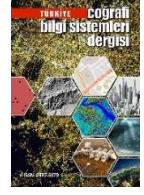




Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/tucbis>

e-ISSN:2687-5179



Yıldız Irmağı havzasında eğim dikliği ve uzunluğunun (LS) belirlenmesi

Hakan Yıldız*¹

¹Tarım ve Orman Bakanlığı, Toprak, Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara, Türkiye

Anahtar Kelimeler

CBS,
Konumsal Analiz,
Erozyon,
LS

Araştırma Makalesi

Geliş: 14/08/2024
Reviz: 20/11/2024
Kabul: 02/12/2024
Yayın: 20/12/2024

Öz

Türkiye eğimli topografyası, farklı iklim ve jeolojik oluşumları ile doğal erozyona karşı hassastır. Bu süreçler doğal olmakla birlikte, insan faaliyetleriyle daha da kötüleşmekte ve önemli çevresel zorluklara yol açabilmektedir. Yıldız Irmağı havzası Kızılırmak'ın bir koludur. Kızılırmak, taşıdığı sediment yüzünden renginin kırmızı olması nedeniyle Kızılırmak ismini almıştır. Dolayısıyla erozyon bölge için önemli bir sorundur. Çalışmada erozyondan önemli ölçüde etkilenen Yıldız Irmağı havzasının eğim dikliği ve eğim uzunluğu etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Sayısal yükseklik modeli (SYM) temel veri olarak kullanılmıştır. SYM verisinden sırasıyla eğim, akış yönü ve akış birikimi katmanları oluşturulmuştur. Elde edilen katmanlar kullanılarak eğim dikliği ve uzunluğu (LS) hesaplanmıştır. Yıldız Irmağı Havzasında LS değeri 0-2 arasında olan alanlar havzanın %48.6; 2-6; %25.5; 6 -12 %18,2; 12-18 %5.2; 18-24 %1.8; 24-63.1 %0.7'sini kaplamaktadır. LS değeri düşük yerlerin oranı havzanın büyük bölümünü oluşturmaktadır.

Determination of slope steepness and length (LS) in Yıldız River basin

Keywords

GIS,
Spatial Analysis,
Erosion,
LS



Research Article

Received: 14/08/2024
Revised: 20/11/2024
Accepted: 02/12/2024
Published: 20/12/2024

Abstract

Turkey, with its steeply topography, diverse climate and geological formations, is susceptible to natural erosion. While these processes are natural, they are exacerbated by human activities and can lead to significant environmental challenges. The Yıldız River basin is a tributary of the Kızılırmak River. The Kızılırmak was named Kızılırmak because of its red color due to the sediment it carries. Erosion is therefore a major problem for the region. In this study, the effect of slope steepness and slope length of the Yıldız River basin, which is significantly affected by erosion, was tried to be determined. The digital elevation model (DEM) was used as the base data. Slope, flow direction and flow accumulation layers were created from DEM data respectively. Slope steepness and length (LS) were calculated using the layers obtained. In Yıldız River basin, areas with LS values between 0-2 cover 48.6%; 2-6 25.5%; 6 -12 18.2%; 12-18 5.2%; 18-24 1.8%; 24-63.1% 0.7% of the basin. The proportion of places with low LS values constitutes the majority of the basin.

1. Giriş

Toprak erozyonu gıda güvenliği ve ekosistemin yaşayabilirliği için büyük bir tehdittir ve erozyonla kaybolan toprak miktarı doğal toprak oluşumundan çok daha yüksektir. Hükümetler toprak erozyonu sorununu ele almaya çalışmasına rağmen, toprak erozyonu üzerinde gerçek bir kontrole sahip değillerdir (Wuepper et al., 2020). FAO liderliğindeki Küresel Toprak Ortaklığı, dünya genelinde ekilebilir arazilerden her yıl 75 milyar ton toprağın aşındığını ve bunun da yılda tahmini 400 milyar ABD doları mali kayba denk geldiğini bildirmektedir (Anonim, 2017). Çarkacı vd. (2013) Türkiye toplam alanının %89'unun hafif, orta, şiddetli ve çok şiddetli olmak üzere erozyon ve bunun sonucunda çölleşme riskiyle karşı karşıya olduğunu, Türkiye'nin yüzde 36,84'ünde çok şiddetli, yüzde 23,6'sında şiddetli, yüzde 23,19'unda orta şiddetli ve yüzde 5,48'inde hafif şiddetli erozyona maruz kaldığını bildirmektedir.

Toprak erozyonu; toprağın rüzgâr, su veya insan faaliyetleri ile koparılması ve taşınması sürecidir ve çevreye yaptığı etki nedeniyle dikkate alınması gerekir. Bu etkilerden bazıları 1. Verimli Toprak Kaybı: Toprak erozyonu, bitki büyümesi için gerekli olan hayati besinleri içeren verimli toprağın üst tabakasının kaybına yol açar (Balabanlı vd., 2005). Bu durum toprak kalitesini düşürür ve tarımsal verimliliği azaltabilir. Sonuç olarak, gıda üretimini sürdürmek ve artan küresel gıda talebini karşılamak daha zor hale gelmektedir. Toprak erozyonunun su kalitesi üzerinde zararlı etkileri olmaktadır. Erozyona uğramış toprak parçacıkları yağış veya yüzey akışı ile taşındığında nehirlere, göllere ve diğer su kütlelerine karışabilir. Bu tortulaşma su ekosistemlerine zarar verir, doğal habitatları bozar ve su kalitesini düşürerek hem insan hem de su yaşamını etkiler. (Görçelioğlu, 1992). Toprak, atmosferik karbondioksitin yakalanması ve depolanması süreci olan karbon tutulumunda çok önemli bir rol oynar (Şentürk vd., 2023). Toprak aşındığında, toprakta depolanmış karbon atmosfere salınarak sera gazı emisyonlarına ve iklim değişikliğine katkıda bulunur.

Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği (ETKE), erozyondan kaynaklanan toprak kaybını tahmin eden ve yaygın olarak kullanılan bir matematiksel modeldir (Wischmeier & Smith, 1958; 1965; 1978). Belirli bir alandaki toprak erozyonu miktarını hesaplamak için çeşitli faktörleri içerir. Toprak erozyonuna katkıda bulunan çeşitli faktörleri dikkate alır ve belirli bir alandaki potansiyel erozyon riskinin nicel bir değerlendirmesini sağlar.

ETKE, tarım, orman ve mera gibi birçok farklı arazi tipi için kullanılması ve dünya genelinde birçok bilim insanı ve araştırmacı tarafından kabul görmüş ve standardize edilmiş bir model olması nedeniyle toprak kaybının tahmininde en sık kullanılan modellerden biridir. Denklem yapısı oldukça basittir ve erozyonu etkileyen temel faktörleri açıkça gösterir. Yağış, toprak özellikleri, eğim, bitki örtüsü gibi erozyonu etkileyen birçok faktörü tek bir denklemde birleştirilmesi nedeniyle bu faktörlerin ayrı ayrı değerlendirilmesi, erozyonun nedenleri ve sonuçları hakkında daha detaylı bilgi elde edilebilir. Ayrıca uzun yıllardır kullanılması, modelin güvenilirliğini artırmıştır.

ETKE denklemi aşağıdaki gibi gösterilebilir (Eşitlik 1):

$$A = R * K * LS * C * P \quad (1)$$

Burada: A, dönüm başına ton (veya uygulanabilir başka bir birim) cinsinden tahmini ortalama yıllık toprak kaybını temsil eder. R, yağışın aşındırıcı gücünü ölçen Yağış-akış aşındırıcılık faktörüdür. K, belirli bir toprağın erozyona karşı duyarlılığını yansıtan toprak erodibilite faktörünü temsil eder. LS, eğim uzunluğu ve dikliğinin erozyon üzerindeki birleşik etkisini hesaba katan Eğim Uzunluğu ve Diklik faktörünü ifade eder. C, bitki örtüsü ve arazi yönetimi uygulamalarının erozyon kontrolü üzerindeki etkisini dikkate alan örtü ve yönetim faktörüdür. P, erozyonu azaltmada farklı koruma önlemlerinin etkinliğini değerlendiren koruma uygulama faktörünü temsil eder.

ETKE, bu çeşitli faktörleri ölçerek, bir alandaki potansiyel toprak kaybının kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını sağlar ve etkili erozyon kontrolü ve arazi yönetimi stratejilerinin uygulanmasına olanak tanır.

ETKE, toprak kaybı oranlarını tahmin ederek erozyon riski yüksek alanların belirlenmesine yardımcı olur ve uygun erozyon kontrol önlemlerinin uygulanmasını sağlar.

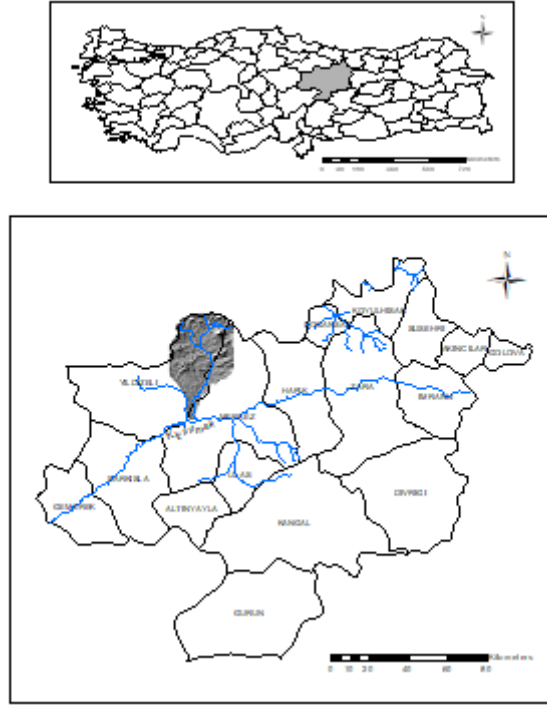
YETKE (Yenileştirilmiş Evrensel Toprak Kayıpları Eşitliği), ETKE modelinin revize edilmiş bir versiyonudur (Renard et al. 1991; 1993; 1994). YETKE, daha güncel verilere dayanarak toprak kaybını tahmin etmek için kullanılan bir matematiksel modeldir. ETKE modeline benzer şekilde, yağış şiddeti, toprak türü, eğim, bitki örtüsü ve toprak işleme gibi faktörleri dikkate alır. YETKE'nin temel farklarından biri, ETKE modelinde kullanılan bazı parametrelerin revize edilerek daha doğru sonuçlar elde etmeyi hedeflemesidir. Örneğin, RUSLE modeli, yağış şiddeti faktörünü daha güncel ve hassas verilere dayanarak hesaplar. Ayrıca, bitki örtüsü faktörünün hesaplanmasında da iyileştirmeler yapar.

Su erozyonunun toprak kaybı miktarı, topoğrafya, yağış, arazi kullanımı ve bitki örtüsü parametreleri YETKE modeli ile 1 yılda 1 hektarda ton olarak hesaplanabilmektedir (Wischmeier & Smith, 1978, Renard, 1997).

Çalışmada erozyondan önemli ölçüde etkilenen Yıldız Irmağı havzasının eğim dikliği ve eğim uzunluğu etkisini belirleyerek, erozyondan en fazla etkilenen yerlerin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada RUSLE denkleminde kullanılan LS faktörü Yıldız ırmağı havzası için hesaplanmıştır.

2. Yöntem

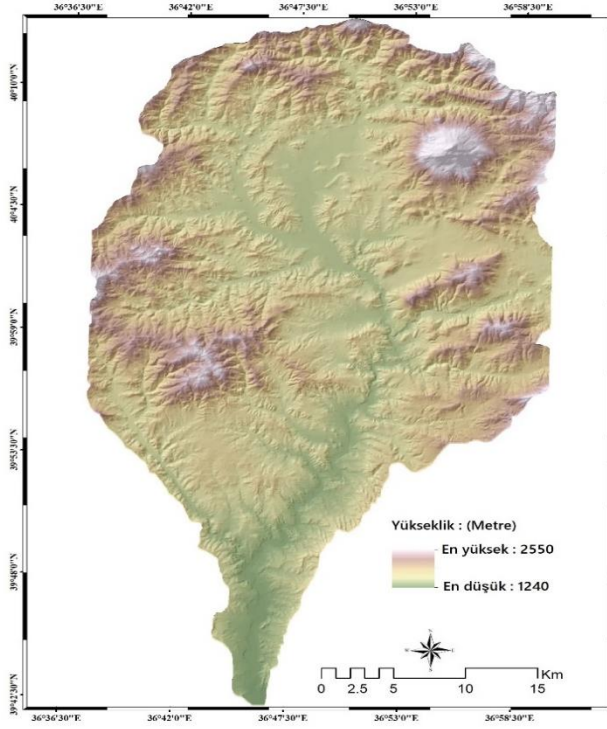
Çalışma alanı Sivas il sınırları içerisinde ilin Kuzey-Batısında yer alan erozyonun önemli etkisinin görüldüğü Kızılırmak Havzasının alt havzası Yıldız Irmağı havzasıdır. 39° 42' 5,77" ile 40° 13' 14,38" Kuzey enlemleri 36° 37' 27,31" ile 37° 59' 58,83 " doğu boylamları arasındadır ve 1169 km² alana sahiptir.



Şekil 1. Çalışma alanı

2.1. Katmanların Üretilmesi

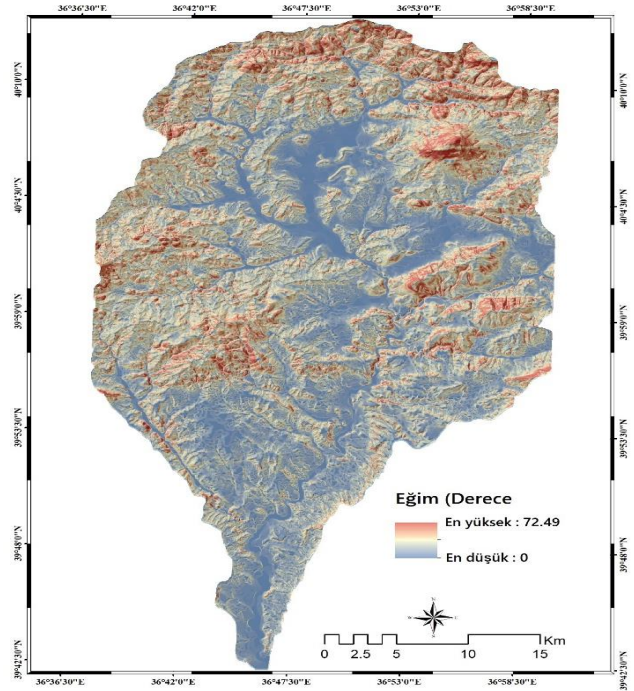
Havzanın sayısal yükseklik modelini oluşturulması amacıyla 1/25000 ölçekli sayısal topoğrafik haritalarda kullanılmıştır. Topoğrafik haritalarda bulunan eş yükselti eğrileri SYM katmanı üretmek için ArcGIS 3D eklentisi ile TIN veri yapısına daha sonra 10 metre çözünürlüğe sahip raster veriye dönüştürülmüştür.



Şekil 2. Yıldız ırmağı havzası sayısal yükselti modeli

Yıldız Dağının zirvesi 2550 m ile havzanın en yüksek yeridir.

SYM kullanılarak ArcGIS mekânsal analiz eklentisi ile havzanın eğim katmanı oluşturulmuştur. Şekil 3'te Havzanın eğim katmanı görülmektedir. Havzanın eğim katmanında piksellerin taşıdığı eğim değerleri ortalaması 10.4 derecedir. Hemen hemen piksel değerleri 30 dereceden azdır ama özellikle Yıldız dağı civarında en fazla (72.50) eğim derecelerine ulaşmaktadır.



Şekil 3. Yıldız ırmağı havzası eğim haritası

Yıldız ırmağının su toplama hazası sayısal yükselti modeli (SYM) Şekil 2'de görülmektedir. Havzanın Kızılırmak'la birleştiği yer 1240 m yüksekliğindeyken,

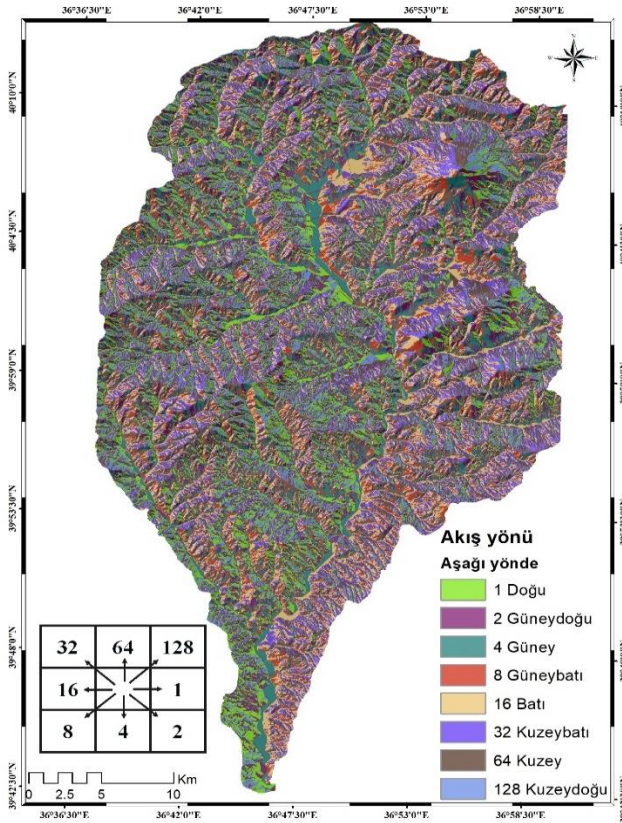
CBS yazılımları içerisinde hidrolik modeller yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada LS faktörünün hesaplanmasında hidrolik modellerden yararlanılmıştır.

ArcGIS mekânsal analiz hidrolik model fonksiyonu ile SYM temel veri olarak kullanılarak havzanın akış yönü katmanı ve akış birikimi katmanı üretilmiştir.

Akış yönü, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tarafından kullanılan bir kavramdır. Su yüzeylerinde, akarsularda veya yağmur sularının hareket ettiği alanlarda, suyun hangi yöne doğru hareket ettiğini ifade eder. Akış yönü, bir noktadan diğerine suyun nasıl hareket ettiğini belirlemek için kullanılan bir analitik yöntemdir.

Akış yönü, genellikle noktadan uzaklaşan yön olarak temsil edilir. CBS, akış yönlerini oklar veya renklerle göstererek kullanıcılara görsel bir şekilde sunabilir. Bu şekilde, su hareketi izlenebilir ve analiz edilebilir hale gelir.

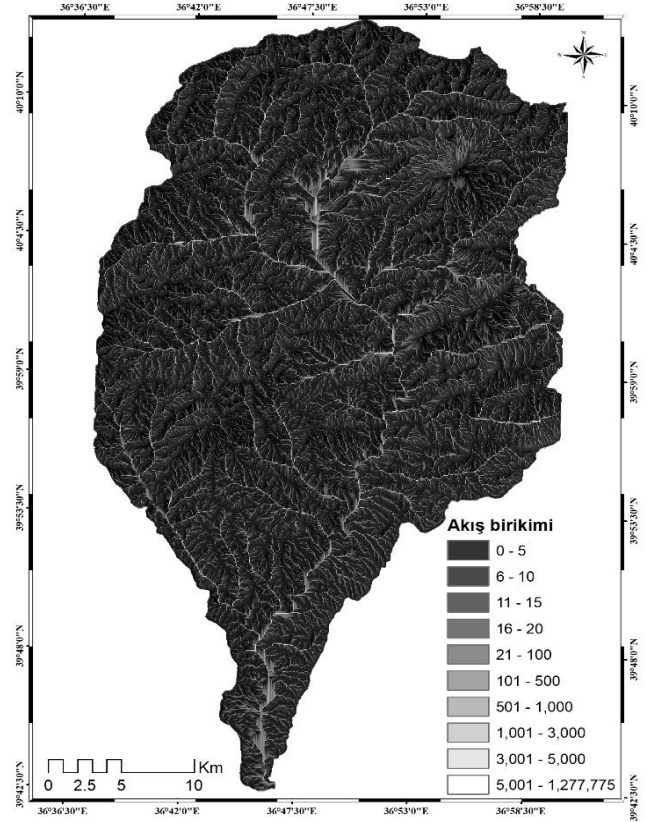
Akış yönü göstergesi, bir akış yönü katmanındaki hücrelere atanan sayısal değerleri yorumlayan görsel bir anahtardır. Bu değerler, her hücreden yokuş aşağı komşusuna olan akış yönünü temsil eder. Üretilen akış yönü katmanında pikseller akış yönüne göre 1,2,4,8,16,32,64 ve 128 değerlerini almaktadır. Şekil 4'te bu değerlerin yönleri ok işaretleri ile gösterilmiştir. Akış yönü histogram grafiğinde de görüleceği gibi 128 (Kuzey-doğu yönünde) değerine sahip piksel sayısı en fazla bulunmuştur. Daha sonra 64 (Kuzey) ve 32 (Kuzey-batı) değere sahip pikseller en fazla bulunmaktadır. Bu katmandan arazide suyun akış yönünün çoğunluğunun kuzey olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 4. Yıldız ırmağı havzası akış yönü haritası

Akış birikimi, (Şekil 5) raster verideki suyun toplama alanında bulunan hücrelerin eğim aşağısına doğru hücrelerin toplam sayısına işaret etmektedir. Yukarıdaki şekil 4'te görüldüğü gibi, bir hücre kendisine ne kadar hücreden katkı olduğunu göstermektedir.

Havzanın en sonunda yani çıkış ağzındaki hücrenin taşıdığı değer en fazla olmaktadır (Jenson & Domingue, 1988). Akış birikimi algoritmaları, tüm malzemenin aşağı yönde taşınması ilgili bilgi sunmaktadır (Ortega & Rueda, 2010; Sten et al., 2016; Barnes, 2017; Cordonnier et al., 2019; Zhou et al., 2019; Kotyra et al., 2021).



Şekil 5. Yıldız ırmağı havzası akış birikimi haritası

Yıldız ırmağı havzası çıkış ağzında bulunan hücre 1277733 değerini taşımaktadır, yani bu hücreye 1.277.233 hücreden katkı olmaktadır. Böylece her piksel akış birikim katmanında havzada bulunduğu yere göre bir değer almaktadır. Katmanda piksellerin eğimin en başından havzanın sonuna kadar değerler alması USLE modelinde eğim uzunluğunu belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

2.2. Eğim uzunluğu ve derecesi faktörleri (LS)

LS faktörü, Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği (ETKE) bağlamında, eğim uzunluğu (L) ve eğim dikliğinin (S) toprak erozyonu üzerindeki birleşik etkilerini temsil eder. Erozyon oranlarının arazinin uzunluğuna ve dikliğine bağlı olarak nasıl değiştiğini ölçer.

Toprak erozyonu üzerine topoğrafyanın etkisini dikkate almaktadır. Çoğunlukla sayısal yükselti modeli ile elde edilmektedir. Erozyona yol açan kuvvetlerin toprak parçacıklarını hareket ettirmesi ve dik eğimlerde daha fazla etkili olması nedeniyle dik eğimli arazilerde toprağın yağmur suyu ile taşınması daha kolay olmaktadır (Hudson, 1995). Yamaç uzunluğunun erozyon üzerine etkisi, toprak tekstürü ve strüktürü ile yakından ilgilidir. Yamaç uzunluğu arttıkça taşınan toprak miktarı da artmaktadır.

Bir eğimin uzunluğu, eğimin üstünden altına kadar olan yatay mesafeyi ifade eder. Daha uzun eğimler, su

veya rüzgarın ivme kazanması ve toprak parçacıklarının taşınması için daha fazla fırsat sağlar, bu da erozyon potansiyelinin artmasına neden olur. Eğim uzunluğu arttıkça, erozyon riski de artma eğilimindedir. Bu nedenle, daha uzun eğimler genellikle daha yüksek erozyon oranlarına katkıda bulunur.

LS faktörü, ampirik verilere dayalı olarak belirlenen ve belirli bir eğimdeki gerçek toprak kaybının standart bir eğimdeki toprak kaybına oranını temsil eden sayısal bir değerdir. Eğim uzunluğu ve dikliğinin birleşik etkilerini dikkate alarak farklı peyzaj birimlerinin göreceli erozivitesini yansıtır.

Eğim uzunluğu ve diklik faktörünün (LS faktörü) hesaplanması, arazinin özelliklerine dayalı bir dizi hesaplamayı içerir (Eşitlik 2).

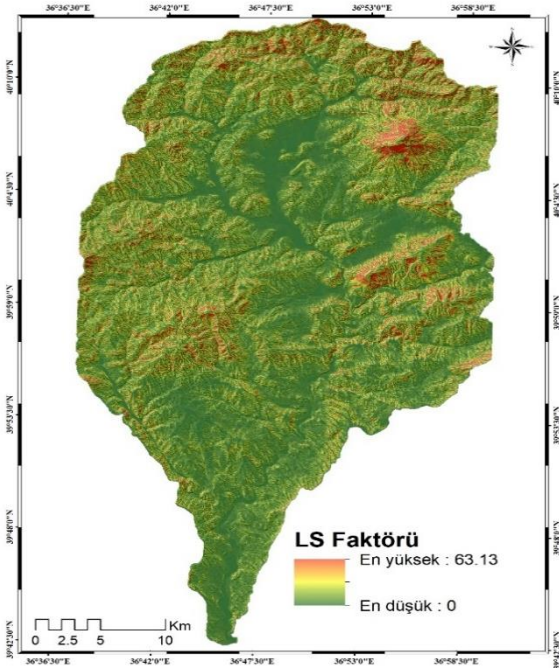
Eğim uzunluğunun ve derecesinin bir fonksiyonu olan LS faktörü; Eğim uzunluğu (L), yüzey akışın oluştuğu noktadan itibaren, eğimin azaldığı ve birikmenin başladığı yatay mesafesi olarak tanımlanır. Diğer koşulların aynı olduğu yerlerde LS faktörü, 22,13 m uzunluğunda ve %9 eğimi olan bir arazideki toprak kaybı oranını temsil etmektedir. (Wischmeier & Smith, 1978).

$$LS = \left(Akış\ Birikimi \times \frac{Piksel\ Büyüklüğü}{22.13} \right)^{0.4} \times \left(\frac{\sin\ Eğim}{0.0896} \right)^{1.3}$$

Havzanın LS faktörü katmanı yukarıdaki formül (Eşitlik 2) kullanılarak hesaplanmıştır.

3. Bulgular

Yıldız ırmağı havzası eğim uzunluğu ve dikliği haritası Şekil 6'da görülmektedir. Yeşilden kırmızıya doğru LS değeri artışı görülmektedir. Yüksek tepelerin yamaçlarında LS değeri büyüktür. En yüksek LS değeri, 63.1 dir.



Şekil 6. Yıldız ırmağı havzası eğim uzunluğu ve dikliği haritası

LS katmanında her pikselin taşıdığı LS değeri temsil ettiği gerçek yeryüzünün eğim derecesi ve eğim

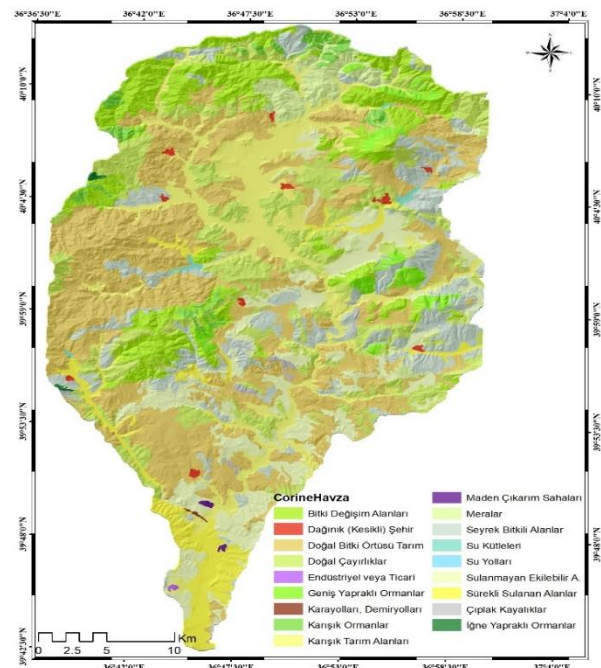
uzunluğuna göre erozyona olan hassasiyetini göstermektedir. Yıldız ırmağı havzasında LS değeri 0-2 arasında olan alanlar havzanın %48.6; 2-6; %25.5; 6-12 %18.2; 12-18 %5.2; 18-24 %1.8; 24-63.1 %0.7'sini kaplamaktadır. Tablo 1'de görüldüğü gibi LS değeri düşük yerlerin oranı havzanın büyük bölümünü oluşturmaktadır. Genellikle Düşük LS değere sahip pikseller eğimin az olduğu, Yıldız Irmağı ve kolları etrafındaki alanlarda yer almaktadır. Genellikle bu alanlarda tarımsal faaliyetler sürdürülmektedir. Ortalamadan yüksek LS değerlerine sahip piksellerin bulunduğu alanlarda doğal bitki örtüsü hakim durumdadır. LS değerinin maksimum olduğu yerler ise yüksek yamaçlar ve eğimin yüksek olduğu yerlerdir.

Tablo 1. LS değeri ve alanları

LS Değeri	Alan (hektar)	Alan %
0 - 2	55911.9	48.6
2 - 6	29306.3	25.5
6 - 12	20897.5	18.2
12 - 18	6006.2	5.2
18 - 24	2030.3	1.8
24 - 63.1	847.7	0.7
Toplam	114999.8	100.0

LS faktörünün arazi kullanım sınıflarına göre değişimini belirlemek için Corine arazi örtüsü verisinden yararlanılmıştır. Avrupa Birliği'nin bütün üye devletleri için belirlenmiş öncelikli konulara göre çevrenin durumu ile ilgili bilgilerin toplanması ve bilgilerin tutarlılığının ve verilerin uyumluluğunun sağlanması amacıyla Avrupa Çevre Ajansı (EEA) tarafından belirlenen bir arazi örtüsü/kullanımı sınıflandırmasına göre uydu görüntüleri üzerinden arazi kullanım haritaları oluşturulmuştur. Şekil 7'de Yıldız ırmağı havzası Corine arazi kullanım haritası görülmektedir.

Corine Arazi Örtüsü 2018 yılı için 44 tematik sınıfa içermektedir. Veri seti, alansal olarak 25 hektarlık bir Minimum haritalama birimine ve mesafe olarak 100 m'lik minimum haritalama genişliğine sahiptir ve vektör ve 100 m raster veri olarak mevcuttur (Corine, 2018).



Şekil 7. Yıldız ırmağı havzası Corine kullanım haritası

Arazi sınıflarına göre LS değerinin istatistik özellikleri ArcGIS / Spatial Analysis/ Zonal statistics menüsü kullanılarak üretilmiştir (Tablo 2). Tabloda her

bir arazi kullanım sınıflarına göre LS değerlerinin en düşük, en yüksek, ortalama ve standart sapma değerleri görülmektedir.

Tablo 2. Corine arazi sınıflarına göre LS istatistik değerleri

Corine Arazi Sınıfı	En düşük	En yüksek	Ortalama	Standart sapma
Dağınık (Kesikli) Şehir Yapısı	0	26.5	2.5	3.1
Endüstriyel veya Ticari Birimler	0	13.7	1.9	2.3
Karayolları, Demiryolları ve ilgili alanlar	0	26.7	2.4	4.3
Maden Çıkarım Sahaları	0	14.9	2.0	2.3
Sulanmayan Ekilebilir Alanlar	0	35.3	2.1	2.9
Sürekli Sulanan Alanlar	0	49.0	2.1	3.2
Meralar	0	40.6	5.1	5.5
Karışık Tarım Alanları	0	39.8	2.1	3.5
Doğal Bitki Örtüsü ile birlikte bulunan Tarım Alanları	0	57.4	3.5	4.2
Geniş Yapraklı Ormanlar	0	39.2	8.4	7.8
İğne Yapraklı Ormanlar	0	33.5	6.2	6.1
Karışık Ormanlar	0	38.3	7.0	7.0
Doğal Çayırliklar	0	63.1	4.6	5.4
Bitki Değişim Alanları	0	42.1	6.5	6.6
Çıplak Kayalıklar	0	23.7	3.8	4.3
Seyrek Bitkili Alanlar	0	45.7	4.8	5.5
Su Yolları	0	4.1	1.4	1.9
Su Kütleleri	0	33.1	2.5	3.6

Corine arazi sınıflarına göre en yüksek LS değeri Doğal çayırliklar sınıfında (57.4) bulunmuştur. En yüksek ortalama LS değeri ise Geniş Yapraklı Ormanlar sınıfında tespit edilmiştir. LS değerleri arasında en fazla değişkenlik Geniş Yapraklı Ormanlar sınıfındadır (Standart sapma 7.8). Her sınıf içerisinde en düşük LS değerine sahip 0 değerini taşıyan pikseller bulunmaktadır. Tarım yapılan Sulanmayan Ekilebilir Alanlar ve Sürekli Sulanan Alanlar sınıflarında ortalama LS değerleri 49 ve 2.1 değerleri arasında değişmektedir.

4. Sonuçlar

Topoğrafyaya bağlı olarak eğim ve eğim uzunluğu sonucunda doğal olarak erozyon meydana gelmektedir. Aslında bu doğal jeolojik erozyon sonucunda kıymetli tarım yapılabilen ovalar meydana gelmiştir. Bu doğal süreç aynı zamanda verimli üst toprağın bulunduğu yerden uzaklaşmasına neden olmaktadır. Su ile taşınan sediment baraj veya gölet rezervuarlarını da doldurmaktadır.

Çalışmada Yıldız Irmağı havzasını kapsayan sayısal 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalarda bulunan eş yükselti verileri SYM elde etmek için kullanılmıştır. SYM katmanı ile ArcGIS hidrolik analiz eklentisi yardımıyla sırasıyla eğim, akış yönü ve akış birikimi katmanları üretilmiştir. En sonunda eğim ve akış birikimi katmanları kullanılarak LS katmanı hesaplanmıştır.

Sonuç olarak Yıldız Irmağı Havzasından eğim dikliği ve eğim uzunluğundan kaynaklanan erozyonun olduğu yerler belirlenmiştir. LS değeri 0 ile 63.1 değerleri arasında değişmektedir. Corine arazi sınıflama sistemine göre LS katmanının istatistik değerleri hesaplanmış ve tarım yapılan alanlarda LS değerinin 49.0'a kadar ulaştığı tespit edilmiştir. Mera, orman, doğal çayırliklar gibi alanlarda LS değeri daha yüksektir.

Topoğrafik nedenlerle doğal olarak meydana gelen erozyonun koruyucu önlemlerle azaltılması tarım topraklarının korunması açısından önemlidir. Tarım dışı alanlarda doğal bitki örtüsünün korunması ve mümkün

olduğunca çıplak toprak yüzeyinin azaltılması gerekmektedir.

Yazarların Katkısı

Çalışma tek yazar tarafından hazırlanmıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazar herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemektedir.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Kaynakça

- Anonim. (2017). *Global soil partnership endorses guidelines on sustainable soil management*. Erişildi 10 Ağustos, 2024 <http://www.fao.org/global-soil-partnership/resources/highlights/detail/en/c/416516/>
- Balabanlı, C., Türk, M., & Yüksel, O. (2005). Erozyon ve çayır-mera ilişkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 6(2), 23-34.
- Barnes, R. (2017). Parallel non-divergent flow accumulation for trillion cell digital elevation models on desktops or clusters. *Environmental Modelling & Software*, 92, 202-212. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.02.022>
- Çarkacı D. A., Balta Ç., & Karadavut U. (2013). Ulusal çölleşme ve erozyon araştırma merkezi. *Ulusal Köp Bölgesel Kalkınma Sempozyumu*. Konya, Türkiye.
- Cordonnier, G., Bovy, B., & Braun, J. (2019). A versatile, linear complexity algorithm for flow routing in topographies with depressions. *Earth Surface Dynamics*, 7(2), 549-562. <https://doi.org/10.5194/esurf-7-549-2019>

- Corine. (2018). *Corine*. Erişildi 10 Ağustos, 2024 <https://doi.org/10.2909/71c95a07-e296-44fc-b22b-415f42acdf0>
- Görceliöglu, E. (1995). Havzalarda orman ve otlak alanları amenajmanının su verimine ve kalitesine etkileri üzerine bazı açıklamalar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 45(1-2), 39-52.
- Hudson, N. (1995). *Soil conservation*. B T Batsford.
- Jenson, S. K., & Domingue, J. O. (1988). Extracting topographic structure from digital elevation data for geographic information system analysis. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 54(11), 1593-1600.
- Kotyra, B., Chabudziński, Ł., & Stpiczyński, P. (2021). High-performance parallel implementations of flow accumulation algorithms for multicore architectures. *Computers & Geosciences*, 151, 104741. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2021.104741>
- Ortega, L., & Rueda, A. (2010). Parallel drainage network computation on CUDA. *Computers & Geosciences*, 36(2), 171-178. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2009.07.005>
- Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., & Porter, J. P. (1991). Revised universal soil loss equation (RUSLE), *Journal Soil Water Conservation*, 46, 30-33.
- Renard, K. G., & Ferreira, V. A. (1993). RUSLE model description and database sensitivity. *Journal of environmental quality*, 22(3), 458-466. <https://doi.org/10.2134/jeq1993.0047242500220.0030009x>
- Renard, K. G., Foster, G. R., Yoder, D. C., & McCool, D. K. (1994). RUSLE revisited: Status, questions, answers, and the future. *Journal of soil and water conservation*, 49(3), 213-220.
- Renard, K. G. (1997). *Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service.
- Şentürk, G. O., Gök, G., & Koçyiğit, H. (2023). Tarımda Karbon Ayak İzi ve İklim Değişikliğine Etkisi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1), 12-24.
- Sten, J., Lilja, H., Hyväluoma, J., Westerholm, J., & Aspñäs, M. (2016). Parallel flow accumulation algorithms for graphical processing units with application to RUSLE model. *Computers & Geosciences*, 89, 88-95. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2016.01.006>
- Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1958). Rainfall energy and its relationship to soil loss. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 39(2), 285-291. <https://doi.org/10.1029/TR039i002p00285>
- Wischmeier, W. H. (1965). *Predicting rainfall-erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains, Guide for selection of practices for soil and water conservation*. United States Government Printing Office.
- 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.
- Wuepper D., Borrelli P., & Robert Finger R. (2020). Countries and the global rate of soil erosion. *Nature Sustainability* 3, 51-55. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0438-4>
- Zhou, G., Wei, H., & Fu, S. (2019). A fast and simple algorithm for calculating flow accumulation matrices from raster digital elevation. *Frontiers of Earth Science*, 13, 317-326. <https://doi.org/10.1007/s11707-018-0725-9>



© Author(s) 2024.

This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>