



**YARI KURAK İKLİM KOŞULLARINDA  
EĞİMİN FARKLI BÖLÜMLERİNİN  
AŞINIMA DUYARLILIKLARININ  
KARŞILAŞTIRILMASI  
KÜBRA POLAT  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME  
ANA BİLİM DALI  
Prof. Dr. İrfan OĞUZ  
2020  
Her hakkı saklıdır**

T.C.  
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI

YARI KURAK İKLİM KOŞULLARINDA EĞİMİN FARKLI  
BÖLÜMLERİNİN AŞINIMA DUYARLILIKLARININ  
KARŞILAŞTIRILMASI

KÜBRA POLAT

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PROF. DR. İRFAN OĞUZ

TOKAT  
2020

Her hakkı saklıdır

**Kübra POLAT** tarafından hazırlanan “Yarıkurak İklim Koşullarında Eğimin Farklı Bölümlerinin Aşınımaya Duyarlılıklarının Karşılaştırılması” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 06.01.2020 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim dalında Toprak Bilim dalında kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Danışman

Prof. Dr. İrfan OĞUZ

Üye

Prof. Dr. Alper DURAK Malatya Turgut Özal  
Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

Üye

Prof. Dr. Rasim KOÇYİĞİT Tokat  
Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

İmza



ONAY

Prof. Dr. Çetin ÇEKİCİ  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



## **TEZ BEYANI**

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

**Kübra POLAT**

**Ocak/2020**

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### YARI KURAK İKLİM KOŞULLARINDA EĞİMİN FARKLI BÖLÜMLERİNİN AŞINIMA DUYARLILIKLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

KÜBRA POLAT

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANA BİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. İRFAN OĞUZ)

Bu çalışma, Tokat il merkezine 16 km mesafede olan, Uğrak Havzası içerisinde yer alan Tekneli Köyü arazisinde yürütülmüştür. Çalışmada, kompleks bir eğimin beş farklı bölümünün aşınım duyarlılık faktör değerlerindeki olası değişkenlikler araştırılmıştır. Kompleks eğimin, zirve, dış bükey, doğrusal eğim, iç bükey ve parmak eğim olarak beş bölümü belirlenmiştir. Her bölümden beşer adet olacak şekilde toplam 25 adet toprak örneği alınmıştır. Alınan toprak örneklerinde organik madde, tekstür, çok ince kum, hidrolik iletkenlik, strüktür tipi ve büyüklüğü belirlenerek K faktörü değerleri elde edilmiştir. Eğimin farklı bölümlerine ait toprak aşınım duyarlılık değerleri arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır. Eğim boyunca toprakların aşınım duyarlılık değeri oldukça az olmuş ve düşük su erozyonu riski göstermiştir.

2020, 37 Sayfa

**ANAHTAR KELİMELELER:** Toprak Aşınımı Duyarlılığı, Eğim, Eğim Bölümleri, Toprak Özellikleri, Tokat.

## **ABSTRACT**

### **MASTER THESIS**

#### **COMPARISON OF SOIL ERODIBILITY OF DIFFERENT SEGMENTS OF A SLOPE IN SEMIARID CLIMATE CONDITIONS**

**KÜBRA POLAT**

**TOKAT GAZIOSMANPASA UNIVERSITY  
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

**DEPARTMENT OF SOIL SCIENCE AND PLANT NUTRITION**

**SUPERVISOR: PROF. DR. İRFAN OĞUZ**

This study was carried out in the Tekneli Village in Uğrak Basin which is 16 km away from Tokat city center. In this study, possible variations in the soil erodibility factors values of five different parts of a complex slope were investigated. Five parts of the complex slope were determined as summit, shoulder, back-slope, foot-slope and toe-slope. A total of 25 top soil samples were collected from each section of complex slope. Organic matter, texture, very fine sand, hydraulic conductivity, structure type and size were determined and K factor values were calculated. There was no statistically significant difference between soil erodibility factor values of different parts of the slope. Along the slope, the soil erodibility values of soils was very low and showed a low risk of water erosion.

2020, 37 Pages

**KEYWORDS:** Soil Erodibility, Slope, Slope Segments, Soil Properties, Tokat.

## ÖNSÖZ

Tez çalışmam boyunca desteğini ve yardımlarını hiçbir zaman benden esirgemeyen sevgili danışman hocam Prof. Dr. İrfan OĞUZ'a teşekkürümü bir borç bilirim. Toprak örneklerinin alınması ve analizi sırasında bana yardımcı olan Dr. Saniye DEMİR hocama teşekkür ederim.

Ayrıca eğitim hayatım boyunca maddi ve manevi daima destekçi olan ve arkamda duran babam Fahri POLAT'a, annem Gülya POLAT'a, amcam İbrahim POLAT'a ve manevi olarak hep yanımda bulunan ve hiçbir fedakarlığı esirgemeyen arkadaşım Melek Didem TAYGUN'a sonsuz teşekkür ederim.

**Kübra POLAT**

**Ocak/2020**

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	13
3.1. Araştırma Yeri.....	13
3.2. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analizi.....	14
3.3. Toprakların Aşınımına Duyarlılıklarının Belirlenmesi.....	15
3.4. İstatistik Analiz Metodları.....	16
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	17
4.1. Toprak Özellikleri.....	17
4.1.1. Aşınım duyarlılık (K Faktörü) değerinin hesaplanması.....	21
4.2. Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları.....	24
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	31
6. KAYNAKLAR.....	33
7. ÖZGEÇMİŞ.....	37



## ŞEKİL LİSTESİ

<b><u>Şekil</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 3.1. Araştırmanın yürütüldüğü kompleks eğitimden görünüm .....	14
Şekil 3.2. Seçilen kompleks eğimin bölümleri .....	14



## ÇİZELGE LİSTESİ

<b><u>Çizelge</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Çizelge 4.1. Zirve eğim bölümüne ait toprak özellikleri .....	17
Çizelge 4.2. Dış bükey eğim bölümüne ait toprak özellikleri .....	18
Çizelge 4.3. Doğrusal eğim bölümüne ait toprak özellikleri .....	19
Çizelge 4.4. İç bükey eğim bölümüne ait toprak özellikleri .....	20
Çizelge 4.5. Parmak eğim bölümüne ait toprak özellikleri .....	21
Çizelge 4.6. Zirve eğim topraklarının aşınımına duyarlılık özellikleri .....	21
Çizelge 4.7. Dış bükey eğim topraklarının aşınımına duyarlılık özellikleri .....	22
Çizelge 4.8. Doğrusal eğim topraklarının aşınımına duyarlılık özellikleri .....	22
Çizelge 4.9. İç bükey eğim topraklarının aşınımına duyarlılık özellikleri .....	23
Çizelge 4.10. Parmak eğim topraklarının aşınımına duyarlılık özellikleri .....	23
Çizelge 4.11. Araştırma yeri bazı toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistik değerleri .....	28
Çizelge 4.12. Eğimin farklı bölümlerine ait toprak özelliklerinin istatistiksel olarak karşılaştırılması .....	30

## 1. GİRİŞ

Toprak erozyonu sosyo-ekonomik ve eko çevrenin gelişiminin sürdürülebilirliğini tehdit eden ciddi bir çevre sorunudur (Zhao ve ark., 2013). Ekim alanı kaybı, arazi bozulması ve verimliliği düşürerek yerinde önemli hasarlara neden olur (Lal ve ark., 2000; Zhang ve ark., 2009; Li ve Fang, 2016; Wang ve ark., 2019a). Toprak erozyonu rezervuar sedimantasyonu, kanal erozyonu ve su kirliliği gibi saha dışında da oldukça ciddi etkilere neden olur (Zhang ve ark., 2009; Li ve Fang, 2016; Wang ve ark., 2017; Wang ve ark., 2019a).

Latince kökenli bir sözcük olan erozyon Türkçe’de “Kemirme” anlamına gelmektedir. Yerel olarak erozyon için “Süprüntü, Uçkun, Dalaz” gibi ifadeler de kullanılmaktadır (Çiftçi, 2016).

Toprak ve su erozyonu öncelikli olarak, besin bakımından zengin mevcut tarım topraklarını ve saha dışı çevresel etkiyi artırarak diğer ekilebilir tarım arazilerini arazi bozulmasına maruz bırakır (Pimentel ve ark., 1995; Quinton ve ark., 2010; Wang ve ark., 2014). Yoğun tarımsal yönetimler ve sahaya özgü en iyi yönetim uygulamalarının dikkate alınmaması kırsal alanlardaki erozyonun ve diğer toprak bozulma süreçlerinin hızlandırılmasını açıklayabilir (Cerdà, 2007a). Özellikle, yoğun toprak işleme ve artan yağış yoğunluğu, mahsullerin yüzeyden uzaklaştırılmasına, bunun sonucunda da çıplak alanların ve dolayısıyla toprak kayıplarının artmasına neden olmaktadır (Cerdà ve ark., 2009). Tarım uygulamaları kaçınılmaz olarak, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinde değişikliklere yol açabilir ve bu nedenle toprağın aşınabilirliğini etkiler (Zhang ve ark., 2016).

Erozyonla ilgili olarak yapılmış olan çeşitli gözlemlerde, erozyon nispeti ile erozyondan arta kalan toprak kütleleri arasında önemli birtakım ilişkilerin varlığı sezilenmiştir. Başka bir anlatımla, toprağın erozyona uğrama hızının erozyondan arta kalan toprak miktarı ile orantılı olduğu görülmüştür. Özetle, toprağın aşınım hızının aşınmadan kalan toprak miktarına bağlı olarak değiştiği gözlenmiştir. Toprağın erozyona uğrama eğilimi, diğer bir ifadeyle aşınabilirliği, son yıllarda üzerinde en çok çalışılan konulardan biridir (Sönmez, 1994).

Dünyadaki tarımsal arazilerin yaklaşık % 90' ı şiddetli aşınım etkisindedir (Speth, 1994). Toprak aşınabilirliği araştırmaları, insan etkisiyle oluşan toprak ve su kayıplarını anlamaya katkıda bulunur (Cammeraat ve İmeson, 1998; Cerdà ve Doerr, 2007b; Brevik ve ark., 2015; Ochoa Cueva ve ark., 2015; Liu ve ark., 2015). İnsanlığın neden olduğu orman yangınları (Cerdà ve Doerr, 2005), aşırı otlatma (Palacio ve ark., 2015), çiftçilik (Zhao ve ark., 2015) ve herbisit uygulamaları (Cerdà ve ark., 2009) toprak aşınabilirliğini etkilemektedir (Vaezi ve ark., 2016). Böylece, toprak aşınabilirliği suyun (Ziadat ve Taimeh, 2013) ve rüzgarın etkisiyle (Wang ve ark., 2013; Borrelli ve ark., 2016; Colazo ve Buschiazzo, 2015) toprağın parçacıklara ayrılmasını ve ayrıca toprak kalitesinin belirlenmesini (Brevik, 2009; Zhao ve ark., 2015), toprağın oluşumunu ve toprağın bozulma süreçlerini daha iyi anlayabilmemizi sağlar (Cammeraat ve ark., 2002; Cammeraat ve Risch, 2008; Cerdà ve Doerr, 2010).

Toprak aşınması, toprağın erozyona yatkınlığını yansıtır ve toprak kaybını tahmin etmek ve toprak koruma uygulamalarının etkinliğini değerlendirmek için önemli bir parametredir (Wang ve ark., 2013; Zhang ve ark., 2008).

Toprağın aşınımına karşı duyarlılığı, çoğunlukla Universal Toprak Kayıp Denklemindeki "aşınım faktörü" (K-değeri) ile ortaya konulmaktadır. Bu faktör, toprağın tekstür, strüktür, organik madde içeriği ve su geçirgenliği gibi temel toprak özelliklerine bağılı olarak hesaplanmaktadır. Yine bu faktör mevsimsel olarak artıp azalmaktadır (Sönmez, 1994).

Yağış ve topraktaki zamansal değişikliklerin etkileri nedeniyle, güvenilir bir K faktörü değeri elde etmek için uzun yıllar gerekir (Wang ve ark., 2019a). Toprak aşınımına duyarlılık faktörü (K), toprak özelliklerinin ve toprak profil karakteristiklerinin toprak kayıplarına etkisini tanımlamaktadır.

Toprakların aşınımına duyarlılıkları toprak özelliklerine bağılı oluşu nedeniyle, farklı bakı, eğim, toprak oluşum özellikleri, vejetasyon v.b. gibi iç ve dış etkilerle değişim göstermektedir. Diğer taraftan yüksek aşınımına duyarlı topraklar yağmur, vejetasyon ve eğim gibi koşulların benzer olması durumunda daha fazla toprak aşınması anlamına gelmektedir. Erozyonla mücadelede, farklı eğim koşullarının toprakların erozyon direncine olan etkilerini anlayabilmek önemlidir.

Doğal koşullarda eğimli araziler yalnızca düz eğimlerden oluşmamakta olup düz eğimler olabileceği gibi içbükey, dışbükey ve kompleks eğimler de bulunmaktadır (Young ve Mutchler, 1969).

Çiftçi koşullarında eğimli arazilerde yürütülen tarımsal faaliyetler toprak kayıplarına yol açmaktadır. Toprağın oluşum hızı ile aşınımının birbirine eşit olması denge durumunu ifade eder ki toprak kaybı tolerans değeri (T) olarak adlandırılır. T değerine eşit veya altındaki toprak kayıpları izin verilebilir miktarlar olup, sürdürülebilir tarım için engel olmadığı varsayılır (Renard ve ark., 1997).

Eğimli arazilerde yapılan tarımsal faaliyetlerde, çiftçi tarlaları farklı eğim bölümlerinde yer alır. Diğer koşullar benzer bile olsa eğimin farklı bölümlerindeki farklı koşullar toprak kayıplarını etkiler. Uzun yıllar boyunca sürdürülmüş bulunan tarımsal faaliyetler ve farklı toprak kayıpları bu farklı eğim bölümlerinde toprak aşınımına farklı dirençlerin gelişmesine yol açar.

Erozyon üzerinde etkili diğer faktörlerin aynı olduğu koşullarda, eğim şekillerinden kaynaklanan farklılığın, sediment verimi ve yüzey akış üzerine etkilerinin bilinmesi önemlidir. Belli bir eğim şeklinin erozyona olası etkilerini ortaya koymak, sürdürülebilirlik açısından bir gerekliliktir.

Eğim uzunluğu, derecesi ve şekli erozyon üzerinde etkilidir. Eğim uzunluğunun ve eğim derecesinin yüzeysel akış ve toprak kaybı üzerine etkilerini ortaya koyan birçok çalışma yapılmıştır. Ancak eğim şeklinin, toprak erozyonuna etkisi ile ilgili bilgiler istenilen düzeyde değildir (Nearing ve ark., 1994). Bu konuda yürütülen çalışmalar genellikle üniform eğimlerde gerçekleştirilmiştir ve az sayıdadır (Rieke-Zapp ve Nearing, 2005).

Eğimin farklı bölümlerinin erozyona etkisini, aşınıma duyarlılık faktörü ele alınarak araştırıldığı bu çalışma, kuru tarım koşullarında eğimli arazilerde tarımsal faaliyet yürüten çiftçilerin bu faaliyetlerinin erozyon bakımından oluşturduğu riski anlamak ve gerekli önlemleri alarak sürdürülebilir arazi kullanımını yaygınlaştırmayı destekleyecektir. Tokat yöresi kurak-yarı kurak iklim koşullarında yer almaktadır. Kompleks yapıda eğimli arazilerde yer alan çiftçi tarlaları yağış dağılımında görülen yetersizliklerden dolayı kurak koşullarda kısıtlı bitkisel üretim ve vejetatif aksam

oluşturabilmektedir. Toprak üstü vejetatif aksamın bu yetersizliği yüzeyin doğrudan yağışın aşındırıcı etkisine maruz kalmasına yol açmaktadır. Bitkisel örtünün yetersizliği erozyona karşı toprakların göstermiş oldukları direncin önemini artırmaktadır. Farklı eğim bölümlerinde yer alan toprakların aşınımına duyarlılıklarının bilinmesi alınabilecek ilave tedbirlerin planlanabilmesi için zaruridir.

Bu çalışmada Tokat-Artova yöresinde farklı eğim bölümlerine sahip kompleks bir eğim boyunca, var olan 5 eğim bölümünden (zirve, dış bükey, doğrusal, iç bükey ve parmak eğim) her segmentten beşer adet olmak üzere toplamda 25 adet toprak örneği alınarak organik madde, tekstür, çok ince kum, hidrolik iletkenlik, strüktür tipi ve büyüklüğü belirlenmiştir. Elde edilen veriler değerlendirilerek her eğim bölümünün aşınımına duyarlılık (K) değerleri hesaplanmış ve farklı eğim bölümlerinin aşınımına duyarlılıkları istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Toprak erozyonu küresel ölçekte ciddi çevresel, ekonomik ve sosyal problemdir. Sadece arazi bozulmasına ve toprak verimlilik kaybına neden olmaz, ayrıca toplumun genel istikrarını, sağlığını ve özellikle kırsal alanların gelişiminin sürdürülebilirliğini tehdit eder (Lal, 1991; Tang, 2004; Zheng ve ark., 2004; Jing ve ark., 2005).

Toprak aşınımına duyarlılığının incelenmesi, toprak kaybı tahmini için çok önemli bir gerekliliktir ve toprak koruma işlemlerinin uygulanması ve tarımsal ekosistemin sürdürülebilirliği için büyük önem taşımaktadır (Zhang ve ark., 2008, 2019). Toprak aşınımına duyarlılığı yağış ve oluşan yüzey akışa bağlı olarak meydana gelen hem toprak aşınımına hem de sediment taşınımına toprağın doğal direncini yansıtır (Wang ve ark., 2013).

Tokat Artova yöresinde homojen eğimli bir tarlanın 0 – 20 ve 20 – 40 cm derinliklerinden alınan toprak örneklerinde yapılan çeşitli analizlerin istatistiksel karşılaştırması yapılarak, bir eğim boyunca toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri ile aşınımına duyarlılığındaki değişimler ele alınarak araştırılmıştır. Yapılan çalışmada yukarı eğime olan mesafenin artması ile toprakların tuz, kil, solma noktası ve K<sub>2</sub>O içerikleri artarken organik madde, kum, pH ve CaCO<sub>3</sub> içerikleri azalmıştır. Toprak aşınımına duyarlılığı yukarı eğimde fazla olurken, aşağı eğime doğru gidildikçe azalmıştır. Toprakların aşınımına duyarlılığını temel belirleyici unsur toprak bünyesi olmuştur. Hacim ağırlığı, özgül ağırlık, agregat stabilitesi, makropor ve tarla kapasitesi ile yukarı eğime olan mesafe arasında istatistiksel bir ilişki bulunamamıştır (Oğuz ve Noyan, 2000).

Öztaş ve ark. (2003), genellikle dik yarı kurak bölgelerde bulunan meralarda, doğal kaynak yönetiminin özellikle önemli olduğunu bildirmişlerdir. Devam eden aşırı otlatma ve erozyon bitki topluluklarını ve toprak özelliklerini değiştirdiğini bildiren araştırmacılar, otlatılmış ve orta derecede aşınmış bir meranın eğim boyunca bitki örtüsü ve toprak özelliklerindeki değişiklikleri incelemişlerdir. Çalışmada, üç farklı eğim pozisyonuna (zirve eğim, doğrusal eğim ve parmak eğimi) sahip dört farklı

çalışma alanı seçilmiştir. Her pozisyonda, botanik kompozisyon, örtü içeriği, mera kalite derecesi ile, tekstür, hacim ağırlığı, nem, organik madde içeriği, CaCO<sub>3</sub> içeriği ve bitki-P içeriği gibi bazı önemli yüzey toprak özellikleri belirlenmiştir. Mera örtülülük yüzdesi % 39.5 ile % 84.0 arasında değişmiş ve genellikle vejetasyon yoğunluğu zirve eğimde en düşük ve parmak eğim pozisyonunda en yüksek olduğu görülmüştür. Zirve eğimde baklagil sıklığı diğer iki pozisyondaki sahalardan daha düşük bulunmuştur. Bu eğim bölümünde örtü miktarı % 19.6 ve % 45.2 arasında değişmiştir. En yüksek örtü içeriği parmak eğimde, en düşük miktarlar ise zirve eğimde gözlemlenmiştir. Toprakların kil içeriği, doğrusal eğimde en düşük seviyede görülmüştür. Ancak zirve ve parmak eğim pozisyonlarının kil içeriğinde anlamlı bir fark bulunamamıştır. Hacim ağırlığı genel olarak doğrusal eğimde parmak eğime göre daha yüksek olmuştur. Örnekleme sırasındaki toprak nemi ve organik madde içeriği genel olarak parmak eğimi pozisyonlarında, doğrusal eğim ve zirve eğime göre daha yüksek olmuştur. Bitkilerin fosfor içeriği doğrusal eğimde en düşük, toprağın CaCO<sub>3</sub> içeriği ise tüm bölgelerin parmak eğiminde en düşük olmuştur.

Tokat bölgesinde yüksek tarımsal potansiyele sahip Kazova'da yürütölen bir başka araştırmada erozyon ve verimlilik ilişkileri araştırılmıştır. Bağlar, Güzeldere, Gülpınar, Çerçi ve Söngüt köylerine ait taban ve yamaç eğimlerde yürütölen çalışmalar sonucunda toprak kayıpları ile şekerpancarı ve buğday ürün verimi arasında zıt bir ilişki görülmüştür. Toprak kayıpları miktarı ile kum ve CaCO<sub>3</sub> arasında pozitif, kil, pH, tuz ve Cu içeriği arasında negatif bir ilişki bulunmuştur. Toprak kaybı ile silt, KDK, P, K, organik madde, B, Fe, Zn ve Mn arasında istatistiksel bir ilişki bulunamamıştır (Oğuz ve ark., 2006).

Bartın ili, Dallica Köyü sınırları içinde, eğim şekillerinin erozyona etkisi iki yıl süreyle doğal yağış koşullarında yüzey akış parsellerinde araştırılmıştır. Araştırmada düz, içbükey ve dışbükey yamaç şekillerinin yüzey akışa etkisi araştırılmıştır. Eğim şekilleri oluşan yüzey akış ve toprak kaybı üzerinde etkili bulunmuştur. Düz eğimde en yüksek yüzey akış ve toprak kaybı meydana gelmiştir. En düşük yüzey akış dışbükey eğimde, en düşük toprak kaybı ise içbükey eğimde meydana gelmiştir (Şensoy, 2010).



Wang ve ark. (2013), Çin ve ABD'de toprak aşınma duyarlılık durumunu değerlendirmek amacıyla 80 yıllık süreçte yürütülen erozyon çalışmalarını gözden geçirmişlerdir. Araştırmacılar, aşınabilirliğin yersel ve zamansal değişimleri hakkındaki bilgileri çalışmalarında bir araya getirmişlerdir. Toprak aşınmasının genellikle toprak erozyonunun farklı bileşenleri ve işleyişinden dolayı toprak kaybını tanımlamada yeterince uygun bulmamışlardır. Yapmış oldukları gözden geçirme sonucunda aşağıdaki hususların geliştirilmesi kanaatine varmışlardır. Bunlar, (1) aşınabilirliğin tanımının geliştirilme ihtiyacı, (2) erozyon modellerinde kullanımda özellikle belirli coğrafi bölgelerde ve farklı erozyon alt süreçlerini tanımlamada modifiye edilmesi ihtiyacı, (3) farklı toprak erozyonu alt süreçleri için aşınma duyarlılığın nitelenmesi için ileri yöntemler ve (4) toprak aşınabilirliğinin zamansal değişikliklerine yol açan mekanizmaların daha iyi anlaşılması. Araştırmacılar bu inceleme sonucunda elde edilen bulguların toprak aşınabilirliği ve gelecekteki araştırmalar için daha rasyonel bir temel sağlayacağı ve toprak erozyonunu süreç esaslı olmak üzere daha etkili tahmin edebilecek modelleme ve toprak koruma uygulamalarına katkı sağlayacağını ileri sürmüşlerdir.

Kulikov ve ark. (2017), Kırgızistan'ın dağlık mera alanlarında otlak alanlarını temsil eden farklı otlatma yoğunluğuna sahip iki sahada toprak aşınımını haritalamışlardır. Çalışmada toplam 232 adet toprak örneği alınmış ve laboratuvar analiz sonuçlarına dayalı olarak Gözden Geçirilmiş Evrensel Toprak Kaybı Denklemi (RUSLE) K faktörü eşitliği kullanılmıştır. Daha sonra farklı arazi indisleri ve ASTERDEM ve LANDSAT görüntülerinden elde edilen frekans bantlarının oranları yardımcı veri olarak kullanılmıştır. Toprak aşınabilirliği anlamlı şekilde kanal ağı, uzaktan algılanan kısa dalga kızılötesi bantlar ve eğim ile ilişkilendirilmiştir. Mekansal olarak belirgin alanlardan ve uzaktan algılanan verilerden yararlanarak toprak aşınabilirliğini tahmin etmek için çoklu regresyon analizi uygulamışlardır. Araştırmacıların elde etmiş oldukları nihai toprak aşınabilirliği modeli regresyon denklemi kullanılarak geliştirilmiştir. Modelin mekansal çözünürlüğü 30 metre ve tahmini ortalama düzeltilmiş determinasyon katsayısı,  $R^2= 0.47$  olmuştur. Belirtilen her iki bölge için hesaplanmış ve tahmin edilmiş ortalama toprak aşınma duyarlılık değerleri (0.035 ve

0.039) olmuş ve 0.95 anlamlılık düzeyinde farklılık göstermiştir. Farklılığın kaynağı esas olarak yükseklik farkına bağlanmıştır.

Lin ve ark. (2017), yaptıkları araştırmada toprak parçacıklarının yüzey akış ile taşınmasını incelemişlerdir. Deneyde kolüvyal birikintiler kullanılarak 5.0 m uzunluğunda ve 1.0 m genişliğinde bir kanal oluşturulmuştur. Eğim % 36-84 arasında ve akış hızı  $0.72 \text{ L m}^{-2} \text{ dak}^{-1}$  –  $2.88 \text{ L m}^{-2} \text{ dak}^{-1}$  arasında değişmiştir. Yüzey akış oranı ve sediment verimi yüzey akış için geçen sürenin artması ile artmıştır. Yüzey akış ve sediment verimi, düşük akış oranına kıyasla yüksek akış hızıyla muamelede daha değişken olmuştur. Sediment konsantrasyonunun dalgalanması genellikle  $500 \text{ g L}^{-1}$  ye kadar ulaşan akışlarda meydana gelmiştir. Eğim gradyanı ve yüzey akışı oranı, sediment taşıma kapasitesini etkilemiştir. Deneysel sonuçlarda çakıl büyüklüğündeki parçacıkların yüzdesi, artan akış hızı ve eğim gradyanı ile artarken, silt ve kil yüzdesinde azalma belirlenmiştir. Ortalama çakıl zenginleştirme oranı (ER) genellikle  $<1$  olmuştur. Ancak akış hızı ve eğim gradyanının ve sabit değerlerin 1.1-1.4 aralığında artmasıyla, silt ve kil yüzdelерinin ER değeri azaldı. Tahmin edilen akış değerleri, sediment verimi ve sediment konsantrasyonları ölçülen değerlerin ampirik bir denklemiyle simüle edildi ve regresyon katsayıları sırasıyla 0.983, 0.996 ve 0.877 oldu. Akış hızı  $> 2.16 \text{ L m}^{-2} \text{ dak}^{-1}$  olduğunda, yatak yükü taşınımı önemli bir mekanizma olmakla birlikte, simülasyon modeli bu değerleri olduğundan fazla tahmin etmiştir.

Cheng ve ark. (2018), toprağın su içeriği (SWC) ve aşınıma duyarlılığın besin element kayıpları üzerindeki etkileri ve ayrıca donma-çözülme işleminin mevcut azot (AN) ve donmuş topraklardaki fosfor (AP) kayıpları üzerindeki etkisi konularının nadiren araştırıldığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, çalışmalarında donma-çözülme koşullarında bulunan topraklarda AN ve AP kayıpları üzerine SWC ve toprak aşınıma duyarlılığın etkilerini belirlemek için bir dizi laboratuvar simülasyonu deneyi yapmışlardır. Donmuş-çözülmüş topraklarla donmamış topraklar olmak üzere iki uygulama oluşturulmuş (LS: Dondurulmamış lös; FTS: Donmuş-çözülmüş lös) ve %10 ile %30 arasında beş adet SWC ile çalışılmış ve daha düşük su içeriğine sahip alanlar (%10 ve %15), daha yüksek su içeriğine sahip alanlar (%20, %25 ve %30) olacak şekilde SWC iki gruba ayrılmıştır. Genel olarak, farklı SWC, AN ve AP

konsantrasyonlarıyla ilişkili akış/sediment önemli farklılıklar ( $p<0.05$ ) meydana gelmiş, SWC ile AN ve AP kaybı arasındaki ilişki kuadratik bir eğilim göstermiştir ( $R^2>0.8$ ). İki işlemde, SWC %30 iken en fazla akış AN ve AP kaybı ve SWC %10 iken sedimentle ilişkili en büyük AN ve AP kayıpları tespit edilmiştir. LS'nin toprak aşınabilirlik faktörü (K), SWC düşük olduğunda FTS' den daha az olmuş ve yüksek su içeriğinde ise daha büyük olmuştur. Su içeriğinin sediment miktarı üzerindeki etkisi pozitif ve doğrusal olmuştur. Yüzey akış oranı ve sediment verimi arasındaki regresyon hattı bir toprak aşınım göstergesi olarak uygun bulunmuş, akışa bağlı AN kayıplarının çoğunlukla akış hızıyla kontrol edildiği ve toprak aşınmasından zayıf etkilendiği görülmüştür ( $p>0.05$ ). Bununla birlikte toprak aşınımına duyarlılığı sediment-AP kayıpları ( $p<0.01$ ) ile pozitif logaritmik ilişki ile anlamlı bir şekilde etkilenmiştir. Donma-çözülme etkisi, SWC %15, %20 ve %30 olduğunda toplam AN kaybını arttırmıştır.

Zhao ve ark. (2018), çalışmalarında kontur (CT) ve korumalı toprak işleme (RT) uygulanmış parsellerden meydana gelen toprak ve su kayıplarını ölçmüşler ve eğimli yamaçların neden daha fazla sediment akışı ürettiğini analiz etmişlerdir. Bu amaçla  $90 \text{ mmh}^{-1}$  sabit intensitede yapay yağış siltli killi tın toprağa uygulayarak yüzey akış ve rill akış erozyonu süreçlerini benzeştirmişlerdir. Sonuçta, CT ve RT parsellerinde oluşan yüzey akış, pürüzsüz eğim ile karşılaştırıldığında % 60 oranında azalma göstermiş, sadece rill akışta küçük bir azalma meydana gelmiştir. CT, pürüzsüz eğimle kıyaslandığında gerek yüzeysel ve gerekse rill akışı ile oluşan erozyon süreçleri yaklaşık % 30-60 oranında azalmıştır. RT eğimde de yüzey akış esnasında oluşan sediment miktarı azaltmış olmakla birlikte, rill akışı sırasında sediment erozyonunun % 25 oranında artmıştır. işlenen RT'de eğim sediment akışında genel bir artışa yol açmıştır. CT eğimlerde, sediment üretimi oluşturulan sırtlara bağlı olmuş ve oluklar sediment taşınımı sınırlamışlardır. RT eğimler için sediment üretimi arazideki depresyona bağlı olmuş ve çöküntülerin sediment ile dolması durumunda, çöküntülerden çıkan yağmur suyu, rill akış erozyonuna ve CT ile karşılaştırıldığında daha fazla sediment kaybına neden olmuştur. Araştırmacılar buldukları sonuçlarda toprak işleme ile teşviklenen farklı yüzey mikrotopografileri için sediment ve akış farklılıklarının, özellikle rill akış erozyon işlemi sırasında önemli olduğunu göstermiştir.

Gelecekteki çalışmalar eğimli arazide farklı mikrotopografilerin işlenen arazide rilllerin nasıl tetiklendiğini ve yağmur sırasında değiştiğini daha iyi belirlemek için ele alınmasını tavsiye etmişlerdir.

Wang ve ark. (2019b), bitki örtüsü geliştirme çalışmalarının toprak yüzeyi özelliklerini anlamlıca değiştirerek muhtemelen toprak aşınımına duyarlılığını etkilediğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar yürütmüş oldukları çalışmalarında bitki örtüsü geliştirme stratejilerinin aşınım duyarlılık, kohezyon (Coh ), penetrasyon direnci (PR), doymuş hidrolik iletkenlik (Ks), damla etki sayısı (NDI ), toprak agregatlarının ortalama ağırlık çapı (MWD) ve Loess Platosu'ndaki toprak aşınabilirliği üzerine etkisini ele almışlardır. Eğimli bir tarım arazisi ile beş adet old world bluestem, korshinsk peashrub, shrup sophora, deniz iğdesi ve yalancı akasya ile kaplı 25 yıllık restore edilmiş araziler test bölgesi olarak seçilmiştir. Old world bluestem doğal süksesyonla geliştirilirken, diğer dört alan yapay ekim ile restore edilmiştir. Bitki örtüsü restorasyon stratejilerinin toprak aşınması üzerindeki etkilerini tamamen ölçmek için kapsamlı bir toprak aşınma endeksi (CSEI), bir ağırlıklı toplam yöntemi ile üretilmiştir. Çalışma sonucunda, restore edilen beş arazinin Coh , Ks , NDI ve MWD değerleri eğimli tarım arazilerinden daha büyük bulunmuştur Ancak, restore edilmiş beş alanın PR ve K değerleri eğimli tarım arazilerinden daha düşük olmuştur. CSEI, farklı restorasyon stratejileri altında, 1 ile 0.214 arasında büyük ölçüde değişmiştir. Kontrol ile karşılaştırıldığında bu endeksler ortalama % 68.2, % 78.6, % 72.7, % 75.8 ve % 62.8 oranında azalmıştır. Yapay ekim yoluyla geliştirilen çalılık alanlar, özellikle korshinsk peashrub, Loess Platosu üzerindeki toprak aşınmasını azaltmak için en etkili restorasyon stratejileri olarak kabul edilmiştir.

Zhang ve ark. (2019), Çin'in Loess Platosu'daki vejetasyona dayalı farklı eğimli arazilerinde toprak aşınabilirliği göstergelerinde meydana gelen geçici değişimleri araştırmak amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Toprak aşınabilirlik göstergeleri olarak K faktörü, ortalama ağırlık çapı (MWD), ortalama damla çarpma sayısı (MND), doymuş iletkenlik (Ks), kohezyon (Coh), penetrasyon direnci (PR) ve kapsamlı bir toprak aşınabilirliği indeksi (CSEI) seçilmiştir. Yedi adet toprak erozyon eğilimini ölçmek için, bir adet eğimli ekim alanı (kontrol olarak) ve yedi farklı bitki örtüsü

bulunan eğimli arazi seçilmiştir. Farklı bitki örtüsü bulunan alanların toprak aşınabilirlik göstergelerinde meydana gelen geçici değişiklikler benzer olmuştur. K faktörü önemli ölçüde dalgalanma göstermiş, MWD , MND , Ks , Coh ve PR zaman içinde kademeli olarak artmıştır. Bununla birlikte, kontrol ekili alandaki tüm aşınabilirlik göstergeleri zaman içinde belirgin bir eğilim göstermeden dalgalanmıştır. Tüm bölgelerin CSEI'si zaman içinde önemli ölçüde dalgalanmıştır. Kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında, farklı bitki örtüsü alanlarının ortalama K faktörleri % 2-% 24 oranında azalırken, MWD , MND , Ks , Coh ve PR ortalama değerleri sırasıyla % 108 -% 217, % 152-% 343, % 94-% 306, % 73-% 175 ve % 30 -% 199 artmıştır. Sonuç olarak, farklı bitki örtüsü alanlarının ortalama CSEI' si % 41-% 86 oranında azaltılmıştır. Toprak aşınabilirlik göstergelerinde meydana gelen zamansal geçici değişiklikler, kök kütle yoğunluğundaki mevsimsel değişimlerle yakından ilişkili bulunmuştur.

Zhu ve ark. (2019), tarafından yürütülen araştırmada arazi kullanım türü, iklim, topografya, toprak ve bitki örtüsü yaşı gibi K faktörünü etkileyen unsurları analiz etmek için 152 adet literatürde bildirilmiş 325 noktasal verinin sonuçlarını sentezlemiştir. Çalışma sonucunda,  $> 25^\circ$  eğimli alanların ( $K = 0.1047$ ),  $< 6^\circ$  ( $K = 0.0637$ ) veya  $6-25^\circ$  ( $K = 0.0832$ ) eğimlere sahip alanlardan daha büyük bir K faktör değerine sahip olduklarını göstermiştir. K faktör değerleri 2006-2011 arası dönemde ( $K = 0.0725$ ), 1999'dan 2005'e ( $K = 0.058$ ) ve 2012'den 2016'ya ( $K = 0.0631$ ) göre daha yüksekti. K faktör değeri başlangıçta vejetasyon restorasyon yaşıyla birlikte arttı ve sonra kademeli olarak azaldı. Kuzeybatı Çin'de Loess Platosunda yer alan Heilongjiang ve Güney Guizhou'da, Kuzeydoğu Çin siyah topraklarında ve Güneybatı Çin'in Karst alanında; hidrolik erozyon, donma-çözülme erozyonu ve yüksek yoğunluklu erozyon sırasıyla en fazla aşınabilir bölge olarak dikkati çekmiştir. Genel olarak, K değerini etkileyen en önemli faktör toprak özellikleri olmuş, bunu topografya ve iklim izlemiştir. Bunlar arasında toprak azotu ve yağış, K faktörünü etkilemede en önemli iki faktör olmuştur.

Yusong ve ark. (2019), tarafından Güney Çin'deki Hubei, Jiangxi, Fujian ve Guangdong eyaletlerinin sel yarıntısı erozyon alanlarında yürütülen araştırmada, toprak aşınabilirliği (K faktör) ve sel yarıntısı alanlarındaki alüvyon yelpazelerin fizikokimyasal özellikleri arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Sel yatağındaki alüvyal yelpazeler daha yüksek kütle yoğunluğuna sahip olmuş, fakat çölleşme olmayan tarım arazisi topraklarında,

kontrol grubundan (CK) daha düşük toplam gözeneklilik, doymuş su içeriği, silt ve kil içeriği olmuştur. Toprak kalitesi alüvyal yelpazenin bitiş noktasından su toplama bölgesine doğru kademeli olarak düşmüştür. Toprakta pH, organik madde, katyon değişim kapasitesi ile toplam potasyum, azot ve fosfor değerlerinde önemli düşüşler bulunmuş, bunun yanı sıra azot, fosfor ve potasyum değerleri, topraktaki besin maddelerinde alüvyal yelpazenin ağız bölgesinden su toplama bölgesine doğru gidildikçe kademeli olarak azalmıştır. Toprak aşınabilirliği alüvyal yelpaze su toplama bölgesinde en yüksek olmuş ve alüvyon yelpazelerin toprak aşınabilirliği K değerleri CK topraklarında sırasıyla Hubei (% 53.71), Jiangxi (% 66.28), Fujian (% 67.53) ve Guangdong'un (% 71.68) olmuştur. Toprak aşınımına duyarlılık (K) değerleri ve fizikokimyasal özellikleri, kum ve organik madde içeriği arasında anlamlı ilişki bulunmuştur.

Lobo ve Bonilla (2019), yaptıkları çalışmada olay esaslı sediment taşınımını kil, silt ve kum parçacıklarından tahmin etmek için bir model geliştirmeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla, Orta Şili'den ölçülen toprak ve iklim verilerini kullanarak birçok eğim konfigürasyonu ve yönetim uygulamaları için WEPP modelinde bir toprak kaybı veri tabanını oluşturmuşlardır. 83 bölgede kullanılan verilerde 200 000'den fazla erozyon olayı meydana gelmiştir. Çoklu regresyon analizi ile toprak kaybını kontrol eden temel değişkenler yağış erozivitesi, toprak aşınırılığı, yamaç eğim geometrisi, başlangıç toprak nemi ve toplam yağış olduğu belirlenmiştir. Bu değişken veriler kullanılarak derecelendirilmiş bir toprak kaybı modeline dahil edilmiştir ve 32 saha ( $R^2 = 0.81-0.83$ ) ve kalan 51 saha için ( $R^2 = 0.66-0.89$ ) model doğrulanmıştır. Model üzerinde kil ve silt zerrelere dayalı doğru tahminler (sırasıyla  $R^2 = 0.86$  ve  $0.78$ ) sağlanmış, ancak kum zerrelere için ( $R^2 = 0.31$ ) tahmin başarısı düşük olmuştur. Tesviye hatlarına uygun sürüm ve şeritsel ekim de toprak kaybı modeline dahil edilmiş, güvenilir toprak kaybı ( $R^2 = 0.51-0.78$ ), kil ( $R^2 = 0.54-0.75$ ) ve silt ( $R^2 = 0.57-0.68$ ) tahminlerini sağlamışlardır. Geliştirilen model kolay kullanım ve sadeliği nedeniyle tavsiye edilmiştir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Araştırma Yeri

Çalışma Uğrak Havzası içerisinde yer alan Tekneli köyü arazisinde yürütülmüştür. Tekneli Köyü, Tokat – Sivas karayolu üzerinde yer almakta olup Tokat il merkezine 16 km mesafededir.

Çalışma yerinin strüktür tipi, derecesi Orta-Orta-Granülerdir. Arazinin yükseltisi, zirve eğimde 1140 m, dış bükey eğimde 1135 m, doğrusal 1125 m, iç bükey 1115 m ve parmak eğimde 1110 m'dir.

Uğrak Havzası arazisi, havzadan geçen Hakan Deresinin taşıdığı alüvyonlarla oluşmuş taban arazi, havzayı dört taraftan kuşatmış dağların oluşturduğu dik eğimli arazi ve dik eğimli ve taban arazi arasında yer alan etek arazi olarak üç fizyografik üniteden oluşmuştur. Havzada, üç fizyografik ünite, seri kategorisinde ayırt edilen Tekneli, Semertaş, Tavşandere ve Uğrak serileri Entisol, Acıkiraz Serisi ise Inceptisol ordosunda sınıflandırılmıştır (Oğuz ve ark., 2005).

Araştırma Tekneli Serisi toprakları üzerinde yürütülmüştür. Bu seri toprakları % 10 – 12 eğimli, kireçtaşı üzerinde oluşmuş A ve C horizonlu, sıg topraklardır. Munsell Renk Skalası'na göre belirlenen toprak rengi, profil boyunca donuk sarımsıkahverenginden parlak kahverengimsi griye kadar değişmektedir. Kireç profilde derinlere gidildikçe artmaktadır. Baskın katyon Ca ve Mg olup pH 7.70 – 7.86 arasında değişmektedir. KDK 29.63 – 34.99 cmolkg<sup>-1</sup> arasındadır. Kil miktarı derine inildikçe azalmaktadır. Tekstür A ve C horizonlarında killitındır (Oğuz ve ark., 2005).

Uğrak Havzasında yarı kurak iklim koşulları hakim olup yazları sıcak ve kurak, kışları ise soğuk ve yağışlıdır. Ortalama yıllık yağış 492.1 mm, ortalama sıcaklık 8.1 C°, en yüksek kar derinliği 86 cm olup karla örtülü gün sayısı en fazla 124 gündür (Oğuz ve Balçın, 2004). Tokat bölgesi iklim verileri dikkate alındığında çalışma bölgesi nem rejimi ustic, toprak sıcaklık rejimi ise mesic' t

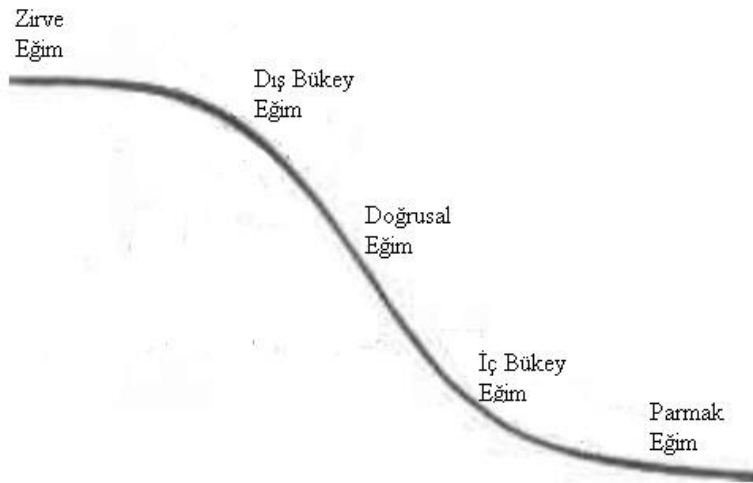
### 3.2. Toprak Örneklerinin Alınması ve Analizi

Araştırma kompleks eğimli bir arazide yürütülmüştür ve eğim uzunluğu yaklaşık 300 m civarındadır. Seçilmiş olan kompleks eğimin şematik görünümü Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Araştırmanın yürütüldüğü kompleks eğimden görünüm

Çalışma havzası içerisinde seçilen kompleks eğim, zirve, dış bükey, doğrusal eğim, iç bükey eğim ve parmak eğim olmak üzere 5 kısımda araştırılmıştır. Her bir eğim bölümünden beşer adet olacak şekilde toplam 25 adet yüzey toprak örneği alınmıştır. Toprak örnekleme eğim doğrultu hattından olmak üzere 0-20 cm toprak derinliğinden bozulmuş toprak örneği olarak alınmıştır.



Şekil 3.2. Seçilen kompleks eğimin bölümleri



Her toprak örneklerinde K faktörünü tanımlamak amacıyla organik madde, tekstür, çok ince kum, hidrolik iletkenlik ve strüktür tipi ve büyüklüğü belirlenmiştir. Toprak özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan analiz ve yöntemler aşağıda verilmiştir.

Organik Madde (%) Modifiye Walkley - Black metoduna göre (Tüzüner, 1990).

Tekstür (%): Bouyoucous Hidrometre yöntemine göre (Tüzüner, 1990).

Çok İnce Kum (%): Aşınımaya duyarlılığı belirlemek amacıyla, ıslak eleme ile belirlenmiştir (Soil Survey Staff, 1951).

Hidrolik İletkenlik: Toprak bünyesine bağlı olarak SPAW programı ile hesapla tahmin edilmiştir (Saxton ve Rawls, 2006).

Strüktür Tipi ve Büyüklüğü: Strüktür tipi ve boyutu arazide gözlem ve el ile kontrol suretiyle belirlenmiştir (Soil Survey Staff, 1951).

Kireç (%): Toprağın Scheibler kalsimetresinde seyreltik hidroklorik asitle reaksiyona tabi tutulması ile karbonatlardan çıkan CO<sub>2</sub> gazının kapalı bir boruda tutularak hacminin ölçülmesi ile belirlenmiştir (Tüzüner, 1990).

Agregat stabilitesi (%): Islak eleme aletinde su ve kalgon ile dispers edilmiş 4 g toprak örneğinde elek üzerinde kalan kalgon ile muamele edilen örnek ağırlığının kalgon ve su ile muamele edilmiş örnek ağırlığına oranlanması suretiyle belirlenmiştir (Tüzüner, 1990).

### **3.3. Toprakların Aşınımaya Duyarlılıklarının Belirlenmesi**

Toprakların aşınımaya duyarlılığı (K faktörü), her bir noktasal toprak örneği için yapılmış olan laboratuvar analizine dayalı olarak aşağıdaki ampirik eşitlikten yararlanılarak belirlenmiştir (Wischmeier ve Smith, 1978).

$$100xK = ((2.17 \times 10^{-4}) \times (M1.14) \times (12-a) + 3.25 \times (b - 2) + 2.5 \times (c - 3)) \times 0.1317 \quad (1)$$

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.

$$M = (\text{Çok ince kum} + \text{Silt}) (100 - K) \quad (2)$$

### 3.4. İstatistiki Analiz Metodları

Karışık eğimi oluşturan eğimin 5 farklı bölümü (konu) ve bu eğim bölümlerinden alınmış 5 adet toprak örneklerine (tekerrür) ait aşınım duyarlılık değerleri ve aşınım duyarlılığı hesaplamaya yarayan toprak özellikleri normal dağılım gösterenler t testi ile, normal dağılım göstermeyenler nonparametrik Mann Whitney U testi ile karşılaştırılmıştır. Kompleks eğimin farklı bölümleri için belirlenen toprak özellikleri ve aşınım duyarlılık değerlerine ait verilerin tanımlayıcı istatistik değerleri belirlenmiştir (SPSS, 2018).

## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

### 4.1. Toprak Özellikleri

Araştırmada Uğrak su toplama havzasında yer alan zirve, dış bükey, doğrusal eğim, iç bükey eğim ve parmak eğime sahip seçilmiş kompleks eğimin her farklı bölümünden beşer adet olmak üzere toplam 25 adet toprak örneklerinin kum, kil, silt, organik madde, kireç, agregat stabilitesi ve çok ince kum değerleri belirlenmiştir.

Zirve eğimde yer alan toprakların kum içeriği % 25.42-29.8 arasında, kil içeriği % 54.88-59.26, silt içeriği % 13.13-17.52, organik madde miktarı % 2.27-3.06, kireç içeriği % 1.6-3.0, agregat stabilitesi % 84.97-89.44, çok ince kum içeriği % 2.1-2.8 arasında değişmiştir (Çizelge 4.1).

Zirve eğim toprakları killi bünyeye sahip, organik madde içeriği yüksek, kireç içeriği az, stabil agregatları oldukça yeterli bulunmuştur. Toprak özellikleri dikkate alındığında eğimin bu bölümünde yer alan topraklar erozyona dayanıklı iyi bir strüktür geliştirme yeteneğine sahip olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.1. Zirve eğim bölümüne ait toprak özellikleri

Tekerrür	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Tekstür Sınıfı	Organik Madde(%)	Kireç (%)	Agregat Stabilitesi (%)	Çok İnce Kum(%)
1	27.61	54.88	17.51	C	3.03	3.0	86.61	2.8
2	29.8	57.06	13.14	C	2.90	2.8	84.97	2.5
3	25.42	57.06	17.52	C	3.06	1.6	88.82	2.1
4	25.42	57.06	17.52	C	2.56	2.0	88.43	2.4
5	27.61	59.26	13.13	C	2.27	2.0	89.44	2.2

Dış bükey eğime ait toprak özellikleri Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Eğimin bu bölümünde yer alan toprakların kum içeriği % 32.0-36.36, kil % 46.13-51.60, silt % 15.32-19.68, organik madde % 2.95-3.81, kireç % 1.2-4.0, agregat stabilitesi % 83.60-88.39 ve çok ince kum içeriği % 2.1-2.8 aralığında değişim göstermiştir.

Eğimin dış bükey kısmında yer alan topraklar tekstürel özellikler bakımından daha fazla kum ve daha az kil içeriği göstermişlerdir. Dış bükey eğimin silt içeriği zirve eğim topraklarına göre bazı örnekleme noktalarında fazla, bazı örnekleme noktalarında ise daha az olmuştur. Kumlu killi tın bünyeye sahip dış bükey eğimin tekstürel özelliklerinin, eğimin düz ve düze yakın olduğu zirve eğimin killi tekstür bünyesi ile karşılaştırıldığında, oluşan yüzey akışla bir miktar ince materyalin eğimin aşağı bölümlerine taşındığı düşünülmektedir. Dış bükey eğimler fizyografyaları gereği oluşan yüzey akışı biriktirme veya yavaşlatma yeteneğine sahip değildir. Nitekim yağışlara bağlı olarak oluşan yüzey akış, askıda sedimenti zirve eğimden taşımaya başlar ve parmak eğim bölgesinden araziye terk ederek eğim sonunda oluşan kuru akışlı derelere taşır.

Dış bükey eğimin organik madde içeriği orta-yüksek, kireç içeriği az, stabil agregatları oldukça yeterli bulunmuştur. Toprakların çok ince kum içeriği zirve eğim topraklarına göre önemsiz sayılabilecek bir miktarda artmıştır. Eğimin bu bölümü organik madde, kil içeriği ve stabil agregatları dikkate alındığında su erozyonuna karşı dirençli bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Dış bükey eğim bölümüne ait toprak özellikleri

Tekerrür	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Tekstür Sınıfı	Organik Madde (%)	Kireç (%)	Agregat Stabilitesi (%)	Çok İnce Kum(%)
1	32.0	51.60	16.4	C	3.21	2.2	87.42	3.2
2	34.17	46.13	19.7	C	3.46	2.2	88.39	3.2
3	32.0	48.32	19.68	C	3.51	3.6	87.96	2.5
4	32.0	48.32	19.68	C	3.81	1.2	85.44	3.2
5	36.36	48.32	15.32	C	2.95	4.0	83.60	3.3

Çalışmada ele alınan doğal eğim doğrultusunun, doğrusal eğim bölümüne ait toprak özellikleri Çizelge 4.3'te verilmiştir. Araştırma eğiminin bu bölümünde, kum % 29.8-51.68, kil % 30.80-54.88, silt % 10.94-21.9, organik madde % 2.37-3.57, kireç % 0.8-3.0, agregat stabilitesi % 83.43-86.40 ve çok ince kum % 2.5-5.3 aralığında değişmiştir. Doğrusal eğim bölümünde toprağın tekstürel fraksiyonları oldukça değişken olmuştur. Homojen eğim gösteren bu eğim bölümünde oluşan yüzey akışlar ve aşınma ve birikme

olaylarının dinamik bir karakter göstermesi bu sonuca yol açmış olabilir. Şiddetli erosiv ve yüksek miktarda yağışlar veya tersi durumunda tarla içi toprak taşınımını etkilemiş ve sonuçta bir taraftan aşınma ve diğer taraftan birikme süreçlerinin bir arada devam etmiş olması tekstürel heterojenliğe yol açmış olma ihtimali söz konusudur. Eğimin bu bölümünde toprakların organik madde kapsamı bir örnekleme noktası hariç tutulacak olursa yüksek bulunmuştur. Agregat stabilite değerlerinin % 83.60'ın üzerinde oluşu, eğimin bu bölümünün de erozyonun yıkıcı etkilerine karşın etkili bir direnç gösterme potansiyelinde olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.3. Doğrusal eğim bölümüne ait toprak özellikleri

Tekerrür	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Tekstür Sınıfı	Organik Madde(%)	Kireç (%)	Agregat Stabilitesi (%)	Çok İnce Kum(%)
1	29.8	54.88	15.32	C	3.08	2.2	85.87	2.5
2	51.68	37.38	10.94	SL	3.57	3.0	83.43	5.2
3	49.5	32.99	17.51	SCL	2.37	2.4	86.40	5.0
4	38.55	43.94	17.51	C	3.03	0.8	84.23	3.7
5	47.3	30.80	21.9	SCL	3.22	2.0	85.84	5.3

İç bükey eğim bölümünde kum içeriği % 34.17-51.68, kil % 30.80-48.32, silt % 13.12-21.87, organik madde % 2.33-3.45, kireç % 1.2-4.0, agregat stabilitesi % 82.36-89.58 ve çok ince kum % 3.0-4.6 arasında olmuştur (Çizelge 4.4).

Karışık eğimlerin içbükey segmentlerinde en fazla birikme olaylarının meydana gelmesi beklenir. Bu çalışmada ele alınan karışık eğimin iç bükey kısmında gerek tekstürel ve gerekse organik madde, kireç ve agregat stabilite değerlerinde eğimin üst segmentlerine göre dikkati çeker bir farklılık görülmemiştir. Özellikle iç bükey eğimin üst kısmını oluşturan doğrusal eğim toprak özellikleriyle oldukça benzer toprak özellikleri göstermiştir. Bu eğim bölümünün organik madde kapsamı “orta” olmuş ancak bir noktada “yüksek” organik madde içeriği belirlenmiştir. İçbükey eğimde dikkati çeker bir birikme işlemi olmayışı araştırmaya konu karışık eğimin yüksek erozyona direnci ve bağlı olarak hızlandırılmış erozyon süreçleri yerine jeolojik erozyon süreçlerinin hakim olduğu kanısını oluşturmuştur.

Çizelge 4.4. İç bükey eğim bölümüne ait toprak özellikleri

Tekerrür	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Tekstür Sınıfı	Organik Madde(%)	Kireç (%)	Agregat Stabilitesi (%)	Çok İnce Kum(%)
1	34.17	48.32	17.51	C	2.33	1.6	82.36	3.2
2	42.94	43.94	13.12	C	2.80	4.0	84.76	4.3
3	51.68	30.80	17.52	SCL	3.58	1.2	88.32	4.6
4	36.36	46.13	17.51	C	2.41	2.0	88.85	3.0
5	42.94	35.19	21.87	CL	3.45	1.8	89.58	4.4

Parmak eğime ait toprak özellikleri Çizelge 4.5' te verilmiştir. Araştırma eğiminin parmak eğim bölümünde kum içeriği % 21.05-53.88, kil içeriği % 30.80-61.45, silt içeriği % 15.32-26.27, organik madde içeriği % 3.16-4.34, kireç miktarı % 2.6-16.0, agregat stabilitesi % 82.46-91.10 ve çok ince kum içeriği % 2.2-5.5 aralığında değişmiştir.

Parmak eğimde yer alan toprakların tekstürel değişimleri oldukça fazla olmuştur. Farklı yağış koşullarının etkisiyle eğim doğrultusunda toprak ve sediment taşınımı oldukça değişken olmuştur. Bununla birlikte gerek toprak derinliğinde artış, gerek daha iyi nem koşulları ve gerekse yüzey akış sularının eğimin yukarı kesimlerinde tutulma ihtimali eğimin bu bölümünde organik madde içeriğinin daha fazla olmasına yol açmıştır. Organik madde miktarı daha fazla ve dikkati çekecek kadar kireç birikimi görülmüştür. Parmak eğim dışında eğimin diğer segmentlerinde kireç içeriği arasındaki değişkenlik çok az olmuş ve kireç içerikleri "Az" grubunda yer almıştır. Parmak eğimde ise kireç içerikleri "Az" ve "Orta" gruptadır. Parmak eğimdeki kireç içeriğindeki bu değişkenlik yağışlara bağlı olarak, kirecin yukarı eğimlerden yıkanarak parmak eğimde farklı mesafelerde, farklı miktarlarda birikmesinden kaynaklanmıştır.

Çizelge 4.5. Parmak eğim bölümüne ait toprak özellikleri

Tekerrür	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Tekstür Sınıfı	Organik Madde(%)	Kireç (%)	Agregat Stabilitesi (%)	Çok İnce Kum(%)
1	38.55	46.12	15.33	C	3.78	2.6	87.69	3.1
2	53.88	30.80	15.32	SCL	4.34	6.4	91.10	5.5
3	34.17	48.32	17.51	C	3.17	15.0	82.46	3.9
4	40.74	32.99	26.27	CL	3.67	16.0	90.26	4.8
5	21.05	61.45	17.5	CL	3.16	11.2	83.92	2.2

#### 4.1.1. Aşınma duyarlılık (K Faktörü) değerinin hesaplanması

Araştırmamızda materyal olarak seçilmiş olan karışık eğimin farklı bölümlerine ait aşınma duyarlılık değerleri belirlenmiştir. Bu amaçla her toprak örneğinin tekstür, çok ince kum, organik madde, strüktür sınıfı ve geçirgenlik sınıfı arazi ve laboratuvar çalışmaları ile belirlenmiş ve Çizelge 4.6-4.10'da verilmiştir. Bu amaçla Eşitlik 1' de verilen denklem kullanılmıştır.

Zirve eğim topraklarını temsil etmek üzere eğimin bu bölümünden alınmış 5 adet toprak örneklerine ait K Faktör değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Eğimin bu bölümünde K Faktör değerleri 0.05 ile 0.09 t h ha MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Eğimin bu bölümünde yer alan topraklara ait toprak örneklerinin tamamı az aşınabilir topraklar olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.6. Zirve eğim topraklarının aşınma duyarlılık özellikleri

Tekerrür	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Organik Madde(%)	Çok İnce Kum(%)	Strüktür Sınıfı	Permeabilite Sınıfı cm/h	K Faktörü	Erodibilite Derecesi
1	27.61	54.88	17.51	3.03	2.8	3	6.30	0.05	Az aşınabilir Topraklar
2	29.80	57.06	13.14	2.90	2.5	3	2.20	0.07	Az aşınabilir topraklar
3	25.42	57.06	17.52	3.06	2.1	3	4.90	0.09	Az aşınabilir topraklar
4	25.42	57.06	17.52	2.56	2.4	3	4.60	0.08	Az aşınabilir topraklar
5	27.61	59.26	13.13	2.27	2.2	3	1.90	0.09	Az aşınabilir topraklar

Dış bükey eğim bölümünü temsil etmek üzere alınan 5 adet toprak örneklerine ait K Faktör değerleri Çizelge 4.7’de verilmiştir. Dış bükey eğim bölümünde K Faktör değerleri 0.04 ile 0.08 t h ha MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> arasında değişmiştir.

Eğimin bu bölümünde toprak örneklerinin bir tanesi çok az aşınabilir, diğer 4 tanesi az aşınabilir topraklardır.

Çizelge 4.7. Dış bükey eğim topraklarının aşınım duyarlılık özellikleri

Tekerrür	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Organik Madde(%)	Çok İnce Kum(%)	Strüktür Sınıfı	Permeabilite Sınıfı cm/h	K Faktörü	Erodibilite Derecesi
1	32.00	51.60	16.40	3.21	3.2	3	5.20	0.08	Az aşınabilir topraklar
2	34.17	46.13	19.70	3.46	3.2	3	12.90	0.04	Çok az aşınabilir topraklar
3	32.00	48.32	19.68	3.51	2.5	3	11.30	0.06	Az aşınabilir topraklar
4	32.00	48.32	19.68	3.81	3.2	3	12.00	0.06	Az aşınabilir topraklar
5	36.36	48.32	15.32	2.95	3.3	3	7.30	0.06	Az aşınabilir topraklar

Doğrusal eğim bölümünden alınan toprak örneklerinin K Faktör değerleri 0.03 ile 0.08 t h ha MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Toprak örneklerinin bir tanesi çok az aşınabilir, diğer 4 tanesi ise az aşınabilir topraklardır (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Doğrusal eğim topraklarının aşınım duyarlılık özellikleri

Tekerrür	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Organik Madde(%)	Çok İnce Kum(%)	Strüktür Sınıfı	Permeabilite Sınıfı cm/h	K Faktörü	Erodibilite Derecesi
1	29.80	54.88	15.32	3.08	2.5	3	3.50	0.07	Az aşınabilir topraklar
2	51.68	37.38	10.94	3.57	5.2	3	25.90	0.03	Çok az aşınabilir topraklar
3	49.50	32.99	17.51	2.37	5	3	41.10	0.07	Az aşınabilir topraklar
4	38.55	43.94	17.51	3.03	3.7	3	12.10	0.07	Az aşınabilir topraklar
5	47.30	30.80	21.90	3.22	5.3	3	63.40	0.08	Az aşınabilir topraklar



İçbükey eğim bölümü toprak örneklerinin K Faktör değerleri Çizelge 4.9’da verilmiştir. Eğimin bu bölümünde K Faktör değerleri 0.06 ile 0.07 t h ha MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> arasında oldukça yeknesak değişmiştir. Eğimin bu bölümünde yer alan topraklara ait toprak örneklerinin tamamı az aşınabilir topraklar olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.9. İç bükey eğim topraklarının aşınım duyarlılık özellikleri

Tekerrür	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Organik Madde(%)	Çok İnce Kum(%)	Strüktür Sınıfı	Permeabilite Sınıfı cm/h	K Faktörü	Erodibilite Derecesi
1	34.17	48.32	17.51	2.33	3.2	3	7.40	0.07	Az aşınabilir topraklar
2	42.94	43.94	13.12	2.80	4.3	3	9.40	0.06	Az aşınabilir topraklar
3	51.68	30.80	17.52	3.58	4.6	3	64.10	0.06	Az aşınabilir topraklar
4	36.36	46.13	17.51	2.41	3	3	9.20	0.07	Az aşınabilir topraklar
5	42.94	35.19	21.87	3.45	4.4	3	42.60	0.07	Az aşınabilir topraklar

Parmak eğim topraklarını temsil etmek üzere eğimin bu bölümünden alınmış 5 adet toprak örneklerine ait K Faktör değerleri Çizelge 4.10’da verilmiştir. Eğimin bu bölümünde K Faktör değerleri 0.02 ile 0.09 t h ha MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Üç adet toprak örneği çok az aşınabilir ve iki adet toprak örneği az aşınabilir topraklar olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.10. Parmak eğim topraklarının aşınım duyarlılık özellikleri

Tekerrür	Kum (%)	Kil (%)	Silt (%)	Organik Madde(%)	Çok İnce Kum(%)	Strüktür Sınıfı	Permeabilite Sınıfı cm/h	K Faktörü	Erodibilite Derecesi
1	38.55	46.12	15.33	3.78	3.1	3	9.60	0.05	Az aşınabilir topraklar
2	53.88	30.80	15.32	4.34	5.5	3	68.70	0.05	Çok az aşınabilir topraklar
3	34.17	48.32	17.51	3.17	3.9	3	16.30	0.04	Çok az aşınabilir topraklar
4	40.74	32.99	26.27	3.67	4.8	3	59.60	0.09	Az aşınabilir topraklar
5	21.05	61.45	17.50	3.16	2.2	3	68.10	0.02	Çok az aşınabilir topraklar

Araştırma eğimi topraklarının tamamı aşınma duyarlılıkları oldukça düşüktür. Böylelikle eğim doğrultusunda hareket eden yüzey akış sularının hem aşındırma ve hem de biriktirme potansiyelleri düşüktür. Nitekim eğim doğrultusunu oluşturan her eğim alt bölümü topraklarının ele alınan özellikleri genel olarak birbirine yakın değişimler göstermiştir.

#### 4.2. Tanımlayıcı İstatistik Sonuçları

Araştırma yerindeki zirve eğim, dış bükey, doğrusal, iç bükey ve parmak eğimden alınan toprak örneklerine ait toprak özelliklerinin minimum, maksimum, ortalama, standart sapma, varyans, değişim katsayısı, basıklık ve çarpıklık gibi bazı tanımlayıcı istatistik değerleri Çizelge 4.11’de verilmiştir.

İstatistiki analizler sonucunda kum miktarı ortalama değeri en çok doğrusal eğimde (% 43.36) ve en az zirve eğimde (% 27.17), kil miktarı ortalama değeri en yüksek zirve eğimde (% 57.06) ve en düşük doğrusal eğimde (% 39.99) görülmüştür. Silt ortalama değeri en çok parmak eğim (% 18.38) ve dış bükey eğimde (% 18.15) olup yaklaşık olarak birbirine eşittir. Kireç ortalaması en düşük doğrusal eğimde (% 2.08) görülür iken, parmak eğimde (% 10.24) en yüksektir. Agregat stabilitesi ortalama değeri zirve eğimi (% 87.65) ve parmak eğiminde (% 87.08) yaklaşık olarak aynıdır. Aşınım duyarlılığı K faktörü en çok zirve eğimde (0.07) görülür iken en düşük parmak eğimde (0.05) görülmüştür (Çizelge 4.11).

Toprak özelliklerindeki değişkenlik % varyasyon katsayısına göre üç gruba ayrılmıştır. Yüzde varyasyon katsayısı 15’den küçük olanlar düşük derecede değişken, 16 ile 35 arası olanlar orta derecede değişken ve 36’dan büyük olanlar yüksek derecede değişken olarak sınıflandırılmıştır (Upchurch ve ark., 1988; Wilding ve ark., 1994; Mulla ve Mc Bratney, 2000). Buna göre zirve eğimde; kum, kil, silt, organik madde, agregat stabilitesi, çok ince kum düşük değişim özelliği gösterir iken kireç (26.02) ve K faktörü (22.01) orta derecede değişkenlik göstermiştir (Çizelge 4.11).

Dış bükey eğimde kireç (43.32) yüksek derecede değişkenlik gösterir iken, K faktörü (23.56) orta derecede değişkenlik gösterir ve diğer toprak özellikleri düşük derecede değişkenliğe sahip olmuştur (Çizelge 4.11).

Doğrusal eğimde organik madde (14.30) ve agregat stabilitesi (1.45) düşük değişken, kireç (38.82) yüksek değişkenlik göstermiş, diğer toprak özellikleri orta derecede değişken olmuştur (Çizelge 4.11).

İç bükey eğimde kireç (51.49) yüksek değişken, agregat stabilitesi (3.55) ve K faktörü (8.30) ise düşük değişkenlik göstermiştir (Çizelge 4.11).

Parmak eğim toprak özelliğinde organik madde (13.52) ve agregat stabilitesi (4.37) düşük değişkenliğe sahip iken, kireç (55.64) ve K faktörü (51) yüksek değişkenlik göstermiştir (Çizelge 4.11).

Basıklık değeri dağılımının normal dağılıma göre basıklığını gösterir. Negatif basıklık değerleri normal dağılıma göre daha basık, pozitif basıklık değerleri ise normal dağılıma göre daha sivri veya yüksek dağılımı gösterir. Normal dağılımda ise basıklık değeri sıfıra eşittir (Turanlı ve Güriş, 2000). Zirve eğimdeki toprak özellikleri kum, silt, organik madde, kireç, agregat stabilitesi ve çok ince kum negatif basıklık değeri göstermiştir. En yüksek negatif basıklık değeri silt (-3.33), en düşük çok ince kum (-0.13)'dur. Diğer toprak özellikleri pozitif basıklık değeri göstermiştir. En yüksek pozitif basıklık değeri kil (2.00), en düşük K faktörüdür (0.53) (Çizelge 4.11).

Dış bükey eğimde silt, organik madde, kireç, agregat stabilitesi negatif basıklık değeri göstermiştir. En yüksek negatif basıklık değeri silt (-2.49), en düşük organik madde (-0.15)'dir. Diğer toprak özellikleri pozitif basıklık değerine sahip olup en yüksek pozitif basıklık değeri çok ince kum (4.67), en düşük kum (0.34)'dur (Çizelge 4.11).

Doğrusal eğimde kum, agregat stabilitesi ve çok ince kum negatif basıklık değerine sahiptir. En yüksek negatif basıklık değeri agregat stabilitesi (-1.84) en düşük negatif basıklık değeri çok ince kum (-0.38)'dur. Diğer toprak özellikleri pozitif basıklık

değerine sahiptir. En yüksek pozitif basıklık değeri K faktörü (4.16), en düşük pozitif basıklık değerini kil (0.26) göstermiştir (Çizelge 4.11).

İç bükey eğimde kum, kil, organik madde, agregat stabilitesi, çok ince kum ve K faktörü negatif basıklık değerlerine sahip olup en yüksek negatif basıklık değeri K faktörü (-3.33), en düşük negatif basıklık değeri kum (-0.01) içeriklerinde görülmüştür. Diğer toprak özellikleri pozitif basıklık değeri olup en yüksek pozitif basıklık değeri kireç (3.69), en düşük silt (2.00) içeriklerinde olmuştur (Çizelge 4.11).

Parmak eğiminde kil, organik madde, kireç, agregat stabilitesi, çok ince kum negatif basıklık değerine sahiptir. En yüksek negatif basıklık değeri agregat stabilitesi (-2.52), en düşük negatif basıklık değeri organik madde (-0.36) içeriklerinde olmuştur. Diğer toprak özellikleri pozitif basıklık değerine sahiptir. En yüksek pozitif basıklık değeri silt (3.88), en düşük pozitif basıklık değeri kum (1.23) içeriklerinde görülmüştür (Çizelge 4.11).

Çarpıklık değeri dağılımların simetrisini gösterir. Pozitif çarpıklık değeri dağılımın sağa, negatif çarpıklık değeri ise sola yatık olduğunu gösterir. Simetrik dağılımda ise çarpıklık değeri sifıra eşittir (Turanlı ve Güriş, 2000). Zirve eğimde silt, organik madde, agregat stabilitesi, K faktörü negatif çarpıklık değerlerine sahip, en yüksek negatif çarpıklık değeri K faktörü (-1.08), en düşük negatif çarpıklık değeri silt (-0.60) örneklerinde görülmüştür. Diğer özellikler pozitif çarpıklık değerine sahiptir. En yüksek pozitif çarpıklık değeri çok ince kum (0.60) ve en düşük pozitif çarpıklık değeri kil (0.01) örneklerinde olmuştur (Çizelge 4.11).

Dış bükey eğimde silt, organik madde, agregat stabilitesi, çok ince kum negatif çarpıklık değerlerine sahip, en yüksek negatif çarpıklık değeri çok ince kum (-2.13), en düşük negatif çarpıklık değeri organik madde (-0.15)' dir. Diğer özellikleri pozitif çarpıklık değerine sahip olup, en yüksek pozitif çarpıklık değeri kum (1.26), en düşük pozitif çarpıklık değeri kireç (0.06) örneklerinde olmuştur. K faktörü çarpıklık değeri sifıra eşittir (Çizelge 4.11).

Doğrusal eğimde kum, silt, organik madde, kireç, agregat stabilitesi, çok ince kum ve K faktörü negatif çarpıklık değerlerine sahiptir. En yüksek negatif çarpıklık değeri K faktörü (-1.94), en düşük negatif çarpıklık değeri silt (-0.26) içeriklerinde olmuştur. Kil ise (1.0) pozitif çarpıklık değerine sahiptir (Çizelge 4.11).

İç bükey eğimde kil, silt, agregat stabilitesi, çok ince kum ve K faktörü negatif çarpıklık değerlerine sahiptir. En yüksek negatif çarpıklık değeri agregat stabilitesi (-0.84), en düşük silt (-0.01) içeriklerinde olmuştur. En yüksek pozitif çarpıklık değeri kireç (1.82), en düşük pozitif çarpıklık değeri organik madde (0.26) içeriklerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.11).

Parmak eğimde kum, kireç, agregat stabilitesi, çok ince kum negatif çarpıklık değerlerine sahip olup en yüksek negatif çarpıklık değeri kireç (-0.45), en düşük negatif çarpıklık değeri kum (-0.09) içeriklerinde olmuştur. Diğer özellikler pozitif çarpıklık değerine sahiptir. En yüksek pozitif çarpıklık değeri silt (1.92), en düşük pozitif çarpıklık değeri kil (0.40) içeriklerinde olmuştur (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Araştırma yeri bazı toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistik değerleri

Eğim Bölümü	Tanımlayıcı İstatistikler								
	Toprak Özelliği	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	Varyans	Değişim Katsayısı	Basıklık	Çarpıklık
Zirve	Kum,%	25.42	29.80	27.17	1.83	3,35	6.74	-0.61	0.51
	Kil,%	54.88	59.26	57.06	1.54	2,39	2.71	2.00	0.01
	Silt,%	13.13	17.52	15.76	2.39	5,76	15.22	-3.33	-0.60
	O.M,%	2.27	3.06	2.76	0.34	0,11	12,30	-1.05	-0.86
	Kireç,%	1.60	3.00	2.28	0.59	0,35	26,02	-2.27	0.31
	A.S., %	84.97	89.44	87.65	1.83	3,36	2,09	-0.75	-0.86
	Ç.İ.K,%	2.10	2.80	2.40	0.27	0,07	11,41	-0.13	0.60
	K Faktör	0.05	0.09	0.07	0.01	0,00	22,01	0.53	-1.08
Dış Bükey	Kum,%	32.00	36.36	33.30	1.94	3,79	5.85	0.34	1.26
	Kil,%	46.13	51.60	48.53	1.95	3,82	4.03	2.36	0.81
	Silt,%	15.32	19.70	18.15	2.13	4,53	11.73	-2.49	-0.75
	O.M,%	2.95	3.81	3.38	0.32	0,10	9,58	-0.15	-0.15
	Kireç,%	1.20	4.00	2.64	1.14	1,30	43,32	-1.68	0.06
	A.S., %	83.60	88.39	86.56	2.00	4,01	2,31	-0.70	-0.92
	Ç.İ.K,%	2.50	3.30	3.08	0.32	0,10	10,62	4.67	-2.13
	K Faktör	0.04	0.08	0.06	0.01	0,00	23,56	2.00	0.00
Doğrusal	Kum,%	29.80	51.68	43.36	9.07	82,36	20.92	-0.47	-0.97
	Kil,%	30.80	54.88	39.99	9.71	94,39	24.29	0.26	1.00
	Silt,%	10.94	21.90	16.63	3.98	15,85	23.93	1.07	-0.26
	O.M,%	2.37	3.57	3.05	0.43	0,19	14,30	1.98	-0.89
	Kireç,%	0.80	3.00	2.08	0.80	0,65	38,82	2.03	-1.01
	A.S., %	83.43	86.40	85.15	1.26	1,59	1,48	-1.84	-0.68
	Ç.İ.K,%	2.50	5.30	4.34	1.21	1,47	27,96	-0.38	-1.09
	K Faktör	0.03	0.08	0.06	0.01	0,00	30,45	4.16	-1.94
İç Bükey	Kum,%	34.17	51.68	41.61	6.85	46,96	16.46	-0.01	0.60
	Kil,%	30.80	48.32	40.87	7.52	56,56	18.39	-2.03	-0.60
	Silt,%	13.12	21.87	17.50	3.09	9,57	17.67	2.00	-0.01
	O.M,%	2.33	3.58	2.91	0.57	0,33	19,85	-2.86	0.26
	Kireç,%	1.20	4.00	2.12	1.09	1,19	51,49	3.69	1.82
	A.S., %	82.36	89.58	86.77	3.08	9,52	3,55	-1.35	-0.84
	Ç.İ.K,%	3.00	4.60	3.90	0.74	0,55	19,01	-2.94	-0.55
	K Faktör	0.06	0.07	0.06	0.00	0,00	8,30	-3.33	-0.60
Parmak	Kum,%	21.05	53.88	37.67	11.84	140,35	31.44	1.23	-0.09
	Kil,%	30.80	61.45	43.93	12.48	155,77	28.40	-0.86	0.40
	Silt,%	15.32	26.27	18.38	4.54	20,61	24,69	3.88	1.92
	O.M,%	3.16	4.34	3.62	0.49	0,24	13,52	-0.36	0.62
	Kireç,%	2.60	16.00	10.24	5.69	32,46	55,64	-1.78	-0.45
	A.S., %	82.46	91.10	87.08	3.80	14,49	4,37	-2.52	-0.25
	Ç.İ.K,%	2.20	5.50	3.90	1.31	1,72	33,67	-1.29	-0.11
	K Faktör	0.02	0.09	0.05	0.02	0,00	51	2.00	0.90

Uğrak havzasında yer alan karışık eğimin farklı segmentlerine ait toprak özellikleri Çizelge 4.12’de karşılaştırılmıştır. Eğimin farklı bölümlerinin kum içerikleri zirve, dış bükey, iç bükey ve parmak eğimde aynı grupta yer almıştır. Doğrusal eğimin kum içeriği ise eğimin diğer bölümlerinden istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir. Doğrusal eğim yüzey akış sularının göllenmesine ve birikmesine engel olan yapısı nedeniyle kum içeriğinin en fazla olduğu kil fraksiyonunun taşındığı bölüm olmuştur.

Eğimin zirve ve dış bükey bölümlerinin kil fraksiyonları arasındaki farklılık önemli olmamıştır. Doğrusal, iç bükey ve parmak eğim kısımlarının kil içerikleri eğimin diğer bölümlerinden ayrılarak aynı grupta yer almıştır. Zirve ve dış bükey eğim kil içerikleri en fazla olan eğim bölümü olmuştur.

Silt içeriği eğimin her segmentinde aynı grupta yer alarak istatistiksel olarak önemli bir değişim göstermemiştir.

Eğimin tüm bölümlerinde organik madde kapsamı istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir.

Eğim doğrultusunda zirve, dış bükey, doğrusal ve iç bükey bölümlerdeki kireç içerikleri değişmemiş parmak eğimde üst bölümlerden yıkanan kireç bu eğim bölümünde birikerek kireç bakımından bir zenginleşmeye yol açmıştır.

Eğim doğrultusu boyunca agregat stabilitesi değişimi oldukça az olarak gerçekleşmiştir. Çok ince kum içeriği zirve eğimde en az olmuş ve eğimin diğer segmentlerinden ayrılmıştır.

Toprakların aşınım duyarlılıkları eğimin farklı segmentlerinde istatistiksel olarak önemli bir değişim göstermemiştir.

Çizelge 4.12. Eğimin farklı bölümlerine ait toprak özelliklerinin istatistiksel olarak karşılaştırılması

Eğim Bölümü	Toprak Özelliği							
	Kum, %	Kil, %	Silt, %	Organik Madde, %	Kireç, %	Agregat Stabilitesi, %	Çok İnce Kum, %	K Faktör
Zirve	27.17 <sup>a</sup>	57.06 <sup>a</sup>	15.77 <sup>a</sup>	2.76 <sup>a</sup>	2.28 <sup>a</sup>	87.65 <sup>ac</sup>	2.40 <sup>a</sup>	0.07 <sup>a</sup>
Dış Bükey	33.31 <sup>a</sup>	48.54 <sup>a</sup>	18.15 <sup>a</sup>	3.39 <sup>a</sup>	2.64 <sup>a</sup>	86.56 <sup>ac</sup>	3.08 <sup>b</sup>	0.06 <sup>a</sup>
Doğrusal	43.36 <sup>bc</sup>	40.00 <sup>b</sup>	16.64 <sup>a</sup>	3.05 <sup>a</sup>	2.08 <sup>a</sup>	85.15 <sup>a</sup>	4.34 <sup>b</sup>	0.06 <sup>a</sup>
İç Bükey	41.62 <sup>ab</sup>	40.88 <sup>b</sup>	17.50 <sup>a</sup>	2.91 <sup>a</sup>	2.12 <sup>a</sup>	86.77 <sup>bc</sup>	3.90 <sup>b</sup>	0.07 <sup>a</sup>
Parmak	37.68 <sup>ac</sup>	43.94 <sup>b</sup>	18.38 <sup>a</sup>	3.62 <sup>a</sup>	10.24 <sup>b</sup>	87.09 <sup>bc</sup>	3.90 <sup>b</sup>	0.05 <sup>a</sup>



## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, kompleks bir eğimin farklı bölümlerinden alınan toprak numuneleriyle organik madde, tekstür, çok ince kum, hidrolik iletkenlik, strüktür tipi ve büyüklüğü belirlenerek toprağın aşınma duyarlılığını tahmin etmek amaçlanmıştır.

Araştırma eğiminin strüktür tipi ve derecesinin Orta-Orta-Granüler olduğu bulunmuştur. Organik madde içeriğinin en yüksek parmak eğimde olduğu ve eğimin diğer bölümlerinde de oldukça yüksek düzeyde olduğu görülmüştür

Tekstürel özelliklerine bakıldığında, doğrusal eğimin kum içeriğinin eğimin diğer bölümlerine göre istatistiki olarak önemli farklılık bulunmuştur. Doğrusal eğim kum içeriğinin en fazla olduğu, kil fraksiyonunun taşındığı bölüm olmuştur.

Zirve ve dış bükey eğimde kil içeriğinin diğer eğim bölümlerine göre en yüksek olduğu görülmüştür. Eğimin her bölümünün silt içeriğinde istatistiki olarak önemli bir değişim gözlemlenmemiş ve agregat stabilitesi değişimi oldukça az bulunmuştur.

Kireç içeriği, eğimin üst bölümlerinden yıkanarak parmak eğim bölümünde birikmiş, kireç bakımından oldukça zengin bir hale gelmiştir.

Çok ince kum içeriği zirve eğimde en düşük seviyede görülmüştür ve çok ince kum içeriğinin zirve eğim ile doğrusal eğim arasında anlamlı bir fark olduğu ortaya çıkmıştır. Öztaş ve ark. (2003), yaptıkları çalışma sonucunda, toprakların kil içeriğinin doğrusal eğimde en düşük seviyede olduğunu bildirmiştir. Ancak zirve ve parmak eğimi pozisyonlarının kil içeriğinde anlamlı bir fark bulunamamıştır. Kum içeriği zirve eğim ve parmak eğim pozisyonlarına göre doğrusal eğimde en fazla görülmüştür. Örneklemelerindeki toprak nemi ve organik madde içeriği genel olarak parmak eğimi pozisyonlarında, doğrusal eğim ve zirve eğime göre daha yüksek bulunmuştur. Öztaş ve ark. (2003), yaptıkları çalışmada elde edilen sonuçlar, araştırmada bulunan bulguları destekler niteliktedir.

Araştırma yerinin, yarı kurak iklimde olması ve yağışın az olması nedeniyle bitkisel üretim potansiyeli dūřüktür. Bu durum çalışmaya konu olan kompleks eğime su erozyonuna açık bir nitelik kazandırmakla birlikte, toprak oluş süreçlerinin olumlu katkısıyla aşınımaya duyarlılığı az olmuştur. Karışık eğimin farklı bölümlerindeki toprakların aşınımaya dirençli bir yapısının olduğu ve toprak hareketliliğinin az olduğu görölmüştür. Çalışma bulgularına göre araştırmaya konu olan kompleks arazi sürdürülebilir tarım arazisi niteliğı göstermektedir.



## 6. KAYNAKLAR

- Borrelli, P., Panagos, P., Ballabio, C., Lugato, E., Weynants, M. ve Montanarella, L., 2016. Towards a pan-European assessment of land susceptibility to wind erosion. *Land Degradation & Development*, 27(4), 1093-1105.
- Brevik, E. C., 2009. Soil health and productivity. In: Verheye, W. (Ed.), *Soils, Plant Growth and Crop Production Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*, Developed under the Auspices of the UNESCO. EOLSS Publishers, Oxford, UK.
- Brevik, E. C., Cerdà, A., Mataix-Solera, J., Pereg, L., Quinton, J. N., Six, J. ve Van Oost, K., 2015. The interdisciplinary nature of SOIL. *Soil*, 1(1), 117-129.
- Cammeraat, E.L.H. ve Imeson, A.C., 1998. Deriving indicators of soil degradation from soil aggregation studies in southeastern Spain and southern France. *Geomorphology* 23 (2), 307-321.
- Cammeraat, E.L.H., 2002. A review of two strongly contrasting geomorphological systems within the context of scale. *Earth Surf. Process. Landf.* 27 (11), 1201-1222.
- Cammeraat, E.L.H. ve Risch, A.C., 2008. The impact of ants on mineral soil properties and processes at different spatial scales. *J. Appl. Entomol.* 132 (4), 285-294.
- Cerdà, A. ve Doerr, S., 2005. The influence of vegetation recovery on soil hydrology and erodibility following fire: an eleven-year research. *Int. J. Wildland Fire* 14 (4), 423-437.
- Cerdà, A., 2007a. Soil water erosion on road embankments in eastern Spain. *Sci. Total Environ.* 378, 151-155.
- Cerdà, A. ve Doerr, S. H., 2007b. Soil wettability, runoff and erodibility of major dry-Mediterranean land use types on calcareous soils. *Hydrological Processes: An International Journal*, 21(17), 2325-2336.
- Cerdà, A., Giménez, M. ve Bodí, M.B., 2009. Soil and water losses from new citrus orchards growing on sloped soils in the Western Mediterranean basin. *Earth Surf. Processes Landforms* 34, 1822-1830.
- Cerdà, A. ve Doerr, S.H., 2010. The effect of ant mounds on overland flow and soil erodibility following a wildfire in eastern Spain. *Ecohydrology* 3, 392-401.
- Cheng, Y., Li, P., Xu, G., Li, Z., Wang, T., Cheng, S. ve Ma, T., 2018. The effect of soil water content and erodibility on losses of available nitrogen and phosphorus in simulated freeze-thaw conditions. *Catena*, 166, 21-33.
- Colazo, J.C. ve Buschiazzi, D., 2015. The impact of agriculture on soil texture due to wind erosion. *Land Degrad. Dev.* 26, 62-70.
- Çiftçi, G., 2016. <https://docplayer.biz.tr/33743444-Turkiye-de-toprak-olusumunu-ve-dagilisini-etkileyen-beseri-faktorler.html>; (10.09.2019).
- Jing, K., Wang, W.Z. ve Zheng, F.L., 2005. *Soil Erosion and Environment in China*. Science Press, Beijing (359 pp., in Chinese).
- Kulikov, M., Schickhoff, U., Gröngröft, A. ve Borchardt, P., 2017. Modelling Soil Erodibility in Mountain Rangelands of South-Western Kyrgyzstan. *Pedosphere*.
- Lal, R., 1991. *Soil Erosion Research Methods*. Science Press, Beijing (236 pp., in Chinese).
- Lal, R., Ahmadi, M. ve Bajracharya, R.M., 2000. Erosional impacts on soil properties and corn yield on Alfisols in Central Ohio. *Land Degrad. Dev.* 11, 575-585.

- Li, Z.Y. ve Fang, H.Y., 2016. Impacts of climate change on water erosion: a review. *Earth-Sci. Rev.* 163, 94–117.
- Lin, J., Huang, Y., Zhao, G., Jiang, F., Wang, M. K. ve Ge, H., 2017. Flow-driven soil erosion processes and the size selectivity of eroded sediment on steep slopes using colluvial deposits in a permanent gully. *Catena*, 157, 47-57.
- Liu, X.Y., Liang, T.G., Guo, Z.G. ve Long, R.J., 2015. A rangeland management pattern based on functional classification in the Northern Tibetan Region of China. *Land Degrad. Dev.* 25, 193–201.
- Lobo, G. P. ve Bonilla, C. A., 2019. Predicting soil loss and sediment characteristics at the plot and field scales: Model description and first verifications. *Catena*, 172, 113-124.
- Mulla, D. J. ve Mc Bratney, A. B., 2000. Soil spatial variability, In: *Handbook of soil science*, Malcolm E. Sumner ( Ed. In Chief) Crcs Pres. Pp. 321-351.
- Nearing, M.A., Lane, L.J. ve Lopes, V.L., 1994. Modelling Soil Erosion In *Soil Erosion Research Methods* by R. Lal (ed.), Soil and Water Conservation Society, Ankeny, Iowa, USA, 127-156.
- Ochoa-Cueva, P., Fries, A., Montesinos, P., Rodríguez-Díaz, J. A. ve Boll, J., 2015. Spatial estimation of soil erosion risk by land-cover change in the Andes of southern Ecuador. *Land degradation & development*, 26(6), 565-573.
- Oğuz, İ. ve Noyan, Ö.F., 2000. Soil Properties and Soil Erodibility Changes Along a Slope. *Proceedings of International Symposium on Desertification*. 13 – 17 June 2000, p 129 – 134. Konya / Turkey.
- Oğuz İ. ve Balçın M., 2004. Tokat Uğrak Havzası Yağış ve Akım karakteristikleri. *Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Yıllığı 2003*. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, APK Daire Başkanlığı, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, Ankara.
- Oğuz, İ., Durak, A., Susam, T. ve Güleç, H., 2005. Uğrak Havzası Arazisinin Toprak Etüd, Haritalama ve Sınıflandırılması. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2005, 22 (2), 95-103.
- Oğuz, İ., Çagatay, K., Durak, A. ve Kılıç, M., 2006. Effects of erosion on crop yields, soil properties and nutrients in the semi-arid region of the Turkey. *J. Agron*, 5(1), 5-10.
- 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.
- Palacio, R.G., Bisigato, A.J. ve Bouza, B.J., 2015. Soil erosion in three grazed plant communities in northeastern Patagonia. *Land Degrad. Dev.* 25, 594–603.
- Pimentel, D., Harvey, C., Resosudarmo, P., Sinclair, K., Kurz, D., McNair, M., Crist, S., Shpriz, L., Fitton, L., Saffouri, R. ve Blair, R., 1995. Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science* 267 (5201), 1117–1123.
- Quinton, J.N., Govers, G., Oost, K.V. ve Bardgett, R.D., 2010. The impact of agricultural soil erosion on biogeochemical cycling. *Nat. Geosci.* 3, 311–314.
- Renard K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., McCool, D.K. ve Yoder, D.C., 1997. *Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*, US Dep. of Agric., Agricultural Handbook 703, pp 404.

- Rieke-Zapp, D. H. ve Nearing, M. A., 2005. Slope shape effects on erosion. *Soil Science Society of America Journal*, 69(5), 1463-1471.
- Saxton, K.E. ve Rawls, W.J., (2006). Soil Water Characteristic Estimates by Texture and Organic Matter for Hydrologic Solutions. *Soil Science Society of America Journal*, 70, 1569-1578.
- Soil Survey Staff., 1951. Soil survey. USDA, USA.
- Sönmez, K., 1994. Toprak Koruma, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 25(1), 107-109, Erzurum.
- Speth, J.G., 1994. Towards an effective and operational international convention on desertification. In: International Negotiating Committee, International Convention on Desertification, United Nations, New York.
- SPSS., 2018. IBM SPSS Statistics, Version 20.
- Şensoy, H., 2010. Yamaç şekillerinin toprak erozyonuna etkilerinin araştırılması. (Doktora Tezi), Bartın Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın.
- Tang, K.L., 2004. Soil and Water Conservation in China. Science Press, Beijing (845 pp., in Chinese).
- Turanlı, M. ve Güriş, S., 2000. Temel İstatistik. Ders Yayınları: 273, İstanbul, 783s.
- Tüzüner, A., 1990. Toprak ve su analiz el kitabı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Upchurch, D. R., Wilding, L. P. ve Hatfield, J. L., 1988. Methods to evaluate spatial variability. In: Hossner, L. R. (Ed) Reclamation of surface-mined lands. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- Vaezi, A. R., Hasanzadeh, H. ve Cerdà, A., (2016). Developing an erodibility triangle for soil textures in semi-arid regions, NW Iran. *Catena*, 142, 221-232.
- Wang, B., Zheng, F., Römkens, M. J. ve Darboux, F., 2013. Soil erodibility for water erosion: A perspective and Chinese experiences. *Geomorphology*, 187, 1-10.
- Wang, G.Q., Wu, B.B., Zhang, L., Jiang, H. ve Xu, Z.X., 2014. Role of soil erodibility in affecting available nitrogen and phosphorus losses under simulated rainfall. *J.Hydrol.* 514, 180–191.
- Wang, H., Zhang, G.H., Liu, F., Geng, R. ve Wang, L.J., 2017. Effect of biological crust coverage on soil hydraulic properties for the Loess Plateau of China. *Hydrol. Process.* 31, 1–11.
- Wang, H., Zhang, G. H., Li, N. N., Zhang, B. J. ve Yang, H. Y., 2019a. Variation in soil erodibility under five typical land uses in a small watershed on the Loess Plateau, China. *Catena*, 174, 24-35.
- Wang, H., Zhang, G. H., Li, N. N., Zhang, B. J. ve Yang, H. Y., 2019b. Soil erodibility as impacted by vegetation restoration strategies on the Loess Plateau of China. *Earth Surface Processes and Landforms*, 44(3), 796-807.
- Wang, X., Wang, G., Lang, L., Hua, T. ve Wang, H., 2013. Aeolian transport and sandy desertification in semiarid China: a wind tunnel approach. *Land Degrad. Dev.* 24, 605–612.
- Wilding, L.P., Bouma, J. ve Goss, D.V., 1994. Impact of soil spatial variability on interpretative modelling. 65-75, In: Quantitative modelling of soil forming processes R.B. Bryant and Arnold R.W. (Eds) Ssa special publication number 39, Sssa, Inc. Madison Wisconsin, USA.
- Wischmeier, W.H. ve Smith, D.D., 1978. Predicting rainfall erosion losses. *Agric. Handbook 537*, USDA, 58 pp, Washington, D.C., USA.

- Young, R. A. ve Mutchler, C. K., 1969. Effect of slope shape on erosion and runoff. *TRANSACTIONS of the ASAE*, 12(2), 231-0233.
- Yusong, D. E. N. G., Xue, S. H. E. N., Dong, X. I. A., Chongfa, C. A. I., Shuwen, D. I. N. G. ve Tianwei, W. A. N. G., 2019. Soil Erodibility and Physicochemical Properties of Collapsing Gully Alluvial Fans in Southern China. *Pedosphere*, 29(1), 102-113.
- Zhang, B. J., Zhang, G. H., Zhu, P. Z. ve Yang, H. Y., 2019. Temporal variations in soil erodibility indicators of vegetation-restored steep gully slopes on the Loess Plateau of China. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 286, 106661.
- Zhang, G.H., Tang, K.M. ve Zhang, X.C., 2009. Temporal variation in soil detachment under different land uses in the Loess Plateau of China. *Earth Surf. Process. Landf.* 34, 1302–1309.
- Zhang, K.L., Shu, A.P., Xu, X.L., Yang, Q.K. ve Yu, B., 2008. Soil erodibility and its estimation for agricultural soils in China. *J. Arid Environ.* 72, 1002–1011.
- Zhang, K.L., Yu, Y., Dong, J.Z., Yang, Q.K. ve Xu, X.L., 2019. Adapting & testing use of USLE K factor for agricultural soils in China. *Agric. Ecosyst. Environ.* 269, 148–155.
- Zhang, Q., Liu, D., Cheng, S., ve Huang, X., 2016. Combined effects of runoff and soil erodibility on available nitrogen losses from sloping farmland affected by agricultural practices. *Agricultural Water Management*, 176, 1-8.
- Zhao, G.J., Mu, X., Wen, Z.M., Wang, F. ve Gao, P., 2013. Soil erosion, conservation, and eco-environment changes in the Loess Plateau of China. *Land Degrad. Dev.* 24, 499–510.
- Zhao, L., Hou, R. ve Wu, F., 2018. Effect of tillage on soil erosion before and after rill development. *Land degradation & development*, 29(8), 2506-2513.
- Zhao, X., Wu, P., Gao, X. ve Persaud, N., 2015. Soil quality indicators in relation to land use and topography in a small catchment on the Loess Plateau of China. *Land Degrad. Dev.* 26, 54–61.
- Zheng, F.L., Yang, Q.K. ve Wang, Z.L., 2004. Water erosion prediction model. *Research of Soil and Water Conservation* 11 (4), 13–24 (in Chinese, with English Abstr.).
- Zhu, G., Tang, Z., Shangguan, Z., Peng, C. ve Deng, L., 2019. Factors affecting the spatial and temporal variations in soil erodibility of China. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 124(3), 737-749.
- Ziadat, F.M. ve Taimeh, A.Y., 2013. Effect of rainfall intensity, slope and land use and antecedent soil moisture on soil erosion in an arid environment. *Land Degrad. Dev.* 24, 582–590.

## 7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Kübra POLAT

Doğum yeri ve tarihi : TOKAT/MERKEZ, 12.06.1993

Lisans: Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü

Mezuniyet Tarihi: 2016

Medeni Hali: Bekar

Yabancı dili : İngilizce