

**LJAR**Lapseki Meslek Yüksekokulu Uygulamalı Bilimler Dergisi
https://ljar.dergi.comu.edu.tr

LEAM Modeli ile Erozyon Riskinin Değerlendirilmesi Assessment of Erosion Risk with the LEAM Model

Timuçin Everest^{1,*}, **Ali SUNGUR²**, **Hasan ÖZCAN²**¹ Doç. Dr., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lapseki Meslek Yüksekokulu² Prof. Dr., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

MAKALE BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Geliş Tarihi: 08.09.2025

Kabul Tarihi: 23.10.2025

Anahtar Kelimeler:

Arazi degradasyonu

LEAM

Erozyon

Çanakkale

ÖZ

Hızlandırılmış toprak erozyonu, ekonomik ve çevresel etkileri nedeniyle küresel bir sorun haline gelmiştir. Erozyonu etkili bir şekilde tahmin etmek ve erozyon yönetim planları oluşturmak için farklı birçok formülasyon ve bilgisayar modelleri geliştirilmiştir. Bu çalışma da erozyon riskinin tahmin edilebilmesi için Çanakkale ili Bayramiç ilçesinin güney doğusunda bulunan Derekolu mevkiinde bir çalışma yürütülmüştür. Araştırma kapsamında erozyon risk durumunu belirlemek için LEAM (Land Erodibility Assessment Model) kullanılmıştır. Bu kapsamda Derekolu mevkiindeki arazilerin eğim riski (S), yağışın erozyon oluşturma riski (RR) ve toprağın erozyon duyarlılık faktörü (K) LEAM metodolojisi kapsamında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre araştırma alanındaki arazilerin %35.61'inin düşük, %41.34'ünün orta ve %23.05'inin ise yüksek düzeyde potansiyel erozyon riskine sahip olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanındaki özellikle yüksek eğimli arazilerde toprak koruma tedbirleri alınması gerekmektedir. Bu çalışmadan elde edilen veriler, doğal kaynakların izlenmesi, değerlendirilmesi ve yönetimi açısından önemli bilgiler sunma potansiyeline sahiptir.

ARTICLE INFO

Research Article

Received 08.09.2025

Accepted: 23.10.2025

Keywords:

Land degradation

LEAM

Erosion

Çanakkale

ABSTRACT

Accelerated soil erosion has become a global problem due to its economic and environmental impacts. Numerous formulations and computer models have been developed to effectively predict soil erosion and inform erosion management plans. In this study, a study was carried out in the Derekolu area located in the southeast of the Bayramiç district of Çanakkale to estimate the erosion risk. Within the scope of this research, the Land Erodibility Assessment Model (LEAM) was used to determine the erosion risk status. In this context, the slope risk (S), precipitation erosion risk (RR), and soil erosion susceptibility factor (K) of the lands in Derekolu were evaluated using Geographic Information Systems (GIS) within the framework of the LEAM methodology. According to the results, 35.61% of the land in the study area has a low potential erosion risk, 41.34% a medium risk, and 23.05% a high risk. Soil conservation measures are vital in steeply sloped areas. The findings of this study have the potential to provide valuable information for the monitoring, assessment, and management of natural resources.

* Sorumlu yazar.

* timucineverest@comu.edu.tr

1. GİRİŞ

Sürdürülebilir toprak yönetimini tehdit eden en önemli unsurlardan biri erozyondur. Erozyon başta topraklar olmak üzere ekosistemdeki tüm doğal faktörler ve canlıları tehdit etmektedir. Diğer bir ifade ile su kaynakları, biyolojik çeşitlilik, karbon depolama ile hava kalitesini direkt ve dolaylı yoldan etkileyerek karasal ve sucul ekosistemlerini degradasyona uğratmaktadır (Quinton ve Fiener 2024; Parlak ve ark., 2022). Erozyon, genel bir ifadeyle su, rüzgar, buzul, çığ, gravite gibi etmenlerce toprakların bir yerden başka bir yere taşınması ve meydana gelen degradasyondur. Doğal (jeolojik) ve hızlandırılmış (insan etkisi) olmak üzere iki çeşit erozyon tanımlanmaktadır. Doğal erozyon tüm iklim kuşaklarında ve tüm karasal ekosistemlerde görülmektedir, ancak insan etkisi ile oluşan hızlandırılmış ve yüksek düzeyde degradasyona neden olan erozyon sosyo-kültürel etmenler ve eğitim durumuna göre lokasyonel olarak farklılık gösterebilmektedir. Özellikle işlemeli tarıma uygun alanlarda ortaya çıkan erozyon ve sedimentasyon, tarımsal üretimi ve toprak verimliliğini olumsuz etkilemektedir. Bu durum, dolaylı olarak kırsal kesimin ekonomik yapısını zayıflatmakta ve sağlıklı, güvenilir gıdaya erişimde yaşanan sorunlar nedeniyle tüm toplumu etkileyerek sosyoekonomik dengenin bozulmasına ve ekonomik gelişimin engellenmesine yol açabilmektedir. Ülkemizdeki iklimsel değişkenlikler, jeomorfolojik özellikleri ve arazi kullanımı ve yönetimindeki değişimler erozyonun başlıca nedenleri arasındadır (Everest ve ark., 2025). Toprak erozyonunun potansiyeli ve düzeyinin bilinmesi gerçekleştirilecek her türlü arazi kullanım ve havza planlama çalışmaları açısından kıymetlidir. Dünya genelinde araştırmacılar toprakların erozyona karşı duyarlılıklarının hızlı bir şekilde belirlenmesi amacıyla farklı modeller ortaya koymuşlardır (Kanar ve Dengiz, 2015). Ülkemiz genelinde de farklı modeller kullanılarak erozyonun boyutu tahminlenmektedir. Bunlar arasında yaygın olarak RUSLE, CORINE, MEDALUS, ICONA, MEDALUS, PESERA ve LEAM modelleri kullanılarak birçok araştırma yürütülmüştür (Artun ve Koca, 2018; Dengiz ve Akgül, 2005; Everest ve ark. 2020; Bilgiç ve Er, 2025; Berberoğlu ve ark. 2020; Kanar ve Dengiz, 2015). Çalışma alanı olarak seçilen Çanakkale ilinin Bayramiç ilçesinde LEAM modeli kullanılarak yapılan bir erozyon tahmin çalışması bulunmamaktadır.

Bu çalışmada LEAM modeli, arazi duyarlılığını hızlı ve mekansal olarak değerlendirme kapasitesi nedeniyle tercih edilmiştir (Kanar ve Dengiz, 2015). Bu çalışmanın temel amacı Çanakkale-Bayramiç, Derekolu mevki topraklarının LEAM modeli kullanılarak erozyon riskinin ortaya konması ve coğrafi bilgi sistemleri teknikleri ile risk haritalarının oluşturulmasıdır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Çalışma alanı, Çanakkale ilinin Bayramiç ilçesinin güney doğusunda bulunmakladır. Çalışma alanı 39° 50'–39° 43' kuzey enlemeler ile 26° 39'–26° 51' doğu boylamları arasında yer almakta olup toplam 27855 ha alan kaplamaktadır. Çalışma alanı, batıda Ayvacık ilçesi, doğuda Çan ilçesi ve kuzeyde ise Çanakkale Merkez ilçesi ile sınır konumdadır. Çalışma alanında Toprak Taksonomisine Soil Survey Staff (2022)'e göre Entisols, Mollisols ve Inceptisols ordolarına ait topraklar bulunmaktadır (Ekinci ve ark., 2023). İnceleme alanı, Akdeniz ve Marmara iklimleri arasında geçiş iklim özelliklerine sahiptir. Yıllık ortalama sıcaklık 14,0 °C olup, yıllık ortalama yağış miktarı ise yaklaşık 624,3 mm'dir. Araştırma alanına ait 1/25000 ölçekli sayısal topoğrafik harita çalışmada temel kartografik materyal olarak kullanılmıştır. Verilerin değerlendirilmesi, haritaların oluşturulması için ArcMAP 10.4 yazılımı kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. LEAM (Land Erodibility Assessment Model-Arazi Erozyon Değerlendirme Modeli)

LEAM arazilerin potansiyel erozyon riskini ortaya koymak için kullanılan bir erozyon değerlendirme metodolojisidir (Kanar ve Dengiz 2015; Manrique 1988). LEAM yönteminin uygulanmasında üç arazi karakteristiği değerlendirmeye alınmaktadır. Bunlardan ilki arazi eğim riskidir (S). Eğim risk faktörü sayısal

1/25.000 ölçekli topoğrafik harita kullanılarak üretilmiştir. Eğim yöntem gereği (%0-10, %10-20, %20-30 ve >%30) olmak üzere dört sınıfa ayrılmıştır. İkincisi karakteristik ise yağışın erozyon oluşturma riski (RR)'dir. Yağışın erozyon oluşturma riski Fournier İndeksi kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplama kullanılan formül aşağıda verilmiştir.

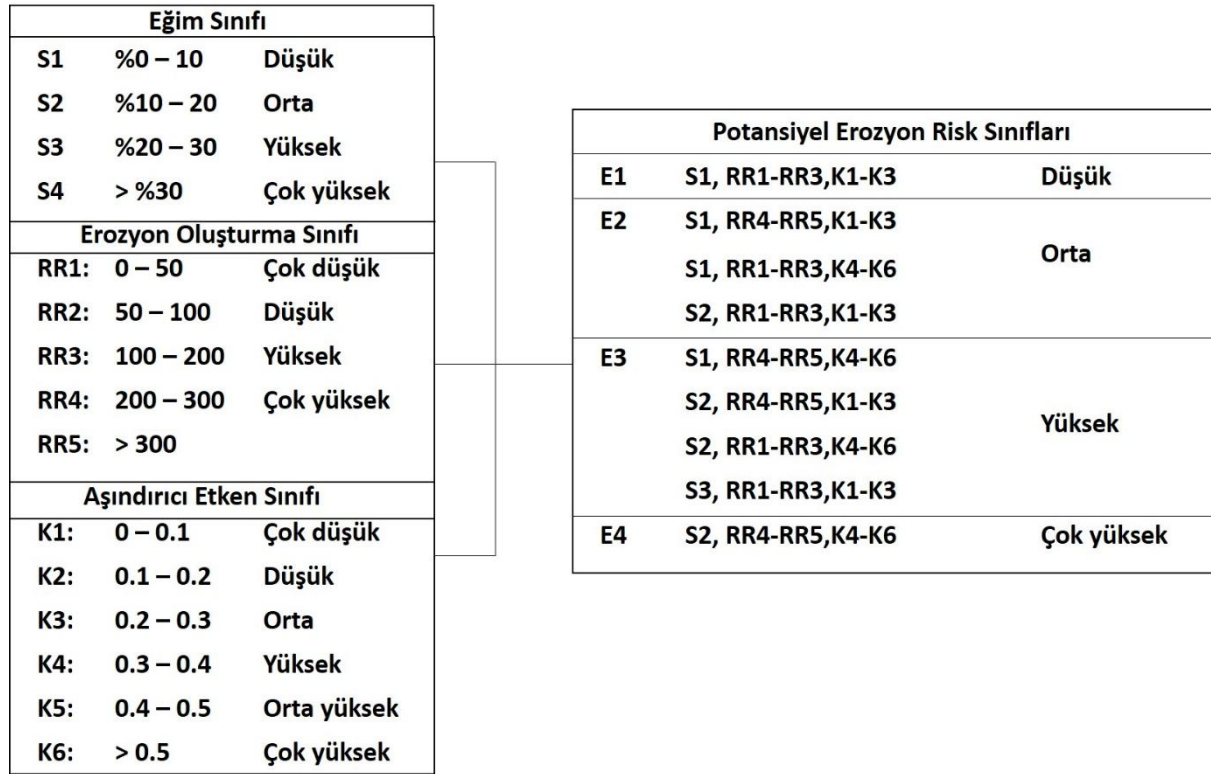
$$FI = \sum_{i=1}^{12} \frac{Pi^2}{P}$$

Buradaki formülde;

Pi: i ayına ait toplam yağışı,

P: yıllık toplam yağışı ifade etmektedir.

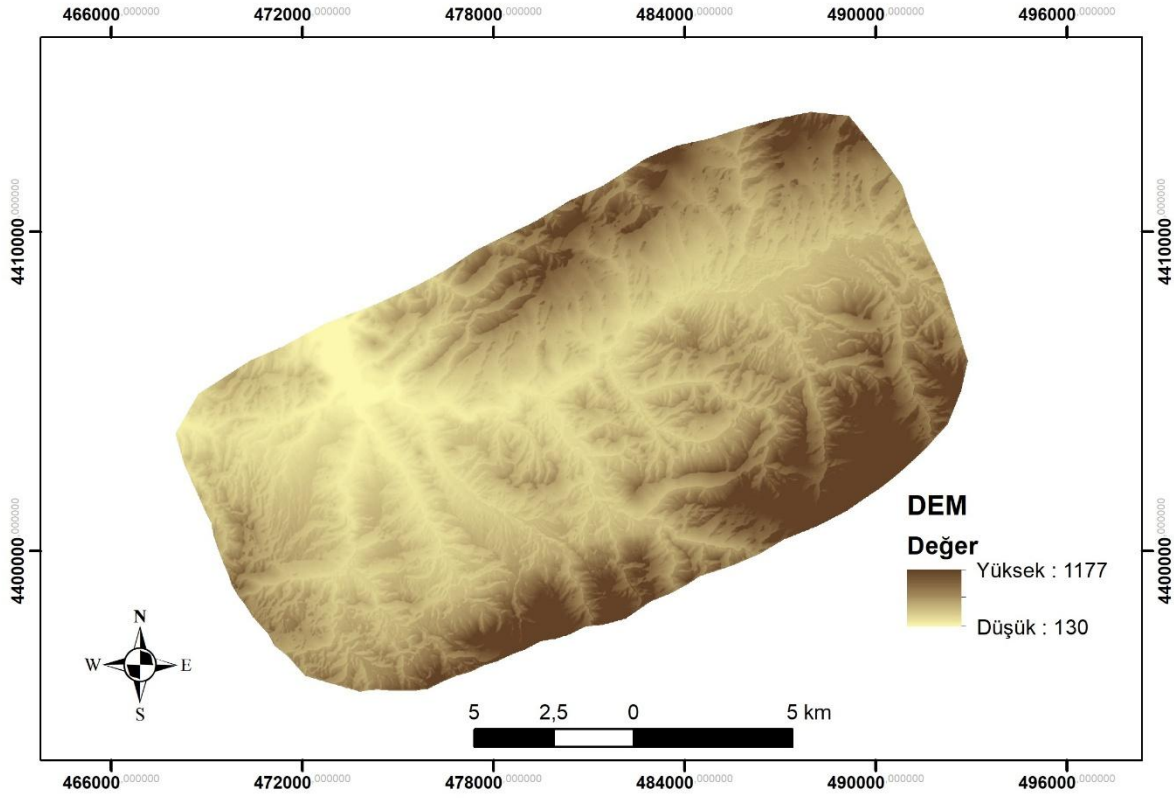
Üçüncü karakteristik ise toprağın erozyon duyarlılık faktörüdür (K). Toprak erozyon duyarlılık faktörü (Wischmeier ve Smith, 1978)'in erodibilite denklemi yardımıyla belirlenmiştir. K faktörünün belirlenmesinde kullanılan toprak verileri Everest ve Gür (2022) den alınmıştır. Anılan bu karakteristikler CBS ortamında farklı katmanlar şekilde haritalanmış ve birleştirilmiştir. Çalışmanın akış diyagramı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. LEAM modeli akış diyagramı

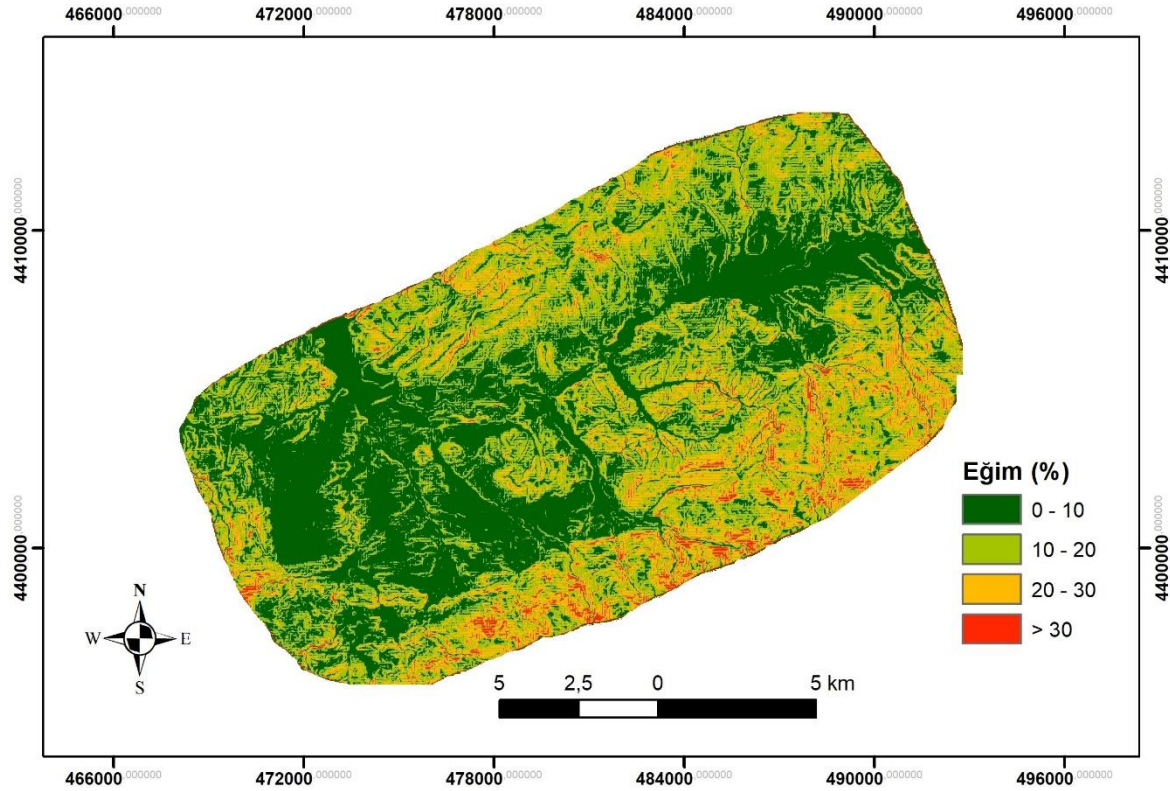
3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma alanını temsilen 1/25000'lik topoğrafik haritadan üretilen sayısal yükseklik modeli (DEM) Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 2'de görüldüğü gibi inceleme alanı 130 m ile 1770 m kotları arasında yer almakta ve farklı aşınım yüzeylerine sahip basamaklı morfolojiden oluşmaktadır.



Şekil 2. Çalışma alanı sayısal yükseklik modeli

LEAM erozyon modeline göre değerlendirmeye alınan ilk parametre eğim risk parametresidir. Yöntem doğrultusunda %0-10 arasında eğime sahip araziler düşük, %10-20 arasında olanlar orta, %20-30 arasında olanlar yüksek ve eğim derecesi >30 olanlar ise çok yüksek olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma alanı eğim haritası Şekil 3'te verilmiştir. Yapılan sınıflandırmalar neticesinde Derekolu mevkindeki arazilerin %42,50'si (%0-10), %37,95'i (%10-20), %16,88'i (%20-30) ve % 2,67'si (>30) ise fazla eğime sahiptir (Şekil 3).



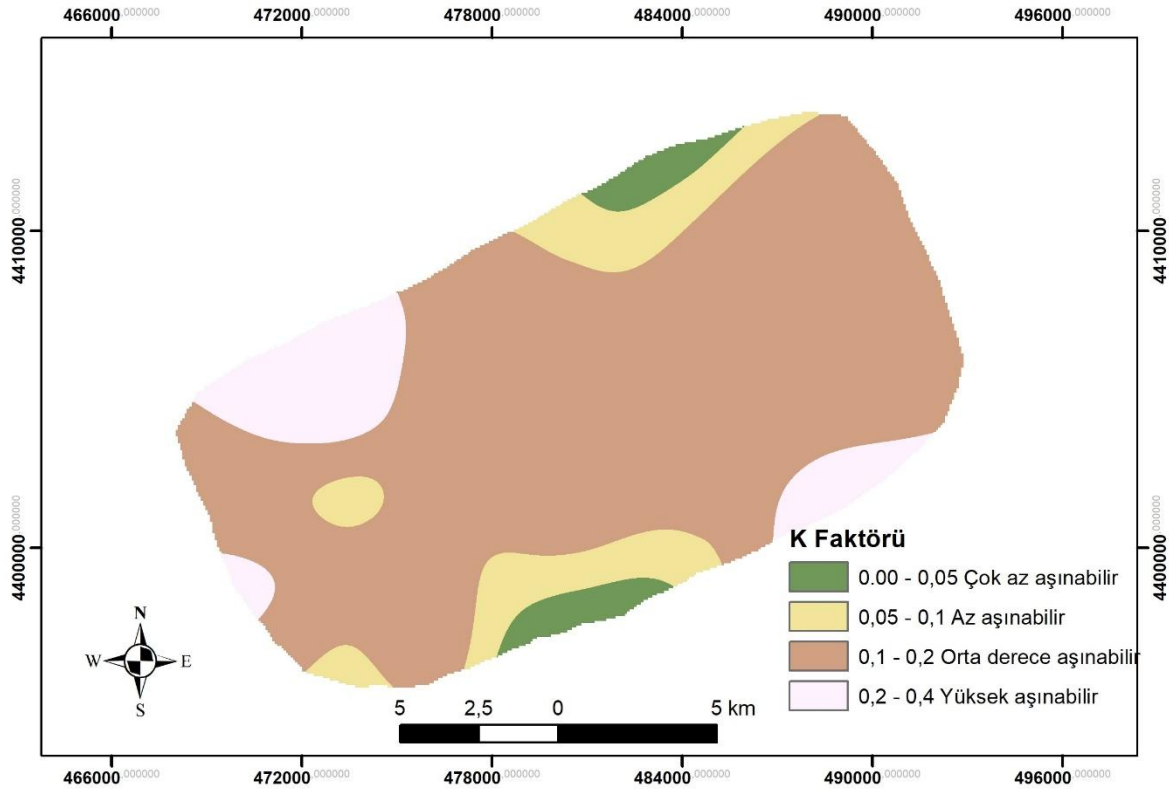
Şekil 3. Çalışma alanı eğim sınıfları

Yağışın erozyon oluşturma etki faktörü Fournier İndeksi hesaplamasıyla belirlenmiştir. Fournier yağışın erozivitesini tahmin etmekte kullanılan bir indekstir (Harsányi ve ark. 2022). Meteorolojik veriler kullanılarak yapılan hesaplamalar doğrultusunda (Tablo 1) Fournier indeksinin 70,05 ile 2. sınıf yani düşük sınıfta olduğu belirlenmiştir.

Tablo 1. Çanakkale iline ait yağış verileri (MGM, 2025)

Aylar	P (mm)
Ocak	91.4
Şubat	71.6
Mart	65.7
Nisan	45.0
Mayıs	29.7
Haziran	25.6
Temmuz	14.4
Ağustos	10.7
Eylül	24.5
Ekim	54.8
Kasım	84.8
Aralık	106.0
Toplam	624.3

LEAM modelinde değerlendirmeye alınan diğer bir parametre ise toprağın erozyona duyarlılık faktörü (K) faktörüdür. K faktörü çalışma alanına ait 25 adet yüzey toprağının toprak tekstürü, organik madde içeriği, strüktür ve geçirgenlik parametreleri kullanılarak Wischmeier ve Smith (1978) eşitliği doğrultusunda belirlenmiştir. CBS ortamında Kriging yöntemi kullanılarak K faktörünün dağılım haritası oluşturulmuştur (Şekil 4). Çalışma alanında 4 adet K sınıfı belirlenmiştir. Oluşturulan K faktör sınıflara göre 994.8 ha olan çok düşük aşınabilir, 2045.23 ha alan düşük aşınabilir, 21029.42 ha alan orta derece aşınabilir ve 2785.55 ha alan ise yüksek derece aşınabilir olarak sınıflandırılmıştır (Tablo 2).



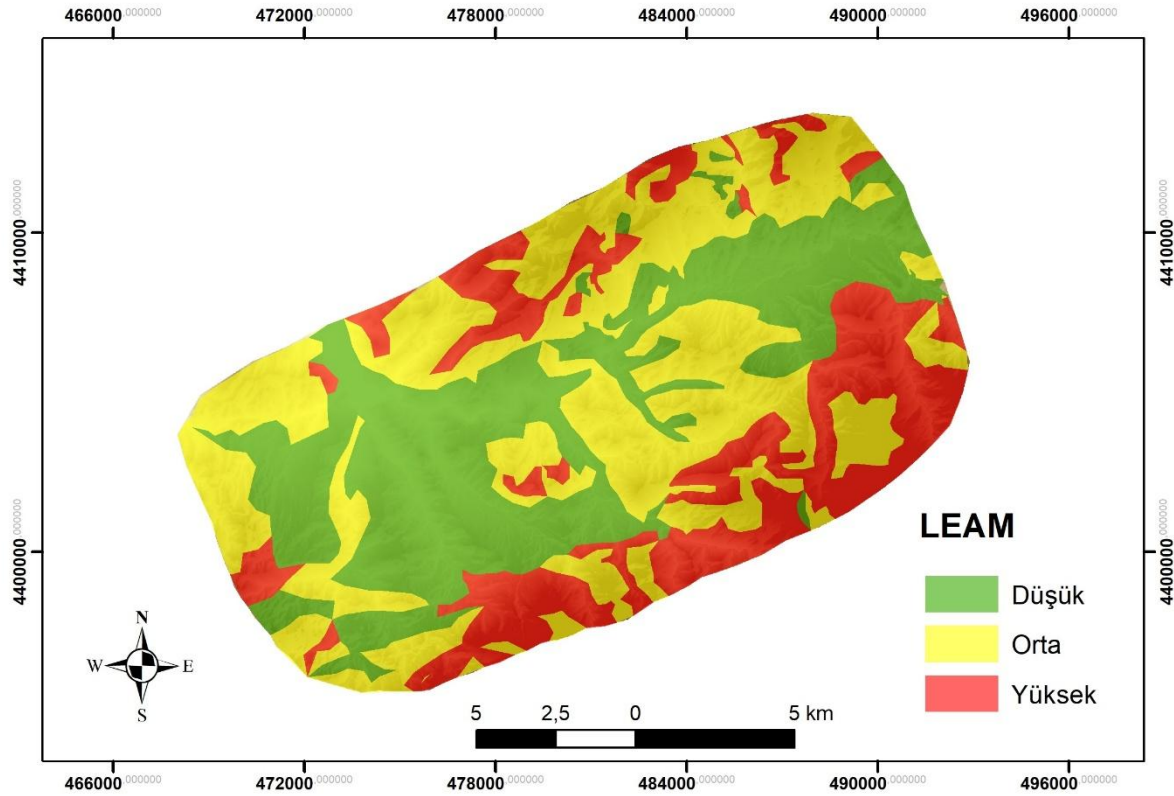
Şekil 4. LEAM modeline göre toprakların erozyona karşı duyarlılık haritası

Tablo 2. K faktör sınır değerleri ve alansal dağılımı

K faktör sınıf değerleri		
Sınıf	Aralık	Alan (ha)
Çok az aşınabilir	0.00 - 0.05	994.8
Az aşınabilir	0.05 - 0.10	3045.23
Orta derece aşınabilir	0.10 - 0.20	21029.42
Yüksek aşınabilir	0.20 - 0.40	2785.55

Metodoloji doğrultusunda elde edilen bu üç katman (eğim, Fournier indeks ve K faktörü) CBS ortamında değerlendirilerek birleştirilmiş ve LEAM erozyon risk haritası elde edilmiştir (Şekil 5). LEAM yöntemine göre ortaya çıkan potansiyel erozyon risk sınıfı değerlendirmesine göre Bayramiç Derekolü mevkisindeki arazilerin %35.61'i düşük, %41.34'ü orta ve %23.05'i ise yüksek potansiyel erozyon riski ile karşı karşıyadır. LEAM

modeli kullanılarak gerçekleştirilen farklı çalışmalarda da değişik sonuçlar elde edilmiştir. Karaş ve Oğuz (2009) Sarısu havzasındaki arazilerin %64.33'ünün düşük, %29.29'unun orta, %5.42'sinin orta-yüksek ve %0.96'sının ise yüksek erozyon riskine maruz kaldığını bildirmiştir. Kanar ve Dengiz (2015) Madendere havzasındaki arazilerin %24.8'ini düşük ve orta, %41.9'unu yüksek ve % 28.6'sını ise çok yüksek erozyon riskine sahip olarak sınıflamışlardır. Erdem (2017) Turnasuyu mevkiinde arazilerin %6.4'ünü düşük, %7.3'ünü orta, %10.8'ini yüksek, %72.6'sını çok yüksek ve %2.9'unu ise aşırı yüksek olarak sınıflamıştır. Gerçekleştirilen analizler ve uygulanan motedoloji doğrultusunda bu çalışma ile LEAM modelinin bölgesel düzeyde uygulanabilirliğini göstermektedir.



Şekil 5. LEAM modeline göre erozyon risk haritası

Tablo 3. LEAM yöntemine göre potansiyel erozyon risk sınıfı

Sınıf	Alan (ha)	Oran (%)
Düşük	9920	35,61
Orta	11515	41,34
Yüksek	6420	23,05
Toplam	27855	100

4. Sonuç ve Öneriler

Günümüzde, toprak erozyonunu modellemek için formülasyon tabanlı yöntemler ile CBS tekniklerinin entegrasyonuna dayalı çeşitli metodolojiler geliştirilmiştir. Bu kapsamda, erozyon riskinin değerlendirilmesi amacıyla bu çalışma Bayramiç ilçesinin güneydoğusunda yer alan Derekolu mevkiinde yürütülmüştür. CBS

ortamında farklı veri katmanlarının entegre edilmesiyle elde edilen mekansal veri setleri ve risk haritaları, mekansal planlama açısından önemli bir araç olarak değerlendirilmektedir. Çalışmanın sonuçlarına göre bölge arazilerinin %23.05'inde yüksek düzeyde erozyon riski bulunmaktadır. Erozyona riskinin bulunduğu araziler genellikle yüksek eğimli alanlardır. Erozyon tehdidi ile karşı karşıya olan alanlarda toprak koruma uygulamalarına öncelik vermek gerekmektedir. Koruma çalışmalarının uygulanması, toprak degradasyonunun azaltılmasına ve rehabilitasyon faaliyetlerinin etkinliğinin artmasına katkı sağlayabilir. Ayrıca, insan faaliyetlerinin toprak erozyonu üzerindeki etkilerine yönelik farkındalığın artırılması ve eğitim çalışmalarının yürütülmesi, erozyonla mücadelede önemli bir rol oynamaktadır. Bununla birlikte, bölge halkının sürdürülebilir arazi kullanımı ve toprak korumanın önemi konusunda eğitilmesi de toplumun farkındalığını güçlendiren bir diğer unsur olarak değerlendirilebilir. Çalışmanın temel bir sınırlılığı, elde edilen model sonuçlarının arazi gözlemleri ile doğrulanmamış olmasıdır. Modelin doğruluğunun arazi çalışmalarıyla desteklenmesi durumunda, yöntemin sunduğu erozyon riski çıktılarının güvenilirliği ve başarısı önemli ölçüde artacaktır.

EXTENDED SUMMARY

Introduction

Accelerated soil erosion is a critical global issue that threatens sustainable land management by degrading ecosystems and impacting agricultural productivity. This study was conducted in the Derekolu area of Bayramiç district, Çanakkale, to assess erosion risk, a location where no previous study had applied the LEAM (Land Erodibility Assessment Model). The primary goal was to map the potential erosion risk by integrating this model with Geographic Information Systems (GIS).

Method

The research utilized the LEAM methodology, which evaluates three key parameters within a GIS environment: slope risk (S), rainfall erosivity risk (RR) calculated via the Fournier Index, and the soil erodibility factor (K) determined using the Wischmeier and Smith equation. These layers were synthesized to produce a comprehensive erosion risk map for the study area.

Findings and Results

The analysis revealed that a significant portion of the Derekolu area faces varying proportions of erosion threat. The final LEAM risk map classified the land as follows: 35.61% low risk, 41.34% medium risk, and 23.05% high risk. The areas identified with high erosion potential were predominantly located on steep slopes, highlighting the strong influence of topography.

Discussion and Conclusions

This study confirms that the LEAM model is an effective tool for rapid erosion risk assessment. The results underscore the urgent need for soil conservation practices, particularly on the high-slope lands identified as high-risk. The findings provide valuable data for natural resource management and planning. To combat erosion effectively, it is crucial to implement conservation measures in these vulnerable areas and enhance public awareness and education on sustainable land use practices.

KAYNAKÇA

- Artun, O., Koca, Y. K. (2018). Determination of Soil Losses Using RUSLE Model and Geographical Information Systems (GIS) in a Selected Area in Mediterranean Region of Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(5), 3359-3366.
- Berberoğlu, S., Cilek, A., Kirkby, M., Irvine, B., Donmez, C. (2020). Spatial and temporal evaluation of soil erosion in Turkey under climate change scenarios using the Pan-European Soil Erosion Risk Assessment (PESERA) model. *Environmental monitoring and assessment*, 192(8), 491.
- Bilgiç, S., Er, S. (2025). Malatya ilinde ICONA yöntemi ile CBS ve uzaktan algılama tabanlı erozyon risk analizi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 14(1), 350-359.
- Dengiz, O., Akgül, S. (2005). Soil erosion risk assessment of the Gölbaşı environmental protection area and its vicinity using the CORINE model. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29(6), 439-448.
- Ekinci, H., Özcan, H., Everest, T., 2023, Çanakkale Toprakları, Çanakkale'nin Stratejik Sektörü Tarım-2, ed. M. Şeker, F. Kahrıman, A. Sungur, B. Polat, 1-60, Gaziantep, Türkiye: Özgür Press
- Erdem, M., 2017, Erozyon tahmin modelleri ile toprak kaybının hesaplanması, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, 81 sf.
- Everest, T., Sungur, A., Özcan, H., 2025, ICONA Modeli ile Biga Yarımadası Güneybatı Bölümünün Erozyon Risk Değerlendirmesi, ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(1), 59-69.
- Everest, T., Sungur, A., Özcan, H. (2020). MEDALUS Yöntemi Kullanılarak Karacabey Tarım İşletmesi Toprak Kalite İndeksinin Değerlendirilmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(1), 120-131.
- Everest, T., Gür, E. (2022). A GIS-based land evaluation model for peach cultivation by using AHP: a case study in NW Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(4), 241.
- Harsányi, E., Bashir, B., Alsilibe, F., Moazzam, M F U, Ratonyi, T., Alsalman, A., Mohammed, S., 2022, Predicting modified Fournier index by using artificial neural network in Central Europe, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(17), 10653.
- 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.
- Karaş, E., Oğuz, İ. (2009). Sakarya-Porsuk-Sarısu-Havzasında CORINE, LEAM ve USLE metodolojilerinin kullanılarak erozyon risk haritalarının hazırlanması. *Konya*, 1, 16-18.
- Manrique, L A, 1988, LEAM. Land Erodibility Assessment Methodology. Using soil survey data based on soil taxonomy, Editorial and Publication Shop, Honolulu, Hawaii, USA.
- MGM, 2025, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, İllere ait resmi istatistikler, Çanakkale İstatistikleri, www.mgm.gov.tr.
- Quinton, J N, Fiener, P, 2024, Soil erosion on arable land: An unresolved global environmental threat, *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 48(1), 136-161.
- Parlak, M., Everest, T., Tunçay, T., Caballero-Calvo, A., Rodrigo-Comino, J. (2022). Soil losses due to leek and groundnut root crop harvesting: An unstudied regional problem in Turkey. *Land Degradation & Development*. 33(11): 1799-1809.
- Soil Survey Staff. 2022. Keys to Soil Taxonomy, 13th edition. USDA Natural Resources Conservation Service.
- Wischmeier, W H, Smith, D D, 1978, Predicting rainfall erosion losses, USDA Agricultural Handbook, no: 537, USA.