mm agregatlar %31.250, standart sapması 20.595, varyansı 424.169, değişim katsayısı %65.90, çarpıklık 0.693, basıklık değeri -0.099'dir. >8 mm agregatların oranı için değişim katsayısı, değişkenliğin yüksek derecede olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerinin dağılımın sağa yatık olduğunu ve basıklık değerinin ise normal dağılıma göre basık olduğunu göstermektedir (Çizelge 6).

Kuru eleme ile belirlenmiş ortalama agregat çapı (KOAÇ) değeri %2.17- 29.88 arasında değişim göstermiştir. Ortalama kuru eleme (KOAÇ) değeri %9.077, standart sapması 6.628, varyansı 43.938, değişim katsayısı %73.02, çarpıklık 1.604, basıklık değeri 2.848'dir. Kuru eleme ile belirlenmiş ortalama agregat çapı (KOAÇ) değeri değerleri için değişim katsayısı, değişkenliğin yüksek derecede olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerinin dağılımın sağa yatık olduğunu ve basıklık değerinin ise normal dağılıma göre daha sivri veya yüksek dağılım göstermektedir (Çizelge 6).

Plastik limit değeri %20.31-42.61 arasında değişim göstermiştir. Ortalama plastik limit değeri değerleri %31.303, standart sapması 6.954, varyansı, 48.364 değişim katsayısı %22.22, çarpıklık 0.046, basıklık değeri -1.302'dir Plastik limit değeri için değişim katsayısı, değişkenliğin orta derecede olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerinin dağılımın sağa yatık olduğunu ve basıklık değerinin ise normal dağılıma göre basık olduğunu göstermektedir (Çizelge 6).

Likit limit değeri %23.26-56.69 arasında değişim göstermiştir. Ortalama likit limit değerleri %38.640, standart sapması 9.394, varyansı 88.251, değişim katsayısı %24.31, çarpıklık 0.286, basıklık değeri -0.845'dir. Likit limit değerleri için değişim katsayısı, değişkenliğin orta derecede olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerinin dağılımın sağa yatık olduğunu ve basıklık değerinin ise normal dağılıma göre basık olduğunu göstermektedir (Çizelge 6).

Plastiklik indeksi değeri %0.21-17.61 arasında değişim göstermiştir. Ortalama plastiklik indeksi değerleri %7.336, standart sapması 4.624, varyansı 21.387, değişim katsayısı %63.03, çarpıklık 0.297, basıklık değeri -0.634'dır. Plastiklik indeksi değerleri için değişim katsayısı, değişkenliğin yüksek derecede olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerinin dağılımın sağa yatık olduğunu ve basıklık değerinin ise normal dağılıma göre basık olduğunu göstermektedir (Çizelge 6).

4.3. Araştırma yeri topraklarının bazı özellikleri arasındaki ikili ilişkiler

Toprak özellikleri arasındaki ikili ilişkiler korelasyon analizi ile araştırılmış ve korelasyon analiz sonucu Çizelge 7'de verilmiştir.

Toprak örneklerinin organik madde içerikleriyle kil içerikleri arasında pozitif çok önemli ilişki bulunmuştur. Topraklarda kil ve organik madde içerikleri toprakları agregatlaştırıcı üç unsurdan ikisidir. Artan kil içerikleri, organik maddenin kil yanısıra diğer tekstürel fraksiyonlarla güçlü bağlar oluşturmasını sağlar. Böylelikle artan kil içeriği organik madde miktarını da artıracak yönde etkide bulunmuştur.

Organik madde miktarı ile toprakların kum içerikleri arasında negatif çok önemli ilişki belirlenmiştir. Kum içerikleri toprakların 2mm-50 mikron arasında değişen büyüklüğe sahip olup, besin elementi tutma ve elektriksel bağlar oluşturma yeteneğine sahip değildir. Bu nedenle artan kum içerikleri bir taraftan organik maddenin tutulumunu azaltırken diğer taraftan artan oksidasyon koşullarında organik maddenin miktar olarak azalmasına yol açmaktadır.

Organik madde ile toprakların aşınıma duyarlılık değeriyle negatif çok önemli ilişki, organik maddenin agregatlaştırıcı ve mevcut agregatların suya dayanımını artırıcı yöndeki etkisine bağlanabilir. Zira organik madde killere oranla daha fazla nem çekme özelliğine sahiptir. Bu özelliği agregatların ıslanarak şişmesini ve zayıf temas noktalarından parçalanarak küçülmesini azaltacak yönde katkı sağlar.

Organik madde ile Kil Oranı I erozyon indeksi arasında negatif çok önemli ilişki bulunmuştur. Bu etki Kil Oranı I parametresi toprakların kum ve silt içeriklerinin toplam değerinin kil içeriğine oranlanması ile belirlenmektedir. Bu nedenle toprakların kil içeriklerinin artması Kil Oranı I parametresini düşürmektedir. Belirlenen negatif güçlü ilişki artan kil içeriğinin organik madde tutulumuna olan olumlu etkisinden kaynaklanmaktadır.

Organik madde miktarı ile süspansiyon yüzdesi arasında pozitif önemli ilişki bulunmuştur. Artan organik madde miktarı, agregasyonu ve suya dayanıklı agregatları artırmaktadır. Böylelikle oluşan floküllerin bir kısmı 40. saniyede çökerken kil, silt ve flokülasyon ile silt boyutuna ulaşan ve böylelikle süspansiyonda kalan kil miktarının bu sonuca neden olduğu düşünülmektedir.



Çizelge 7: Çeşitli toprak özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları

	OM	pH	EC	Kil	Silt	Kum	ÇİK	HG	K	KOI	KOII	KOIII
OM	1	0.336	0.197	0.650**	-0.082	-0.470**	0.065	0.348	-0.503**	-0.493**	-0.038	-0.139
pH		1	0.385*	0.366	-0.149	-0.194	0.110	-0.196	-0.165	-0.215	-0.128	-0.175
EC			1	0.117	-0.033	-0.072	0.282	-0.444*	0.064	-0.081	-0.022	-0.025
Kil				1	-0.127	-0.723	0.194	0.209	-0.493**	-0.761**	-0.066	-0.236
Silt					1	-0.593	0.159	-0.153	0.580*	-0.546	0.998	0.993
Kum						1	-0.268	-0.064	-0.004	0.998	-0.641	-0.499
ÇİK							1	-0.303	0.177	-0.269	0.172	0.146
Hİ								1	-0.491*	-0.072	-0.128	-0.162*
K Faktör									1	-0.037*	0.547*	0.620**
KOI										1	-0.596*	-0.449*
KOII											1	0.985**
KOIII												1

Kısaltmalar: OM: Organik Madde; ÇİK: Çok İnce Kum; Hİ: Hidrolik İletkenlik; KOI: Kil Oranı I; KOII: Kil Oranı II; KOIII: Kil Oranı III

Çizelge 7: Çeşitli toprak özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları (devam)

	SY	DO	DY	HA	Porozite	AS	Islak Eleme OAÇ	<1 mm	1-8 mm	>8 mm	Kuru Eleme OAÇ	LL	PL	PI
OM	0,615*	-0.208	-0.508*	0.160*	0.267*	0.160	0.018	0.133	0.019	0.077	0.065	0.495*	0.521	0.223
pH	0.380	0.192	-0.301	0.021	0.021	0.001	0.020	-0.358	-0.097	0.286	0.257	0.327	0.395	0.070
EC	0.342	0.491	-0.203	0.202	0.202	-0.189	0.083	-0.144	-0.232	0.218	0.184	-0.008	0.142	-0.230
Kil	0.910**	-0.387	-0.431*	-0.449*	-0.449	0.301**	0.176	-0.414**	-0.270	0.416*	0.394	0.775**	0.717**	0.495*
Silt	0.765	-0.115	0.047	-0.099	-0.099	-0.128	0.104	0.109	-0.291	0.084	0.020	-0.039	-0.044	-0.012
Kum	-0.782**	0.395	0.317	0.434*	-0.339	-0.155	-0.215	0.260	0.422*	-0.396*	-0.334	-0.602*	-0.551	-0.393
ÇİK	0.289	0.203	-0.007	0.403*	-0.417*	0.248	0.334	-0.359	-0.331	0.412*	0.398*	0.712	-0.052	0.080
Hİ	0.028*	-0.370	-0.001	-0.298	0.306*	0.088	-0.162	0.216	0.202	-0.250*	-0.198*	0.243	0.156	0.258
K Faktör	-0.335	0.179*	0.344*	0.122	0	-0.095	0.115	0.175	-0.242	0.015**	0.009	-0.255	-0.215	-0.195
KOI	0.814**	0.393	0.331*	0.441*	-0.342	-0.168*	-0.216	0.280	0.425*	-0.411**	-0.349*	-0.627	-0.577*	-0.406*
KOII	0.120	-0.144*	0.020	-0.120	0.130	-0.115	0.120	0.080	-0.322	0.120	0.055	0.006	-0.006	0.021
KOIII	-0.038	-0.61	0.080	-0.040	0.068	-0.167*	0.081	0.159*	-0.262	0.036	-0.023	-0.127	-0.130	-0.062

Kısaltmalar: OM: Organik Madde; ÇİK: Çok İnce Kum; Hİ: Hidrolik İletkenlik; KOI: Kil Oranı I; KOII: Kil Oranı II; KOIII: Kil Oranı III; DO: Dispersiyon Oranı; SY: Süspansiyon Yüzdesi; DY: Dane Yoğunluğu; HA: Hacim Ağırlığı; AS: Agregat Stabilitesi; IOAÇ: Islak Eleme Ortalama Ağırlık Çapı; KOAÇ: Kuru Eleme Ortalama Ağırlık Çapı; PL: Plastik Limit; LL: Likit Limit; PI: Plastiklik İndeksi.

Çizelge 7: Çeşitli toprak özellikleri arasındaki korelasyon katsayıları (devam)

	SY	DO	DY	HA	Porozite	AS	Islak Eleme OAÇ	<1 mm	1-8 mm	>8 mm	Kuru Eleme OAÇ	LL	PL	PI
SY	1	-0.132	-0.388	-0.341	0.222	0.173	0.448*	-0.389*	-0.478	0.511	0.448	0.670**	0.655**	0.375
DO		1	0.041	0.462*	-0.470*	-0.319	-0.173	0.122	0.008	-0.084	-0.133	-0.489**	-0.387	-0.411*
DY			1	0.299	0.048	0.030*	0.009	0.134	-0.141	-0.012	0.017	-0.454*	-0.369	-0.368
HA				1	-0.939**	0.013*	0.363	-0.391	-0.180	0.353	0.390	-0.676**	-0.657**	-0.386*
Porozite					1	0.00	-0.369	0.453	0.130	-0.366	-0.393	0.545*	0.557**	0.270
AS						1	0.266	-0.482*	0.025	0.302	0.308	0.305**	0.283	0.194
Islak Eleme OAÇ							1	-0.821**	-0.784**	0.958**	0.693**	0.619	0.884	0.166*
<1 mm								1	0.405*	-0.872	-0.872*	-0.096	-0.082	-0.071
1-8 mm									1	-0.801**	-0.771**	-0.094	-0.019	-0.162
>8 mm										1	0.984**	0.113	0.064	0.134**
Kuru Eleme OAÇ											1	0.097	-0.045	0.130
LL												1	0.882**	0.705**
PL													1	0.288
PI														1

Kısaltmalar: OM: Organik Madde; ÇİK: Çok İnce Kum; Hİ: Hidrolik İletkenlik ; KOI: Kil Oranı I; KOII: Kil Oranı II; KOIII: Kil Oranı III; DO: Dispersiyon Oranı; SY: Süspansiyon Yüzdesi; DY: Dane Yoğunluğu; HA: Hacim Ağırlığı; AS: Agregat Stabilitesi; IOAÇ: Islak Eleme Ortalama Ağırlık Çapı; KOAÇ: Kuru Eleme Ortalama Ağırlık Çapı; PL: Plastik Limit; LL: Likit Limit; Pİ: Plastiklik İndeksi.

Organik madde ile dane yoğunluğu deęerleri arasında negatif önemli iliřki bulunmuřtur. Toprak organik madde içerięinin artması ile birlikte toprakların birim hacmindeki özgül yoğunluęunun dūřeceği beklenen bir sonuç olduęu dūřünölmektedir.

Organik madde miktarı ile yüzde porozite arasında pozitif önemli ilişki bulunmuştur. Organik madde miktarında artışlar toprakların boşluklarını artıracak şekilde etki etmiştir.

Organik madde miktarı ile likit limit değerleri yüzde porozite arasında pozitif önemli ilişki bulunmuştur. Organik maddenin su tutucu özelliği toprakların likit limit değerlerinde yükselmeye neden olduğu değerlendirilmiştir.

Araştırma yeri topraklarının organik madde kapsamları ile pH, EC, silt, çok ince kum, hidrolik iletkenlik, Kil Oranı II, Kil Oranı III, dispersiyon oranı, agregat stabilitesi, ıslak eleme ortalama ağırlık çapı, <1 mm, 1-8 mm, >8 mm, kuru eleme ortalama ağırlık çapı, plastik limit ve plastiklik indeksi parametreleri arasında istatistiksel olarak önemli ilişki bulunmamıştır.

Toprak pH değeri ile EC arasında pozitif önemli ilişki bulunmuştur. Yağışa bağlı yıkanmanın az olduğu koşullarda bazik katyon yoğunluğunun artışı ile toprakların pH değerleri artar. Bu durumda topraktaki tuzların yıkanmadan kalması nedeniyle aynı zamanda EC değerinde de artış olması beklenen bir durumdur. pH ile ele alınan diğer toprak özellikleri arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki bulunmamıştır.

Araştırma yeri topraklarının EC değerleri ile hidrolik iletkenlikleri arasında önemli negatif ilişki bulunmuştur. Toprakların geçirgenliklerinin artması ve sonuçta yıkanma koşullarının daha iyi olması topraktaki tuzların daha kolay yıkanmasına ve sonuçta EC değerinde azalmaya yol açtığı değerlendirilmiştir. EC ile ele alınan diğer toprak özellikleri arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki bulunmamıştır.

Toprakların kil içerikleri ile K faktör değerleri arasında belirlenen negatif çok önemli ilişki, kil içeriklerinin toprakları agregatlaştırıcı ve böylelikle toprakların aşınımına duyarlılık değerini azaltıcı yönde etkisinden kaynaklanmıştır.

Kil içeriği ile Kil Oranı I arasındaki negatif çok önemli ilişki, Kil Oranı I eşitliğinde toprakların kil içeriğinin bir bileşen olmasının doğal bir sonucu olmuştur.

Kil içeriği ile süspansiyon yüzdesi arasında pozitif çok önemli ilişki tespit edilmiştir. Bu pozitif etki, kilin agregatlaşmayı artırıcı yönde etkisi ile süspansiyondaki partiküllerin artmasına ve bu sonuç toprakların erozyona karşı direncinin artmasına katkı sağlamaktadır.

Kil içeriği ile dane yoğunluğu değerleri arasında negatif önemli ilişki bulunmuştur. Toprak tekstürünü oluşturan bileşenlerden özgül ağırlığı en yüksek fraksiyon kil zerrelidir. Bunu sırasıyla silt ve kum takip etmektedir. Kil içeriğinin artması dane yoğunluğunun da artmasına neden olur. Ancak çalışma bulgumuz olarak artan kil içeriği dane yoğunluğunda azalmaya neden olmuştur. Bu durum toprakların kireç içeriği, organik madde kapsamı gibi unsurların dane yoğunluğuna olan etkisi olabileceği düşünülmektedir.

Kil içeriği ile hacim ağırlığı arasında negatif önemli ilişki bulunmuştur. Kil içeriği yüksek toprakların gözenekliliği silt ve kum içeren topraklara göre daha fazla olması, toprakların hacim ağırlığının azalmasına neden olmuştur.

Kil içeriği ile agregat stabilitesi arasında pozitif çok önemli ilişki tespit edilmiştir. Bu durum kil kolloidlerinin topraklarda dayanıklı agregatlar oluşturma etkisinin bir sonucudur.

Kil içeriği ile $< 1\text{mm}$ kuru agregatlar arasında negatif çok önemli ve $>8\text{ mm}$ boyutunda kuru agregatlar arasında pozitif önemli ilişki tespit edilmiştir. Artan kil içeriği mikro agregatların azalmasına ve makro agregatların miktar olarak artmasına yol açtığı belirlenmiştir.

Kil içeriği ile likit limit ve plastik limit arasında çok önemli ve plastiklik indeksi arasında ise pozitif önemli ilişki tespit edilmiştir. Artan kil içerikleri toprakların atterberg limit değerlerinde artışa yol açtığı belirlenmiştir.

Kil içerikleri ile ele alınan diğeri toprak özellikleri arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki belirlenmemiştir.

Silt içeriği ile toprakların aşınımaya duyarlılık (K faktör) değerleri arasında belirlenen pozitif önemli ilişki silt fraksiyonunun tane iriliğinin düşük olmasına karşın agregatlaşmada katkı sağlama yeteneğinin bulunmaması aşınımaya duyarlılığı artıracak

etki ortaya koymasına yol açmıştır. Silt içeriği ile değerlendirmeye alınan diğer toprak özellikleri arasında istatistiksel olarak önemli başka bir ilişki belirlenmemiştir.

Toprakların kum içeriği ile süspansiyon yüzdesi arasında negatif çok önemli ilişki bulunmuştur. Süspansiyon yüzdesi analizinde toprakların 40. Saniyedeki süspansiyonda gl^{-1} olarak askıdaki kolloidler belirlenmektedir. İlk çökelen fraksiyon olarak kum içeriğinin artışı süspansiyonda askıda olan partikül oranını azalttığı değerlendirilmiştir.

Kum içeriği ile hacim ağırlığı arasındaki pozitif önemli ilişki tekstürel fraksiyona bağlı olarak porozite değerindeki değişimlerle ilgilidir. Kil içeriği yüksek topraklar en fazla, kum içeriğine sahip topraklar en az ve silt içeriğine sahip topraklar bu iki fraksiyon arasında boşluklara sahiptir. Bu nedenle boşluk oranı en az olan kum fraksiyonu toprakların hacim ağırlığı artırıcı yönde etki yaptığı anlaşılmıştır.

Kum içeriği ile $< 1mm$ kuru agregatlar arasında istatistiksel bir ilişki bulunmamıştır. Ancak, 1-8 mm boyutundaki kuru agregatlar arasında pozitif önemli ve $>8 mm$ boyutunda kuru agregatlar arasında ise negatif önemli ilişki tespit edilmiştir. Artan kum içeriği orta boy kuru agregatları artırmış, makro agregatları ise azaltmıştır.

Kum içeriği ile likit limit arasında negatif önemli ilişki artan kum içeriğinin toprakları likit hale getirmek için daha az nem içeriğiyle sağlanabiliyor olması, azalan kumun yanısıra artmış olan kil içeriğinin bir sonucudur. Kum içeriği ile değerlendirmeye alınan diğer toprak özellikleri arasında istatistiksel olarak önemli başka bir ilişki belirlenmemiştir.

Toprakların çok ince kum içeriğiyle hacim ağırlığı arasında pozitif önemli ilişki bulunmuştur. Çok ince kum içeriği hacim ağırlığını artırması agregatlaştırıcı olmaması ve fraksiyon olarak kum fraksiyonunun en küçük oluşunun bir sonucudur. Gözeneklilikte görülen azalma toprakların hacim ağırlığı değerlerini artırmaktadır. Nitekim çok ince kum içeriği ile toprakların poroziteleri arasında negatif önemli ilişki bu durumu kanıtlamaktadır.

Çok ince kum içeriği ile $>8 mm$ boyutunda kuru agregatlar arasında pozitif önemli ilişki tespit edilmiştir. Artan çok ince kum içeriği makro agregatları artırmıştır.

Çok ince kum içeriği ile kuru eleme ortalama agregat çapı arasında pozitif önemli ilişki belirlenmiştir. Çok ince kum miktarındaki artış, daha iri agregat oluşumu yönünde etki yapmıştır.

Çok ince kum içerikleri ile ele alınan diğer toprak özellikleri arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki belirlenmemiştir.

Hidrolik iletkenlikle süspansiyon yüzdesi arasında pozitif önemli ilişki belirlenmiştir. Bu durum artan süspansiyon yüzdesinin agregatlaşmanın artmasına işaret etmesi ve dolayısıyla hidrolik iletkenliği artırıcı yönde etkisi olduğu değerlendirilmektedir.

Hidrolik iletkenlikle porozite arasında pozitif önemli ilişki belirlenmiştir. Bu durum hidrolik iletkenliğin gözenekli topraklarda fazla olması durumuyla açıklanabilmektedir.

Hidrolik iletkenlik ile $< 1\text{ mm}$, $1-8\text{ mm}$ kuru agregatlar arasında istatistiksel ilişki olmamakla birlikte $>8\text{ mm}$ boyutunda kuru agregatlar arasında negatif önemli ilişki tespit edilmiştir. Araştırma yeri toprakları agregatları büyüdükçe hidrolik iletkenlik azalmaktadır.

Hidrolik iletkenlikle toprak aşınım duyarlılık değeri arasında önemli negatif ilişki, artan su geçirgenliği nedeniyle yüzey akışın azalması ve erozyona karşı oluşan dirence bağlanmıştır.

Hidrolik iletkenlikle Kil Oranı III arasında önemli negatif ilişki bulunmuştur. Bu negatif ilişki Kil Oranın III parametresi kil ve silt miktarının artması ile azalmakta ve bu durumda topraklar daha düşük hidrolik iletkenlik göstermektedir.

Toprakların aşınım duyarlılığı ile Kil Oranı I arasında negatif önemli, Kil Oranı II ile pozitif önemli ve Kil Oranı III arasında ise negatif önemli ilişki bulunmuştur. Bu durum Kil Oranı I için kil miktarının azalması, Kil Oranı II için artan kil içeriği ve Kil Oranı III için ise silt ve kil içeriğinin azalmasının bir sonucudur.

Süspansiyon yüzdesi ile ıslak eleme ortalama ağırlık çapı arasında bulunan pozitif önemli korelasyon, suya dayanıklı agregatların aynı zamanda toprakların süspansiyon yüzdeslerini de artırıcı yönde rol almasının bir sonucu olmuştur.

Süspansiyon yüzdesi ile toprakların likit limit ve plastik limit değerleri arasındaki pozitif çok önemli ilişki, süspansiyon yüzdesi artmış toprakların aynı zamanda floküle edici kil ve organik madde içeriklerinin fazla olması ve bu durumun toprakların akışkan ve plastik hale gelmesi için daha fazla nem içeriğine ihtiyaç duymaları sonucunu getirmiştir.

Süspansiyon yüzdesi ile değerlendirmeye alınan diğer toprak özellikleri arasında istatistiksel olarak önemli başka bir ilişki belirlenmemiştir.

Dispersiyon oranı ile hacim ağırlığı arasında pozitif önemli ilişki tespit edilmiştir. Dispersleşme eğiliminde olan topraklarda agregatlaşma ve gözenekliliğin oldukça az olması bu sonuca neden olduğu değerlendirilmiştir. Nitekim, dispersiyon oranı ile porozite arasındaki negatif önemli ilişki bu durumu teyit etmektedir.

Dispersiyon oranı ile likit limit arasında çok önemli ve plastiklik indeksi arasında önemli negatif ilişki bulunmuştur. Dispersleşme eğiliminde olan topraklar daha düşük likit limit ve plastiklik indeksine sahip olmuşlardır.

Dane yoğunluğu ile agregat stabilitesi arasında önemli pozitif ilişki olduğu görülmüştür. Dane yoğunluğu arttıkça daha stabil agregatlar olması, toprakların kil içeriğinin diğer tekstürel unsurlara göre daha fazla dane yoğunluğuna sahip olması ve artan kil içeriğinin daha stabil agregat oluşturmaya bağlanmıştır.

Dane yoğunluğuyla toprakların likit limit değerleri arasında negatif önemli ilişki bulunmuştur. Kil içeriklerinin daha fazla olması sonucu artan dane yoğunluğu toprakların akışkan hale gelebilmesi için daha az nem gerektirdiği şeklinde açıklanabileceği düşünülmüştür.

Hacim ağırlığı ile porozite arasında belirlenen negatif çok önemli ilişki, toprakların hacim ağırlığının, toprak gözenekliliğinin artmasının doğal bir sonucu olarak azalmasıdır.

Hacim ağırlığı ile agregat stabilitesi arasında pozitif önemli ilişki bulunmuştur. Topraklarda kil içeriği yüksek ise, kil kolloidlerinin gözenekliliği daha fazla olduğu için hacim ağırlığı değerleri düşmektedir. Kil içeriği yüksek olan topraklarda ise daha stabil agregatlar oluşmaktadır.

Hacim ağırlığı ile likit limit ve plastik limit arasındaki negatif çok önemli ve plastiklik indeksi arasındaki negatif önemli ilişki, artan hacim ağırlığına sahip toprakların kil içeriklerindeki azalışın bir sonucu olduğu düşünülmektedir.

Porozite ile likit limit arasında pozitif önemli ve plastik limit arasında pozitif çok önemli ilişki bulunmuştur. Bu durum kil kolloidlerinin poroziteyi artırması ve aynı zamanda artan kil içeriğinin likit ve plastik limit nem değerlerini artırmasının bir sonucu olduğu düşünülmektedir.

Araştırma topraklarının agregat stabilite değerleri ile $< 1\text{ mm}$ kuru agregatlar arasında negatif önemli ilişki bulunmuştur. Bu sonuç küçük agregatların yeterince agregatları suya dayanıklı hale getirmediğini düşündürmektedir.

Agregat stabilitesi ile likit limit değerleri arasındaki pozitif çok önemli ilişki, stabil agregatlarda olası kil içeriğinin likit limit değerlerini artırıcı yönde etkisi olarak değerlendirilmiştir.

Islak eleme ortalama ağırlık çap değeriyle $< 1\text{ mm}$ ve $1-8\text{ mm}$ boyutundaki kuru agregatlarla negatif çok önemli, $> 8\text{ mm}$ boyutundaki agregatlarla pozitif çok önemli ilişki bulunmuştur. Benzer şekilde kuru eleme ortalama agregat çapıyla aralarında pozitif çok önemli ilişki belirlenmiştir. Bu sonuç, topraklarda $> 8\text{ mm}$ kuru agregat miktarının ıslak elemeye bulunun ortalama çap değerlerinin paralel olarak artması ve sonuçta toprak erozyonu bakımından $> 8\text{ mm}$ agregatların olumlu katkı sağladığını göstermiştir. Erozyonla mücadelede toprakların agregatlarının mümkün olduğu kadar iri olması önem arz etmektedir.

Islak eleme ortalama çap değeri ile plastiklik indeks değerleri arasında belirlenen pozitif önemli ilişki toprakların kil içeriğinin artmasının bir sonucudur.

$< 1\text{ mm}$ boyutunda kuru agregatlar ile kuru eleme ortalama ağırlık çapı arasındaki negatif önemli ilişki, bir topraktaki küçük agregatların fazla olmasının ortalama ağırlık çapında meydana getirdiği azalmanın bir sonucudur. $1-8\text{ mm}$ boyutundaki kuru agregatlar ile $> 8\text{ mm}$ boyutundaki kuru agregatlar arasında negatif çok önemli ilişki, üç dilimde agregatların gruplandırılmış olmasının doğal bir sonucudur. Yine $< 1\text{ mm}$ boyutunda kuru agregatlarda da görüldüğü gibi, $1-8\text{ mm}$ arasındaki kuru agregatlarda da kuru eleme ortalama ağırlık çapı arasında negatif çok

önemli ilişki bulunmuştur. Ancak >8 mm kuru agregatlar kuru eleme ortalama ağırlık çapını artıracak şekilde çok önemli pozitif ilişki göstermiştir.

Likit limit ile plastik limit ve plastiklik indeksi arasındaki pozitif çok önemli ilişki toprakların kil içeriklerinin bir sonucudur.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında Tokat yöresini temsilen farklı yerlerden alınan yüzey toprak örneklerinin fiziksel, kimyasal özellikleri ile erozyon eğilimleri araştırılmıştır. Değerlendirmeye alınan toprakların aşınım duyarlılık faktörü $0.06 - 0.46 \text{ ha h ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ arasında değişmiştir. Bu değerlere göre yörenin belirlenen aşınım duyarlılık değeri az – kuvvetli derece arasında değişmiştir. Bir başka erozyon eğilim indeksi olan dispersiyon oranına göre ise 25 adet toprak örneğinin sadece 4 adedinde dispersiyon oranı %15’ ten az olmuş ve erozyona dayanıklı topraklar olarak kabul edilmişlerdir. Diğer 21 adet toprağın tamamı erozyona hassas topraklar grubuna girmişlerdir.

Araştırma yeri topraklarının agregat stabilite değerleri dikkate alındığında yöre topraklarının yeterince stabil agregata sahip olmadığı belirlenmiştir. Agregat stabilite değerleri % 33.36-%74.77 arasında değişmiştir. Toprak örneklerinin 6 tanesinde agregat stabilitesi %50’ den az ve 19 tanesi %50’den fazla olmuştur. Agregat stabilite değerlerinin % 90 ve üzeri olması toprakların su erozyonuna karşı direncini artıracaktır. Organik madde kapsamının artırılması ve agregat yapmada önemli işlevi olan kil kolloidlerinin su erozyonuyla ortamdan uzaklaşma riskini azaltıcı önlemler alınması yöre topraklarının sürdürülebilirliği için faydalı olacaktır. Nitekim değerlendirilen toprakların 14 tanesinde kil içeriği % 33’ün altında olduğu, sadece 11 adet toprakta %33’ten fazla oranda kil fraksiyonu olduğu belirlenmiştir. Topraklarda silt içeriğinin oransal olarak artışı su erozyonunun şiddetini de artırmaktadır. Çünkü silt, küçük zerre iriliğiyle kolayca taşınabilmekte ve killerde olduğu gibi agregatlaştırıcı özelliği bulunmadığı için kolaylıkla ortamdan uzaklaşabilmektedir. Araştırma topraklarının 21 tanesi % 33’ten az ancak 4 tanesi %33’ten fazla silt içeriğine sahiptir. Araştırma topraklarında silt içeriğinin erozyon riskini artıracak düzeyde olmadığı görülmüştür. Genellikle toprak örneklerinin kum içeriği fazla olup 20 tanesinde kum içeriği %33’ten fazladır. Kum içeriğindeki artış hidrolik iletkenliği artırarak yüzey akış oluşumunu azaltacaktır. Ancak teksel yapıda olan kum fraksiyonu şiddetli yağışlarda kolaylıkla aşınıp beklenenden daha fazla toprak kayıplarının oluşmasına neden olur. Özellikle son yıllarda yüksek yoğunluklu yağışların artışı, kil içeriği azalmış yöre toprakları için bir risk olarak görülmüştür.

Toprakların porozite değerleri % 25.0-% 62.5 arasında değişmiştir. İdeal toprak porozitesi kabul edilen %50 değeri esas alınacak olursa, 25 adet topraktan 18 adedi bu sınır değerin altında olduğu belirlendi. Yöre topraklarının bu dūřuk porozite değerleri kurak koşullarda su tutulumunun yetersiz olacağını gōstermektedir. Ayrıca yağışların perkolasyonunun sınırlı olacağı ve yūzey akış riskinin fazla olacağı sōylenebilir.

Hacim ağırlığı değerleri $0.92-1.84 \text{ gcm}^{-3}$ arasında değişmiştir. Hacim ağırlığı değeri 1.4 gcm^{-3} ūzerinde olan toprak sayısı 12 adet olup, eğimli yōre topraklarının toprak sıkışma riski bulunmaktadır.

Toprak ōrneklerinin hidrolik iletkenlik değerleri oldukēa dūřuktur. 15 adet toprak ōrneęinin hidrolik iletkenlik değeri çok yavaş-orta geçirgenlik sınıfında yer almaktadır. Bu durum yūzey akış ve toprak kayıplarını artıracaktır.

Toprakların dūřuk kil ve yūksek kum içerięine sahip olmaları dane yoęunluklarını dūřūrmüřtir. Kabul edilen 2.60 gcm^{-3} deęeri esas alınması durumunda 20 adet toprak ōrneęi bu deęerin ūzerinde olacak řekilde yūksek dane yoęunluęu deęerlerine sahip olmuřtur.

Kuru elemeyle toprak agregatları $<1\text{mm}$, $1-8 \text{ mm}$ ve $>8\text{mm}$ olacak şekilde gruplandırılmıştır. Topraktaki $<1\text{mm}$ agregatlar % 6.43- % 44.31 arasında değişmiştir. Kūuk boyutlu agregatlar suyun taşıyıcı etkisine yeterince direnç gōsteremez ve kolayca taşınırlar. $1-8 \text{ mm}$ arasındaki agregatlar ise %15.52- %62.47 arasında değişmiştir. Bu boyuttaki agregatlar su erozyonuna daha fazla direnç gōsterirler. En dayanıklı toprak agregatları olan $>8 \text{ mm}$ boyutundaki agregatlar % 4.21-80.45 arasında değişmiştir. Kuru agregatların dağılımına bakıldığında, oranların yeterli olmamış ve toprakların erozyona daha dirençli hale getirilebilmesi için agregatların daha irileşmesi için gerekli amenajman tedbirlerinin alınması gerekmektedir.

Kuru elemeyle bulunan ortalama agregat çapı, ıslak elemeyle bulunan ortalama agregat çaplarıyla karřılařtırıldıęında bu farkın būyūk olması suya maruz kalan agregatların kolayca ōzūlūp eriyeyeęine iřaret edecektir. Arařtırma yeri toprakları için bu fark $2.10-29.23 \text{ mm}$ arasında deęiřmiřtir. 16 adet toprakta kuru eleme ve ıslak eleme arasındaki fark 5 mm 'den fazla olmuřtur. Yōre toprakları suyla muamele edildięinde kolayca daęılma eęilimindedir.

Toprak aşınımına duyarlılık faktör değeri ile erozyon eğilim indekslerinden Kil Oranı I, Kil Oranı II, Kil Oranı III ve dispersiyon oranı arasında korelasyon bulunmuş ancak süspansiyon yüzdesi erozyon eğilim indeksiyle anlamlı ilişki bulunamamıştır.

Korelasyon analiz sonucuna göre de birçok toprak fiziksel özellikleri ile K faktör değerleri arasında istatistik ilişki bulunamamıştır. Yöre topraklarının erozyon durumunun daha gerçekçi belirlenmesi ve çeşitli planlamalar yapabilmek için aşınım duyarlılık faktör değerlerinin geçerliliğinin daha ileri araştırmalarla test edilmesi faydalı olacaktır.

Tokat yöresi topraklarının kimyasal ve fiziksel özelliklerinin su erozyonunun yıkıcı etkilerine karşı koyacak kadar ideal düzeyde olmadığı görülmektedir. Yağışların intensitesinin artış eğilimi ve erosiv yağışların yüksek kinetik enerjileri dikkate alındığında yörenin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin arzu edilen düzeye getirilmesi gerekliliği ortaya konulmuştur.

Arazi kullanım planlaması yanında toprakların sürdürülebilir kullanımını sağlayacak amenajman tedbirlerinin en kısa sürede uygulamaya konulması sürdürülebilirlik için bir gerekliliktir. Ayrıca erozyonla mücadele yöntemlerinden eğim kontrolü, teraslama, hendekler ve bentler gibi yapılar ile eğimli arazilerde erozyon engellenebilir. Bitki örtüsü ve ağaçlandırma, toprak yüzeyinin organik ve inorganik malzemeler ile örtülmesi, rüzgâr kırıcı barikatlar da erozyonla mücadelede etkin yöntemler arasındadır.

KAYNAKLAR

- Adam, K. M. and Erbach, D.C., 1992. Secondary tillage toll effect on soil aggregation. Transacions of the ASAE, 35 (6), 1771-1776.
- Alevkayalı, Ç., ve Abı, B., 2023. Mekân Tabanlı Toprak Erozyonu Tahmin Modelleri: Bildiklerimiz Değişiyor Mu?. Coğrafi Bilimler Dergisi, 21(2), 696-725.
- Anonymous, 1982. Soil Erosion: Its Agricultural, Environmental, and Socio-economic Implications. Council for Agricultural Science and Technology, Ames, Iowa.
- ASTM, 2010, Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils. ASTM International, West Conshohocken, PA, .
- Avery, B. W. (1973). Soil classification in the Soil Survey of England and Wales. Journal of Soil Science, 24(3), 324-338.
- Babur, E., Kara, Ö., ve Susam, Y. E. 2016. Açık alan topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile erozyon eğilimlerinin belirlenmesi (Sinop/Boyabat Örneği). Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 18(2), 95-102.
- Başkan, O., Dengiz, O., Güntürk, A. 2016. Effects of toposequence and land use-land cover on the spatial distribution of soil properties. Environ Earth Sci. 75(5), 448.
- Bennett, H.H., 1926. Some comparisons of the properties of humid-tropical and humid-temperate American soils, with special reference to indicated relations between chemical composition and physical properties. Soil Sci., 21(5), 349-375.
- Beasley, D.B., Huggins, L.F., Monke, E.J. 1980. Answers: A model for watershed planning. Trans. ASAE 23 (4), 938-944. Chaves, H.M.L., Nearing, M.A., 1991. Uncertainty analysis of the WEPP soil erosion model. Trans. ASAE 34 (6), 2437-2444.
- Bridges, E. M., & Oldeman, L. R. (1999). Global assessment of human-induced soil degradation. Arid soil research and rehabilitation, 13(4), 319-325.
- Birol, Y., 2010. Fındık zuruf kompostunun sıkıştırılmış killi tınlı bir toprağın fiziksel özellikleri üzerine etkisi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Burak, M.H., Oğuz, İ., Koçyiğit, R., 2021. Arazi kullanım türü değişikliklerinin toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine etkisinin araştırılması. Mediterranean Agricultural Sciences, 34(1), 141-147.
- Bryan, R. B., 1968. The development, use and efficiency of indices of soil erodibility. Geoderma, 2(1), 5-26.
- Cebel ve ark., 2013. Türkiye büyük toprak gruplarının erozyona duyarlılık “k” faktörleri. Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Toprak su Dergisi. 2013 Cilt 2 Sayı 1 (30-45).

- Çelik, A., 1998. Toprak frezesinde değişik tip bıçakların toprağa olan etkilerinin ve güç tüketimlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Erzurum.
- Çilek, A., 2021. Düzenleyici ekosistem hizmetlerinde toprak erozyonunun haritalanması: Göksu Havzası örneği. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 36(2), 409-419.
- Dede, V., Dengiz, O., Demirağ Turan, İ., Zorlu, K., Pacci, S., Serin, S., 2022. Ilgar Dağı periglasyal şekilleri üzerinde oluşmuş toprakların erozyon duyarlılıklarının belirlenmesi ve yapay sinir ağı (YSA) ile tahmin edilmesi. International Journal of Geography and Geography Education (IGGE). 47: 1-22.
- Dengiz O., İmamoğlu A., 2016. Arazi kullanımı/arazi örtüsüne bağlı olarak toprak erozyon duyarlılık faktörünün konumsal değişiminin farklı enterpolasyon yöntemler kullanarak belirlenmesi. TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu International Geography Symposium 13-14 Ekim 2016 /13-14 October 2016, Ankara.
- Demir, S., Oğuz İ., Ciba, Ö. F., ve Özer, E., 2017. Farklı Arazi Kullanımı Altında Meydana Gelen Toprak ve Yüzey Akış Kayıplarının Wepp Hillslope Modeli Kullanılarak Tahmin Edilmesi. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG), 34(Ek Sayı), 97-104.
- Dong, L., Li, J., Zhang, Y., Bing, M., Liu, Y., Wu, J., ve Deng, L. (2022). Effects of vegetation restoration types on soil nutrients and soil erodibility regulated by slope positions on the Loess Plateau. Journal of Environmental Management, 302, 113985.
- Eric F.L., Geist H., Ronald R.R., 2008. Local Process with Global Impacts. Land-Use and Land-Cover Change. First published online as a Review in Advance on July (16), 2003.
- Erol, A., Babalık, A.A., Sönmez, K ve Serin, N. 2009. Isparta-Darıderesi Havzası Topraklarında Erozyona Duyarlılığın Arazi Kullanım Şekillerine Bağlı Değişimi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Sayı: 2, ISSN: 1302-7085, Sayfa: 21-36
- Erpul, G., Nouri, A., Youssef, F., Basaran, M., Lee, J., Saxton, A. M. 2018. The effect of fallow tillage management on aeolian soil losses in Semiarid Central Anatolia, Turkey. Agrosystems, Geosciences & Environment, 1:180019, doi:10.2134/age2018.07.0019.
- Fıçıcı, M., ve Soykan, A. (2022). MPSİAC & RUSLE Yöntemleriyle Karşılaştırmalı Erozyon Analizi: Madra Barajı Havzası. Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi, (8), 28-47.
- Gholami, V., Sahour, H., ve Amri, M.A.H., 2021. Soil erosion modeling using erosion pins and artificial neural networks. Catena, 196, 104902.
- Görcelioğlu, E., 1988. Toprak kaybı toleransı üzerine bir inceleme. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, 38(3), 16-28.

- Jeloudar F. T., Sepanlou G.M., Emadi M.S., 2018. Impact of land use change on soil erodibility. Department of soil sciences, faculty of crop sciences, Sari agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. *Global J. Environ. Sci. Manage.*,4(1): 59-70.
- Kemper, W. D., Rosenau, R. C., 1986. Aggregate stability and size distribution. In: Klute A. (ed), *Methods of soil analysis, part 1. Agron. Monog. 9.* ASA, Madison, WI.
- Klute, A. ve Dirksen, C., 1986. Hydraulic conductivity and diffusivity. In: *Methods of soil analysis part 1. Physical and mineralogical methods*, Klute, A. (Ed.). ASA and SSSA, Madison, WI., ISBN: 0-89118-088-5, pp: 687-734.
- Laflen, J.M., Lane, J.L., Foster, G.R. 1991. WEPP – A New Generation of Erosion Prediction Technology. *J. Soil Water Cons.* 46 (1), 34–38.
- Manyiwa, T., ve Dikinya, O. 2013. Using universal soil loss equation and soil erodibility factor to assess soil erosion in Tshesebe village, north east Botswana. *African Journal of Agricultural Research*, 8(30), 4170-4178.
- Mc Lean, E.O. 1982. Soil pH and lime requirement. *methods of soil analysis, part 2. chemical and microbiological properties*, Ed. A.L. Page. American Soc. Ag. Inc. Pub. Agronomy Series, No.9, Madison, Wisconsin, USA. pp: 199-223.
- Middleton, H.E., 1930. Properties of soils which influence soil erosion. U.S. Dept. Agr., Tech. Bull., 178, 16 pp.
- Nelson, D.W., Sommers, L.E., 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. 2nd Edition.* Agronomy no:9. 539–579, 1159 p, Madison, Wisconsin, USA.
- Oğuz, İ., ve A. Durak., 1998. "Çekerek Havzası Büyük Toprak Gruplarının Bazı Özellikleri ile Su Erozyonu İlişkileri ve Havza Topraklarının Erozyona Duyarlılık Değerlendirmesi." *Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Sonuç Raporları, Ankara.*
- Ostovari, Y., Moosavi, A. A., Mozaffari, H., Poppiel, R. R., Tayebi, M., ve Demattê, J. A. 2022. Soil erodibility and its influential factors in the Middle East. In *Computers in Earth and Environmental Sciences*, 441-454.
- Öztaş, T., Koç, A., ve Çomaklı, B., 2003. Changes in vegetation and soil properties along a slope on overgrazed and eroded rangelands. *Journal of Arid Environments*, 55(1), 93-100.
- Pacci, S., SAFLI, M. E., ve Dengiz, O. (2023). Yarı Humid Ekolojik Koşullar Altında Toprak Erozyon Duyarlılık Çalışmalarında Fuzzy-Analitik Hiyerarşik Süreç Yaklaşımı. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(1), 148-165.
- Parwada, C., Van Tol, J., Tibugari, H., & Mandumbu, R. 2020. Characterisation of soil physical properties and resistance to erosion in different areas of soil associations. *African Crop Science Journal*, 28(1), 93-109.

- Parwada, C., ve Van Tol, J. (2017). Soil properties influencing erodibility of soils in the Ntabelanga area, Eastern Cape Province, South Africa. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B. Soil & Plant Science*, 67(1), 67-76.
- Panagos, P., Meusburger, K., Alewell, C. ve Montanarella, L. 2012. Soil Erodibility Estimation Using LUCAS Point Survey Data of Europe. *Environmental Modeling & Software*, 30, 143-145.
- Pandey, S., Kumar, P., Zlatic, M., Nautiyal, R., ve Panwar, V. P. 2021. Recent advances in assessment of soil erosion vulnerability in a watershed. *International Soil and Water Conservation Research*, 9(3), 305-318.
- Polat, K., Oğuz, İ., ve Koçyiğit, R. 2021. Yarı kurak iklim koşullarında eğimin farklı bölümlerinin aşınım duyarlılıklarının karşılaştırılması. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 7(1), 115-125.
- Polat, K., 2020. Yarı kurak iklim koşullarında eğimin farklı bölümlerinin aşınım duyarlılıklarının karşılaştırılması.(Yüksek Lisans Tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi.Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilimdalı, Tokat.
- Qian, M., Zhou, W., Wang, S., Li, Y., ve Cao, Y. 2022. The Influence of soil erodibility and saturated hydraulic conductivity on soil nutrients in the Pingshuo opencast coalmine, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(8), 4762.
- Rehman, A. U., Bird, J. E., Faridi, R., Shahzad, M., Shah, S., Lee, K., ... & Friedman, T. B. (2016). Mutational spectrum of MYO15A and the molecular mechanisms of DFNB3 human deafness. *Human mutation*, 37(10), 991-1003.
- Richards, L.A., 1954. Tuzlu ve Sodyumlu Toprakları Teşhis ve Islahları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 220, Yardımcı Ders Kitabı: 73, Çeviri Necmi Sönmez, Mustafa Ayyıldız, 1964, Ankara.
- Rymbai PN, Jha LK 2012. Estimation of sediment production rate of the Umbaniun Micro-watershed, Meghalaya, India. *Journal of Geography and Regional Planning*, 5(11): 293-297.
- Saygın, S., 2021. Effects of season and phenology-based changes on soil erodibility and other dynamic RUSLE factors for semi-arid winter wheat fields. *Journal of Agricultural Sciences*, 27(4), 526-535.
- Şeker, C., ve Karakaplan, S., 1999. Konya ovasında toprak özellikleri ile kırılma değerleri arasındaki ilişkiler. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 29, 183-190.
- TSE, 1987, TS 1900 İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuvar Deneyleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Tunç, E. 2020. The erodibility factor in agricultural lands of Gaziantep, Turkey. *The International Journal of Energy and Engineering Sciences*, 5(1), 12-20.
- Tüzüner, A., 1990. Toprak ve su analiz laboratuvarları el kitabı. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, s: 61-73, Ankara.

- Wang, B., Zheng, F., R mkens, M. J., ve Darboux, F., 2013. Soil erodibility for water erosion: A perspective and Chinese experiences. *Geomorphology*, 187, 1-10.
- Wischmeier, WH. ve Smith, DD. 1978. Predicting rainfall erosion losses-a guide to conservation planning. *Predicting rainfall erosion losses-a guide to conservation planning*.
- Yakupoğlu, T. ve  zdemir, N. 2006. Erozyona uğramış topraklarda organik atık uygulamalarının bazı. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(2), 173-178.
- Zhang, B. J., Zhang, G. H., Yang, H. Y. Ve Zhu, P. Z. 2019. Temporal variation in soil erosion resistance of steep slopes restored with different vegetation communities on the Chinese Loess Plateau. *Catena*, 182, 104170.

