

**Araştırma Makalesi / Research Article**

## **Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi ile Giresun İli Dereli İlçesinin Taşkın Duyarlılık Analizi**

**Bilge KÖROĞLU<sup>1</sup>, Halil AKINCI<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup> Artvin Çoruh Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Harita Mühendisliği A.B.D., Artvin, TÜRKİYE

<sup>2</sup> Artvin Çoruh Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Artvin, TÜRKİYE  
bilgecinir@gmail.com, halil.akinci@artvin.edu.tr

**Received/Geliş:** 21.08.2023

**Accepted/Kabul:** 27.10.2023

**Özet:** Taşkın duyarlılık haritaları, taşkınlara eğilimli alanları ya da gelecekte taşkın olayından etkilenebilecek alanları gösteren, taşkın yönetiminde ve zarar azaltmada kullanılan tematik haritalardır. Bu çalışmada, Çok Kriterli Karar Analizi (ÇKKA) yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) yöntemi kullanılarak Giresun'un Dereli ilçesinin taşkın duyarlılık haritası üretilmiştir. AHP yöntemi ile taşkın duyarlılık haritasının üretilmesinde literatürde yaygın olarak kullanıldığı tespit edilen 10 faktör (yağış, eğim, yükseklik, akarsu ağına uzaklık, arazi örtüsü, akış birikimi, drenaj yoğunluğu, topografik nemlilik indeksi, jeoloji/litoloji ve bakı) kullanılmıştır. Üretilen taşkın duyarlılık haritası “çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek” derecede taşkına duyarlı alanları gösteren 5 sınıf içermektedir. Bu sınıflandırmaya göre çalışma alanının yaklaşık %1'inin yüksek veya çok yüksek derecede taşkına duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte, Dereli ilçe merkezinin yüksek veya çok yüksek derecede taşkına duyarlı alanda kaldığı belirlenmiştir. Üretilen taşkın duyarlılık haritası, ilçede 22 Ağustos 2020 tarihinde yaşanan taşkın envanteriyle karşılaştırılmış ve duyarlılık haritasının bu envanterle %80 düzeyinde örtüştüğü tespit edilmiştir. Bu nedenle, üretilen taşkın duyarlılık haritasının taşkın zararlarını azaltmak için karar vericilere yol gösterebileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** AHP, CBS, Dereli, Giresun, Taşkın, Taşkın duyarlılık haritası

## **Flood Susceptibility Analysis of Dereli District in Giresun Province with Multi-Criteria Decision Analysis Based on Geographical Information Systems**

**Abstract:** Flood susceptibility maps are thematic maps used in flood management and mitigation, showing areas prone to flooding or areas that may be affected by flooding in the future. In this study, the flood susceptibility map of Dereli district of Giresun was produced using the Analytical Hierarchy Process (AHP) method, which is one of the Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) methods. 10 factors (precipitation, slope, elevation, distance to the river network, land cover, flow accumulation, drainage density, topographic wetness index, geology/lithology, and aspect) that were determined to be widely used in the literature were used to produce the flood susceptibility map with the AHP method. The generated flood susceptibility map includes 5 classes showing “very low, low, moderate, high, and very high” flood-susceptible areas. According to this classification, it has been determined that approximately 1% of the study area is susceptible to high or very high flooding. However, it has been determined that Dereli district center is in a high or very high flood susceptible area. The produced flood susceptibility map was compared with the flood inventory experienced in the district on August 22, 2020, and it was determined that the susceptibility map was 80% compatible with this inventory. Therefore, it is concluded that the produced flood susceptibility map can guide decision-makers in reducing flood damages.

**Keywords:** AHP, GIS, Dereli, Giresun, Flood, Flood susceptibility map

### **1. Giriş**

Tüm dünyada meydana gelen ve neden oldukları zararların boyutları büyük olan taşkınlar, uygun yönetim faaliyetleri ile kontrol altına alınması gereken en yıkıcı doğal afetlerden biridir. Volkanik patlamalar, heyelanlar, depremler ve tsunami gibi diğer doğal afetlerle karşılaştırıldığında taşkınların önemli sosyo-ekonomik etkileri olduğu görülmektedir (Ouma ve Omai, 2023). Afetlerin Epidemiyolojisi Araştırma Merkezi (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters - CRED)

tarafından yönetilen Uluslararası Acil Durumlar Veri Tabanı (Emergency Events Database ya da kısa adıyla EM-DAT) verilerine göre 2021 yılında Dünya genelinde toplam 432 afet olayı gerçekleşmiş ve bunun yaklaşık %52'sini (223 adet) taşkınlar oluşturmuştur. CRED'in 2021 yılı afet raporuna göre, Hindistan'da muson mevsimi boyunca (Haziran-Eylül), 1282 kişinin hayatını kaybetmesine neden olan bir dizi ölümcül sel/taşkın olayı yaşanmıştır. 2021 yılının Temmuz ayında Çin'de yaşanan Henan Tufanı; 352 kişinin ölümüne ve 16,5 milyar dolar ekonomik zarara neden olmuştur. Aynı ay içinde Afganistan'daki Nuristan taşkınları 260 kişinin ölümüyle sonuçlanmıştır. Temmuz ayında, Orta Avrupa'da yaşanan taşkınlar yalnızca Almanya'da 40 milyar ABD doları tutarında ekonomik zarara neden olmuştur (CRED, 2022).

Türkiye; deprem, taşkın/sel, heyelan ve çığ gibi birçok doğal afetin sıkça yaşandığı ülkelerden biridir. Taşkınlar, ülkemizde en çok karşılaşılan, yıkıcı etkileri ve ekonomik zararları oldukça fazla olan doğal afetlerden biridir. Ülkemizde depremlerden sonra en fazla can ve mal kaybı taşkınlar nedeniyle yaşanmaktadır (Ergünay, 2007). Taşkın olayları, nehirler boyunca hızlı kentleşme ve ormansızlaşma ile yakından ilişkilidir (Tehrany vd., 2013). Akarsu kıyılarının verimli ve zengin biyoçeşitliliğe sahip olması nedeniyle insanlar yerleşim alanlarını asırlardır akarsu kenarlarına kurmayı tercih etmişlerdir (Girayhan, 2015). Zarar azaltıcı tedbirler ve mühendislik önlemleri alınmadan kurulan yerleşimler, zaman içerisinde başta taşkınlar olmak üzere doğal afetlerden etkilenmekte ve ciddi can kayıpları ve ekonomik zararlar yaşanmaktadır.

Taşkınlar, gerekli tedbirlerin alınması durumunda zararları azaltılabilecek doğal afetlerden biridir. Farklı senaryolara göre yaşanabilecek taşkınların boyutunu belirlemek, zararlarını tahmin etmek ve bu zararları azaltmak için taşkın tahmin ve erken uyarı sistemleri kurulabilmekte ve çeşitli haritalar hazırlanabilmektedir. Taşkınların; “insan sağlığı ve hayatı, çevre, kültürel miras, ekonomik faaliyetler ve altyapı sistemleri” üzerinde yarattığı olumsuz etkileri azaltmak Avrupa Birliği (AB)'nin de önemli hedeflerinden biri olmuştur. Bu nedenle, AB'ye üye devletler tarafından 2007 yılında Taşkın Risklerinin Değerlendirilmesi ve Yönetilmesi Direktifi (2007/60/EC) ya da kısa adıyla “AB Taşkın Direktifi” benimsenmiştir (Özcan, 2008). Direktifin geliştirilmesinde iklim değişikliği nedeniyle son yıllarda Avrupa Birliği'ne üye ülkelerde yaşanan büyük çaplı taşkınlar ve neden oldukları ciddi ekonomik zararlar da etkili olmuştur. Taşkın direktifinin temel amacı; “taşkın riski değerlendirmesi ve yönetimi için topluluktaki taşkınların insan sağlığı, çevre, kültürel miras ve ekonomik faaliyetler üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmayı hedefleyen bir çerçeve oluşturmaktır” (URL-1, 2023). Direktif, taşkın risk yönetimi için üye ülkelerin taşkın tehlike haritalarını, taşkın risk haritalarını ve taşkın risk yönetim planlarını üretmesini zorunlu kılmıştır.

Hong vd. (2018), taşkın olaylarının tamamen önlenmesinin mümkün olmadığını, ancak tahmin modelleri aracılığıyla taşkına duyarlı ve hassas alanların belirlenebildiğini dile getirmişlerdir. Taşkınların etkisinin büyüklüğü ve zararlarının geri döndürülemez olması taşkın kontrol ve önleme tedbirlerinin uygulanmasını bir zorunluluk haline getirmektedir. Taşkın zararlarının azaltılmasında ve yönetim önlemlerinin alınmasında karar vericilere (taşkın yönetimi yetkililerine) yol gösterecek ve politika geliştirmelerine yardımcı olacak olan verilerden biri de taşkın duyarlılık haritalarıdır. Duyarlılık, yerel arazi koşullarına bağlı olarak bir alanda tehlikeli bir olayın meydana gelme olasılığı olarak tanımlanmaktadır (Santangelo vd., 2011; Tang vd., 2018).

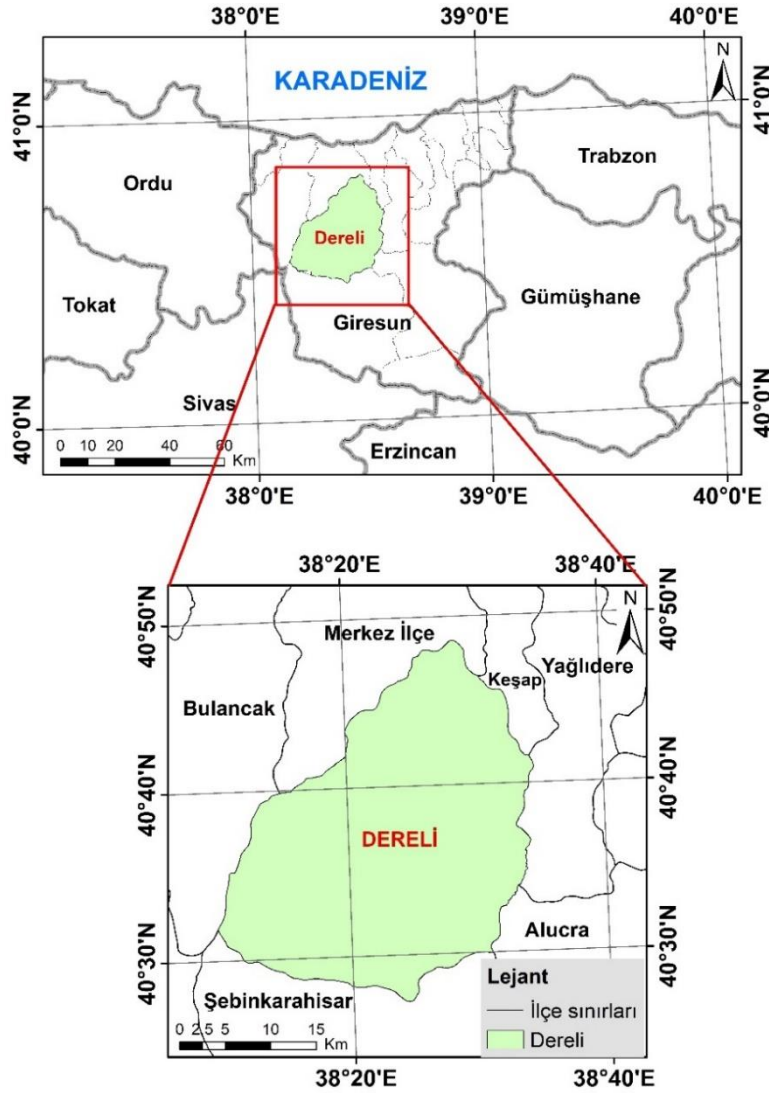
Taşkın duyarlılık haritaları, özellikle kentsel ortamlarda, mevcut antropojenik faaliyetler ile çevre ve iklim koşulları altında taşkına eğilimli alanların yerlerini gösteren haritalardır (Ouma ve Omai, 2023). Tehrany vd. (2015), gelecekteki taşkınları önlemek ve yönetmek için önemli adımlardan birinin de “taşkın duyarlılık haritalaması” olduğunu dile getirmiştir. Taşkın duyarlılık haritalaması, literatürde, taşkın tehlikesinin hafifletilmesinde ve taşkın yönetiminde gerekli ilk adım olarak kabul edilmektedir (Termeh vd., 2018; Zhao vd., 2020).

Bu çalışmada da, 22 Ağustos 2020 tarihinde yaşanan taşkın/sel felaketi nedeniyle can kayıplarının yaşandığı ve büyük ekonomik zararların ortaya çıktığı Giresun ilinin Dereli ilçesine ait taşkın duyarlılık haritasının üretilmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Çalışma Alanı

Araştırma kapsamında çalışma alanı olarak Giresun ilinin Dereli ilçesi seçilmiştir. Harita Genel Müdürlüğünden temin edilen ilçe sınırları verisine (URL-2, 2022) göre Dereli'nin alanı 848,6 km<sup>2</sup> dir. İlçe coğrafi olarak; 40° 27' 15.26" - 40° 48' 34.57" kuzey enlemleri ile 38° 09' 37.7" - 38° 34' 34.42" doğu boylamları arasında kalmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı haritası

Ortalama yüksekliğin 1548 m olduğu ilçe sınırları içerisinde yükseklik 150 m ile 3035 m arasında değişmektedir. İlçe merkezinin ortalama yüksekliği ise 254 m dir. İlçe sınırlarını kapsayan alanda eğim 0° ile 73.55° arasında değişmektedir. Ortalama eğim ise 24.08° dir.

Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi verilerine göre Dereli'nin 2022 yılı nüfusu 18.696 kişiden oluşmaktadır. Bu nüfusun, 5.879'u ilçe merkezinde, 12.817'si ise köylerde ikamet etmektedir (TÜİK, 2023).

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM)'nin 1929-2022 yılları arasında kaydedilen ölçüm verilerine göre Giresun'un merkezinde ortalama sıcaklık 14,6 °C, ortalama güneşlenme süresi 2,4 saat, ortalama yağışlı gün sayısı yaklaşık 161 gün ve aylık toplam yağış miktarı ortalaması 1290,5 mm'dir (MGM, 2023). Dereli ilçesi Karadeniz sahilinden yaklaşık 28 km içeridedir. İlçenin kıyıdan uzak olması ve Giresun Dağları'nın ardında kalması nedeniyle kıyıdaki 1290 mm'lik yağış önemli miktarda azalmaktadır. Dereli'de yıllık ortalama sıcaklık 7,7 °C, yıllık ortalama yağış ise 693 mm civarındadır (Kaymaz, 2019; Apaydın, 2021).

Dereli ilçe merkezinde 2 akarsu bulunmaktadır. Bunlar; ilçenin tam ortasından geçen Aksu Çayı ve Aksu Çayı'nın yan kolu olan Dereli Deresi'dir (Şekil 2). Dereli Deresi, Aksu Çayı ile birleştiği noktadan 4 km yukarıda Akkaya Deresi ve Büyük Dere olmak üzere iki kola ayrılmaktadır. 22 Ağustos 2020 tarihli taşkın, Aksu Çayı ve onun yan kolu olan Dereli Deresi kenarında bulunan Dereli mahallesinde meydana gelmiştir (Apaydın, 2021).



Şekil 2. Dereli ilçe merkezinin Ocak 2023 tarihli Google Earth görüntüsü

## 2.2. Analitik Hiyerarşi Proses Yöntemi

Saaty (1980) tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) yöntemi, literatürde yaygın olarak kullanılan Çok Kriterli Karar Analizi (ÇKKA) yöntemlerinden biridir. Yöntem, basitliği ve uygulamasının kolay olması nedeniyle başta yer seçimi uygulamaları (Akıncı vd., 2013; Kazemi ve Akıncı, 2018; Akıncı ve Demirarslan, 2022) olmak üzere heyelan duyarlılık haritalama (Kavzoglu vd., 2014; Akıncı vd., 2015), orman yangını duyarlılık haritalama (Akay ve Şahin, 2019; Sari, 2021; Sivrikaya ve Küçük, 2022) ve taşkın duyarlılık haritalama (Özay ve Orhan, 2021; Aydın ve Birincioğlu, 2022; Negese vd., 2022) çalışmalarında sıklıkla tercih edilmektedir. Bu yöntem, genel olarak, kullanıcıların birden fazla kritere bağlı bir problemi çözerken kriterlerin ağırlıklarını hesaplamalarına olanak tanımaktadır. AHP yöntemi ile karmaşık problemleri çözmeye genel olarak üç aşama söz konusudur: (1) karar verme problemi hiyerarşik bir yapıya dönüştürülür (problem tanımlanır ve karar verici olası alternatifleri belirler), (2) uzmanların görüşlerinden yararlanarak ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur ve kriterlerin ağırlıkları hesaplanır, (3) ikili karşılaştırma yargılarının tutarlılık oranı (Consistency Ratio - CR) hesaplanır (Akıncı ve Demirarslan, 2022). Tutarlılık oranı, ikili karşılaştırma yargıları arasındaki tutarlılığı gösteren bir ölçüdür.

İkili karşılaştırma matrisi, köşegen elemanlarının değerleri 1 olan  $n \times n$  boyutlu bir kare matristir. Burada  $n$  problemi çözmek için kullanılan kriter sayısını ifade etmektedir.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} = 1/a_{12} & 1 & a_{23} \\ a_{31} = 1/a_{13} & a_{32} = 1/a_{23} & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Yukarıdaki denklemde  $a_{ij}$ ,  $i$ . ölçüt ile  $j$ . ölçütün ikili karşılaştırma değeridir.  $a_{ji}$  değeri ise  $1/a_{ij}$  den hesaplanır.  $a_{ij}$  değeri, “ $i$ . ölçüt  $j$ . ölçüte göre ne kadar önemlidir?” sorusunun cevabıdır. İkili karşılaştırma matrisi oluşturulurken Saaty (1980) tarafından önerilen ve Tablo 1’de sunulan 1-9 tercih ölçeğinden faydalanılır.

**Tablo 1.** İkili karşılaştırmada kullanılan temel ölçek (Saaty, 1980)

Önem Derecesi	Açıklaması
1	Kriterler eşit derecede öneme sahip
3	1nci kriter 2nci kritere göre biraz daha (orta derecede) önemli
5	1nci kriter 2nci kritere göre fazla önemli (kesinlikle daha önemli)
7	1nci kriter 2nci kritere göre çok fazla önemli
9	1nci kriter 2nci kritere göre aşırı derecede fazla önemli
2, 4, 6, 8	Ara değerler

İkili karşılaştırma matrisindeki tercihlerin tutarlılığını değerlendirmek için Saaty tarafından önerilen bir tutarlılık oranı (Consistency Ratio - CR) kullanılmaktadır (Öztürk ve Batuk, 2007). AHP yönteminde tutarlılık oranı 0.10’dan küçük ise ikili karşılaştırma matrisindeki yargıların yeterince tutarlı olduğu kabul edilir (Saaty, 1980). Tutarlılık oranı aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanır.

$$CI = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1) \quad (2)$$

$$CR = CI / RI \quad (3)$$

İkinci formüldeki CI tutarlılık indeksi (Consistency Index - CI), üçüncü formüldeki RI ise rastgele indeks veya tesadüflik göstergesi (Random Index - RI) olarak adlandırılmaktadır. Tablo 2’de,  $n \times n$  boyutlu ikili karşılaştırma matrisleri için RI değerleri verilmiştir.

**Tablo 2.** Rastgele indeks değerleri (Saaty, 1987)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
RI	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51

### 2.3. Taşkın Duyarlılık Haritasının Üretilmesinde Kullanılan Veriler

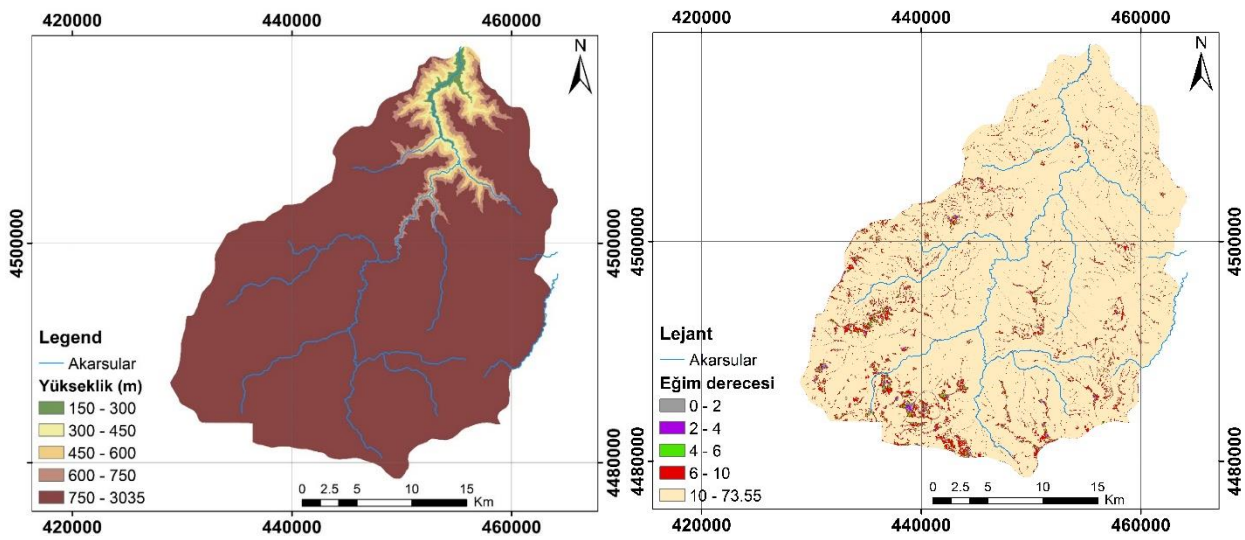
Taşkın duyarlılık haritalamada kullanılan faktörlerin seçimi büyük ölçüde hidrolojik, antropojenik, jeolojik ve topoğrafik faktörlerin mevcudiyetine bağlıdır. Önceki çalışmalarda, taşkın koşullandırma faktörlerinin seçimine yönelik spesifik bir kılavuzun olmadığı görülmüş ve bu nedenle çalışmalarda çok sayıda farklı faktör kullanılmıştır (Ouma ve Omai, 2023). Bu çalışmada, taşkın duyarlılık haritalama literatürüne, yerel koşullara ve mevcut verilere dayalı olarak 10 taşkın koşullandırma faktörü (yükseklik, eğim, bakı, arazi örtüsü, akarsulara uzaklık, drenaj yoğunluğu, akış birikimi, TWI, yağış ve jeoloji) kullanılmıştır.

Raster formattaki (ESRI GRID) faktör haritaları, ArcGIS 10.5 ortamında yeniden sınıflandırma (reclassify) fonksiyonu kullanılarak 1’den (çok düşük) 5’e (çok yüksek) kadar ortak bir ölçeğe göre

yeniden sınıflandırılmıştır. Çalışmada kullanılan faktörlere ait konumsal verilerin nasıl üretildiği ilerleyen bölümlerde açıklanmıştır.

### 2.3.1. Yükseklik

Literatürdeki önceki çalışmalar, yüksekliğin taşkın olaylarını etkileyen en önemli faktörlerden biri olduğunu göstermiştir (Edamo vd., 2022; Habibi vd., 2022; Mudashiru vd., 2022; Ouma ve Omai, 2023). Taşkınlar genellikle alçak rakımlı alanlarda meydana gelmektedir. Su, yerçekimi kuvveti nedeniyle yüksek rakımlı yerlerden (dağlık alanlardan) alçak rakımlı yerlere (düzlükler ve akarsu kıyılarına) doğru hızla akmakta, alçak rakımlı ve düzlük alanlara dağılarak taşkınları/su baskınlarını meydana getirmektedir (Fatah vd., 2022). Çalışma alanının yükseklik haritası, 10 m çözünürlüklü raster formattaki SYM'den üretilmiştir. Çalışma alanında yükseklik 150 ile 3035 m arasında değişmektedir. Yükseklik verisi SYM'nin 5 sınıfa (150-300, 300-450, 450-600, 600-750, 750-3035) yeniden sınıflandırılmasıyla elde edilmiştir (Şekil 3a).



Şekil 3. Çalışma alanının; a) yükseklik haritası, b) eğim haritası

### 2.3.2. Eğim

Eğim, taşkınların meydana gelmesinde etkili olan parametrelerin en önemlilerinden birisidir. Rakımı düşük ve eğimi az olan bölgelerde taşkın oluşma olasılığı diğer bölgelere göre daha fazladır (Tehrany vd., 2015). Yağış nedeniyle oluşan yüzeysel akış, dik eğimli yüzeyler tarafından hızlandırılmakta, dolayısıyla toprağın emme oranı düşmektedir. Sonuç olarak, düşük eğimli alanların (düzlük araziler), büyük miktarlardaki suyun durgunlaşması nedeniyle şiddetli taşkınlarla maruz kalma olasılığı yüksektir (Msabi ve Makonyo, 2021). Çalışma alanının eğim haritası SYM'den üretilmiştir. Çalışma alanında eğim  $0^{\circ}$  ile  $73.55^{\circ}$  arasında değişmektedir. Eğim verisi literatür araştırmaları da göz önünde bulundurularak 5 sınıfa ( $0-2^{\circ}$ ,  $2-4^{\circ}$ ,  $4-6^{\circ}$ ,  $6-10^{\circ}$ ,  $10-73.55^{\circ}$ ) ayrılmıştır (Şekil 3b).

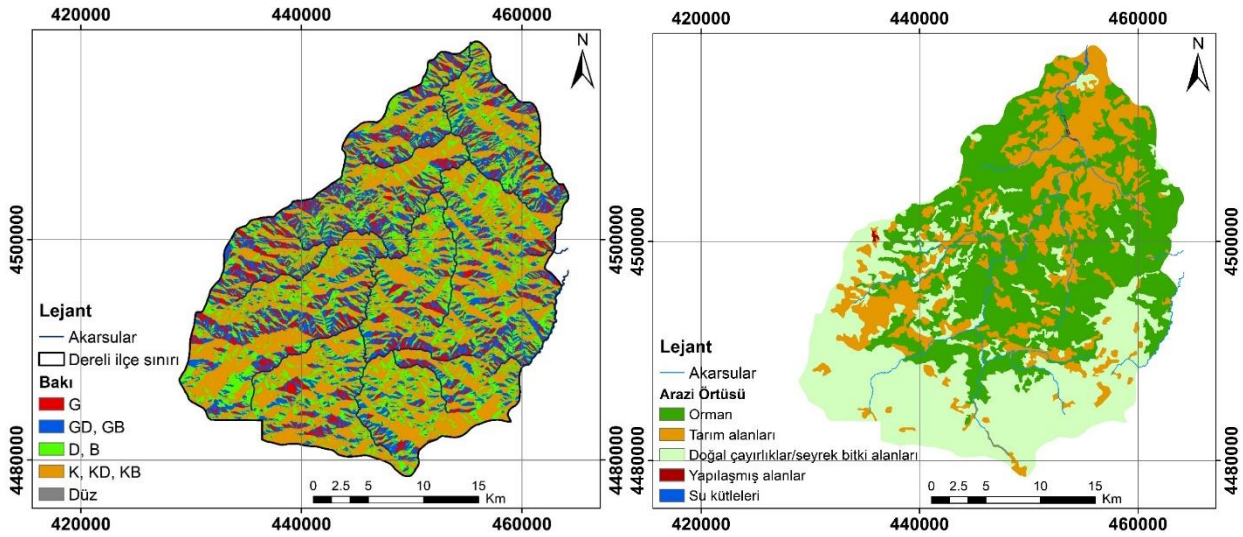
### 2.3.3. Bakı

Bir yamacın yönünü tanımlayan bakı, taşkın duyarlılık analizi için önemli faktörlerden biridir (Nachappa vd., 2020). Ancak Habibi vd. (2022), bakının taşkın oluşumunu dolaylı olarak etkilediğini ifade etmiştir. Türkiye'nin konumu nedeniyle güney yamaçlar kuzey yamaçlara göre daha fazla güneş radyasyonuna maruz kalmaktadır. Dolayısıyla, güney ve kuzey yamaçlar arasında buharlaşma, toprak nemliliği ve bitki örtüsü bakımından farklılıklar oluşmaktadır. Bu durum da yamaçlarda infiltrasyon farkını ortaya çıkararak, taşkın oluşumunu etkileyebilmektedir. Genel olarak düz araziler ile az güneş alan bakıya sahip bölgeler taşkın açısından riskli kabul edilmektedir (Özay, 2021; Tüzgen ve Karaca,

2021). Çalışma alanının bakı haritası SYM'den üretilmiş ve Özay (2021) tarafından yapılan tez çalışmasında olduğu gibi 5 sınıfa ayrılmıştır (Şekil 4a).

### 2.3.4. Arazi Örtüsü

Arazi örtüsü; infiltrasyon oranı, yüzeysel akış hızı ve buharlaşma gibi hidrolojik süreçleri etkileyen önemli bir faktör olduğu için taşkın duyarlılık analizinde çok önemlidir (Mudashiru vd., 2022). Yüzeysel suyu akışı ve infiltrasyon (sızma), diğer taşkın koşullandırma faktörlerinden farklı olarak arazi örtüsüne bağlı olduğu için bir havzadaki taşkın derecesi ve sıklığı, arazi örtüsü ile yakından ilişkilidir. Örneğin, bitki örtüsü yoğunluğunun yüzeysel suyu akışı üzerinde olumsuz bir etkisi vardır ve taşkın oluşumu ile negatif bir korelasyona sahiptir. Diğer taraftan, geçirimsiz kentsel yüzeyler (örneğin asfalt yollar) ve çıplak kayalıklar, düşük infiltrasyon nedeniyle yüzeysel suyu akışlarını arttırmaktadır (Ouma ve Omai, 2023). Çalışmada kullanılan CORINE 2018 arazi örtüsü katmanı (URL-3, 2022) temel olarak 5 sınıfa (Su kütleleri, yapılaşmış alanlar, doğal çayırlıklar ve seyrek bitki alanları, tarımsal alanlar, orman) ayrılmıştır (Şekil 4b).



Şekil 4. Çalışma alanının; a) bakı haritası, b) arazi örtüsü haritası

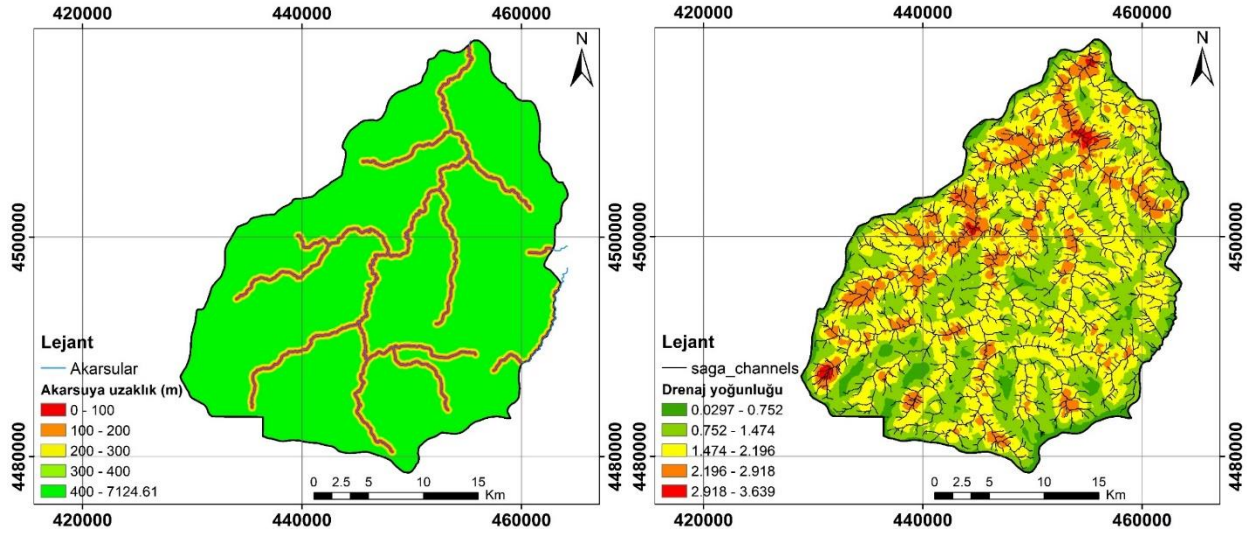
### 2.3.5. Akarsulara Uzaklık

Akarsulara yakın alanlar taşkınlara en yatkın alanlardır (Fatah vd., 2022; Habibi vd., 2022). Akarsular gibi su kütlelerine yakın bölgelerdeki arazi neredeyse düz olacağından, şiddetli yağmur durumunda bu alanların sular altında kalması muhtemeldir (Ouma ve Omai, 2023). Küçük akarsular, birkaç metre genişliğindeki tampon bölgeleri sular altında bırakabilirken, büyük nehirler birkaç kilometre boyunca taşabilmektedir (Fatah vd., 2022). Bu çalışmada Copernicus Arazi İzleme Servisinden (URL-4, 2022) indirilen akarsu ağı kullanılmıştır. ArcGIS 10.5 ortamında "Euclidean Distance" fonksiyonu kullanılarak akarsulara uzaklık haritası üretilmiştir. Daha sonra, literatür çalışmaları göz önünde bulundurularak akarsulara uzaklık 5 sınıfa (0-100, 100-200, 200-300, 300-400, >400 m) ayrılmıştır (Şekil 5a).

### 2.3.6. Drenaj Yoğunluğu

Drenaj yoğunluğu, havzanın toplam akarsu uzunluğu ile genel havza alanı arasındaki orandır (Fatah vd., 2022). Drenaj yoğunluğu, taşkın oluşumuna güçlü bir şekilde katkıda bulunan temel koşullandırma faktörüdür (Msabi ve Makonyo, 2021). Taşkın tehlikesi, drenaj yoğunluğuyla doğru orantılıdır. Drenaj yoğunluğunun artması, yüzeysel suyu akışını ve taşkın duyarlılığını arttırmaktadır (Fatah vd., 2022). Çalışmada, önce SYM'den çalışma alanının drenaj ağı üretilmiştir. Daha sonra,

ArcGIS 10.5 yazılımının “line density” fonksiyonu kullanılarak drenaj yoğunluğu belirlenmiştir. Drenaj yoğunluğu son olarak 5 sınıfa; (0.0297-0.752, 0.752-1.474, 1.474-2.196, 2.196-2.918, 2.918-3.639) ayrılmıştır (Şekil 5b).



Şekil 5. Çalışma alanının; a) akarsuya uzaklık haritası, b) drenaj yoğunluğu haritası

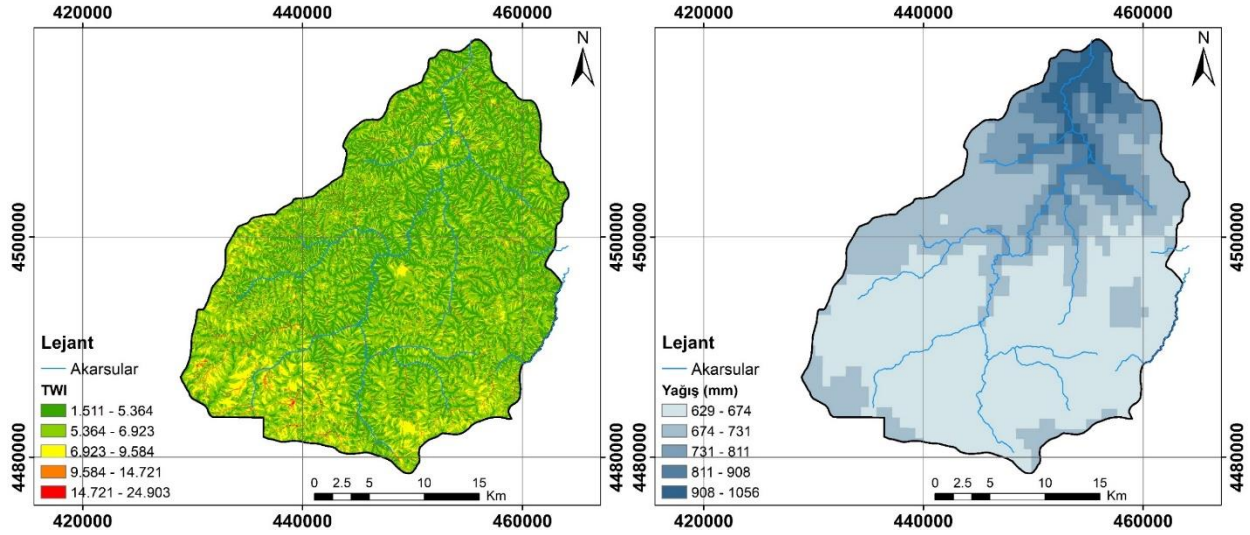
### 2.3.7. Topografik Nemlilik İndeksi

Topografik nemlilik indeksi (Topographic Wetness Index - TWI) taşkın olaylarının mekânsal değişimini etkileyen önemli hidrolojik faktörlerden biridir (Ouma ve Omai, 2023). TWI, toprak nem içeriğini ve yüzey doygunluğunu temsil eder. TWI'nin, yani toprak nemi içeriği ve toprak doygunluğunun yüksek olması taşkın olasılığını arttırmaktadır. Doygunluk seviyesi arttığında, yeraltı suyu tablası yükselir ve bölge taşkın için elverişli hale gelir. Bu nedenle, daha yüksek TWI değerine sahip alanlar taşkına daha yatkındır (Vilasan ve Kapse, 2022). SAGA GIS yazılımı kullanılarak SYM'den çalışma alanının TWI haritası üretilmiştir. TWI daha sonra 5 sınıfa (1.511-5.364, 5.364-6.923, 6.923-9.584, 9.584-14.721, 14.721-24.903) ayrılmıştır (Şekil 6a).

### 2.3.8. Yağış

Yağış, genel olarak taşkınların en önemli nedenlerinden biridir. Taşkınla sonuçlanan yüzeysel su akışının oluşumu, yağışı gerektirir. Bu nedenle, yüzeysel akış büyük ölçüde yağışa bağlıdır (Mudashiru vd., 2022). Kısa sürede meydana gelen şiddetli yağışların veya düşük yoğunluklu uzun süreli yağışların taşkınların ana nedeni olduğu kabul edilmektedir (Fatah vd., 2022; Habibi vd., 2022). Bu nedenle, çalışma alanının taşkın duyarlılık modellemesi için yağış faktörü de dikkate alınmıştır. Dereli ilçesinin yağış haritasını oluşturmak için WorldClim sitesinden indirilen yağış verileri kullanılmıştır (URL-5, 2022). Yağış verisi 5 sınıfa (629-674, 674-731, 731-811, 811-908, 908-1056) ayrılarak çalışma alanının yağış haritası elde edilmiştir (Şekil 6b).





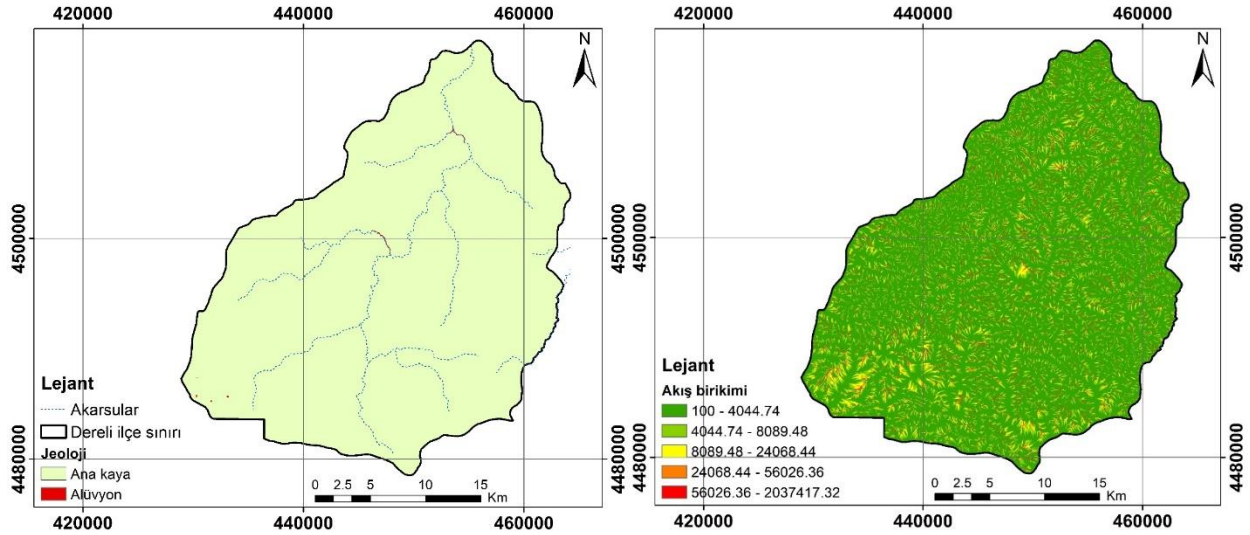
Şekil 6. Çalışma alanının; a) TWI haritası, b) yağış haritası

### 2.3.9. Jeoloji / Litoloji

Taşkınlar, toprak gözenekliliği ve geçirgenliği üzerindeki etkilerinden dolayı jeolojik yapı ile ilişkilidir. Çok dayanıklı kayalarda geçirimsizlik çok düşüktür ve sonuç olarak taşkın potansiyeli daha yüksektir (Habibi vd., 2022). Kayaçların geçirgenliği ile sızma hızı arasında önemli bir ilişki vardır. Daha yüksek geçirgenliğe sahip litolojik birimler sızma sürecini hızlandırırken, geçirimsiz katman yüzeysel akışı artırarak taşkınları tetikleyebilmektedir (Msabi ve Makonyo, 2021). Tang vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada, litolojinin drenaj sistemlerinin inşası ile ilgili bir faktör olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, yüksek dirençli kayalara sahip bir bölgenin daha düşük drenaj yoğunluğuna sahip olacağı ve bunun da daha yüksek taşkın potansiyeline neden olacağı ifade edilmiştir. Söz konusu katmanın oluşturulmasında MTA Genel Müdürlüğünden temin edilen 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası kullanılmıştır. Jeoloji katmanı alüvyon ve ana kaya olmak üzere 2 sınıfa ayrılmıştır (Şekil 7a).

### 2.3.10. Akış Birikimi

Akış birikimi (flow accumulation), taşkın duyarlılık haritalamada ve hidrolojik çalışmalarda yaygın olarak kullanılan faktörlerden biridir (Msabi ve Makonyo, 2021; Fatah vd., 2022). Bu faktör, havza içindeki belirli bir noktadaki toplam akışı gösterir. Daha yüksek bir akış birikim değeri, daha yüksek bir su birikimi olasılığını, dolayısıyla daha yüksek bir taşkın olasılığını ifade etmektedir (Das, 2020; Msabi ve Makonyo, 2021; Fatah vd., 2022; Ouma ve Omai, 2023). Bu çalışmada, ArcGIS 10.5 ortamında, SYM'den, önce akış yönleri (flow direction) hesaplanmış, sonra "flow accumulation" fonksiyonu kullanılarak akış birikimi üretilmiştir. Akış birikimi değerleri 5 sınıfa ayrılarak çalışma alanının akış birikimi haritası elde edilmiştir (Şekil 7b).



Şekil 7. Çalışma alanının; a) jeoloji haritası, b) akış birikimi haritası

## 2.4. AHP Yönteminin Uygulanması

Bu çalışmada, Giresun ili Dereli ilçesinin taşkın duyarlılık haritasını üretmek için AHP yöntemi kullanılmıştır. Taşkın duyarlılık haritalamada kullanılan faktörler ve bu faktörlerin ağırlıklarını belirlemek için literatürdeki çalışmalardan faydalanılmıştır. Literatür taraması sonucunda taşkın duyarlılık haritalarının üretiminde en çok kullanılan 10 parametre belirlenmiştir. Bu parametreler; yağış, eğim, yükseklik, akarsu ağına uzaklık, arazi örtüsü, akış birikimi, drenaj yoğunluğu, TWI, jeoloji/litoloji ve bakı olmuştur. Literatürdeki çalışmalara göre parametrelerin önem dereceleri ya da öncelikleri belirlenmiş ve Tablo 3'te yer alan ikili karşılaştırma matrisi oluşturularak parametrelerin ağırlıkları hesaplanmıştır (Tablo 4). Tutarlılık oranının 0.10'den küçük olması üzerine (0.079) hesaplanan ağırlıkların çalışmada kullanılmasına karar verilmiştir. Diğer taraftan, yine ilgili literatür incelenerek (Yılmaz, 2015; Selçuk vd., 2016; Gerger ve Tanrıverdi, 2018; Şengün vd., 2019; Tanrıverdi, 2019; Ocak ve Bahadır, 2020; Özay, 2021; Tüzgen ve Karaca, 2021) alt parametreler ve alt parametrelerin puanları belirlenmiştir (Tablo 5). Son olarak ArcGIS 10.5 yazılımında ağırlıklı toplam yapılarak çalışma alanının taşkın duyarlılık haritası üretilmiştir.

Tablo 3. İkili karşılaştırma matrisi

	YGS	EGM	YKSL	AKSU	ARZO	AKSB	DRNJ	TWI	JEO	BAKI
YGS	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000	9.000
EGM	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	9.000	9.000
YKSL	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000
AKSU	0.250	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000
ARZO	0.200	0.250	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000
AKSB	0.167	0.200	0.250	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000
DRNJ	0.143	0.167	0.200	0.250	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000
TWI	0.125	0.143	0.167	0.200	0.250	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000
GEO	0.111	0.111	0.143	0.167	0.200	0.250	0.333	0.500	1.000	2.000
BAKI	0.111	0.111	0.125	0.143	0.167	0.200	0.250	0.333	0.500	1.000

**Tablo 4.** Faktörlerin ağırlıkları

	YGS	EGM	YKSL	AKSU	ARZO	AKSB	DRNJ	TWI	JEO	BAKI	Ağırlık
<b>YGS</b>	0.3401	0.4154	0.3887	0.3450	0.3040	0.2693	0.2407	0.2172	0.1935	0.1667	0.2881
<b>EGM</b>	0.1701	0.2077	0.2591	0.2588	0.2432	0.2244	0.2063	0.1900	0.1935	0.1667	0.2120
<b>YKSL</b>	0.1134	0.1038	0.1296	0.1725	0.1824	0.1795	0.1719	0.1629	0.1505	0.1481	0.1515
<b>AKSU</b>	0.0850	0.0692	0.0648	0.0863	0.1216	0.1346	0.1375	0.1357	0.1290	0.1296	0.1093
<b>ARZO</b>	0.0680	0.0519	0.0432	0.0431	0.0608	0.0898	0.1032	0.1086	0.1075	0.1111	0.0787
<b>AKSB</b>	0.0567	0.0415	0.0324	0.0288	0.0304	0.0449	0.0688	0.0814	0.0860	0.0926	0.0563
<b>DRNJ</b>	0.0486	0.0346	0.0259	0.0216	0.0203	0.0224	0.0344	0.0543	0.0645	0.0741	0.0401
<b>TWI</b>	0.0425	0.0297	0.0216	0.0173	0.0152	0.0150	0.0172	0.0271	0.0430	0.0556	0.0284
<b>GEO</b>	0.0378	0.0231	0.0185	0.0144	0.0122	0.0112	0.0115	0.0136	0.0215	0.0370	0.0201
<b>BAKI</b>	0.0378	0.0231	0.0162	0.0123	0.0101	0.0090	0.0086	0.0090	0.0108	0.0185	0.0155
<b>TOPLAM</b>											<b>1.0000</b>
<p><b>YGS:</b> Yağış, <b>EGM:</b> Eğim, <b>YKSL:</b> Yükseklik, <b>AKSU:</b> Akarsulara uzaklık, <b>ARZO:</b> Arazi örtüsü  <b>AKSB:</b> Akış birikimi, <b>DRNJ:</b> Drenaj yoğunluğu, <b>TWI:</b> Topoğrafik nemlilik indeksi, <b>JEO:</b> Jeoloji</p> <p><math>\lambda_{max} = 11.05478</math>,  <math>CI = 0.117198</math>,  <math>RI = 1.49</math>,  <math>CR = 0.079</math></p>											

**Tablo 5.** Alt kriterlerin puanlandırılması

Kriter	Alt kriter	Puan	Kaynak
<b>Yağış</b>	908-1056	5	Ocak ve Bahadır, (2020) Özay, (2021) Penki ve ark. (2022) Nsangou ve ark. (2022)
	811-908	4	
	731-811	3	
	674-731	2	
	629-674	1	
<b>Yükseklik</b>	150 - 300	5	Sözer ve ark. (2019) Özay, (2021) Tüzgen ve Karaca, (2021) Penki ve ark. (2022)
	300 - 450	4	
	450 - 600	3	
	600 - 750	2	
	750 - 3035	1	
<b>Eğim (°)</b>	0-2	5	Ocak ve Bahadır, (2020) Tüzgen ve Karaca, (2021) Penki ve ark. (2022) Nsangou ve ark. (2022)
	2-4	4	
	4-6	3	
	6-10	2	
	> 10	1	
<b>Akarsuya uzaklık (m)</b>	0 - 100	5	Tüzgen ve Karaca, (2021) Özay, (2021) Nsangou ve ark. (2022)
	100 - 200	4	
	200 - 300	3	
	300 - 400	2	
	> 400	1	
<b>Arazi örtüsü</b>	Sulak alanlar	5	Negese ve ark. (2022) Mudashiru ve ark. (2022)
	Yapılaşmış (kentsel) alanlar	4	
	Doğal çayırliklar/seyrek bitki alanları	3	
	Tarım (ekili) alanları	2	
	Orman	1	

**Tablo 5'in devamı**

Kriter	Alt kriter	Puan	Kaynak
<b>TWI</b>	14.721 - 24.903	5	Sözer ve ark. (2019) Özay, (2021) Penki ve ark. (2022) Nsangou ve ark. (2022)
	9.584 - 14.721	4	
	6.923 - 9.584	3	
	5.364 - 6.923	2	
	1.511 - 5.364	1	
<b>Akış birikimi</b>	56026.36 - 2037417.32	5	Sözer ve ark. (2019) Negese ve ark. (2022)
	24068.44 - 56026.36	4	
	8089.48 - 24068.44	3	
	4044.74 - 8089.48	2	
	100 - 4044.74	1	
<b>Drenaj yoğunluğu</b>	2.918 - 3.639	5	Özay, (2021) Penki ve ark. (2022) Nsangou ve ark. (2022) Negese ve ark. (2022)
	2.196 - 2.918	4	
	1.473 - 2.196	3	
	0.752 - 1.473	2	
	0.029 - 0.752	1	
<b>Jeoloji</b>	Alüvyon	5	Tüzgen ve Karaca, (2021)
	Diğer kayalar	1	
<b>Baki</b>	Düz	5	Özay, (2021)
	K, KD, KB	4	
	D, B	3	
	GD, GB	2	
	G	1	

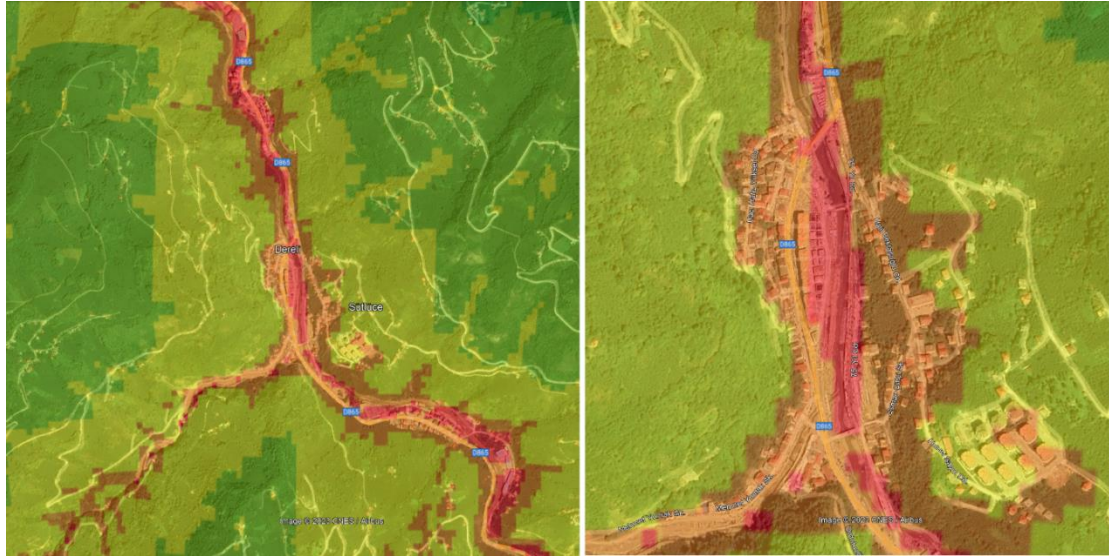
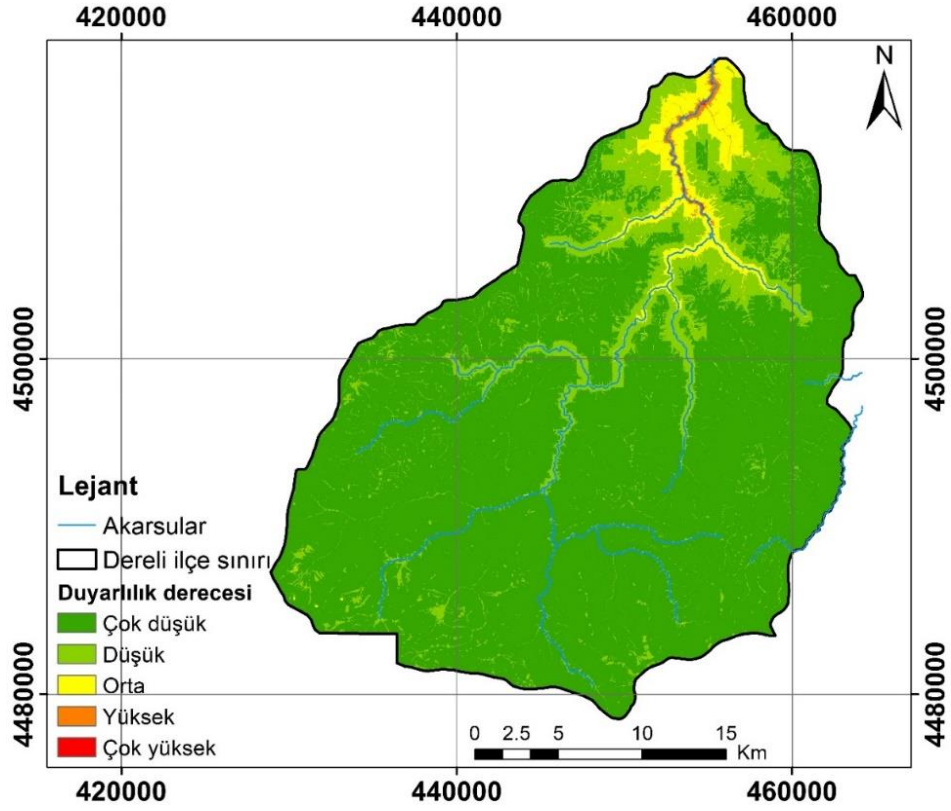
### 3. Bulgular ve Tartışma

Kriterlerin ağırlıkları belirlendikten sonra ArcGIS 10.5 yazılımında ağırlıklı toplam (weighted sum) bindirme analizi kullanılarak çalışma alanının taşkın duyarlılık indeksi hesaplanmıştır. Bir pikselin indeks değerinin yüksek olması, o pikselin taşkın duyarlılığının yüksek olduğu, indeks değerinin düşük olması ise o pikselin taşkın duyarlılığının düşük olduğu anlamına gelmektedir. 1 ile 4.83 arasında değişen indeks değerleri eşit aralıkla 5 sınıfa ("Çok yüksek, Yüksek, Orta, Düşük ve Çok düşük") ayrılmış ve çalışma alanının taşkın duyarlılık haritası elde edilmiştir (Şekil 8).

Çalışma alanının yüzölçümü 84.552,7 ha'dır. Bu alanın; %80.56'sı (68120.17 ha) çok düşük derecede, %14.65'i (12387.11 ha) düşük derecede, %4.14'ü (3499.27 ha) orta derecede, %0.54'ü (453.09 ha) yüksek derecede ve %0.11'i (93.04 ha) ise çok yüksek derecede taşkına duyarlı alan içinde kalmaktadır.

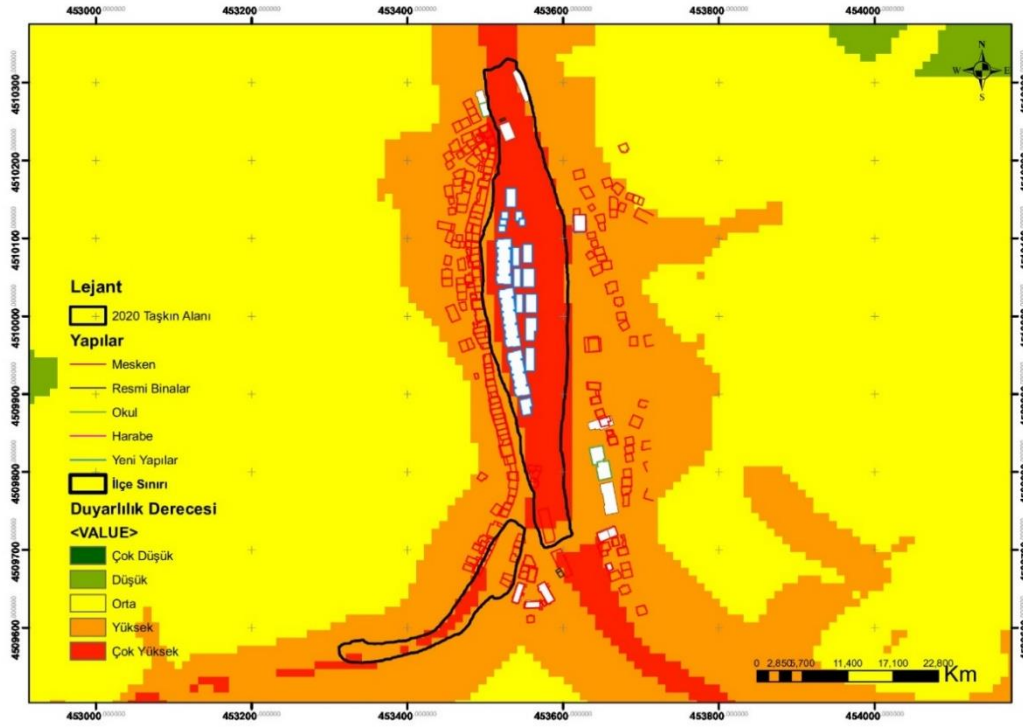
CORINE 2018 arazi örtüsü (URL-3, 2022) verisine göre Dereli ilçesinin %0.11'i yapay bölgeler (kesikli/sürekli şehir yapısı), %22.94'ü tarımsal alanlar, %76.83'ü orman ve yarı doğal alanlar, %0.12'si ise su kütleleri ile kaplıdır. Arazi örtüsü katmanı taşkın duyarlılık haritası ile karşılaştırıldığında; yapay bölgelerin %57.63'ünün, tarımsal alanların %1.49'unun, orman ve yarı doğal alanların ise %0.16'sinin yüksek ve çok yüksek derecede taşkına duyarlı alanların içerisinde kaldığı belirlenmiştir.

Üretilen taşkın duyarlılık haritası ArcGIS 10.5 yazılımının "Layer to KML" fonksiyonu kullanılarak ".KMZ" formatına dönüştürülmüş ve Google Earth yazılımı kullanılarak görüntülenmiştir (Şekil 9). Bu görselleştirme ile Dereli ilçe merkezinin neredeyse tamamının yüksek ve çok yüksek derecede taşkına duyarlı bölgeler içerisinde kaldığı görülmüştür (Şekil 9).



Şekil 9. Taşkın duyarlılık haritasının Google Earth görüntüsü üzerinde gösterimi

Şekil 10'da kalın siyah çizgi ile gösterilen alanlar, 22 Ağustos 2020 tarihinde Dereli'de meydana gelen taşkından etkilenen alanları (taşkın sınırını) göstermektedir. Bu sınır, taşkın duyarlılık haritası ile karşılaştırılarak üretilen taşkın duyarlılık haritasının doğrulaması (validation) yapılmıştır. Envanter taşkın alanının %80'inin çok yüksek derecede, %20'sinin ise yüksek derece taşkına duyarlı alanlarla çakıştığı tespit edilmiştir (Şekil 10). Bu sonuç, çalışma kapsamında üretilen taşkın duyarlılık haritasının güvenilir olduğunu ve Dereli ilçesinde taşkın nedeniyle gelecekte oluşacak zararları azaltmada kullanılabileceğini göstermiştir.



Şekil 10. Taşkın envanteri ve taşkın duyarlılık haritasının çakıştırılmış hali

20 Ağustos 2020 yılında büyük bir sel felaketi yaşayan Dereli ilçesinde Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ile TOKİ tarafından yapılan çalışmalarla altyapı tesisleri, konut ve ticari alanlar yeniden inşa edilmiştir. Ancak Su Politikaları Derneği (SPD), “taşkın sonrasında dere yatağı düzenlenirken büyük bir mühendislik hatasının yapıldığını ve Dereli Taş Kemer Köprü bölgesinde yatak kesitinin daraltıldığını” vurgulamıştır. Nitekim bu daralma ilk taşkında karşı sahildeki yolun istinat duvarının altını boşaltmış ve yolda çökmelere neden olmuştur (Şekil 11). Bu durum, dere yataklarındaki köprü ve menfez açıklıklarının uygun bir şekilde projelendirilmesi ve sürekli temizlenerek açık tutulması gerektiğini bir kez daha gözler önüne sermiştir (URL-6, 2022).



Şekil 11. 2022 yılında meydana gelen taşkın sonrası yolda oluşan çökmeler (URL-6, 2022)

Dereli ilçesinde 2020 yılında yaşanan sel felaketinden sonra yıkılan binaların yerine yapılan yeni binalar taşkın duyarlılık haritasında yüksek ve çok yüksek derecede taşkına duyarlı alanlar içerisinde yapılmıştır (Şekil 12). Oysa taşkın felaketinin yaşandığı alan, 2944 sayılı Cumhurbaşkanı Kararı ile 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun'un 2. maddesi gereğince “Riskli Alan” ilan edilmiştir. Bu karar 09.09.2020 tarih ve 31239 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir (T.C. Resmi Gazete, 2020). Riskli alan ilan edilmesine rağmen aynı alana 71 konut ve 82 iş yeri yapılmıştır. Yine aynı bölgede Dereli Belediyesi hizmet binası, Kaymakamlık, Emniyet Müdürlüğü, Yüksek Okul, İlkokul ve Açık otopark yapılması planlanmıştır. Taşkın duyarlılık haritasında yüksek ve çok yüksek derecede taşkına duyarlı alan içinde Orman İşletme Müdürlüğü ve lojmanları, 2 adet Cami, Öğretmen evi, Halk pazarı, Polis lojmanları, Çok

programlı Anadolu Lisesi, Orta Öğretim Erkek Öğrenci Pansiyonu, PTT binası ve 204 adet mesken bulunmaktadır.



**Şekil 12.** Taşkından sonra yeniden inşa edilen Dereli ilçesi (URL-7, 2022)

Taşkın felaketinden sonra afetzedeler için TOKİ tarafından yapılan konut ve işyerlerinin riskli bölgelere inşa edildiği ulusal basında da eleştiri konusu olmuştur (URL-8, 2023; URL-9, 2023). TOKİ tarafından yapılan yazılı açıklamada; “Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü’nce yapılan hesaplamalar sonucu belirlenen dere taşkın kotuna göre proje çalışmalarının yapıldığı, yapılan proje çalışmalarında dere kret kotunun altında hiçbir bağımsız bölüm oluşturulmadığı, bodrum katı yapılmadığı, tüm alanın dolgu ile yükseltilerek dere kret kotunun üzerine çıkartıldığı” ifade edilerek açıklamaların gerçeği yansıtmadığı belirtilmiştir (URL-9, 2023).

## 5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, CBS analiz fonksiyonları ve AHP yöntemi kullanılarak Dereli İlçesinin taşkın duyarlılık haritası üretilmiştir. Literatürde yaygın olarak kullanıldığı belirlenen 10 faktör dikkate alınarak üretilen taşkın duyarlılık haritası, 5 duyarlılık sınıfına sahip olacak şekilde üretilmiştir. Taşkın duyarlılık haritasına göre çalışma alanının yaklaşık %1’inin yüksek ve çok yüksek derecede taşkına duyarlı olduğu belirlenmiştir. Yüksek ve çok yüksek derecede taşkına duyarlı alan oranı her ne kadar çok küçük ve önemsiz gibi görünse de ilçe merkezinin tamamının bu riskli alanın içinde kaldığı tespit edilmiştir. Taşkın duyarlılık haritası, 2020 yılında meydana gelen taşkın felaketinin sınırları kullanılarak doğrulanmış ve 2020 yılındaki taşkından etkilenen alanların %80’inin üretilen haritada çok yüksek derecede taşkına duyarlı bölgelerle çakıştığı tespit edilmiştir.

Üretilen taşkın duyarlılık haritasına göre, Dereli ilçesinde önümüzdeki yıllarda meydana gelebilecek olası taşkınlarda yerleşim alanlarının yeniden taşkından etkilenebileceği görülmektedir. Bu nedenle, çalışma kapsamında üretilen taşkın duyarlılık haritasının ilçede gelecekte yaşanması muhtemel taşkın olaylarının zararlarını azaltmak için dikkate alınması gerektiği görülmüştür. Her ne kadar bu çalışmalar sırasında Giresun ilinin İl Afet Risk Azaltma Planı (İRAP)’na erişilememiş olsa da, İRAP’ın güncellenmesi aşamasında bu çalışmadan üretilen duyarlılık haritasından faydalanılması, vatandaşların can ve mal güvenliğini sağlamak açısından yararlı olacaktır.

Çalışma sonucunda Dereli ilçesinde taşkınlara karşı alınabilecek önlemler ve öneriler aşağıda sıralanmıştır;

- Üretilen taşkın duyarlılık haritası dikkate alınarak ilçenin imar planı güncellenmeli ve taşkından etkilenebilecek riskli alanların yeşil alan olarak değerlendirilmesi sağlanmalıdır,
- İlçenin yer aldığı akarsu havzasının ve alt havzaların üst kısımlarında ağaçlandırma artırılmalı ve plansız/kaçak ağaç kesimleri engellenmelidir,
- Bölgedeki akarsuların taşkın debileri yeniden hesaplanmalı buna göre menfez ve köprü gibi yapılar tekrar gözden geçirilerek gerekiyorsa yeniden projelendirilmelidir,
- Yerleşim merkezinde drenaj sistemlerinin kapasiteleri artırılmalı ve alt yapı standartları eksiksiz bir şekilde uygulanmalıdır,
- Akarsu yataklarının civarında betonlaşma ve asfaltlamadan uzak durulmalıdır,
- Akarsu yatakları düzenli aralıklarla temizlenmeli ve temiz kalması için halk bilinçlendirilmelidir,
- DSİ tarafından Giresun, Rize, Trabzon, Gümüşhane ve Bayburt'ta toplam 125 dereye kurulan taşkın erken uyarı sistemi etkin bir şekilde kullanılmalı ve sürdürülebilirliği sağlanmalıdır,
- Uzaktan algılama teknikleri kullanılarak taşkın duyarlılık haritalamada kullanılan bazı faktörlere (örneğin taşkın envanteri, NDVI, arazi örtüsü/kullanımı gibi) ait güncel ve doğru verilerin üretilmesi sağlanmalıdır,
- Web of Science ve Scopus gibi veri tabanlarında tarama yapılarak, son 10-15 yılda taşkın duyarlılık haritalama konusunda yapılan çalışmalar ayrıntılı bir şekilde incelenmeli, taşkın duyarlılık haritalamada kullanılan faktörler ve yöntemler analiz edilmelidir,
- Özelde Dereli ilçesi genelde de Giresun ilinde önceki yıllarda yaşanan taşkınlarla ilgili güvenilir taşkın envanter verileri oluşturulmalı, makine öğrenmesi ve derin öğrenme algoritmaları ile doğruluğu yüksek taşkın duyarlılık haritalarının üretilmesi sağlanmalıdır.
- Taşkın duyarlılık haritalarının üretilmesi aşamasında güncel ve doğru verilere ulaşmak, haritaların doğruluğunu sağlamak açısından oldukça önemlidir. Ancak, kurumlar arası koordinasyon ve işbirliği eksikliği veri paylaşımını kısıtlamakta ve özellikle bilimsel çalışmalar için engel oluşturmaktadır. Bu nedenle, Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi (TUCBS) tam fonksiyonel olarak bir an önce devreye alınmalı, özellikle Üniversitelerin Doğal Afet Araştırma Merkezlerinin bu sisteme erişimi sağlanarak deprem, heyelan ve taşkın/sel afetlerine yönelik bilimsel araştırmalar ve çalışmalar için ihtiyaç duyulan konumsal verilere erişim sağlanmalıdır.

## Teşekkür

Bu çalışma, birinci yazarın makale ile aynı isimli yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

## Çıkar Çatışması

Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## Kaynaklar

Akay, A.E. & Şahin, H. (2019). Forest Fire Risk Mapping by using GIS Techniques and AHP Method: A Case Study in Bodrum (Turkey). *European Journal of Forest Engineering*, 5(1), 25-35.

Akıncı, H., Yavuz Özalp, A. & Turgut, B. (2013). Agricultural land use suitability analysis using GIS and AHP technique. *Computers and Electronics in Agriculture*, 97, 71–82.

Akıncı, H., Yavuz Özalp, A. & Temuçin Kılıçer, S. (2015). Coğrafi Bilgi Sistemleri ve AHP Yöntemi Kullanılarak Planlı Alanlarda Heyelan Duyarlılığının Değerlendirilmesi: Artvin Örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 1(1-2), 40-53.

Akıncı, H. & Demirarslan, K.O. (2022). Site Selection for Municipal Solid Waste Landfill: Case Study of Artvin, Turkey. *Environmental & Engineering Geoscience*, 28(3), 293–310.



- Apaydın, A. (2021). 22 Ağustos 2020 Tarihli Taşkına Neden Olan Dereli Deresi (Giresun) Havza Analizleri, Taşkın Nedenleri ve Sonuçları. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 11(2), 392-425.
- Aydin, M.C. & Birincioğlu, E.S. (2022). Flood risk analysis using GIS-based analytical hierarchy process: a case study of Bitlis Province. *Applied Water Science*, 12(6), 122. doi:10.1007/s13201-022-01655-x
- CRED, (2022). 2021 Disasters in numbers. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED). Retrieved from [https://cred.be/sites/default/files/2021\\_EMDAT\\_report.pdf](https://cred.be/sites/default/files/2021_EMDAT_report.pdf).
- Das, S. (2020). Flood susceptibility mapping of the Western Ghat coastal belt using multi-source geospatial data and analytical hierarchy process (AHP). *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 20, 100379. doi:10.1016/j.rsase.2020.100379
- Edamo, M.L., Ukumo, T.Y., Lohani, T.K., Ayana, M.T., Ayele, M.A., Mada, Z.M. & Abdi, D.M. (2022). A comparative assessment of multi-criteria decision-making analysis and machine learning methods for flood susceptibility mapping and socio-economic impacts on flood risk in Abela-Abaya floodplain of Ethiopia. *Environmental Challenges*, 9, 100629. doi:10.1016/j.envc.2022.100629
- Ergünay, O. (2007). Türkiye'nin afet profili, TMMOB Afet Sempozyumu, İMO Kongre ve Kültür Merkezi, Ankara, Türkiye, s.1-14.
- Fatah, K.K., Mustafa, Y.T. & Hassan, I.O. (2022). Flood Susceptibility Mapping Using an Analytic Hierarchy Process Model Based on Remote Sensing and GIS Approaches in Akre District, Kurdistan Region, Iraq. *Iraqi Geological Journal*, 55(2C), 121-149.
- Gerger, R. & Tanrıverdi, M. (2018). Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Tabanlı Çok Ölçütlü Karar Analizi İle Şanlıurfa İl Merkezinin Taşkın Alanlarının Belirlenmesi, VII. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2018), Eskişehir, Türkiye.
- Girayhan, T.F. (2015). Nicel Taşkın Risk Değerlendirmesiyle Hasar Modellemesi ve Metodolojinin Geliştirilmesi, Uzmanlık Tezi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara, Türkiye.
- Habibi, A., Delavar, M.R., Sadeghian, M.S. & Nazari, B. (2022). Flood Susceptibility Mapping and Assessment Using Regularized Random Forest and Naïve Bayes Algorithms. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, X-4/W1-2022, 241–248.
- Hong, H., Tsangaratos, P., Ilia, I., Liu, J., Zhu, A-X. & Chen, W. (2018). Application of fuzzy weight of evidence and data mining techniques in construction of flood susceptibility map of Poyang County, China. *Science of the Total Environment*, 625, 575–588.
- Kavzoglu, T., Sahin, E.K. & Colkesen, I. (2014). Landslide susceptibility mapping using GIS-based multi-criteria decision analysis, support vector machines, and logistic regression. *Landslides*, 11, 425–439.
- Kaymaz, H. (2019). Dereli İlçe Merkezi'nin Coğrafyası, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Erzurum, Türkiye.
- Kazemi, H. & Akinci, H. (2018). A land use suitability model for rainfed farming by Multi-criteria Decision making Analysis (MCDA) and Geographic Information System (GIS). *Ecological Engineering*, 116, 1–6. doi:10.1016/j.ecoleng.2018.02.021
- MGM, (2023, Haziran 26). İllerimize Ait Genel İstatistik Verileri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=GIRESUN>
- Msabi, M.M. & Makonyo, M. (2021). Flood susceptibility mapping using GIS and multi-criteria decision analysis: A case of Dodoma region, central Tanzania. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 21, 100445. doi:10.1016/j.rsase.2020.100445

- Mudashiru, R.B., Sabtu, N., Abdullah, R., Saleh, A. & Abustan, I. (2022). Optimality of flood influencing factors for flood hazard mapping: An evaluation of two multi-criteria decision-making methods. *Journal of Hydrology*, 612(Part A), 128055. doi:10.1016/j.jhydrol.2022.128055
- Nachappa, T.G., Piralilou, S.T., Gholamnia, K., Ghorbanzadeh, O., Rahmati, O. & Blaschke, T. (2020). Flood susceptibility mapping with machine learning, multi-criteria decision analysis and ensemble using Dempster Shafer Theory. *Journal of Hydrology*, 590, 125275. doi:10.1016/j.jhydrol.2020.125275
- Negese, A., Worku, D., Shitaye, A. & Getnet, H. (2022). Potential flood-prone area identification and mapping using GIS-based multi-criteria decision- making and analytical hierarchy process in Dega Damot district, northwestern Ethiopia. *Applied Water Science*, 12, 255. doi:10.1007/s13201-022-01772-7
- Nsangou, D., Kpoumié, A., Mfonka, Z., Ngouh, A.N., Fossi, D.H., Jourdan, C., Mbele, H.Z., Mouncherou, O.F., Vandervaere, J-P. & Ngoupayou, J.R.N. (2022). Urban flood susceptibility modelling using AHP and GIS approach: case of the Mfoundi watershed at Yaoundé in the South-Cameroon plateau. *Scientific African*, 15, e01043. doi:10.1016/j.sciaf.2021.e01043
- Ocak, F. & Bahadır, M. (2020). Örnek Taşkın Risk Modeli Oluşturulması ve Ünye Şehrindeki Derelere Ait Taşkın Risk Analizleri. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 13(80), 499-524.
- Ouma, Y.O. & Omai, L. (2023). Flood Susceptibility Mapping Using Image-Based 2D-CNN Deep Learning: Overview and Case Study Application Using Multiparametric Spatial Data in Data-Scarce Urban Environments. *International Journal of Intelligent Systems*, 2023, 5672401. doi:10.1155/2023/5672401
- Özay, B. (2021). Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Taşkın Duyarlılık Analizi; Mersin İli Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin, Türkiye.
- Özay, B. & Orhan, O. (2021). Using analytical hierarchy process (AHP) for flood susceptibility mapping of Mersin, Turkey, *2nd Intercontinental Geoinformation Days*, 5-6 Mayıs 2021, Mersin, Türkiye, s.167-170.
- Özcan, O. (2008). Sakarya Nehri Alt Havzası'nın Taşkın Risk Analizinin Uzaktan Algılama ve CBS İle Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Öztürk, D. & Batuk, F. (2007). Çok Sayıda Kriter ile Karar Vermede Kriter Ağırlıkları. *Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 25(1): 86-98.
- Penki, R., Basina, S.S. & Tanniru, S.R. (2022). Application of geographical information system-based analytical hierarchy process modeling for flood susceptibility mapping of Krishna District in Andhra Pradesh. *Environmental Science and Pollution Research*, doi: 10.1007/s11356-022-22924-x.
- Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill Comp., New York, U.S.A.
- Saaty, R.W. (1987). The Analytic Hierarchy Process – What it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, 9(3-5), 161-176.
- Santangelo, N., Santo, A., Di Crescenzo, G., Foscari, G., Liuzza, V., Sciarrotta, S. & Scorpio, V. (2011). Flood susceptibility assessment in a highly urbanized alluvial fan: the case study of Sala Consilina (southern Italy). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11, 2765–2780.
- Sari, F. (2021). Forest fire susceptibility mapping via multi-criteria decision analysis techniques for Mugla, Turkey: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *Forest Ecology and Management*, 480, 118644. doi:10.1016/j.foreco.2020.118644

Sivrikaya, F. & Küçük, Ö. (2022). Modeling forest fire risk based on GIS-based analytical hierarchy process and statistical analysis in Mediterranean region. *Ecological Informatics*, 68, 101537. doi:10.1016/j.ecoinf.2021.101537

Sözer, B., Kocaman, S., Nefeslioğlu, H. A., Fırat, O. & Gökçeoğlu, C. (2019). Değiştirilmiş AHP (M-AHP) Yöntemi Kullanılarak Ankara İçin Taşkın Duyarlılık Haritası Üretimi. *Harita Dergisi*, 162, 12-24.

Selçuk, Ö., Selçuk, A. & Kasapoğlu, D. (2016). Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi (ÇKKA) Kullanılarak, Van İli Merkez İlçelerinin Kentsel Taşkın Duyarlılık Değerlendirmesi, Van/Türkiye. *Yerbilimleri*, 37(1), 1-18.

Şengün, M.T., Karadeniz, E. & Şaman, B. (2019). Tavşanlı Deresinde (Sivas-Hafik) Taşkın Risk Analizi, 1. *İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresi*, 20-22 Haziran 2019, İstanbul, Türkiye, s.653-668.

Tang, Z., Zhang, H., Yi, S. & Xiao, Y. (2018). Assessment of flood susceptible areas using spatially explicit, probabilistic multi-criteria decision analysis. *Journal of Hydrology*, 558, 144–158.

Tang, X., Li, J., Liu, M., Liu, W. & Hong, H. (2020). Flood susceptibility assessment based on a novel random Naïve Bayes method: A comparison between different factor discretization methods. *Catena*, 190, 105436. doi:10.1016/j.catena.2020.104536

Tanrıverdi, M. (2019). Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Tabanlı Çok Ölçütlü Karar Analizi İle Şanlıurfa İl Merkezi'nin Taşkın Alanlarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, Türkiye.

T.C. Resmi Gazete, (2020). 2944 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararı (31239), 09.09.2020.

Tehrany, M.S., Pradhan, B. & Jebur, M.N. (2013). Spatial prediction of flood susceptible areas using rule based decision tree (DT) and a novel ensemble bivariate and multivariate statistical models in GIS. *Journal of Hydrology*, 504, 69–79.

Tehrany, M.S., Pradhan, B., Mansor, S. & Ahmad, N. (2015). Flood susceptibility assessment using GIS-based support vector machine model with different kernel types. *Catena*, 125, 91–101.

Termeh, S.V.R., Kornejady, A., Pourghasemi, H.R. & Keesstra, S. (2018). Flood susceptibility mapping using novel ensembles of adaptive neuro fuzzy inference system and metaheuristic algorithms. *Science of the Total Environment*, 615, 438–451.

TÜİK, (2023, Haziran 26). Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları. Retrieved from <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuclari-2022-49685>

Tüzgen, G.A. & Karaca, Ö. (2021). Çerçi ve Murt Deresi (Fethiye-Muğla) Taşkın Duyarlılık Alanlarının CBS İle Çok Kriterli Karar Verme Analizi Kullanılarak Haritalanması. *Yerbilimleri*, 42(1), 121-143.

URL-1, (2023). 2007/60/EC Sayılı Konsey ve Avrupa Parlamentosu Direktifi. Retrieved from [https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/ab%20mevzuati/taskin\\_direktifi.pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/ab%20mevzuati/taskin_direktifi.pdf), 2 Haziran 2023.

URL-2, (2022). Türkiye Mülki İdare Sınırları. Retrieved from <https://www.harita.gov.tr/urun/turkiye-mulki-idare-sinirlari/232>, 19 Aralık 2022.

URL-3, (2022). CORINE Land Cover (CLC 2018). Retrieved from <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018>, 19 Aralık 2022.

URL-4, (2022) EU-Hydro - River Network Database. Retrieved from <https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-hydro/eu-hydro-river-network-database>, 19 Aralık 2022.

URL-5, (2022). Historical climate data. Retrieved from <https://www.worldclim.org/data/worldclim21.html>, 33 Aralık 2022.

URL-6, (2022). SPD Giresun Dereli taşkını için açıklama yaptı. Retrieved from <https://www.hidropolitikakademi.org/tr/detail/29539/spd-giresun-dereli-taskini-icin-aciklama-yapti>, 21 Nisan 2022.

URL-7, (2022). Dere yatağına tam 216 ev! Cumhurbaşkanı Erdoğan bugün vatandaşa teslim etti. Retrieved from <https://www.yenicaggazetesi.com.tr/giresunda-dere-yatagina-tam-216-ev-cumhurbaskani-recep-tayyip-erdogan-bugun-vatandasa-teslim-etti-504413h.htm>, 21 Nisan 2022.

URL-8, (2023). Ders almıyoruz: Dereli’de 15 kişinin öldüğü dere yatağına 216 konut. Retrieved from <https://www.sozcu.com.tr/2022/gundem/derelide-dere-yatagina-216-konut-6919353/>, 24 Haziran 2023.

URL-9, (2023). Selden sonra TOKİ: Dereli’de taşkın bölgesinde yapılaşma ısrarı. Retrieved from <https://gezegen24.com/dereli-taskin-bolgesinde-yapilasma/>, 24 Haziran 2023.

Vilasan, R.T. & Kapse, V.S. (2022). Evaluation of the prediction capability of AHP and F-AHP methods in flood susceptibility mapping of Ernakulam district (India). *Natural Hazards*, 112, 1767–1793.

Yılmaz, I. (2015). Çorum İli Taşkın Tehlikesinin Analitik Hiyerarşi Yöntemi Kullanılarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Türkiye.

Zhao, G., Pang, B., Xu, Z., Peng, D. & Zuo, D. (2020). Urban flood susceptibility assessment based on convolutional neural networks. *Journal of Hydrology*, 590, 125235.