



M D A G

MULTIDISCIPLINARY
APPROACHES WITH GEOGRAPHY

Başvuru 03.12.2024 Received | Kabul 16.12.2024 Accepted
E-ISSN:2980-1141 | <https://www.mdag.com.tr>
Cilt 2, Sayı 4 (2024), ss. 255-267
Doi.,



Atf Bilgisi / Reference Information

Aktaş, İ., Yaş, M., ve Kılıç, O. M. (2024). RUSLE Modeli ile Erozyon Duyarlılık Alanlarının Tahmini: Tersakan Çayı Havzası Örneği. *Multidisipliner Yaklaşımlarla Coğrafya Dergisi*, 2(4), 255-267

RUSLE Modeli ile Erozyon Duyarlılık Alanlarının Tahmini: Tersakan Çayı Havzası Örneği

Estimation of Erosion Susceptibility Areas with RUSLE Model: Example of the Tersakan Stream Basin

İrem AKTAŞ 

YL. Öğrencisi., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, irem.aktas3218@gop.edu.tr

Mustafa YAŞ 

YL. Öğrencisi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, mustafa-yas@hotmail.com

Orhan Mete KILIÇ 

Doç. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, orhanmete.kilic@gop.edu.tr

ÖZET

Erozyon hem doğal hem de beşerî etkiler sonucunda meydana gelen ve toprağın kaybedilmesiyle sonuçlanan bir süreç olup, günümüzde çevresel sorunların başında gelmektedir. Toprak aşınımı, uzun vadede en önemli doğal kaynaklardan biri olan toprağın kaybına neden olarak, deprem, sel ve heyelan gibi yıkıcı doğal afetlerle eşdeğer bir öneme sahiptir. Türkiye'nin engebeli arazisi ve geniş bitki örtüsü yoksunluğu, Türkiye'de sürekli toprak kaybına yol açmaktadır. Bu bağlamda çalışma Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı Geliştirilmiş Evrensel Toprak Kaybı Denklemi (RUSLE) yöntemi ile Tersakan havzasındaki erozyona duyarlı sahalara belirlenmesini ve haritalanmasını hedeflemektedir. Çalışma Orta Karadeniz Bölgesi'nde yer alan ve Yeşilirmak Nehri havzasının alt havzalarından biri olan Tersakan havzasında yürütülmüştür. Çalışmada ArcGIS 10.5 paket programı kullanılmıştır. Çalışma, Tersakan havzasının erozyona eğilimli bölgelerini tanımlamak ve bu bölgelerde erozyon duyarlılığını minimize etmek için alınabilecek önlemleri belirlemeyi hedeflemektedir. RUSLE modeli ile hesaplanan erozyon duyarlılığı tahmini ortalaması 0,242 ton/ha/yıl olarak hesaplanmıştır. Çok yüksek duyarlılığa sahip sınıfın alansal yüzdesi %0,02'dir. Çok yüksek duyarlılık sınıfına ait minimum değer 22,15, maksimum değer 110,77'dir.

Anahtar Kelimeler: Toprak Erozyonu, RUSLE, Tersakan, Coğrafi Bilgi Sistemleri

ABSTRACT

Erosion is a process that occurs as a result of both natural and human effects and results in the loss of soil, and is one of the leading environmental problems today. Soil erosion, in the long term, causes the loss of soil, one of the most important natural resources, and has an importance equal to destructive natural disasters such as earthquakes, floods and landslides. Turkey's rugged terrain and extensive lack of vegetation cover lead to continuous soil loss in Turkey. In this context, the study aims to determine and map the areas susceptible to erosion in the Tersakan basin using the Improved Universal Soil Loss Equation (RUSLE) method based on Geographic Information Systems (GIS). The study was carried out in the Tersakan basin, which is one of the sub-basins of the Yeşilirmak River basin in the Central Black Sea Region. ArcGIS 10.5 package program was used in the study. The study aims to define the erosion-prone areas of the Tersakan basin and to determine the measures that can be taken to minimize erosion sensitivity in these regions. The estimated average erosion sensitivity calculated with the RUSLE model is 0.242 tonnes/ha/year. The spatial percentage of the class with very high sensitivity is 0.02%. The minimum value for the very high sensitivity class is 22,15, and the maximum value is 110.77.

Keywords: Soil Erosion, RUSLE, Tersakan, Geographic Information Systems



Giriş

Jeolojik devirler boyunca yer yüzündeki kayalar kimyasal ve fiziksel süreçler ile parçalanmış ve çeşitli toprak gruplarını oluşturmuştur. Bu süreç günümüzde de devam etmekte ve toprak oluşumunun sürekliliğini sağlamaktadır. Ancak toprak yapısını tehdit eden bir takım doğal ve beşerî faktörler bulunmaktadır ve bu faktörlerin başında toprak erozyonu gelmektedir. Erozyon, toprak verimliliğini ve ürün miktarını önemli ölçüde azaltan tehditlerden biridir ve yanlış arazi kullanımıyla ilişkilidir (Avcıoğlu vd., 2021). Erozyon, toprağın en verimli kısmı olan A horizonunu aşındırarak taşınmasına sebep olmaktadır. Bunun sonucunda verimli A horizonu taşınarak yerini daha sert, sıkı ve humus açısından fakir olan B horizonuna bırakır. Bu durumda, toprak verimliliği %50-80 oranında azalma göstermektedir (Mutlu vd., 2021). Yüzey akışları ile taşınan bitki besin maddeleri ve pestisitler de akarsuların, göllerin, barajların ve denizlerin kirlenmesine neden olur. Bu kirlilik ise ekosistem ve toprak verimliliğinin azalmasına, topraktaki yaşamsal döngünün bozulmasına neden olmaktadır (Esmeray ve Çankaya, 2019).

Türkiye, erozyonun her türünün ve şiddetinin görüldüğü ülkelerin başında yer almaktadır. Her yıl akarsularla denizlere en az 500 milyon ton verimli ülke toprağı sürüklenerek gitmektedir (Dutucu & Mutlu, 2022). Bu nedenle toprağın korunması ve gerekli önlemlerin alınması, çevresel sürdürülebilirlik ve ekosistem sağlığı açısından hayati önem taşımaktadır (Güneş, 2018).

Erozyonun belirlenmesinde birden fazla tahmin modeli kullanılmaktadır. En çok kullanılan yöntemler arasında ise Revize edilmiş/Evrensel Toprak Kaybı Denklemi (RUSLE/USLE) tahmin modeli bulunmaktadır (Mutlu ve Soykan, 2021; Tüfekçioğlu ve Yavuz, 2016). Bir diğer tahmin modeli ise Avrupa Birliği ülkelerinde ve Türkiye'nin de içinde bulunduğu bazı Akdeniz ülkelerinde kullanılan ICONA/MICONA (Institute for Conservation of Nature) modelidir (Ediş vd., 2021; Hatipoğlu, 2020; Hatipoğlu ve Uzun, 2020; Özvan vd., 2022). Pan-European Soil Erosion Risk Assessment (PESERA) modeli de literatürde tercih edilen erozyon tahmin modellerinden biridir (Çilek ve Berberoğlu, 2013). Bu yöntemler içerisinde RUSLE, en çok kullanılan modellerden biridir.

RUSLE modeli, özellikle toprağın erozyon duyarlılığını tahmin etmede, erozyona duyarlı sahaların yönetiminde, sürdürülebilir tarım uygulamalarının belirlenmesinde, iklim değişikliğinin olası etkilerinin tahmininde ve çevresel yönetim planlarının belirlenmesinde önemli bir araçtır. Yapılan akademik çalışmalar (Danacıoğlu & Tağıl, 2017; Ege, 2019; Özşahin, 2023; Ustaoglu vd., 2021) RUSLE modelin kapsamlı ve doğruluğu yüksek sonuçlar sunduğunu göstermektedir.

Özşahin (2023) yaptığı çalışmada, Naip Barajı havzasındaki akarsu sedimantasyon miktarının tahmin edilmesi amacıyla, CBS tabanlı RUSLE ve MUSLE (Modified Universal Soil Loss Equation) modellerinin uygulandığı bir araştırma gerçekleştirmiştir. RUSLE ve MUSLE modelleri, baraj havzasındaki toprak erozyonunu hesaplamak ve erozyon duyarlılık haritaları oluşturmak için kullanılmıştır. Çalışma sonucunda RUSLE modelinin baraj yönetimi ve rezervuar ömrünün uzatılması açısından pratik ve güvenilir bir araç olduğu vurgulanmıştır.

Ustaoglu vd. (2021) yaptıkları çalışmada, Datça ve Bozburun Yarımada'larındaki erozyona duyarlı alanları, RUSLE modeli kullanarak belirlemiştir. Modelin faktörleri ile yapılan analizler, erozyon duyarlılık haritasıyla uyumlu sonuçlar vermiştir. Elde edilen verilere göre, alanın büyük kısmı düşük erozyon riski taşıırken, dağlık ve çıplak bölgelerde yüksek risk gözlemlenmiştir. Orman tahribi ve tarım arazilerinin artışı erozyon riskini artırmıştır. Çalışma, RUSLE modelinin erozyon risk haritalarının oluşturulmasında etkili bir araç olduğunu göstermektedir.

Danacıoğlu ve Tağıl (2017) yaptıkları çalışmada, Bakırçay Havzası'ndaki ekolojik risk unsurlarının (nüfus değişimi, kuraklık, arazi kullanımı değişikliği, erozyon vb.) değerlendirilmesini amaçlamıştır. RUSLE modeli, havzada toprak erozyonu riskini belirlemek için kullanılmıştır. Model, erozyon potansiyelini analiz ederek havza yönetimi için önemli veriler sağlamıştır. Çalışma, havza yönetiminde ekolojik risklerin belirlenmesinin, çevresel yönetim kararları için gerekli bilgilerin



toplanmasında kritik olduğunu vurgulamaktadır. RUSLE modelinin bu süreçte erozyon riskini değerlendirme ve sürdürülebilir havza yönetimi sağlama açısından önemli bir araç olduğu belirtilmiştir.

Ege (2019) yaptığı çalışmada, Kula-Peribacaları bölgesindeki erozyon süreçlerini incelemek amacıyla RUSLE modeli kullanılmıştır. Erozyon miktarını hesaplamak için RUSLE yöntemi uygulanarak, bölgedeki erozyon şiddeti belirlenmiştir. CBS teknolojileri ile yapılan sayısallaştırma ve raster analizler sayesinde, peribacalarının oluşum süreçleri ve erozyonun etkileri detaylı bir şekilde incelenmiştir. RUSLE modeli, bu alandaki erozyon riskini belirleyerek, bölgenin korunması ve sürdürülebilir turizm yönetimi açısından önemli veriler sunmuştur.

RUSLE modelinin kullanıldığı bu farklı çalışmalar, modelin geniş bir uygulama yelpazesinde nasıl etkili bir araç olduğunu ve farklı ekolojik, çevresel ve yönetsel bağlamlarda nasıl kullanıldığını göstermektedir.

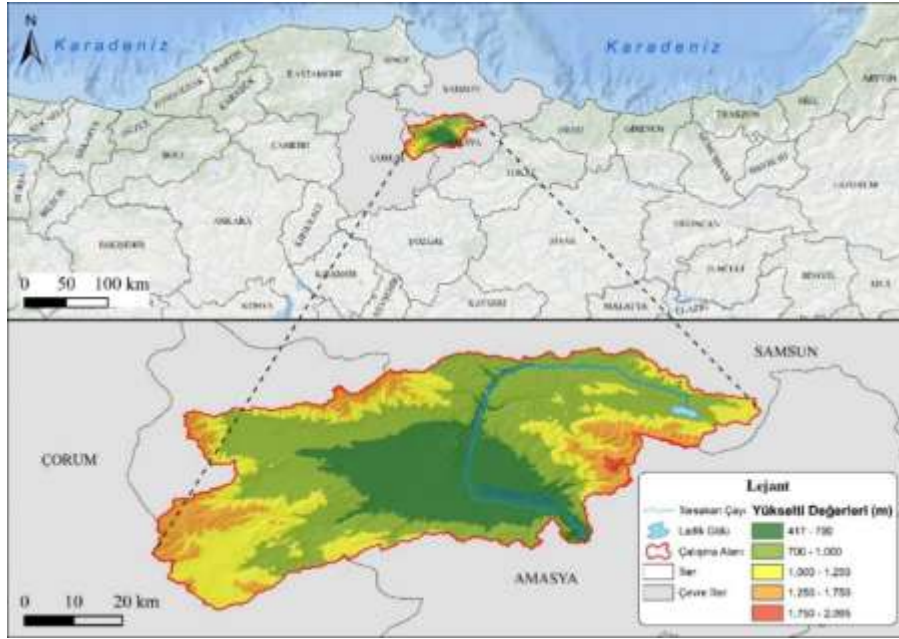
Tersakan Çayı Havzası, sulama imkânları ve toprak yapısı açısından verimli tarım arazilerine sahiptir. Bölge ekonomisi büyük ölçüde tarıma dayanmaktadır. Bu arazilerin korunması hem yerel halkın geçim kaynağı hem de bölgesel gıda güvenliği açısından kritik öneme sahiptir. Erozyon, tarım alanlarında toprak kaybına yol açarak verimliliği düşürmekte ve ekosistem dengesini bozmaktadır. Bu nedenle tarım arazilerinin korunması, sürdürülebilir gıda üretimi ve çevresel dengenin sağlanması açısından erozyon duyarlılık alanlarının belirlenmesi önem arz etmektedir.

Bu bağlamda çalışmanın amacı, RUSLE (Evrensel Toprak Kaybı Denklemi) kullanarak, CBS ve Uzaktan Algılama uygulamaları ile Tersakan Çayı Havzası'ndaki toprak erozyonuna duyarlı alanları belirlemektir.



Yöntem

Tersakan Çayı, Samsun'un Lâdik ilçesinin doğusunda yer alan Lâdik Gölü'nden doğar. Akışına batı yönünde başlayarak sonrasında güneye doğru yönelir ve Suluova bölgesinde Gümüşsuyu Deresi ile birleşir. Sonrasında doğuya doğru kıvrılarak Amasya kent merkezinin dışındaki Kunç Köprü yakınlarında Yeşilirmak Nehri'ne ulaşır (Maraşlıoğlu vd., 2016). Tersakan Çayı Havzası batıda İnegöl ve Ereğli Dağı, doğuda Karaömer Dağı, kuzeyde Tavşan Dağı sırtları ile çevrelenmektedir. Havzanın en yüksek noktası 2095 m ile Akdağ'dır. Çalışma havzasının sınırlarını gösteren lokasyon haritası şekil 1'de belirtilmiştir. Tersakan Çayı, geçtiği arazilerdeki toprağı sürüklenme kapasitesine sahiptir. Bu durumun, çayın sediment yükünü, kalsiyum, klorür, sodyum ve sülfat gibi maddelerle zenginleştirdiği düşünülmektedir.

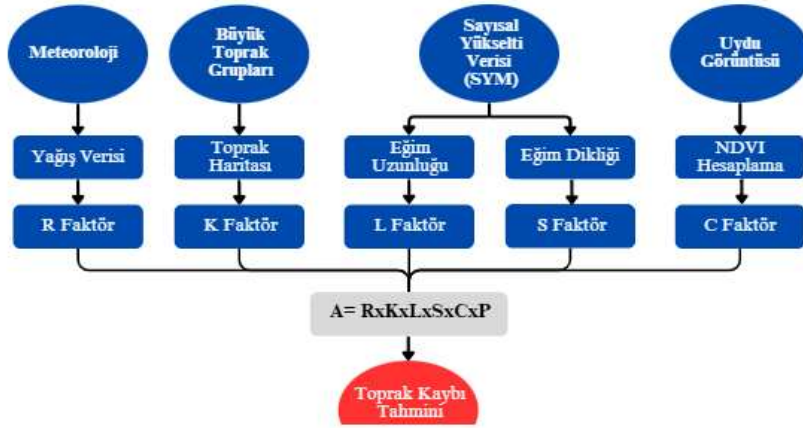


Şekil 1: Çalışma Alanına Ait Lokasyon Haritası

Çalışma sahasında erozyona duyarlı alanların belirlenmesi için “Revize edilmiş Evrensel Toprak Kaybı Denklemi” (RUSLE) kullanılmıştır. RUSLE, evrensel olarak kabul edilen ve uygulanan bir ampirik toprak erozyonu tahmin modelidir ve model altı faktöre dayalı olarak geliştirilmiştir: (Ghosal ve Das Bhattacharya, 2020; Jahun vd., 2015).

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \quad (1)$$

Burada A erozyon miktarı (t/ha/yıl), R yağış erozivitesi, K toprak aşınabilirlik faktörü, L eğim uzunluk faktörü, S eğim engebelik faktörü, C arazi örtüsü ve alan kullanım faktörü, P erozyon kontrol faktörünü temsil etmektedir. RUSLE ile erozyon miktarını belirleme yöntemine ait iş akış şeması Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2: RUSLE İş Akış Şeması

Çalışma havzasının sınırlarını belirlemek için ALOS-PALSAR uydusuna ait 12,5 metre çözünürlükte olan Sayısal Yükselti Modeli (SYM) verisinden faydalanılarak ArcGIS-Hidroloji araçları kullanılmıştır. Çalışmada RUSLE denkleminde kullanılan veri setleri gerekli kurum ve kuruluşlardan temin edildikten sonra ham veriler ArcGIS programı ile analize uygun hale getirilmiştir. Veri setleri ve kaynakları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1: Veri Kaynakları

Veri	Kaynak
İklim	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
Toprak	Tarım Ormana Bakanlığı’na ait Büyük Toprak Grupları Verisi
Sayısal Yükselti Verisi	NASA’ya ait ALOS-PALSAR Uydusu
NDVI	Sentinel 2-A Uydu Görüntüsü

R faktör çarpanının hesaplanması için çalışma alanında bulunan meteoroloji istasyonlarına ait verilerden elde edilen R değeri çalışmada altlık olarak kullanılmıştır. Meteoroloji istasyonlarına ve yağış verilerine ait bilgiler Çizelge 2’de verilmiştir.

RUSLE eşitliğinde yağış erozif faktörü, yağışın toplam kinetik enerjisi ile 30 dakikadaki maksimum yoğunluğunun çarpılması ile elde edilen değer (I30) aracılığıyla belirlenmektedir (Özdemir & Tatar, 2016). Yağış erozif faktörünü hesaplamak için birçok indeks geliştirilmiştir. 1960 yılında Fournier tarafından önerilen ve ardından Arnoldus tarafından 1980 yılında geliştirilen Modified Fournier İndex (MFI) R faktörün hesaplanmasında kullanılan indekslerden biridir. Yağışın erozyon potansiyelini değerlendirmek için kullanılmaktadır ve aylık yağışların kareleri ile yıllık toplam yağış arasındaki oranı ifade etmektedir (Yeşilirmak, ve Atatanır 2021).

Çizelge 2: Meteoroloji İstasyonları ve Yağış Verileri

İstasyon Kodu	İstasyon Adı	MFI Değeri	R Faktör Değeri
17082	Merzifon Havalimanı	38.40	8.13
17083	Merzifon	38.72	9.47
17085	Amasya	44.23	32.47
18135	Lâdik	65.77	122.28
18137	Suluova	38.75	9.60
18505	Gümüşhacıköy	47.51	46.12
18539	Havza	60.15	98.86
18701	Çorum Konaklı Beldesi	48.12	48.69

Havzanın R faktör değeri hesaplanırken öncelikle istasyon bilgileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir (Çizelge 2). MFI (Eşitlik 2) değerleri hesaplanan istasyonlara ArcGIS uygulamasında veri girişi yapıldıktan sonra Yağış Erozyon Faktörü (Eşitlik 3) hesaplanmıştır (Yeşilirmak & Atanır, 2021).

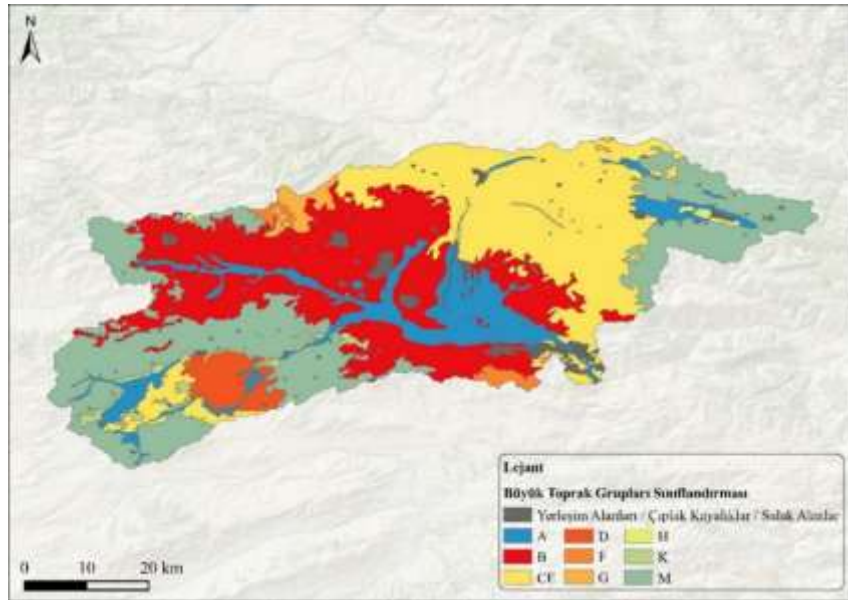
$$MFI = \sum pi^2 \div pj \quad (2)$$

Eşitlik 2'de pi mm cinsinden aylık yağışları, Pj ise mm cinsinden yıllık yağışların ortalamasını temsil etmektedir.

$$R = (4,17 \times MFI) - 152 \quad (3)$$

Hesaplanan Yağış Erozyon Faktörü nokta verisi olan istasyonlara işlenmiştir. Bu değerler Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon (Inverse Distance Weighting – IDW) Yöntemi ile enterpole edilmiştir. IDW yöntemi, meteoroloji istasyonlarının bulunmadığı bölgelerde veya istasyon arızaları ve veri kaybı gibi durumlarda yağış miktarının tahmin edilmesi için etkili bir yöntemdir (İlker vd., 2019). Bu nedenle, yağışın mekânsal dağılımını belirlemek amacıyla çalışmada IDW yöntemi kullanılmıştır. IDW yönteminin elde edilmesinin ardından R faktör haritası oluşturulmuştur.

RUSLE denkleminin bir çarpanı olan K faktörü, toprağın erozyona karşı duyarlılığını ifade etmektedir (Kılıç vd. 2018). Çalışmada K faktörünü hesaplamak için Tarım Orman Bakanlığının oluşturduğu BTG (Büyük Toprak Grupları) verisi kullanılarak Tersakan Havzası toprak haritası oluşturulmuştur (Şekil 3). Bu veriye göre çalışma sahasında yer alan toprak grupları Çizelge 3'te verilmiştir. Toprak gruplarının K faktör değerleri ise literatür taranarak elde edilmiştir (Cebel vd., 2013).



Şekil 3: Tersakan Çayı Havzası Toprak Grupları

Çizelge 3: Araştırma Sahası Büyük Toprak Grupları Verisi

BTG	Anlam	K Faktör
	Yerleşim Alanı / Sulak Alanlar / Çıplak Kayalar	0,00013
A	Alüvyal Topraklar	0,01976



<i>B</i>	Kahverengi Topraklar	0,02634
<i>CE</i>	Kestane Rengi Topraklar	0,02897
<i>D</i>	Kırmızımsı Kestane Rengi Topraklar	0,01844
<i>F</i>	Kırmızımsı Kahverengi Topraklar	0,02634
<i>G</i>	Gri Kahverengi Podzolik Topraklar	0,01500
<i>H</i>	Hidromorfik Topraklar	0,01976
<i>K</i>	Kolüvyal Topraklar	0,02371
<i>M</i>	Kahverengi Orman Toprakları	0,02634

C faktör hesaplanması için Avrupa Uzay Ajansı'nın (ESA) Sentinel-2 uydusunun 5 Ekim 2023 tarihli B8 (NIR) Yakın Kızılötesi ve B4 (Red) kırmızı bantları kullanılarak Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü Fark İndeksi (NDVI) değeri hesaplanmıştır. NDVI değerinin hesaplanmasının ardından C_r formülü uygulanmıştır (Durigon vd., 2014). C faktör değeri hesaplandıktan sonra elde edilen 0 ile 1 arasındaki değer (Şekil 4 (d)) bitki yönetimini ifade etmektedir. 1 değerine yakın alanlar erozyon duyarlılığının yüksek olduğu alanları, 0 değerine yakın alanlar ise bitki yoğunluğuna bağlı olarak erozyon duyarlılığının düşük olduğu alanları ifade etmektedir.

$$NDVI = (B8 - B4) \div (B8 + B4) \quad (4)$$

$$C_r = \left(\frac{-NDVI + 1}{2} \right) \quad (5)$$

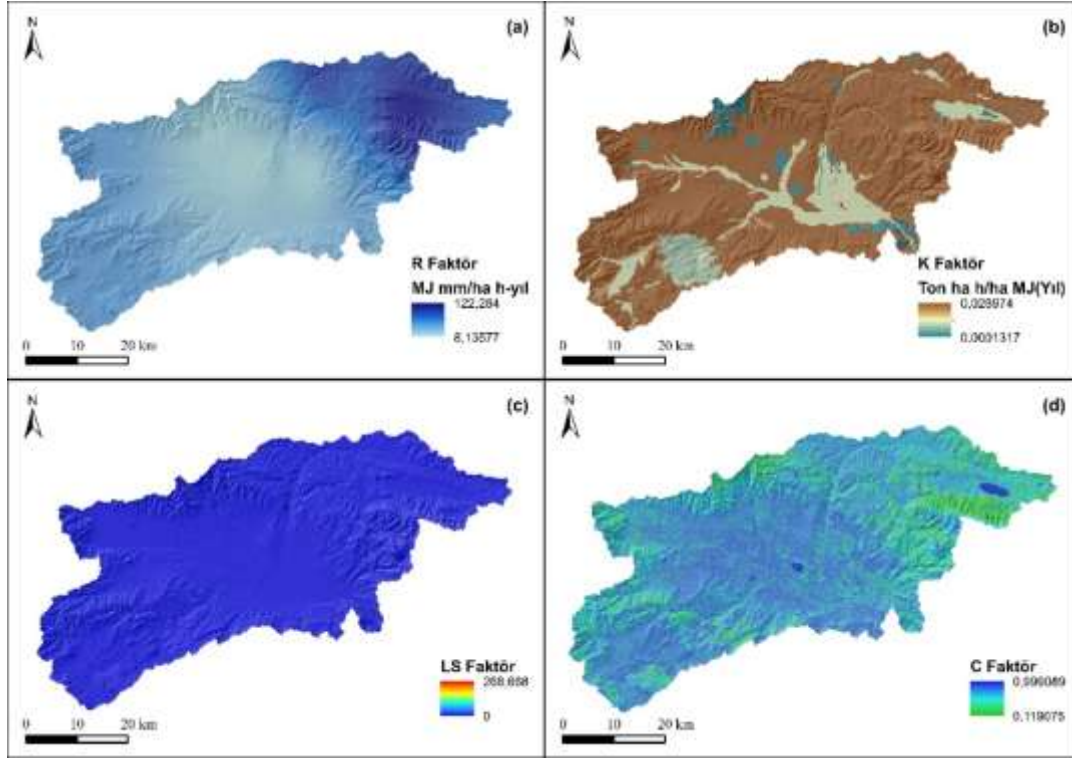
Arazi eğimi, suyun akış yönünü ve hızını belirleyen önemli bir faktördür. Topoğrafyanın eğimi, uzunluğu ve yükseltisi, toprak aşınımı ve taşınımı üzerinde belirgin bir etkiye sahiptir (Özdemir & Tatar, 2016). RUSLE yönteminde Yamaç Uzunluk ve Eğim Faktörü olarak adlandırılan L ve S faktörleri, çalışma havzasının belirlenmesinde de kullanılan Sayısal Yükselti Modeli ile hesaplanmıştır.

$$LS = ((\text{"akıştoplamı"} * 30 / 22.1)^{0.5}) * (0.065 + 0.045 * \text{"yüzdlikeğim"} + 0.0065 * (\text{"yüzdlikeğim"} * \text{"yüzdlikeğim"})) \quad (6)$$

RUSLE denkleminin bir diğer çarpanı olan toprak muhafaza faktörü (P faktör) alanda toprak korumaya yönelik yapılan çalışmaları ifade etmektedir (Kılıç vd. 2018; Danacıoğlu ve Tağıl 2017). Tersakan havzasında toprak muhafazasına yönelik bir çalışma gözlemlenemediği için P değeri etkisiz kabul edilerek "1" alınmıştır.

Bulgular

RUSLE denklemi için hazırlanan tüm faktörler CBS uygulamaları ile analiz edilmiş ve denklemdeki yerlerine yerleştirilerek hesaplamalar yapılmıştır. Modelde kullanılan parametrelere ait haritalar Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4: *RUSLE Modelinde Kullanılan Faktörler* (Yağmur aşındırma parametresi (a), toprak aşınabilirlik parametresi (b), eğim uzunluk ve engebelik parametresi (c), arazi örtüsü parametresi (d))

Yağış erozyon faktörü, toprak erozyonunun şiddetini etkileyen en önemli unsurlardan biri olarak kabul edilmektedir. Bu durum, yağmur damlalarının toprak yüzeyindeki agregatları parçalama kapasitesi ile yakından ilişkilidir. Yağmur damlaları, yüzey toprağını parçalayarak toprak parçacıklarının ayrışmasına ve taşınmasına neden olurken, aynı zamanda yüzey akışının oluşumunu da tetiklemektedir (Noori ve Dalshad, 2023). R faktörü çalışma alanında 8,13577 ile 122,284 MJ mm/ ha h-yıl arasında değişmektedir (Şekil 4a). Mekânsal haritaya göre R faktörü çalışma alanının kuzeydoğusunda artmakta, güneybatıya doğru ise azalmaktadır. Türkiye'nin yarı kurak ve değişken iklim özellikleri nedeniyle R faktörü, bölgeden bölgeye önemli farklılıklar gösterir. Karadeniz gibi bol yağış alan bölgelerde R faktörü genelde yüksektir, ancak İç Anadolu'da yağış şiddeti düşük olduğu için R faktörü daha düşüktür. Bununla birlikte, nadir görülen ama şiddetli yaz fırtınaları gibi olaylar İç Anadolu'da bile R faktörünü önemli ölçüde artırabilir. Araştırma sahasının kuzey kesimlerin Karadeniz bölgesine daha yakın olmasından ötürü bu kısımların daha yüksek R faktör değerlerine ulaşması beklenen durumdur.

K faktörü, toprak parçacıklarının yağış damlalarının çarpmasıyla gevşeme ve yüzey akışına maruz kaldığında taşınmaya olan eğilimini ifade etmektedir (Wischmeier & Smith, 1978). Toprak türü, tekstürü, organik madde içeriği, yapısı ve geçirgenliği K faktörünü etkileyen başlıca özelliklerdir. Renard vd. (1997) tarafından iyi yapılı, sıkışmış toprakların daha düşük K faktörüne sahip olduğu belirtilirken, gevşek yapılı ve zayıf kohezyona sahip toprakların daha fazla erozyona yatkın olduğu belirtilmiştir. K faktörü, 0 ile 1 arasında bir değer alır; yüksek K değerleri toprağın erozyona daha fazla yatkın olduğunu göstermektedir (Cebel vd., 2013). K faktörünün çalışma alanında 0,0001317 ile 0,028974 t h MJ⁻¹ mm⁻¹ (yıl) arasında değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4b). Çalışma alanında K faktör değerinin Lâdik Gölü çevresinde, Tersakan Çayı'nın güney kesimlerinde, Gümüşsuyu Deresi'nde ve çalışma sahasının güney uçlarında düşük olduğu, çalışma sahasının kuzeydoğusunda nispeten yüksek olduğu tespit edilmiştir.

LS faktörü, *RUSLE* modelinin eğim uzunluğu (L) ve eğim (S) bileşenlerini birleştirerek, yüzey



akışının hızını ve erozyon üzerindeki etkisini ifade eden bir parametredir. Eğim uzunluğu yüzey akışının oluştuğu mesafeyi ifade eder. Akış mesafesi arttıkça yüzey akışının taşıma kapasitesi de artar ve erozyon oranı yükselmektedir. Eğim (S) faktörü, bir arazinin diklik derecesini ifade eder ve topografyanın su erozyonu üzerindeki etkisini anlamada kritik bir parametredir. Eğim arttıkça, yerçekiminin yüzey akışı üzerindeki etkisi artar ve bu durum akışın hızlanmasına neden olur. Akış hızındaki bu artış, taşınan suyun kinetik enerjisini yükselterek toprağın ayrışma ve taşınma potansiyelini doğrudan artırır. Daha dik eğimlerde, yağmur damlalarının toprak yüzeyine çarpmasıyla toprak agregatları kolayca parçalanır ve yüzey akışı, bu parçacıkları aşağı doğru taşımak için yeterli güce ulaşır. Ayrıca, dik yamaçlar suyun infiltrasyon oranını azaltarak yüzey akışının şiddetini artırır ve bu da erozyonun daha yoğun gerçekleşmesine yol açar. Literatürde, özellikle eğimin %9'dan fazla olduğu arazilerde erozyonun logaritmik bir artış gösterdiği belirtilmiştir (Wischmeier & Smith, 1978; Renard et al., 1997). LS faktörü çalışma alanında 0 ile 268,668 arasında değişmektedir (Şekil 4c). Yükseltinin nispeten fazla olduğu alanlarda artış gösteren LS faktörü, yükseltinin azaldığı bölgelerde eğim ile ilişkili olarak azalmaktadır.

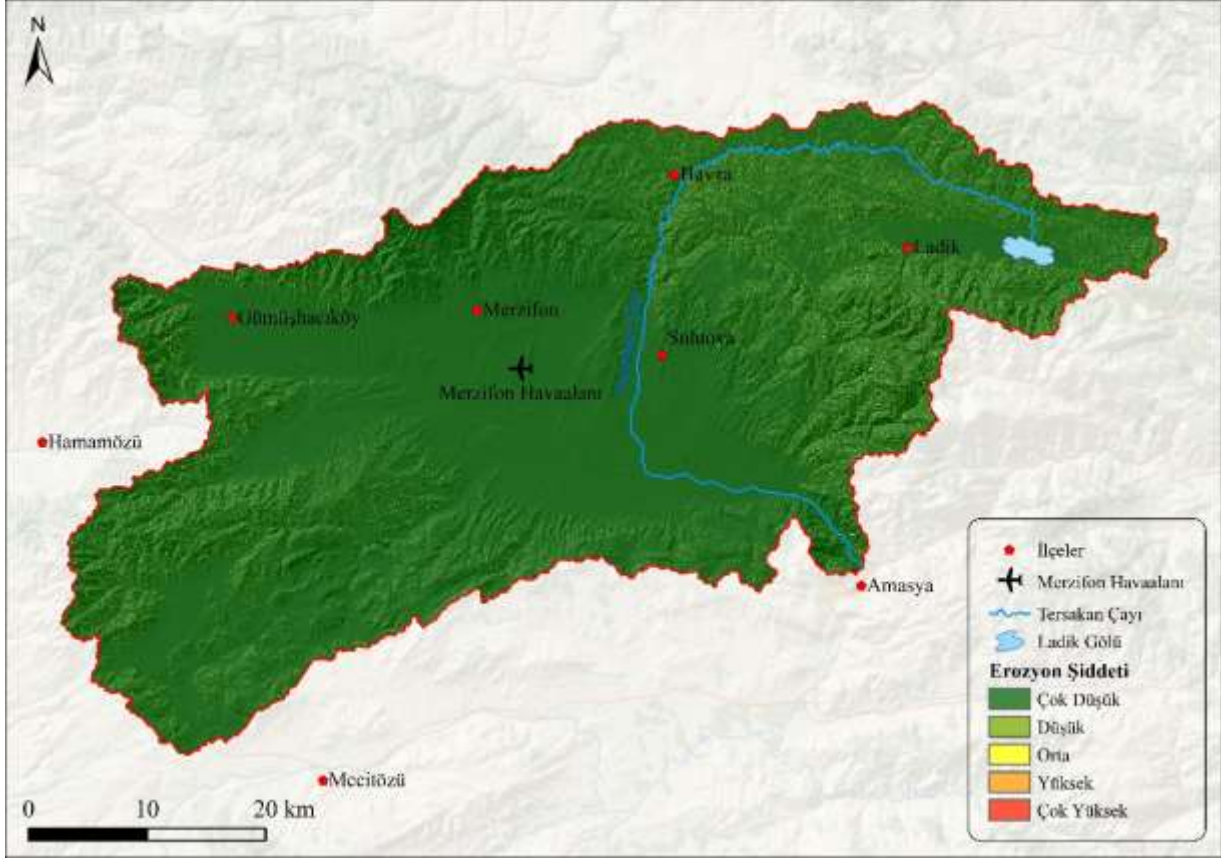
RUSLE'de bitki örtüsü ve yönetim faktörü (C), bir yüzeyin erozyona karşı duyarlılığını azaltmada bitki örtüsü ve toprak yönetim uygulamalarının etkisini temsil eder. Bu faktör, çıplak bir yüzeyde meydana gelen potansiyel erozyona kıyasla, mevcut arazi kullanım koşullarında gerçekleşen gerçek erozyon oranını ifade eder ve genellikle 0 ile 1 arasında bir değer alır. Düşük C değerleri (örneğin, 0.01-0.1), yoğun bitki örtüsüyle kaplı alanlarda toprağın korunduğunu, yüksek C değerleri (örneğin, 0.8-1.0) ise çıplak arazilerde erozyon riskinin yüksek olduğunu gösterir. Güncel çalışmalarda, uzaktan algılama teknikleri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak C faktörünün mekânsal ve zamansal değişimleri daha hassas bir şekilde belirlenmektedir. Sarıkızlı Çayı havzasında yapılan bir araştırmada, uydu görüntülerinden elde edilen Normalize Edilmiş Fark Bitki İndeksi (NDVI) haritaları kullanılarak aylık C faktör değerleri hesaplanmış ve haritalandırılmıştır. Bu yaklaşım, bitki örtüsünün mevsimsel değişimlerinin erozyon üzerindeki etkilerini daha doğru bir şekilde yansıtmayı sağlamıştır (Öztürk ve Özcan, 2021). Araştırma sahasında benzer şekilde belirlenen C Faktör değeri 0,119075 ile 0,999089 değerleri arasında değişmektedir (Şekil 4d). Çalışma alanında vejetasyon yoğunluğu bulunan sahalarda C faktör değerinin azaldığı tespit edilmiştir. C faktör değerinin azalması toprak kaybını önlemek için olumlu bir etkidir. Bu bakımdan C faktör değerinin doğru bir şekilde belirlenmesinin, erozyon modellemelerinde ve toprak koruma stratejilerinin geliştirilmesinde önem arz ettiği düşünülmektedir.

Tersakan Havzası'nın toprak kaybı miktarı için doğal kırılım yöntemine (Jenks, 1967) dayalı 5 duyarlılık sınıfı oluşturulmuştur. Oluşturulan duyarlılık sınıfları ve bu sınıflara denk gelen toprak kaybı miktarı çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4: *RUSLE Modeline Göre Tersakan Çayı Havzası'nda Potansiyel Toprak Kaybı*

Erozyon Şiddeti (ton/ha/yıl)	Alan(ha)	Alan %
<i>Çok Düşük (0-0,86)</i>	246237,7	92,96
<i>Düşük (0,86-3,9)</i>	15144,7	5,72
<i>Orta (3,9-9,55)</i>	2927,6	1,11
<i>Yüksek (9,55-22,15)</i>	524,8	0,20
<i>Çok Yüksek (22,15-110,77)</i>	64,6	0,02
Toplam	264899,3	100

Duyarlılık dağılımı, Şekil 4'te verilen sonuç haritası ile sunulmuştur. Elde edilen sonuçların dağılımı ile mevcut arazi kullanımı ve örtüsü arasındaki ilişki incelenerek, arazi kullanımına ve örtüsüne bağlı olarak sahadaki erozyon duyarlılık dereceleri ve yıllık toprak kaybı belirlenmiştir.



Şekil 5: *RUSLE Modeline Göre Tersakan Çayı Havzası'nda Potansiyel Toprak Kaybı*

Beş farklı duyarlılık sınıfının belirlendiği havzada 2927,6 hektar alanın orta, 524,8 hektar alanın yüksek ve 64,6 hektar alanın çok yüksek duyarlılık sınıfında olduğu tespit edilmiştir.

Farklı sahalarda yapılan erozyon duyarlılık çalışmaları ile Tersakan Çayı Havzasının erozyon duyarlılık çalışması karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda ilk olarak Çekerek Havzasına öncelik verilmiştir.

Yeşilirmak Havzası'na bağlı Çekerek ve Tersakan Çayı havzalarının toprak erozyonu durumları arasında belirgin farklılıklar bulunmaktadır. Çekerek Havzası'nda Kılıç vd. (2018) yaptıkları çalışmada, USLE modeli kullanarak yıllık toprak erozyonunu tahmini 18,1 ton/ha/yıl olarak belirlemişlerdir. Bu yüksek erozyon oranı, toprak kaybını engellemek için çeşitli önlemler alınması gerektiğini göstermektedir. Buna karşın, Tersakan Çayı Havzası'nda *RUSLE* modeliyle yapılan analizde yıllık erozyon tahmini 0,242 ton/ha/yıl olarak hesaplanmış, bu da bölgedeki erozyon duyarlılığının düşük olduğunu ortaya koymuştur. Bu farklılık, Tersakan Havzası'nın daha düşük erozyon riski taşıyan faktörlere sahip olduğunu ve erozyon açısından sürdürülebilir tarım uygulamalarına daha uygun bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Çekerek Havzası'nda ise yüksek erozyon riski, acil müdahale ve uzun vadeli erozyon kontrol önlemleri gerektirmektedir. Bu durum havza yönetiminde her havzanın kendi karakteristik özelliklerine göre farklı stratejiler belirlenmesi gerektirdiğini göstermektedir. Tersakan Çayı Havzası'ndaki düşük erozyon riski, ekosistemlerin korunması ve sürdürülebilir tarım için avantaj sağlarken, Çekerek Havzası'ndaki yüksek erozyon riski, erozyon öncesi tedbirlerin alınmasını zorunlu kılmaktadır.

Özdemir ve Tatar (2016) yapmış oldukları çalışmada *RUSLE* modeli ile Işıklı Gölü Havzası'nda erozyon duyarlılığını hesaplamışlardır. Çok hafif, hafif, orta, şiddetli ve çok şiddetli olmak üzere 5 sınıfa ayrılan duyarlılık sınıflarından havzada çok hafif sınıf %95,83'lük bir alana tekabül etmektedir. Yapılan bu çalışmada şiddetli ve çok şiddetli duyarlılık sınıfları havzanın doğusunda oldukça engebeli bir yapıya sahip olan Akdağ kütesinin bulunduğu alanlarda öne çıkmaktadır. Çalışma alanının diğer



kesimlerinde ise eğimin az olduğu nispeten düz alanlarda erozyon duyarlılığının çok hafif olduğu görülmektedir. Bu bağlamda havzanın orta kesiminde bulunan Çivril Ovası'nda verimli tarım arazilerinin bulunması, jeomorfolojik özellikleri ve eğim durumu Tersakan Çayı Havzası ile benzerlik göstermektedir.

Sonuç ve Öneriler

Tersakan Çayı havzasında RUSLE yöntemi kullanılarak yapılan bu çalışmada, sahadaki erozyon duyarlılık dereceleri ve yıllık toprak kaybı belirlenmiştir. Toplam yüzölçümü 264.899,3 hektar olan çalışma sahasında beş farklı duyarlılık sınıfı belirlenmiştir. Tersakan Çayı havzası erozyon duyarlılığı açısından değerlendirildiğinde; RUSLE yöntemi sonucunda oluşturulan haritaya göre belirlenen duyarlılık sınıflarının çalışma sahasındaki alanları yüzdesel olarak %92,96 çok düşük, %5,72 düşük, %1,11 orta, %0,20 yüksek ve %0,02 çok yüksek tespit edilmiştir. Çalışma sahasında toplam toprak kaybının ortalama değeri 0,242 ton/ha/yıl olarak hesaplanmıştır.

Çalışmanın sonuç haritası incelendiğinde yüksek ve çok yüksek duyarlılığa sahip olan alanlar havzanın en yüksek kesimi olan Akdağ'da, havzayı doğuda sınırlayan Karaömer Dağı'nda, havzayı batıda sınırlayan İnegöl ve Ereğli Dağ'larında göze çarpmaktadır. Havzanın kuzeydoğu kesimlerinde bulunan Havza İlçesi ve civarında R faktör değerlerinin çalışma sahasına oranla yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Havza ilçesi ve civarında aynı zamanda erozyona karşı yüksek duyarlı alanların varlığı R değerinin yüksekliği ile erozyona duyarlı alanlarının varlığı arasında pozitif ilişki ile yorumlanmıştır.

Çalışma sahasının orta kesimlerinde bulunan Merzifon ovasının çok düşük ve düşük duyarlılık sınıfına dahil olması, Merzifon ovasının eğim değerleri ile ilişkilendirilmiştir. RUSLE model çarpanlarının değerleri ile çalışma havzasının erozyon duyarlılık haritası birlikte değerlendirildiğinde R ve LS faktör değerinin yüksek olduğu alanlar ile yüksek duyarlılık sınıfına dahil olan alanlar doğru orantı göstermektedir. Modelin bir diğer çarpanı olan K faktör değeri hesaplanırken kullanılan büyük toprak grupları haritasına göre, modelde yüksek duyarlılık sınıfına dahil olan alanlarda kahverengi orman toprakları hakimdir. Bu parametreler neticesinde elde edilen değerler Tersakan Çayı Havzası özelinde değerlendirilmiştir. Bir başka çalışma sahasında farklılık gösterebilir.

Tersakan Çayı havzasındaki erozyon duyarlılığının düşük seviyelerde olması, bölgedeki ekosistemlerin korunması ve sürdürülebilir tarım uygulamalarının geliştirilmesi adına önemli bir avantajdır. Bu durumu korumak ve düşük duyarlılık seviyelerinde tutmak için birtakım öneriler belirlenmiştir. Havza özelinde R faktörü duyarlılık üzerinde etkin görülmüştür. Dinamik olan bu faktör iklim değişikliği ile birlikte havzada gelecek yıllarda erozyon duyarlılığı üzerinde etki gösterecektir. Bu nedenle, bölgedeki erozyon durumunun düzenli olarak izlenmesi, yeni duyarlılık faktörlerinin ortaya çıkması durumunda hızlıca aksiyon alınmasını sağlayacaktır. Tarımsal alanlarda, düşük erozyon duyarlılığını koruyabilmek için sürdürülebilir tarım yöntemlerinin benimsenmesi önem arz etmektedir. Eğimli alanlarda taraçalar oluşturma gibi erozyon önleyici tekniklerin uygulanması, toprak verimliliğini koruyarak erozyonun artmasını engelleyebilir. Erozyon duyarlılığının düşük olduğu bölgeler de dahil olmak üzere, özellikle su kaynakları çevresinde ve eğimli alanlarda ağaçlandırma çalışmaları yapılmalıdır. Bu çalışmalar toprak yüzeyinin korunmasına yardımcı olmaktadır. Ağaçlar ve bitki örtüsü, suyun yüzeysel akışını yavaşlatarak toprak kaybını engellemektedir. Sonuç olarak, Tersakan Çayı havzasındaki mevcut düşük erozyon duyarlılığı, bölgedeki doğal kaynakların korunması ve sürdürülebilir arazi yönetimi uygulamalarıyla uzun vadede devam ettirilebilir. Erozyon duyarlılığını arttıran faktörlerin önceden tespit edilmesi için havzanın sürekli olarak gözlemlenmesi ve doğru önlemlerle bu afetin kontrol altında tutulması sağlanabilir.



Kaynakça

- Arnoldus, H. M. J. (1980). An approximation of the rainfall factor in the Universal Soil Loss Equation. 127-132.
- Avcıoğlu, A., Bayrakdar, C., Sarı, E., & Kaya, T. N. A. (2020). TanDEM-X12m sayısal yükselti verisine dayalı toprak erozyonu tespiti (Rusle). *Coğrafya Dergisi*, (41), 93-107.
- Cebel, H., Akgül, S., Doğan, O., & Elbaşı, F. (2013). Erodibility “K” factor of great soil groups in Turkey. *Toprak Su Dergisi*, 2(1).
- Çilek, A., & Berberoğlu, S. (2013). Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla Seyhan Havzasında PESERA ve RUSLE erozyon modellerinin kıyaslanması. *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, 11, 13
- Danacıoğlu, Ş., & Tağıl, Ş. (2017). Bakırçay Havzası’nda Rusle Modeli Kullanarak Erozyon Riskinin Değerlendirmesi. *Bahkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20(37), 1-18.
- Durigon, V. L., Carvalho, D. F., Antunes, M. A. H., Oliveira, P. T. S., & Fernandes, M. M. (2014). NDVI time series for monitoring RUSLE cover management factor in a tropical watershed. *International journal of remote sensing*, 35(2), 441-453.
- Dutucu, A. A., & Mutlu, Y. E. (2022). Yuvacık Barajı Havzası'nda Erozyon Risk Analizi. *Ege Coğrafya Dergisi*, 31(2), 289-303.
- Ediş, S., Aytas, 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.
- Efthimiou, N., Lykoudi, E., & Karavitis, C. (2014). Soil erosion assessment using the RUSLE model and GIS. *European Water*, 47(15-30), 2014.
- Ege, İ. (2019). Kula (Kula/Manisa) Peribacaları’nın Jeomorfolojik Özellikleri Ve Oluşumlarında Erozyon Etkisinin Rusle Yöntemi İle Belirlenmesi. *International Journal Of Social Science*, 74, 455–479.
- Esmeray, E., & Çankaya, Ş. (2019). Doğal Afetler, Çevresel Etkileri ve Alınabilecek Önlemler. *International Science and Engineering Application*, 387–394
- Ghosal, K., & Das Bhattacharya, S. (2020). A review of RUSLE model. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 48, 689-707. <https://doi.org/10.1007/s12524-019-01097-0>
- Güneş, H. (2018). CBS ve Uzaktan Algılama ile RUSLE Toprak Erozyon Modeli: Bir Örnek Uluova ve Çevresi. In *International Geography Symposium on the 30th Anniversary of TUCAUM* (pp. 3-6).
- Hatipoğlu, İ. K., & Hatipoğlu, Ş. C. (2020). Harşit Çayı Havzası’nda ICONA ve Alternatif Olarak Geliştirilen MICONA Modellerinin Karşılaştırılması. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 4(2), 108-135.
- Hatipoğlu, İ. K., & Uzun, A. (2020). Melet Irmağı havzası’nda erozyon riskinin Micona modeli ile değerlendirilmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (74), 17-31.
- İlker, A., Terzi, Ö., & Şener, E. (2019). Yağışın alansal dağılımının haritalandırılmasında enterpolasyon yöntemlerinin karşılaştırılması: Akdeniz Bölgesi örneği. *Teknik Dergi*, 30(3), 9213-9219.
- Jahun, B. G., İbrahim, R., Dlamini, N. S., & Musa, S. M. (2015). RUSLE modeli ve CBS kullanılarak toprak erozyonu değerlendirmesinin gözden geçirilmesi. *Biyoloji, Tarım ve Sağlık Dergisi*, 5(9), 36-47.
- Kılıç, O. M., Duman, E., & Ersayın, K. (2018). Çekerek Havzası’nın USLE Yöntemine Dayalı Erozyon Modellemesi.
- Maraşlıoğlu, F., Gönüloğlu, A., & Pelit, G. B. (2016). Tersakan Çayı (Samsun-Amasya, Türkiye) epilitik alglerinin bazı fizikokimyasal değişkenlerle ilişkisi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 6(14), 1-11.
- Mutlu, Y. E., & Soykan, A. (2018). Rusle (3d) Modeli Kullanılarak Toprak Erozyonu Tahmini: Havran Çayı Örneği. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (1), 50-66.



- Noori, N. E., & Azeez, D. R. (2023). Soil Erosion Risk Assessment Using Revised Universal Soil Loss Equation RUSLE Model: a Case Study in Shwan Sub basin, Kirkuk, Iraq. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1262, No. 8, p. 082007). IOP Publishing.
- Özdemir, M. A., & Dönmez, S. T. (2016). CBS Tabanlı RUSLE Yöntemiyle Işıklı Gölü Havzasının Erozyon Risk Analizi. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(1), 1-21.
- Özşahin, E. (2023). Farklı Erozyon Tahmin Modellerine Göre Akarsu Sedimentasyon Miktarının Belirlenmesine Bir Örnek: Naip Barajı Havzası (Tekirdağ, Türkiye). *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (10), 1-19.
- Öztürk, A., & Özcan, A. U. (2021). Uzaktan algılama teknikleri kullanarak RUSLE-C faktör haritalarının oluşturulması: Kırıkkale/Sarıklı havzası. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 143-151. <https://doi.org/10.53516/ajfr.992673>
- Özvan, H., Arık, B., Şatır, O., & Bostan, P. (2022). Bendimahi alt havzası potansiyel erozyon riskinin CORINE ve ICONA modelleri kullanılarak haritalanması. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26(3), 389-404.
- Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., McCool, D. K., & Yoder, D. C. (1997). Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). USDA Agricultural Handbook.
- Tüfekçioğlu, M., & Yavuz, M. (2016). Yusufeli mikro havzasında (Artvin) yüzey erozyonu toprak kaybının tahmin edilmesi ve erozyon risk haritasının oluşturulması.
- Ustaoglu, B., Ikiel, C., Atalay Dutucu, A., & Koç, D. E. (2021). Erosion Susceptibility Analysis in Datça and Bozburun Peninsulas, Turkey. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science*, 45(2), 557-570.
- Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning. USDA Handbook.
- Yeşilirmak, E., & Atatanır, L. (2021). Variations in Erosion Risk in Western Anatolia (Turkey): Modified Fournier Approach. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1), 179-188.

EXTENDED ABSTRACT

Throughout geological periods, the chemical and physical processes that weather rocks have led to the formation of various soil groups. These processes continue today, contributing to ongoing soil formation. However, among the natural and human-induced factors threatening soil structure, one of the most significant is erosion. Erosion is particularly associated with improper land use and severely reduces soil fertility (Avcioğlu et al., 2021). This process begins with the erosion of the A horizon, the most fertile layer of soil, and its replacement with the B horizon, which is harder and poorer in humus. This results in a 50–80% reduction in fertility (Mutlu et al., 2021). Additionally, nutrients and pesticides transported through surface runoff contribute to water pollution, negatively affecting ecosystem and soil health (Esmeray & Çankaya, 2019).

Turkey is one of the countries where all types and intensities of erosion are observed. Annually, 500 million tons of fertile soil are transported to the seas through rivers (Dutucu & Mutlu, 2022). In this context, implementing soil conservation measures is of great importance for environmental sustainability and ecosystem health (Güneş, 2018).

Detecting and calculating erosion is essential when developing soil conservation measures. Various estimation models are used for this purpose, among which the Revised/Universal Soil Loss Equation (RUSLE/USLE) model is widely recognized (Mutlu & Soykan, 2021; Tüfekçioğlu & Yavuz, 2016). The RUSLE model is a crucial tool for identifying areas susceptible to soil erosion, forming erosion management strategies, developing sustainable agricultural practices, and assessing the impacts of climate change. Studies have shown that the RUSLE model is highly accurate and provides comprehensive results. RUSLE is an empirically-based soil erosion prediction model that is universally



accepted and applied. The model is built upon six factors: rainfall erosivity (R), soil erodibility (K), slope length (L), slope steepness (S), cover and management factor (C), and erosion control factor (P) (Ghosal & Das Bhattacharya, 2020; Jahun et al., 2015). By multiplying all these factors, the amount of erosion (t/ha/year) (A) can be calculated.

The rainfall erosivity factor (R) is a fundamental element affecting the intensity of soil erosion, as raindrops disintegrate soil aggregates on the surface and cause their displacement. Due to Turkey's semi-arid climate, R values show regional variations, with higher values observed in the northeast and lower ones in the south of the study area. The K factor is associated with soil type and structure; lower K values indicate soils less prone to erosion, while higher values signify increased erosion risk. The LS factor, encompassing slope length and steepness, determines the speed of surface runoff and its impact on erosion, with steeper areas experiencing higher erosion rates. The C factor represents the role of vegetation cover and land management practices in reducing erosion susceptibility; higher vegetation density results in lower C values.

For the R factor calculation, data from meteorological stations in the study area were used as a base. The K factor was calculated using the Large Soil Groups (BTG) dataset provided by the Ministry of Agriculture and Forestry. A soil map for the Tersakan River Basin was created using BTG data. For the C factor, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was calculated using the B8 (NIR) near-infrared and B4 (red) bands of the Sentinel-2 satellite from the European Space Agency (ESA). After calculating the NDVI value, the Cr formula was applied. For L and S factors, a Digital Elevation Model (DEM) with a 12.5-meter resolution from the ALOS-PALSAR satellite was used. Using the DEM in GIS, the slope length and steepness factors were calculated.

Since no soil conservation efforts were observed in the Tersakan Basin, the P value was assumed to be negligible and set to "1." Additionally, the ALOS-PALSAR DEM was used to delineate the boundaries of the study area using ArcGIS-Hydrology tools.

In the study conducted in the Tersakan Basin, erosion sensitivity maps were created using these factors. By analyzing the relationship between the distribution of the results and current land use and cover, the degrees of erosion sensitivity and annual average soil loss in the area were determined. In the basin, classified into five sensitivity levels, 92.96% of the area was found to have very low sensitivity, 5.72% low sensitivity, 1.11% moderate sensitivity, 0.20% high sensitivity, and 0.002% very high sensitivity. The total average soil loss was calculated as 0.242 tons/ha/year. High sensitivity areas were concentrated in regions with steep slopes, such as Akdağ, Karaömer Mountain, İnegöl, and Ereğli Mountains, whereas the Merzifon Plain exhibited low sensitivity. The evaluation of the RUSLE model factors showed that high R and LS values were associated with high sensitivity classes. These results are specific to the Tersakan River Basin and may vary in different regions.

Ek bilgiler

Çıkar çatışması bilgisi: Çıkar çatışması yoktur.

Destek bilgisi: Araştırma kapsamında hiçbir kişi veya kurumdan destek alınmamıştır.

Etik onay bilgisi: Bu araştırma canlılar üzerinde yürütülmediği için etik kurul onayı alınması gerekmemektedir. Mevcut araştırma süresince "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi" çerçevesinde hareket edilmiştir.

Katkı oranı bilgisi: yazarların katkı oranı İrem AKTAŞ yüzde atmış, Mustafa YAŞ yüzde yirmi ve Orhan Mete KILIÇ yüzde yirmidir.