



T.C.

BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

COĞRAFYA ANABİLİM DALI

COĞRAFYA TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**UZAKTAN ALGILAMA VE CBS TABANLI RUSLE YÖNTEMİ KULLANILARAK  
PORSUK ÇAYI HAVZASINDA EROZYON RİSKİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALİ ÜNVER

TEZ DANIŞMANI

DR. ÖĞR. ÜYESİ EBUBEKİR KARAKOCA

BİLECİK, 2025

10682434

T.C.  
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
COĞRAFYA ANABİLİM DALI  
COĞRAFYA TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**UZAKTAN ALGILAMA VE CBS TABANLI RUSLE YÖNTEMİ KULLANILARAK  
PORSUK ÇAYI HAVZASINDA EROZYON RİSKİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ALİ ÜNVER

TEZ DANIŞMANI

DR. ÖĞR. ÜYESİ EBUBEKİR KARAKOCA

BİLECİK, 2025

10682434

## BEYAN

“Uzaktan Algılama ve CBS Tabanlı RUSLE Yöntemi Kullanılarak Porsuk Çayı Havzasında Erozyon Riskinin Değerlendirilmesi” adlı yüksek lisans tezinin hazırlık ve yazım aşamasında bilimsel araştırma ve etik kurallarına uyduğumu, [Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Faaliyetlerinde Üretken Yapay Zekâ Kullanımına Dair Etik Rehberine](#) uygun olarak tez/dönem projemi hazırladığımı, başkalarının eserlerinden yararlandığım bölümlerde bilimsel etik kurallarına uygun olarak atıfta bulunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, çalışmamın herhangi bir kısmının başka bir tez/dönem projesi olarak sunulmadığını, aksinin tespit edilmesi durumunda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

**Ali Ünver**

.././20..

**İmza:**

## ÖN SÖZ

Toprak, insanlık tarihi boyunca medeniyetlerin gelişiminde temel bir kaynak olmasının yanı sıra, doğal çevrenin sürdürülebilirliğinde de hayati bir rol üstlenmiştir. Ancak günümüzde hem doğal süreçler hem de beşerî faaliyetler nedeniyle toprakların erozyona uğraması, çevresel dengenin bozulmasına ve sürdürülebilirliğin tehdit edilmesine yol açmaktadır. Bu bağlamda, toprak erozyonunun mekânsal dağılımının belirlenmesi ve bu dinamiklerin bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmesi bilimsel çalışmalar açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu yüksek lisans tezinde, Sakarya Havzası'nın önemli bir alt havzası olan Porsuk Çayı Havzası'nda, RUSLE modeli ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı analizler kullanılarak güncel bir toprak erozyonu değerlendirmesi yapılmıştır. Literatürde genellikle alt havza ölçeğinde yürütülen çalışmalardan farklı olarak, bu tezde havzanın tamamı bütüncül bir bakış açısıyla ele alınmıştır. Elde edilen bulgular saha gözlemleriyle desteklenerek bilimsel geçerlilik güçlendirilmiştir.

Bu çalışmanın her aşamasında bilgi, tecrübe ve rehberliğiyle bana yol gösteren, kıymetli tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Ebubekir KARAKOCA'ya en içten teşekkürlerimi sunarım. Tez sürecindeki yönlendirmeleri ve akademik katkıları benim için son derece kıymetli olmuştur.

Ayrıca yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerinden yararlanma fırsatı bulduğum değerli hocalarım Doç. Dr. Levent UNCU, Dr. Öğr. Üyesi Arda BAY ve Dr. Öğr. Üyesi Serhat AY'a da teşekkür ederim.

Akademik desteğin ötesinde, bu süreçte manevi olarak yanımda olan kıymetli aileme minnettarlığımı ifade etmekte isterim. Her zaman yanımda olan ve desteğini hiç esirgemeyen sevgili abim Ömer ÜNVER'e, biricik yeğenim Hanife ÜNVER'e, anneme, babama, kardeşlerime ve her daim yanımda hissettiğim kayınvalidem Keziban KOCABAŞ'a gönülden teşekkür ederim.

Hayattaki en büyük ilham kaynağım olan eşim ve çocuklarıma ise bana kattıkları tüm güzellikler ve verdikleri sonsuz destek için şükranlarımı sunuyorum.

**Ali Ünver**

**2025**

## ÖZET

### UZAKTAN ALGILAMA VE CBS TABANLI RUSLE YÖNTEMİ KULLANILARAK PORSUK ÇAYI HAVZASINDA EROZYON RİSKİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Kuzeybatı Anadolu'da yer alan Porsuk Çayı Havzası, Sakarya Havzası'nın en önemli alt havzalarından biridir. Bu çalışmada, Coğrafi Bilgi Sistemleri tabanlı RUSLE modeli kullanılarak Porsuk Çayı Havzası'nda toprak erozyonunun nicel olarak belirlenmesi ve erozyon süreçlerini etkileyen faktörlerin mekânsal dağılımının analiz edilmesi amaçlanmıştır.

Bu doğrultuda elde edilen bulgulara göre, Porsuk Çayı Havzası'nda toplam hektar başına ortalama yıllık toprak kaybı  $2.35 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ , toplam yıllık toprak kaybı ise 2,538,269.32 ton olarak hesaplanmıştır. Özellikle Sündiken ve Karlık Dağları gibi eğimli alanlarında yerel düzeyde erozyon riski oldukça yüksektir. Sakarya Havzası genelinde "Çok Hafif" ve "Hafif" erozyon sınıfları %85,69 oranına sahipken, bu oran Porsuk Çayı Havzası'nda %48,12 olarak hesaplanmıştır. Bu durum, Porsuk Havzası'nın Sakarya Havzası'na kıyasla daha fazla erozyon tehdidiyle karşı karşıya olduğunu göstermektedir.

Çalışmanın bulguları, havza ölçeğinde erozyon riskinin yalnızca iklim ve topoğrafya değil, aynı zamanda jeolojik litoloji, arazi kullanımı ve beşerî etkilerle de şekillendiğini ortaya koymuştur. Bu yönüyle araştırma, Porsuk Çayı Havzası için sürdürülebilir arazi yönetimi ve erozyonla mücadele stratejilerine bilimsel bir temel sunmakta; aynı zamanda RUSLE modelinin güncel uydu verileriyle entegre kullanımının, havza bazlı çevresel planlama çalışmalarında etkin bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada kullanılan CHIRPS yağış verileri, ALOS PALSAR sayısal yükseklik modeli ve Sentinel-2 uydu görüntüleri sayesinde, erozyon risk faktörleri güncel ve yüksek çözünürlüklü verilerle hesaplanmıştır. Ayrıca, Porsuk Çayı Havzası'nda daha önce alt havza düzeyinde yapılan çalışmaların aksine, havzanın tamamı bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilmiştir. Bu yönüyle çalışma, literatürdeki önemli bir boşluğu doldurmakta ve hem akademik hem de uygulamalı havza yönetimi açısından güçlü bir referans oluşturmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Erozyon, Coğrafi Bilgi Sistemleri, RUSLE, Sakarya Nehri, Porsuk Çayı.

## ABSTRACT

### ASSESSMENT OF EROSION RISK IN THE PORSUK RIVER BASIN USING REMOTE SENSING AND GIS-BASED RUSLE METHOD

The Porsuk River Basin, located in Northwestern Anatolia, is one of the most significant sub-basins of the Sakarya Basin. This study aims to quantitatively determine soil erosion and analyze the spatial distribution of erosion-driving factors in the Porsuk River Basin using the RUSLE model integrated with Geographic Information Systems (GIS).

According to the results, the basin experiences an average annual soil loss of  $2.35 \text{ t ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ , corresponding to a total annual soil loss of 2,538,269.32 tons. Particularly in steeply sloped areas such as the Sündiken and Karlık Mountains, local erosion risk is considerably high. While the proportion of “Very Slight” and “Slight” erosion classes is 85.69% across the Sakarya Basin, this ratio decreases to 48.12% in the Porsuk Basin, indicating a greater erosion threat in comparison.

The findings demonstrate that erosion risk at the basin scale is shaped not only by climate and topography but also by geological lithology, land use, and anthropogenic influences. Accordingly, the study provides a scientific basis for sustainable land management and erosion control strategies in the Porsuk River Basin, while also revealing that the integration of the RUSLE model with up-to-date satellite data is an effective approach for watershed-based environmental planning.

By employing CHIRPS precipitation data, the ALOS PALSAR digital elevation model, and Sentinel-2 satellite imagery, erosion risk factors were calculated using recent and high-resolution datasets. Furthermore, unlike previous studies conducted at sub-basin levels, this research evaluates the entire Porsuk Basin from a holistic perspective. In this respect, it fills a critical gap in the literature and serves as a strong reference for both academic research and applied watershed management practices.

**Keywords:** Erosion, Geographic Information Systems, RUSLE, Sakarya River, Porsuk River

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖN SÖZ.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	viii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	ix

## BİRİNCİ BÖLÜM

### GİRİŞ

1.1. Araştırma Sahasının Yeri ve Sınırları .....	4
1.2. Araştırmanın Amacı ve Araştırma Soruları .....	5
1.3. Materyal ve Yöntem.....	7
1.3.1. Model Kullanımı ve Haritalama .....	10
1.3.1.1. Faktör Hesaplama ve Haritalandırma Süreçleri.....	10
1.3.1.2. LS Faktörünün Hesaplanması.....	12
1.3.1.3. R Faktörünün Hesaplanması.....	12
1.3.1.4. K Faktörünün Hesaplanması.....	13
1.3.1.5. C Faktörünün Hesaplanması.....	14
1.3.1.6. P Faktörü Hesaplaması .....	15
1.3.2. Erozyon Risk Haritalarının Oluşturulması ve Riskli Alanların Belirlenmesi .....	16
1.4. Literatür Değerlendirmesi .....	18
1.4.1. Türkiye’de Toprak Erozyonu Çalışmalarının Genel Değerlendirilmesi ....	18
1.4.2. Porsuk Çayı Havzasına Dair Literatür Değerlendirilmesi.....	33

## İKİNCİ BÖLÜM

### ÇALIŞMA SAHASININ FİZİKİ COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ

2.1. Jeolojik Özellikler.....	35
2.2. Jeomorfolojik Özellikler .....	36

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### PORSUK ÇAYI HAVZASINDA TOPRAK EROZYONUNA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

3.1. İklim Özellikleri.....	41
3.1.1. Yağış Özellikleri.....	42
3.1.2. Sıcaklık Özellikleri .....	43
3.1.3. Nem ve Buharlaşma.....	43
3.2. Toprak Özellikleri .....	44
3.3. Bitki Örtüsü.....	47
3.4. Arazi Kullanımı.....	49

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### PORSUK ÇAYI HAVZASINDA TOPRAK EROZYONUNA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

4.1. RUSLE Faktörlerinin Mekânsal Dağılımları .....	52
4.2. Toplam Toprak Kaybı Analizleri.....	53
4.3. Riskli Bölgelerin Mekânsal Analizi ve Genel Değerlendirmesi.....	54
<b>TARTIŞMA .....</b>	<b>60</b>
<b>SONUÇ.....</b>	<b>63</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>68</b>

## TABLULAR LİSTESİ

	Sayfa
<b>Tablo 1.1.</b> Çalışmada kullanılan toprak türleri ve bunlara ait K faktörü değerleri.....	14
<b>Tablo 1.2.</b> Toprak Erozyonu Konusunda Yapılan Çalışmaların Literatür Değerlendirilmesi..	19
<b>Tablo 2.1.</b> Araştırma Sahasının Arazi Şekillerinin Alansal Dağılımı .....	40
<b>Tablo 3.1.</b> Araştırma Sahasının Toprak Sınıflarının Alansal Dağılımı .....	46
<b>Tablo 3.2.</b> Arazi Kullanım Türü Dağılımı .....	49
<b>Tablo 4.1.</b> Porsuk Çayı Havzası'nda Toprak Kaybı Risk Sınıfları ve Dağılımları .....	54
<b>Tablo 4.2.</b> Arazi Sınıflarına Göre Toprak Kaybı Alan ve Oranları .....	59
<b>Tablo 5.1.</b> Faktörlerin Erozyon Üzerindeki Etkileri .....	64

## ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Araştırma Sahasının Yeri ve Sınırları .....	5
Şekil 1.2. Çalışma Yönteminin İşleyiş Şeması .....	9
Şekil 1.3. Faktör Hesaplama Şeması.....	11
Şekil 2.1. Çalışma Sahasının Jeolojik Özellikleri .....	36
Şekil 2.2. Çalışma Alanının Yükselti Basamakları.....	37
Şekil 2.3. Çalışma Alanının Eğim Haritası .....	37
Şekil 2.4. Çalışma Alanının Bakı Haritası .....	38
Şekil 2.5. Çalışma Alanının Yeryüzü Şekilleri Haritası .....	39
Şekil 3.1. Araştırma Sahasının 1991-2023 Yılları Arası Ortalama Yağış Haritası.....	42
Şekil 3.2. Araştırma Sahasının 1991-2023 Yılları Arası Ortalama Sıcaklık Haritası.....	43
Şekil 3.3. Araştırma Sahasının 1991-2023 Yılları Arası Ortalama Nispi Nem Haritası .....	44
Şekil 3.4. Araştırma Sahasının Toprak Özellikleri .....	45
Şekil 3.5. Araştırma Sahasının Bitki Örtüsü .....	48
Şekil 3.6. Araştırma Sahasının Arazi Kullanım Haritası .....	50
Şekil 4.1. RUSLE faktörlerinin Porsuk Çayı Havzası'ndaki mekânsal dağılımı; (a) LS faktörü, (b) K faktörü, (c) R faktörü, (d) C faktörü ve (e) P faktörü .....	53
Şekil 4.2. Çalışma sahasındaki antropojenik etkilerin gösterimi: maden çıkarım sahalarındaki tahribatın erozyon süreçlerine etkisi (a, b, c), erozyon riskini azaltmak için alınan tedbirler (d), maden işletmelerinden çıkan atık malzeme ve molozların vadi tabanına kontrolsüz biçimde depolanması (e, f).....	56
Şekil 4.3. Çalışma sahasındaki doğal erozyon süreçlerinin gösterimi: yüzey ve yarıntı erozyon tiplerinin görünümü (a, b, c) ve alınan tedbirler (d, Söğütçük köyü), Sündiken Dağları'nın yamaçlarında gözlemlenen erozyon alanlarının görünümü (e).....	57
Şekil 5.1. Porsuk Çayı Havzası'nda Toprak Erozyonunun Mekânsal Dağılımı.....	63

## KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

**$\alpha$** : Alfa

**$\beta$** : Beta

**$\pi$** : Pi sayısı ( $\approx 3.1416$ )

**sin**: Sinüs trigonometrik fonksiyonu

**$e^{\wedge}$** : Euler sayısının kuvveti (doğal logaritma tabanı)

**$^{\circ}$** : Derece

**'**: Dakika

**''**: Saniye

**%**: Yüzde

**t**: Ton

**ha**: Hektar

**ha<sup>-1</sup>**: Hektar başına

**y<sup>-1</sup>**: Yıl başına

**t ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>**: Ton/hektar/yıl

**MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>**: MegaJoule başına milimetre

**NDVI = (B8 - B4) / (B8 + B4)**: Normalleştirilmiş Fark Vejetasyon İndeksi formülü

(B8: Yakın kızılötesi bandı - Sentinel - 2, B4: Kırmızı band - Sentinel - 2)

**Sloperad / Sloperad1.3 / Sloperad1.5**: Eğim değeri (radyan cinsinden)

**Slopedeg**: Eğim değeri (derece cinsinden)

**FlowAccum / FlowAccum0.5 / FlowAccum0.6**: Akış birikimi değeri

**A**: Yıllık toprak kaybı (ton/ha/yıl)

**AHP**: Analitik Hiyerarşi Prosesi

**AGNPS**: Agricultural Non-Point Source Pollution Model (Tarımsal Noktasal Olmayan Kirlilik Modeli)

**CBS**: Coğrafi Bilgi Sistemleri

**CHIRPS**: Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station Data (İklim Tehlikeleri Grubu Kızılötesi Yağış Verileri)

**CORINE**: Coordination of Information on the Environment (Çevresel Bilgilerin Koordinasyonu)

**CS137**: Sezyum-137 izotopu

**DEM:** Digital Elevation Model (Sayısal Yükseklik Modeli)

**DEMİS:** Dinamik Erozyon Modeli ve İzleme Sistemi

**DSAS:** Digital Shoreline Analysis System (Sayısal Kıyı Çizgisi Analiz Sistemi)

**EPM:** Erosion Potential Method (Erozyon Potansiyel Yöntemi)

**ETM+:** Enhanced Thematic Mapper Plus (Geliştirilmiş Tematik Haritalayıcı – Landsat 7)

**EUROSEM:** European Soil Erosion Model (Avrupa Toprak Erozyon Modeli)

**FAO:** Food and Agriculture Organization (Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü)

**GEE:** Google Earth Engine (Google Uydu Tabanlı Coğrafi Veri Platformu)

**GIS:** Geographic Information System (Coğrafi Bilgi Sistemi – İngilizce karşılığı)

**GPS:** Global Positioning System (Küresel Konumlama Sistemi)

**ICONA:** Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza (İspanya Ulusal Doğa Koruma Enstitüsü)

**K:** Toprak erodibilite faktörü (Soil Erodibility Factor)

**LEAM:** Land-use Evolution and Impact Assessment Model (Arazi Kullanımı Evrimi ve Etki Değerlendirme Modeli)

**LRR:** Land Resource Regions (Arazi Kaynak Bölgeleri)

**LU/LC:** Land Use / Land Cover (Arazi Kullanımı / Arazi Örtüsü)

**MCDM:** Multi-Criteria Decision Making (Çok Kriterli Karar Verme)

**MICONA:** Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (İspanya Çevre ve Doğal Kaynaklar Bakanlığı)

**MODIS:** Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (Orta Çözünürlüklü Görüntüleme Spektrometresi)

**MPSIAC:** Modified Pacific Southwest Inter-Agency Committee (Değiştirilmiş Pasifik Güneybatı Kurumlararası Komite Yöntemi)

**MUSLE:** Modified Universal Soil Loss Equation (Değiştirilmiş Evrensel Toprak Kaybı Denklemi)

**NASA:** National Aeronautics and Space Administration (Amerikan Havacılık ve Uzay Dairesi)

**NDVI:** Normalized Difference Vegetation Index (Normalleştirilmiş Fark Vegetasyon İndeksi)

**NOAA:** National Oceanic and Atmospheric Administration (Ulusal Okyanus ve Atmosfer Dairesi – ABD)

**P:** Koruma önlemleri faktörü (Conservation Practice Factor)

**PESERA:** Pan-European Soil Erosion Risk Assessment (Avrupa Genelinde Toprak Erozyonu Risk Değerlendirme Modeli)

**R:** Yağış erozyon faktörü (Rainfall-Runoff Erosivity Factor)  
**RUSLE:** Revised Universal Soil Loss Equation (Gözden Geçirilmiş Evrensel Toprak Kaybı Denklemi)  
**SRTM:** Shuttle Radar Topography Mission (Radarla Yükseklik Ölçümü Görevi)  
**SWAT:** Soil and Water Assessment Tool (Toprak ve Su Değerlendirme Aracı)  
**TM:** Thematic Mapper (Tematik Haritalayıcı – Landsat 5)  
**TUBITAK:** Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu  
**TURTEM:** Türkiye Toprak Erozyon Tahmin Modeli  
**UA:** Uzaktan Algılama  
**USLE:** Universal Soil Loss Equation (Evrensel Toprak Kaybı Denklemi)  
**WEPP:** Water Erosion Prediction Project (Su Erozyonu Tahmin Projesi)  
**YETKE:** Yetke Temelli Alan Kullanım Modeli

## 1. GİRİŞ

Erozyon süreçleri, yeryüzünü şekillendiren temel dış etkenlerden birisidir. Erozyon, dünyanın ilk jeolojik dönemlerinden bu yana kesintisiz devam eden bir süreç olarak topoğrafyanın şekillenmesine önemli katkılarda bulunmuştur (Erinç, 1973). Ancak, doğal bir süreç olmasının yanı sıra, özellikle yanlış arazi kullanımı gibi insan kaynaklı faktörler erozyon hızını artırarak onu günümüzün önemli çevresel sorunlarından biri haline getirmiştir (Erinç, 1973).

Erozyon süreçlerine dair kanıtlar, geçmiş çevresel değişimler ve insan faaliyetlerinin etkilerini yansıtan toprak katmanlarında saklıdır. Bu doğal arşivler, iklim, sedimentolojik ve jeomorfolojik değişimlerin anlaşılmasında önemli bir rol oynar (Karakoca, 2022). İnsan etkisi neticesinde erozyonun hızı özellikle Neolitik Çağ'dan beri belirginleşmiş, MÖ 10.000 civarında tarımın yaygınlaşması ve yerleşik yaşama geçişiyle birlikte ormanların ortadan kaldırılması, toprağın işlenmesi ve hayvancılık gibi faaliyetler sonucunda artmıştır. Roma İmparatorluğu döneminde geniş tarım alanlarının açılması ve su yollarının düzenlenmesi, özellikle Akdeniz Havzası'nda ciddi erozyon olaylarına yol açmış ve bu tür çevresel faktörler imparatorluğun çöküşünde dahi etkili olduğu görülmektedir (Kirkpatrick, 2024). Sanayi Devrimi ile birlikte ormansızlaştırma faaliyetleri ve madencilik aktivitelerinin artması, erozyon süreçlerini hızlandırmıştır. Özellikle kömür kullanımının yaygınlaşması, sanayi ve yerleşim alanlarının genişlemesi doğal bitki örtüsünün yok olmasına ve buna bağlı olarak erozyon miktarında belirgin bir artışa neden olmuştur. Avrupa'da yüzey madenciliğinin yaygınlaşması, toprak kayıplarını artıran başlıca faktörlerden biri olurken 20. yüzyılda modern tarım teknikleri ve nüfus artışı, küresel erozyon miktarlarını dört katına çıkarmış ve özellikle gelişmekte olan ülkelerde toprak erozyonu ciddi bir çevresel sorun haline gelmiştir (Clark ve Jacks, 2007).

Türkiye'de erozyon ise son yıllarda engebeli topoğrafya ve insan etkileri nedeniyle ciddi boyutlara ulaşmıştır. Ülke genelinde yıllık su erozyonu kaynaklı toprak kaybı 642 milyon ton olup, hektar başına ortalama  $8,24 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$  toprak kaybı yaşanmaktadır (Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, 2024). Erozyon yoğunluğu açısından, %60,28 oranında çok hafif, %19,13 oranında hafif, %7,93 oranında orta, %5,97 oranında şiddetli ve %6,7 oranında çok şiddetli erozyon görülmektedir. Bu veriler, ülke genelinde hafif erozyonun yaygın olduğunu ancak %12,67 oranındaki alanlarda orta ve üstü düzeylerde ciddi toprak kayıplarının yaşandığını göstermektedir. Su erozyonunu etkileyen başlıca faktörler arasında %47,55 ile topoğrafya en büyük etken olarak öne çıkarken, bitki örtüsü %34,82, yağış %14,26 ve toprak faktörleri %3,36 oranında etkili olmaktadır (Demirtaş, 2024). Özellikle, büyük akarsu

havzaları, erozyonun en yoğun yaşandığı alanlar arasında yer almaktadır. Bu alanlar içerisinde Dicle, Fırat, Çoruh, Kızılırmak ve Sakarya havzalarında her yıl milyonlarca ton toprak erozyona uğramaktadır. Engebeli arazi yapısı, yetersiz bitki örtüsü ve yoğun yağışlar, erozyon şiddetini artıran başlıca faktörlerdir. Türkiye genelinde en fazla toprak kaybı ise 160 milyon ton ile Dicle-Fırat havzasında gerçekleşirken, onu 52,8 milyon ton ile Çoruh, 45,5 milyon ton ile Kızılırmak ve Batı Akdeniz havzaları (28,7 milyon ton) takip etmektedir. Nitekim bu veriler, akarsu havzalarının erozyona karşı yüksek hassasiyete sahip olduğunu göstermektedir (Demirtaş, 2024).

Erozyon çalışmalarının mekânsal ve zamansal dağılımını anlamaya yönelik araştırmalar uzun bir geçmişe sahiptir. İlk sistematik erozyon araştırmaları, 1930'larda ABD'de toprak koruma politikalarını geliştirmek amacıyla başlatılmıştır (Smith ve Wischmeier, 1957). Özellikle Wischmeier ve Smith tarafından 1978'de geliştirilen USLE (Universal Soil Loss Equation) modeli, eğim, bitki örtüsü ve toprak yapısı gibi değişkenleri dikkate alarak toprak kaybını hesaplamada kullanılan önemli bir araç olmuştur. Devam eden süreçte, bu model farklı iklim ve topoğrafya koşullarına uyarlanmış ve 1990'larda RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) modeli olarak güncellenmiştir (Renard vd., 1991). RUSLE modeli, belirli bir alandaki yıllık toprak kaybını tahmin ederek erozyon riskine karşı önlemler alınmasını kolaylaştıran önemli bir hesaplama yöntemi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. 1980'li yıllarda USLE (Universal Soil Loss Equation) modelinin özellikle tarım alanlarında uygulanmaya başlanması, erozyon hesaplamalarının nicel ve bilimsel temellere dayanmasını mümkün kılmıştır (Uslu, 1982). 1990'lı yıllarda ise RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) modelinin kullanıma girmesiyle, özellikle büyük akarsu havzalarında erozyonun mekânsal dağılımı daha sağlıklı ve detaylı bir biçimde değerlendirilmeye başlanmıştır. Türkiye'de ise erozyon çalışmaları, 1950'li yıllardan itibaren sistematik olarak çalışılmaya başlanmıştır. Türkiye'deki erozyonun boyutlarını bilimsel olarak ortaya koyan ilk çalışma arasında İlgüz (1955) tarafından hazırlanan Mustafa Kemal Paşa Çayı havzasındaki çalışma yer almaktadır. Bu gelişmeleri takiben, Türkiye'nin özgün topografik ve iklimsel koşullarına uyarlanarak geliştirilen Türkiye Toprak Erozyon Tahmin Modeli (TURTEM), Özden ve Özden (1997) tarafından ülke genelinde erozyon risk analizlerinin gerçekleştirilmesine önemli katkılar sağlayan bir model olarak literatüre kazandırılmıştır. TURTEM, RUSLE modelinin eğim uzunluğu ve eğim derecesi faktörlerini Türkiye koşullarına uygun hâle getirerek, ülkenin farklı bölgelerinde toprak kaybı potansiyelini değerlendirmede etkin bir araç olarak kullanılmaktadır (Özden ve Özden, 1997).

Günümüzde, Türkiye'nin farklı havza ve bölgelerinde gerçekleştirilen çok sayıda erozyon çalışması bulunmaktadır. Özellikle Dicle, Fırat, Kızılırmak, Sakarya ve Batı Akdeniz havzaları, erozyonun en yoğun gözlemlendiği alanlar arasında öne çıkmaktadır (Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, 2021). Marmara Bölgesi'nde (Okçu vd., 2006; Fıçıcı, 2016; Atalay Dutucu ve Mutlu, 2022), Ege Bölgesi'nde (Danacıoğlu ve Tağıl, 2017), İç Anadolu Bölgesi'nde (Bozyiğit ve Kaya, 2017; Karakoca, 2025), Batı Karadeniz bölümünde (Eraslan vd., 2016), Doğu Karadeniz bölümünde (Hatipoğlu ve Hatipoğlu, 2020), Batı Akdeniz'de (Çilek vd., 2014; Avcıoğlu vd., 2020), Doğu Akdeniz'de (Değerliyurt, 2013a) yürütülen çalışmalar, ülke genelinde erozyon risklerinin mekânsal farklılıklarını detaylı bir şekilde ortaya koymuştur. Bununla birlikte Meriç-Ergene (Özşahin, 2016a; 2016b; Uludağ ve Fıçıcı, 2018), Susurluk (Mutlu vd., 2021), Gediz (Tağıl vd., 2023), Sakarya (Karaş vd., 2009; Ustaoglu ve Koç, 2018), Küçük ve Büyük Menderes (Özdemir ve Dönmez, 2016; Gündüzoğlu, 2019), Akarçay ve Burdur Havzaları (Erkal ve Yıldırım, 2012; Dursun ve Babalık, 2023), Yeşilirmak (İmamoğlu, 2020), Kızılırmak (Ataol ve Köle, 2016), Seyhan ve Ceyhan (Erol, 2003; Çilek ve Berberoğlu, 2013), Dicle ve Fırat (Sunkar ve Avcı, 2015; Avcı vd., 2017; Karakoyun ve Kaya, 2022; Yalçinkaya vd., 2022), Çoruh (Zengin vd., 2009) ve Aras (Aykır ve Fıçıcı, 2022) gibi havzalarda yürütülen araştırmalar havza ölçeğinde erozyon dinamiklerinin ayrıntılı bir şekilde ifade edildiği çalışmalar arasında bulunmaktadır. Bu araştırmalar, Türkiye'nin farklı iklimsel, jeomorfolojik ve hidrolojik karakteristiklere sahip bölgelerinde erozyon süreçlerinin anlaşılmasına önemli katkılar sağlamış ve bölgesel ölçekli arazi yönetimi ile koruma stratejilerinin geliştirilmesine bilimsel zemin hazırlamıştır.

Sakarya Nehri Havzası'na yönelik çalışmalarda su kaynaklarının durumu ve havza yönetimi ön plana çıkmaktadır. Bu kapsamda, Sakarya Nehri'nin su kalitesinin tarımsal sulamaya uygunluğunun değerlendirilmesi (Dorak ve Aşık, 2018), faktör analizi ile su kalitesinin incelenmesi (Şengörür ve İsa, 2001), taşkın yayılım haritalarının oluşturulması (Sönmez, 2013), Göksu Çayı Havzası'nda risk temelli havza yönetimi yaklaşımları (Uzun ve Garipağaoğlu, 2022) ile Sakarya Havzası'nda sıcaklık ve yağış değişimlerinin analizi (Rümeysa ve Atalay Dutucu, 2020) dikkat çeken çalışmalardandır. Ayrıca, Yuvacık Barajı'nda iklim değişikliğinin akım ve sediman rejimine etkileri (Özdemir, 2021), Porsuk Çayı'nda debi analizleri (Tekkanat, 2016) ve su kalitesi değerlendirmeleri (Köse vd., 2016) ile Kirmir Çayı'ndaki biyolojik çeşitlilik üzerine araştırmalar (Gül vd., 2008) havzadaki su ve çevre yönetimi açısından önemli bilgiler sunmaktadır. Sakarya Nehri Vadisi özelinde ise, İnhisar ile Osmaneli arasındaki seki sistemlerine yönelik morfometrik, sedimentolojik ve kronolojik

analizler, bölgedeki flüvyal süreçlerin tarihsel gelişimini ortaya koyarak vadinin jeomorfolojik evrimine katkı sağlamaktadır (Karakoca ve Uncu, 2020; Karakoca vd., 2025).

Sakarya Havzası'nda yapılan genel çalışmalara ek olarak, havzanın önemli kollarından biri olan Porsuk Çayı'na yönelik erozyon araştırmaları sınırlı sayıda olup, genellikle bölgesel ölçekte kalmıştır. Örneğin, Karaş vd. (2009), Sarısu Alt Havzası'nda CORINE, LEAM ve USLE yöntemlerini kullanarak erozyon risk haritaları oluşturmuş ve alanın %79,22'sinin yüksek erozyon riski taşıdığını ortaya koymuştur; ancak bu çalışma yalnızca Sarısu Havzası ile sınırlıdır. Öztürk ve Altan (2007) ise Porsuk Çayı'nda sanayi ve kentsel kaynaklı atık suların neden olduğu çevresel sorunları, tarım alanlarında görülen su erozyonu problemlerini ve bu sorunlara ilişkin havza yönetimi ilkelerine dayalı çözüm önerilerini tartışmıştır. Öte yandan, Yılmaz (2022), Eskişehir ili sınırları içerisinde Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tekniklerinden yararlanarak yüksek erozyon potansiyeline sahip alanları belirlemiştir; ancak bu çalışma da Porsuk Havzası'nın tamamını kapsamamaktadır. Bu bağlamda, Porsuk Çayı Havzası genelinde tüm havzayı kapsayacak şekilde, güncel ve yaygın olarak kullanılan RUSLE modeli gibi bir toprak erozyon metodolojisinin henüz uygulanmadığı görülmektedir.

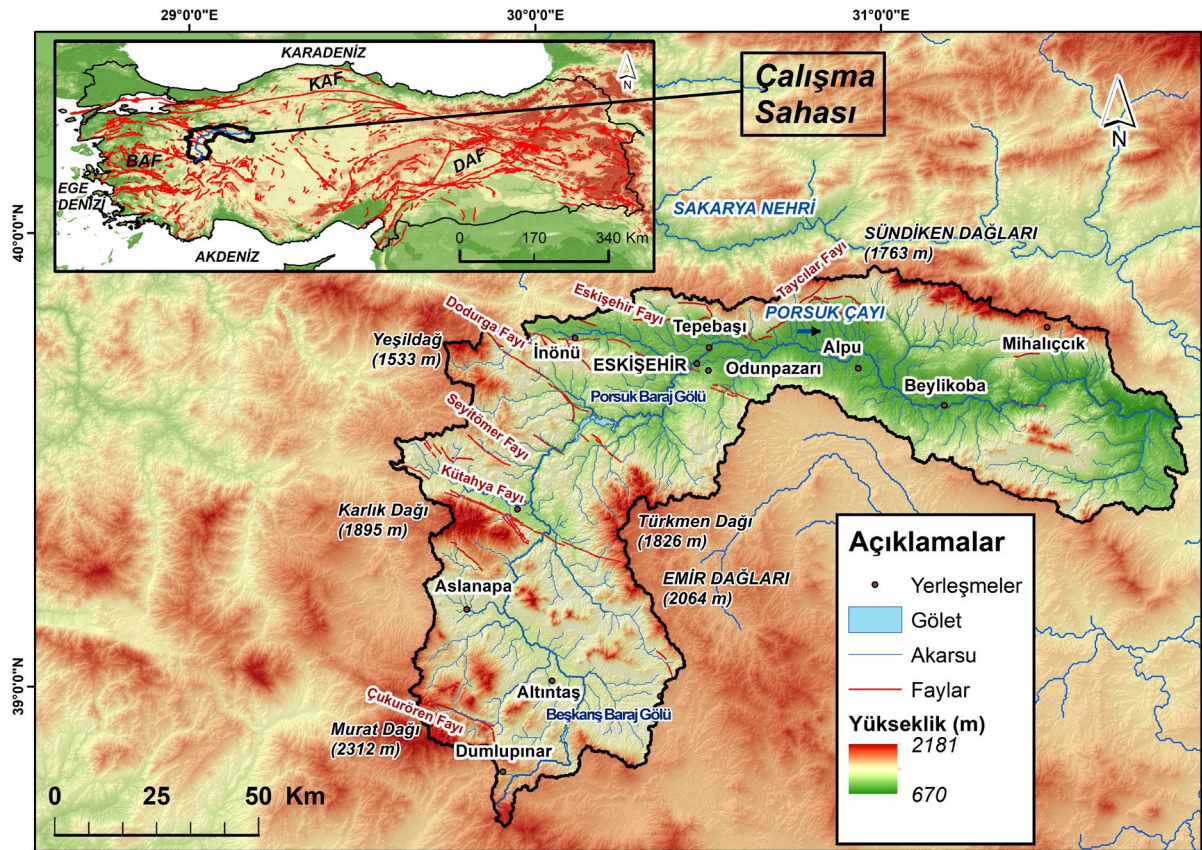
### **1.1. Araştırma Sahasının Yeri ve Sınırları**

Kuzeybatı Anadolu'da yer alan Porsuk Çayı Havzası, Sakarya Havzası'nın en önemli alt havzalarından biridir. Coğrafi olarak 29°38'–31°59' doğu boylamları ve 38°44'–40°39' kuzey enlemleri arasında konumlanan havza, doğu-batı yönünde yaklaşık 202 km, kuzey-güney yönünde ise 135 km uzunluğundadır. Toplam yüzölçümü 1.079.744,67 hektar (10.797,45 km<sup>2</sup>) olan havza, oldukça geniş bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1.1). Havzanın sınırları içerisinde Eskişehir ve Kütahya illerine bağlı yedi ilçe yer almaktadır. Ayrıca Ankara, Afyon ve Uşak illerinin bazı bölümleri de havza içerisinde kalmaktadır. Yukarı Sakarya Oluğu, Porsuk Oluğu ve Sündiken Dağları ise bölgenin öne çıkan başlıca coğrafi unsurları arasında yer almaktadır.

Porsuk Havzası, Ege, Marmara ve İç Anadolu Bölgeleri'nin kesişim noktasında bulunması nedeniyle iklimsel ve topografik çeşitliliğe sahiptir. Bu özelliği, havzanın sadece doğal çevre özelliklerini değil, aynı zamanda tarım, sanayi, yerleşim ve ulaşım açısından stratejik önemini de artırmaktadır. Porsuk Çayı, Murat Dağı eteklerinden doğarak Tokul Köyü civarında yüzeysel akışa geçmekte ve kuzeye doğru ilerleyerek Kütahya il sınırlarını geçtikten sonra doğuya yönelmektedir. Eskişehir kent merkezinden geçerek akışını sürdüren Porsuk Çayı, Sazlılar mevkiinde 660 metre rakımda Sakarya Nehri'ne katılmaktadır. 436 km uzunluğa sahip olan çayın başlıca yan kolları arasında Kokar Çayı, Çat Deresi, Felent Çayı, Kargın Deresi

ve Sarısu Deresi yer almaktadır. Bu kollar havzanın hidrolojik döngüsünün oluşumunda önemli rol oynamaktadır (Çetin vd., 2011).

Havzanın fiziki coğrafya özellikleri, su kaynakları ve akarsu ağı dikkate alındığında, bölge sürdürülebilir su ve toprak yönetimi açısından öncelikli alanlardan biri olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, havza genelinde gerçekleştirilecek kapsamlı çevresel analizler ile erozyon ve arazi kullanımı temelli çalışmalar, bölgenin doğal kaynaklarının korunması ve etkin yönetimi açısından büyük önem taşımaktadır.



Şekil 1.1. Araştırma Sahasının Yeri ve Sınırları

## 1.2. Araştırmanın Amacı ve Araştırma Soruları

Bu çalışma, Porsuk Çayı Havzası'nda toprak kaybının nedenleri ve mekânsal özelliklerini bütüncül bir yaklaşımla ortaya koyarak, havzanın sürdürülebilir toprak ve su kaynakları yönetimine yönelik bilimsel bir temel sunmayı amaçlamaktadır. Bu doğrultuda, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) modeli kullanılarak Porsuk Çayı Havzası'nda toprak erozyonunun nicel olarak belirlenmesi ve erozyon süreçlerini etkileyen faktörlerin mekânsal dağılımının analiz edilmesi hedeflenmektedir.

Porsuk Çayı Havzası'nın araştırma sahası olarak seçilmesinin temel gerekçesi, bugüne kadar yapılan çalışmaların genellikle alt havzalar veya dar alanlara odaklanmış olmasıdır. Havzanın tamamını kapsayan güncel bir toprak kaybı modellemesi bulunmamaktadır. Bu durum erozyon dinamiklerine ilişkin bütüncül bir değerlendirme yapılmasını engellemektedir. Bu çalışmayla, havzanın genelinde toprak kaybı süreçlerinin ayrıntılı şekilde ortaya konulması, erozyon riskinin mekânsal dağılımının değerlendirilmesi ve bu risklerin azaltmasına yönelik bilimsel temelli havza yönetimi stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlanması planlanmaktadır.

Bu kapsamda, RUSLE modeli doğrultusunda havzanın erozyon potansiyelini belirleyen başlıca faktörler analiz edilmiştir:

- Yağış rejimi ve erozyon potansiyeli (R faktörü)
- Arazi eğimi ve uzunluğu (LS faktörü)
- Arazi kullanımı ve bitki örtüsü (C faktörü)
- Koruma tedbirleri (P faktörü)

Çalışmada aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

1. Porsuk Çayı Havzası'nda toprak kaybını etkileyen başlıca çevresel ve beşerî faktörler nelerdir?
2. Eğim ve uzunluk bileşenleri (LS faktörü), havza genelinde toprak kaybı üzerinde nasıl bir mekânsal dağılım göstermektedir?
3. Arazi kullanımı/bitki örtüsü (C faktörü) ile yağış erozyonu (R faktörü) arasındaki etkileşimler havzanın farklı bölgelerinde nasıl bir farklılık ortaya koymaktadır?
4. Koruma tedbirleri (P faktörü), havzanın hangi kesimlerinde toprak kaybını azaltmada daha etkili olmuştur?
5. Toprak erozyonu süreçleri, iklim değişikliği ve değişen yağış rejimlerinden nasıl etkilenmektedir?

Porsuk Çayı Havzası'ndaki erozyon dinamikleri, Türkiye'nin diğer havzalar ile hangi yönlerden benzerlik veya farklılık göstermektedir?

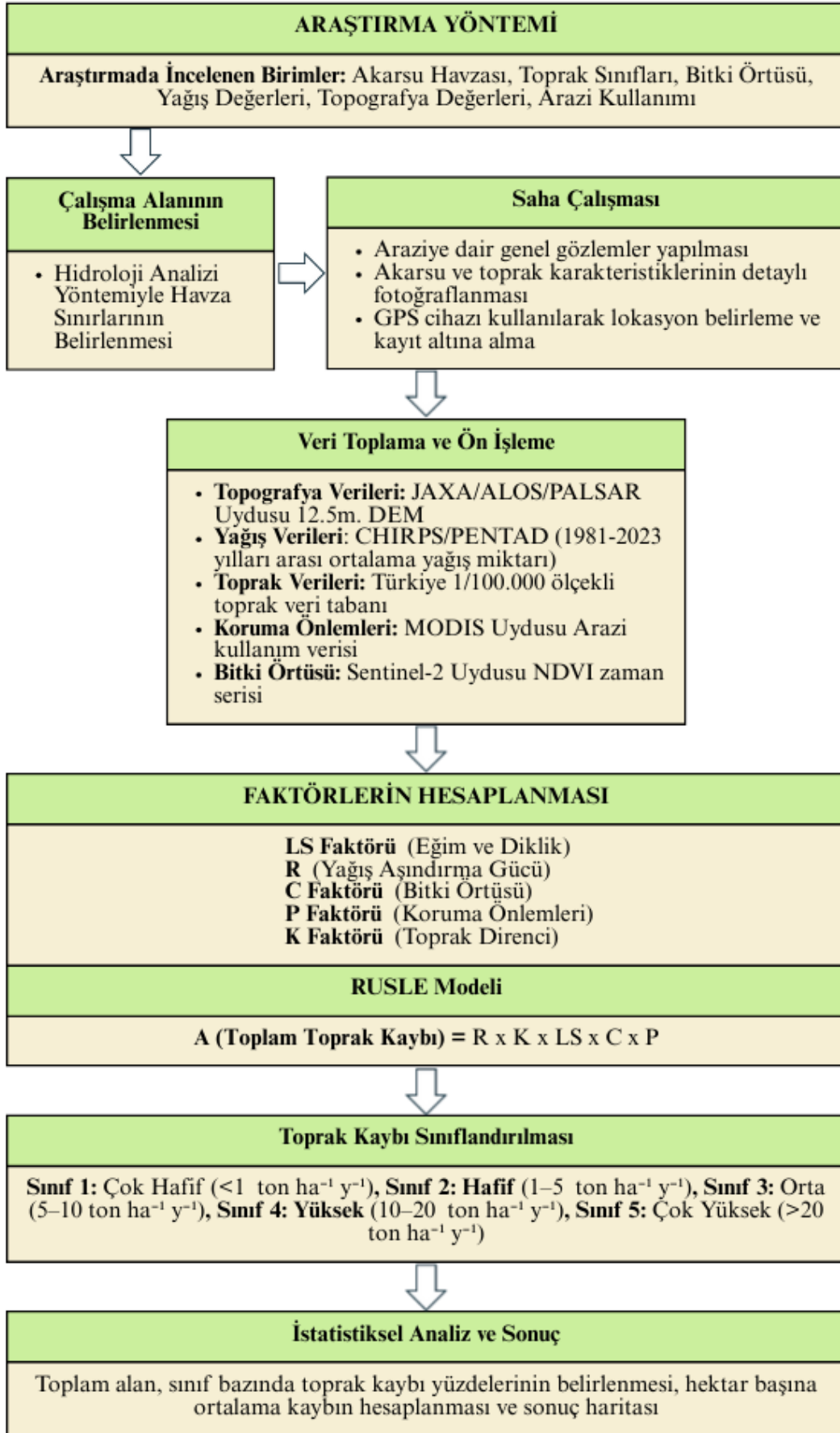
### 1.3. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, araştırmanın amacına uygun olarak dört temel aşamada yürütülmüştür: veri toplama, analiz, saha çalışması ve haritalama. İlk aşamada, araştırma konusu ve sahası belirlenmiş; Porsuk Çayı Havzası'nın sınırları netleştirilmiş ve temel fiziki özelliklerini ortaya koymaya yönelik ilgili tematik haritalar temin edilmiştir. Buna ek olarak, toprak kaybı ve erozyon konusundaki literatür kapsamlı biçimde incelenmiş ve Porsuk Çayı Havzası özelinde eksik kalan yönler tespit edilmiştir. İkinci aşamada, havzada toprak kaybını etkileyen faktörlerin analizine yönelik CBS, Uzaktan Algılama (UA) teknikleri ve saha gözlemlerine dayalı verilerden yararlanılmıştır (Şekil 1.2). Bu çerçevede:

- Topografik yapı ve morfolojik birimler, 12,5 m çözünürlüğe sahip ALOS PALSAR uydu verisi kullanılarak analiz edilmiştir.
- Toprak özellikleri, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından sağlanan 1/100.000 ölçekli toprak haritasına dayanılarak değerlendirilmiş, bu harita üzerinden K (erodibilite) faktörü hesaplanmıştır.
- Bitki örtüsü ve arazi kullanım sınıfları, Sentinel-2 uydu görüntüleri Google Earth Engine (GEE) platformu aracılığıyla elde edilip ön işlemden geçirilerek yapılmış; NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) yöntemiyle C (örtü yönetim) faktörü belirlenmiştir.
- Yağış erozyon faktörü (R), dinamik ve güncel yapısıyla öne çıkan CHIRPS (Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data) veri seti kullanılarak hesaplanmıştır.
- Koruma uygulamaları (P faktörü), MODIS MCD12Q1 (2020) arazi kullanım verileri üzerinden modellenmiş, sınıflama sürecinde Panagos vd. (2015) tarafından önerilen yöntem esas alınmıştır.

Üçüncü aşamada, saha çalışmaları sırasında elde edilen bulgularla birlikte çalışmada kullanılacak tüm veriler, CBS ve UA ortamlarında entegre edilerek analiz edilmiş ve Porsuk Çayı Havzası'na ait toprak erozyon haritaları oluşturulmuştur. Haritalama ve morfometrik analiz süreçlerinde ArcMap 10.8, QGIS 3.34.12, Adobe Photoshop 21.1.3 ve Google Earth Pro yazılımlarından yararlanılmıştır. Bu yazılımlar veri işleme, mekânsal analiz, görselleştirme ve haritalama aşamalarında etkin biçimde kullanılarak çalışmanın bilimsel doğruluk ve görsel sunum kalitesine önemli katkı sağlamıştır.

Son aşamada, elde edilen modelleme sonuçlarının değerlendirilmesi ve erozyon süreçlerinin yerinde gözlenebilmesi amacıyla kapsamlı saha çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Saha çalışmaları sırasında arazi gözlemleri yapılmış, fotoğraflar çekilmiş ve elde edilen veriler haritalama sürecine entegre edilmiştir. RUSLE modeli ile oluşturulan risk haritaları, saha verileriyle karşılaştırılmış ve model doğrulama çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte GPS cihazı (Garmin-Oregon 650) kullanılarak noktasal koordinatlar ve yükseklik değerleri ölçülmüş ve bu veriler CBS ortamına aktarılmıştır. Bunun yanı sıra, toprak özellikleri, eğim durumu ve bitki örtüsü gibi alanlara ilişkin bilgiler detaylandırılmış ve görsellerle desteklenmiştir. Son olarak, elde edilen saha verileri, RUSLE model faktörleri (R, K, LS, C, P) ile karşılaştırılarak modelin yerel koşullardaki geçerliliği test edilmiştir.



**Şekil 1.2.** Çalışma Yönteminin İşleyiş Şeması

### **1.3.1. Model Kullanımı ve Haritalama**

Bu çalışmada, UA ve CBS teknikleri kullanılarak Porsuk Çayı Havzası'na ait topoğrafya, eğim, bakı, akış birikimi, hidroğrafya, arazi kullanımı ve bitki örtüsü gibi çeşitli tematik haritalar üretilmiştir. Haritalama süreci boyunca başta Google Earth Engine (GEE) platformu başta olmak üzere ArcMap 10.8, QGIS 3.34.12 ve Google Earth Pro yazılımlarından etkin biçimde yararlanılmıştır.

Çalışmanın temel altlıklarından biri olan Sayısal Yükseklik Modeli (DEM/SYM), ALOS PALSAR verilerinden (12,5 m mekânsal çözünürlük) elde edilmiştir. Bu veriler, GEE ortamında çift kübik enterpolasyon (komşu pikselleri dikkate alarak yumuşatma) yöntemiyle pürüzsüzleştirilmiş ve analizlerde yüksek doğruluk sağlanmıştır. Üretilen DEM, başta eğim, bakı ve akış birikimi gibi türev haritalar olmak üzere birçok analizde temel veri seti olarak kullanılmıştır.

Haritalama sürecinde yürütülen başlıca işlemler şu şekildedir:

- NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) değerleri, Sentinel-2 uydu görüntülerinden hesaplanarak bitki örtüsü yoğunluğu analiz edilmiştir. Bu analiz, RUSLE modelinde C (örtü yönetimi) faktörünün belirlenmesinde kullanılmıştır.
- CHIRPS veri seti kullanılarak çalışma alanının yıllık ve mevsimsel yağış dağılımı değerlendirilmiş ve bu veriler R (yağış erozyonu) faktörünün hesaplanmasında temel alınmıştır.
- MODIS MCD12Q1 (2020) veri seti aracılığıyla arazi kullanım sınıfları belirlenmiş ve bu sınıflar P (koruma uygulamaları) faktörünün modellenmesinde kullanılmıştır.

Tüm bu veriler, Porsuk Çayı Havzası'ndaki erozyon riskinin modellenmesi, faktörler arası mekânsal ilişkilerin değerlendirilmesi ve araştırma sorularının yanıtlanması açısından sağlam bir analitik zemin oluşturmuştur. Haritalama süreci sadece görsel temsiller üretmekle kalmamış, aynı zamanda RUSLE modelinin temel girdilerinin nicel olarak hesaplanmasını ve modelin bilimsel geçerliliğini artıran karar destek verilerinin üretilmesini mümkün kılmıştır.

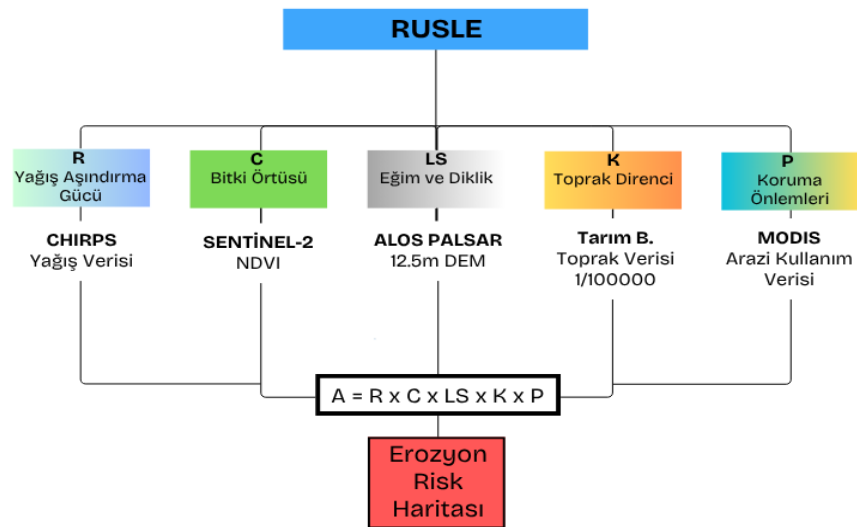
#### **1.3.1.1. Faktör Hesaplama ve Haritalandırma Süreçleri**

Porsuk Çayı Havzası'nda toprak erozyonunun mekânsal dağılımını belirlemek amacıyla, yaygın olarak kullanılan RUSLE modeli uygulanmıştır. Bu model; yağış erozyon faktörü (R), toprak erodibilite faktörü (K), eğim ve akış birikimi faktörü (LS), bitki örtüsü ve arazi kullanımı faktörü (C) ile koruma önlemleri faktörü (P) olmak üzere beş temel bileşenden oluşmaktadır.

Her bir faktör, literatürde yaygın kabul gören yöntemler temel alınarak hesaplanmış ve mekânsal olarak haritalandırılmıştır (Renard vd., 1997). Bu süreçte aşağıdaki veri kaynakları ve yazılımlar etkin biçimde kullanılmıştır:

- R faktörü: Yağış erozyon potansiyeli, CHIRPS veri seti kullanılarak GEE ortamında hesaplanmıştır (Renard vd., 1997; Funk vd., 2015).
- K faktörü: Toprak erodibilitesi, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı'na ait 1/100.000 ölçekli toprak haritaları temel alınarak raster formatına dönüştürülmüş ve GEE ortamında analiz edilmiştir.
- LS faktörü: Eğim ve akı bileşenleri, ALOS PALSAR tabanlı DEM verileri kullanılarak elde edilmiştir. Bu faktör topoğrafyanın erozyon üzerindeki etkisini yansıtmaktadır.
- C faktörü: Arazi örtüsünün erozyonu engelleme kapasitesini temsil eden bu faktör, Sentinel-2 uydu görüntülerinden elde edilen NDVI değerleri üzerinden hesaplanmıştır.
- P faktörü: Koruma tedbirlerini yansıtan bu bileşen, MODIS MCD12Q1 arazi kullanım sınıfları ile eğim verilerinin birleştirilmesiyle modellenmiştir.

Modelleme süreci, ilk olarak GEE olmak üzere ArcMap 10.8 ve QGIS yazılımları kullanılarak yürütülmüştür. GEE ortamında faktör analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler CBS ortamında görselleştirilmiş, değerlendirilmiş ve raporlanmıştır. Sonuçta RUSLE modeli, yukarıda açıklanan beş faktörün çarpımı yoluyla çalışma alanındaki yıllık ortalama toprak kaybını (A), ton/ha/yıl ( $t\ ha^{-1}\ y^{-1}$ ) cinsinden hesaplamış ve erozyon riskinin mekânsal durumunu ortaya koymuştur. Model çıktıları Şekil 1.3'te görsel olarak sunulmaktadır.



Şekil 1.3. Faktör Hesaplama Şeması

### 1.3.1.2. LS Faktörünün Hesaplanması:

LS faktörü, topoğrafyanın erozyon üzerindeki etkisini yansıtan ve RUSLE modelinin önemli bir bileşenidir (Renard vd., 1991). Bu çalışmada, LS faktörü, eğim (slope) ve akış birikimi (flow accumulation) verilerine dayalı olarak Google Earth Engine (GEE) platformunda hesaplanmıştır. Eğim verileri, ALOS PALSAR tabanlı Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) kullanılarak türetilmiş ve sinüs dönüşümü ile radyan cinsine çevrilmiştir. Bu dönüşüm aşağıdaki formül ile gerçekleştirilmiştir (Renard vd., 1997).

$$Sloperad = \sin ( Slopedeg . \pi / 180 )$$

Elde edilen Sloperad ve FlowAccumulation verileri, literatürde önerilen eşik değere göre iki sınıfta değerlendirilmiştir (Renard vd., 1997).

Dağlık Alanlar ( $Eğim > \%9$ ):

$$"LS = Sloperad1.5 . FlowAccum0.6"$$

Düzlük Alanlar ( $Eğim \leq \%9$ ):

$$"LS = Sloperad1.3 . FlowAccum0.5"$$

Bu formüller, özellikle düzlük ve dağlık alanlar arasında topografik farklılıkları dikkate alarak erozyon potansiyelinin daha net bir şekilde yansıtılmasını hedeflemektedir.

Akış birikimi katmanı, DEM verisinden hidrolojik akış yönü algoritmaları kullanılarak oluşturulmuştur. Bu süreçte, akış yönü ve akış birikimi analizleri GEE üzerinde gerçekleştirilmiş, ardından LS değerleri raster veri olarak elde edilmiştir. Elde edilen LS faktörü haritası, diğer RUSLE bileşenleri (R, K, C, P) ile entegre edilerek toprak kaybı miktarının hesaplanması ve erozyon risk haritalarının oluşturulması sürecine temel katkı sağlamıştır.

### 1.3.1.3. R Faktörünün Hesaplanması:

R faktörü (yağış erozyon faktörü), yağışın miktarı ve şiddetine bağlı olarak toprak erozyonunu teşvik etme potansiyelini belirleyen temel bir RUSLE parametresidir. Bu çalışmada, R faktörü, yüksek çözünürlüklü ve uzun dönemli iklim verileri sunan CHIRPS veri seti kullanılarak hesaplanmıştır. CHIRPS, 1981 yılından itibaren küresel ölçekte yaklaşık 5 km mekânsal çözünürlükle yağış verisi sağlayan güvenilir bir veri kaynağıdır (Funk vd., 2015).

Porsuk Çayı Havzası için R faktörü hesaplamasında, 1981–2023 yılları arasındaki çok yıllık ortalama toplam yıllık yağış (Pyıllık) değerleri esas alınmıştır. Bu veriler, GEE

platformunda işlenmiş ve Renard vd. (1997) tarafından önerilen, literatürde yaygın olarak kullanılan aşağıdaki formül uygulanmıştır:

$$R = 0.363 \cdot P_{yillik} + 79$$

Bu formülde  $P_{yillik}$ , değerini mm cinsinden ifade ederken, bölgenin iklimsel koşullarına uygun olarak yağışın erozyon üzerindeki etkisini sayısal olarak temsil etmektedir. Uygulanan bu formül, Türkiye'deki farklı havza çalışmalarında da kullanılmakta olup bölgesel koşullara göre kalibre edilmiş ve geçerliliği test edilmiş bir modeldir (Renard vd., 1997).

Elde edilen R faktörü değerleri, 0-500 arasında değişen bir renk paleti kullanılarak mekânsal olarak haritalandırılmış ve havzanın farklı bölümlerinde yağışa bağlı erozyon riskinin dağılımı açık bir şekilde görselleştirilmiştir. Bu görselleştirme, özellikle yüksek R değerlerine sahip alanların, erozyon açısından daha hassas bölgeler olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, hesaplanan R faktörü raster haritası, diğer RUSLE bileşenleri ile entegre edilerek yıllık ortalama toprak kaybı (A) analizlerinde kullanılmış ve havzanın yağış temelli erozyon potansiyeli nicel olarak ortaya konulmuştur.

#### **1.3.1.4. K Faktörünün Hesaplanması:**

K faktörü (toprak erodibilite faktörü), bir toprağın su erozyonuna karşı duyarlılığını temsil eden önemli bir RUSLE parametresidir. Bu faktör, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine (organik madde, geçirgenlik ve yapısal bütünlüğe) dayalı olarak hesaplanmaktadır (Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, 2018). Bu çalışmada K faktörünün belirlenmesinde, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından sağlanan 1/100.000 ölçekli toprak haritaları kullanılmıştır. Uygulama süreci aşağıdaki adımlar doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

Toprak haritaları, ArcMap 10.8 yazılımı kullanılarak sayısallaştırılmış ve Türkiye Büyük Toprak Grupları esas alınarak sınıflandırılmıştır. Sınıflandırılan vektör veriler raster formata dönüştürülerek GEE platformuna aktarılmıştır. Bu süreçte her bir toprak grubu belirli bir K katsayısı ile eşleştirilmiştir. Her toprak türüne Cebel vd. (2013) tarafından önerilen Türkiye'ye özgü K faktörü katsayıları atanmıştır. Elde edilen K faktörü raster verileri, 0 ile 0.065 aralığında bir renk skalası ile görselleştirilmiştir. Özellikle alüvyal ve kolüvyal toprakların yaygın olduğu alanlarda K değerlerinin yüksek çıkması, bu bölgelerdeki erozyon riskinin artmasına neden olmaktadır.

Tablo 1.1.de bu sınıflara ait K katsayıları sunulmaktadır:

**Tablo 1.1.** Çalışmada kullanılan toprak türleri ve bunlara ait K faktörü değerleri

Toprak Türü	K Faktörü (t ha h ha <sup>-1</sup> MJ <sup>-1</sup> mm <sup>-1</sup> )
Çıplak Kaya ve Molozlar	0.025
Alüvyal Topraklar	0.06
Kahverengi Topraklar	0.035
Kestane renkli Topraklar	0.035
Kırmızımsı Kestane renkli Topraklar	0.045
Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	0.05
Hidromorfik Topraklar	0.04
Kolüvyal Topraklar	0.065
Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları	0.045
Yüksek Dağ Çayır Toprakları	0.025
Kahverengi Orman Toprakları	0.03

K faktörü, toprakların erozyona karşı direnç düzeyini ortaya koymasından bakımından RUSLE modelinin kritik bileşenlerinden biridir (Renard vd., 1997; Cebel vd., 2013). Bu faktör, diğer RUSLE parametreleri ile entegre edilerek Porsuk Çayı Havzası'nda yıllık ortalama toprak kaybı analizlerinde temel girdi olarak kullanılmıştır.

#### 1.3.1.5. C Faktörünün Hesaplanması:

C faktörü (örtü yönetimi faktörü), RUSLE modelinde bitki örtüsünün ve arazi kullanımının toprak erozyonunu önleme kapasitesini nicel olarak temsil eden önemli bileşenlerden birisidir. Bu faktör, özellikle bitki yoğunluğu ve türü gibi değişkenlere bağlı olarak erozyon riskinin azaltılmasında belirleyici rol oynamaktadır (Rouse vd., 1974). Bu çalışmada, C faktörünün hesaplanmasında, Sentinel-2 uydu verilerinden türetilen NDVI değerlerinden yararlanılmıştır. NDVI, bitki örtüsünün yoğunluğu ve türünü belirlemek amacıyla yaygın olarak kullanılan bir indekstir ve aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır (Rouse vd., 1974):

$$NDVI = \frac{B8 - B4}{B8 + B4}$$

Burada, B8 bandı yakın kızılötesi (NIR) yansımayı, B4 bandı kırmızı ışık yansımayı temsil etmektedir. NDVI değerleri -1 ile +1 arasında değişmektedir. Pozitif değerler sağlıklı ve yoğun bitki örtüsünü, negatif değerler ise su yüzeyleri ya da çıplak yüzeyleri temsil etmektedir (Rouse vd., 1974).

2023–2024 yıllarına ait Sentinel-2 uydu görüntüleri, GEE platformunda işlenmiş ve yıllık ortalama NDVI haritası oluşturulmuştur. Bu NDVI verileri kullanılarak, Van der Knijff vd. (2000) tarafından önerilen aşağıdaki formülle C faktörü raster katmanı elde edilmiştir.

$$"C = e^{(-2 \cdot NDVI)}"$$

Bu dönüşüm sayesinde, bitki örtüsünün toprağı erozyona karşı koruma kapasitesi sayısal olarak modellenmiştir. Bu yöntemeye göre, yoğun ve sağlıklı bitki örtüsü bulunan alanlarda C değeri 0'a yaklaşmakta (erozyon riski düşük), çıplak veya az bitki örtüsüne sahip alanlarda C değeri 1'e yaklaşmaktadır (erozyon riski yüksek). Elde edilen C faktörü raster verileri, 0-1 aralığında bir renk paleti ile görselleştirilmiş ve mekânsal dağılım haritası oluşturulmuştur. Bu görsel analiz, Porsuk Çayı Havzası'ndaki farklı bölgelerde bitki örtüsü koşullarının erozyon üzerindeki etkisini açık bir şekilde ortaya koymuştur.

Sonuçlar, yoğun bitki örtüsünün erozyonun azaltılmasında oynadığı kritik rolü vurgulamakta ve Renard vd. 1997 ile diğer uluslararası çalışmalarda belirtilen bulgularla uyumlu bir tablo sunmaktadır.

#### **1.3.1.6. P Faktörü Hesaplaması:**

P faktörü (koruma uygulamaları faktörü), RUSLE modelinde mevcut arazi kullanım biçimi ve uygulanan koruma tedbirlerinin erozyon üzerindeki etkisini yansıtan kritik bir parametredir. Bu faktör, yüzey akışını yavaşlatan, toprak stabilitesini artıran tarımsal veya mühendislik uygulamalarının etkinliğini nicel olarak ifade eder. Düşük P faktörü değerleri (0.1-0.6) etkin ve yerinde koruma önlemlerini; yüksek P değerleri (0.9-1.0) ise, koruma uygulamalarının yetersiz veya hiç bulunmadığını göstermektedir (Renard vd., 1997).

Bu çalışmada P faktörü değerlerinin belirlenmesinde MODIS MCD12Q1 uydu verilerinden elde edilen arazi kullanım sınıfları ile DEM verilerinden türetilen eğim sınıfları birleştirilmiştir. Tüm analizler GEE ortamında gerçekleştirilmiş, farklı arazi kullanım türleri ve eğim sınıfları çerçevesinde P faktörü mekânsal olarak modellenmiştir. Literatürde yer alan değerler temel alınarak (Panagos vd., 2015; Renard., 1997), çalışma alanındaki arazi kullanım türlerine göre P faktörü şu şekilde belirlenmiştir:

- Ormanlık alanlar ve doğal bölgeler: P = 0.6–0.7
- Tarımsal alanlar: P = 0.8–0.9
- Şehirleşmiş alanlar: P = 1.0

Arazi kullanım türlerinin yanı sıra eğim değerleri de göz önünde bulundurulmuş ve aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır:

- Eğim <5: Yüksek koruma kapasitesi → daha düşük P değerleri
- Eğim >20: Düşük koruma kapasitesi → daha yüksek P değerleri

Bu entegrasyon sonucunda, çalışma sahasının farklı bölgelerine aşağıdaki temsili P faktörü değerleri tanımlanmıştır:

- Düşük eğimli ormanlık alanlarda: P = 0.6
- Yüksek eğimli tarım alanlarında: P = 0.9
- Şehirleşmiş alanlarda: P = 1.0

Elde edilen P faktörü haritaları, 0.6-1.0 arasında değişen bir renk skalasıyla görselleştirilmiş ve Porsuk Çayı Havzası'ndaki koruma tedbirlerinin etkinliği mekânsal olarak değerlendirilmiştir. Bu haritalar, farklı arazi kullanım türlerinin ve eğim koşullarının erozyon riskine katkı düzeylerini ortaya koymuştur. Özellikle tarım alanlarında eğimin artmasıyla koruma kapasitesinin ciddi bir şekilde azaldığını göstermiştir. Bu durum, modelin mekânsal doğruluk düzeyini artırmakta ve Porsuk Çayı Havzası'ndaki koruma önlemlerinin etkinliğinin değerlendirilmesinde önemli bir temel sağlamaktadır.

### **1.3.2. Erozyon Risk Haritalarının Oluşturulması ve Riskli Alanların Belirlenmesi**

RUSLE modelinin tüm bileşenleri, Google Earth Engine (GEE) platformunda elde edilen mekânsal veriler ve literatürde yer alan katsayılar kullanılarak raster formatında hesaplanmıştır. Elde edilen R, K, LS, C ve P faktör katmanları, çarpan ilişkisine dayalı olarak birleştirilmiş ve çalışma alanının tamamını kapsayan toplam toprak kaybı haritası oluşturulmuştur. Toplam erozyon miktarı (A), Renard vd. (1991) tarafından tanımlanan klasik RUSLE denklemiyle hesaplanmıştır:

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P$$

Burada:

- **A:** Erozyon miktarı ( $t \text{ ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ ),
- **R:** Yağış erozyon faktörü,
- **K:** Toprak erodibilite faktörü,
- **LS:** Eğim ve akış birikimi faktörü,

- **C:** Bitki örtüsü ve arazi kullanımı faktörü,
- **P:** Koruma önlemleri faktörü.

Oluşturulan toplam erozyon raster verisi, histogram analizine tabi tutulmuş ve doğal dağılımı dikkate alınarak Nearing (2013) tarafından önerilen erozyon şiddet sınıfları temel alınmıştır. Bu kapsamda çalışma sahası beş ana sınıfa ayrılmıştır:

- Çok Hafif Erozyon:  $<10 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$  (yeşil)
- Hafif Erozyon:  $10\text{--}20 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$  (sarı)
- Orta Erozyon:  $20\text{--}30 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$  (turuncu)
- Yüksek Erozyon:  $30\text{--}40 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$  (kırmızı)
- Çok Yüksek Erozyon:  $> 40 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$  (koyu kırmızı)

Bu sınıflandırma yaklaşımı, veri setinin istatistiksel dağılımını esas alması nedeniyle, mekânsal yorumlamanın güvenilirliğini ve model çıktılarının doğruluğunu artırmıştır (Çeliknalça vd., 2014).

Model çıktıları doğrultusunda, çalışma sahasında erozyon riski taşıyan bölgeler mekânsal olarak belirlenmiş ve aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır:

- Çok Hafif ve Hafif Erozyon Bölgeleri: Genellikle düşük eğimli ve yoğun bitki örtüsüyle kaplı alanlardır. Bu alanlarda toprak kaybı ve erozyon riski oldukça düşüktür.
- Orta Seviyede Erozyon Bölgeleri: Orta eğime sahip, parçalı bitki örtüsüne sahip tarım ve mera alanlarında erozyon riski orta düzeydedir. Bu alanlarda teraslama, nadas kontrolü gibi koruyucu uygulamalar ile erozyon azaltılabilir.
- Yüksek ve Çok Yüksek Erozyon Bölgeleri: Yüksek eğimli, çıplak ve bozulmuş yüzeyler ile koruma önlemlerinin yetersiz kaldığı bölgeler bu kategoriye dahildir. Özellikle maden sahaları, tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu yamaçlar ve erozyona açık vadilerde yoğun toprak kaybı tespit edilmiştir. Bu alanlar öncelikli müdahale gerektiren kritik bölgeler olarak tanımlanmıştır.

Modelleme sonuçları, Porsuk Çayı Havzası'nda erozyonun mekânsal dağılımını ayrıntılı biçimde ortaya koymakta ve sürdürülebilir arazi yönetimi açısından bilimsel bir temel sunmaktadır.

## 1.4. Literatür Değerlendirmesi

### 1.4.1. Türkiye’de Toprak Erozyonu Çalışmalarının Genel Değerlendirilmesi

Türkiye'nin coğrafi konumu, iklimsel çeşitliliği ve engebeli topoğrafyası, toprak erozyonunun yaygın ve şiddetli bir şekilde görülmesine neden olan temel faktörler arasında bulunmaktadır. Özellikle büyük akarsu havzalarında (Kızılırmak, Yeşilirmak, Fırat, Dicle, Sakarya vb.) toprak erozyonu süreçleri hem doğal jeomorfolojik evrim hem de beşerî faaliyetler doğrultusunda daha karmaşık bir hal almıştır (Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, 2021).

Kuvaterner dönemindeki iklimsel değişimler, Türkiye’deki erozyon süreçlerini şekillendiren en önemli doğal etkenlerden biridir. Bu dönemde meydana gelen iklimsel değişimler, bölgesel hidrolojik rejimlerini, bitki örtüsünü ve toprak oluşum süreçlerini doğrudan etkilemiştir (Zreda vd., 1999). Bu durum aşınım ve taşınım dinamiklerini önemli ölçüde değiştirmiştir. Günümüzde ise bu doğal süreçlere ek olarak tarım faaliyetleri, ormanların tahribi, madencilik ve kentleşme gibi insan kaynaklı etkenler, erozyonun şiddetini ve yaygınlığını daha da artırmaktadır (Karakoca, 2025). Özellikle yüksek eğimli alanlar ve akarsu havzalarının yamaç sistemleri, erozyonun en yoğun şekilde gözlemlendiği alanlardır (Bridgland ve Westaway, 2008). Bu bölgelerde yüzey akışıyla taşınan suyun kinetik enerjisi, bitki örtüsüyle yeterince korunmayan toprakları hızla aşındırmakta ve taşıma kapasitesini artırmaktadır. Ayrıca, maden sahaları gibi doğal dengeyi bozan müdahaleler, erozyonun doğal akışını değiştirerek yapay erozyon süreçlerini de tetiklemektedir (Karakoca, 2025). Türkiye’deki toprak erozyonu, doğal süreçler ile beşerî faaliyetlerin etkileşimi sonucunda gelişen karmaşık bir çevresel problem olarak değerlendirilmelidir. Bu sorunun etkin biçimde yönetilebilmesi, kantitatif modellemelere, detaylı saha çalışmalarına ve entegre havza yönetimi stratejilerine dayalı bilimsel araştırmalarla mümkün olacaktır (Pimentel ve Burgess, 2013).

Nitel (kantitatif) ve nitel analizlere dayalı disiplinler arası yaklaşımlar toprak erozyonunun durumunu ortaya koymasından oldukça büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda, sedimantolojik analizler, erozyonun şiddeti hakkında bilgi vermekte ve morfometrik hesaplamalar, topoğrafyanın eğim, akış birikimi ve yüzey durumu gibi unsurlarını inceleyerek potansiyel erozyon bölgelerini tanımlamaktadır. Aynı zamanda RUSLE gibi sayısal modelleme yöntemleri de erozyonun mekânsal ve zamansal durumunu daha ayrıntılı bir şekilde ortaya koymaktadır (Renard vd., 1997).

Türkiye’de toprak erozyonuna yönelik ilk sistematik araştırmalar 1950’li yıllarda başlamış ve zamanla jeomorfologlar, çevre bilimcileri ve toprak bilimcileri tarafından yürütülen çalışmalarla çeşitlenmiştir. Erken dönem araştırmaları genellikle yerli akademisyenler tarafından yapılmış olmakla birlikte, son yıllarda bu alana uluslararası katkılar da artmıştır. Özellikle Yamanlar (1963), Uslu (1965), Çelebi (1972), Wilkinson (2005), Yöner (2006) ve Değerliyurt (2013b) gibi araştırmacılar, Türkiye'nin çeşitli akarsu havzalarında saha gözlemleri, uzaktan algılama teknikleri ve sayısal modelleme yöntemlerini bir arada kullanarak nitelikli çıktılar elde etmişlerdir (Tablo 1.2).

**Tablo 1.2.** Toprak Erozyonu Konusunda Yapılan Çalışmaların Literatür Değerlendirilmesi

<i>Yayın Yılı</i>	<i>Yazar</i>	<i>Eser Adı</i>	<i>Modelleme</i>
1923	Aek	Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Çalışmaları	-
1927	Serengil vd.	Türkiye de Sürdürülebilir Su Kaynakları Yönetim Politikalarının Oluşturulması Bakımından Ormancılığın Önemi	-
1951	Tunçdilek	Türkiye’de Toprak Erozyonuna Ait Gözlemler ve Düşünceler	-
1952	Zijlstra	Erosion of the Namurian During the Westphalian Bc in the Zonguldak Coal Field (Turkey)	-
1953	Ternek	Van Gölü Güney Doğu Bölgesinin Jeolojisi	-
1955	İlgüz	M. K. Paşa Çayı Havzasında Erozyon Şiddeti ve Bununla Ulubat Gölünün İlgisi	-
1957	Çölaşan (a)	İklim Faktörlerinin Erozyon Üzerine Tesiri	-
1958	Çölaşan (b)	Türkiye’de İklim Faktörlerinin Erozyon Üzerine Etkisi	-
1959	Akarsu (a)	Çorum Bölgesinin Jeolojisi	-
1960	Akarsu (b)	Mut Bölgesi Jeolojisi	-
1960	Uslu	Toprakların Erozyon Tesiri ile Değişmesi	-
1962	Bostancı	A New Upper Paleolithic and Mesolithic Facies at Belbaşı Rock Shelter on the Mediterranean Coast of Anatolia	-
1963	Erol	Anadolu’da Toprak Erozyonu ve Bazı Jeomorfolojik Problemler	-
1963	Tanoğlu	Türkiye’de Toprak	-
1963	Yamanlar	Türkiye’de Erozyon ve İçtimai Neticeleri	-
1965	Erinç	Türkiye’de Toprak Çalışmaları ve Türkiye Toprak Coğrafyasının Ana Çizgileri	-
1969	Mellink	A Four-Spouted Krater From Karataş	-
1970	Çelebi	Kars Çayır Toprakları ile Sarıkamış Orman Topraklarının Erozyona Mukavemetleri Üzerine Bir Araştırma	-
1971	ArDOS	Aşınım Satırları ve Peneplenlerle Münasebetleri	-

1971	İzbirak	Erozyon Kontrolü ve Jeomorfolojikler	-
1971	Norman ve Rad	Çayraz (Haymana) Civarındaki Harhor (Eosen) Formasyonunda Alttan Üste Doğru Doku Parametrelerinde ve Ağır Mineral Bolluk Derecelerinde Değişmeler	-
1971	Özyuvacı	Topraklarda Erozyon Eğiliminin Tesbitinde Kullanılan Bazı Önemli İndeksler	-
1972	Atalay	Devrez Çayı Havzasında Toprak Erozyonu Problemleri	-
1972	Erol	Anadolu'da Toprak Erozyonu ve Bazı Jeomorfolojik Problemler	-
1972	Güney	Türkiye'de Toprak Erozyonunun Yenilişi	-
1972	Norman	Ankara Yahşihan Bölgesinde Üst Kretase- Alt Tersiyer İstifinin Stratigrafisi	-
1972	Atalay	Toprak Erozyonuna Tesir Eden Jeolojik Faktörler	-
1973	Atalay	Toros Dağlarının Kalker Satırlarında Erozyon Problemi	-
1973	Balcı	İç Anadolu'da Anamateryal ve Bakı Faktörlerinin Erodobilité ile İlgili Toprak Özellikleri Üzerindeki Etkileri	-
1973	Şenol	Erozyonla Mücadelede Örgütlenme	-
1974	Akkan	Erozyon- Nedenleri Korunma Yolları	-
1974	Lünel	Eskişehir, Gümele Çevresindeki Tersiyer Volkanik ve Sedimanter Kayaçlarda Bir Ön Çalışma	-
1974	Atalay (a)	Türkiye de Toprak Erozyonunu Etkileyen Başlıca Jeomorfolojik Faktörler	-
1975	Atalay (b)	Sultan Dağlarında Toprak Erozyonu Araştırmaları	-
1977	Atalay	Sultan Dağları ile Akşehir ve Eber Gölü Havzalarının Strüktürel, Jeomorfolojik ve Toprak Erozyonu Etüdü	-
1977	Yalçınlar	Türkiye Erozyonunda Disimetrik Sistemler	-
1980	Atalay	Gediz Nehri Havzasında Toprak Erozyonu Problemleri Üzerine Bir Araştırma	-
1980	Cöntürk	Erozyon ve Sedimentasyon Kontrolünün Toplumsal Yönü	-
1980	Atalay (a)	Oltu Çayı Havzasında Erozyon Olayları ve Erozyonu Kontrol Önlemleri	-
1982	Atalay (b)	Oltu Çayı Havzasında Oligosen Çökellerinin Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Erozyon Üzerindeki Etkileri	-
1982	Şahin	Yarıntı Erozyonu Çevre-İnsan	-
1984	Atalay (a)	Soil Erosion and its Effects on The Transportation and the Modern Sedimentation in Turkey	-
1984	Atalay (b)	Kuzeydoğu Anadolu da Erozyonu Etkileyen Jeolojik ve Jeomorfolojik Etkenler	-
1984	Kelletat	Biyerozyon Açısından Akdeniz Bölgesi Kıyı Araştırmaları Sonuçları ve Sorunları	-
1984	Koçman	The Soils of the Upper Kura Watershed Area	-
1985	Arslan	Kıyı Erozyonu Sorunları ve Bazı Koruma Yöntemleri	-
1985	Biricik	Sarayköy Civarında Erozyon ve Önlemler (Konya)	-
1985	Çelikkol	Türkiye'de Erozyon- Sedimentasyon - Taşkın - Steplesme ve Çölleşme Sorunları	-

1985	Tüfekçi	Türkiye'de Toprak Erozyonu Olayları ile Tektonik Deformasyonlar Arasındaki İlişkiler	-
1986	Mater	Toprak: Oluşumu, Erozyon ve Korunması	-
1986	Varol vd.	Presence of the Middle-Upper Triassic in the Autochthonous Geyikdağı Unit of The Eastern Taurus (Sarız-Tufanbeyli Region, Kayseri)	-
1986	Şengönül	Toprak İslanabilirliğinin Agregat Stabilitesi Üzerine Etkileri ve Farklı İslanma Özelliği Taşıyan Toprakların Değişik Erozyon Eğilim İndeksleri Kullanılarak Saptanan Değerlerinin Karşılaştırılması	-
1987	Erdem	Kelkit Havzasında Erozyon-Sediment İlişkileri	-
1987	Dokumacı	İzmir İli ve Çevresinde Bulunan Bazı Terra-Rossa Topraklarının Önemli Fiziksel Özellikleri ve Bunun Erozyon ile İlişkileri Üzerinde Bir Araştırma	-
1987	Şahin	Erozyon-Toprak Erozyonu-Yarıntı (Gully) Erozyonu	-
1987	Kılınç	Su Erozyonunun Oluşumu	-
1988	Somuncu	Develi Ovasının Kuzey ve Batı Bölümünde Rüzgâr Erozyonu Sorunu ve Alınması Gereken Önlemler Üzerine Bir Araştırma	-
1989	Roberts	Güneybatı Türkiye'de Tarih Boyunca Oluşan Toprak Kaybı ve Arazi Değişimi	-
1989	Atalay	Türkiye de Erozyonu Etkileyen Jeomorfolojik Etmenler	-
1989	Brown	Akdeniz Ortamlarında Bitki Örtüsü, Büyüme Biçimi ve Erozyon	-
1989	Marques	Avrupa Topluluğundaki Kıyı Erozyonu Sorunlarına Çözüm Yöntemi	-
1991	Bohm	Yarı Kuraktan Yarı Nemli Bölgelere Kadar Olan Alanlarda Toprakların Korunması	-
1991	Öztürk	The Geology of the Sivas-Divriği-Taşlıtepe Iron Placer and Its Mining	-
1991	Taysun ve Uysal	Gap Projesi ve Muhtemel Toprak Sorunları Bakımından Değerlendirilmesi	-
1991	Günek ve Tonbul	Uluova ve Çevresinde Erozyon Üzerinde Etkili Olan Faktörler	-
1991	Önsoy vd.	Yüzeysel Erozyonla Katı Madde Hareketi	-
1991	Ploey (a)	Yamaç ve Drenaj Havzasının Erozyon Duyarlılığının Belirlenmesi: En Modeli	-
1991	Ploey (b)	En Modeline Bağlı Olarak Selinti ve Heyelan Alanlarında Erozyonun Tutulabilme Dengesi Üzerinde Bir İrdeleme	-
1992	Yaprak ve Yener	Direct Measurement of U-238 and Disequilibrium State in Geological Samples By Low Energy Scintillation Gamma Spectroscopy	-
1993	Engin	Türkiye'de Toprak Erozyonu ve Önleme Çareleri	-
1993	Günek ve Tonbul	Uluova ve Çevresinde (Doğu Anadolu) Toprak Erozyonu ve Alınması Gerekli Olan Önlemler	-

1993	Mater vd.	Marmara Bölgesi'nin Yağış-Bitki Faktörü Denetimindeki Erozyon Alanları	-
1993	Sancar ve Ozaner	Türkiye'nin Gd. Akdeniz Kıyılarında Hızlanmış Kıyı Erozyonu, Nedenleri ve Alınması Gereken Önlemler	-
1993	Tüfekçi	Göhlisar Doğusunda (Gb Türkiye) Balıkdağ ile Rahatdağ Dolayında Toprak Erozyonu Sorunları Üzerine Bir Araştırma	-
1993	Bohm	Yapay Yağış Altında Test Edilen Yüzey Akışı ve Toprak Erozyonu: Konya-Beyşehir Yüksek Arazilerinde Gerçekleştirilen Bir Arazi Çalışması	-
1994	Avçin ve Bolton	Nadas Toprak İşleme Sistemlerinin Nitrat Birikimi ve Toprak Strüktürüne Etkileri	-
1994	Sönmez	Toprak Koruma	-
1994	Gümüş ve Turoğlu	GIS Uygulamasının Coğrafyada Kullanımına Ait Bir Örnek: Marmara Bölgesinde Erozyon Alanları	-
1995	Özdemir	Hazar Gölü (Elazığ) Havzasında Erozyon Problemi ve Alınması Gereken Önlemler	-
1995	Koçman vd.	Orta ve Aşağı Gediz Havzasında Jeolojik Yapı, Topoğrafya ve İklim Koşullarının Toprak Erozyonuna Etkileri	-
1996	Balcı	Toprak Koruması	-
1996	Özdemir	Keban Çayı Havzasında Toprak Erozyonu Sorunu ve Yapılması Gereken Çalışmalar	-
1996	Taysun vd.	Türkiye'nin Erozyon Sorunu, Nedenleri ve Yayıldığı Alanlar	-
1996	Görcelioğlu (a)	Ağaçlandırma Alanlarında Su ve Toprak Koruma Amacıyla Kullanılan Teraslar ve Orman Yollarında Erozyon Kontrolü	-
1997	Görcelioğlu (b)	Ormanların erozyon ve sedimentasyona etkileri	-
1997	Özden ve Özden	Türkiye Toprak Erozyon Tahmin Modeli (TURTEM)	TURTEM
1997	Buldur vd.	Erozyon Kavramı Üzerine Öğrenci Görüşleri	-
1998	Ayday vd.	Küçükemalı-Bilecik Gölet Havzasının Gerçek Erozyon Risk Haritasının Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yöntemleri Kullanılarak Hazırlanması	-
1998	Altın ve Altın	Karadeniz Trakya Kıyılarında Bioerozyonal Şekiller	-
1999	Yılmaz ve Alagöz	Bitki Örtüsü ve Su Erozyonu İlişkileri	-
2000	Alagöz	Topraklarda Su Erozyonu Kökenli Kabuk Tabakası Oluşumu	-
2000	Aydınalp	Türkiye'nin Toprak Sorunları	-
2000	Erüz vd.	Distribution of Seawater and Riverine Suspended Matter in Coastal Waters of Trabzon	-
2000	Yüksek ve Okatan	Trabzon Limni Deresi Havzası Topraklarının Bazı Fiziksel Özellikleri ile Erozyon Eğilimi Değerlerinin Araştırılması	-
2000	Yürekli ve Öztürk	Tokat-Uğrak Havzasında Erozyona Sebep Olan Yağmurların İncelenmesi	-
2001	Çakmak ve Kendirli	Konya Ovası Sulamalarında Taban suyu ve Tuzluluk Sorunları	-

2001	Erpul ve Çanga	Toprak Erozyon Çalışmaları İçin Bir Yapay Yağmurlama Aletinin Tasarım Prensipleri ve Yapay Yağış Karakteristikleri	-
2002	Başayığit	Eğirdir Gölü Havzasında Erozyon Riskinin Saptanması Üzerine Araştırmalar	-
2002	Koçak	Bambus Plajının Doğusundaki Falezlerde (Antalya) 2001 Yılında Oluşan Göçmeler	-
2002	Tuğaç ve Torunlar	Coğrafi Bilgi Sistemi Teknikleri Kullanılarak Tarımsal Amaçlı Veri Tabanı Oluşturulması ve Arazi Kullanım Planlaması Yapılması	-
2002	Yüksek	Çayır-Meralarda Erozyon Oluşumunun Nedenleri, Zararları ve Gerekli Önlemler	-
2002	Zeybek	Turhal Ovası ve Yakın Çevresinde Toprak Erozyonu	-
2002	Aydın ve Yıldırım	Harabe deresi havzasında yağış-akış ilişkisinin AGNPS modeliyle değerlendirilmesi	AGNPS
2002	Türkeş	İklim değişikliği ve sürdürülebilir kalkınma ulusal değerlendirme raporu	-
2002	Oğuz vd.	Türkiye Ünlversal Denklem Toprak Kaybı Eşitliği Rehberi	USLE
2002	Hacıyakupoğlu ve Ertek	Erozyon Araştırmalarında CS-137 ve Pb-210 Ölçümlerinin Kullanılması ve Türkiye'de Uygulanabilirliği	CS137
2003	Gezgin vd.	Konya'da Şeker Pancarı Hasadı ile Toprak Taşınımı Üzerine Bir Araştırma	
2003	Öztürk	Kurukavak Deresi Havzasında Yüzeş Akış ve Sediment Miktarının AGNPS Modeli ile Tahmini	AGNPS
2003	Saç	Yatağan Havzasında Toprak Erozyonu Hızının Radyoaktif Sezyum Tekniğı Kullanılarak Ölçülmesi	CS137
2003	Akşit	Damla (Splash) Erozyonu ile Tarımsal Topraklarda Sürüm Yöntemi Arasındaki İlişkinin Analizi	-
2003	Hacıyakupoğlu vd.	Büyükçekmece Gölü Havzasındaki CS-137 Kullanımına Dayalı Erozyon Araştırmalarına Ait İlk Not	CS137
2003	Erol	Ceyhan Deltasının Jeomorfolojik Evrimi	-
2003	Bayramın vd.	Soil erosion risk assessment with ICONA model; case study: Beypazarı area	ICONA
2004	Akşit	Tarımsal Topraklarda Sürüm Yöntemi ile Çizgi Rill Erozyonu Arasındaki İlişkinin Analizi	-
2004	Göktürk vd.	Artvin Yöresi Potansiyel Erozyon Sahaları ile Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrol Çalışmalarına Genel Bir Bakış	-
2004	Bozkurt vd.	İlköğretim 6., 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Erozyon Hakkındaki Ön Bilgilerinin ve Kavram Yanılgılarının Tespiti	-
2004	Ertek vd.	Sezyum-137 Radyonükleidinin Erozyon Araştırmalarında Kullanımı ve Türkiye'den Örnekler	CS137
2005	Ekinci	CBS Tabanlı Uyarlanmış RUSLE Yöntemi ile Kozlu Deresi Havzası'nda Erozyon Analizi	RUSLE

2005	Tonbuş	Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Erozyon Riskinin Belirlenmesinde Yeni Bir Yaklaşım: Çorum İli Örneği	CORINE-ICONA-AHP
2005	Wilkinson	Soil erosion and valley fills in the Yemen highlands and southern Turkey: Integrating settlement, geoarchaeology, and climate change	-
2005	Yılmaz	Kızılırmak Deltasında Meydana Gelen Erozyonun Coğrafi Analizi	-
2006	Cürebal ve Ekinci	Kızılkeçili Deresi Havzasında CBS Tabanlı RUSLE (3D) Yöntemiyle Erozyon Analizi	RUSLE
2006	Evcı vd.	Trakya Bölgesinde Ayçiçeği Öncesinde Ön Bitki Tarımının Ayçiçeği Verimine, Uygulanacak Azot Dozuna ve Toprakta Tutulan Su Miktarına Etkisi	-
2006	Özdemir ve Şenkul	İscehisar Havzası'nda Arazi Kullanımı ve Sorunları	-
2006	Yıldırım	Karakaya Barajı ve Doğal Çevre Etkileri	-
2006	Yönter	Laboratuvar Koşulları Altında Yağış Yoğunlukları, Kaymak Tabakası Oluşumu ve Su Erozyonu Arasındaki İlişkiler	-
2006	Okçu vd.	Marmara Bölgesi Erozyon Riski	USLE
2007	Erol	Türkiye'de Arazi Kullanımı ve Havza Yaklaşımı	-
2007	Özsoy	Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Teknikleri Kullanılarak Erozyon Riskinin Belirlenmesi	YETKE-RUSLE
2007	Parlak ve Çanga	Farklı Debi ve Eğim Koşullarının Parmak Erozyonu ve Sediment Konsantrasyonu Üzerine Etkileri	-
2007	Sarı ve Çömlekçiler	Kızılırmak Havzasında Görülen Süreksizliklerin İncelenmesi ve Kaya Kütlelerinin Tanımlanması	-
2007	Sıvacıoğlu vd.	Yarı Kurak Özellikteki Tosya (Kastamonu) Yöresi Erozyon ve Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi	-
2007	Tağıl	Tuzla Çayı Havzasında (Biga Yarımadası) CBS-Tabanlı RUSLE Modeli Kullanılarak Arazi Degradasyonu Risk Değerlendirmesi	RUSLE
2007	Turan vd.	Toroslar'da Hadım Bölgesinin Paleotektonik Dönem Jeolojik Evrimi	-
2007	Yakupoğlu ve Özdemir	Erozyona Uğramış Topraklara Uygulanan Arıtma Çamuru ve Çay Endüstrisi Atığının Toprakların Mikro Element İçeriklerine Etkileri	-
2007	Öztürk ve Altan	Porsuk Çayı çevre sorunları ve bunların çözümlenmesinde havza yönetimi önerileri.	-
2008	Akbulak vd.	Investigation of Land Use and Coastline Changes on the Kepez Delta Using Remote Sensing	-
2008	Altın	Melendiz ve Keçiboyduran Dağları'nda Yanlış Arazi Kullanımının Vejetasyon Dağılışı Üzerindeki Etkileri	-
2008	Elmastaş	Kahta Çayı Havzası'nda Arazi Kullanımı	-
2008	Karabulut ve Küçükönder	Kahramanmaraş Ovası ve Çevresinde CBS Kullanılarak Erozyon Alanlarının Tespiti	USLE
2008	Parlak	The Cost of Soil Lost Caused By Sugar Beet Harvest: A Case Study For Turkey	-

2008	Yılmaz ve Alagöz	Toprak Bozulması	-
2008	Çiftçi vd.	Van Gölü Havzasının Çevre Jeolojisi	-
2009	Zengin vd.	Çoruh havzası (İspir-Pazaryolu) erozyon durumunun CBS ile belirlenmesi ve çözüm önerileri	-
2009	Adızel ve Durmuş	Sulak Alan Tahribatının Dönemeç (Engil) Deltası Van Örneğinde İrdelenmesi	-
2009	Erol vd.	Isparta-Darıderesi Havzası Topraklarında Erozyona Duyarlılığın Arazi Kullanım Şekillerine Bağlı Değişimi	-
2009	Babalık	Isparta Yöresinde Arazi Kullanımına İlişkin Sorunlar	-
2009	Badalíková ve Hrubí	Monitoring of Soil Loss by Erosion in Different Variants With Intercrops	-
2009	Balabanlı vd.	Erozyon ve Çayır-Mera İlişkileri	-
2009	Karaş vd.	Sakarya-Porsuk-Sarısu-Havzasında CORİNE, LEAM ve USLE Metodolojilerinin Kullanılarak Erozyon Risk Haritalarının Hazırlanması	CORINE-LEAM-USLE
2009	Parlak	Sıçrama Erozyonunun Farklı Kinetik Enerji Akısı ve Farklı Toprak Bünyesi Etkileşimleriyle Araştırılması	-
2009	Saç	Determinantion of Soil Erosion Using Radioactive CS-137 Tracer Model: Agriculture Site Sample in the Bursa Region	CS137
2009	Şensoy ve Palta	Yamaç Şekillerinin Toprak Erozyonuna Etkileri	-
2009	Tağıl	Çakırdere Ve Yahu Dere Havzalarında Balıkesir Toprak Kaybının Mekânsal Dağılışı ve Etkileyen Faktörler	RUSLE
2010	Akbulak	Land use suitability analysis of the Upper Basin of the Kara Menderes River using analytical hierarchy process and geographical information systems	AHP
2010	Bayrakdar ve Özdemir	Kaçkar Dağı'nda Bakı Faktörünün Glasiyal ve Periglasiyal Topoğrafya Gelişimi Üzerindeki Etkisi	-
2010	Çelebi (a)	Sivas-Ulaş Devlet Üretme Çiftliğinde Rüzgâr Erozyonu Sonucu Meydana Gelen Toprak Kayıpları ile Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Arasındaki İlişkiler Üzerinde Araştırmalar	-
2010	Çelebi (b)	Jeolojik ve Hızlandırılmış Erozyon Süreçleri	-
2010	Ertekin ve Özel	Çorum Yöresi Erozyonla Mücadele Kapsamında Yapılan Karaçam (Pinus Nigra Arnold.) ve Sedir (Cedrus Libani A. Rich.) Ağaçlandırmaları	-
2010	Güresinli	Tortum Gölü Su Toplama Havzasında Sedimentasyon Sorunu ve Kontrolü Üzerinde Bir Araştırma	-
2010	Köster vd.	Estimation of Soil Erosion Risk Areas by GIS Analysis of Land Use and Soil Maps: an Estonian Case Study	USLE
2010	Kurucu vd.	Creating Soil Lost Mapping of the Karaburun Peninsula By Geographical Information System and Remote Sensing Technique	RUSLE
2010	Parlak ve Parlak	Measurement of Splash Erosion in Different Cover Crops	-
2010	Schröder	Ankara'nın Batısındaki Tarım Topraklarında USLE ile Erozyon Boyutunun Tespiti	USLE

2010	Sönmez	Muş Alparslan Devlet Üretme Çiftliği Arazisinde YüzeYden Alınan Toprakların Strüktürel Dayanıklılığı ve Erozyona Duyarlılığı Üzerine Bir Araştırma	-
2010	Tunç ve Özkan	Gaziantep'in Tarım Topraklarında Erozyon Sorunu ve Bu Konuda Çiftçi Eğitimi	-
2010	Yılmaz (a)	Kürkçayı Havzasının Uzaktan Algılama ve CBS Kullanılarak Erozyon Riskinin Belirlenmesi	RUSLE
2010	Yılmaz (b)	Monitoring Land Use/Land Cover Changes Using CORINE Land Cover Data: A Case Study Of Silivri Coastal Zone in Metropolitan Istanbul	CORINE
2010	Yılmaz vd.	İklimsel Faktörlerin Kapadokya Bölgesindeki Toprak Aşınmasına Etkisi	-
2010	Youssef vd.	The Spatial Variation in Wind-Blown Sediment Transport in Small Scales in Karapınar-Turkey	-
2010	Berkün vd.	Doğu Karadeniz Bölgesi'nde sediment taşınması ve kıyı erozyonu etkileşimleri	-
2010	Şensoy	Yamaç şekillerinin toprak erozyonuna etkilerinin araştırılması	-
2010	Toker	Borçka ve Deriner barajlarının Çoruh havzasında neden olduğu arazi kullanım değişiminin ve arazi tahribatının irdelenmesi	-
2011	Akgül ve Şimşek	Daphan Ovası Topraklarının Temel Toprak Etüdüleri Detaylı Temel Toprak Haritası ve Raporu	-
2011	Çelik	Değirmen Deresi Havzasında (Bolvadin-Afyonkarahisar) Toprak Erozyonu Risk Analizi	RUSLE
2011	Canbolat vd.	Aralık İlçesi Rüzgâr Erozyon Alanı Sorunlu Topraklarına Organik Atık Materyal Uygulamasının Etkileri	-
2011	Oğuz vd.	Tokat İlinde Yağış Erozyon İndeksinin (R Faktör) Frekans Analizi	USLE
2011	Özdemir (a)	Toprağa Karıştırılan Organik Artıkların Toprağın Bazı Özellikleri ile Strüktürel Dayanıklılığı ve Erozyona Duyarlılığı Üzerine Etkileri	-
2011	Özdemir (b)	Bitki Münavebesinin Toprağın Strüktürel Dayanıklılığı ve Erozyona Duyarlılığı Üzerindeki Etkileri	-
2011	Özşahin	Zeytinli Çayı Havzasının (Balıkesir) Erozyon Analizi	RUSLE
2011	Sönmez ve Özdemir	İğdır Ovası YüzeY Topraklarının Bazı Fiziksel Ye Kimyasal Özellikleri ile Strüktürel Dayanıklılık ve Erozyona Duyarlılık Ölçütleri Arasındaki İlişkiler	-
2011	Şensoy vd.	Erozyonun Belirlenmesinde Yüzeysel Akış Parseli Kullanımının İrdelenmesi	-
2011	Türkeş	Akhisar ve Manisa YörelereYin Yağış ve Kuraklık İndisi Dizilerindeki Değişimlerin Hidroklimatolojik ve Zaman Dizisi Çözümlemesi ve Sonuçların Çölleşme Açısından Coğrafi Bireşimi	-
2011	Dehşet	Baraj ve Yol İnşası Nedeniyle Tahrip Edilen Alanlarda Yapılan Erozyon Kontrol Çalışmalarının Toprak Özelliklerinin İyileştirilmesi Üzerine Etkilerinin İrdelenmesi	-

2012	Erkal ve Yıldırım	Soil erosion risk assessment in the Sincanlı sub-watershed of the Akarçay Basin (Afyonkarahisar, Turkey) using the universal soil loss equation (USLE)	USLE
2012	Barmaki vd.	Relationships Among Environmental Factors Influencing Soil Erosion Using GIS (Khiav Chay Watershed, Ardabil Province)	EPM
2012	Erdoğan	Büyük Menderes Havzası için Ekolojik Risk Analizi Yöntemi Geliştirilmesi	RUSLE
2012	Karaoğlu	İğdir Yöresi Topraklarının Erozyon Açısından Değerlendirilmesi	RUSLE
2013	Biricik (a)	Yeryuvarında Doğal Olaylar ve Afetler	-
2013	Biricik (b)	Senirkent'te Sel Afetleri	-
2013	Cebel	Türkiye Büyük Toprak Gruplarının Erozyona Duyarlılık "K" Faktörleri	USLE
2013	Değerliyurt (a)	Zilli Dere Havzası'nda (İskenderun) CBS Tabanlı Erozyon Duyarlılık Analizi	RUSLE
2013	Değerliyurt (b)	Antakya Şehri ve Yakın Çevresinde Meydana Gelen Erozyonun Coğrafi Dağılışı ve Analizi	USLE
2013	Doğan ve Yılmaz	Tokat İli Büyük Toprak Grupları, Erozyon Sınıfları ve Arazi Yetenek Sınıfları Tematik Harita Katmanlarının CBS ile Hazırlanması ve Analizi	-
2013	Dökmen vd.	Karamürsel- Kızderbent' te Erozyona Neden Olan Etmenler ve Bitki Örtüsü Üzerinde Bir Araştırma	-
2013	Kahraman vd.	Barla ve Karakuş Dağları Batı Uzantılarının Jeomorfolojisi	-
2013	Solmaz	Zigana, Balaban ve Gümüşhane Dağlarında Aşınım Satırları	-
2013	Sönmez vd.	Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Kilis Merkez İlçesinin Erozyon Risk Alanlarının Belirlenmesi	MCDM
2013	Yakupoğlu ve Demirci	Kahramanmaraş-Narlı Ovası Topraklarının Erozyona Duyarlılıkları ile Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler	USLE
2013	Çilek ve Berberoğlu	Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla Seyhan Havzasında PESERA ve RUSLE erozyon modellerinin kıyaslanması	RUSLE-PESERA
2014	Özşahin ve Atasoy	Soil erosion estimation in Lower Asi River catchment using GIS	RUSLE
2014	Değerliyurt	Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Orman Yangınlarının Erozyona Etkisinin Belirlenmesi, Amanos Dağları Örneği	RUSLE
2014	Dengiz vd.	İnebolu Havzası'nın ICONA Modeli ile Toprak Erozyon Risk Değerlendirmesi	ICONA
2014	Dindaroğlu ve Canbolat	Kuzgun Baraj Gölü Havzasında CORINE Yöntemi ile Arazi Kullanım Sınıflarının Tespiti ve Erozyon Riskinin Değerlendirilmesi	CORINE
2014	Gülşen	Eber Havzasında (Afyonkarahisar) Toprak Erozyonunun Değerlendirilmesi	-
2014	Karagöktaş ve Yakupoğlu	Erozyon Araştırma Sahasına Dönüştürülmesi Planlanan Bir Alanda Aşınabilirlik ve Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler	-

2014	Kızılelma ve Karabulut	Mut Havzasında erozyona duyarlı alanların belirlenmesi	-
2014	Önal	Gelibolu Yarımadası Orta Bölümünün Çökme İstifleri ve Tektoniği, Kuzebatı Anadolu, Türkiye	-
2014	Öztürk ve Erginal	Bayramdere Havzasında (Biga Yarımadası, Çanakale) Havza Gelişiminin Morfometrik Analizler ve Jeomorfik İndislerle İncelenmesi	-
2014	Yamanlar	Türkiye Şartlarına Uygun Yeni Bir Erozyon Klasifikasyonu	-
2014	Çilek vd.	PESERA ve RUSLE erozyon modellerinin Akdeniz ve Ege havzalarındaki sonuçlarının karşılaştırılması	PESERA-RUSLE
2015	Dragovich	Soil Erosion and Conservation in Two Geomorphic and Recreational Environments	-
2015	Erinç	Jeomorfoloji 2	-
2015	Oğuz	Kurtboğazı Barajı Havzasında Erozyon Risk Alanlarının Belirlenmesi	-
2015	Kanar ve Dengiz	Madendere Havzası Topraklarında Arazi Kullanım/Arazi Örtüsü ile Bazı Erozyon Duyarlılık İndeksleri Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi	-
2015	Kuzucu ve Dökmen	The Effects of Tillage on Soil Water Content in Dry Areas	-
2015	Özşahin	Şehir ve Toprak Arasındaki İlişkinin Coğrafi Yaklaşım İncelenmesi: Tekirdağ Şehri Örneği	-
2015	Parlak vd. (a)	The Effect of Cover Crops to Soil Erosion in Olive Orchards	-
2015	Parlak vd. (b)	Gökçeada'nın (Çanakale) Çalılı Meralarında Farklı İslah Uygulamalarının Toprak Erozyonuna Etkisi	-
2015	Sunkar ve Avcı	Coğrafi Bilgi Sistemleri (Cbs) ve Uzaktan Algılama (Ua) ile Hasret Dağı ve Çevresinin (Elazığ) Erozyon Duyarlılık Analizi	-
2016	Aşkın vd.	Ordu İli Merkez İlçe Topraklarında Erozyon Riskinin Jeostatistiksel Tekniklerle Değerlendirilmesi	-
2016	Atalay	A New Approach to the Land Capability Classification: Case Study of Turkey	-
2016	Avşar vd.	Earthquake-Induced Soft-Sediment Deformations and Seismically Amplified Erosion Rates Recorded in Varved Sediments of Köyceğiz Lake (SW Turkey)	-
2016	Çetinkaya vd.	Van Gölüne Dökülen Karasu Çayının Limnolojik Özellikleri	-
2016	Ekmekyapar ve Tok	Tekirdağ Yüzeysel Su Kaynakları ile Marmara Denizi'ne Nutrient Taşınımı ve Bu Yolla Oluşan Ekonomik Kayıplar	-
2016	Eraslan vd.	İnebolu Havzası Topraklarının Erozyon Duyarlılıklarını Belirlenmesinde Agregat ve Strüktür Stabilite Durumları, Arazi Örtüsü ile Olan İlişkileri	-
2016	Erdihan ve Doğan	Çevreciler Açısından Barak Ovası'nda Toprak Erozyonu Riski	-
2016	Fıçıcı	Kapıdağ Yarımadası'nda erozyon ve arazi kullanma ilişkisi	RUSLE
2016	Özdemir ve Dönmez	CBS Tabanlı RUSLE Yöntemiyle Işıklı Gölü Havzasında Erozyon Risk Haritasının Oluşturulması	-

2016	Özşahin (a)	Çok Şiddetli Erozyon Sahalarının Uygulamalı Jeomorfolojik Açından Değerlendirmesine Bir Örnek: Kavakdere Havzası (Ganos Dağı, Tekirdağ)	RUSLE
2016	Özşahin (b)	Ergene Havzasında (Trakya) Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsü Değişikliklerinin Erozyon Üzerine Etkileri	RUSLE
2016	Tüfekçioğlu ve Yavuz	Yusufeli Mikro Havzasında (Artvin) Yüze Erozyonu Toprak Kaybının Tahmin Edilmesi ve Erozyon Risk Haritasının Oluşturulması	RUSLE
2016	Yalçın ve Baran	Ankara-Bağlum Köşrelik Göleti Çevresi Erozyon Riskinin Corine Yöntemi ile Tahminlenmesi	-
2016	Yıldız	Yarı Kurak İklim Bölgelerinde Farklı Bakı Koşullarına Sahip Yamaçlarda Erozyon Süreçlerinin İncelenmesi (Akziyaret-Şanlıurfa)	-
2016	Ataol ve Köle	Kızılırmak Deltası'nda 2000-2015 yılları arasında gözlenen kıyı erozyonu	-
2016	Dipova	Antalya Konyaaltı sahilinde kıyı erozyonu tehlikesi	-
2017	Avcı vd.	Malatya Kuzeydoğusunda Ballı ve Memikan Dereleri Arasındaki Sahanın Erozyon Duyarlılık Analizi	-
2017	Avşar ve Kurtuluş	Köyceğiz Gölü Su ve Taban Sedimanlarının Sıcaklık Dağılımı	-
2017	Demirağ Turan ve Dengiz	Çok Kriterli Değerlendirme ile Ankara Güvenç Havzası'nda Erozyon Risk Tahminlenmesi	-
2017	Heineke vd.	Constraints on Water Reservoir Lifetimes From Catchment-Wide 10Be Erosion Rates: A Case Study From Western Turkey	-
2017	Parlak vd.	Eğimli Bir Kiraz Bahçesinde Toprak Erozyonu ve Kiraz Köklerinin Anatomik Yapısı	-
2017	Reis vd.	Soil Erosion Risk Assessment Using GIS And ICONA: A Case Study in Kahramanmaraş, Turkey	-
2017	Bozyiğit ve Kaya	Altınapa Barajı Havzasında (Konya) Erozyon ve Önlemler	-
2017	Danacioğlu ve Tağıl	Bakırçay havzasında RUSLE modeli kullanarak erozyon riskinin değerlendirilmesi	RUSLE
2018	Ustaoglu ve Koç	Sakarya'nın Toprak Özellikleri	RUSLE
2018	Akay	Yeraltı Suyu Akımı Etkisinde 45 Derecelik Şevde Oluşan Kumlu Tın Toprak Erozyonunun Deneysel İncelenmesi	-
2018	Demirkıran vd.	Ankara Haymana Kızılırmak Gölet Havzası Sediment Verimi	-
2018	Güney ve Turoğlu	Çok Ölçütlü Karar Analizi ile Erozyon Duyarlılık Çalışmalarında Erozyon Yüzeyleeri Envanter Verisinin Kullanımı: Selendi Çayı Havzası Örneği	-
2018	Hacısalihioğlu vd.	Modelling Top Soil Erosion Depend on Stand Profile For Anatolian Black Pine (Pinus Nigra Arnold. Subsp. Pallasiana) Plantation in a Semi-Arid Ecosystem in Turkey	-
2018	Kara vd.	Foldere Yağış Havzasında RUSLE Yöntemine Göre Toprak Erozyonunun Belirlenmesi	RUSLE
2018	Madenoglu ve Erpul	Yarı Kurak Bölgelerde Farklı Arazi Kullanımlarında Toprak Erozyon Duyarlılığının Belirlenmesi	-

2018	Mutlu ve Soykan	RUSLE (3D) Modeli Kullanılarak Toprak Erozyonu Tahmini: Havran Çayı Örneği	RUSLE
2018	Pınar ve Erpul	Tarım Arazilerinde Bitkisel Örtü ve Ürün Yönetimi Faktörünün (C-Faktörü) Belirlenmesi ve NDVI ile İlişkisi	-
2018	Uludağ ve Fıçıcı	Saray İlçesinde (Tekirdağ) Toprak Erozyonunun Rusle Yöntemiyle Değerlendirilmesi	-
2019	Gündüzoğlu	Küçük Menderes Havzası'nda Sürdürülebilir Arazi Planlaması	AHS-CORINE
2019	Celilov ve Dengiz	Erozyon Duyarlılık Parametrelerinin Farklı Enterpolasyon Yöntemleriyle Konumsal Dağılımlarının Belirlenmesi: Türkiye, Ilgaz Milli Park Toprakları	-
2019	Parlak	Greenhouse Gas Footprint of Replacing Nutrients Lost Through Soil Erosion Due to Root and Tuber Crops Harvesting	-
2019	Saygın vd.	Mikro Havza Ölçeğinde Erozyona Duyarlılık Parametreleri ile Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi	-
2019	Yüksel vd.	Predicting Soil Erosion Status of the Düz Creek Watershed in Artvin	-
2019	Aykut	İnsansız Hava Araçlarının Kıyı Çizgisinin Belirlenmesinde Kullanılabilirliğinin Araştırılması	-
2020	İmamoğlu	Alaca Çayı Havzası erozyon durumunun morfometrik ölçümler ile ilişkisi	-
2020	Abız ve Reis	Kahramanmaraş İli Halfalı Deresi Yağış Havzasında Rusle Denklemine Yer Alan Bitki Amenajman Faktörünün (C) Uzaktan Algılama Teknikleri ile Belirlenmesi	RUSLE
2020	Avcıoğlu vd.	Tandem-X12M Sayısal Yükselti Verisine Dayalı Toprak Erozyonu Tespiti	RUSLE
2020	Hatipoğlu	Melet Irmağı Havzası'nda Erozyon Riskinin MICONA Modeli ile Değerlendirilmesi	MICONA
2020	Hatipoğlu ve Hatipoğlu	Harşit Çayı Havzası'nda ICONA ve Alternatif Olarak Geliştirilen MICONA Modellerinin Karşılaştırılması	ICONA-MICONA
2020	İkiel vd.	Trakya'nın Erozyon Duyarlılık Analizi	RUSLE
2020	İmamoğlu ve Dengiz	Komşu İki Mikro Havzada Erozyon Duyarlılık Değerlerinin Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımına Bağlı Değişimin Belirlenmesi	-
2020	Özgen ve Karadoğan	Fiziki Coğrafyada Araştırma Yöntemleri ve Teknikler	-
2020	Taysun ve Taysun	Rüzgâr Erozyonu Etkisindeki Manisa-Akselendi Ovası'nda Bitki Örtüsündeki Zamansal Değişimin NDVI Verileri Kullanılarak İrdelenmesi	-
2020	Turan vd.	Bulanık Mantık Analitik Hiyerarşik Süreç (Bahs) ile Sinop İli Erozyon Duyarlılığının Mekânsal Dağılımının Belirlenmesi	-
2020	Türkmen ve Erdem	Çırçıp Deresi Havzasında Rusle Modeli ile Erozyon Riskinin Değerlendirilmesi, Turnasuyu-Ordu	RUSLE

2021	Çelebi	Orta Anadolu'da erozyon tehdidi ve toplulaştırma uygulamalarında çevre sorunlarının önem ve önceliği	-
2021	Alparslan ve Küçükönder	Kaman Deresi Havzasının Erozyon Duyarlılığı	-
2021	Çilek	Düzenleyici Ekosistem Hizmetlerinde Toprak Erozyonunun Haritalanması: Göksu Havzası Örneği	-
2021	Demir vd.	Comparison of the K Factor in Different Areas on the Slope	-
2021	Ediş vd.	ICONA Modeli Kullanarak Toprak Erozyon Riskinin Değerlendirilmesi: Meşeli (Çubuk/Ankara) Havzası Örneği	ICONA
2021	İnaç vd.	Tokat Artova Çelikli Gölet Havzasında Toprak Bozulmasının Yersel ve Zamansal Değişiminin Belirlenmesi	-
2021	Mutlu vd.	Kille Çayı (Balıkesir) Havzasında Erozyon Risk Analizi	RUSLE
2021	Özcan	Bursa İlinin Arazi Bozulumu ve Zamansal Değişiminin CORINE Erozyon Modeli Kullanılarak Belirlenmesi	CORINE
2021	Öztürk ve Özcan	Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanarak RUSLE-C Faktör Haritalarının Oluşturulması: Kırıkkale/Sarıklı Havzası	RUSLE
2021	Öztürkmen vd.	Determination of Erodibility (USLE-K) Status of Suruc Plain Soils Before Transition to Irrigated Agriculture Within the Scope of Southeastern Anatolia Project	USLE
2021	Saygın	Effects of Season and Phenology-Based Changes on Soil Erodibility and Other Dynamic RUSLE Factors For Semi-Arid Winter Wheat Fields	RUSLE
2021	Turan	Analitik Hiyerarşik Süreç ve CBS Teknikleri Kullanılarak Çorum Çayı Havzasında Toprak Erozyonu Riskinin Modellenmesi	AHS
2021	Uncu ve Karakoca	Antropo-Jeomorfolojik Bir Yaklaşımla Bilecik (Merkez İlçe) Taş Ocaklarının Mekânsal ve Zamansal Değişimi	-
2022	Aykır ve Fıçıcı	Çıldır Gölü Havzasında Erozyon Risk Analizi	RUSLE
2022	Karakoyun ve Kaya	Hydrological simulation and prediction of soil erosion using the SWAT model in a mountainous watershed: a case study of Murat River Basin	SWAT
2022	Yalçinkaya vd.	Erozyon ile mücadele kapsamında ağaçlandırma projelerinin etkinliği: Atatürk Barajı Örneği	-
2022	Yılmaz	Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile Eskişehir İli Potansiyel Erozyon Alanlarının Belirlenmesi	AHP
2022	Demir vd. (a)	Faklı İklim Bölgesi Topraklarında Erozyona Duyarlılığın Arazi Kullanım Şekillerine Bağlı Değişimi	-
2022	Demir vd. (b)	Çapakçur Havzasında (Bingöl Türkiye) Toprak Kayıplarının RUSLE Metodu ile Tahmini ve Sediment Verimi ile Karşılaştırılması	RUSLE
2022	Dutal	Determination of the Impact of Forest Fires on Soil Erosion Risk By Using the ICONA Model: A Case Study of Ayvalı Dam Watershed	ICONA
2022	Atalay Dutucu ve Mutlu	Yuvacık Barajı Havzası'nda Erozyon Risk Analizi	RUSLE

2022	Fıçıcı ve Soykan	MPSIAC & RUSLE Yöntemleriyle Karşılaştırmalı Erozyon Analizi: Madra Barajı Havzası	MPSIAC-RUSLE
2022	Koralay ve Kara	Trabzon Değirmendere Çatak Alt Havzasının Erozyon Risk Haritasının Oluşturulması ve Sediment İletim Oranının Belirlenmesi	RUSLE
2022	Menteşe ve Koca	Tarım Uyum Alanların Belirlenmesi: Bilecik İli Örneği	-
2022	Mısırlıoğlu vd.	Comparison of WEPP: Road Batch Model and Abag Model For Estimating Amount of Top Soil Erosion in Forest Road Fill Slopes	WEPP
2022	Satı ve Uncu	Bilecik (Merkez İlçe)'de Antropo-Jeomorfoloji Araştırmaları	-
2022	Seyis ve Özalp	Erzincan'da Erozyona Duyarlı Sahalardaki Sarıçam (Pinus Sylvestris L.) Ağaçlandırma Çalışmalarının Başarı/Büyüme Oranları ile Burur Teraslama İşlemlerinin Bazı Toprak Parametreleri Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması	-
2022	Sarı	İnsansız Hava Aracı (Drone) ile Erozyon Alanlarının Tespiti: Trakya Yarımadası Örneği	-
2022	Turoğlu	Kalkanlı Dağlarında Kar Yaması Erozyonu ile Oluşan Nivasyon Oyukları	-
2023	Tağlı vd.	Gediz Deltası Sulak Alanı Boyunca Kıyı Şeridi Evrimi ve Erozyon Hassasiyetinin Değerlendirilmesi	DSAS
2023	Alevkayalı ve Abı	Mekân Tabanlı Toprak Erozyonu Tahmin Modelleri: Bildiklerimiz Değişiyor mu?	-
2023	Çoban ve Uzun	Arazi Örtüsü/Alan Kullanımı Değişiminin Ekosistem Hizmetleri Bağlamında Değerlendirilmesi: Bilecik İli Örneği	-
2023	Dursun ve Babalık	Farklı Arazi Kullanım Durumlarında Geotekstil Kullanılarak Erozyonla Kaybolan Toprak Miktarının Belirlenmesi: Karam Dere Alt Havzası Örneği	-
2023	Dutal	Determining the Effect of Forest Fires on Soil Loss Using RUSLE and a New Approach: The Case of Çınarpınar Forestry Enterprise/Türkiye	RUSLE
2023	Erdoğan vd.	Tarımsal Ürün Grupları Bazında Konumsal Erozyon Uygunluk Analizi: Seyhan Havzası Örneği	RUSLE
2023	Marangoz vd.	Acısu Havzası'nda (Sivas/Türkiye) Arazi Kullanımı/Örtüsü Değişiminin (2000-2018) Toprak Erozyonu Üzerindeki Etkisi	-
2023	Özşahin	Farklı Erozyon Tahmin Modellerine Göre Akarsu Sedimentasyon Miktarının Belirlenmesine Bir Örnek: Naip Barajı Havzası (Tekirdağ, Türkiye)_	RUSLE-USLE-MUSLE
2023	Öztürk ve Uzun	Kızılırmak Deltası Kıyı Çizgisinin EPR ve LRR Yöntemleriyle 1984-2022 Periyodunda Değişim Analizi ve 2030 Yılı Tahmini	EPR-LRR
2023	Pacci vd.	Yarı Humid Ekolojik Koşullar Altında Toprak Erozyon Duyarlılık Çalışmalarında Fuzzy-Analitik Hiyerarşik Süreç Yaklaşımı	AHS

2023	Saygın vd.	Farklı Uydu Verilerinden Elde Edilen İndeksler ile Toprak Erozyon Parametreleri Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi	-
2023	Soydan	CORINE Modeli Kullanılarak Niğde Şehrinde Toprak Erozyon Riskinin Değerlendirmesi	CORINE
2023	Yakupoğlu vd.	Relationships Between Some General Properties and Erosion Susceptibility of Soils Where Wild Rosehip Grows in Yozgat Province	-
2024	Değerliyurt	Arsuz Çayı'ndaki (İskenderun, G Türkiye) Erozyonun Coğrafi Analizi	RUSLE
2024	Erkal	Çobanlar Havzası'nda (Afyonkarahisar) Toprak Erozyonunun Değerlendirilmesi	USLE
2024	Sert vd.	Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Çalışmalarında Uzaktan Algılama Teknolojilerinin Kullanımı	-
2024	Demirtaş	Dinamik Erozyon Modeli ve İzleme Sistemi (DEMİS) ile Ulusal Ölçekte Arazi Kullanım Türüne Göre Erozyon İstatistiklerinin Belirlenmesi	DEMİS
2024	Coşkun ve Gökhan	Penek Çayı Havzası'nda Sedimanter Litolojik Birimlerdeki Erozyon Oranının Belirlenmesi (Şenkaya-Erzurum)	-
2024	İsmail	Kula (Kula/Manisa) Peribacaları'nın Jeomorfolojik Özellikleri ve Oluşumlarında Erozyon Etkisinin Rusle Yöntemi ile Belirlenmesi	RUSLE
2024	İmamoğlu ve Dengiz	Alaca Havzasında Uygulanan Rusle Erozyon Modelinde, C Faktörünün (Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı) Zamansal Değişimi ve Toprak Kaybına Etkisi	RUSLE
2024	Pektezel	Gelibolu Yarımadası'nda Cbs Tabanlı Rusle (3d) Yöntemiyle Erozyon Duyarlılık Analiz	RUSLE
2025	Karakoca	CBS ve Uzaktan Algılama Teknikleri ile ICONA Modeli Kullanılarak Katrancı Çayı Havzası'nda (Haymana, Ankara) Toprak Erozyonu Duyarlılığı Değerlendirmesi.	ICONA
2025	Durak ve Cürebal	RUSLE (3D) Modeli Kullanılarak Toprak Erozyonu Tahmini; Atıkhisar Barajı Havzası Örneği (Çanakkale).	RUSLE
2025	Özşahin ve Öztürk	KAŞ Yöntemi Kullanılarak Selin Sebep Olduğu Toprak Erozyonunun Tahmin Edilmesi: İğneada (Kırklareli) Seli Örneği	MUSLE
2025	Ateş	İklim ve Arazi Örtüsü Değişikliği Bağlamında Havza Ölçeğinde Gelecekteki Toprak Erozyonunun Tahmini.	RUSLE

#### 1.4.2. Porsuk Çayı Havzasına Dair Literatür Değerlendirilmesi

Porsuk Çayı Havzası, sahip olduğu jeomorfolojik, hidrolojik ve ekolojik özellikleri ile Türkiye'nin Batı Anadolu'daki önemli havzalarından biridir. Bu nedenle, havzada gerçekleştirilen bilimsel çalışmalar hem çevresel sorunların anlaşılması hem de sürdürülebilir kaynak yönetimi açısından önemli katkılar sunmuştur. Bu çalışmalar; su kalitesi, erozyon riski,

hidroelektrik potansiyel, akım trendleri, arazi kullanımı değişiklikleri ve tarihsel yerleşim etkileri gibi farklı temalara odaklanmıştır.

Öztürk ve Altan (2007), sanayi ve kentsel atıkların Porsuk Çayı üzerindeki su kalitesi etkilerini ve tarımsal alanlarda görülen erozyon riskini incelemiş, entegre havza yönetimi ilkeleri doğrultusunda çözüm önerileri sunarak kapsamlı bir değerlendirme yapmıştır. Bakış ve arkadaşları (2008- 2011), hidroelektrik potansiyelin değerlendirilmesine odaklanmışlardır. İlk çalışmada mevcut barajların enerji üretim kapasitesi analiz edilmiş; ikinci çalışmada ise CBS ve Uzaktan Algılama teknikleri kullanılarak yeni baraj yerlerinin belirlenmesine yönelik mekânsal analizler gerçekleştirilmiştir. Karaş vd. (2009), CORINE, LEAM ve USLE gibi farklı yöntemlerle Sarısu alt havzasında erozyon riski değerlendirmesi yapmış ve havza arazilerinin yaklaşık %79,22'sinin yüksek erozyon riski taşıdığını ortaya koymuştur. Bu bulgu, özellikle tarımsal kullanım altındaki arazilerin kırılganlığını vurgulamaktadır. Tekkanat ve Sarış (2015), uzun dönemli akım rejimi trendlerini analiz ederek iklim değişikliği ve antropojenik faktörlerin akım üzerindeki etkilerine odaklanmış, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi açısından önerilerde bulunmuşlardır. Tekkanat (2016) tarafından yapılan bir diğer çalışmada, havzanın üst kesimlerinde Şen trend metodu ile ortalama akım verileri analiz edilmiş ve yönetim stratejilerine ışık tutulmuştur. Köse vd. (2016), su kalitesini biyolojik, kimyasal ve fiziksel parametreler üzerinden değerlendirmiş; tarım ve sanayi faaliyetlerinin su kaynakları üzerindeki kirletici etkilerini ortaya koymuştur. Sarış (2017), düşük akım koşullarının yönetim planlamasında dikkate alınması gereken kritik dönemler olduğunu vurgulayarak su yönetim politikalarına katkı sunmuştur. Erkal ve Yıldırım (2012), CBS temelli havza sınırı belirleme yöntemleri geliştirerek yalnızca Porsuk Havzası için değil, benzer morfolojik özelliklere sahip havzalar için de kullanılabilir örnek bir yöntem önermiştir. Çakar Kılıç (2023), Orta Porsuk Havzası'ndaki Tunç Çağı yerleşimlerini analiz ederek, tarihî yerleşimlerin arazi kullanım desenleri üzerindeki uzun dönemli etkilerine dikkat çekmiş; bu yönüyle bölgeye kültürel- arkeolojik bir boyut kazandırmıştır.

Bu çalışmalar, Porsuk Çayı Havzası'nın fiziksel ve çevresel dinamiklerini anlamaya yönelik önemli bilimsel çıktılar üretmiştir. Ancak bu çalışmalardaki önemli bir eksiklik, çalışmaların çoğunun alt havzalar, belirli tematik konular veya yerel ölçekli alanlar ile sınırlı kalmasıdır. Havzanın tamamını kapsayan, çok değişkenli ve bütüncül yaklaşımlara dayalı analizlerin azlığı, bölgesel planlama ve entegre havza yönetimi açısından önemli bir boşluğu işaret etmektedir. Dolayısıyla, bu çalışma gibi geniş kapsamlı analizlerin hem bilimsel literatüre hem de uygulamalı su ve arazi yönetimine katkı sağlaması beklenmektedir.

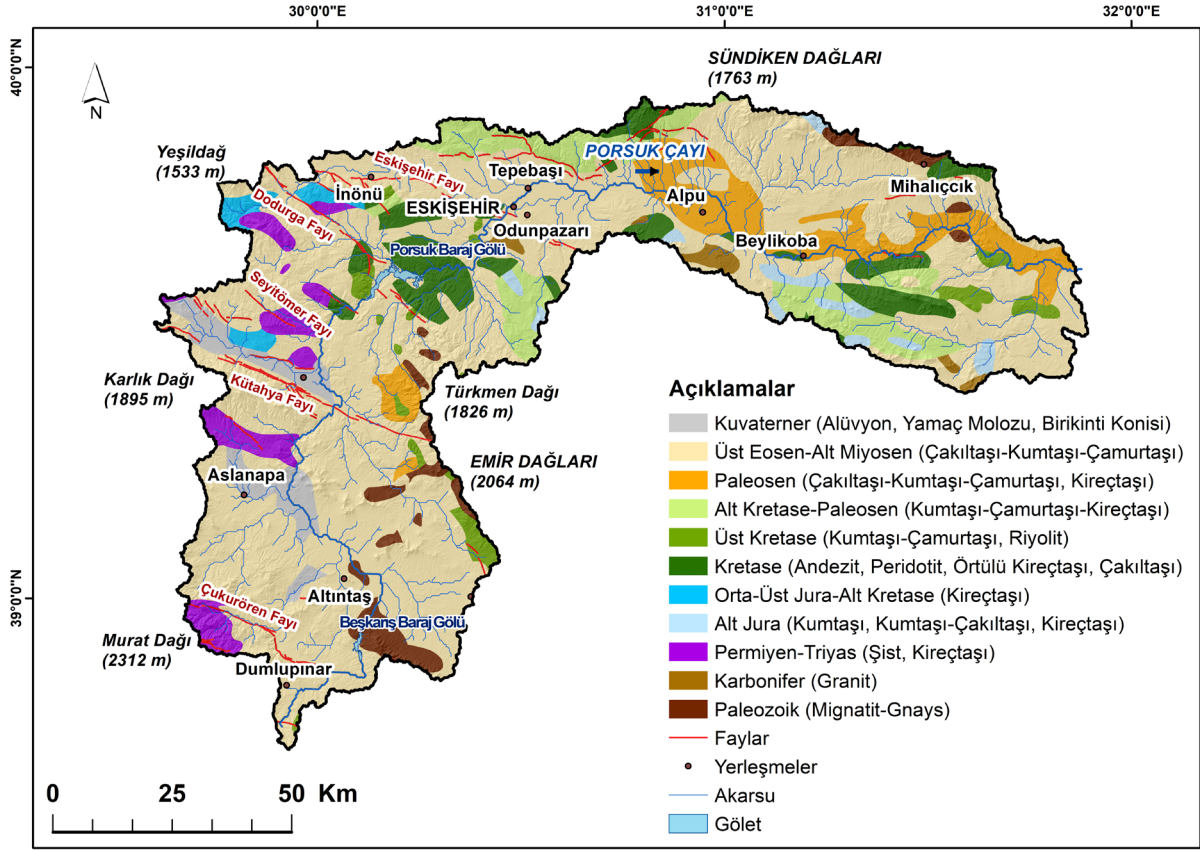
## 2. ÇALIŞMA SAHASININ FİZİKİ COĞRAFYA ÖZELLİKLERİ

### 2.1. Jeolojik Özellikler

Porsuk Çayı Havzası, Batı Anadolu'nun jeolojik çeşitliliğini yansıtan önemli bir bölgesidir. Havza alanı; Paleozoik, Mesozoyik ve Senozoyik dönemlere ait kayaç birimlerinden oluşmaktadır. Bu jeolojik çeşitlilik bölgenin tektonik evrimi, erozyon süreçleri ve hidrojeolojik dinamikleri üzerinde doğrudan etkili olmaktadır (Şengör ve Yılmaz, 1983). Paleozoik birimler, gnays, şist, mikaşist, mermer ve mignatit gibi metamorfik kayaçlardan oluşur. Bu birimler, özellikle havzanın kuzey ve güney kesimlerinde yaygındır. Düşük geçirgenlik özellikleri nedeniyle bu kayaçlar yer altı suyunun sızmasını sınırlandırmakta ve yüzeysel akışı artırmasına dolayısıyla erozyon riskinin yükselmesine neden olmaktadır (Bakış vd., 2008).

Mesozoyik döneme ait birimlerde, özellikle Orta-Üst Jura-Alt Kretase'ye tarihlenen kireçtaşı ve dolomit gibi karbonat kayaçları öne çıkmaktadır. Bu kayaçlar, yüksek geçirgenlikleri sayesinde yağış sularının yer altına sızmasına imkân tanıyarak yüzeysel akışı azaltır ve erozyon potansiyelini düşürür (Yurteri, 2024). Ayrıca Üst Kretase dönemine ait kumtaşı, çamurtaşı ve riyolit gibi tortul ve volkanik kayaçlar da bölgede yer almaktadır. Farklı litolojik geçirgenlik değerleri nedeniyle erozyon süreçlerine olan etkileri çeşitlilik göstermektedir (Selby, 1993).

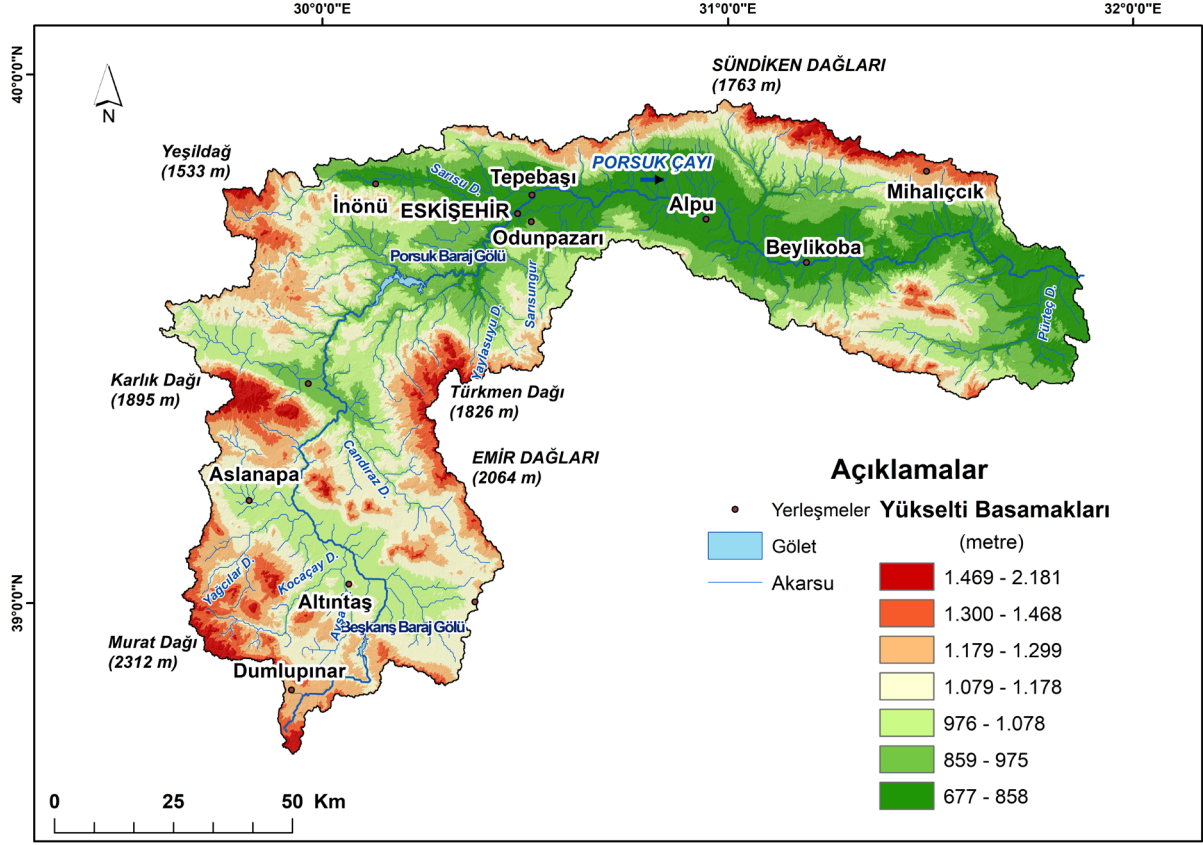
Senozoyik dönem kayaçları, genellikle Üst Eosen–Alt Miyosen yaşlı çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı gibi kırıntılı çökeller ile Kuvaterner yaşlı alüvyon, yamaç molozu ve birikinti konisi gibi genç birimlerden oluşmaktadır. Bu birimler, düşük geçirgenlikleri nedeniyle yağışın yüzeyde kalmasına neden olmaktadır. Bu durum da yüzeysel akış miktarını artırarak erozyon riskini yükseltmektedir (Ocakoğlu ve Akkiraz, 2019). Özellikle alüvyal düzlükler ve eğimli yamaçlarda bu genç birimler yaygın olarak gözlenmektedir. Porsuk Çayı Havzası'ndaki litolojik birimlerin mekânsal dağılımı erozyonun yerel ölçekteki farklılıklarını açıklamak açısından önem arz etmektedir. Bu dağılım Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) 1/100.000 ölçekli jeoloji haritasından yararlanılarak elde edilen Şekil 2.1. üzerinde detaylı biçimde gösterilmiştir.



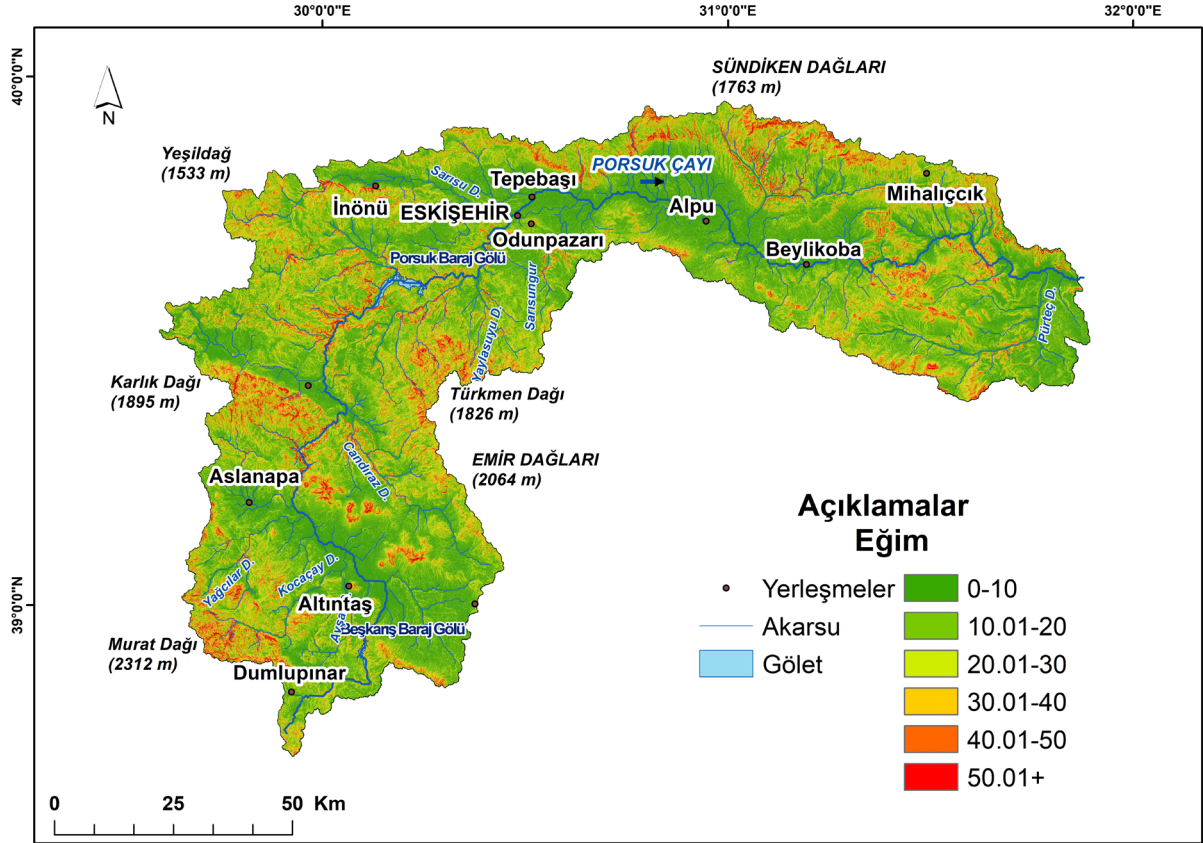
Şekil 2.1. Çalışma Sahasının Jeolojik Özellikleri

## 2.2. Jeomorfolojik Özellikler

Porsuk Çayı Havzası, Batı Anadolu'nun öne çıkan jeomorfolojik alanlarından birisidir. Geniş dağlık alanlardan alçak alüvyal düzlük ve vadilere kadar uzanan oldukça çeşitli bir topoğrafyaya sahiptir. Bu çeşitlilik hem havzanın morfolojik evrimini hem de ekosistem çeşitliliğini etkilemektedir. Havzanın kuzeyinde Sündiken Dağları, doğusunda Murat Dağı ve güneyinde Türkmen Dağı yer almaktadır (Şekil 2.2.). Bu dağlık alanlar hem havzanın morfolojik sınırlarını belirlemekte hem de drenaj sisteminin gelişimi üzerinde belirleyici rol oynamaktadır (Bilgin, 1980). Yüksek alanlardan akarak vadiler oluşturan akarsular zamanla akarsu taraçaları ve alüvyal düzlükler meydana getirmiştir. Bu alüvyal düzlükler tarımsal faaliyetler ve yerleşim alanları açısından önemli alanlardır. Aynı zamanda, bölgedeki taraça sistemleri havzanın tektonik ve sedimantolojik süreçlerini de yansıtmaktadır. Havza, doğudan batıya doğru belirgin bir yükseklik ve eğim farklılığı sergilemektedir. Örneğin, Murat Dağı yaklaşık 2.300 m yüksekliğe ulaşırken, batıdaki alüvyal düzlüklerde yükselti 800 m civarına kadar düşmektedir. Bu fark hem tektonik hareketler hem de uzun süreli flüviyal süreçler sonucu ortaya çıkmıştır (Gürgen, 1988). Bu süreçler boyunca derin vadiler, boğazlar ve taraça sistemleri gelişmiş ve bölgenin jeomorfolojik çeşitliliğini artırmıştır (Şekil 2.2., 2.3.).



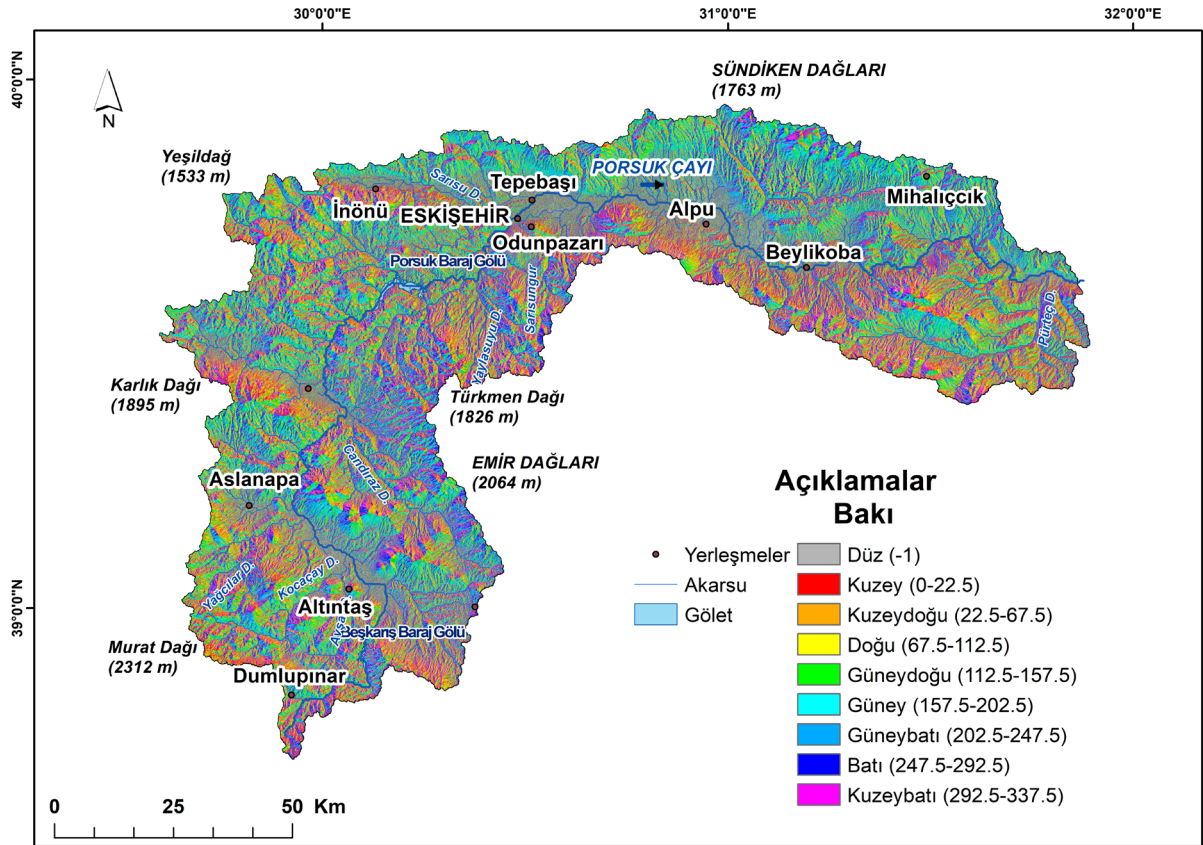
Şekil 2.2. Çalışma Alanının Yükselti Basamakları



Şekil 2.3. Çalışma Alanının Eğim Haritası

Porsuk Havzası'nın drenaj sistemi, dentritik bir yapı sergilemekte ve Porsuk Çayı'nın ana koluna bağlı çok sayıda yan dereden oluşmaktadır. Bu drenaj yapısı, Kuvaterner dönemi sırasında yaşanan iklim dalgalanmaları ve kaide seviyesi değişimleri sonucu şekillenmiştir. Bu durum da farklı seviyelerde flüviyal taraçaların oluşumuna zemin hazırlamıştır (Erinç, 1973; Şaroğlu vd., 1987). Bu taraçalar hem jeomorfolojik kayıt hem de tarımsal kullanım potansiyeli açısından oldukça önemlidir.

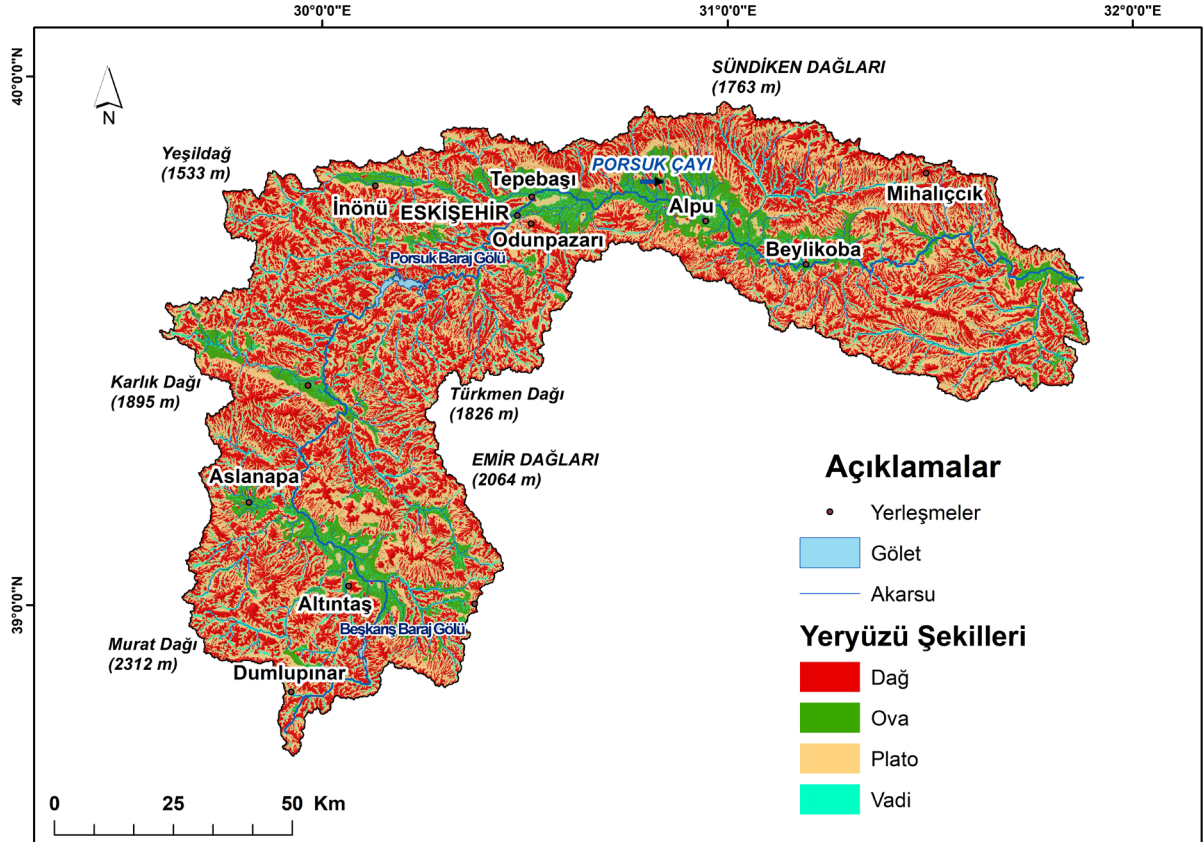
Havzanın jeomorfolojik özellikleri arasında bakı farkları da ekolojik çeşitliliği etkilemektedir. Özellikle Sündiken Dağları'nın kuzeye bakan yamaçları, nemli hava kütlelerinin etkisiyle daha yoğun orman örtüsü barındırırken; güney yamaçları, kurak iklim koşulları nedeniyle daha seyrek bitki örtüsüne sahiptir (Kaymak, 2020) (Şekil 2.4.).



Şekil 2.4. Çalışma Alanının Bakı Haritası

Porsuk Havzası'nda dört ana arazi şekli belirlenmiştir: dağlık alanlar, platolar, ovalık alanlar ve vadiler (Şekil 2.5.). Havzanın %40,14'ünü oluşturan 443.537,93 hektarlık dağlık alanlar Sündiken ve Murat Dağları çevresinde yoğunlaşmaktadır. Yüksek eğimli bu bölgeler, erozyon süreçlerinin etkin olduğu ve orman örtüsü ile kaplı ve yer yer zayıf toprak profilleri içeren alanlardır. Toplam 427.729,95 hektar (%39,51) alanı kapsayan platolar, havzanın güney ve doğu kesimlerinde yer almaktadır. Bu alanlar düşük eğimli, orta yükselteli yapılarıyla dikkat

çekmektedir. Ayrıca tarımsal üretim, kırsal yerleşim ve hayvancılık faaliyetleri açısından önemli alanlardır. Havzanın %10,95'ini oluşturan 117.994,13 hektarlık alüvyal ovalar, özellikle Porsuk Çayı ve kollarının taşıdığı alüvyonların biriktiği düzlüklerden oluşmaktadır. Bu alanlar, verimli toprak yapısı ve yer altı su potansiyeli nedeniyle yoğun tarım faaliyetlerine sahne olmaktadır (Şekil 2.5.).



Şekil 2.5. Çalışma Alanının Yeryüzü Şekilleri Haritası

Son olarak vadiler ise toplam 90.482,66 hektarlık (%8,2) bir alanı kaplamasıyla Porsuk Çayı ve yan kolları tarafından oluşturulmuştur. Bu alanlar, özellikle akarsu aşındırması, taraçalar ve menderesli akışlar ile şekillenmiştir. Porsuk Çayı Havzası'nda dağlık alanlar ve platolar, toplam havza yüzeyinin yaklaşık %80'ini oluşturmaktadır (Tablo 2.1). Ancak alüvyal ovalar ve vadiler, sahip oldukları doğal kaynak potansiyeli, yerleşim yoğunluğu ve ekolojik çeşitlilik bakımından bölgenin stratejik alanlarıdır.

**Tablo 2.1.** Araştırma Sahasının Arazi Şekillerinin Alansal Dağılımları

<b>Arazi Tanımı</b>	<b>Kapladığı Alan (Ha)</b>	<b>Kapladığı Oran (%)</b>
Vadi	90,482.66	8,39
Ova	117,994.13	10,95
Plato	427,729.95	39,61
Dağ	443,537.93	40,14
<b>TOPLAM</b>	<b>1,079,744.67</b>	<b>100</b>

Bütüncül bir bakışla, havzanın jeomorfolojik yapısı, doğal süreçler (iklim, tektonik, sedimentasyon) ve beşerî etkiler (tarım, yerleşim, orman tahribi) ile şekillenmiştir. Bu durum özellikle erozyon yönetimi ve doğal kaynak planlaması aşınsından çok boyutlu analizlere olanak sağlamaktadır.

### **3. PORSUK ÇAYI HAVZASINDA TOPRAK EROZYONUNA ETKİ EDEN FAKTÖRLER**

Porsuk Çayı Havzası, sahip olduğu coğrafi konum ve çevresel özellikleri nedeniyle toprak erozyonuna karşı yüksek düzeyde duyarlılık göstermektedir. Havza içerisindeki erozyon süreçleri; topoğrafya, iklim, arazi kullanımı ve toprak özellikleri gibi çeşitli doğal ve beşerî faktörlerin bir arada ve karşılıklı etkileşimiyle şekillenmektedir. Bu bölümde, havzadaki toprak erozyonunu etkileyen temel faktörler sistematik olarak ele alınmaktadır. Her bir unsurun erozyon süreçleri üzerindeki etkisi bilimsel veriler doğrultusunda ayrıntılı olarak detaylandırılacaktır.

İklim değişkenlikleri ile topoğrafik yapıdaki farklılıklar, havza genelinde erozyon riskinin mekânsal dağılımında temel belirleyiciler arasında yer almaktadır. Bu bağlamda, bölgedeki erozyon riskindeki farklılaşma hem iklim faktörlerine hem de yüzey morfolojisine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada, erozyon süreçlerinin nicel analizi, Evrensel Toprak Kaybı Denklemi (RUSLE) modelinin temel bileşenleri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Model kapsamında elde edilen veriler, CBS ortamında oluşturulan tematik haritalar ile desteklenmiş ve böylece havza genelindeki erozyon riskinin mekânsal dağılımı belirlenmiştir. Bu analizler, mevcut durumu değerlendirmekle birlikte gelecekte ortaya çıkabilecek toprak kaybı senaryolarının anlaşılmasına da katkı sağlamaktadır.

#### **3.1. İklim Özellikleri**

Porsuk Çayı Havzası, İç Batı Anadolu'nun coğrafi açıdan stratejik bir konumunda yer almaktadır. Ege ve Marmara Bölgeleri'nin ılıman iklim özellikleri ile İç Anadolu'nun karasal iklimi arasında bir geçiş kuşağı oluşturmaktadır. Bu konum, havzada belirgin iklimsel çeşitliliğin oluşmasına ve farklı mikroklima tiplerinin gelişmesine zemin hazırlamaktadır (Türkeş, 1996).

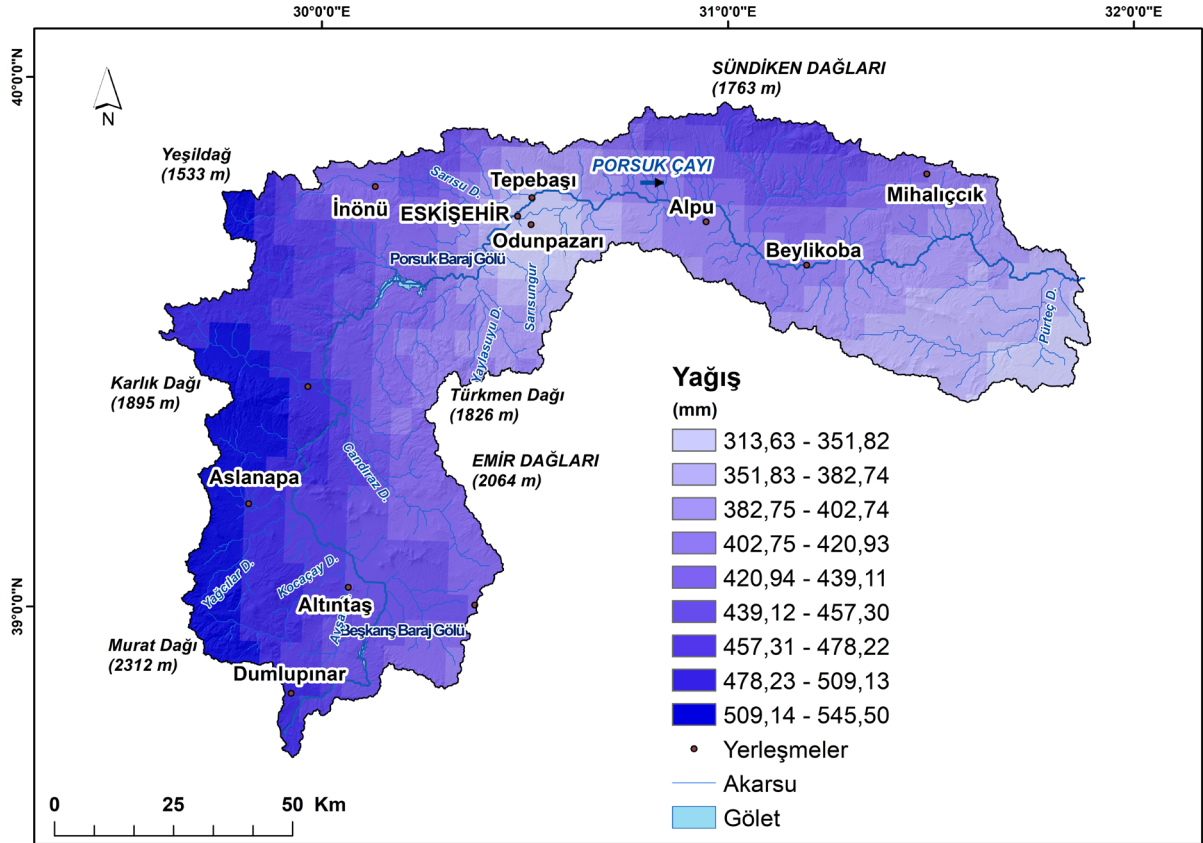
Havzada kış mevsimi genellikle uzun, soğuk ve yağışlı; yaz mevsimi ise sıcak ve kurak geçmektedir. Batıdan doğuya doğru ilerledikçe karasal iklimin etkisinin belirgin şekilde arttığı gözlemlenmektedir. Bu iklimsel ve coğrafi farklılıklar, özellikle tarımsal faaliyetler, doğal bitki örtüsünün mekânsal dağılımı ve toprak erozyonu süreçleri üzerinde doğrudan etkili olmaktadır (Atalay vd., 2022).

Porsuk Çayı Havzası, Ege ve Marmara Bölgeleri'nin nispeten ılıman iklim özelliklerini İç Anadolu'nun daha sert ve kurak iklim koşullarıyla bir arada barındırarak bölgesel iklim

çeşitliliğine önemli katkılar sunmaktadır (Rümeysa ve Atalay Dutucu, 2020). Özellikle kış aylarında artan yağış miktarı ve yaz mevsiminde gözlenen kuraklık hem toprak erozyonu riskini artırmakta hem de su kaynakları yönetimi ve tarımsal üretim planlaması açısından hayati önem arz etmektedir.

### 3.1.1. Yağış Özellikleri

1991–2023 dönemine ait CHIRPS uydu verileri kullanılarak yapılan analizler, Porsuk Çayı Havzası'nda yıllık ortalama yağış miktarının 494 mm olduğunu ortaya koymuştur (Şekil 3.1). Yağışların mevsimsel dağılımı göz önüne alındığı zaman yaklaşık %34'ü kış, %31'i ise ilkbahar aylarında gerçekleşmektedir (CHIRPS, 2023). Bu durum, havzanın su dengesi açısından kış ve ilkbahar yağışlarına gerçekleştiği belirlenmiştir. Ancak son yıllarda hem toplam yağış miktarında hem de mevsimsel dağılımda dikkat çekici düzeyde düzensizlikler gözlemlenmiştir (CHIRPS, 2023). Özellikle kış aylarında yoğunlaşan yağışlar, eğimli alanlarda yüzeysel akış miktarını artırarak erozyon riskini önemli ölçüde yükseltmektedir. Buna karşılık, yaz aylarında yağışların azalması, toprak neminin düşmesine ve kuraklık etkisinin artmasına neden olmaktadır (Duvan vd., 2021; Change, 2007).

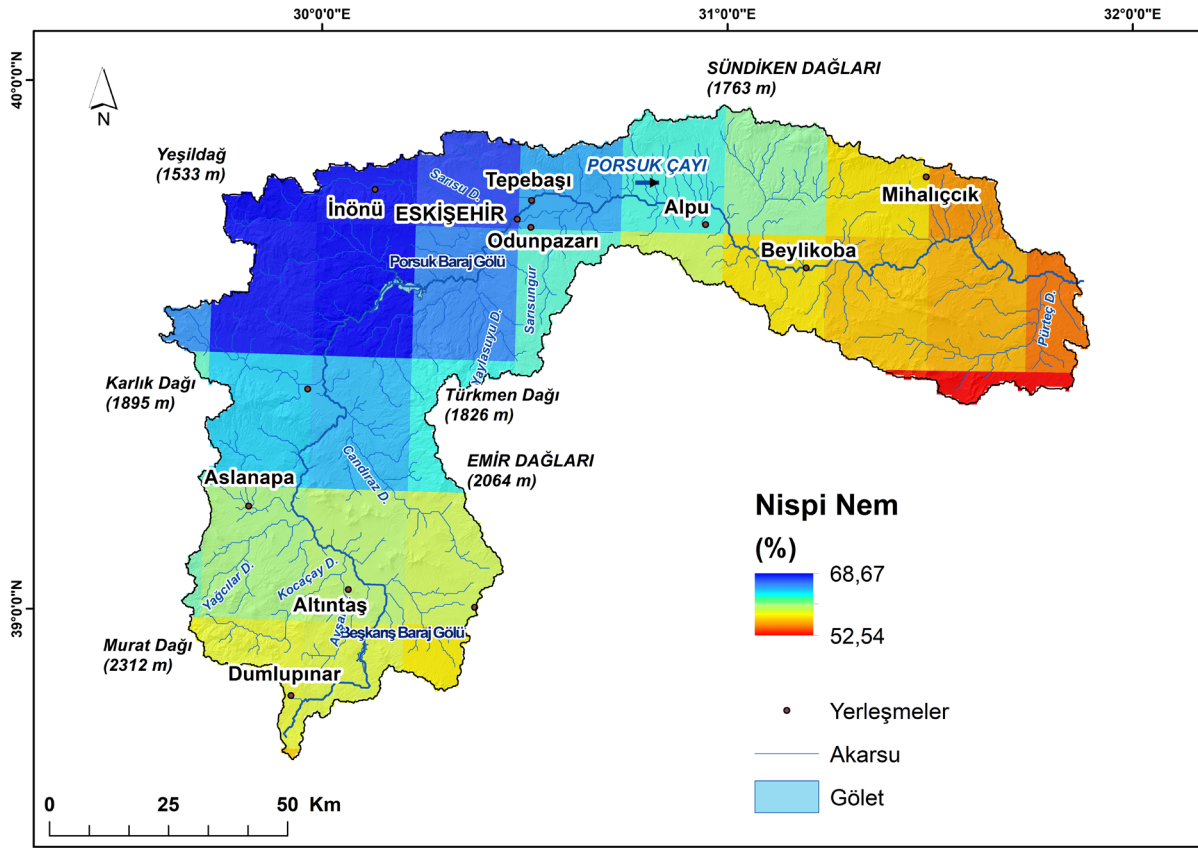


Şekil 3.1. Araştırma Sahasının 1991-2023 Yılları Arası Ortalama Yağış Haritası



### 3.1.3. Nem ve Buharlaşma

1991–2023 dönemine ait ERA5-Land verilerine göre, Porsuk Çayı Havzası’nda yıllık ortalama nispi nem oranı %61,81 olarak hesaplanmıştır. Mevsimsel değışimlere bakıldığında, en yüksek ortalama nem ocak ayında %68,67 ile gözlenirken, en düşük değer temmuz ayında %52,54 olarak kaydedilmiştir (Şekil 3.3). Bu mevsimsel nem farklılıkları, özellikle bitki örtüsünün gelişimi, toprak nem dengesi ve tarımsal verimlilik üzerinde doğrudan belirleyici rol oynamaktadır (Tekkanat ve Sarış, 2015). Yaz aylarında azalan nem oranı, buharlaşma ve toprak kurummasını artırarak erozyon riskinin artmasına da zemin hazırlamaktadır.



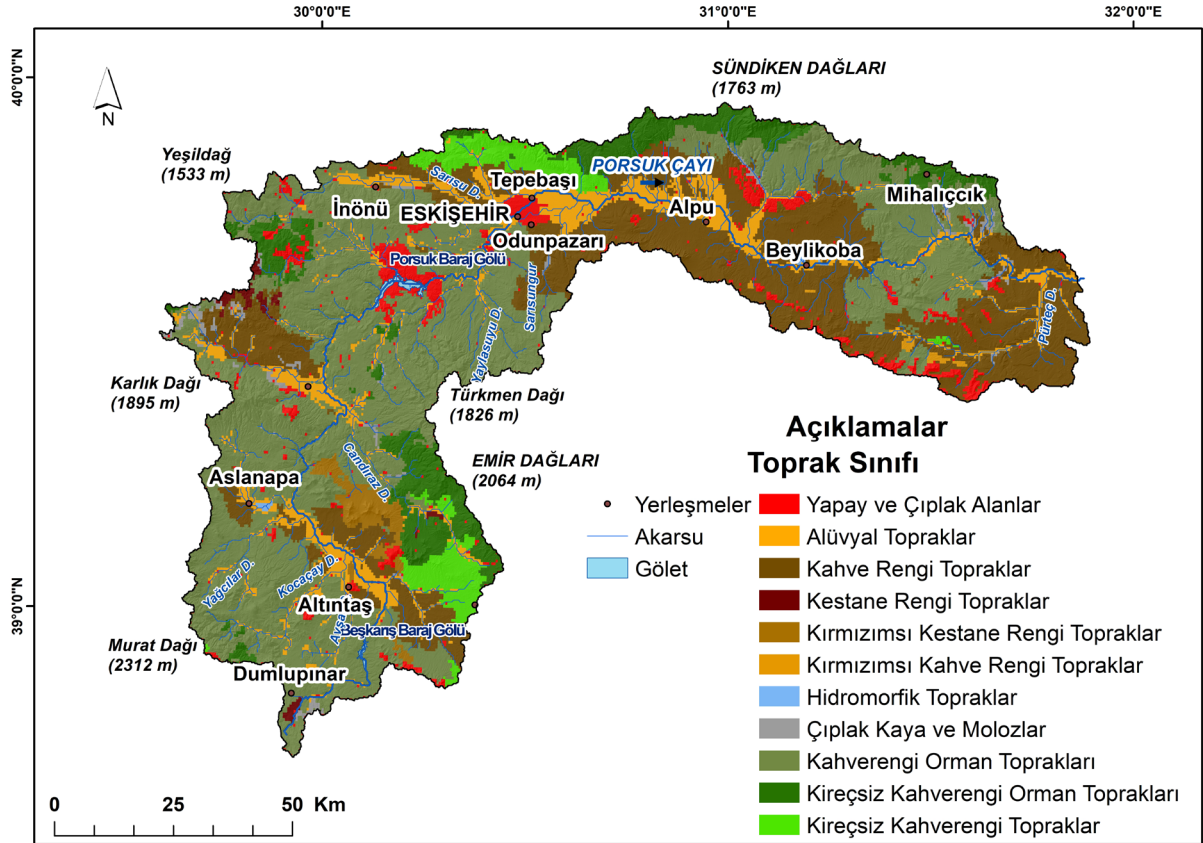
Şekil 3.3. Araştırma Sahasının 1991-2023 Yılları Arası Ortalama Nispi Nem Haritası

Yaz aylarında sıcaklıkların artmasıyla birlikte buharlaşma miktarındaki yükselme, su kaynakları üzerinde ek baskılar oluşturarak hem kuraklık etkilerini hem de erozyon potansiyelini artıran bir unsur haline gelmektedir. Bitki örtüsünün zayıfladığı veya tamamen yok olduğu alanlarda, özellikle eğimli ve çıplak yamaçlarda, bu durum rüzgâr erozyonu riskini de beraberinde getirmektedir. Nitekim, kuzeybatı yönünden esen hâkim rüzgârlar, toprağın gevşek ve korumasız olduğu bölgelerde yüzeysel toprak partiküllerinin taşınmasına neden olarak erozyon sürecini hızlandırmaktadır (İnce, 2019).

### 3.2. Toprak Özellikleri

Porsuk Çayı Havzası, büyük ölçüde Neojen dönemine ait kayaların ayrışmasıyla şekillenmiş toprak yapısıyla dikkat çekmektedir (Karagöz vd., 2015). Mermer, granit, kalker, marn ve bazalt gibi kayalardan oluşan zengin jeolojik temel, az taşlı, derin ve kireç bakımından zengin toprakların gelişimini mümkün kılmıştır. Bu toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri, yalnızca tarımsal verimliliği değil, aynı zamanda erozyon riskinin mekânsal dağılımını da doğrudan etkilemektedir. Ancak düşük organik madde içeriği, su tutma kapasitesini azaltarak yüzey akışını artırmakta ve dolayısıyla erozyon potansiyelini yükseltmektedir (Güngör, 2011).

Havza genelinde T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı'ndan temin edilen 1/100.000 ölçekli toprak haritasından faydalanılarak 11 farklı ana toprak türü tanımlanmıştır (Şekil 3.4.). Bunlar arasında en yaygın tür olan Kahverengi Orman Toprakları, havza yüzeyinin %45,16'sını kaplamaktadır ve genellikle eğimli alanlarda yoğunlaşmaktadır. Bunu %25,22 ile Kahverengi Topraklar, %10,00 ile Alüvyal Topraklar ve %7,79 ile Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları izlemektedir. Daha sınırlı alanlarda ise Çıplak Kaya ve Molozlar (%0,99), Kireçsiz Kahverengi Topraklar (%3,76) ve Kestane Rengi Topraklar (%0,46) gibi türler bulunmaktadır (Tablo 3.4.).



Şekil 3.4. Araştırma Sahasının Toprak Özellikleri

Bu toprak türlerinin büyük bölümü, gevşek yapıları ve düşük kohezyonları nedeniyle hem su hem de rüzgâr erozyonuna karşı yüksek hassasiyet göstermektedir (Tekkanat ve Sarış, 2015). Özellikle alüvyal topraklar, düşük geçirgenlikleri nedeniyle yüzeysel akışı artırmakta ve erozyona katkı sunmaktadır (Ocak vd., 2012).

**Tablo 3.1.** Araştırma Sahasının Toprak Sınıflarının Alansal Dağılımı

<b>Toprak Türü</b>	<b>Kapladığı Alan (Ha)</b>	<b>Kapladığı Oran (%)</b>
Kahverengi Orman Toprakları	487,534.00	45.16
Kahverengi Topraklar	273,717.63	25.22
Alüvyal Topraklar	108,995.00	10.10
Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları	85,688.67	7.94
Kireçsiz Kahverengi Topraklar	41,348.40	3.83
Kırmızımsı Kestane Rengi Topraklar	16,255.83	1.51
Çıplak Kaya ve Molozlar	10,964.50	1.02
Kestane Rengi Toprakla	5,142.83	0.48
Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	2,164.33	0.20
Hidromorfik Topraklar	1,189.17	0.11
Yapay ve Çıplak Alanlar	52,061.67	4.83
<b>TOPLAM</b>	<b>1,079,744.67</b>	<b>100</b>

Toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri, erozyon süreçlerinin dinamiklerini belirleyen temel faktörlerdendir (Hissink, 1938). Tekstür, geçirgenlik ve sıkışma gibi özellikler, toprağın erozyona karşı direncini şekillendirirken; organik madde içeriği, su tutma kapasitesi aracılığıyla bu direnci artırmaktadır. Kahverengi Orman Topraklarının geniş yayılımı, bu alanlarda eğimin de etkisiyle erozyon riskinin yükseldiğini göstermektedir. Özellikle eğimin %8'i aştığı sahalarda erozyon şiddeti gözle görülür şekilde artarken, %24'ün üzerindeki eğimlerde yüzey akışının hızı ciddi bir şekilde yükselmektedir.

Havzanın jeolojik yapısı da toprak stabilitesi üzerinde belirleyicidir. Neojen yaşlı kalker, marn ve şeyl gibi kayalar üzerinde gelişen Kahverengi Orman Toprakları; eğim, yağış ve bitki örtüsü koşullarının etkisiyle yüksek erozyon potansiyeli taşımaktadır. Metamorfik kayalar üzerindeki Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları ise daha sınırlı alanlarda bulunmakta ve genellikle yüksek eğimli yamaçlarda yer almaktadır. Bu bölgeler, özellikle şiddetli yağış dönemlerinde ciddi erozyon riskiyle karşı karşıyadır. Alüvyal ve kolüvyal formasyonlar gibi gevşek yapılu topraklar ise vadi tabanlarında ve düzlüklere yakın alanlarda yoğunlaşmakta ve erozyon süreçlerini etkilemektedir (Tekkanat ve Sarış, 2015; Ocak vd., 2012)

Toprakların erozyon riskini belirleyen bir diğer önemli unsur da eğim ve bitki örtüsüyle olan ilişkilidir. Yüksek eğimli ve bitki örtüsünden yoksun sahalarda yüzey akışı artmakta, bu da toprak taşınmasını hızlandırmaktadır. Kış ve ilkbahar aylarında artan yağışlar bu süreci tetiklerken, yaz kuraklığı ise toprağın yapısal bütünlüğünü zayıflatarak erozyonun şiddetini artırmaktadır.

Genel değerlendirme olarak, Porsuk Çayı Havzası'nın toprak yapısı, bölgenin jeolojik, topografik ve iklimsel özellikleriyle sıkı bir etkileşim içindedir. Toprakların fiziksel ve kimyasal nitelikleri, erozyona karşı direnç düzeyini belirlemekte ve bu süreç, insan etkileriyle daha da karmaşık bir hâle gelmektedir.

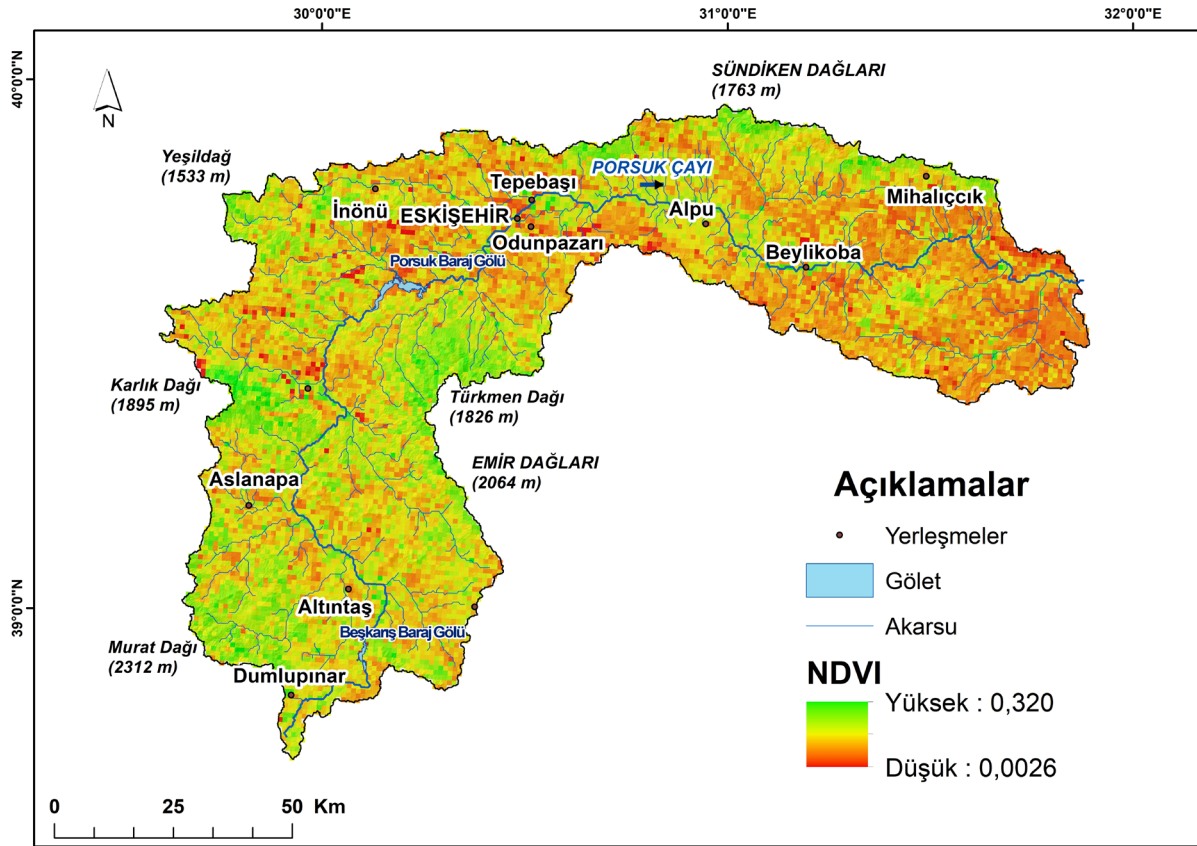
### 3.3. Bitki Örtüsü

Porsuk Çayı Havzası, Akdeniz, Avrupa-Sibirya ve İran-Turan fitocoğrafya bölgelerinin kesişim alanında yer alması nedeniyle, bu üç bölgenin karakteristik bitki türlerini bir arada barındırmaktadır (Ekim vd., 2000). Bu geçiş bölgesi özelliği, havzanın bitki çeşitliliğini artırmakta ve erozyon kontrolü açısından önemli katkılar sağlamaktadır.

Alçak kesimlerde meşe (*Quercus spp.*) ve ardıç (*Juniperus spp.*) türleri yaygınken, orta yükseltilerde karaçam (*Pinus nigra*), daha yüksek kesimlerde ise sarıçam (*Pinus sylvestris*) baskın türler arasında yer almaktadır (Güner, 2006). Havzanın geniş alanı ve 600 ile 1200 metre arasındaki yükselti değişimi, bitki örtüsünün mekânsal çeşitliliğini artıran önemli bir faktördür. Kütahya platosunda karaçam, meşe ve ardıç türlerinden oluşan geniş ormanlık alanlar bulunurken; Eskişehir çevresindeki ormanlık alanlar, %24 oranında karaçam, sarıçam, kızılçam (*Pinus brutia*) ve meşe türlerinden oluşmaktadır. Bu floristik çeşitlilik, havzada tarım arazileri, ormanlar ve platolar gibi farklı arazi kullanım biçimlerinin oluşmasına zemin hazırlamaktadır (Çetin, 2011).

Bitki örtüsünün erozyon kontrolündeki etkisi, Sentinel-2 uydu görüntülerinden elde edilen NDVI analizleriyle desteklenmiştir (Şekil 3.5.). Analizler, ormanlık alanlarda erozyon riskinin düşük; tarımsal alanlar ve çıplak yüzeylerde ise yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Yoğun bitki örtüsü, yağmur damlalarının yüzeye çarpma hızını azaltarak yüzeysel akışı yavaşlatmakta ve böylece toprak kaybını önlemektedir. Bitki kalıntıları ise yüzey akışına karşı fiziksel engel oluşturarak erozyon şiddetini düşürmektedir. Buna karşın, tarım alanlarında yapılan tarımsal faaliyetler (sürme ve çapalama gibi), toprağın yapısını bozup gevşetmekte; bu da yağış sonrası yüzey akışının taşıma kapasitesini artırarak erozyon riskini yükseltmektedir. Ancak, tarım arazilerinde bitki kalıntılarının bulunması, yağmur damlalarının kinetik enerjisini

azaltarak toprak kaybını engellemede de önemli bir rol oynamaktadır (Güngör, 2011).



**Şekil 3.5.** Araştırma Sahasının Bitki Örtüsü. NDVI sınıflandırması Weier ve Herring (2000) temel alınarak yapılmış olup;  $NDVI \leq 0$  su yüzeyleri, 0–0.15 arası çıplak toprak veya zayıf vejetasyon, 0.15–0.35 arası orta yoğunlukta ve  $>0.35$  ise yoğun bitki örtüsü olarak değerlendirilmiştir. Uydu görüntüsü olarak Sentinel-2 verileri kullanılmıştır (Copernicus, 2024).

Porsuk Çayı Havzası'nın bitki örtüsü, aynı zamanda İran-Turan florasının Batı Anadolu'daki önemli bir temsilcilerindendir. İç Anadolu'nun karakteristik bozkır bitki toplulukları, havzanın çevresindeki karaçam ormanlarının alt florası olarak gözlenmektedir. İran-Turan bozkırlarının etkileri, havzanın bazı bölgelerinde belirgin biçimde hissedilmektedir. Akdeniz ve İran-Turan fitocoğrafya bölgeleri arasındaki benzer ekolojik koşullar, floristik benzerlikleri artırmaktadır (Ocak vd., 2012).

Bu bağlamda, Porsuk Çayı Havzası'nın bitki örtüsü, bölgenin fitocoğrafik çeşitliliğini yansıtmaktadır. Bitki örtüsünün yoğunluğunu artırmaya yönelik sürdürülebilir arazi yönetimi stratejilerinin uygulanması hem ekosistem dengesinin korunması hem de erozyon riskinin azaltılması açısından büyük önem taşımaktadır (Atalay, 1989).

### 3.4. Arazi Kullanımı

Porsuk Çayı Havzası'nda arazi kullanımı, erozyon riskini doğrudan etkileyen önemli bir faktördür. Tarım, orman, mera ve kentsel alanların bir arada bulunduğu karmaşık arazi kullanım durumu, iklimsel ve topografik farklılıkların etkisiyle mekânsal çeşitlilik göstermektedir. Havzanın toplam yüzölçümünün %30,78'ini tarım alanları oluştururken, bunu %15,37 ile orman-çalı geçiş alanları ve %10,23 ile sürekli sulanan araziler izlemektedir. Arazi kullanım verileri, Copernicus Land Monitoring Service (2018) tarafından sunulan CORINE verisi temel alınarak oluşturulmuştur (Tablo 3.2.; Şekil 3.5.). Seyrek bitkili alanlar (%8,60), doğal otlaklar (%7,62) ve iğne yapraklı ormanlar (%7,02) ise diğer önemli arazi kullanım türleri arasında yer almaktadır. Bu dağılım, arazi kullanım türlerinin erozyon üzerindeki etkilerini açık bir şekilde ortaya koymaktadır. Özellikle tarım alanlarının yoğunluğu, toprağın çıplak kalma süresini artırarak erozyon riskini yükseltirken; orman ve çalılık alanlar, yüzey akışını azaltarak toprak kaybını sınırlamaktadır (Zhang vd., 2015).

**Tablo 3.2.** Arazi Kullanım Türü Dağılımı

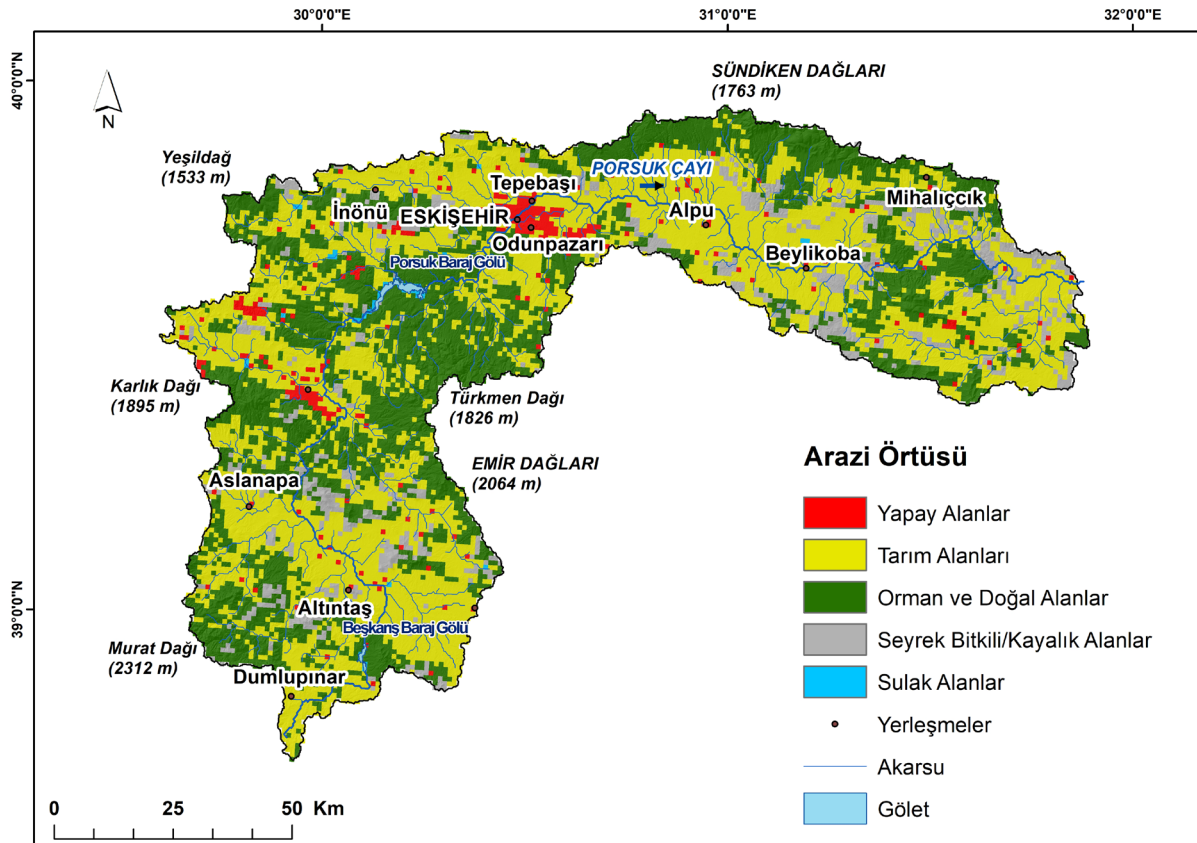
Arazi Kullanım Türü	Kapladığı Alan (Ha)	Kapladığı Oran (%)
211-Ekilebilir Alanlar	330,712.34	30.78
324-Orman-Çalı Geçiş Alanları	165,147.55	15.37
212-Sürekli Sulanan Araziler	109,963.75	10.23
333-Seyrek Bitkili Alanlar	88,578.17	8.24
321-Doğal Otlaklar	81,959.98	7.62
312-İğne Yapraklı Ormanlar	75,432.36	7.02
243-Tarım ve Doğal Alan Karışımları	65,741.43	5.97
231-Çayırlar	34,268.59	3.11
323-Çalılık ve Makilik	27,375.18	2.49
311-Geniş Yapraklı Ormanlar	24,162.83	2.20
313-Karışık Ormanlar	23,442.03	2.13
242-Heterojen Tarım Alanları	14,946.59	1.35
112-Kentsel Alanlar	11,781.26	1.06
131-Maden Sahaları	7,453.57	0.72
121-Sanayi Alanları	5,402.90	0.49
421-Sahil Bataklıkları	3,886.57	0.35
111-Sürekli Kentsel Alanlar	3,130.24	0.28
141-Yeşil Alanlar	1,619.56	0.15
332-Kayalık Alanlar	1,188.93	0.11
133-İnşaat Sahaları	756.15	0.07
213-Pirinç Tarlaları	648.90	0.06

Tablo 3.2. Tablonun Devamı

222-Meyve Bahçeleri	540.90	0.05
142-Spor ve Dinlenme Alanları	432.10	0.04
244-Tarım-Doğal Alan Mozaikleri	424.40	0.04
411-İç Bataklıklar	316.71	0.03
124-Havaalanları	215.79	0.02
132-Atık Alanları	215.79	0.02
<b>TOPLAM</b>	<b>1,079,744.67</b>	<b>100</b>

Havzada baskın arazi kullanım türü olan tarım arazileri, ağırlıklı olarak tahıl (buğday, arpa) üretimine ayrılmıştır. Özellikle Sarıcakaya ve Mihalgazi ilçelerinde, iklim koşullarının etkisiyle sebzeçilik ve seracılık faaliyetleri yoğunlaşmıştır. Ancak tarımsal işlemler (sürme, çapalama vb.), toprak yapısını bozarak yüzey akışını artırmakta ve özellikle eğimli arazilerde erozyon riskini ciddi şekilde yükseltmektedir (Montgomery, 2007).

Havzanın %22,2'sini oluşturan mera alanları ise hem doğal otlaklar hem de tarımla entegre kullanılan sahalar önemli bir yer tutmaktadır. Yerel hayvancılık faaliyetleri için önemli kaynak sağlayan bu alanlar, aşırı otlatma gibi yanlış kullanım uygulamaları sonucunda toprak stabilitesinin bozulmasına ve erozyonun artmasına yol açabilmektedir (Pecorari vd., 2013).



Şekil 3.6. Araştırma Sahasının Arazi Kullanım Haritası

Ormanlık alanlar, havzanın erozyon kontrolü açısından kritik bir role sahiptir. Özellikle karaçam (*Pinus nigra*) ve sarıçam (*Pinus sylvestris*) gibi iğne yapraklı ormanlar, eğimli arazilerde yüzey akışını düzenleyerek toprak kaybını önlemektedir (Anderson ve Richards, 1981). Dağlık ve eğimli kesimlerde yoğunlaşan orman alanları, doğal erozyon süreçlerinin yavaşlatılmasında önemli bir engel görevi görmektedir. Buna karşılık, seyrek bitkili ve çalılık-makilik alanlar, toprak stabilitesini sağlamada daha az etkili olduğundan erozyon riski bu bölgelerde daha yüksektir.

Kentsel alanlar ve sanayi bölgeleri, havzanın toplam yüzölçümünde küçük bir paya sahip olmalarına rağmen çevresel etkileri büyüktür. Eskişehir ve Kütahya şehir merkezleri çevresinde yoğunlaşan yerleşim alanları, toprak ve su kaynakları üzerinde baskı oluşturarak sediment yükünün artmasına yol açmaktadır. Sonuç olarak, Porsuk Çayı Havzası'nda arazi kullanım çeşitliliği hem doğal süreçler hem de insan faaliyetleri tarafından şekillenmiştir.

#### 4. PORSUK ÇAYI HAVZASINDAKİ TOPRAK EROZYONUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

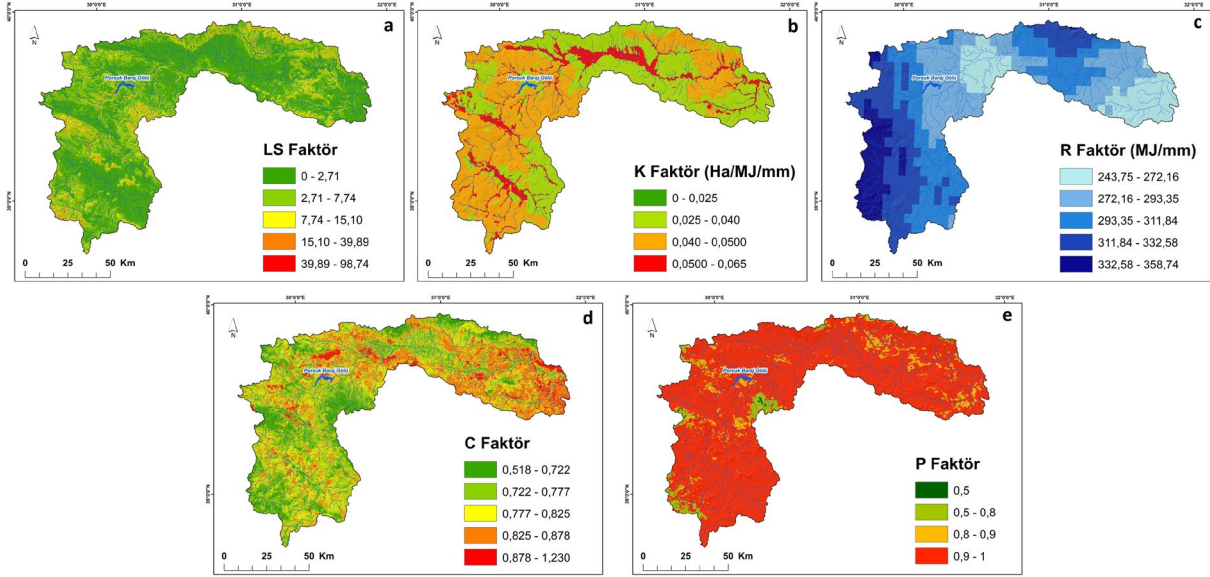
Bu bölümde, Porsuk Çayı Havzası'nda toprak kaybının mekânsal dağılımı ve miktarı ayrıntılı olarak değerlendirilmektedir. Önceki bölümlerde, havzanın coğrafi, jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri kapsamlı biçimde incelenmiştir. Ayrıca toprak erozyonunu etkileyen faktörler, RUSLE modeli kapsamında yağış erozyon indeksi (R), toprak erodibilite faktörü (K), eğim uzunluğu ve dikliği faktörü (LS), bitki örtüsü ve arazi kullanımı faktörü (C) ile koruyucu önlemler faktörü (P) olarak tanımlanmıştır.

Bu faktörlere ait haritalar ve analiz sonuçları, havzadaki toprak erozyonu riskinin mekânsal dağılımını ve şiddetini ortaya koyacak biçimde yorumlanmıştır. Elde edilen bulgular, özellikle yüksek erozyon riskine sahip alanların belirlenmesini sağlayarak sürdürülebilir arazi yönetimi ve toprak koruma stratejilerinin geliştirilmesine önemli katkılar sunmaktadır. Bunun yanı sıra bu sonuçlar, havzadaki erozyon kontrolü müdahalelerinin önceliklendirilmesi açısından sağlam bir temel oluşturmaktadır.

##### 4.1. RUSLE Faktörlerinin Mekânsal Dağılımları

Porsuk Çayı Havzası'nda toprak kaybı, RUSLE modelinin temel bileşenleri olan yağış erozyon faktörü (R), toprak erodibilite faktörü (K), eğim uzunluğu ve dikliği faktörü (LS), bitki örtüsü ve arazi kullanımı faktörü (C) ile koruma önlemleri faktörü (P) kullanılarak mekânsal olarak analiz edilmiştir.

Eğim uzunluğu ve dikliği faktörü (LS) eğimin yüksek olduğu alanlarda yükselmektedir (Şekil 4.1.a). Toprak erodibilite faktörü (K) belirli toprak türlerinin yaygın olduğu bölgelerde artış sergilemektedir (Şekil 4.1.b). Yağış erozyon faktörü (R), özellikle yağış yoğunluğunun fazla olduğu alanlarda yüksek değerler göstermektedir (Şekil 4.1.c). Bitki örtüsü ve arazi kullanımını temsil eden C faktörü, yoğun bitki örtüsünün bulunduğu sahalarda düşük; çıplak ve tarım alanlarında ise yüksek değerlere ulaşmaktadır (Şekil 4.1.d). Koruma önlemleri faktörü (P) ise, erozyon kontrol tedbirlerinin uygulandığı bölgelerde düşük risk değerleriyle öne çıkmaktadır (Şekil 4.1.e). Bu faktörlerin birlikte değerlendirilmesi, havzanın farklı alanlarındaki erozyon riskinin mekânsal değişimini açık ve detaylı biçimde ortaya koymaktadır (Şekil 4.1).



**Şekil 4.1.** RUSLE faktörlerinin Porsuk Çayı Havzası'ndaki mekânsal dağılımı; (a) LS faktörü, (b) K faktörü, (c) R faktörü, (d) C faktörü ve (e) P faktörü

#### 4.2. Toplam Toprak Kaybı Analizleri

Porsuk Çayı Havzası'nın toplam toprak kaybı, RUSLE modeli kullanılarak gerçekleştirilen mekânsal analizlerle belirlenmiştir. Toplam yüzölçümü 1,079,744.67 hektar olan havzada, hektar başına ortalama yıllık toprak kaybı  $2.35 \text{ ton ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır. Buna göre, havzanın yıllık toplam toprak kaybı yaklaşık 2,538,269.32 ton olarak ortaya konulmuştur. Elde edilen sonuçlar, erozyon riskinin farklı şiddetlerde dağıldığını ve bu riskin arazi kullanımı, eğim ve bitki örtüsü gibi faktörlerle yakından ilişkili olduğunu göstermektedir.

Toprak kaybı, Tablo 4.1.'de verilen erozyon risk sınıflarına göre değerlendirilmiştir. Buna göre, havzanın %41,01'ini kapsayan “Çok Hafif” erozyon sınıfı ( $<10 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ ) toplam toprak kaybının %15,47'sine (392,653.94 ton) karşılık gelmektedir. “Hafif” erozyon sınıfı ( $10\text{--}20 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ ) ise %14,83'lik alanıyla ikinci sırada yer almaktadır. “Orta” sınıf ( $20\text{--}30 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ ) %9,60'lık alan kaplayarak 275,642.29 ton (%10,86) toprak kaybına neden olmaktadır. “Yüksek” sınıf ( $30\text{--}40 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ ) ise %7,21'lik alanda 276,072.11 ton (%10,88) toprak kaybına yol açmaktadır. En kritik sınıf olan “Çok Yüksek” erozyon riski ( $>40 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ ), toplam alanın %27,36'sını kaplamakta ve toplam toprak kaybının %51,61'ine (1,309,979.62 ton) denk gelmektedir.

Bu analizler, yüksek erozyon riskinin genellikle yüksek eğimli ve yeterli koruma önlemlerinin alınmadığı alanlarda yoğunlaştığını göstermektedir. Diğer taraftan, düşük eğimli

ve yoğun bitki örtüsüyle kaplı alanlar çoğunlukla “Çok Hafif” ve “Hafif” erozyon sınıflarında yer almaktadır. Böylece, topografik yapının ve arazi kullanım biçimlerinin erozyon riskinin mekânsal dağılımında belirleyici olduğu ve bu verilerin müdahale önceliklerinin belirlenmesinde önemli bir temel oluşturduğu açıkça görülmektedir.

**Tablo 4.1.** Porsuk Çayı Havzası’nda Toprak Kaybı Risk Sınıfları ve Dağılımları

Sınıf	Kapladığı Alan (ha)	Kapladığı Oran (%)	Kaybedilen Toprak (ton)	Kayıp Oranı (%)	Hektar Başına Kayıp (ton ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup> )
Çok Hafif (<10)	442775.07	41.01	392,653.94	15.47	0.58
Hafif (10-20)	160090.65	14.83	283,921.36	11.19	1.46
Orta (20-30)	103610.07	9.60	275,642.29	10.86	2.35
Yüksek (30-40)	77829.30	7.21	276,072.11	10.88	3.24
Çok Yüksek (>40)	295439.58	27.36	1,309,979.62	51.61	4.12
<b>Toplam</b>	<b>1,079,744.67</b>	<b>100.00</b>	<b>2,538,269.32</b>	<b>100.00</b>	<b>2.35</b>

#### 4.3. Riskli Bölgelerin Mekânsal Analizi ve Genel Değerlendirmesi

Porsuk Çayı Havzası’nda yapılan mekânsal analizler ve saha gözlemleri sonucunda, yüksek ve çok yüksek erozyon riski taşıyan alanlar ayrıntılı olarak tespit edilmiştir. RUSLE modelinden elde edilen veriler ile arazi gözlemleri büyük oranda uyum göstermektedir. Çalışma sahasında, RUSLE modelinin sunduğu erozyon risk tahminlerini yerinde doğrulamak amacıyla gerçekleştirilen arazi çalışmaları hem modelin güvenilirliğini test etmiş hem de doğal ve antropojenik süreçlerin etkisini birbirinden ayırt etme imkânı sağlamıştır.

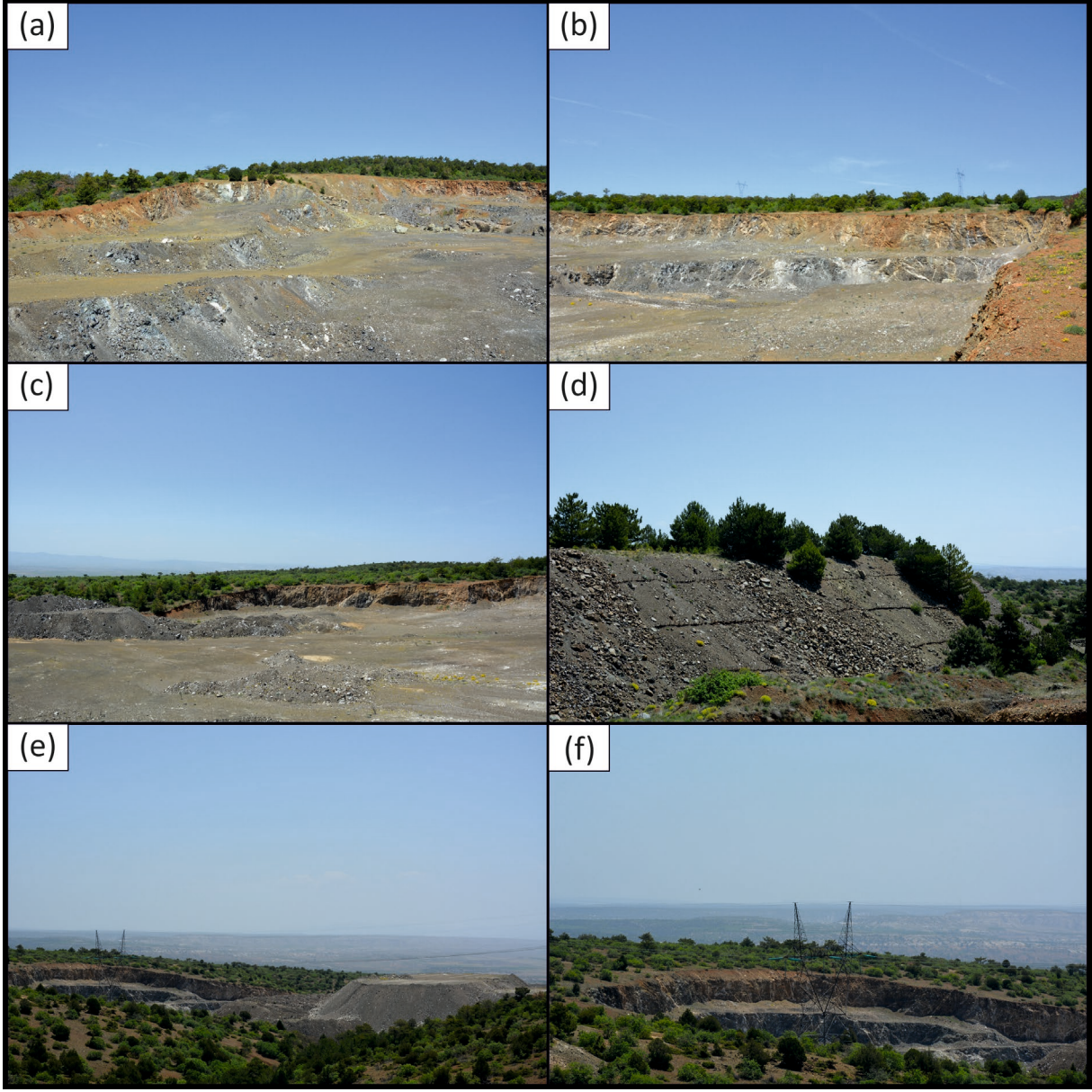
Saha gözlemler sırasında özellikle Kozlubele Köyü’nün kuzey kesimleri, Kozlubele-Söğütçük yolu boyunca uzanan yamaçlar ve Alpu ilçesine giden yol güzergahındaki Sündiken Dağları yamaçlarında yoğun erozyon izleri tespit edilmiştir. Söz konusu alanlarda hem doğal süreçler hem de insan faaliyetleri, özellikle maden çıkarımı, erozyonun oluşumunda belirleyici rol oynamaktadır. Sündiken Dağları’nın güney yamaçlarında erozyon sonucu oluşan birikim alanları gözlemlenirken, Söğütçük Köyü çevresinde erozyonu önlemeye yönelik teraslama gibi uygulamaların yaygın olarak kullanıldığı gözlenmiştir (Şekil 4.2. ve 4.3.). Bunun yanı sıra doğal erozyon süreçleri kapsamında seyrek bitki örtüsüne sahip eğimli alanlarda genellikle yüzey (Şekil 4.3a–b) ve oyuntu erozyonuna dahil olabilecek erozyon alanları tespit edilmiştir (Şekil 4.3c).

Saha çalışmaları sırasında çekilen fotoğraflar ve alınan notlar, özellikle eğimli ve bitki örtüsünden yoksun alanlarda erozyonun daha şiddetli olduğunu göstermiştir. Maden sahalarında oluşan antropojenik erozyon ise modelleme sonuçlarıyla büyük oranda

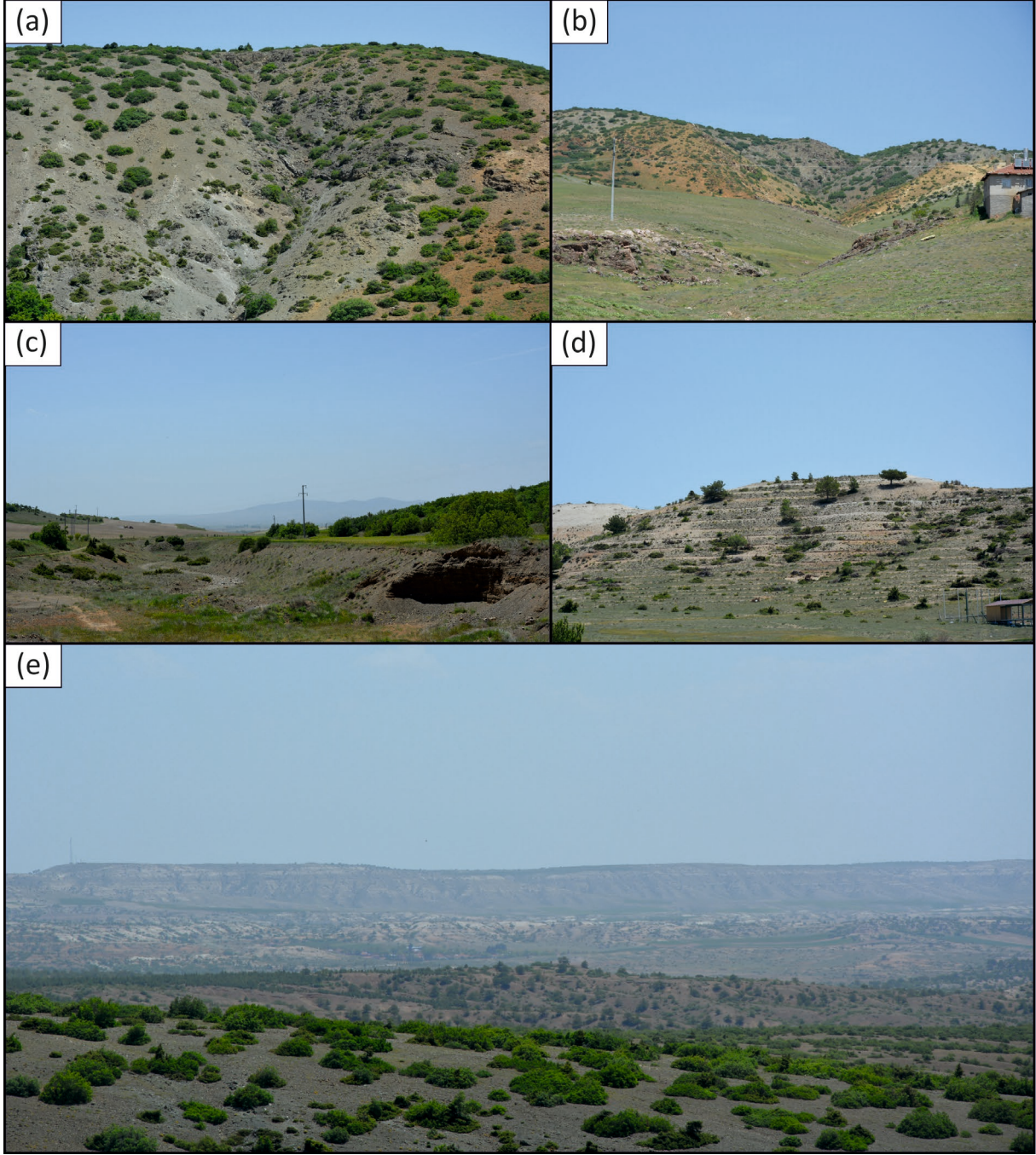
örtüşmektedir. Arazi gözlemleri, RUSLE modelinin NDVI tabanlı C faktörü üzerinden gerçekleştirdiği risk sınıflandırmasının genel doğruluğunu desteklerken, modelin erozyonun kaynağını ayırt edemediğini ortaya koymuştur. Buna göre RUSLE modeli, erozyonun doğal mı yoksa insan kaynaklı mı olduğunu ayırt edemediğinden, yerinde yapılan gözlemler bu ayrımın yapılması açısından kritik öneme sahiptir. Bazı bölgelerde, yoğun toprak taşınımının vadi tabanında birikim alanları oluşturması beklenirken, maden faaliyetlerinden çıkan malzemelerin gelişigüzel vadi içlerine yığılması doğal süreçlerin önüne geçmiştir. Bu durum, insan etkilerinin erozyon dinamikleri üzerindeki belirgin etkisini ortaya koymaktadır (Şekil 4.2. ve 4.3.).

Havzanın geniş yüzölçümü nedeniyle Altıntaş, Aslanapa, Emirdağ, Kütahya'nın batı kesimleri, Uşak ve Afyonkarahisar sınırındaki alanlar ile Murat Dağı çevresi gibi ulaşılamayan veya zaman kısıtlaması nedeniyle gözlem yapılamayan bölgelerde, erozyon riski modelleme verileri, literatür bulguları ve uydu analizleri temel alınarak değerlendirilmiştir. Bu alanlarda da özellikle yüksek eğimli ve zayıf bitki örtüsüne sahip yamaçlarda benzer erozyon süreçlerinin etkili olduğu tahmin edilmektedir.

Elde edilen bulgulara göre, havzanın %35'ini oluşturan yüksek ve çok yüksek riskli alanlarda yıllık toplam toprak kaybı yaklaşık 2,86 milyon ton olarak hesaplanmıştır. Bu bölgeler çoğunlukla ekilebilir alanlar, orman-çalı geçiş bölgeleri ve sulanan arazilerden oluşmaktadır. Analizler, havzanın erozyon dinamiklerinin hem doğal süreçlerden hem de antropojenik etkilerden kaynaklandığını ortaya koymaktadır.



**Şekil 4.2.** Çalışma sahasındaki antropojenik etkilerin gösterimi: maden çıkarma sahalarındaki tahribatın erozyon süreçlerine etkisi (a, b, c), erozyon riskini azaltmak için alınan tedbirler (d), maden işletmelerinden çıkan atık malzeme ve molozların vadi tabanına kontrolsüz biçimde depolanması (e, f).



**Şekil 4.3.** Çalışma sahasındaki doğal erozyon süreçlerinin gösterimi: yüzey ve yarıntı erozyon tiplerinin görünümü (a, b, c) ve alınan tedbirler (d, Söğütçük köyü), Sündiken Dağları'nın yamaçlarında gözlemlenen erozyon alanlarının görünümü (e).

Ayrıca, Porsuk Çayı Havzası'nda erozyon riski, farklı arazi sınıflarına göre detaylı biçimde analiz edilmiş ve mekânsal dağılımına ilişkin bulgular Tablo 4.2.'de sunulmuştur. Verilere göre, toplam erozyon miktarının en büyük kısmı (%30,78; 777.709 ton) 211 – Ekilebilir Alanlar sınıfında gerçekleşmektedir. Bu durum, tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu

alanlarda toprağın işlenerek gevşetilmesi, yüzeyin açık kalması ve bitki örtüsünün yılın büyük bölümünde yetersiz olması gibi faktörlerin erozyon riskini artırdığını göstermektedir.

324 – Orman-Çalı Geçiş Alanları %15,37 oranla (388.354 ton) ikinci sırada yer almakta olup, bu da orman alanlarının kenarlarında veya bozulmuş orman örtüsüne sahip bölgelerde erozyonun etkili olduğunu ortaya koymaktadır. 212 – Sürekli Sulanan Araziler de toplam kaybın %10,23'ünü oluşturarak dikkat çekmektedir.

Öte yandan, seyrek bitkili alanlar (333), doğal otlaklar (321) ve çayırlar (231) gibi daha doğal karakterli alanlarda da kayda değer düzeyde toprak kaybı gözlemlenmiştir. Bu durum, erozyon kontrolünde yalnızca bitki örtüsünün varlığının değil, aynı zamanda bu örtünün niteliği ve sürekliliğinin de belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır.

Dikkat çeken bir diğer bulgu ise, maden sahaları (131), inşaat alanları (133) ve atık alanları (132) gibi yapay ve açık zeminli alanların toplam yüzey alanları küçük olmasına rağmen, birim alandaki erozyon oranlarının oldukça yüksek çıkmasıdır. Bu, insan müdahalesinin yoğun olduğu alanlarda mikromekânsal düzeyde bile ciddi erozyon potansiyelinin oluşabileceğini göstermektedir.

Bu çerçevede, Porsuk Havzası'nda erozyon yalnızca dağlık ve eğimli alanlarla sınırlı kalmamakta; tarımsal, yarı-doğal ve antropojenik (insan etkili) alanlarda da ciddi bir çevresel risk oluşturmaktadır. Bu dağılım, bölgesel erozyon yönetimi ve toprak koruma stratejilerinin yalnızca eğim ve bitki örtüsüne değil, aynı zamanda arazi kullanım biçimlerine göre de şekillendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Özellikle havzanın kuzeydoğu kesiminde yer alan Sündiken Dağları ve Mihaliççik Bölgesi'nde, erozyon riskinin yüksek olmasının başlıca nedenleri arasında yüksek eğim ve seyrek bitki örtüsü yer almaktadır. Güneybatı bölümünde, Karlık ve Emir Dağları çevresinde de benzer şekilde eğim faktörünün etkisiyle erozyon riski belirgin düzeyde artmaktadır. Buna karşılık, havzanın merkezi kesiminde yer alan Eskişehir çevresi ile Porsuk Çayı Vadisi boyunca, erozyon riski ağırlıklı olarak kentsel gelişimin tarım arazileri üzerindeki baskısından kaynaklanmaktadır. Bu alanlarda yüzeyin yapay olarak bozulması, toprak sıkışması, bitki örtüsünün tahrip edilmesi ve geçirimsiz yüzeylerin artması, erozyon sürecini hızlandıran başlıca etkenler arasında yer almaktadır.

**Tablo 4.2.** Arazi Sınıflarına Göre Toprak Kaybı Alan ve Oranları

<b>Arazi Sınıfı (CORINE)</b>	<b>Kapladığı Alan (Ha)</b>	<b>Oran (%)</b>	<b>Toplam Toprak Kaybı (ton)</b>
211-Ekilebilir Alanlar	330,712.34	30.78	777,709.66
324-Orman-Çalı Geçiş Alanları	165,147.55	15.37	388,354.99
212-Sürekli Sulanan Araziler	109,963.75	10.23	258,430.27
333-Seyrek Bitkili Alanlar	88,578.17	8.24	208,338.84
321-Doğal Otlaklar	81,959.98	7.62	192,779.25
312-İğne Yapraklı Ormanlar	75,432.36	7.02	177,573.09
243-Tarım ve Doğal Alan Karışımları	65,741.43	5.97	154,666.21
231-Çayırlar	34,268.59	3.11	80,804.74
323-Çalılık ve Makilik	27,375.18	2.49	64,574.19
311-Geniş Yapraklı Ormanlar	24,162.83	2.20	56,905.63
313-Karışık Ormanlar	23,442.03	2.13	55,641.37
242-Heterojen Tarım Alanları	14,946.59	1.35	35,194.29
112-Kentsel Alanlar	11,781.26	1.06	28,286.91
131-Maden Sahaları	7,453.57	0.72	17,903.50
121-Sanayi Alanları	5,402.90	0.49	12,966.90
421-Sahil Bataklıkları	3,886.57	0.35	9,011.51
111-Sürekli Kentsel Alanlar	3,130.24	0.28	7,261.39
141-Yeşil Alanlar	1,619.56	0.15	3,891.08
332-Kayalık Alanlar	1,188.93	0.11	1,502.28
133-İnşaat Sahaları	756.15	0.07	1,252.63
213-Pirinç Tarlaları	648.90	0.06	1,000.96
222-Meyve Bahçeleri	540.90	0.05	1,000.96
142-Spor ve Dinlenme Alanları	432.10	0.04	752.39
244-Tarım-Doğal Alan Mozaikleri	424.40	0.04	752.39
411-İç Bataklıklar	316.71	0.03	713.35
124-Havaalanları	215.79	0.02	500.27
132-Atık Alanları	215.79	0.02	500.27
<b>Toplam</b>	<b>1,079,744.67</b>	<b>100.00</b>	<b>2,538,269.32</b>

## TARTIŞMA

Bu çalışma, Porsuk Çayı Havzası'ndaki toprak erozyon riskini belirlemek amacıyla, RUSLE modeli kullanılarak havzanın topografik, iklimsel ve arazi kullanım özelliklerine dayalı kapsamlı bir analiz sunmaktadır. Araştırma kapsamında elde edilen bulgular, benzer nitelikteki literatürle karşılaştırılarak modelin yerel koşullara uygunluğu ve uygulama etkinliği değerlendirilmiştir.

Yapılan analizler, özellikle yağış (R) ve eğim uzunluğu/eğim derecesi (LS) faktörlerinin erozyon riskini belirlemede kritik rol oynadığını ortaya koymuştur. Yağış havzada toprak kaybını etkileyen en önemli unsur olarak belirlenirken, yüksek eğimli alanlarda LS faktörünün toprak kaybını artıran ikinci temel etken olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, Porsuk Çayı Havzası'nda iklimsel özellikler ile morfometrik faktörlerin erozyon süreçleri üzerindeki baskın etkisini açıkça göstermektedir.

Çalışma alanında erozyon riskinin mekânsal dağılımı, jeolojik litoloji ile de yakından ilişkilidir. Özellikle Porsuk Çayı vadisi boyunca yaygın olan Kuaterner yaşlı alüvyon, yamaç molozu ve birikinti konileri gevşek yapıları nedeniyle erozyona duyarlı olup, risk haritalarında "çok yüksek" sınıfta öne çıkmıştır. Benzer şekilde, Üst Eosen–Alt Miyosen ve Paleosen dönemine ait kumtaşı–çamurtaşı–çakıltası formasyonları da kolay ayrışabilen yapılarıyla yüksek erozyon değerleri üretmiştir. Buna karşılık, Emir, Karlık ve Sündiken Dağları'nda gözlenen şist, gnays, granit ve kireçtaşı birimleri daha dirençli olmakla birlikte, dik eğimlerin etkisiyle bu alanlarda yüzeysel akış ve yamaç erozyonu süreçleri baskın hâle gelmektedir. Dolayısıyla havzada erozyonun dağılımı yalnızca iklim ve topoğrafya değil, litolojik özellikler tarafından da belirlenmektedir.

Elde edilen bulgular, önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında, güncel verilerin ve geliştirilmiş modelleme tekniklerinin erozyon risk analizine sağladığı katkıyı gözler önüne sermektedir. Örneğin, Karaş vd. (2009) tarafından Sakarya-Porsuk-Sarısu Havzası'nda yapılan çalışmada CORINE, LEAM ve USLE yöntemleriyle hazırlanan erozyon risk haritalarında havzanın %79,22'sinin yüksek erozyon riski taşıdığı ve USLE yöntemiyle yıllık ortalama toprak kaybının  $1.88 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$  olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada ise daha güncel veriler ve gelişmiş yöntemlerle yürütülen analizlerde, havzanın tamamı değerlendirilmiş ve hektar başına ortalama yıllık toprak kaybı  $2.35 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ , toplam yıllık toprak kaybı ise 2,538,269.32 ton olarak hesaplanmıştır. Bu farklılık, güncel veri ve teknolojilerin, erozyonla mücadele stratejilerinin oluşturulmasında daha kapsamlı ve gerçekçi bir temel sunduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada kullanılan RUSLE, literatürde güvenilir ve yaygın bir yaklaşımdır; ancak yalnızca yüzey erozyonu (sheet ve rill) süreçlerini temsil eder. oyuntu (gully) erozyonu, kütle hareketleri (heyelan, akma) ve taşkın-temelli aşındırma modele dâhil değildir. Bu nedenle dere kenarları, akışın yoğunlaştığı oluk/drenaj hatları, **badland** görünümleri ve aktif maden ocakları gibi alanlarda süreç çeşitliliği RUSLE çıktılarında tam yansımaya sahip olabilir; bu sonuçlar “potansiyel yüzey erozyonu” olarak yorumlanmalıdır. Model çıktılarının saha gözlemleri ile desteklenmesi bu yüzden kritik öneme sahiptir.

Bulguların iklim değişikliği bağlamında yorum gücünü artırmak amacıyla zamansal eğilim analizi önerilir. Özellikle NDVI/EVI ve yağış (ör. CHIRPS) göstergelerinde 10–20 yıllık trend (Mann–Kendall ve Sen’s slope) hesaplanarak C ve R faktörlerindeki uzun dönemli değişimlerin erozyon üzerindeki etkileri istatistiksel olarak sınanabilir. Böyle bir analiz, bitki örtüsü fenolojisi ve yağış şiddetindeki olası kaymaların havzadaki erozyon dinamiklerine nasıl yansıtıldığını ortaya koyacaktır.

Model çıktılarının güvenilirliğini artırmak için doğrulama sürecinin ayrıntılandırılması önemlidir. Bu kapsamda saha gözlemlerinin nokta sayısı (n), konumları ve değerlendirme ölçütleri (bitki örtüsü, yüzey kabuklanması, oyuntu varlığı, taşınmış malzeme izleri vb.) açıkça raporlanmalıdır. Erozyon risk haritalarının performansı için hata matrisi, Cohen’s Kappa ( $\kappa$ ) ve ROC–AUC gibi metrikler kullanılabilir; ayrıca olası eşik değerlerine göre duyarlılık–özgüllük analizi yapılarak sınıflandırma güvenilirliği nicel olarak ortaya konabilir.

RUSLE sonuçlarının bağımsız biçimde sınanması için baraj/gölet sedimantasyon ölçümleri, askı sediman verileri ve havza çıkışında debi–sediman ilişkileri değerlendirilebilir. Bu tür haricî veriler, modelin tahmin ettiği mekânsal dağılımla gerçek birikim/taşınım desenleri arasındaki uyumu test ederek yorumların sağlamlığını artıracaktır.

Porsuk Çayı Havzası’ndaki bulgular, Kille Çayı Havzası’nda Mutlu vd. (2021) tarafından yapılan çalışmayla karşılaştırıldığında, önemli farklılıklar gözlenmiştir. Söz konusu çalışmada havzanın %78,69’unun çok az ve hafif, yalnızca %8,91’inin yüksek ve çok yüksek erozyon riski taşıdığı tespit edilmiştir. Buna karşılık, Porsuk Çayı Havzası’nda alanın %41,01’i çok hafif, %14,83’ü hafif risk sınıfında yer almakta, yüksek ve çok yüksek riskli alanların oranı ise %34,57 olarak belirlenmiştir. Bu veriler, Porsuk Havzası’ndaki erozyon sorununun daha ciddi bir boyutta olduğunu ve acil müdahale gerektirdiğini göstermektedir.

Benzer şekilde, Yuvacık Barajı Havzası’nda Atalay Dutucu ve Mutlu (2022) tarafından yürütülen çalışmada havzanın %67,80’inin çok hafif ve hafif risk sınıfında olduğu, ortalama

yıllık toprak kaybının ise  $16.13 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$  olarak belirlendiği rapor edilmiştir. Porsuk Çayı Havzası'ndaki ortalama toprak kaybı değeri ( $2.35 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ ), daha düşük olmakla birlikte, her iki havza arasındaki jeolojik yapı, iklim koşulları ve arazi kullanım farklılıkları bu farkın temel nedenleri olarak değerlendirilmektedir. Yuvacık Havzası'ndaki yüksek eğimli ve seyrek bitki örtüsüne sahip alanlarla, Porsuk Havzası'ndaki Sündiken ve Karlık Dağları benzer özellikler taşımaktadır.

Bakırçay Havzası'nda Danacıoğlu ve Tağıl (2017) tarafından yürütülen çalışmada, havzanın %77'sinin en az riskli kategoride yer aldığı, en yüksek riskli alanların ise sadece %4,2 olduğu bildirilmiştir. Porsuk Çayı Havzası'nda bu oran %34,57 gibi oldukça yüksek bir düzeyde olup, eğim ve arazi kullanımının erozyon üzerindeki etkisinin çok daha belirgin olduğunu göstermektedir. Maden sahaları ve çıplak toprak yüzeylerinin Bakırçay'da; bitki örtüsünden yoksun alanlar ve yetersiz tarımsal koruma önlemlerinin Porsuk'ta erozyon riskini artırdığı gözlemlenmiştir. Her iki çalışmada da LS faktörünün belirleyici etkisi, eğimli alanlarda uygulanacak koruma önlemlerinin önemine işaret etmektedir.

Çoruh Havzası'nda Zengin vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada, alanın %44,03'ü "şiddetli", %11,85'i ise "çok şiddetli" erozyon riski taşıyan bölgeler olarak sınıflandırılmıştır. Porsuk Çayı Havzası'nda bu oran %34,57 olup, benzer şekilde eğime bağlı teraslama, bitkilendirme ve aşırı otlatmanın önlenmesi gibi tedbirlerin önemini ortaya koymaktadır.

Özdemir ve Dönmez (2016) tarafından Işıklı Gölü Havzası'nda yürütülen araştırmada ise, havzanın %95,83'ünün çok hafif erozyon riski taşıdığı belirtilmiştir. Bu oran, Porsuk Havzası'nda yüksek ve çok yüksek risk taşıyan alanlarla büyük bir tezat oluşturmaktadır. Bu durum, Porsuk Çayı Havzası'ndaki topografik özellikler ve arazi kullanım biçimlerinin erozyon üzerindeki belirleyici etkisini açıkça ortaya koymaktadır.

Genel olarak, farklı havzalarda yürütülen çalışmalarla yapılan karşılaştırmalar, Porsuk Çayı Havzası'nda erozyonun başta yağış ve eğim olmak üzere, çeşitli doğal ve beşerî faktörlerle şekillendiğini göstermektedir. Elde edilen yüksek erozyon riski ve toprak kaybı değerleri, bölgeye özgü erozyonla mücadele stratejilerinin geliştirilmesi gerekliliğini ortaya koymakta; bu süreçte güncel veriler ve gelişmiş coğrafi bilgi sistemlerine dayalı modellemelerin kullanımı büyük önem arz etmektedir. Dolayısıyla, farklı havzalarda başarılı sonuçlar veren yöntem ve önlemler ışığında, Porsuk Çayı Havzası'nda da benzer koruyucu stratejilerin hayata geçirilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmaktadır.



arazilerin yaygınlığını ve buna bağlı olarak erozyona açıklığını yansıtmaktadır. P faktörünün 0.98 değeri ise havzada erozyon kontrol önlemlerinin yetersizliğini göstermektedir. K faktörünün ortalama 0.0418 değeri olması toprakların orta düzeyde erodibiliteye sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Tablo 6.).

Porsuk Çayı Havzası'nda toplam hektar başına ortalama yıllık toprak kaybı  $2.35 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ , toplam yıllık toprak kaybı ise 2,538,269.32 ton olarak hesaplanmıştır. Bu değer, Karaş vd. (2009) tarafından belirlenen  $1.88 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$  değerinden önemli ölçüde yüksektir. Bu çalışmada kullanılan güncel modelleme tekniklerinin (GEE tabanlı) sonuçlardaki etkisini göstermektedir. Özellikle yüksek LS faktörüne sahip alanlarda, yağış ve yüzey akışı birleşerek erozyon şiddetini artırmaktadır.

Söz konusu bulgulara göre, özellikle yüksek eğimli alanlarda ağaçlandırma (Sarıçam/*Pinus sylvestris*, Ardıç/*Juniperus communis* gibi) ve teraslama gibi önlemler önerilmektedir (İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, 2005). Ayrıca, Mihalıççık çevresindeki orman-çalı geçiş zonlarında yangın ve erozyon riskine karşı rehabilitasyon çalışmaları yapılmalı, çiftçilere yönelik farkındalık ve eğitim programları yaygınlaştırılmalıdır (Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, 2024).

**Tablo 5.1.** Faktörlerin Erozyon Üzerindeki Etkileri

Faktör	Ortalama Değer	Maksimum Değer	Minimum Değer	Erozyon Üzerindeki Etkisi
R Faktörü (Yağış Erozyon İndeksi)	253.93 $\text{MJ}\cdot\text{mm}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{y}^{-1}$	276.00 $\text{MJ}\cdot\text{mm}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{y}^{-1}$	235.00 $\text{MJ}\cdot\text{mm}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{y}^{-1}$	Yağış erozyonu belirleyici ana faktör.
K Faktörü (Toprak Erodibilite Faktörü)	0.0418 t ha h $\text{ha}^{-1}$ $\text{MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$	0.065 t ha h $\text{ha}^{-1}$ $\text{MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$	0	Toprak yapısı orta derecede erozyona duyarlı.
LS Faktörü (Eğim ve Uzunluğu)	3.52	98.74	0	Dik eğimli alanlarda yüksek erozyon riski
C Faktörü (Bitki Örtüsü ve Arazi Kullanımı)	0.788	1.229	0.521	Bitki örtüsü yetersiz alanlar erozyona daha açık.
P Faktörü (Koruma Önlemi)	0.98	1.00	0.50	Bölgede koruma önlemleri çok sınırlı.

## 2. Havzadaki eğim ve uzunluk (LS) faktörünün toprak kaybına etkisi nedir?

Havzada ortalama LS faktörü 3.52 iken, bazı alanlarda bu değer 98.74'e kadar yükselmektedir. Özellikle Sündiken ve Karlık Dağları gibi alanlarda yüksek eğim, yüzey akışını artırarak toprak taşınımını kolaylaştırmaktadır. LS ve R faktörlerinin birlikte yüksek olduğu bölgelerde erozyon şiddeti zirveye ulaşmaktadır. Düz alanlarda ise bu etki sınırlı kalmakta,

düşük eğim ve akış hızı sayesinde erozyon riski azalmaktadır. C faktörünün de yetersiz olduğu eğimli alanlarda erozyon riski daha da yükselmektedir.

### **3. Arazi kullanım ve bitki örtüsü (C) faktörü ile yağış erozyonu (R faktörü) faktörü arasında nasıl bir etkileşim söz konusudur?**

Çalışma alanında C faktörünün ortalama 0.788 olması, tarım alanları ve çıplak arazilerin yaygın olduğunu göstermektedir. Yağışın yoğunlaştığı kuzeydoğudaki tarım alanlarında, bitki örtüsünün yetersizliği toprağın doğrudan yağışa maruz kalmasına neden olmakta ve bu durum erozyonu şiddetlendirmektedir. Buna karşılık, ormanlık alanlarda düşük C değeri (0.01–0.1), yüzey akışını yavaşlatmakta ve toprağı korumaktadır. Eğimli ve bitki örtüsünden yoksun alanlarda ise R faktörünün etkisi daha belirgin hale gelmektedir.

### **4. Koruma tedbirleri (P) faktörünün toprak kaybını azaltma üzerindeki etkisi nedir?**

P faktörünün ortalama 0.98 olması, koruma uygulamalarının oldukça sınırlı olduğunu göstermektedir. P değeri 1.00 olan bölgelerde herhangi bir erozyon kontrol tedbiri uygulanmadığı anlaşılmaktadır. Tarımsal alanlarda uygulanan teraslama ve benzeri önlemler P faktörünü 0.5'e kadar düşürmekte ve erozyonun azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Ancak bu tür uygulamaların sayısı oldukça azdır. Özellikle yüksek LS değerine sahip eğimli alanlarda, bu tür koruma önlemlerinin yaygınlaştırılması gerekmektedir.

### **5. Porsuk Çayı Havzası'ndaki toprak kaybı dinamiklerinde iklimsel değişikliklerin ve yağış miktarlarının rolü nedir?**

Yağışın miktar ve şiddetindeki artış, eğimli bölgelerde erozyonun en önemli nedenidir. İlkbahar ve sonbaharda artan yoğun yağışlar, yüzey akışını hızlandırarak erozyon riskini artırmaktadır. İklim değişikliği nedeniyle yağış rejimlerinde yaşanan düzensizlikler, gelecekte daha sık ve şiddetli erozyon olaylarının yaşanabileceğini göstermektedir. Bu durum, bölge için daha etkili ve stratejik erozyon kontrol planlarının oluşturulmasını zorunlu kılmaktadır.

### **6. Porsuk Çayı Havzası'ndaki toprak kaybı süreçlerinin Türkiye'deki diğer havzalarla karşılaştırılması nasıldır?**

Porsuk Çayı Havzası, eğim, arazi kullanımını ve bitki örtüsü gibi faktörler açısından Türkiye genelindeki birçok havzayla benzer özellikler taşımaktadır. Ancak hektar başına ortalama  $2.35 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ 'lik toprak kaybı, Sakarya Havzası ( $1.8 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ ) ve Türkiye ortalamasının ( $8.24 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ ) altındadır. Buna karşılık havzanın özellikle Sündiken ve Karlık

Dağları gibi eğimli alanlarında yerel düzeyde risk oldukça yüksektir. Sakarya Havzası genelinde “Çok Hafif” ve “Hafif” erozyon sınıfları %85,69 oranına sahipken (Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, 2024), bu oran Porsuk Çayı Havzası’nda %48,12 olarak hesaplanmıştır. Bu durum, Porsuk Havzası’nın Sakarya Havzası’na kıyasla daha fazla erozyon tehdidiyle karşı karşıya olduğunu göstermektedir.

Bakırçay ve Çırçıp Deresi havzalarına ilişkin çalışmalar da benzer sonuçlar vermektedir. Bu çalışmalarda, eğimin yüksek olduğu bölgelerde yüzey akışının artması ve kontrolsüz tarımsal faaliyetlerin erozyon sürecini belirgin şekilde hızlandırdığı rapor edilmiştir. Porsuk Çayı Havzası’nda da benzer bir eğilim söz konusudur. Özellikle yüksek LS faktörüne sahip alanlarda, tarımsal kullanımın yoğunlaştığı bölgelerde koruma önlemlerinin yetersizliği toprak kayıplarını artırmaktadır.

Türkiye genelinde yıllık toplam toprak kaybı yaklaşık 642 milyon ton olarak belirlenmiş; bu da hektar başına ortalama  $8.24 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ ’lik bir kayba karşılık gelmektedir (Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, 2024). Bu değer, Porsuk Çayı Havzası’ndaki ortalamadan yaklaşık 3,4 kat daha yüksektir. Özellikle Doğu Akdeniz ( $59.41 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ ), Batı Akdeniz ( $50.96 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ ) ve Çoruh ( $48.87 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ ) havzaları, Türkiye’nin en yüksek erozyon oranlarına sahip bölgeleri arasında yer almaktadır (Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, 2022). Bu bölgelerdeki yüksek eğim, yoğun yağış ve yetersiz bitki örtüsü, erozyonu şiddetlendiren başlıca faktörlerdir. Porsuk Çayı Havzası bu havzalarla karşılaştırıldığında daha düşük risk grubunda yer alsa da Türkiye ortalamasına göre hâlâ dikkatle izlenmesi gereken alanlardan biridir. Konya Kapalı Havzası ( $2.92 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ ) ve Burdur Havzası ( $4.93 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ ) gibi görece düşük eğimli alanlarla karşılaştırıldığında ise Porsuk Çayı Havzası daha yüksek bir risk düzeyine sahiptir. Bu karşılaştırmalar, havzanın Türkiye ortalamasında orta seviyede bir erozyon riskine sahip olduğunu; ancak yerel ölçekte, özellikle yüksek eğimli alanlarda ciddi tehditlerin bulunduğunu göstermektedir.

Türkiye’deki erozyon süreçlerini belirleyen temel unsurlardan birisi iklim faktörleridir. Doğu Karadeniz, Doğu Anadolu ve Akdeniz bölgelerinde yoğun ve ani yağışlar, toprağın parçalanmasını ve taşınmasını hızlandırarak erozyonu artırmaktadır. Porsuk Çayı Havzası’nda ise yağışın mevsimsel düzensizliği öne çıkmaktadır. Özellikle ilkbahar ve sonbahar aylarında yoğunlaşan şiddetli yağışlar eğimli alanlarda yüzey akışını artırarak belirgin toprak kayıplarına yol açmaktadır. Bu yönüyle havzanın iklimsel özellikleri Batı Akdeniz ve Doğu Anadolu havzalarıyla benzerlik göstermektedir.

Bu çalışma, Porsuk Çayı Havzası'nda RUSLE modelinin CBS ile entegrasyonu sayesinde toprak erozyonunun nicel büyüklüğünü ve mekânsal örüntülerini ortaya koymuştur. Ortalama yıllık toprak kaybı  $2.35 \text{ t ha}^{-1} \text{ y}^{-1}$ , toplam yıllık kayıp 2,538,269.32 ton olarak hesaplanmış; Sündiken, Karlık ve Emir Dağları çevresindeki dik yamaçlar başlıca risk odakları olarak belirlenmiştir. Bulgular, erozyon dinamiklerinin yağış, eğim/akış birikimi, bitki örtüsü–arazi kullanımı, koruma uygulamaları ve litolojik özelliklerin ortak etkisiyle şekillendiğini göstermektedir.

Uygulamaya dönük öncelikler üç başlıkta toplanabilir: (i) yüksek eğimli sahalarda teraslama, kontur yönünde/şerit halinde bitkilendirme ve yüzey pürüzlülüğünü artıran uygulamaların yaygınlaştırılması; (ii) tarla ve çıplak alanlarda C faktörünü düşürecek örtü bitkileri, nadas kontrolü ve kışlık ekim uygulamalarının teşviki; (iii) maden sahaları ve orman–çalı geçiş zonlarında rehabilitasyon, toprak sürdürülebilirliği ve yerel koşullara uygun türlerle ağaçlandırma çalışmaları. Üretilen erozyon riski ve toprak kaybı haritaları, tarımsal planlama, mera ıslahı, havza-ölçekli ağaçlandırma ve maden sahası rehabilitasyonu için doğrudan karar desteği sağlamaktadır.

Bulgular, bölgesel ve ulusal ölçekte sürdürülebilir arazi yönetimi stratejilerinin geliştirilmesine veri temelli bir temel sunmaktadır. Daha hassas ve etkin tahminler için yeni nesil topoğrafya verilerinin (örn. CSP/ERGo/1\_0/Global/SRTM\_landforms) RUSLE'ye entegrasyonu LS hesaplamalarının doğruluğunu artırabilir; GEE gibi bulut tabanlı platformlar yüksek çözünürlüklü uydu verilerine erişim ve büyük verinin işlenmesinde hız/doğruluk sağlayarak analizlerin kapsamını genişletir (Gorelick vd., 2017) ve CBS entegrasyonu saha çalışmalarının maliyetlerini azaltır. Yöntemin kapsamı ve doğrulama çerçevesi Tartışma bölümünde belirtilen ilkeler doğrultusunda ele alındığında, yaklaşımın havza yönetimi ve erozyonla mücadele politikalarına güçlü bir bilimsel dayanak sunduğu değerlendirilmektedir.

## KAYNAKÇA

Abız, B., & Reis, M. (2020). Kahramanmaraş İli Halfalı Deresi Yağış Havzasında RUSLE Denklemine Yer Alan Bitki Amenajman Faktörünün (C) Uzaktan Algılama Teknikleri ile Belirlenmesi. *Turkish Journal of Forest Science*, 4(1). <https://doi.org/10.32328/turkjforsci.703316>

Adızel, Ö., & Durmuş, A. (2009). Sulak Alan Tahribatının Dönemeç (Engil) Deltası Van Örneğinde İrdelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 14(1), 42-44.

Aek, G. (1923). *Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Çalışmaları*. Türkiye Cumhuriyeti, Türkiye.

Akarsu, İ. (1959). Çorum Bölgesinin Jeolojisi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 7(1), 19-29.

Akarsu, İ. (1960). Mut Bölgesinin Jeolojisi. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 54(54), 36-45.

Akay, O. (2018). Yeraltı Suyu Akımı Etkisinde 45 Derecelik Şevde Oluşan Kumlu Tın Toprak Erozyonunun Deneysel İncelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(6), 967-973.

Akbulak, C. (2010). Land Use Suitability Analysis of the Upper Basin of the Kara Menderes River Using Analytical Hierarchy Process and Geographical Information Systems. *Journal of Human Sciences*, 7(2), 557-576.

Akbulak, C., Erginal, A. E., Gönüz, A., Öztürk, B., & Çavuş, C. Z. (2008). Investigation of Land Use and Coastline Changes on the Kepez Delta Using Remote Sensing. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, 14(2), 95-106.

Akgül, M., & Şimşek, G. (2011). Daphan Ovası Topraklarının Temel Toprak Etüdüleri ve Detaylı Toprak Haritası. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1).

Akkan, E. (1974). Erozyon-Nedenleri Korunma Yolları. *Ankara Üniversitesi Haftası*, 55-63.

Akşit, S. (2003). Damla (Splash) Erozyonu ile Tarımsal Topraklarda Sürüm Yöntemi Arasındaki İlişkinin Analizi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(1), 193-207.

Akşit, S. (2004). Tarımsal Topraklarda Sürüm Yöntemi ile Çizgi Rill Erozyonu Arasındaki İlişkinin Analizi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1).

Alagöz, Z. (2000). Topraklarda Su Erozyonu Kökenli Kabuk Tabakası Oluşumu. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, 13(1), 107-112.

Alevkayalı, Ç., & Abı, B. (2023). Mekân Tabanlı Toprak Erozyonu Tahmin Modelleri: Bildiklerimiz Değişiyor mu? *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 21(2). <https://doi.org/10.33688/aucbd.1265625>

Alparslan, K., & Küçükönder, M. (2021). Kaman Deresi Havzasının Erozyon Duyarlılığı. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(3). <https://doi.org/10.17780/ksujes.960853>

Altın, B., & Altın, T. (1998). Karadeniz Trakya Kıyılarında Bioerozyonal Şekiller. *Türk Coğrafya Dergisi*, 33, 337-347.

Altın, T. B. (2008). Melendiz ve Keçiboyduran Dağları'nda Yanlış Arazi Kullanımının Vejetasyon Dağılışı Üzerindeki Etkileri. *Türk Coğrafya Dergisi*, 51, 13-32.

Anderson, M. G., & Richards, K. S. (1981). Geomorphological Aspects of Slopes in Mudrocks of the United Kingdom. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 14(4), 363-372.

Ardos, M. (1971). Aşınım Satırları ve Peneplenlerle Münasebetleri. *Jeomorfoloji Dergisi*, 3(3), 44-53.

Arslan, M. (1985). Kıyı Erozyonu Sorunları ve Bazı Koruma Yöntemleri. 9. *Türkiye Jeomorfoloji Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özetleri*, 29-30, Ankara.

Aşkın, T., Türkmen, F., & Tarakçıoğlu, C. (2016). Ordu İli Merkez İlçe Topraklarında Erozyon Riskinin Jeostatistiksel Tekniklerle Değerlendirilmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 4(2), 69-75.

Atalay Dutucu, A., & Mutlu, Y. E. (2022). Yuvacık Barajı Havzası'nda Erozyon Risk Analizi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 31(2), 289-303. <https://doi.org/10.51800/ecd.1133879>

Atalay, I. (2016). A New Approach to the Land Capability Classification: Case Study of Turkey. *Procedia Environmental Sciences*, 32, 264-274.

Atalay, İ. (1972). Devrez Çayı Havzasında Toprak Erozyonu Problemleri. *Jeomorfoloji Dergisi*, 4(4), 105-120.

Atalay, İ. (1972). Toprak Erozyonuna Tesir Eden Jeolojik Faktörler. *Prospektör Dergisi*, 1, 63-73, Ankara.

Atalay, İ. (1973). Toros Dağlarının Kalker Satırlarında Erozyon Problemi. *Tabiat ve İnsan Dergisi*, 7(2), 40-42.

Atalay, İ. (1974). Türkiye’de Toprak Erozyonunu Etkileyen Başlıca Jeomorfolojik Faktörler. *Tabiat ve İnsan Dergisi*, 8(3), 16-24, Ankara.

Atalay, İ. (1975). Sultan Dağlarında Toprak Erozyonu Araştırmaları. *Türk Coğrafya Dergisi*, 26, 48-72.

Atalay, İ. (1977). Sultan Dağları ile Akşehir ve Eber Gölü Havzalarının Strüktürel, Jeomorfolojik ve Toprak Erozyonu Etüdü. *Atatürk Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları*, 91/75, Erzurum.

Atalay, İ. (1980). Gediz Nehri Havzasında Toprak Erozyonu Problemleri Üzerine Bir Araştırma. *Jeomorfoloji Dergisi*, 9, 61-82.

Atalay, İ. (1980). Oltu Çayı Havzasında Erozyon Olayları ve Erozyonu Kontrol Önlemleri. *TÜBİTAK 7. Bilim Kongresi Tebliğleri*, 261-277, Adana.

Atalay, İ. (1982). Oltu Çayı Havzasında Oligosen Çökellerinin Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Erozyon Üzerindeki Etkileri. *Ormanlık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 56, 37-52.

Atalay, İ. (1984). Kuzeydoğu Anadolu’da Erozyonu Etkileyen Jeolojik ve Jeomorfolojik Etkenler. *8. Türkiye Jeomorfoloji Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özetleri*, 29-31, Ankara.

Atalay, İ. (1984). Soil Erosion and Its Effects on the Transportation and the Modern Sedimentation in Turkey. *Ege Coğrafya Dergisi*, 2(1).

Atalay, İ. (1989). Türkiye’de Erozyonu Etkileyen Jeomorfolojik Etmenler. *Jeomorfoloji, İnsan ve Doğal Kaynaklar Konferansı ve Doğal Afetler ve Etkileri Sempozyumu, Türkiye 13. Jeomorfoloji Kurultayı Bildiri Özetleri*, 3-4, Ankara.

Atalay, İ. (1989). Türkiye’de Kır Yerleşmelerinin Arazi Degradasyonu Üzerindeki Etkileri.

Atalay, İ., Siler, M., & Altunbaş, S. (2022). Türkiye’de oyuntu erozyonu oluşumu ile ana materyal arasındaki ilişkiler. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 20(1), 84–120.

Ataol, M., & Köle, M. M. (2016, 23–26 Mayıs). Kızılırmak Deltası’nda 2000–2015 Yılları Arasında Gözlenen Kıyı Erozyonu [Bildiri sunumu]. *4th International Geography Symposium (GEOMED 2016)*, Kemer, Antalya, Türkiye.

Ateş, O. (2025). İklim ve Arazi Örtüsü Değişikliği Bağlamında Havza Ölçeğinde Gelecekteki Toprak Erozyonunun Tahmini. *IV. International Congress of the Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, Niğde, Türkiye. <http://turjaf.com/index.php/TURSTEP/article/view/575>

Avcı, V., Sunkar, M., & Toprak, A. (2017). Malatya Kuzeydoğusunda Ballı ve Memikan Dereleri Arasındaki Sahanın Erozyon Duyarlılık Analizi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 27, 769–799. <https://doi.org/10.14520/adyusbd.329256>

Avcıoğlu, A., Bayraktar, C., Sarı, E., & Kaya, T. N. A. (2020). TanDEM-X12m Sayısal Yükselti Verisine Dayalı Toprak Erozyonu Tespiti (RUSLE). *Coğrafya Dergisi*, 41, 93–107. <https://doi.org/10.26650/JGEOG2020-0047>

Avçın, A., & Bolton, F. (1994). Effects of Tillage Systems on Nitrate-Nitrogen Accumulation and Soil Structure. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 3(3–4).

Avşar, Ö., & Kurtuluş, B. (2017). Köyceğiz Gölü Su ve Taban Sedimanlarının Sıcaklık Dağılımı. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 41(2), 117–136.

Avşar, U., Jónsson, S., Avşar, Ö., & Schmidt, S. (2016). Earthquake-Induced Soft-Sediment Deformations and Seismically Amplified Erosion Rates Recorded in Varved Sediments of Köyceğiz Lake (SW Turkey). *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 121, 4767–4779.

Ayday, C., Altan, M., Yüksel, M., Türe, C., Karaş, E., & Dengiz, O. (1998). Küçükemalı–Bilecik Gölet Havzasının Gerçek Erozyon Risk Haritasının Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yöntemleri Kullanılarak Hazırlanması. *Araştırma Projesi*, (1997/15).

Aydın, C., & Yıldırım, Y. E. (2002). Harabe Deresi Havzasında Yağış-Akış İlişkisinin AGNPS Modeliyle Değerlendirilmesi. *Journal of Agricultural Sciences*, 9(2), 243–248.

Aydınalp, C. (2000). Türkiye'nin Toprak Sorunları. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 10(1), 135–143.

Aykır, D., & Fıçıcı, M. (2022). Çıldır Gölü Havzasında Erozyon Risk Analizi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, 9, 38–49. <https://doi.org/10.46453/jader.1144699>

Aykut, N. O. (2019). İnsansız Hava Araçlarının Kıyı Çizgisinin Belirlenmesinde Kullanılabilirliğinin Araştırılması. *Geomatik*, 4(2), 141–146.

Babalık, A. (2009). Isparta Yöresinde Arazi Kullanımına İlişkin Sorunlar. *Turkish Journal of Forestry*, 3(1), 63–81.

Badalíková, B., & Hrubí, J. (2009). Monitoring of Soil Loss by Erosion in Different Variants with Intercrops. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 5(4), 451–457.

Bakış, R., Altan, M., Gümüşlüoğlu, E., Tuncan, A., Ayday, C., Önsoy, H., & Olgun, K. (2008). Porsuk Havzası Su Potansiyelinin Hidroelektrik Enerji Üretimi Yönünden İncelenmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 21(2), 125–162.

Bakış, R., Çabuk, A., Uyguçgıl, H., & Gümüşlüoğlu, E. (2011). Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile Porsuk Havzasında Uygun Baraj Yeri Tespiti ve Bu Barajların Hidroelektrik Enerji Üretimi Yönünden İncelenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2, 79–96.

Balabanlı, C., Türk, M., & Yüksel, O. (2009). Erozyon ve Çayır-Mera İlişkileri. *Turkish Journal of Forestry*, 6(2), 23–34.

Balcı, A. N. (1973). İç Anadolu'da Anamateryal ve Bakı Faktörlerinin Erodibilite ile İlgili Toprak Özellikleri Üzerindeki Etkileri. *İstanbul Üniversitesi Yayınları*, No: 195, İstanbul.

Balcı, A. N. (1996). *Toprak Koruması*. İstanbul Üniversitesi Yayınları, No: 3947, İstanbul.

Barmaki, M., Pazira, E., & Esmali, A. (2012). Relationships Among Environmental Factors Influencing Soil Erosion Using GIS (Khiav Chay Watershed, Ardabil Province). *Eurasian Journal of Soil Science*, 1(1), 40–44.

Başayığıt, L. (2002). *Eğirdir Gölü Havzasında Erozyon Riskinin Saptanması Üzerine Araştırmalar* (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Bayrakdar, C., & Özdemir, H. (2010). Kaçkar Dağı'nda Bakı Faktörünün Glasiyal ve Periglasiyal Topoğrafya Gelişimi Üzerindeki Etkisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 54, 1–13.

Bayramın, I., Dengiz, O., Başkan, O., & Parlak, M. (2003). Soil Erosion Risk Assessment with ICONA Model; Case Study: Beypazarı Area. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 27(2), 105–116.

Berkün, M., Anılan, T., & Aras, E. (2010). Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Sediment Taşınması ve Kıyı Erozyonu Etkileşimleri. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 55(3–4), 47–52.

Bilgin, T. (1980). *Orta Sakarya Platolarında Yapı, Satırlar ve Drenaj*. TÜBİTAK Yayınları, Ankara.

Biricik, A. S. (1985). Sarayköy Civarında Erozyon ve Önlemler (Konya). *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi*, 1, 173–180.

Biricik, A. S. (2013). Senirkent’de Sel Afetleri. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 1, 9–30.

Biricik, A. S. (2013). Yeryuvarında Doğal Olaylar ve Afetler. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 3, 7–26.

Bohm, P. (1991). Yarı Kuraktan Yarı Nemli Bölgelere Kadar Olan Alanlarda Toprakların Korunması. *Uluslararası Birinci Bölgesel Jeomorfoloji Konferansı Bildiri Özleri*, 20–21, Ankara.

Bohm, P. (1993). Yapay Yağış Altında Test Edilen Yüzey Akışı ve Toprak Erozyonu: Konya–Beyşehir Yüksek Arazilerinde Gerçekleştirilen Bir Arazi Çalışması. *14. Türkiye Jeomorfoloji Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özleri*, 1–2, Ankara.

Bostancı, E. Y. (1962). A New Upper Paleolithic and Mesolithic Facies at Belbaşı Rock Shelter on the Mediterranean Coast of Anatolia. *Bulleten*, 26(102), 252–292.

Bozkurt, O., Akın, S. B., & Uşak, M. (2004). İlköğretim 6., 7. ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Erozyon Hakkındaki Ön Bilgilerinin ve Kavram Yanılgılarının Tespiti. *Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(2), 277–285, Kırşehir.

Bozyiğit, R., & Kaya, B. (2017). Altınapa Barajı Havzasında (Konya) Erozyon ve Önlemler. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 36, 285–303. <https://doi.org/10.14781/mcd.331368>

Bridgland, D. R., & Westaway, R. (2008). Climatically controlled river terrace staircases: A worldwide Quaternary phenomenon. *Geomorphology*, 98(3-4), 285–315. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.12.033>

Brown, A. G. (1989). Akdeniz Ortamlarında Bitki Örtüsü, Büyüme Biçimi ve Erozyon. *Jeomorfoloji, İnsan ve Doğal Kaynaklar Konferansı ve Doğal Afetler ve Etkileri Sempozyumu, Türkiye 13. Jeomorfoloji Kurultayı Bildiri Özleri*, 15, Ankara.

Buldur, A., Pınar, A., & Dikmenli, M. (1997). Erozyon Kavramı Üzerine Öğrenci Görüşleri. *Selçuk Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9, 1–9, Konya.

Canbolat, M. Y., Hanay, A., & Anapalı, Ö. (2011). Aralık ilçesi rüzgâr erozyon alanı sorunlu topraklarına organik atık materyal uygulamasının etkileri / Effects of organic waste

material application on the eroded soils in the Aralık wind erosion area. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(3).

Cebel, H., Akgül, S., Doğan, O., & Elbaşı, F. (2013). Erodibility “K” factor of great soil groups in Turkey. *Toprak Su Dergisi*, 2(1).

Celilov, C., & Dengiz, O. (2019). Erozyon duyarlılık parametrelerinin farklı enterpolasyon yöntemleriyle konumsal dağılımlarının belirlenmesi: Türkiye, Ilgaz Milli Park toprakları. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(3), 242–256.

Change, C. (2007). *The physical science basis: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC AR4 WG I)*. Intergovernmental Panel on Climate Change.

CHIRPS. (2023). *Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station Data (Version 2.0)* [Data set]. Climate Hazards Center, University of California, Santa Barbara. <https://www.chc.ucsb.edu/data/chirps>

Clark, G., & Jacks, D. (2007). Coal and the industrial revolution, 1700–1869. *European Review of Economic History*, 11(1), 39–72. <https://doi.org/10.1017/S1361491606001870>

Copernicus Climate Change Service (C3S). (2023). *ERA5-Land hourly data from 1950 to present* [Data set]. Climate Data Store. <https://doi.org/10.24381/cds.e2161bac>

Copernicus Land Monitoring Service. (2018). *CORINE land cover (CLC) 2018 raster (100 m)* [Veri seti]. European Environment Agency (EEA). <https://land.copernicus.eu/en/mapviewer?product=130299ac96e54c30a12edd575eff80f7>

Copernicus. (2024). *Sentinel-2 MSI: MultiSpectral Instrument, Level-2A*. European Space Agency. <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-2>

Coşkun, Ö., & Gökhan, A. (2024). Penek Çayı Havzası’nda sedimanter litolojik birimlerdeki erozyon oranının belirlenmesi (Şenkaya-Erzurum). *ISPEC International Journal of Social Sciences & Humanities*, 8(4), 123–151.

Cöntürk, H. (1980). Erozyon ve sedimentasyon kontrolünün toplumsal yönü. *Ulusal Erozyon ve Sedimentasyon Sempozyumu*, 1, 125–135. Ankara.

Cürebal, İ., & Ekinci, D. (2006). Kızılkeçili Deresi Havzası’nda CBS tabanlı RUSLE (3D) yöntemiyle erozyon analizi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (47), 115–129.

Çakar Kılıç, Ö. (2023). Orta Porsuk Havzası'nda İlk Tunç Çağı yerleşimleri: Sit havzası analizleri ve arazi kullanımına ilişkin yorumlar. *Arkeoloji Dergisi*, (30), 65–86.

Çakmak, B., & Kendırlı, B. (2001). Konya ovası sulamalarında tabansuyu ve tuzluluk sorunları. *Journal of Agricultural Sciences*, 7(4), 41–47.

Çelebi, H. (1970). Kars çayır toprakları ile Sarıkamış orman topraklarının erozyona mukavemetleri üzerine bir araştırma / A research on erodibilities of the pasture soils in Kars and forest soils in Sarıkamış, Turkey. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(2).

Çelebi, H. (1972). Memleketimizin önemli bir sorunu: Toprak erozyonu. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(2).

Çelebi, H. (2010). Jeolojik ve hızlandırılmış erozyon süreçleri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(3).

Çelebi, H. (2010). Sivas-Ulaş Devlet Üretim Çiftliği'nde rüzgâr erozyonu sonucu meydana gelen toprak kayıpları ile toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri arasındaki ilişkiler üzerine araştırmalar. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(3).

Çelebi, M. (2021). Orta Anadolu'da erozyon tehdidi ve toplulaştırma uygulamalarında çevre sorunlarının önem ve önceliği. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(2), 171–179.

Çelik, V. (2011). Değirmen Deresi Havzası'nda (Bolvadin-Afyonkarahisar) toprak erozyonu risk analizi (Yüksek lisans tezi). Afyonkocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Çelikkol, T. (1985). Türkiye'de erozyon-sedimentasyon-taşkın-stepleşme ve çölleşme sorunları. *9. Türkiye Jeomorfoloji Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özetleri*, 72–75. Ankara.

Çeliknalça, O. E., Demirci, R., & Elmas, Ç. (2014). Renkli görüntülerin üç boyutlu histogram yardımıyla ayrıştırılması. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 3(1), 38–44.

Çetin, H. C. (2011). Porsuk Çayı Havzası yönetim stratejilerinin belirlenmesinde DPSIR yaklaşımının kullanılması (Doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Çetin, H. C., Harmancıoğlu, N., & Özkul, S. (2011). Porsuk Çayı Havzası'nın DSPIR yaklaşımıyla irdelenmesi. *DSİ Teknik Bülteni*, 110, 15–25.

Çetinkaya, O., Sarı, M., Şen, F., Arabacı, M., & Duyar, H. (2016). Van Gölü'ne dökülen Karasu Çayı'nın limnolojik özellikleri. *Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 4(1), 151–168.

Çiftçi, Y., Işık, M. A., Alkeveli, T., & Yeşilova, Ç. (2008). Van Gölü Havzası'nın çevre jeolojisi. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 32(2), 45–77.

Çilek, A. (2021). Düzenleyici ekosistem hizmetlerinde toprak erozyonunun haritalanması: Göksu Havzası örneği. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 36(2), 409–419.

Çilek, A., & Berberoğlu, S. (2013). Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla Seyhan Havzası'nda PESERA ve RUSLE erozyon modellerinin kıyaslanması [Bildiri sunumu]. *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, Ankara, Türkiye.

Çilek, A., Berberoğlu, S., Erdoğan, M. A., & Dönmez, C. (2014). PESERA ve RUSLE erozyon modellerinin Akdeniz ve Ege havzalarındaki sonuçlarının karşılaştırılması [Bildiri sunumu]. *Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2014)*, İstanbul, Türkiye.

Çoban, G., & Uzun, O. (2023). Arazi örtüsü/alan kullanımı değişiminin ekosistem hizmetleri bağlamında değerlendirilmesi: Bilecik ili örneği. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 19(2), 62–83.

Çölaşan, U. E. (1957). İklim faktörlerinin erozyon üzerine tesiri. *Ziraat Dergisi*, 164, 12–16. Ankara.

Çölaşan, U. E. (1958). Türkiye'de iklim faktörlerinin erozyon üzerine etkisi. *Ziraat Dergisi*, 172–173, 34–39. Ankara.

Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü (ÇEM). (2018). *DEMİS Türkiye Su Erozyonu İstatistikleri, Teknik Özet*. Ankara, Türkiye: Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayınları. <https://www.cem.gov.tr>

Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü (ÇEM). (2021). *Dinamik Erozyon Modeli ve İzleme Sistemi (DEMİS)*. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. <https://cem.csb.gov.tr/dinamik-erozyon-modeli-ve-izleme-sistemi-demis-i-108100>

Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü (ÇEM). (2024). *Türkiye'de erozyon*. <https://cem.csb.gov.tr/turkiye-de-erozyon-i-103687>

Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü [ÇEM]. (2022). *2022 Su Erozyonu İstatistikleri*. <https://cem.csb.gov.tr/2022-su-erozyonu-istatistikleri-i-112579>

Danacıoğlu, Ş., & Tağıl, Ş. (2017). Bakırçay Havzası'nda RUSLE modeli kullanarak erozyon riskinin değerlendirilmesi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20(37), 23-39. <https://doi.org/10.31795/baunsobed.645168>

Değerliyurt, M. (2013a). Antakya şehri ve yakın çevresinde meydana gelen erozyonun coğrafi dağılışı ve analizi. *Turkish Studies*, 8(8), 1745–1764. <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.5501>

Değerliyurt, M. (2013b). Zilli Dere Havzası'nda (İskenderun) CBS tabanlı erozyon duyarlılık analizi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 172, 257–272. <https://doi.org/10.20296/tsad.62705>

Değerliyurt, M. (2014). Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak orman yangınlarının erozyona etkisinin belirlenmesi: Amanos Dağları örneği. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (29).

Değerliyurt, M. (2024). Arsuz Çayı'ndaki (İskenderun, Güney Türkiye) erozyonun coğrafi analizi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 6(6-7), 321-344.

Dehşet, F. (2011). Baraj ve yol inşası nedeniyle tahrip edilen alanlarda yapılan erozyon kontrol çalışmalarının toprak özelliklerinin iyileştirilmesi üzerine etkilerinin irdelenmesi [Yüksek lisans tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi].

Demir, S., Akdoğan, Y., Oğuz, İ., & Koçyiğit, R. (2021). Comparison of the K factor in different areas on the slope. *Journal of New Results in Science*, 10(1), 46-53.

Demir, S., Arslan, B., & Gönültaş, H. (2022). Farklı iklim bölgesi topraklarında erozyona duyarlılığın arazi kullanım şekillerine bağlı değişimi. *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(1), 31-38.

Demir, Y., Meral, A., & Demir, A. D. (2022). Çapakçur Havzası'nda (Bingöl, Türkiye) toprak kayıplarının RUSLE metodu ile tahmini ve sediment verimi ile karşılaştırılması.

Demirağ Turan, İ., & Dengiz, O. (2017). Çok kriterli değerlendirme ile Ankara Güvenç Havzası'nda erozyon risk tahminlenmesi. *Journal of Agricultural Sciences*, 23(3).

Demirkıran, O., Köşker, Y., Akgül, S., & Başkan, O. (2018). Ankara Haymana Kızılkoyun Gölet Havzası sediment verimi. *Toprak Su Dergisi*, 7(1), 49-56.

Demirtaş, İ. (2024). Dinamik Erozyon Modeli ve İzleme Sistemi (DEMİS) ile ulusal ölçekte arazi kullanım türüne göre erozyon istatistiklerinin belirlenmesi. *Çevre Şehir ve İklim Dergisi, 1*(Özel Sayı), 148-167. <https://doi.org/10.58978/csid.1418898>

Dengiz, O., İmamoğlu, A., Saygın, F., Ediş, S., & Doğan, A. (2014). İnebolu Havzası'nın ICONA modeli ile toprak erozyon risk değerlendirmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 29*(2), 136-142.

Dindaroğlu, T., & Canbolat, M. Y. (2014). Kuzgun Baraj Gölü Havzası'nda CORINE yöntemi ile arazi kullanım sınıflarının tespiti ve erozyon riskinin değerlendirilmesi.

Dipova, N. (2016). Antalya Konyaaltı sahilinde kıyı erozyonu tehlikesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7*(Ek 1), 223-231.

Doğan, H. M., & Yılmaz, O. M. K. D. S. (2013). Tokat ili büyük toprak grupları, erozyon sınıfları ve arazi yetenek sınıfları tematik harita katmanlarının CBS ile hazırlanması ve analizi. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG), 2013*(2), 18-29.

Dokumacı, T. (1987). İzmir ili ve çevresinde bulunan bazı terra-rossa topraklarının önemli fiziksel özellikleri ve bunun erozyon ile ilişkileri üzerine bir araştırma [Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi].

Dorak, S., & Aşık, B. B. (2018). Sakarya ili Taraklı ilçesi sulama suyu kaynaklarının su kalitesinin belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi, 265-273*.

Dökmen, F., Kurtuluş, C., & Endeş, H. (2013). Karamürsel-Kızderbent'te erozyona neden olan etmenler ve bitki örtüsü üzerinde bir araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 30*(2).

Dragovich, D. (2015). Soil erosion and conservation in two geomorphic and recreational environments. *Toprak Su Dergisi, 67-73*.

Durak, M., & Cürebal, İ. (2025). RUSLE (3D) modeli kullanılarak toprak erozyonu tahmini: Atikhisar Barajı Havzası örneği (Çanakkale). *MEMBA Su Bilimleri Dergisi, 11*(1), 138-152. <https://doi.org/10.58626/memba.1655532>

Dursun, İ., & Babalık, A. A. (2023). Burdur Gölü Havzası'ndaki morfometrik parametrelerin ve erozyon durumunun değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Forestry, 24*(1), 25-38. <https://doi.org/10.18182/tjf.1205157>

Dursun, İ., & Babalık, A. A. (2023). Farklı arazi kullanım durumlarında geotekstil kullanılarak erozyonla kaybolan toprak miktarının belirlenmesi: Karam Dere alt havzası örneği. *Turkish Journal of Forest Science*, 7(2), 138-154.

Dutal, H. (2022). Determination of the impact of forest fires on soil erosion risk by using the ICONA model: A case study of Ayvalı Dam Watershed. *Turkish Journal of Forest Science*, 6(2), 510-538.

Dutal, H. (2023). Determining the soil loss susceptibility to forest fires by using RUSLE and a new approach in Çınarpınar Forestry Enterprise, Turkey. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*. <https://doi.org/10.35229/jaes.1300671>

Duvan, A., Aktürk, G., & Yıldız, O. (2021). Meteorolojik kuraklığın zamansal ve alansal özelliklerine iklim değişikliğinin etkisi: Sakarya Havzası örneği. *Mühendislik Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 207-217. <https://doi.org/10.46387/bjesr.961816>

Ediş, S., Aytaş, İ., & Özcan, A. U. (2021). ICONA modeli kullanarak toprak erozyon riskinin değerlendirilmesi: Meşeli (Çubuk/Ankara) Havzası örneği. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 15-22.

Ekim, T., Koyuncu, M., Vural, M., Duman, H., Aytaç, Z., & Adıgüzel, N. (2000). *Türkiye bitkileri kırmızı kitabı: Eğrelti ve tohumlu bitkiler*. Ankara: Türkiye Tabiatını Koruma Derneği ve Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.

Ekinci, D. (2005). CBS tabanlı uyarlanmış RUSLE yöntemi ile Kozlu Deresi Havzası'nda erozyon analizi. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Dergisi*, (13), 109-119.

Ekmekyapar, F., & Tok, H. H. (2016). Tekirdağ yüzeysel su kaynakları ile Marmara Denizi'ne nutrient taşınımı ve bu yolla oluşan ekonomik kayıplar. *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(2), 117-126.

Elmastaş, N. (2008). Kahta Çayı Havzası'nda arazi kullanımı. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 6(2), 159-190.

Engin, İ. (1993). Türkiye'de toprak erozyonu ve önleme çareleri. *Ekoloji-Çevre Dergisi*, 8, 13-21.

Eraslan, S., İmamoğlu, A., Coşkun, A., Saygın, F., & Dengiz, O. (2016). İnebolu Havzası topraklarının erozyon duyarlılıklarını belirlenmesinde agregat ve strüktür stabilite

durumları, arazi örtüsü ile olan ilişkileri [Bildiri sunumu]. *Uluslararası Coğrafya Sempozyumu*, Antalya, Türkiye.

Erdem, F. (1987). Kelkit Havzasında erozyon-sediment ilişkileri. *Jeomorfoloji Dergisi*, 15, 65-72, Ankara.

Erdihan, T. Ç., & Doğan, S. (2016). Çevreciler açısından Barak Ovası'nda toprak erozyonu riski. *Uluslararası Enerji ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1(2), 36-44.

Erdoğan, F. S., Berberoğlu, S., & Erdoğan, M. A. (2023). Tarımsal ürün grupları bazında konumsal erozyon uygunluk analizi: Seyhan Havzası örneği. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(1), 222-235.

Erdoğan, M. A. (2012). Büyük Menderes Havzası için ekolojik risk analizi yöntemi geliştirilmesi (Doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Erinç, S. (1965). Türkiye'de toprak çalışmaları ve Türkiye toprak coğrafyasının ana çizgileri. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, (15), 1-39.

Erinç, S. (1973). Türkiye'nin şekillenmesinde neotektoniğin rolü ve jeomorfoloji-jeodinamik ilişkileri. *Jeomorfoloji Dergisi*, 5(1), 11-26.

Erinç, S. (2015). *Jeomorfoloji 2*. Der Yayınları.

Erkal, T. (2024). Çobanlar Havzası'nda (Afyonkarahisar) toprak erozyonunun değerlendirilmesi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 5(5 Issue 8), 543-562.

Erkal, T., & Yıldırım, Ü. (2012). Soil erosion risk assessment in the Sincanlı sub-watershed of the Akarçay Basin (Afyonkarahisar, Turkey) using the universal soil loss equation (USLE). *Ekoloji*, 21(84), 18-29. <https://doi.org/10.5053/EKOLOJI.2012.843>

Erol, A. (2007). Türkiye'de arazi kullanımı ve havza yaklaşımı. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1), 21-25.

Erol, A., Babalık, A., Sönmez, K., & Serin, N. (2009). Erodibility changes related to the land use types of Isparta-Darıderesi Watershed soils. *Turkish Journal of Forestry*, 10(2), 21-36.

Erol, O. (1963). Anadolu'da toprak erozyonu ve bazı jeomorfolojik problemler. *Türkiye Mühendislik Haberleri Bülteni*, 104, 35-36.

Erol, O. (1972). Anadolu'da toprak erozyonu ve bazı jeomorfolojik problemler. *Hidro-Meteoroloji*, 57, 19-21, Ankara.

Erol, O. (2003). Ceyhan Deltasının jeomorfolojik evrimi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 12(2), 1-26.

Erpul, G., & Çanga, M. R. (2001). Toprak erozyon çalışmaları için bir yapay yağmurlama aletinin tasarım prensipleri ve yapay yağış karakteristikleri. *Journal of Agricultural Sciences*, 7(1), 75-83.

Ertek, T. A., Hacıyakupoğlu, S., Walling, D. E., Karahan, G., Erginal, A. E., Çelebi, N., Ataksor, B., & Saygın, H. (2004). Sezyum-137 radyonükleidinin erozyon araştırmalarında kullanımı ve Türkiye'den örnekler. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi*, 12, 47-62, İstanbul.

Ertekin, M., & Özel, H. B. (2010). Çorum yöresi erozyonla mücadele kapsamında yapılan karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırmaları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 12(18), 77-85.

Erüz, C., Köse, E., Özer, F., Sivri, N., & Feyzioğlu, M. (2000). Distribution of seawater and riverine suspended matter in coastal waters of Trabzon. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, 6(3).

Evcı, G., Kaya, Y., Pekcan, V., Durak, S., & Kahraman, T. (2006). Trakya Bölgesi'nde ayçiçeği öncesinde ön bitki tarımının ayçiçeği verimine, uygulanacak azot dozuna ve toprakta tutulan su miktarına etkisi. *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*.

Fıçıcı, M. (2016). *Kapıdağ Yarımadası'nda erozyon ve arazi kullanma ilişkisi* [Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Fıçıcı, M., & Soykan, A. (2022). MPSİAC & RUSLE yöntemleriyle karşılaştırmalı erozyon analizi: Madra Barajı Havzası. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (8), 28-47.

Funk, C., Peterson, P., Landsfeld, M., Pedreros, D., Verdín, J., Shukla, S., Husak, G., Rowland, J., Harrison, L., Hoell, A., & Michaelsen, J. (2015). The climate hazards infrared precipitation with stations – A new environmental record for monitoring extremes. *Scientific Data*, 2, 150066. <https://doi.org/10.1038/sdata.2015.66>

Gezgin, M., Uyangöz, R., & Çetin, Ü. (2003). Konya'da şeker pancarı hasadı ile toprak taşınımı üzerine bir araştırma. *Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 17(31), 53-55.

Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202, 18–27.

Göktürk, A., Ölmez, Z., Temel, F., & Öncül, Ö. (2004). *Artvin yöresi potansiyel erozyon sahaları ile ağaçlandırma ve erozyon kontrol çalışmalarına genel bir bakış*.

Görcelioğlu, E. (1996). Ağaçlandırma alanlarında su ve toprak koruma amacıyla kullanılan teraslar ve orman yollarında erozyon kontrolü. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 46(2), 23–36.

Görcelioğlu, E. (1997). Ormanların erozyon ve sedimentasyona etkileri. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 47(1–4), 1–12.

Gül, A., Yılmaz, M., & Uzel, N. (2008). Sakarya Nehri Kirmir Çayı'nda yaşayan *Capoeta tinca* Heckel, 1843'da civa-II klorür'ün akut toksik etkisi. *Kastamonu Education Journal*, 16(1), 199–206.

Gülşen, M. (2014). *Eber Havzası'nda (Afyonkarahisar) toprak erozyonunun değerlendirilmesi* [Yüksek lisans tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü].

Gümüş, A. E., & Turoğlu, H. (1994). *GIS uygulamasının coğrafyada kullanımına ait bir örnek: Marmara Bölgesi'nde erozyon alanları*.

Gündüzoğlu, H. A. G. (2019). *Küçük Menderes Havzası'nda sürdürülebilir arazi planlaması* [Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi].

Güneş, H., & Tonbul, S. (1991). Uluova ve çevresinde erozyon üzerinde etkili olan faktörler. *Atatürk Kültür Dil ve Tarih Yüksek Kurumu ve Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Meslek Haftası Bildiri Özetleri* (s. 26). Ankara.

Güneş, H., & Tonbul, S. (1993). Uluova ve çevresinde (Doğu Anadolu) toprak erozyonu ve alınması gerekli olan önlemler. *14. Türkiye Jeomorfoloji Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özleri* (s. 4). Ankara.

Güner, Ş. T. (2006). *Türkmen Dağı (Eskişehir, Kütahya) sarıçam (Pinus sylvestris ssp. hamata) ormanlarının yükseltiye bağlı büyüme beslenme ilişkilerinin belirlenmesi* [Doktora tezi, Anadolu Üniversitesi].

Güney, E. (1972). Türkiye'de toprak erozyonunun yenilişi. *Jeomorfoloji Dergisi*, 4(4), 145–146.

Güney, Y., & Turoğlu, H. (2018). Çok ölçütlü karar analizi ile erozyon duyarlılık çalışmalarında erozyon yüzeyleri envanter verisinin kullanımı: Selendi Çayı Havzası örneği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 16(1), 105–119.

Güngör, Ö. (2011). *Aşağı Porsuk Çayı Havzası'nda askıda katı madde taşınımının belirlenmesi ve modellenmesi* [Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Güresinli, Y. Z. (2010). Tortum Gölü su toplama havzasında sedimantasyon sorunu ve kontrolü üzerinde bir araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2–3).

Gürgen, G. (1988). *Sakarya-Ankara çayı kavşağı çevresinin jeomorfolojisi* [Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi].

Hacısalihöğlu, S., Yücesan, Z., Oktan, E., Kezik, U., & Karadağ, H. (2018). Modelling top soil erosion depend on stand profile for Anatolian black pine (*Pinus nigra* Arnold. subsp. *pallasiana*) plantation in a semi-arid ecosystem in Turkey. *European Journal of Forest Engineering*, 4(2), 33–42.

Hacıyakupoğlu, S., & Ertek, T. A. (2002). Erozyon araştırmalarında CS-137 ve Pb-210 ölçümlerinin kullanılması ve Türkiye'de uygulanabilirliği. *Su Havzalarında Toprak ve Su Kaynaklarının Korunması, Geliştirilmesi ve Yönetimi Sempozyumu*, 396–401, Hatay.

Hacıyakupoğlu, S., Ertek, T. A., Çelebi, N., Karahan, G., Oztürk, F., Erginal, A. E., & Kaya, H. (2003). Büyükçekmece Gölü Havzasındaki CS-137 kullanımına dayalı erozyon araştırmalarına ait ilk not. *Türkiye Kuvatleri Çalıştay V, Bildiriler Kitabı*, 150–156, İstanbul.

Hatipoğlu, İ. K. (2020). Melet Irmağı Havzası'nda erozyon riskinin MICONA modeli ile değerlendirilmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (74), 17–31.

Hatipoğlu, İ. K., & Hatipoğlu, Ş. C. (2020). Harşit Çayı Havzası'nda ICONA ve alternatif olarak geliştirilen MICONA modellerinin karşılaştırılması. *Journal of Social Sciences and Humanities*, 4(2), 108–135. <https://doi.org/10.51876/ushbad.788898>

Heineke, C., Hetzel, R., Akal, C., & Christl, M. (2017). Constraints on water reservoir lifetimes from catchment-wide <sup>10</sup>Be erosion rates: A case study from western Turkey. *Water Resources Research*, 53, 9206–9224.

Hissink, D. J. (1938). The reclamation of the Dutch saline soils (Solonchak) and their further weathering under the humid climatic conditions of Holland. *Soil Science*, 45(2), 83–94.

İkiel, C., Ustaoglu, B., & Koç, D. E. (2020). Trakya'nın erozyon duyarlılık analizi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (4), 1–14.

İlgüz, N. (1955). M. K. Paşa Çayı Havzasında erozyon şiddeti ve bununla Ulubat Gölü'nün ilgisi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 6(1), 81–108.

İmamoğlu, A. (2020). Alaca Çayı Havzası erozyon durumunun morfometrik ölçümler ile ilişkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (18), 868–878. <https://doi.org/10.31590/ejosat.710987>

İmamoğlu, A., & Dengiz, M. B. O. (2024). Alaca Havzasında uygulanan RUSLE erozyon modelinde, C faktörünün (arazi örtüsü/arazi kullanımı) zamansal değişimi ve toprak kaybına etkisi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 8(61), 321–336.

İmamoğlu, A., & Dengiz, O. (2020). Komşu iki mikro havzada erozyon duyarlılık değerlerinin arazi örtüsü ve arazi kullanımına bağlı değişimin belirlenmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 8(1), 53–60.

İnaç, O., Oğuz, İ., & Koçyiğit, R. (2021). Tokat Artova Çelikli Gölet Havzasında toprak bozulmasının yersel ve zamansal değişiminin belirlenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 23(2), 642–653.

İnce, K. (2019). Türkiye'de rüzgâr erozyonu toprak duyarlılık değişkenlerinin ulusal ölçekte belirlenmesi ve haritalanması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 56(1), 121–130.

İsmail, E. G. E. (2024). Kula (Kula/Manisa) Peribacaları'nın jeomorfolojik özellikleri ve oluşumlarında erozyon etkisinin RUSLE yöntemi ile belirlenmesi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 1(74), 455–479.

İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi. (2005). Teraslar ve yollarda erozyon kontrolü. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/176417>

İzbırak, R. (1971). Erozyon kontrolü ve jeomorfoloqlar. *Jeomorfoloji Dergisi*, 3(3), 5–13.

Kahraman, N., Atayeter, Y., & Arıbaş, K. (2013). Barla ve Karakuş Dağları batı uzantılarının jeomorfolojisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (2), 201–223.

Kanar, E., & Dengiz, O. (2015). Madendere Havzası topraklarında arazi kullanım/arazi örtüsü ile bazı erozyon duyarlılık indeksleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 2(1), 15–27.

Kara, Ö., Çakıroğlu, K., & Koralay, N. (2018). Foldere Yağış Havzası'nda RUSLE yöntemine göre toprak erozyonunun belirlenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 20(3), 638–652.

Karabulut, M., & Küçükönder, M. (2008). Kahramanmaraş Ovası ve çevresinde CBS kullanılarak erozyon alanlarının tespiti. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 11(2), 14–22.

Karagöktaş, D., & Yakupoğlu, T. (2014). Erozyon araştırma sahasına dönüştürülmesi planlanan bir alanda aşınabilirlik ve toprak özellikleri arasındaki ilişkiler. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 2(1), 6–12.

Karagöz, A., Doğan, O., Erpul, G., Dengiz, O., Sönmez, B., Tekeli, İ., ... & Madenoğlu, S. (2015). Çölleşme, kuraklık ve erozyonun olası etkilerinin Türkiye ölçeğinde değerlendirilmesi. In *Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1* (s. 118). Ankara: TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası.

Karakoca, E. (2022). *Orta Sakarya Vadisi'nin (İnhisar–Osmaneli arası) flüvyal jeomorfolojisi* [Doktora tezi, İstanbul Üniversitesi].

Karakoca, E. (2025). CBS ve uzaktan algılama teknikleri ile ICONA modeli kullanılarak Katrancı Çayı Havzası'nda (Haymana, Ankara) toprak erozyonu duyarlılığı değerlendirmesi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (14), 126–145. <https://doi.org/10.46453/jader.1653839>

Karakoca, E., & Uncu, L. (2020). Orta Sakarya Vadisi akarsu seki sistemlerinin morfometrik ve sedimantolojik özellikleri (İnhisar–Gemiciköy arası, Bilecik). *Coğrafya Dergisi*, (41), 165–177. <https://doi.org/10.26650/JGEOG2020-0057>

Karakoyun, E., & Kaya, N. (2022). Hydrological simulation and prediction of soil erosion using the SWAT model in a mountainous watershed: A case study of Murat River Basin, Turkey. *Journal of Hydroinformatics*, 24(6), 1175–1193. <https://doi.org/10.2166/hydro.2022.056>

Karaoğlu, M. (2012). Iğdır yöresi topraklarının erozyon açısından değerlendirilmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 2(1), 23–30.

Karaş, E., Oğuz, İ., Türkseven, E., & Keskin, S. (2009, June 16–18). Sakarya–Porsuk–Sarısu havzasında CORINE, LEAM ve USLE metodolojilerinin kullanılarak erozyon risk

haritalarının hazırlanması [Bildiri sunumu]. *I. Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu*, Konya, Türkiye.

Kaymak, H. (2020). Morfo-klimatik özelliklerin Sündiken Dağları'nda (Eskişehir) bitki örtüsünün dağılışı üzerindeki etkileri. *Türk Coğrafya Dergisi*, (75), 17–32. <https://doi.org/10.17211/tcd.639024>

Kelletat, D. (1984). Biyoerozyon açısından Akdeniz Bölgesi kıyı araştırmaları sonuçları ve sorunları (Çev. Cemalettin Şahin). *Jeomorfoloji Dergisi*, 12, 115–124.

Kılınç, M. Y. (1987). Su erozyonunun oluşumu. *Türkiye 2. Jeomorfoloji Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özetleri*, 51–53, Ankara.

Kızılelma, Y., & Karabulut, M. (2014). Mut Havzası'nda erozyona duyarlı alanların belirlenmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(31), 439–456.

Kirkpatrick, J. (2024). A big history of land clearance and deforestation. *Journal of Big History*, 7(3), 1–18. <https://doi.org/10.22339/jbh.v7i3.7301>

Koçak, İ. (2002). Bambus Plajı'nın doğusundaki falezlerde (Antalya) 2001 yılında oluşan göçmeler. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 8, 27–44.

Koçman, A. (1984). The soils of the Upper Kura Watershed Area (NE Anatolia). *Ege Coğrafya Dergisi*, 2(1).

Koçman, A., Karadağ, A., & Kara, N. (1995). Orta ve Aşağı Gediz Havzası'nda jeolojik yapı, topoğrafya ve iklim koşullarının toprak erozyonuna etkileri. *I. Gediz Havzası Erozyon ve Çevre Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 49–60, Salihli-Manisa.

Koralay, N., & Kara, Ö. (2022). Trabzon Değirmendere Çatak alt havzasının erozyon risk haritasının oluşturulması ve sediment iletim oranının belirlenmesi. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 9(Özel Sayı), 41–54.

Köse, E., Çiçek, A., Emiroğlu, Ö., Tokatlı, C., Uğurluoğlu, A., Başkurt, S., ... & Uylaş, M. (2016). Water quality assessment of Porsuk Stream Basin. *Biological Diversity and Conservation*, 9(3), 119–126.

Köster, T., Penu, P., & Kikas, T. (2010). Estimation of soil erosion risk areas by GIS analysis of land use and soil maps: An Estonian case study. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(1), 58–62.

Kurucu, Y., Altınbaş, Ü., Uysal, H., Bolca, M., Esetlili, M., Özen, F., ... & Altun, N. (2010). Creating soil lost mapping of the Karaburun Peninsula by geographical information system and remote sensing technique. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(1), 20–28.

Kuzucu, M., & Dökmen, F. (2015). The effects of tillage on soil water content in dry areas. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 4, 126–132.

Lünel, T. (1974). A preliminary study of the: Tertiary volcanic and sedimentary rocks, Gümele, Eskişehir. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 17(1), 31–50.

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA). (t.y.). *1/25.000 ölçekli jeoloji haritası*. [Harita]. Ankara: MTA.

Madenoğlu, S., & Erpul, G. (2018). Yarı kurak bölgelerde farklı arazi kullanımlarında toprak erozyon duyarlılığının belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 484–493.

Marangoz, A. M., Aylar, F., & Zeybek, H. İ. (2023). Acısu Havzası'nda (Sivas/Türkiye) arazi kullanımı/örtüsü değişiminin (2000–2018) toprak erozyonu üzerindeki etkisi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(3), 947–967.

Marques, M. A. (1989). Avrupa Topluluğu'ndaki kıyı erozyonu sorunlarına çözüm yöntemi. *Jeomorfoloji, İnsan ve Doğalar Konferansı ve Doğal Afetler ve Etkileri Sempozyumu, Türkiye 13. Jeomorfoloji Kurultayı Bildiri Özetleri*, 52, Ankara.

Mater, B. (1986). *Toprak: Oluşumu, erozyon ve korunması*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayın No. 3465.

Mater, B., Ertek, T. A., Gürpınar, E., Gönençgil, B., & Turoğlu, H. (1993). Marmara Bölgesi'nin yağış-bitki faktörü denetimindeki erozyon alanları. *Türkiye Çevre Koruma ve Yeşillendirme Kurumu 20. Yıl Özel Sayısı* (s. 32–33). İstanbul.

Mellink, M. (1969). A four-spouted krater from Karataş. *Anadolu*, 13.

Menteşe, S., & Koca, S. (2022). Tarıma uygun alanların belirlenmesi: Bilecik ili örneği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 20(2), 383–406. <https://doi.org/10.33688/aucbd.1081180>

Mısırlıoğlu, G., Gümüş, S., & Yoshimura, T. (2022). Comparison of WEPP: Road Batch Model and Abag Model for estimating amount of top soil erosion in forest road fill slopes. *European Journal of Forest Engineering*, 8(1), 26–34.

Montgomery, D. R. (2007). Soil erosion and agricultural sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(33), 13268–13272. <https://doi.org/10.1073/pnas.0611508104>

Muñoz-Sabater, J., Dutra, E., Agustí-Panareda, A., Albergel, C., Arduini, G., Balsamo, G., ... & Thépaut, J. N. (2021). ERA5-Land: A state-of-the-art global reanalysis dataset for land applications. *Earth System Science Data*, 13(9), 4349–4383. <https://doi.org/10.5194/essd-13-4349-2021>

Mutlu, Y. E., & Soykan, A. (2018). RUSLE (3D) modeli kullanılarak toprak erozyonu tahmini: Havran Çayı örneği. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (1), 50–66.

Mutlu, Y. E., Soykan, A., & Fıçıcı, M. (2021). Kille Çayı (Balıkesir) Havzası'nda erozyon risk analizi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (6), 98–111. <https://doi.org/10.46453/jader.866903>

Nearing, M. A. (2013). Soil erosion and conservation. In A. J. Jakeman, R. A. Letcher, & J. P. Norton (Eds.), *Environmental modelling: Finding simplicity in complexity* (pp. 365–378). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118351475.ch22>

Norman, T. (1972). Ankara Yahşihan bölgesinde Üst Kretase–Alt Tersiyer istifinin stratigrafisi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 15(2), 180–276.

Norman, T., & Rad, M. R. (1971). Çayraz (Haymana) civarındaki Harhor (Eosen) formasyonunda alttan üste doğru doku parametrelerinde ve ağır mineral bolluk derecelerinde değişimler. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 14(2), 205–225.

Ocak, A., Orhan, A., & Özdeniz, E. (2012). Porsuk Çayı ve çevresinin florası. *Biological Diversity and Conservation*, 5(2), 41–52.

Ocakoğlu, F., & Akkiraz, M. S. (2019). A Lower Pleistocene to Holocene terrestrial record from the Eskişehir Graben (Central Anatolia): Paleoclimatic and morphotectonic implications. *Quaternary International*, 510, 88–99. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.12.026>

Oğuz, İ., Cebel, H., Özden, Ş., Ayday, E., & Demiryürek, M. (2002). *Türkiye Ünsversal Denklem Toprak Kaybı Eşitliği Rehberi*.

Oğuz, İ., Yürekli, K., & Öztürk, F. (2011). Tokat ilinde yağış erozyon indeksinin (R faktör) frekans analizi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (2), 23–26.

Oğuz, K. (2015). Kurtboğazi Barajı Havzası'nda erozyon risk alanlarının belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(2), 176–181.

Okçu, D., Söğüt, A. S., Aslan, Z., Sunar, F., & Maktav, D. (2006). Marmara Bölgesi erozyon riski, CBS uygulaması. *İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi*, 19(2), 61–72.

Önal, M. (2014). Gelibolu Yarımadası orta bölümünün çökelme istifleri ve tektoniği, Kuzeybatı Anadolu, Türkiye. *İstanbul Yerbilimleri Dergisi*, 5(1–2), 21–38.

Önsoy, H., Üçüncü, O., & Yüksek, O. (1991). Yüzeysel erozyonla katı madde hareketi. *Uluslararası Birinci Bölgesel Jeomorfoloji Konferansı Bildiri Özetleri*, 86–87. Ankara.

Özcan, B. (2021). *Bursa ilinin arazi bozulumu ve zamansal değişiminin CORINE erozyon modeli kullanılarak belirlenmesi* [Doktora tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi].

Özdemir, A. (2021). İklim değişikliğinin havza ölçeğinde akım ve sediman miktarına etkilerinin değerlendirilmesi: Yuvacık Baraj Gölü Havzası. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 45(1), 129–154.

Özdemir, M. A. (1995). Hazar Gölü (Elâzığ) Havzasında erozyon problemi ve alınması gereken önlemler. 1. *Hazar Gölü ve Çevresi Sempozyumu Bildiriler*, 229–243. Elâzığ.

Özdemir, M. A. (1996). Keban Çayı Havzasında toprak erozyonu sorunu ve yapılması gereken çalışmalar. 3. *Coğrafya Sempozyumu Bildiri Özetleri*, 68. Ankara: Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi.

Özdemir, M. A., & Dönmez, S. T. (2016). CBS tabanlı RUSLE yöntemiyle Işıklı Gölü Havzası'nın erozyon risk analizi. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(1), 1–21.

Özdemir, M. A., & Şenkul, Ç. (2006). İscehisar Havzası'nda arazi kullanımı ve sorunları. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 12(17), 111–135.

Özdemir, N. (2011). Bitki münavebesinin toprağın strüktürel dayanıklılığı ve erozyona duyarlılığı üzerindeki etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(2).

Özdemir, N. (2011). Toprağa karıştırılan organik artıkların toprağın bazı özellikleri ile strüktürel dayanıklılığı ve erozyona duyarlılığı üzerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(1).

Özden, Ş., & Özden, D. M. (1997). *Türkiye toprak erozyon tahmin modeli TURTEM*. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Yayınları.

Özgen, N., & Karadoğan, S. (2020). *Fiziki coğrafyada araştırma yöntemleri ve teknikler*. Pegem Akademi Yayınları.

Özsoy, G. (2007). *Uzaktan algılama (UA) ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) teknikleri kullanılarak erozyon riskinin belirlenmesi* [Doktora tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü].

Özşahin, E. (2011). Zeytinli Çayı Havzası'nın (Balıkesir) erozyon analizi. *Nature Sciences*, 6(1), 42–56.

Özşahin, E. (2015). Şehir ve toprak arasındaki ilişkinin coğrafi yaklaşımla incelenmesi: Tekirdağ şehri örneği. *Turkish Studies (Elektronik)*.

Özşahin, E. (2016a). Çok şiddetli erozyon probleminin değerlendirilmesine yönelik pilot bir çalışma: Kavakdere Havzası (Trakya Yarımadası) örneği. *Uluslararası Avrasya Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(22), 100–119.

Özşahin, E. (2016b). Ergene Havzası'nda (Trakya) arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliklerinin erozyon üzerine etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 31(1), 117–126. <https://doi.org/10.7161/anajas.2016.31.1.117-126>

Özşahin, E. (2023). Farklı erozyon tahmin modellerine göre akarsu sedimantasyon miktarının belirlenmesine bir örnek: Naip Barajı Havzası (Tekirdağ, Türkiye). *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (10), 1–19.

Özşahin, E., & Atasoy, A. (2014). Soil erosion estimation in Lower Asi River catchment using GIS. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 120, 730–739.

Özşahin, E., & Öztürk, M. (2025). KAŞ yöntemi kullanılarak selin sebep olduğu toprak erozyonunun tahmin edilmesi: İğneada (Kırklareli) seli örneği (5.9.2023). *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 11(1), 115–134. <https://doi.org/10.21324/dacd.152724>

Öztürk, A., & Özcan, A. U. (2021). Uzaktan algılama teknikleri kullanarak RUSLE-C faktör haritalarının oluşturulması: Kırıkkale/Sarıklı havzası. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 7(2). <https://doi.org/10.53516/ajfr.992673>

Öztürk, B., & Erginal, A. (2014). Bayramdere Havzasında (Biga Yarımadası, Çanakkale) havza gelişiminin morfolojik analizler ve jeomorfik indislerle incelenmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (50), 61–68.

Öztürk, D., & Uzun, S. (2023). Kızılırmak Deltası kıyı çizgisinin EPR ve LRR yöntemleriyle 1984–2022 periyodunda değişim analizi ve 2030 yılı tahmini. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 21(2), 306–339. <https://doi.org/10.33688/aucbd.1310132>

Öztürk, F. (2003). Kurukavak Deresi Havzasında yüzey akış ve sediment miktarının AGNPS modeli ile tahmini. *Journal of Agricultural Sciences*, 9(3).

Öztürk, H. (1991). The geology of the Sivas-Divriği-Taşlıtepe iron placer and its mining. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 113(113), 92–93.

Öztürk, R., & Altan, T. (2007). Porsuk Çayı çevre sorunları ve bunların çözümlenmesinde havza yönetimi önerileri [Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi]. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.

Öztürkmen, A. R., Ramazanoğlu, E., & Tokmakçı, S. (2021). Determination of erodibility (USLE-K) status of Suruç Plain soils before transition to irrigated agriculture within the scope of Southeastern Anatolia Project. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 5(2), 229–235.

Özyuvacı, N. (1971). Topraklarda erozyon eğiliminin tesbitinde kullanılan bazı önemli indeksler. *Journal of the Faculty of Forestry İstanbul University*, (21), 190–207.

Pacci, S., Saflı, M. E., & 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.

Panagos, P., Borrelli, P., Poesen, J., Ballabio, C., Lugato, E., Meusburger, K., Montanarella, L., & Alewell, C. (2015). The new assessment of soil loss by water erosion in Europe. *Environmental Science and Policy*, 54, 438–447. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.08.012>

Parlak, M. (2008). The cost of soil lost caused by sugar beet harvest: A case study for Turkey. *Journal of Agricultural Sciences*, 14(3).

Parlak, M. (2009). Sıçrama erozyonunun farklı kinetik enerji akısı ve farklı toprak bünyesi etkileşimleriyle araştırılması. *Journal of Agricultural Sciences*, 15(4), 341–347.

Parlak, M. (2019). Greenhouse gas footprint of replacing nutrients lost through soil erosion due to root and tuber crops harvesting. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32(1), 95–99.

Parlak, M., & Çanga, M. R. (2007). Farklı debi ve eğim koşullarının parmak erozyonu ve sediment konsantrasyonu üzerine etkileri. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, 20(1), 59–65.

Parlak, M., & Parlak, A. O. (2010). Measurement of splash erosion in different cover crops. *Turkish Journal of Field Crops*, 15(2), 169–173.

Parlak, M., Alatürk, F., Parlak, A. Ö., & Gökkuş, A. (2015). Gökçeada'nın (Çanakkale) çalılı meralarında farklı ıslah uygulamalarının toprak erozyonuna etkisi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(1), 123–132.

Parlak, M., İsmail, T. A. Ş., Koyuncu, Ş., Gür, E., & Uysal, İ. (2017). Eğimli bir kiraz bahçesinde toprak erozyonu ve kiraz köklerinin anatomik yapısı. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(1), 69–77.

Parlak, M., Parlak, A. Ö., & Türkmen, E. (2015). The effect of cover crops to soil erosion in olive orchards. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52(1), 49–56.

Pecorari, E., Squizzato, S., Masiol, M., Radice, P., Pavoni, B., & Rampazzo, G. (2013). Using a photochemical model to assess the horizontal, vertical and time distribution of PM2.5 in a complex area: Relationships between the regional and local sources and the meteorological conditions. *Science of the Total Environment*, 443, 681–691. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.11.047>

Pektezel, H. (2024). Gelibolu Yarımadası'nda CBS tabanlı RUSLE (3D) yöntemiyle erozyon duyarlılık analizi. *The Journal of Academic Social Science*, 17(17), 131–151.

Pınar, M. Ö., & Erpul, G. (2018). Tarım arazilerinde bitkisel örtü ve ürün yönetimi faktörünün (C-faktörü) belirlenmesi ve NDVI ile ilişkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, (32), 83–90.

Pimentel, D., & Burgess, M. (2013). Soil erosion threatens food production. *Agriculture*, 3(3), 443–463. <https://doi.org/10.3390/agriculture3030443>

Ploey, J. D. (1991a). En modeline bağlı olarak selinti ve heyelan alanlarında erozyonun tutulabilme dengesi üzerinde bir irdeleme. *Uluslararası Birinci Bölgesel Jeomorfoloji Konferansı Bildiri Özetleri*, 92–93, Ankara.

Ploey, J. D. (1991b). Yamaç ve drenaj havzasının erozyon duyarlılığının belirlenmesi: EN modeli. *Uluslararası Birinci Bölgesel Jeomorfoloji Konferansı Bildirileri*, 31–40, Ankara.

Reis, M., Dotal, H., Bolat, N., & Savacı, G. (2017). Soil erosion risk assessment using GIS and ICONA: A case study in Kahramanmaraş, Turkey. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(1), 64–75.

Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., & Porter, J. P. (1991). RUSLE: Revised Universal Soil Loss Equation. *Journal of Soil & Water Conservation*, 46(1).

Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., McCool, D. K., & Yoder, D. C. (Eds.). (1997). *Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)* (Agriculture Handbook No.).

Roberts, N. (1989). Güneybatı Türkiye’de tarih boyunca oluşan toprak kaybı ve arazi değişimi. *Jeomorfoloji, İnsan ve Doğal Kaynaklar Konferansı ve Doğal Afetler ve Etkileri Sempozyumu, Türkiye 13. Jeomorfoloji Kurultayı Bildiri Özleri* (S. 66–67). Ankara.

Rouse, J., Haas, R., Schell, J., & Deering, D. (1974). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. *NASA Special Publication*, 351.

Rümeysa, E. R., & Atalay Dutucu, A. (2020). Sakarya Nehri Havzası’nda sıcaklık, yağış ve akarsu rejiminde meydana gelen değişikliklerin incelenmesi. *Journal of Anatolian Cultural Research (JANCR)*, 4(2), 127–143.

Saç, M. M. (2003). Yatağan Havzasında toprak erozyonu hızının radyoaktif sezyum tekniği kullanılarak ölçülmesi.

Saç, M. M. (2009). Determination of soil erosion using radioactive CS-137 tracer model: Agricultural site sample in the Bursa region. *Engineering Sciences*, 4(2), 195–202.

Sancar, F., & Ozaner. (1993). Türkiye’nin GD Akdeniz kıyılarında hızlanmış kıyı erozyonu, nedenleri ve alınması gereken önlemler. *14. Türkiye Jeomorfoloji Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özleri* (S. 7–8). Ankara.

Sarı, H. (2022). İnsansız hava aracı (drone) ile erozyon alanlarının tespiti: Trakya Yarımadası örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1), 70–79.

Sarı, M., & Çömlekçiler, F. (2007). Kızılkaya ignimbritlerinde görülen süreksizliklerin incelenmesi ve kaya kütlelerinin tanımlanması.

Sarış, F. (2017). Low flow analysis in Porsuk Creek Basin. *Journal of Geography*, 33, 72–82.

Satı, R., & Uncu, L. (2022). Bilecik (Merkez ilçe)'de antropo-jeomorfoloji araştırmaları. *Anadolu 11. Uluslararası Sosyal Bilimler Kongresi*.

Saygın, F., Alaboz, P., Aksoy, H., Dengiz, O., İmamoğlu, A., Çağlar, A., & Yusuf, K. O. Ç. (2023). Farklı uydu verilerinden elde edilen indeksler ile toprak erozyon parametreleri arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 60(3), 501–513.

Saygın, F., Dengiz, O., & Serkan, İ. Ç. (2019). Mikro havza ölçeğinde erozyona duyarlılık parametreleri ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. *Toprak Su Dergisi*, 15–23.

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.

Schröder, E. T. D. (2010). Ankara'nın batısındaki tarım topraklarında USLE ile erozyon boyutunun tespiti. *Ekoloji*, 19(75), 58–63.

Selby, M. J. (1993). *Hillslope materials and processes*. Oxford University Press.

Serengil, Y., Özhan, S., Hızal, A., Coşkun, A. A., şengönül, K., Gökbülak, F., & Ataş, E. (1927). Türkiye'de sürdürülebilir su kaynakları yönetim politikalarının oluşturulması bakımından ormancılığın önemi.

Sert, M., Akay, A. E., & Ateşoğlu, A. (2024). Çölleşme ve erozyonla mücadele çalışmalarında uzaktan algılama teknolojilerinin kullanımı. *Çevre şehir ve İklim Dergisi*, 1(Özel), 94–112.

Seyis, Y., & Özalp, M. (2022). Erzincan'da erozyona duyarlı sahalardaki sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ağaçlandırma çalışmalarının başarı/büyüme oranları ile buror teraslama işlemlerinin bazı toprak parametreleri üzerindeki etkilerinin araştırılması.

Sıvacıoğlu, A., Ayan, S., Öner, N., & Çelik, D. A. (2007). Yarı kurak özellikteki Tosya (Kastamonu) yöresi erozyon ve ağaçlandırma çalışmalarının değerlendirilmesi. *Türkiye'de Yarıkurak Bölgelerde Yapılan Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Uygulamalarının Değerlendirilmesi Çalıştayı, Bildiriler Kitabı*.

Smith, D. D., & Wischmeier, W. H. (1957). Factors affecting sheet and rill erosion. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 38(6), 889–896.

Solmaz, F. (2013). Zigana, Balaban ve Gümüşhane Dağlarında aşınım satırları. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (2), 174–184.

Somuncu, M. (1988). Develi Ovasının kuzey ve batı bölümünde rüzgâr erozyonu sorunu ve alınması gereken önlemler üzerine bir araştırma. *Jeomorfoloji*.

Soydan, O. (2023). Soil erosion risk assessment in the Niğde using CORINE model. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(Ek Sayı), 384–401.

Sönmez, K. (1994). *Toprak koruma* (Cilt 169). Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.

Sönmez, K. (2010). Muş Alparslan Devlet Üretme Çiftliği arazisinde yüzeyden alınan toprakların strüktürel dayanıklılığı ve erozyona duyarlılığı üzerine bir araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(3–4).

Sönmez, K., & Özdemir, N. (2011). Iğdır Ovası yüzey topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile strüktürel dayanıklılık ve erozyona duyarlılık ölçütleri arasındaki ilişkiler. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1–4).

Sönmez, M. E., Çelik, M. A., & Seven, M. (2013). Coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama yardımıyla Kilis Merkez ilçesinin erozyon risk alanlarının belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), 1–21.

Sönmez, O. (2013). Nehirlerde 2 boyutlu taşkın modellemesi ve taşkın haritalarının oluşturulması (Doktora tezi, Sakarya Üniversitesi, Türkiye).

Sun, Z., Deal, B., & Pallathucheril, V. G. (2009). The land-use evolution and impact assessment model: A comprehensive urban planning support system. *URISA Journal*, 21(1), 57.

Sunkar, M., & Avcı, V. (2015). Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) ile Hasret Dağı ve çevresinin (Elazığ) erozyon duyarlılık analizi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 13(1), 17–40. [https://doi.org/10.1501/Cogbil\\_0000000161](https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000161)

Şahin, C. (1982). Yarıntı erozyonu çevre–insan. *Bilim ve Teknik*, 175, 40–42.

Şahin, C. (1987). Erozyon-toprak erozyonu-yarıntı (gully) erozyonu. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(1), 189–222.

Şaroğlu, F., Emre, Ö., & Boray, A. (1987). Türkiye'nin diri fayları ve depremsellikleri. *MTA Raporu*, 394.

Şengönül, K. (1986). Toprak ıslanabilirliğinin agregat stabilitesi üzerine etkileri ve farklı ıslanma özelliği taşıyan toprakların değişik erozyon eğilim indeksi kullanılarak saptanan değerlerinin karşılaştırılması. *Journal of The Faculty of Forestry İstanbul University*.

Şengör, A. M. C., & Yılmaz, Y. (1983). Türkiye’de Tetis’in evrimi: Levha tektoniği açısından bir yaklaşım. *Türkiye Jeoloji Kurumu Yerbilimleri Özel Dizisi*, 1, 75.

Şengörür, B., & İsa, D. (2001). Sakarya Nehri’ne ait su kalite gözlemlerinin faktör analizi. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 25, 415–425.

Şenol, M. N. (1973). Erozyonla mücadelede örgütlenme. *Türkiye Jeomorfologlar Derneği Yıllık Bülteni*, 1, 37–40.

Şensoy, H. (2010). Yamaç şekillerinin toprak erozyonuna etkilerinin araştırılması.

Şensoy, H., & Palta, Ş. (2009). Yamaç şekillerinin toprak erozyonuna etkileri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 11(15), 95–98.

Şensoy, H., Kara, Ö., & Hızal, A. (2011). Erozyonun belirlenmesinde yüzeysel akış parseli kullanımının irdelenmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 13(19), 1–13.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (t.y.). *1/100 000 ölçekli toprak haritası* [Harita]. Ankara: Tarım ve Orman Bakanlığı.

Tağıl, Ş. (2007). Tuzla Çayı Havzasında (Biga Yarımadası) CBS-tabanlı RUSLE modeli kullanılarak arazi degradasyonu risk değerlendirmesi. *Ekoloji*, 17(65), 11–20.

Tağıl, Ş. (2009). Çakırdere ve Yahu Dere Havzalarında Balıkesir toprak kaybının mekânsal dağılışı ve etkileyen faktörler. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(22), 23–39.

Tağıl, Ş., Alevkayalı, Ç., & Aytan, B. (2023). Gediz Deltası sulak alanı boyunca kıyı şeridi evrimi ve erozyon hassasiyetinin değerlendirilmesi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 32(Cumhuriyet’in 100. Yılı Özel Sayısı), 127–142. <https://doi.org/10.51800/ece.1322803>

Tanoğlu, A. (1963). Türkiye’de toprak. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Dergisi*, 23(3–4), 194–215.

Taysun, A., & Uysal, H. (1991). GAP Projesi ve muhtemel toprak sorunları bakımından değerlendirilmesi. *Atatürk Kültür Dil ve Tarih Yüksek Kurumu ve Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Meslek Haftası Bildiri Özetleri*, 53–54, Ankara.

Taysun, A., Uysal, H., & Yolcu, G. (1996). Türkiye'nin erozyon sorunu, nedenleri ve yayıldığı alanlar. 3. *Coğrafya Sempozyumu, Bildiri Özetleri*, 69, Ankara: Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi.

Taysun, K. Ş., & Taysun, A. (2020). Rüzgâr erozyonu etkisindeki Manisa-Akselendi Ovası'nda bitki örtüsündeki zamansal değişimin NDVI verileri kullanılarak irdelenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2), 100–105.

Tekkanat, İ., & Sarış, F. (2015). Porsuk Çayı Havzasında akarsu akımlarında gözlenen uzun dönemli eğilimler. *Türk Coğrafya Dergisi*, (64), 69–83. <https://doi.org/10.17211/tcd.44842>

Tekkanat, S. İ. (2016). Porsuk Çayı üst kesiminde ortalama akımların Şen trend metodu kullanılarak araştırılması. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 14(1), 49–57. [https://doi.org/10.1501/Cogbil\\_0000000180](https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000180)

Ternek, Z. (1953). Van Gölü güneydoğu bölgesinin jeolojisi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 4(2), 1–32.

Toker, E. (2010). Borçka ve Deriner barajlarının Çoruh Havzasında neden olduğu arazi kullanım değişiminin ve arazi tahribatının irdelenmesi (Yüksek lisans tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Tonbuş, F. E. (2005). Uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak erozyon riskinin belirlenmesinde yeni bir yaklaşım: Çorum ili örneği (Yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir).

Tuğaç, M. G., & Torunlar, H. (2002). Coğrafi bilgi sistemi teknikleri kullanılarak tarımsal amaçlı veri tabanı oluşturulması ve arazi kullanım planlaması yapılması. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 11(1–2), 120–130.

Tunç, E., & Özkan, A. (2010). Gaziantep'in tarım topraklarında erozyon sorunu ve bu konuda çiftçi eğitimi. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 3(2), 143–153.

Tunçdilek, N. (1951). Türkiye'de toprak erozyonuna ait gözlemler ve düşünceler. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 2, 91–104.

Turan, A., Kurtman, F., & Seymen, İ. (2007). Toroslar'da Hadim bölgesinin paleotektonik dönem jeolojik evrimi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 22(1), 115–130.

Turan, İ. D. (2021). Analitik Hiyerarşik Süreç ve CBS teknikleri kullanılarak Çorum Çayı Havzasında toprak erozyonu riskinin modellenmesi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (6), 41–55.

Turan, İ. D., Özkan, B., & Dengiz, O. (2020). Bulanık Mantık Analitik Hiyerarşik Süreç (BAHS) ile Sinop ili erozyon duyarlılığının mekânsal dağılımının belirlenmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (75), 57–70.

Turoğlu, H. (2022). Kalkanlı Dağlarında kar yaması erozyonu ile oluşan nivasyon oyukları. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (8), 61–77.

Tüfekçi, K. (1985). Türkiye’de toprak erozyonu olayları ile tektonik deformasyonlar arasındaki ilişkiler. *Tabiat ve İnsan Dergisi*, 19(1), 38–41, Ankara.

Tüfekçi, K. (1993). Gölhisar doğusunda (GB Türkiye) Balıkdağ ile Rahatdağ dolayında toprak erozyonu sorunları üzerine bir araştırma. *Jeomorfoloji Dergisi*, (20), 49–59.

Tüfekçioğlu, M., & Yavuz, M. (2016). Yüzeysel toprak erozyonunun RUSLE modeli kullanılarak belirlenmesi: Yusufeli örneği, Artvin. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17(2). <https://doi.org/10.17474/acuofd.47342>

Türkeş, M. (1996). Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey. *International Journal of Climatology*, 16(9), 1057–1076. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0088\(199609\)16:9<1057::AID-JOC75>3.0.CO;2-D](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0088(199609)16:9<1057::AID-JOC75>3.0.CO;2-D)

Türkeş, M. (2002). İklim değişikliği ve sürdürülebilir kalkınma ulusal değerlendirme raporu. Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV).

Türkeş, M. (2011). Akhisar ve Manisa yörelerinin yağış ve kuraklık indisi dizilerindeki değişimlerin hidroklimatolojik ve zaman dizisi çözümlemesi ve sonuçların çölleşme açısından coğrafi bireşimi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 9(1), 79–99.

Türkmen, F., & Erdem, M. (2020). Çırçıp Deresi Havzasında RUSLE modeli ile erozyon riskinin değerlendirilmesi, Turnasuyu-Ordu. *Akademik Ziraat Dergisi*, 9(1). <https://doi.org/10.29278/azd.646854>

Uludağ, M., & Fıçıcı, M. (2018). Saray ilçesinde (Tekirdağ) toprak erozyonunun RUSLE yöntemiyle değerlendirilmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (70), 67–78. <https://doi.org/10.17211/tcd.356669>

Uncu, L., & Karakoca, E. (2021). Antropo-jeomorfolojik bir yaklaşımla Bilecik (Merkez İlçe) taş ocaklarının mekânsal ve zamansal değişimi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (77), 119–130.

Uslu, S. (1960). Toprakların erozyon tesiri ile değişmesi. *Journal of the Faculty of Forestry İstanbul University*, 71–81.

Uslu, S. (1965). Türkiye’de erozyon problemleri. *Journal of the Faculty of Forestry İstanbul University*, **15(1)**, 174–181.

Uslu, S. (1982). Türkiye ormancılığı açısından arazi kullanma sorunu. *Journal of the Faculty of Forestry İstanbul University*, 32(1), 43–56.

Ustaoglu, B., & Koç, D. (2018). Sakarya’nın toprak özellikleri. İçinde C. İkiel (Ed.), *Sakarya'nın fiziki, beşerî ve iktisadi özellikleri* (ss. 253–274). Sakarya Üniversitesi Yayınları.

Uzun, M., & Garipağaoğlu, N. (2022). Göksu Çayı Havzası’nın (Sakarya Nehri Havzası) tehlike duyarlılık analizleri kapsamında havza yönetimi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 31(2), 449–471.

Van der Knijff, J. M., Jones, R. J. A., & Montanarella, L. (2000). *Soil erosion risk assessment in Europe*. European Commission, Joint Research Centre.

Varol, B., Kazancı, N., & Altın, D. (1986). Presence of the Middle-Upper Triassic in the Autochthonous Geyikdağı Unit of the Eastern Taurus (Sarız-Tufanbeyli Region, Kayseri). *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 107, 134–135.

Weier, J., & Herring, D. (2000). *Measuring vegetation (NDVI & EVI)*. NASA Earth Observatory.

[https://earthobservatory.nasa.gov/features/MeasuringVegetation/measuring\\_vegetation\\_1.php](https://earthobservatory.nasa.gov/features/MeasuringVegetation/measuring_vegetation_1.php)

Wilkinson, T. J. (2005). Soil erosion and valley fills in the Yemen Highlands and southern Turkey: Integrating settlement, geoarchaeology, and climate change. *Geoarchaeology*, 20, 169–192.

Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning* (No. 537). Department of Agriculture, Science and Education Administration.

Yakupoglu, T., & Demirci, D. (2013). Kahramanmaraş-Narlı Ovası topraklarının erozyona duyarlılıkları ile bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkiler. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(1), 33–38.

Yakupoglu, T., & Özdemir, N. (2007). Erozyona uğramış topraklara uygulanan arıtma çamuru ve çay endüstrisi atığının toprakların mikro element içeriklerine etkileri. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 208–211.

Yakupoglu, T., Koç, A., & Kara, Z. (2023). Relationships between some general properties and erosion susceptibility of soils where wild rosehip grows in Yozgat Province. *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 2(2), 73–84.

Yalçın, E., & Baran, A. (2016). Ankara-Bağlum Köşrelik Göleti çevresi erozyon riskinin CORINE yöntemi ile tahminlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 3(2), 159–168.

Yalçinkaya, N. M., Çakar, M. M., & Say, N. (2022). Erozyon ile mücadele kapsamında ağaçlandırma projelerinin etkinliği: Atatürk Barajı örneği. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(1), 282–300. <https://doi.org/10.47495/okufbed.1018855>

Yalçınlar, İ. (1977). Türkiye erozyonunda disimetrik sistemler. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 22, 21–28.

Yamanlar, O. (1963). Türkiye'de erozyon ve içtimai neticeleri. *İstanbul Journal of Sociological Studies*, (4), 169–171.

Yamanlar, O. (2014). Türkiye şartlarına uygun yeni bir erozyon klasifikasyonu. *Journal of the Faculty of Forestry İstanbul University*, 53–66.

Yaprak, G., & Yener, G. (1992). Direct measurement of U-238 and disequilibrium state in geological samples by low energy scintillation gamma spectroscopy. *Journal of Geochemical Exploration*, 42(2–3), 345–350.

Yıldırım, A. (2006). Karakaya Barajı ve doğal çevre etkileri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (6), 32–39.

Yıldız, C. (2016). *Yarı kurak iklim bölgelerinde farklı bakı koşullarına sahip yamaçlarda erozyon süreçlerinin incelenmesi (Akziyaret-Şanlıurfa)* (Yüksek lisans tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Yılmaz, C. (2005). Kızılırmak Deltasında meydana gelen erozyonun coğrafi analizi. *Türkiye Kuvaterner Sempozyumu*, 2(5).

Yılmaz, E., & Alagöz, Z. (2008). Toprak bozulması. *Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 22(45), 58–65.

Yılmaz, H. (2010). *Kürk Çayı Havzasının uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak erozyon riskinin belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Yılmaz, H. M., Yakar, M., Mutluoğlu, Ö., & Yurt, K. (2010). İklimsel faktörlerin Kapadokya Bölgesindeki toprak aşınmasına etkisi. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2(1), 13–19.

Yılmaz, İ. (2022). *Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile Eskişehir ili potansiyel erozyon alanlarının belirlenmesi*.

Yılmaz, R. (2010). Monitoring land use/land cover changes using CORINE land cover data: A case study of Silivri coastal zone in metropolitan İstanbul. *Environmental Monitoring and Assessment*, 65(1), 603–615.

Yılmaz, Ü., & Alagöz, Z. (1999). Bitki örtüsü ve su erozyonu ilişkileri. *Akdeniz University Journal of the Faculty of Agriculture*, 12(1), 143–156.

Youssef, F., Saskia, V., Karssenber, D., & Erpul, G. (2010). The spatial variation in wind-blown sediment transport in small scales in Karapınar-Turkey. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(2), 80–88.

Yönter, G. (2006). Laboratuvar koşulları altında yağış yoğunlukları, kaymak tabakası oluşumu ve su erozyonu arasındaki ilişkiler. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43(1), 109–120.

Yurteri, C. (2024). Morphometric analysis of drainage basin with geographic information systems: A case study of Porsuk Stream Basin, Eskişehir, Western Anatolia, Türkiye. *Geography with Multidisciplinary Approaches*, 1(1), 1–13. <https://doi.org/10.29329/mdag.2024.1095.1>

Yüksek, T. (2002). Çayır-meralarda erozyon oluşumunun nedenleri, zararları ve alınması gereken önlemler. 2. *Ulusal Dağlar Yılı Sempozyumu*, 24–25.

Yüksek, T., & Okatan, A. (2000). Trabzon Limni Deresi Havzası topraklarının bazı fiziksel özellikleri ile erozyon eğilimi değerlerinin araştırılması.

Yüksel, E. E., Özalp, M., & Yıldırım, S. (2019). Predicting soil erosion status of the Düz Creek Watershed in Artvin. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 19(3), 290–298.

Yürekli, K., & Öztürk, F. (2000). Tokat-Uğrak Havzası'nda erozyona sebep olan yağmurların incelenmesi. *Journal of Agricultural Sciences*, 6(01), 67–72.

Zengin, M., Özer, S., & Özgül, M. (2009). Çoruh Havzası (İspir–Pazaryolu) erozyon durumunun CBS ile belirlenmesi ve çözüm önerileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(1), 9–19.

Zeybek, H. İ. (2002). Turhal Ovası ve yakın çevresinde toprak erozyonu. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 8, 99–130.

Zhang, A., Luo, W., Sun, J., Xiao, H., & Liu, W. (2015). Distribution and uptake pathways of organochlorine pesticides in greenhouse and conventional vegetables. *Science of the Total Environment*, 505, 1142–1147.

Zijlstra, G. (1952). Erosion of the Namurian during the Westphalian Bc in the Zonguldak Coal Field (Turkey). *Bulletin of Mineral Research and Exploration*, 42–43.

Zreda, M. G., Phillips, F. M., & Elmore, D. (1999). Cosmogenic <sup>36</sup>Cl dating of erosional surfaces in the Mojave Desert. *Quaternary Research*, 52(2), 145–149. <https://doi.org/10.1006/qres.1999.2065>