

**T.C.  
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ TABANLI ÇOK KRİTERLİ KARAR ANALİZİ  
İLE GİRESUN İLİ DERELİ İLÇESİNİN TAŞKIN DUYARLILIK ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bilge KÖROĞLU**

**Danışman  
Prof. Dr. Halil AKINCI**

**ARTVİN-2023**

**T.C.  
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ TABANLI ÇOK KRİTERLİ KARAR ANALİZİ  
İLE GİRESUN İLİ DERELİ İLÇESİNİN TAŞKIN DUYARLILIK ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Bilge KÖROĞLU**

**Danışman  
Prof. Dr. Halil AKINCI**

**ARTVİN-2023**

## TEZ BEYANNAMESİ

Artvin oruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsüne Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum ‘‘Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı ok Kriterli Karar Analizi İle Giresun İli Dereli İlçesinin Taşkın Duyarlılık Analizi’’ başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Halil AKINCI’nın sorumluluğunda tamamladığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Lisansüstü Eğitim-ğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

- ☐ Tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.
- ☐ Tezim sadece Artvin oruh niversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.
- ☐ Tezimin ... ay süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu srenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

12/07/2023

Bilge KöROğLU

T.C.  
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ TABANLI ÇOK KRİTERLİ KARAR  
ANALİZİ İLE GİRESUN İLİ DERELİ İLÇESİNİN TAŞKIN DUYARLILIK  
ANALİZİ**

Bilge KÖROĞLU

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 05/06/2023

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 14/06/2023

Başkan : Prof. Dr. Halil AKINCI .....

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Ayşe YAVUZ ÖZALP .....

Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üyesi Hasan Tahsin BOSTANCI .....

**ONAY:**

Bu Yüksek Lisans tezi Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından 14/06/2023 tarihinde oybirliği ile uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../..... tarih ve ..... sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

..... / ..... / 2023

Doç. Dr. Mustafa Çağatay KORKMAZ  
Enstitü Müdürü

## ÖNSÖZ

“Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Çok Kriterli Karar Analizi İle Giresun İli Dereli İlçesinin Taşkın Duyarlılık Analizi” başlıklı bu çalışma; Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Harita Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tezimin danışmanlığını üstlenerek, tez çalışmam boyunca, bilgi birikimi, tecrübesi ve önerileri ile bana yol gösteren, çalışmam süresince sabrını benden esirgemeyen çok kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. Halil AKINCI’ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Beni bugünlere getiren, maddi ve manevi desteği ile her daim arkamda olan, babam Zekeriye ÇINKIR’a, annem Nurhan ÇINKIR’a, canımın parçası kardeşim Begüm ÇINKIR’a, uzun çalışma saatleri sonrası yazdığım bu tezde bana manevi desteğini esirgemeyen yol arkadaşım eşim Fahri KÖROĞLU’na çok teşekkür ederim.

Bu tez çalışması oğlum Oğuzata Köroğlu’na adanmıştır.

Bilge KÖROĞLU

Artvin - 2023

## İÇİNDEKİLER

|                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------|-----------|
| ÖNSÖZ.....                                                    | I         |
| İÇİNDEKİLER .....                                             | II        |
| ÖZET.....                                                     | IV        |
| SUMMARY .....                                                 | V         |
| TABLolar DİZİNİ .....                                         | VI        |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                                         | VII       |
| KISALTMALAR DİZİNİ .....                                      | VIII      |
| <b>1. GİRİŞ.....</b>                                          | <b>1</b>  |
| 1.1 Taşkın Tanımı ve Taşkın Türleri.....                      | 3         |
| 1.1.1 Nehir Taşkınları .....                                  | 5         |
| 1.1.2 Kıyı Taşkınları .....                                   | 5         |
| 1.1.3 Ani Taşkınlar .....                                     | 6         |
| 1.1.4. Kentsel Taşkınlar .....                                | 6         |
| 1.2 Taşkın Haritaları.....                                    | 7         |
| 1.2.1 Taşkın Tehlike Haritaları .....                         | 7         |
| 1.2.2 Taşkın Yayılım Haritaları .....                         | 8         |
| 1.2.3 Taşkın Risk Haritaları .....                            | 8         |
| 1.2.4. Taşkın Duyarlılık Haritaları.....                      | 9         |
| 1.3 Taşkın Duyarlılık Haritalamada Kullanılan Yöntemler ..... | 9         |
| 1.4 Taşkın Duyarlılık Haritalamada Kullanılan Faktörler.....  | 10        |
| 1.5. Analitik Hiyerarşi Proses Yöntemi.....                   | 11        |
| <b>2. TAŞKIN DUYARLILIK HARİTALAMA ÇALIŞMALARI .....</b>      | <b>14</b> |
| <b>3. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ VE AMACI .....</b>                     | <b>19</b> |
| <b>4. MATERYAL VE METOT .....</b>                             | <b>22</b> |

|                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 4.1 Çalışma Alanı .....                                                  | 22        |
| 4.2 Yöntem .....                                                         | 24        |
| 4.3 Taşkın Duyarlılık Haritasının Üretilmesinde Kullanılan Veriler ..... | 24        |
| 4.3.1 Yükseklik.....                                                     | 25        |
| 4.3.2 Eğim.....                                                          | 26        |
| 4.3.3 Bakı .....                                                         | 27        |
| 4.3.4 Arazi Örtüsü.....                                                  | 28        |
| 4.3.5 Akarsulara Uzaklık .....                                           | 29        |
| 4.3.6 Drenaj Yoğunluğu.....                                              | 30        |
| 4.3.7 Topografik Nemlilik İndeksi .....                                  | 31        |
| 4.3.8 Yağış .....                                                        | 32        |
| 4.3.9 Jeoloji / Litoloji.....                                            | 33        |
| 4.3.10 Akış Birikimi .....                                               | 34        |
| 4.4 Analitik Hiyerarşi Proses Yönteminin Uygulanması .....               | 35        |
| <b>5. BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>                                     | <b>38</b> |
| <b>6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>                                     | <b>43</b> |
| <b>KAYNAKLAR .....</b>                                                   | <b>45</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>                                                     | <b>56</b> |

## ÖZET

### COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ TABANLI ÇOK KRİTERLİ KARAR ANALİZİ İLE GİRESUN İLİ DERELİ İLÇESİNİN TAŞKIN DUYARLILIK ANALİZİ

Dünya üzerinde birçok şehir, hızlı ve plansız kentleşme, dere yataklarının yapılaşmaya açılması ve dereler üzerinde kesiti yetersiz köprü ve menfezlerin yapılması gibi çeşitli nedenlerden dolayı taşkınlarla baş etmek zorunda kalmaktadır. Taşkınlar genellikle arkasında büyük maddi hasarlar bırakmakta, can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Taşkınların neden olduğu zararları azaltabilmek için taşkına duyarlı alanlar belirlenmeli ve bu alanlarda çeşitli mühendislik önlemleri alınmalıdır. Bu amaçla üretilen en önemli verilerden biri de taşkın duyarlılık haritalarıdır. Bu haritalar, taşkınlara eğilimli alanları ya da gelecekte taşkın olayından etkilenebilecek alanları gösteren haritalardır. Bu tez çalışmasında, 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 baki) 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, burada vurgulanması gereken önemli çıktılarından birisinin ise Dereli ilçe merkezinin yüksek veya çok yüksek derecede taşkına duyarlı alanda kaldığının belirlenmiş olmasıdır. Üretilen taşkın duyarlılık haritası, ilçede 22 Ağustos 2020 tarihinde yaşanan taşkın envanteriyle karşılaştırılmış ve duyarlılık haritasının bu envanterle %80 düzeyinde uyum gösterdiği tespit edilmiştir. Bu nedenle, üretilen taşkın duyarlılık haritasının taşkın zararlarını azaltmak için karar vericilere yol gösterebileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Taşkın, Taşkın Duyarlılık Haritası, CBS, AHP, Dereli, Giresun

## SUMMARY

### FLOOD SUSCEPTIBILITY ANALYSIS OF DERELI DISTRICT IN GİRESUN PROVINCE WITH MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS BASED ON GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS

Many cities around the world have to cope with floods due to various reasons such as rapid and unplanned urbanization, opening of stream beds for construction, and construction of bridges and culverts with insufficient cross-sections on streams. Floods usually leave behind great material damage and cause loss of life and property. In order to reduce the damages caused by floods, flood-susceptible areas should be determined and various engineering measures should be taken in these areas. One of the most important data produced for this purpose is flood susceptibility maps. These maps show areas prone to flooding or areas that may be affected by a flood event in the future. In this thesis, a flood susceptibility map of Dereli district of Giresun was produced by using the Analytical Hierarchy Process (AHP) method, which is one of the Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) methods. Ten factors (precipitation, slope, elevation, distance to the river network, land cover, flow accumulation, drainage density, topographic wetness index (TWI), geology/lithology and aspect) widely utilized in the literature were also used in this study 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. Furthermore, it has been discovered that the district center of Dereli is located in a location with high or very high flood sensitivity, which is one of the major outcomes that should be highlighted here. 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 was concluded that the produced flood susceptibility map can guide decision makers to reduce flood damages.

**Keywords:** Flood, Flood Susceptibility Map, GIS, AHP, Dereli, Giresun

## TABLÖLAR DİZİNİ

|                                                            | <b><u>Sayfa No</u></b> |
|------------------------------------------------------------|------------------------|
| Tablo 1. İkili karşılaştırmada kullanılan temel ölçek..... | 12                     |
| Tablo 2. Rasgele indeks değerleri .....                    | 13                     |
| Tablo 3. İkili karşılaştırma matrisi .....                 | 36                     |
| Tablo 4. Faktörlerin ağırlıkları.....                      | 36                     |
| Tablo 5. Alt kriterlerin puanlandırılması .....            | 37                     |



## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                      | <b><u>Sayfa No</u></b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Şekil 1. Akarsu akım yatağı ve taşkın yatağının şematik gösterimi .....              | 4                      |
| Şekil 2. Nehir taşkınları.....                                                       | 5                      |
| Şekil 3. Kıyı taşkınları .....                                                       | 6                      |
| Şekil 4. Dereli ilçesinin taşkın yayılım alanları .....                              | 20                     |
| Şekil 5. Dereli ilçesinin taşkın tehlike haritaları .....                            | 20                     |
| Şekil 6. Çalışma alanı haritası.....                                                 | 22                     |
| Şekil 7. Dereli ilçe merkezinin Ocak 2023 tarihli Google Earth görüntüsü .....       | 23                     |
| Şekil 8. Dereli ilçesinin yükseklik haritası.....                                    | 26                     |
| Şekil 9. Dereli İlçesinin eğim haritası .....                                        | 27                     |
| Şekil 10. Dereli ilçesinin bakı haritası .....                                       | 28                     |
| Şekil 11. Dereli ilçesinin arazi örtüsü haritası .....                               | 29                     |
| Şekil 12. Çalışma alanının akarsuya uzaklık haritası.....                            | 30                     |
| Şekil 13. Çalışma alanının drenaj yoğunluğu haritası.....                            | 31                     |
| Şekil 14. Çalışma alanının TWI haritası .....                                        | 32                     |
| Şekil 15. Çalışma alanının yağış haritası .....                                      | 33                     |
| Şekil 16. Çalışma alanının jeoloji haritası.....                                     | 34                     |
| Şekil 17. Çalışma alanına ait akış birikimi haritası.....                            | 35                     |
| Şekil 18. Dereli ilçesinin taşkın duyarlılık haritası .....                          | 38                     |
| Şekil 19. Taşkın duyarlılık haritasının Google Earth görünümü .....                  | 39                     |
| Şekil 20. Taşkın envanteri ve taşkın duyarlılık haritasının çakıştırılmış hali ..... | 40                     |
| Şekil 21. 2022 yılında meydana gelen taşkın sonrası yolda oluşan çökmeler .....      | 41                     |
| Şekil 22. Taşkından sonra yeniden inşa edilen Dereli ilçesi .....                    | 42                     |

## KISALTMALAR DİZİNİ

|        |                                                          |
|--------|----------------------------------------------------------|
| AB     | Avrupa Birliği                                           |
| AFAD   | Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı                   |
| AHP    | Analitik Hiyerarşı Proses                                |
| CBS    | Coğrafi Bilgi Sistemleri                                 |
| CR     | Tutarlılık Oranı                                         |
| CRED   | Afetlerin Epidemiyolojisi Araştırma Merkezi              |
| ÇKKA   | Çok Kriterli Karar Analizi                               |
| EM-DAT | Uluslararası Acil Durumlar Veri Tabanı                   |
| FEMA   | Federal Acil Durum Yönetim Ajansı                        |
| HGM    | Harita Genel Müdürlüğü                                   |
| MGM    | Meteoroloji Genel Müdürlüğü                              |
| MTA    | Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü                    |
| SPD    | Su Politikaları Derneği                                  |
| STI    | Sediment Taşıma İndeksi                                  |
| SYGM   | Su Yönetimi Genel Müdürlüğü                              |
| SYM    | Sayısal Yükseklik Modeli                                 |
| TPI    | Topoğrafik Pozisyon İndeksi                              |
| TRI    | Topoğrafik Pürüzlülük İndeksi                            |
| TÜİK   | Türkiye İstatistik Kurumu                                |
| TWI    | Topoğrafik Nemlilik İndeksi                              |
| USGS   | Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu |
| WMO    | Dünya Meteoroloji Organizasyonu                          |

## 1. GİRİŞ

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), 1.282 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 dolar 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 ve ark., 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 zararlarda 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). Direktif, taşkın risk yönetimi için üye ülkelerin taşkın tehlike haritalarını, taşkın risk haritalarını ve taşkın risk yönetim planlarını üretmesini zorunlu kılmıştır.

Hong ve ark. (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. 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 ve ark. (2015), gelecekteki taşkınları önlemek ve yönetmek için önemli adımlardan birinin de “taşkın duyarlılık haritalaması” olduğunu dile getirmiştir. Bu çalışmada da, 22 Ağustos 2020 tarihinde yaşanan taşkın/sel felaketi nedeniyle can kayıplarının yaşandığı ve büyük ekonomik zararların ortaya çıktığı Giresun ilinin Dereli ilçesinin taşkın duyarlılık haritasının üretilmesi amaçlanmıştır.

### 1.1 Taşkın Tanımı ve Taşkın Türleri

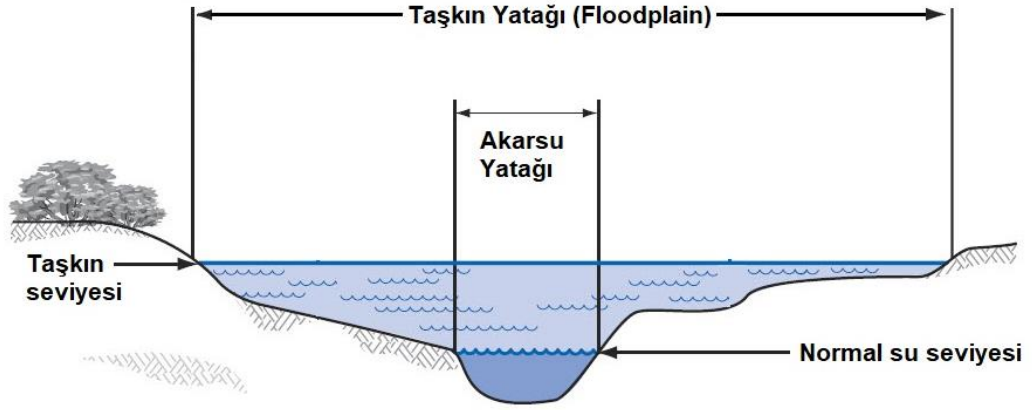
Can ve mal kayıplarına, ciddi ekonomik zararlara, tarımsal ve kentsel altyapıda ciddi hasarlara neden olan afetler, doğa kaynaklı ve insan kaynaklı (teknolojik) afetler olmak üzere iki temel gruba ayrılırlar (Akıncı ve ark., 2015). Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğünde doğa kaynaklı ya da doğal afetler; “deprem, sel/taşkın, heyelan, çığ, kuraklık, fırtına, dolu, hortum, kuraklık, göktaşı düşmesi vb. gibi oluşumu engellenemeyen jeolojik, meteorolojik, hidrolojik, klimatolojik, biyolojik ve kaynağı dünya dışında olan tehlikelerden kaynaklanan doğa olaylarının sonuçları” şeklinde tanımlanmıştır (AFAD, 2022).

Meteorolojik kaynaklı doğal afetlerden biri olan taşkın’ın literatürde yaygın kabul görmüş bir tanımı bulunmamaktadır. Avustralya Hükümeti Toplum Güvenliği Ekibi taşkını; “normalde kuru olan bir arazinin, herhangi bir göl veya herhangi bir nehir, dere veya diğer doğal su yolları veya herhangi bir rezervuar, kanal veya baraj sınırlarından kaçan veya salınan su ile kaplanması” şeklinde tanımlamıştır (URL-2).

Negese ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmada taşkın; “dünya çapında çok büyük altyapı hasarları, önemli ekonomik kayıplar ve sosyal rahatsızlıklar gibi büyük tahribatlara neden olan doğal afetlerden biri” olarak tanımlanmıştır.

Avrupa Birliği’nin 2007/60/EC sayılı Taşkın Direktifinde taşkın; “normal olarak suyla kaplı olmayan toprak parçasının (alanların) su tarafından geçici olarak kaplanması” şeklinde tanımlanmıştır (URL-1).

Taşkın ve Rüsubat Kontrolü Yönetmeliğinde (T.C. Resmi Gazete, 2019) ise taşkın; “bir akarsuyun muhtelif sebeplerle yatağından taşarak çevresindeki arazilere, yerleşim yerlerine, alt yapı tesislerine ve canlılara zarar vermek sureti ile tesir bölgesinde normal sosyo-ekonomik faaliyeti kesintiye uğratacak ölçüde bir akış büyüklüğü oluşturması” şeklinde tanımlanmıştır. Bir akarsu boyunca uzanan ve akarsuyun akım yatağının su taşıma seviyesini aştığında taşkına maruz kalan alana ise taşkın yatağı (floodplain) adı verilmektedir (Şekil 1) (Çanta, 2022).

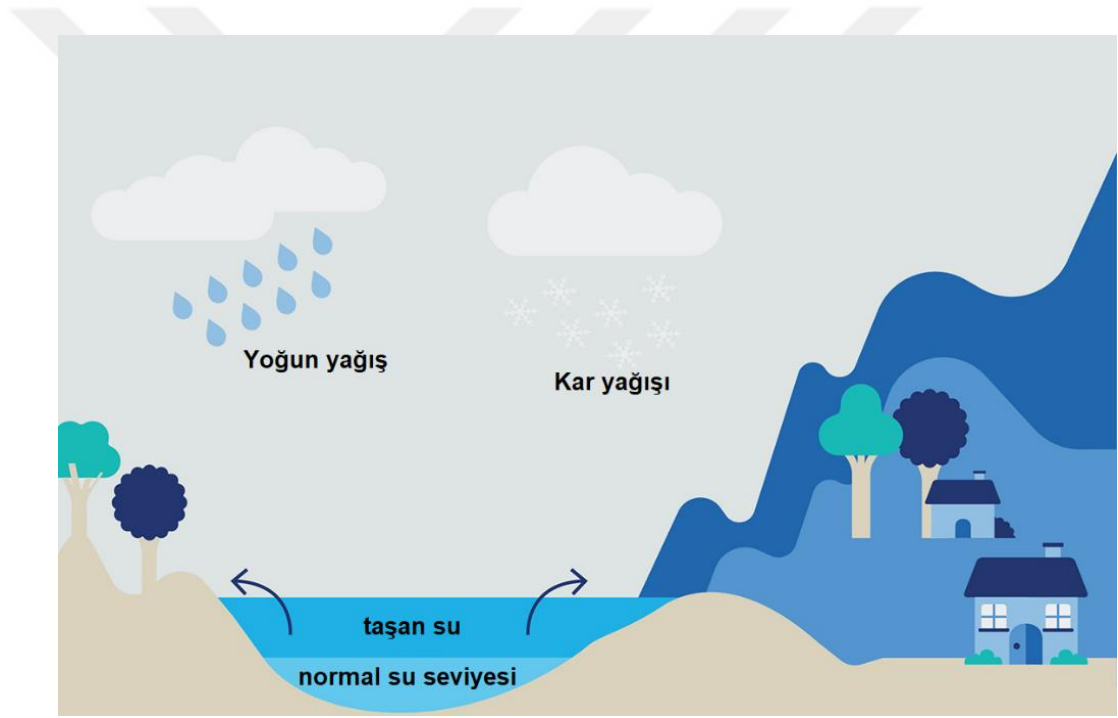


Şekil 1. Akarsu akım yatağı ve taşkın yatağının şematik gösterimi (Çanta, 2022; TFM, 2023)

Literatür incelendiğinde taşkın tanımında olduğu gibi taşkın sınıflandırmasında da bir görüş birliğinin olmadığı ortaya çıkmaktadır (Taşkesen, 2011; Demir, 2014; Nquot ve Kulatunga, 2014; Akkaya, 2016; SYGM, 2017; Hırca, 2018; Beden, 2019; Basri ve ark. 2022). Akkaya (2016), taşkınları, taşkına neden olan faktörleri dikkate alarak, dört ana grupta sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırmaya göre, oluşum yerleri bakımından taşkınlar; şehir ve metropol taşkınları, kıyı alanı taşkınları, dere ve nehir taşkınları, dağlık alan ve orman içi taşkınları olmak üzere dört gruba ayrılmaktadır. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM) tarafından hazırlanan taşkın yönetimi raporunda taşkınların oluşma sürelerine, oluşma mevsimlerine ve oluşma yerlerine göre sınıflandırılabilceği belirtilmiştir (SYGM, 2017). Raporda taşkınlar oluşma yerlerine göre “nehir taşkınları, kıyı taşkınları, dağlık alan taşkınları, yer altı suyu taşkınları ve göl taşkınları” olmak üzere 5 sınıfa ayrılmıştır. Basri ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmada meydana geldikleri yere göre taşkınlar; kıyı taşkınları, kentsel taşkınlar, ani taşkınlar ve nehir taşkınları olmak üzere dört gruba ayrılmıştır. Zürih Sigorta Grubu, yaygın olarak görülen üç taşkın türü (ani taşkın, nehir taşkınları ve kıyı taşkınları) olduğunu belirtmiştir (URL-3). Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu (United States Geological Survey - USGS) ise ani taşkınlar ve nehir taşkınları olmak üzere iki temel taşkın türünün olduğunu belirtmiştir (USGS, 2023). Bu tez kapsamında Basri ve ark. (2022) tarafından yapılan taşkın sınıflandırması benimsenmiş ve taşkın çeşitleri ilerleyen bölümlerde açıklanmıştır.

### 1.1.1 Nehir Taşkınları

En yaygın görülen taşkın türü olan nehir veya akarsu taşkınları; bir nehir veya akarsudaki su seviyesi yükseldiğinde ve komşu arazilere taşıdığına meydana gelen taşkınlardır. Nehrin su seviyesinin yükselmesi, aşırı yağmur ve kar erimesinden kaynaklanabilmektedir (Şekil 2). Nehir taşkınından kaynaklanan hasarlar yaygın olarak görülmektedir. Çünkü taşkın mansap yönündeki daha küçük nehirleri etkilemekte, bu durum bentlerin yıkılmasına ve yakındaki bölgelerin sular altında kalmasına neden olabilmektedir. Nehir taşkınlarının olasılığını belirlemek için geliştirilen modellerde geçmiş yağışlar, tahmin edilen yağışlar, mevcut nehir seviyelerinin yanı sıra toprak ve arazi koşulları da dikkate alınır (URL-3).



Şekil 2. Nehir taşkınları (URL-3)

### 1.1.2 Kıyı Taşkınları

Kıyı taşkınları, okyanustan karaya doğru esen sert rüzgârlar nedeniyle oluşan dalgalar (fırtına dalgaları), yüksek gelgit ve tsunami gibi nedenlerle kıyı boyunca uzanan kara alanlarının deniz sularının altında kalmasıdır (Şekil 3). Büyük göllerin kıyılarında da karşılaşılabilen bu tür taşkınlarda su, kıyıdaki araziye kaplamakta ve çoğu zaman can ve mal kayıplarına neden olmaktadır (URL-3).



Şekil 3. Kıyı taşkınları (URL-3)

### 1.1.3 Ani Taşkınlar

Ani taşkınlar, bir nehir veya akarsuyun yatağından taşan su kütlesinden bağımsız olarak aşırı yağışlardan sonra kentsel veya kırsal bölgelerde (hatta çöllerde) meydana gelmektedir (URL-3). Ani taşkınlar, yağış başladıktan sonra 1 ile 6 saat içinde meydana gelebilen taşkınlardır (Akkaya, 2016; MGM, 2023a). Bu taşkınlar, şiddetli yağış bırakan “cephesel sistemler, konvektif sistemler, ani kar erimeleri ve tropik fırtınalar” sonucunda meydana gelmektedirler (MGM, 2023a). En yüksek ölüm oranına sahip olan ani taşkınlar, dünyada meydana gelen taşkın vakalarının yaklaşık %85’ini oluşturmaktadır. Ani taşkınlar, yılda 5.000’den fazla can kaybıyla dünyanın en ölümcül felaketleri arasında yer almaktadır (WMO, 2023).

### 1.1.4. Kentsel Taşkınlar

Ani taşkınlar, kıyı taşkınları veya nehir taşkınları kentsel alanlarda taşkınlara neden olabilse de “kentsel taşkın” spesifik bir taşkın türüdür. Kentsel taşkın, şiddetli ve/veya uzun süreli yağışın drenaj sistemini boğduğu (mevcut drenaj sisteminin yağmur sularını drene edemediği) ve suyun caddelere ve yapıların içine dolduğu bir taşkın

türüdür. ABD Federal Acil Durum Yönetim Ajansı (Federal Emergency Management Agency - FEMA) kentsel taşkını; “yapılı bir çevrede, özellikle daha yoğun nüfuslu alanlarda, artan miktarda yağmurun geçirimsiz yüzeylere yağması ve drenaj sistemlerinin kapasitesini aşması nedeniyle mülklerin sular altında kalması” şeklinde tanımlamıştır (Hossain ve Meng, 2020; Rainey ve ark., 2021). Bu tür taşkınlar kentteki günlük yaşamı bozarlar, büyük ekonomik kayıplara ve yıkıcı sosyal ve çevresel etkilere yol açarlar (FLOODsite, 2023). Yoğun ve/veya uzun süreli yağışlar kırsal alanlarda da meydana gelse de, zarar verici etkilerin en çok görüldüğü yerler kentsel alanlar olduğu için uygun taşkın risk azaltma planları ile kentsel taşkınlar önlenmelidir. Diğer taraftan, iklim değişikliği, plansız kentleşme ve hızlı nüfus artışının bir sonucu olarak kentsel taşkınların gelecekte önemli ölçüde artması beklenmektedir.

## **1.2 Taşkın Haritaları**

Taşkınlar doğal olarak meydana gelirler ve hemen hemen her yerde görülebilirler. Nehir taşkınları ve kıyı taşkınları gibi bir su kütesinin yakınında olmayan yerlerde bile taşkınlar meydana gelebilmektedir. Şiddetli yağmurlar ve zayıf drenaj ağı bir bölgede taşkın hasarının meydana gelmesi için yeterli olabilmektedir (FEMA, 2023). Taşkınları anlamak, etkilerinin boyutunu ortaya koymak ve neden oldukları zararları azaltmak (ya da hafifletmek) için çeşitli haritalar kullanılmaktadır. Bu bölümde, taşkın risklerini azaltmak veya yönetmek için karar vericilerin daha bilinçli kararlar almasına yardımcı olacak haritalardan bahsedilecektir.

### **1.2.1 Taşkın Tehlike Haritaları**

Taşkın tehlike haritaları, “ilgili debiye bağlı olarak taşkın yayılımını, taşkın derinliğini (su yüksekliğini), suyun hızını veya bunların birleşimini gösteren haritalardır” (Demir, 2020). Taşkın Yönetim Planlarının Hazırlanması, Uygulanması ve İzlenmesi Hakkında Yönetmelik’te de tehlike haritaları; “ilgili debiye göre taşkın halinde su altında kalacak coğrafi alanı, su seviyesini veya derinliğini, su hızını veya ilgili debiyi gösteren harita” şeklinde tanımlanmıştır (T.C. Resmi Gazete, 2016). Bu haritalar, tipik olarak, uzun vadeli planlama ve yerel arazi kullanım kararları için kullanılırlar. Ayrıca, dirençli toplumlar oluşturmaya yardımcı olmak için hükümet ve halk tarafından

kullanılabilirler (URL-4). Demir ve Keskin (2022) tarafından yapılan çalışmada, “taşkın tehlike haritalarının taşkın sonrası tahliye planlaması, hasar tahmini ve kurtarma çalışmaları için yararlı olabileceği” belirtilmiştir. Taşkın tehlike haritalarının oluşturulabilmesi için hidrolik/hidrolojik modelleme çalışmalarının yapılması gerekmektedir (Kara, 2020).

### **1.2.2 Taşkın Yayılım Haritaları**

Taşkın tehlike haritalarından biri olan taşkın yayılım haritalarında, gerçekleşmiş bir taşkın olayının ya da gerçekleşmesi olası bir taşkın olayının arazide yayılım gösterdiği alanlar gösterilir (Beden, 2019; Demir, 2020). İki boyutlu hidrolik modeller kullanılarak üretilen taşkın yayılım haritalarında içerik olarak farklı senaryolar (tekerrür debileri) için taşkın yayıldığı alanlar, yerleşim alanları, yollar, binalar ve taşkın koruma yapıları gibi detaylar gösterilebilir (Demir, 2020). Taşkın yayılım haritaları kullanılarak meydana gelebilecek bir taşkın olayının en çok hangi alanlara zarar verebileceği değerlendirilebilir ve bu alanlarda gerekli mühendislik önlemleri alınabilir (Gülbaz, 2019). Taşkın yayılım haritaları, taşkın yatakları ve taşkın tehlike bölgelerindeki topluluklar için acil durum hazırlık/müdahale planlamasına ve yerel altyapı tasarımına yardımcı olmak amacıyla da kullanılabilir (URL-4; URL-5).

### **1.2.3 Taşkın Risk Haritaları**

Taşkın risk haritaları; “ilgili debiye göre taşkın olumsuz etkilerinin, taşkından etkilenmesi muhtemel nüfusun, ekonomik faaliyetin/faaliyetlerin cinsinin, kirliliğe sebep olabilecek tesislerin ve etkilenmesi muhtemel korunan alanların gösterildiği” haritalardır (Beden, 2019; Demir, 2020; URL-1). Taşkın risk haritaları risk yönetimi için gerekli temel altlığı oluşturmasının yanı sıra; taşkından etkilenecek alanları riskin büyüklüğüne göre sınıflandırarak, arazi kullanımı ve yapılaşma planlarının doğru biçimde hazırlanması için ön bilgi oluşturur. Taşkın risk haritalarının taşkın sonucu oluşacak hasarları en aza indirebilmek için güncel olmaları, yeterli doğrulukta ve gerekli ayrıntı düzeyinde üretilmesi gerekir (Demir, 2020). Taşkın tehlike haritaları yayılım, derinlik ve hız gibi bir taşkın olayının temel unsurları hakkında bilgi

sunarken, taşkın risk haritaları; ekonomik zarar, taşkından etkilenen kişi sayısı ve etkilenen alan gibi taşkın sonuçları hakkında bilgiler sunmaktadır (Beden, 2019).

#### **1.2.4. Taşkın Duyarlılık Haritaları**

Duyarlılık, yerel arazi koşullarına bağlı olarak bir alanda tehlikeli bir olayın meydana gelme olasılığı olarak tanımlanmaktadır (Santangelo ve ark., 2011; Tang ve ark., 2018). Taşkın duyarlılık haritaları, taşkın oluşumuna etki ettiği düşünölen faktörler (meteorolojik, jeolojik, çevresel ve topoğrafik) dikkate alınarak hazırlanan ve gelecekte taşkın olma olasılığı yüksek olan alanları gösteren tematik haritalardır. Taşkın duyarlılık haritaları, bir bölgede ne zaman ve hangi büyüklükte taşkın olacağını değil, hangi alanların taşkına karşı daha duyarlı (eğilimli) olduğunu gösteren haritalardır (Öztürk, 2009). Taşkın duyarlılık haritalaması, literatürde, taşkın tehlikesinin hafifletilmesinde ve taşkın yönetiminde gerekli ilk adım olarak kabul edilmektedir (Termeh ve ark., 2018; Zhao ve ark., 2020). Taşkın duyarlılık haritaları, potansiyel taşkın hasarlarının azaltılması ve taşkın risk yönetiminin yanı sıra, plancılara ve karar vericilere uygun yerleşim yerlerinin seçiminde (taşkına duyarlı alanlarda yapılaşmayı önlemede), doğal kaynakları korumada ve arazi kullanım planlamasında fayda sağlayacak haritalardır (Mahmoud ve Gan, 2018).

#### **1.3 Taşkın Duyarlılık Haritalamada Kullanılan Yöntemler**

Taşkın duyarlılık haritalama konusu çok sayıda araştırmacı tarafından araştırılmış ve incelenmiştir (Tehrany ve ark., 2015; Rahmati ve ark., 2016; Chapi ve ark., 2017; Hong ve ark., 2018; Khosravi ve ark., 2018; Arabameri ve ark., 2019; Chen ve ark., 2020; Das ve Gupta, 2021; Bera ve ark., 2022; Rana ve Mahanta, 2023). Literatür incelendiğinde taşkın duyarlılık haritalamada çeşitli modelleme tekniklerinin önerildiği ve kullanıldığı görölmektedir. Ancak, taşkın duyarlılığı için en iyi modelin seçimi konusunda henüz bir fikir birliğine varılmamış ve bu nedenle, taşkın duyarlılığı için yeni yöntemlere ihtiyaç duyulduğu vurgulanmıştır (Chapi ve ark., 2017). Taşkın duyarlılık haritalaması, genellikle, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojileri kullanılarak gerçekleştirilmektedir (Chapi ve ark., 2017; Rana ve Mahanta, 2023). Hidrolojik modeller, CBS tabanlı istatistiksel yöntemler ve makine

öğrenmesi tabanlı modeller taşkın duyarlılık değerlendirmesi için araştırmacılar tarafından sıklıkla kullanılmaktadır (Khosravi ve ark., 2018; Msabi ve Makonyo, 2021; Bera ve ark., 2022; Rana ve Mahanta, 2023).

HyMOD, SWAT, WetSpss, HAZUS ve HYDROTEL hidrolojik modellere örnek olarak gösterilmektedir (Msabi ve Makonyo, 2021; Bera ve ark., 2022; Seydi ve ark., 2022). İstatistiksel yöntemler, tarihsel taşkın olaylarının taşkınları hazırlayıcı faktörlerle yakından ilişkili olduğu varsayımına dayanmaktadır (Wang ve ark., 2020). Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) (Vojtek ve Vojteková, 2019; Das, 2020; Nsangou ve ark., 2022), frekans oranı (frequency ratio - FR) yöntemi (Rahmati ve ark., 2016; Sahana ve ark., 2020), kanıta dayalı inanç fonksiyonu (evidential belief function - EBF) (Arabameri ve ark., 2019; Chowdhuri ve ark., 2020), kanıt ağırlığı (weights-of-evidence - WoE) yöntemi (Tehrany ve ark., 2014; Khosravi ve ark., 2016) ve lojistik regresyon (Tehrany ve ark., 2013; Lee ve ark., 2018) taşkın duyarlılık haritalamada yaygın kullanılan istatistiksel yöntemlerdir. Taşkın duyarlılık haritalama literatüründe AHP'nin en yaygın ve en etkin şekilde kullanılan istatistiksel yöntem olduğu belirtilmektedir (Swain ve ark., 2020; Das ve Gupta, 2021; Aydın ve Birincioğlu, 2022; Seydi ve ark., 2022; Vilasan ve Kapse, 2022).

Taşkın duyarlılık haritalarını üretmek için son yıllarda makine öğrenimi modellerine doğru bir eğilim bulunmaktadır. Artificial Neural Network (ANN) (Costache ve ark., 2021), Naïve Bayes (Chen ve ark., 2020; Edamo ve ark., 2022a), Support Vector Machines (SVM) (Costache ve ark., 2021; Bera ve ark., 2022), Random Forest (RF) (Costache ve ark., 2021; Seydi ve ark., 2022), Decision Tree (DT) (Seydi ve ark., 2022), Light Gradient Boosting Machine (LightGBM) (Saber ve ark., 2022; Seydi ve ark., 2022; Aydın and Iban, 2023), Categorical Boosting (CatBoost) (Saber ve ark., 2022; Seydi ve ark., 2022; Aydın and Iban, 2023) ve Extreme Gradient Boosting (XGBoost) (Ma ve ark., 2021; Seydi ve ark., 2022; Aydın and Iban, 2023) taşkın duyarlılık haritalama için yaygın kullanılan makine öğrenimi modelleridir.

#### **1.4 Taşkın Duyarlılık Haritalamada Kullanılan Faktörler**

Taşkın duyarlılık haritalama çalışmalarında çok sayıda farklı parametre kullanılmaktadır. Literatürde, kullanılacak yöntemler ve faktörler konusunda evrensel

kabul görmüş bir yönergenin ya da kılavuzun olmaması bunun başlıca nedenidir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde özellikle; yağış, eğim, yükseklik, akarsulara uzaklık, arazi örtüsü/kullanımı, akış birikimi, drenaj yoğunluğu, topografik nemlilik indeksi (Topographic Wetness Index - TWI), jeoloji (litoloji) ve bakı'nın sırasıyla en çok kullanılan faktörler olduğu görülmektedir (Yılmaz, 2015; Gerger ve Tanrıverdi, 2018; Tokgözlü ve Özkan, 2018; Fırat, 2019; Kanani-Sadat ve ark. 2019; Şengün ve ark., 2019; Sharir ve ark., 2019; Tanrıverdi, 2019; Vojtek ve Vojteková, 2019; Ali ve ark., 2020; Souissi ve ark., 2020; Das, 2020; Nachappa ve ark., 2020; Das ve Gupta, 2021; Msabi ve Makonyo, 2021; Özay, 2021; Özay ve Orhan, 2021; Mujib ve ark., 2021; Tüzgen ve Karaca, 2021; Wubalem ve ark., 2021; Aydın ve Birincioğlu, 2022; Bera ve ark. 2022; Edamo ve ark., 2022a; Edamo ve ark., 2022b; Fatah ve ark., 2022; Mudashiru ve ark., 2022; Negese ve ark., 2022; Nsangou ve ark., 2022; Penki ve ark., 2022; Vilasen ve Kapse, 2022).

Bu faktörlere ek olarak, bilimsel çalışmalarda; eğrilik, akarsu güç indeksi (stream power index – SPI), normalleştirilmiş fark bitki örtüsü indeksi (normalized difference vegetation index - NDVI), sediment taşıma indeksi (sediment transport index – STI), topografik pürüzlülük indeksi (topographic ruggedness index – TRI), yola uzaklık ve topografik pozisyon indeksi (topographic position index – TPI) gibi faktörlerin de kullanıldığı görülmektedir (Kanani-Sadat ve ark., 2019; Nachappa ve ark., 2020; Mudashiru ve ark., 2022).

### **1.5. 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 ve ark., 2013; Kazemi ve Akinci, 2018; Akinci ve Demirarslan, 2022) olmak üzere heyelan duyarlılık haritalama (Kavzoglu ve ark., 2014; Akıncı ve ark., 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 ve ark., 2022) gibi çalışmalarda sıklıkla tercih edilmektedir. Bu yöntem, kullanıcıların birden fazla kritere bağlı bir

problemi çözerken kriterlerin ağırlıklarını hesaplamalarına olanak tanımaktadır. AHP yöntemi ile karmaşık problemleri çözmede 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 (Akinci 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 tesadüfilik göstergesi (random index - RI) olarak adlandırılmaktadır. Tablo 2'de,  $n \times n$  boyutlu ikili karşılaştırma matrisleri için RI değerleri verilmiştir.

Tablo 2. Rasgele indeks değerleri (Saaty, 1987)

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

## 2. TAŞKIN DUYARLILIK HARİTALAMA ÇALIŞMALARI

Tezin bu bölümünde, taşkın duyarlılık haritalama konusunda dünyada ve ülkemizde yapılan örnek çalışmalarda kullanılan taşkın duyarlılık modelleri, taşkın koşullandırma faktörleri ve çalışmalardan elde edilen sonuçlar hakkında bilgiler aktarılmıştır. Özetlenen çalışmalar; uluslararası dergilerde basılan makaleler, ulusal/uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan tebliğler ve lisansüstü tez çalışmaları arasından seçilmiştir. Çalışmaların, öncelikle güncel olmalarına, farklı ülkelerde yapılmış olmalarına ve farklı taşkın duyarlılık yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilmiş olmalarına dikkat edilmiştir. Yapılan literatür taraması, taşkın duyarlılık haritalama konusunda son zamanlarda makine öğrenmesi modellerine doğru bir eğilim olsa da, ÇKKA ve AHP yönteminin hala geçerli ve yaygın kullanılan bir yaklaşım olduğunu göstermektedir.

Yılmaz (2015) tarafından yapılan yüksek lisans tez çalışmasında AHP yöntemi kullanılarak Çorum ilinin taşkın tehlikesi araştırılmış ve taşkın tehlikesi bakımından çok yüksek ve yüksek tehlikeye sahip alanlar belirlenmiştir. Tez çalışmasında, çalışma alanının özellikleri dikkate alınarak; yağış, arazi kullanımı/örtüsü, jeoloji, yükseklik, eğim, bakı, akarsulara uzaklık, alt havzaların büyüklüğü ve alt havza şekli temel faktörler olarak belirlenmiştir. Üretilen taşkın tehlike haritasına göre Çorum ilinin %2'sinin çok düşük, %21'inin düşük, %49'unun orta, %25'inin yüksek ve %3'ünün çok yüksek taşkın tehlikesine sahip olduğu belirlenmiştir. Taşkın tehlike haritası, çalışma alanında yaşanan taşkın envanteri ile karşılaştırılmış ve tehlike haritasının envanter verisi ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Rahmati ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada, İran'ın Gülistan Eyaletinde taşkın duyarlılık haritalaması için frekans oranı (FR) ve kanıt ağırlığı (WoE) yöntemleri uygulanmıştır. Çalışmada taşkın koşullandırma faktörleri olarak; litoloji, arazi kullanımı, akarsulardan uzaklık, toprak dokusu, eğim açısı, eğim yönü, plan eğriliği, topografik nemlilik indeksi (TWI) ve yükseklik kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, FR ve WoE yöntemlerinin neredeyse benzer ve makul sonuçlara sahip olduğu tespit edilmiştir.

Selçuk ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada, CBS ve AHP yöntemi kullanılarak Van'ın merkez ilçelerinde kentsel taşkın duyarlılığı değerlendirilmiştir. Çalışmada; eğim, yükseklik, litoloji, yeraltı su tablası derinliği, alan kullanımı ve aktif kanal mesafesini içeren 6 faktör kullanılmıştır. Çalışma alanının taşkın duyarlılık haritası 5 bölgeye (yüksek duyarlılık, yüksek-orta duyarlılık, orta duyarlılık, orta-düşük duyarlılık ve düşük duyarlılık) ayrılmıştır. Üretilen haritaya göre çalışma alanının %39'unun yüksek ve yüksek-orta derecede taşkına duyarlı olduğu tespit edilmiştir.

Arabameri ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada, taşkın duyarlılık haritalaması için FR, kanıta dayalı inanç fonksiyonu (EBF), TOPSIS ve VIKOR metotları kullanılmıştır. Kuzey İran'ın Mazandaran eyaletinde bulunan Kiasar havzasının çalışma alanı olarak belirlendiği araştırmada; yükseklik, eğim, bakı, plan eğriliği, TWI, SPI, akarsuya uzaklık, drenaj yoğunluğu, NDVI, toprak tipi, litoloji ve arazi kullanımı/arazi örtüsü parametreleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda EBF metodunun diğer metotlardan daha iyi kestirim performansına sahip olduğu belirlenmiştir.

Sözer ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada, değiştirilmiş AHP (M-AHP) yöntemi kullanılarak Ankara'nın taşkın duyarlılık haritası üretilmiştir. Taşkın duyarlılık analizinde; akış birikimi, eğim, yükseklik, kalıcı derelere mesafe, kuru derelere mesafe, arazi örtüsü, TWI ve litoloji faktörleri kullanılmıştır. M-AHP yöntemiyle üretilen taşkın duyarlılık haritası beş sınıfa (çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek) ayrılmıştır. Çalışmanın sonucunda, Yenimahalle ve Etimesgut ilçelerinin geniş alüvyal vadi tabanları taşkın duyarlılığı açısından en kritik alanlar olarak bulunmuştur.

Vojtek ve Vojteková (2019) tarafından yapılan çalışmada ise Slovakya toprakları için taşkına duyarlı bölgelerin tanımlanması amaçlanmıştır. AHP ve CBS kullanılarak gerçekleştirilen çalışmada yedi taşkın koşullandırma faktörü (akarsulardan uzaklık, akarsu ağı yoğunluğu, akış birikimi, yükseklik, eğim, eğri sayıları ve litoloji) kullanılmıştır. Üretilen taşkın duyarlılık haritası, 1513 adet tarihsel taşkın noktası kullanılarak doğrulanmıştır. Çalışmada, taşkın envanter noktalarının %70,9'unun yüksek ve çok yüksek derecede taşkına duyarlı bölgelerle çakıştığı tespit edilmiş ve uygulanan metodolojinin etkin olduğu sonucuna varılmıştır.

Das (2020) tarafından yapılan çalışmada, AHP yöntemi kullanılarak Hindistan'ın Batı Ghat kıyı kuşağının tamamının taşkın duyarlılık haritası üretilmiştir. Taşkın koşullandırma faktörleri olarak; yükseklik, eğim, drenajdan uzaklık, drenaj yoğunluğu, akış birikimi, TWI, yağış, arazi kullanımı, toprak dokusu, TRI ve jeolojinin kullanıldığı çalışmada, çalışma bölgesinin %28'inin yüksek ve %22'sinin ise çok yüksek derecede taşkına duyarlı olduğu tespit edilmiştir.

El-Haddad ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmada, dört makine öğrenmesi modeli (boosted regression tree, functional data analysis, general linear model ve multivariate discriminant analysis) kullanılarak Mısır'daki Wadi Qena Havzasında taşkın duyarlılık tahmini yapılmıştır. Çalışmada taşkın envanteri olarak toplamda 342 adet taşkın noktası ile eğim açısı, eğim uzunluğu, yükseklik, ana vadilerden uzaklık, arazi kullanımı/arazi örtüsü, litoloji, eğrilik, bakı ve TWI faktörleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan modellerin %90'nın üzerinde tahmin yeteneğine sahip olduğu belirlenmiş ve çalışma alanında taşkın duyarlılık haritalaması için tüm modellerin kullanılabilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Özay ve Orhan (2021), çalışmalarında AHP yöntemini kullanarak Mersin ilinin taşkın duyarlılık haritasını üretmişlerdir. Yükseklik, eğim, akarsuya uzaklık, drenaj ağlarına uzaklık, drenaj yoğunluğu, arazi örtüsü, TWI, SPI, bakı ve eğrilik faktörlerinin kullanıldığı çalışmada yükseklik, eğim ve akarsuya uzaklık sırasıyla en önemli faktörler olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, üretilen taşkın duyarlılık haritası, Mersin'in %3,07'sinin çok yüksek, %11,42'sinin yüksek, %18,67'sinin orta, %31,48'inin düşük ve %35,34'ünün ise çok düşük derecede taşkına duyarlı olduğunu göstermiştir.

Tüzgen ve Karaca (2021), Fethiye'de yaptıkları çalışmada, CBS'yi ve eğim, yükseklik, akarsuya yakınlık, jeoloji, arazi kullanımı ve bakı faktörlerini kullanarak Çerçi Deresi etrafındaki taşkına duyarlı alanları belirlemişlerdir. Ana faktörlere ait alt kriterlerin puanları, uzman görüşleri dikkate alınarak belirlenmiştir. ArcGIS 10 yazılımında ağırlıklı toplam (weighted sum) bindirme analizi ile üretilen taşkın duyarlılık haritası 5 sınıfa (çok yüksek, yüksek, orta, az ve çok az duyarlı) ayrılmıştır. Üretilen duyarlılık haritasına göre çalışma alanının yaklaşık %19'unun taşkın açısından riskli ve çok riskli alanlar içerisinde yer aldığı belirlenmiştir. Araştırmacılar,

alışmalarında çok kriterli karar verme analizi yöntemini kullandıklarını ifade etseler de AHP gibi bir ÇKKA yöntemini kullanarak ana faktörlerin ağırlıklarını hesaplamamışlardır.

Habibi ve ark. (2022) tarafından yapılan araştırmada, taşkına duyarlı alanları tahmin etmek için düzenli rastgele orman (regularized random forest - RRF) ve Nave Bayes (NB) algoritmalarını içeren makine öğrenimi modellerinin kullanılması amaçlanmıştır. Araştırmacılar, alışma alanı olarak İran'ın Mazenderan Eyaletinin batısında yer alan Kelardasht şehrini seçmişlerdir. Doğrulama metriğİ olarak AUC-ROC (area under the receiver operating characteristic curve) yaklaşımının kullanıldığı çalışmanın sonucunda, RRF modelinin NB modelinden daha yüksek performans gösterdiği belirlenmiştir.

Mudashiru ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmada ise taşkını etkileyen iki grup faktör ile AHP ve F-AHP yöntemleri kullanılarak, Malezya'da Kuzeydoğı Penang Havzasında taşkına eğilimli alanlar belirlenmiştir. Çalışmada, birbiriyle ilişkili olmayan on üç faktör belirlenmiş ve bu faktörler; "taşkın duyarlılık faktörleri" ve "taşkına karşı savunmasızlık faktörleri" olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Taşkın duyarlılık faktörleri; drenaj yoğunluğı, yükseklik, arazi kullanımı, eğim, yağış, infiltrasyon, TWI, konsantrasyon süresi ve taşkın derinliğini içerirken, taşkına karşı savunmasızlık faktörleri ise su altında kalan konumlar, nüfus, akarsulara uzaklık ile yollara ve binalara olan uzaklığı içermektedir.

Negese ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmada, Etiyopya'nın Dega Damot ilçesinde taşkına eğilimli alanları belirlemek için AHP yöntemi kullanılmıştır. Araştırmacılar, on bir faktörün kullanıldığı çalışmanın sonucunda, çalışma alanının yaklaşık %86,83'ünün taşkına karşı orta ve çok yüksek derecede duyarlı olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca alışma sonucunda alanın %13,17'sinin ise taşkına karşı düşük derecede duyarlı olduğu tespit edilmiştir.

Nsangou ve ark. (2022) tarafından yapılan çalışmada, Güney Kamerun platosunda bulunan Mfoundi havzasının taşkın duyarlılığının değİlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada CBS ve AHP yöntemi ile birlikte yükseklik, drenaj yoğunluğı, yağış, eğim, akarsulardan uzaklık, topografik nem, hidrolik iletkenlik, yeraltı suyu seviyesi, jeoloji

ve arazi örtüsü faktörleri kullanılmıştır. Arazi örtüsü, yükseklik ve jeoloji, çalışma bölgesinde taşkın olayını en çok etkileyen faktörler olarak belirlenmiştir. Çalışma alanının %22'sinin yüksek ve %19,5'inin çok yüksek derecede taşkına duyarlı olduğu belirlenen çalışmada, taşkın duyarlılık haritasının nihai doğruluğu %84 olarak tespit edilmiştir.

Vilasan ve Kapse (2022) tarafından yapılan çalışmada; uzaktan algılama verileri, CBS, AHP ve Bulanık-AHP (Fuzzy-AHP ya da kısaca F-AHP) yöntemleri entegre edilerek Umman Denizi kıyısında yer alan Ernakulam ilçesinin taşkın duyarlılık haritalarının hazırlanması amaçlanmıştır. Araştırmacılar, çalışmayı gerçekleştirmek için eğim açısı, toprak dokusu, arazi kullanımı/arazi örtüsü, akarsu yoğunluğu, su oranı indeksi, normalleştirilmiş fark yapay alan indeksi (Normalized Difference Built-up Index - NDBI), TWI, SPI, bakı ve STI faktörlerini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda ilçenin yaklaşık %19'unun çok yüksek derecede taşkına duyarlı olduğu belirlenmiştir. Üretilen taşkın duyarlılık haritaları, alıcı işletim karakteristiği (receiver operating characteristic - ROC) eğrisi kullanılarak doğrulanmıştır. Eğri altındaki alan (area under the ROC curve - AUC), AHP yöntemi için 0.75, F-AHP yöntemi için 0.81 olarak hesaplanmıştır.

### 3. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ VE AMACI

Doğu Karadeniz Bölgesinde yer alan Giresun'da aşırı yağışlar nedeniyle taşkınların ve taşkınların tetiklediği heyelanların meydana gelme olasılığı yüksektir. Giresun'da büyük ekonomik zararlara ve can kayıplarına neden olan ve sosyo-ekonomik faaliyetleri kesintiye uğratan çok sayıda taşkın yaşanmıştır. Bölgede taşkınların meydana gelmesinde; akarsu havzalarının jeolojik ve jeomorfolojik özellikleri, iklimi ve yanlış arazi kullanımı etkili olmaktadır (Avcı ve Sunkar, 2015).

Giresun ili Dereli ilçesinde, 1955-2020 yılları arasında 25 Haziran 1965, 18-20 Haziran 2002, 16 Haziran 2010 ve 22 Ağustos 2020 tarihlerinde tahribatı büyük taşkınlar yaşanmış ve bu taşkınlar can ve mal kayıplarına sebep olmuştur (Apaydın, 2021). Dereli dahil olmak üzere Giresun ilinin büyük bir bölümünde 25 Haziran 1965'de başlayan şiddetli yağmurlar nedeniyle Aksu, Yağlıdere ve Gelevera derelerinin taşmasıyla suların tahrip ettiği ev sayısı 150'yi bulmuştur. Yıkımı büyük olan 1965 taşkın felaketinde Aksu Çayı, Dereli'de yaşayanların söylemlerine göre tarihi taş köprüünün üzerine kadar çıkmıştır. Bunun doğru olması, Dereli'de 22 Ağustos 2020 sel felaketine maruz kalan şehir merkezinin tamamının sular altında kalması anlamına gelmektedir (Apaydın, 2021).

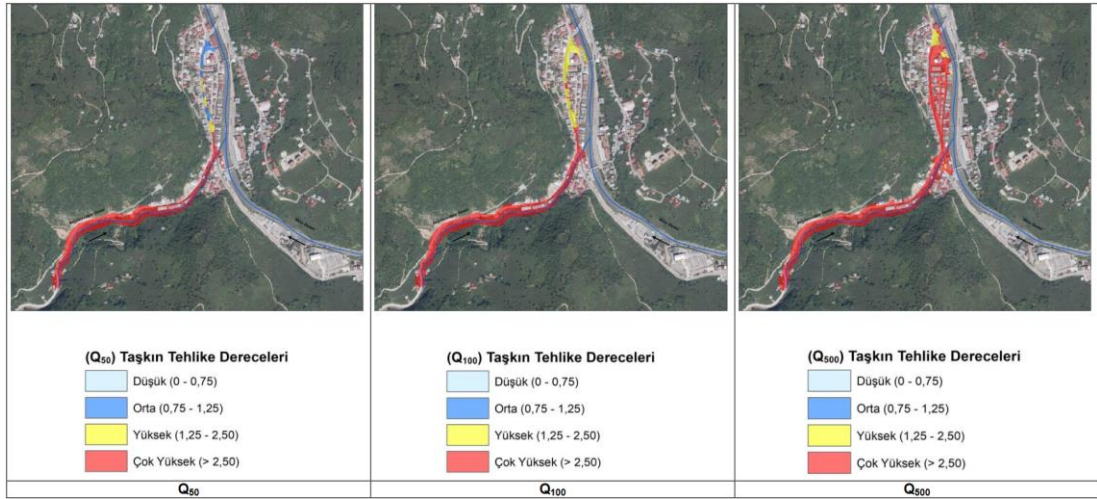
18-20 Haziran 2002 tarihlerinde meydana gelen taşkınlarda Bulancak, Dereli, Espiye, Keşap ve Yağlıdere ilçelerinde kentsel alt yapı zarar görmüş, 10 adet bina yıkılmış ve çok sayıda bina hasar görmüştür. Giresun-Dereli karayolu büyük zarar görmüş, Dereli İlçesi'nde yaklaşık 500 ev ve işyerini su basmış ve Valiliğin açıklamasına göre 30 trilyon lira maddi hasar meydana gelmiştir (Apaydın, 2021).

Son olarak 22 Ağustos 2020 tarihinde meydana gelen 5'i asker olmak üzere toplam 15 kişinin hayatını kaybettiği afette ise 19 bina yıkılmış, 361 yapı hasar görmüştür. İlçede alt ve üst yapı ile birlikte elektrik, su ve telefon hatları hasar görmüş ve taşkın nedeniyle çok sayıda köy yolu ulaşımına kapanmıştır (URL-6). Akarsuların yakınında bulunan tarım arazileri ve fındık bahçeleri taşkından zarar görmüştür (Kömüşçü ve ark., 2021).

Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM), “Doğu Karadeniz Havzası Taşkın Yönetimi Planı” kapsamında Dereli İlçesi’nin sınırları içerisinde bulunan 4 adet derenin 1B model çalışmalarını tamamlamıştır. Modellemeler sonucunda Dereli Deresi’nin (bazı kaynaklarda (SYGM, 2020) ise Değirmendere Deresi olarak geçmektedir) taşkın yayılımı oluşturduğu belirlenmiştir. Taşkın suları, yataktan çıkarak yerleşim yerinde taşkına sebebiyet verdiğinden adı geçen derenin 2B modellemesi de yapılmıştır. Modelleme sonuçlarına göre  $Q_{50}$ ,  $Q_{100}$  ve  $Q_{500}$  taşkın sularının, yataktan çıkarak yerleşim ve tarım alanlarını etkilediği tespit edilmiştir (SYGM, 2020). Giresun İli Dereli İlçesi’ne ait taşkın yayılım alanlarını gösteren haritalar Şekil 4’te, taşkın tehlike haritaları ise Şekil 5’te gösterilmiştir.



Şekil 4. Dereli ilçesinin taşkın yayılım alanları (SYGM, 2020)



Şekil 5. Dereli ilçesinin taşkın tehlike haritaları (SYGM, 2020)

Dereli Deresi hidrolik modelleme sonuçlarına göre 500, 100 ve 50 yıl tekerrürlü debiler, Dereli İlçesi’nde taşkın riski oluşturmaktadır (SYGM, 2020). İlçede taşkın felaketlerinin önüne geçilmesi ve taşkınların neden olduğu zararların azaltılması için

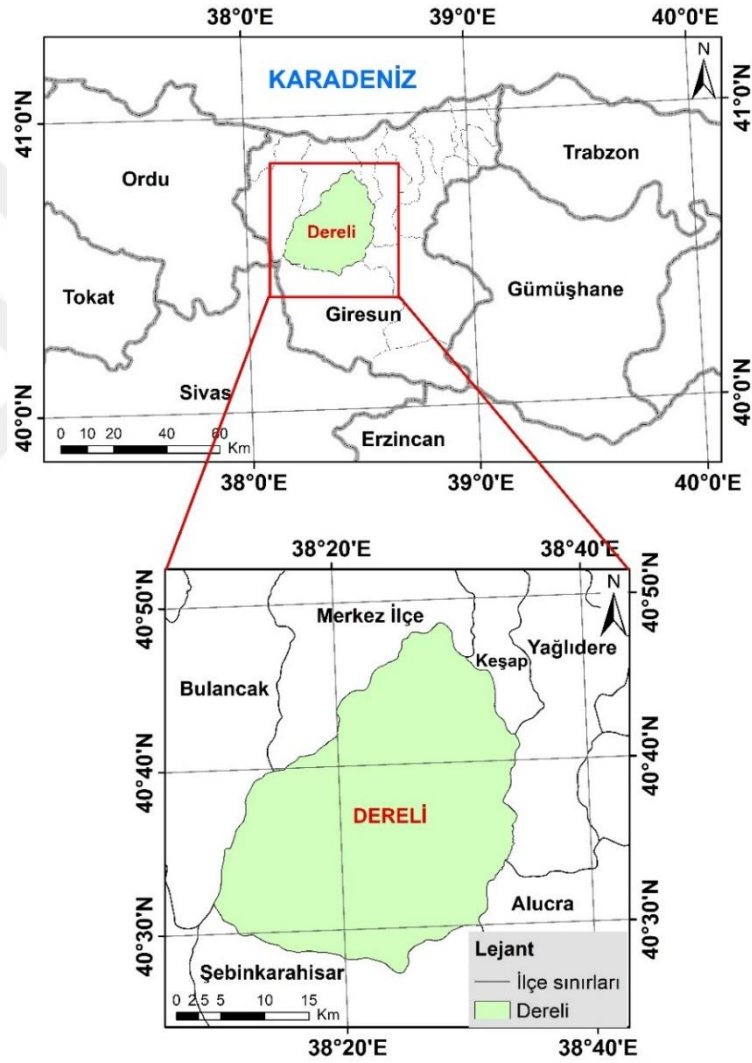
bilimsel çalışmaların yapılması kaçınılmazdır. Bu nedenle, tez çalışmasında; Dereli ilçesinde taşkınların önlenmesi ve taşkın kaynaklı tahribatın en aza indirilmesi için alınacak tedbirlere altlık oluşturacak olan taşkın duyarlılık haritasının üretilmesi amaçlanmıştır.



## 4. MATERYAL VE METOT

### 4.1 Çalışma Alanı

Tez kapsamında çalışma alanı olarak Giresun ilinin Dereli ilçesi seçilmiştir. Harita Genel Müdürlüğü (HGM)’nden temin edilen ilçe sınırları verisine 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 6).



Şekil 6. 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 ilçesinin 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, 2023b). 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 7). 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 7. Dereli ilçe merkezinin Ocak 2023 tarihli Google Earth görüntüsü

## 4.2 Yöntem

Dereli ilçesinin taşkın duyarlılık haritasının üretmek için sırasıyla aşağıdaki işlem adımları gerçekleştirilmiştir.

- HGM'den çalışma alanının il ve ilçe sınır verisi temin edilmiştir (URL-7),
- 1/25.000 ölçekli standart topografik haritaların eşyükseklik eğrisi katmanları kullanılarak çalışma alanının Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) üretilmiştir. SYM daha sonra 10 m konumsal çözünürlükle raster formata (ESRI GRID) dönüştürülmüştür,
- Çalışma alanına ait jeoloji verisi, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA)'nden sayısal olarak temin edilmiştir,
- WordClim'den temin edilen raster tabanlı harita (URL-8) ile çalışma alanının yağış haritası üretilmiştir,
- Çalışma alanının arazi örtüsü verisi (CORINE 2018) Copernicus Arazi İzleme servisinden (URL-9) temin edilmiş ve 10 m çözünürlükle raster formata dönüştürülmüştür,
- Literatürdeki kaynaklar incelenerek taşkın duyarlılık haritalamada kullanılacak faktörlerin (yağış, eğim, yükseklik, akarsulardan uzaklık, arazi örtüsü, akış birikimi, drenaj yoğunluğu, TWI, jeoloji ve bakı) önem dereceleri belirlenmiştir,
- AHP yönteminin uygulanması için ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur,
- Elde edilen ağırlıklar kullanılarak ArcGIS 10.5 ortamında ilçenin taşkın duyarlılık haritası üretilmiştir.
- 22 Ağustos 2020 tarihinde meydana gelen taşkın yayılım alanı kullanılarak doğruluk değerlendirmesi yapılmıştır.

## 4.3 Taşkın Duyarlılık Haritasının Üretilmesinde Kullanılan Veriler

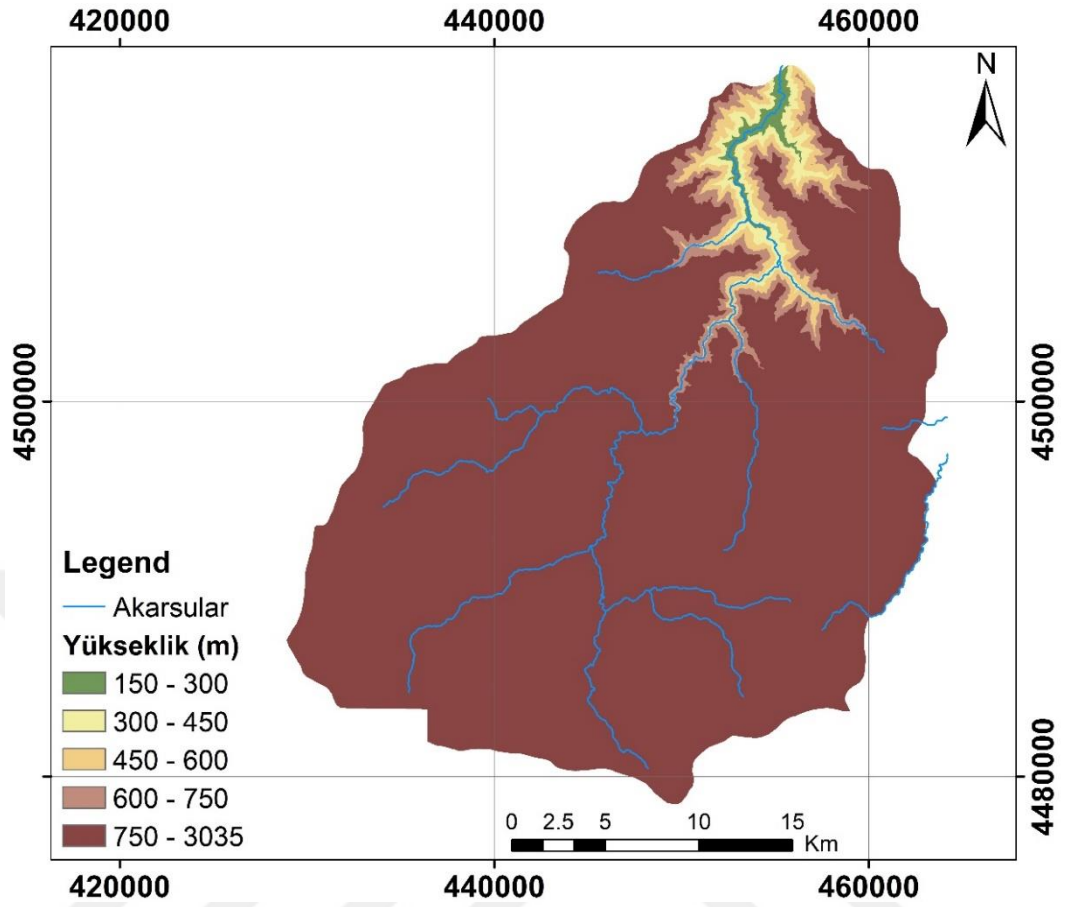
Taşkın duyarlılık haritalamada kullanılan faktörlerin seçimi büyük ölçüde hidrolojik, antropojenik, jeolojik ve topoğrafik faktörlerin mevcudiyetine bağlıdır. Önceki çalışmalarda, taşkın koşullandırma faktörlerinin seçimine yönelik spesifik bir kılavuzun olmadığı görülmüş ve bu nedenle çalışmalarda çok 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.

#### **4.3.1 Yükseklik**

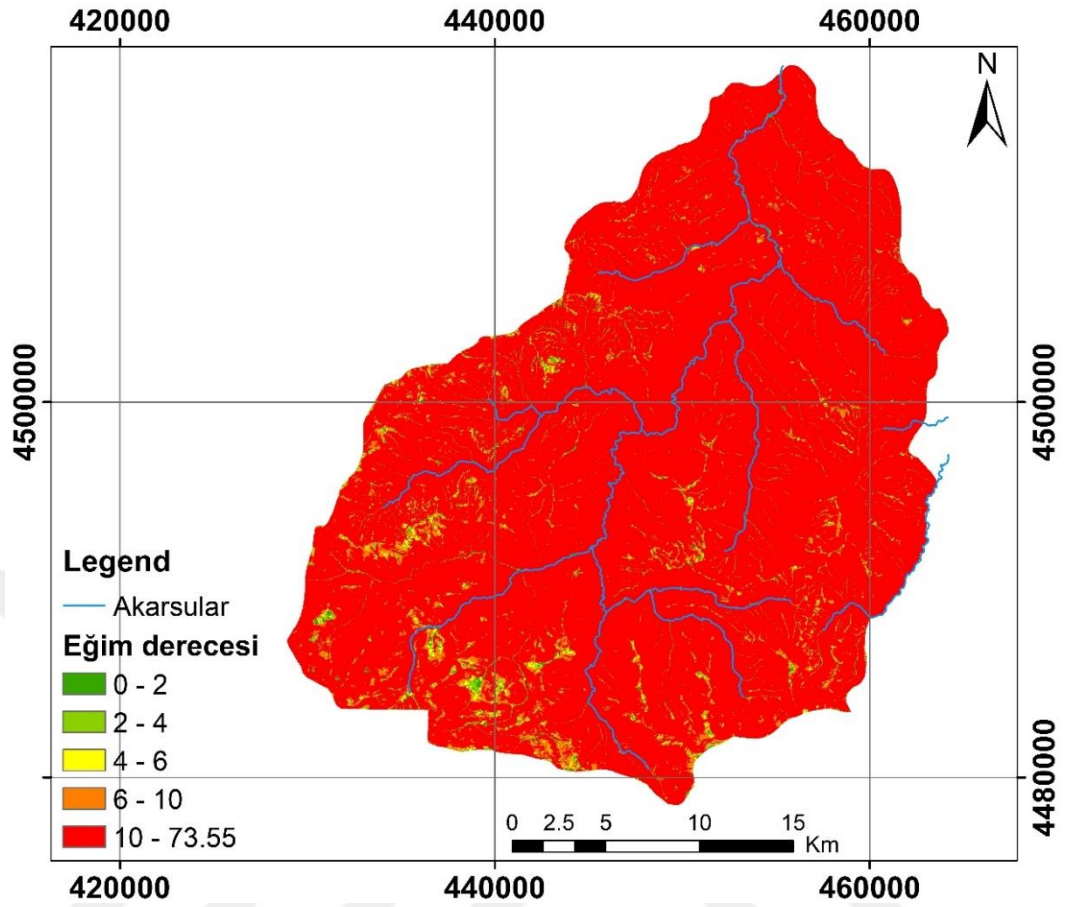
Literatürdeki çalışmalar, yüksekliğin taşkın olaylarını etkileyen en önemli faktörlerden biri olduğunu göstermiştir (Edamo ve ark., 2022a; Habibi ve ark., 2022; Mudashiru ve ark., 2022; Ouma ve Omai, 2023). Taşkınlar genellikle alçak rakımlı alanlarda meydana gelmektedir. Su, yerçekimi kuvveti nedeniyle 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 ve ark., 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 8).



Şekil 8. Dereli ilçesinin yükseklik haritası

#### 4.3.2 Eğim

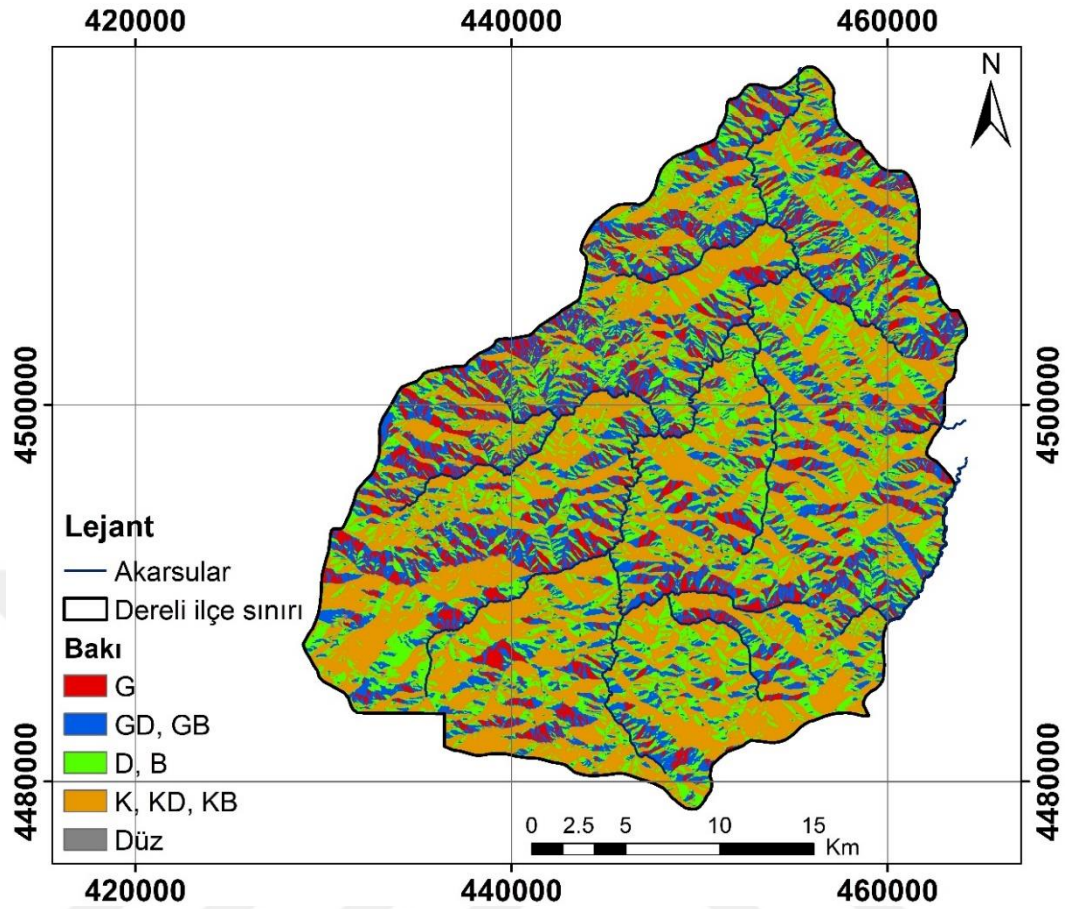
Eğim, taşkınların meydana gelmesinde etkili olan parametrelerin en önemlilerinden birisidir. Rakımı düşük ve eğimi az olan bölgelerde taşkın oluşma olasılığı diğer bölgelere göre daha fazladır (Tehrany ve ark., 2015). Yağış nedeniyle oluşan yüzeysel akış, dik eğimli yüzeyler tarafından hızlandırılmakta, dolayısıyla toprağın emme oranı düşmektedir. Sonuç olarak, düşük eğimli alanların (düzlük araziler), büyük miktarlardaki suyun durgunlaşması nedeniyle şiddetli taşkınlara 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, 2-4, 4-6, 6-10, 10-73.55) ayrılmıştır (Şekil 9).



Şekil 9. Dereli İlçesinin eğim haritası

#### 4.3.3 Bakı

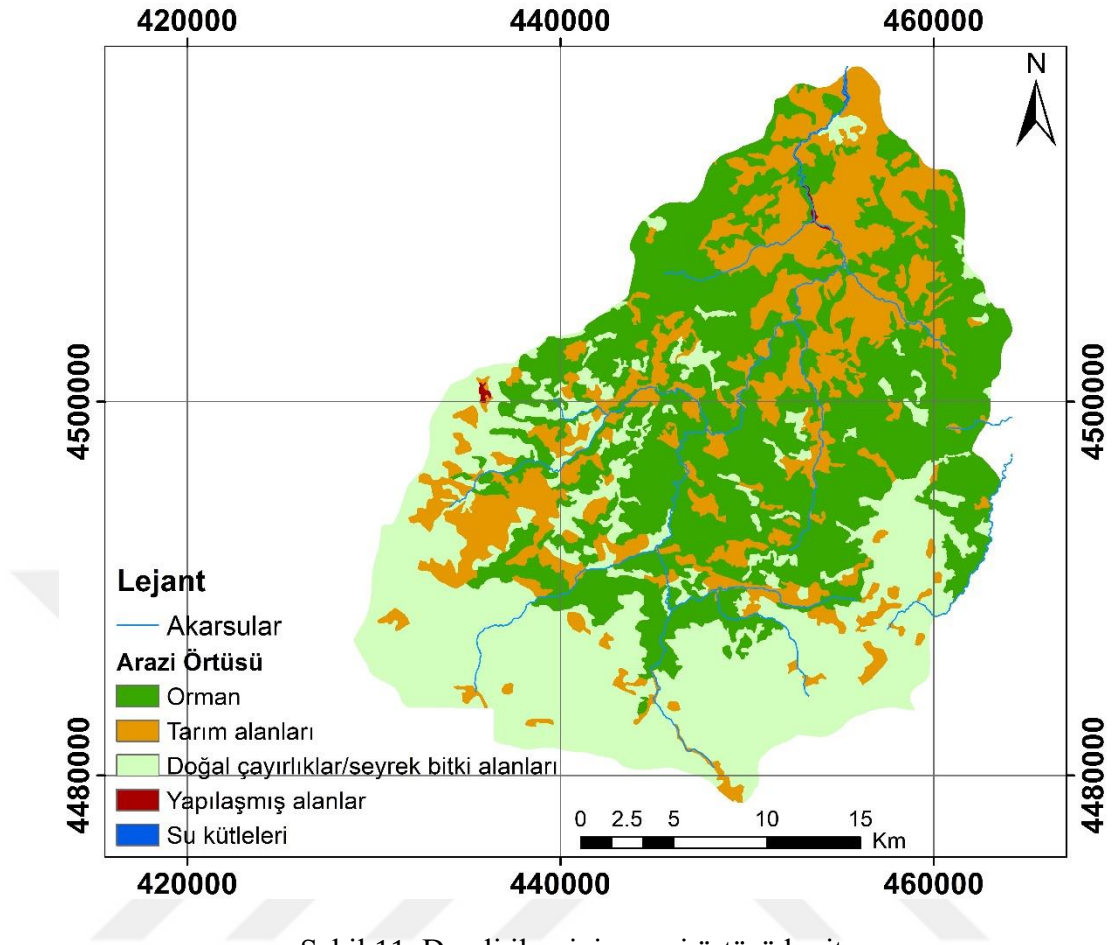
Bir yamacın yönünü tanımlayan bakı, taşkın duyarlılık analizi için önemli faktörlerden biridir (Nachappa ve ark., 2020). Ancak Habibi ve ark. (2022), bakının taşkın oluşumunu dolaylı olarak etkilediğini ifade etmiştir. Türkiye'nin konumu nedeniyle güney yamaçlar kuzey yamaçlara göre daha fazla güneş 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 10).



Şekil 10. Dereli ilçesinin bakı haritası

#### 4.3.4 Arazi Örtüsü

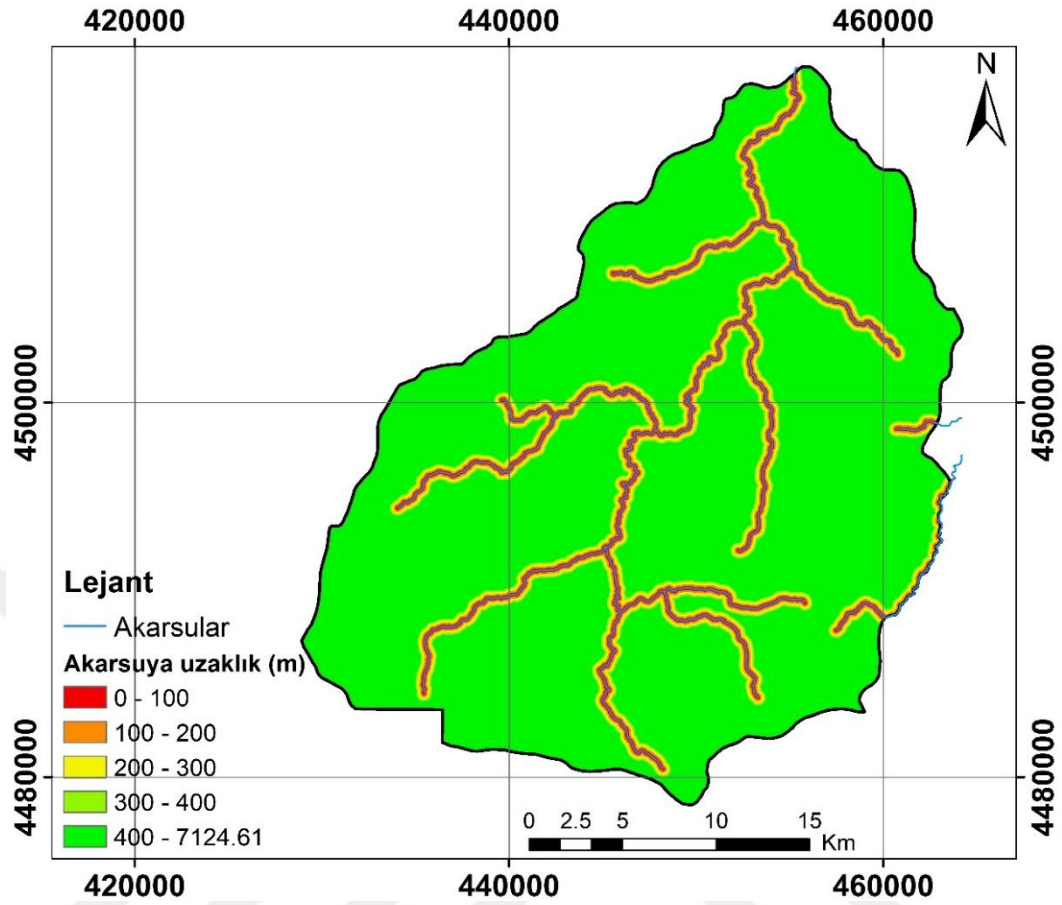
Arazi örtüsü; infiltrasyon oranı, yüzeysel akış hızı ve buharlaşma gibi hidrolojik süreçleri etkileyen önemli bir faktör olduğu için taşkın duyarlılık analizinde çok önemlidir (Mudashiru ve ark., 2022). Yüzey suyu akışı ve infiltrasyon (sızma), diğer taşkın koşullandırma faktörlerinden farklı olarak arazi örtüsüne bağlı olduğu için bir havzadaki taşkın derecesi ve sıklığı, arazi örtüsü ile yakından ilişkilidir. Örneğin, bitki örtüsü yoğunluğunun yüzey 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 yüzey suyu akışlarını arttırmaktadır (Ouma ve Omai, 2023). Çalışmada kullanılan CORINE 2018 arazi örtüsü katmanı temel olarak 5 sınıfa (Su kütleleri, yapılaşmış alanlar, doğal çayırlıklar ve seyrek bitki alanları, tarımsal alanlar, orman) ayrılmıştır (Şekil 11).



Şekil 11. Dereli ilçesinin arazi örtüsü haritası

#### 4.3.5 Akarsulara Uzaklık

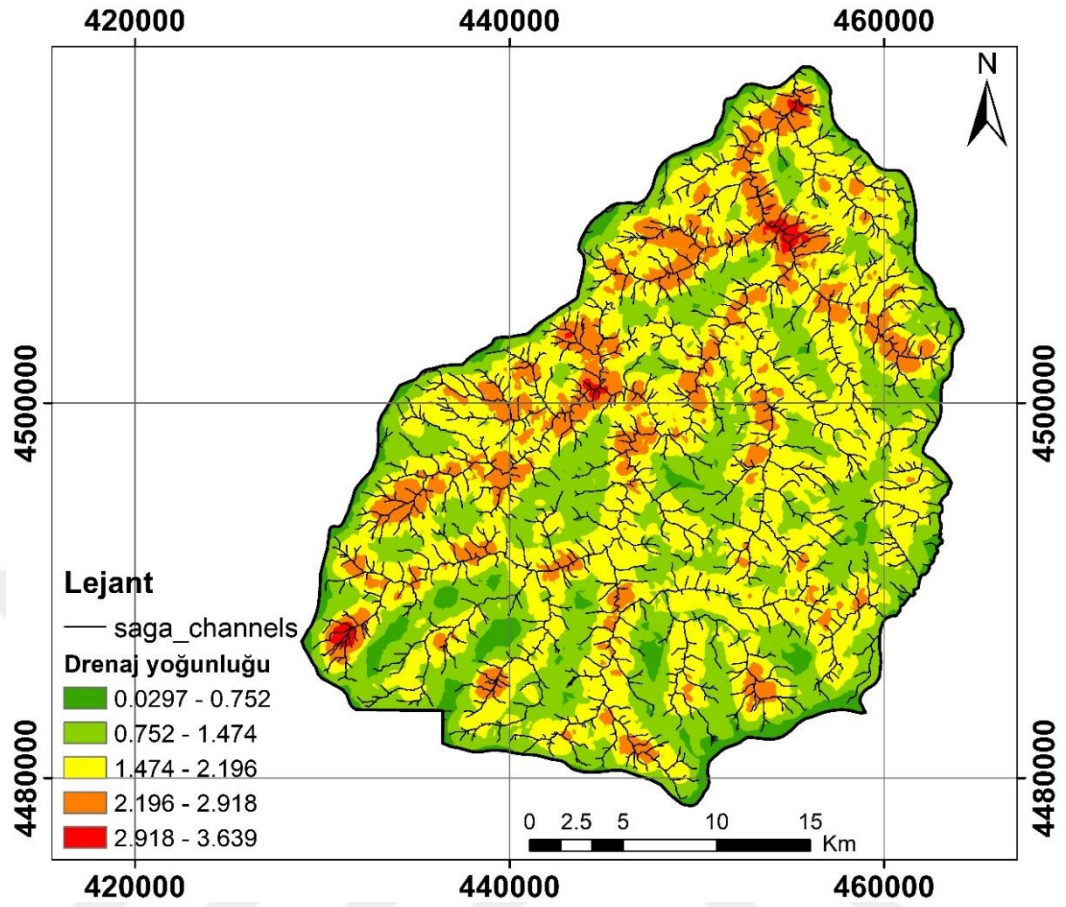
Akarsulara yakın alanlar taşkınlara en yatkın alanlardır (Fatah ve ark., 2022; Habibi ve ark., 2022). Akarsular gibi su kütlelerine yakın bölgelerdeki arazi neredeyse düz olacağından, şiddetli yağmur durumunda bu alanların sular altında kalması muhtemeldir (Ouma ve Omai, 2023). Küçük akarsular, birkaç metre genişliğindeki tampon bölgeleri sular altında bırakabilirken, büyük nehirler birkaç kilometre boyunca taşabilmektedir (Fatah ve ark., 2022). Bu çalışmada Copernicus Arazi İzleme Servisinden (URL-10) indirilen akarsu ağı kullanılmıştır. ArcGIS 10.5 ortamında “Euclidean Distance” fonksiyonu kullanılarak akarsulara uzaklık haritası üretilmiştir. Daha sonra, literatür çalışmaları (Tablo 5) göz önünde bulundurularak akarsulara uzaklık 5 sınıfa (0-100, 100-200, 200-300, 300-400, >400) ayrılmıştır (Şekil 12).



Şekil 12. Çalışma alanının akarsuya uzaklık haritası

#### 4.3.6 Drenaj Yoğunluğu

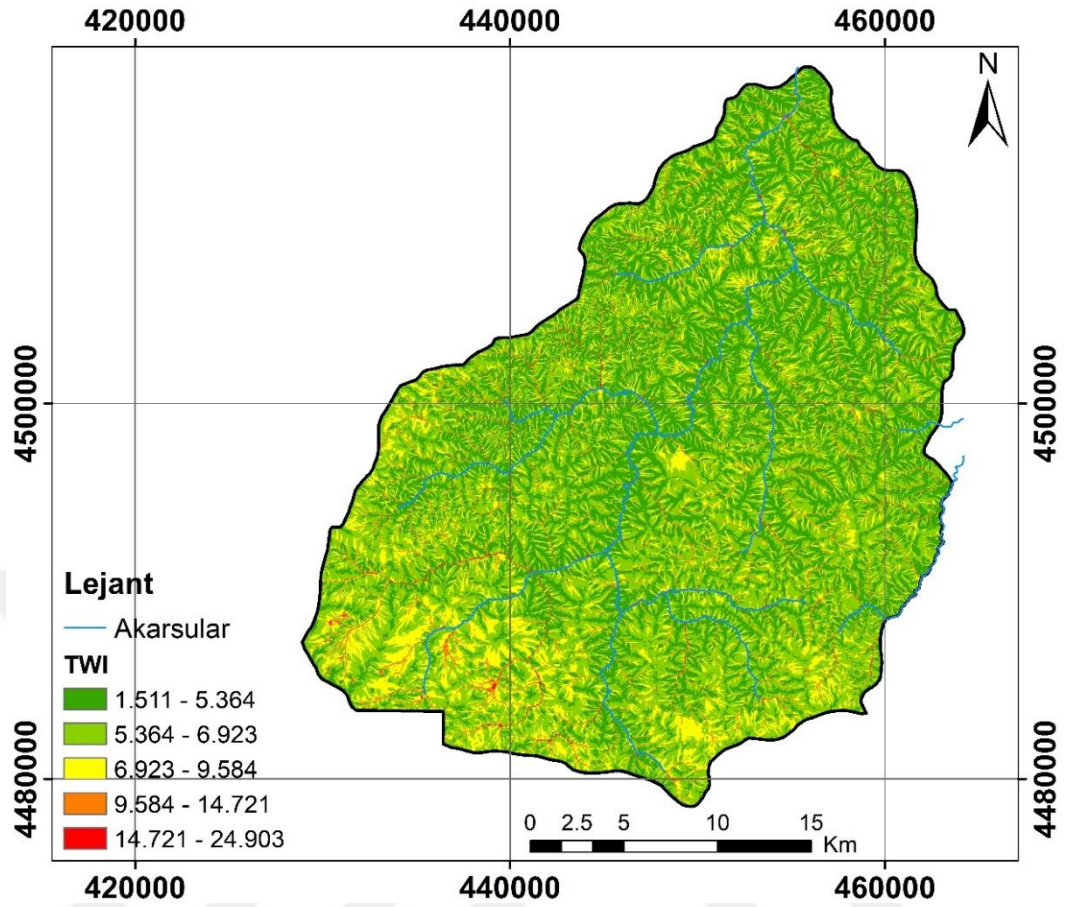
Drenaj yoğunluğu, havzanın toplam akarsu uzunluğu ile genel havza alanı arasındaki orandır (Fatah ve ark., 2022). Drenaj yoğunluğu, taşkın oluşumuna güçlü bir şekilde katkıda bulunan temel koşullandırma faktörüdür (Msabi ve Makonyo, 2021). Taşkın tehlikesi, drenaj yoğunluğuyla doğru orantılıdır. Drenaj yoğunluğunun artması, yüzey suyu akışını ve taşkın duyarlılığını artırmaktadır (Fatah ve ark., 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 13).



Şekil 13. Çalışma alanının drenaj yoğunluğu haritası

#### 4.3.7 Topografik Nemlilik İndeksi

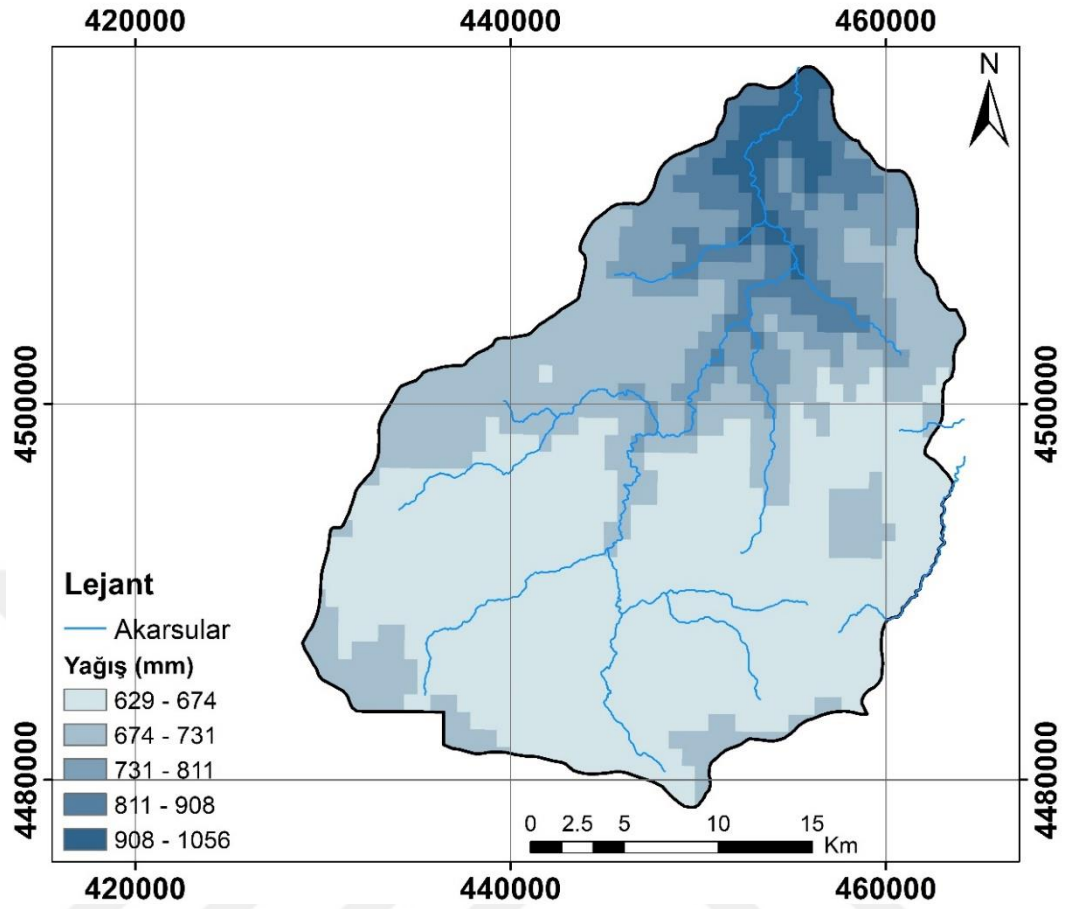
Topografik nemlilik indeksi (Topographic Wetness Index - TWI) taşkın olaylarının mekânsal değişimini etkileyen önemli hidrolojik faktörlerden biridir (Ouma ve Omai, 2023). TWI, toprak nem içeriğini ve yüzey doygunluğunu temsil eder. TWI'nin yani toprak nemi içeriği ve toprak doygunluğunun yüksek olması 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 14).



Şekil 14. Çalışma alanının TWI haritası

#### 4.3.8 Yağış

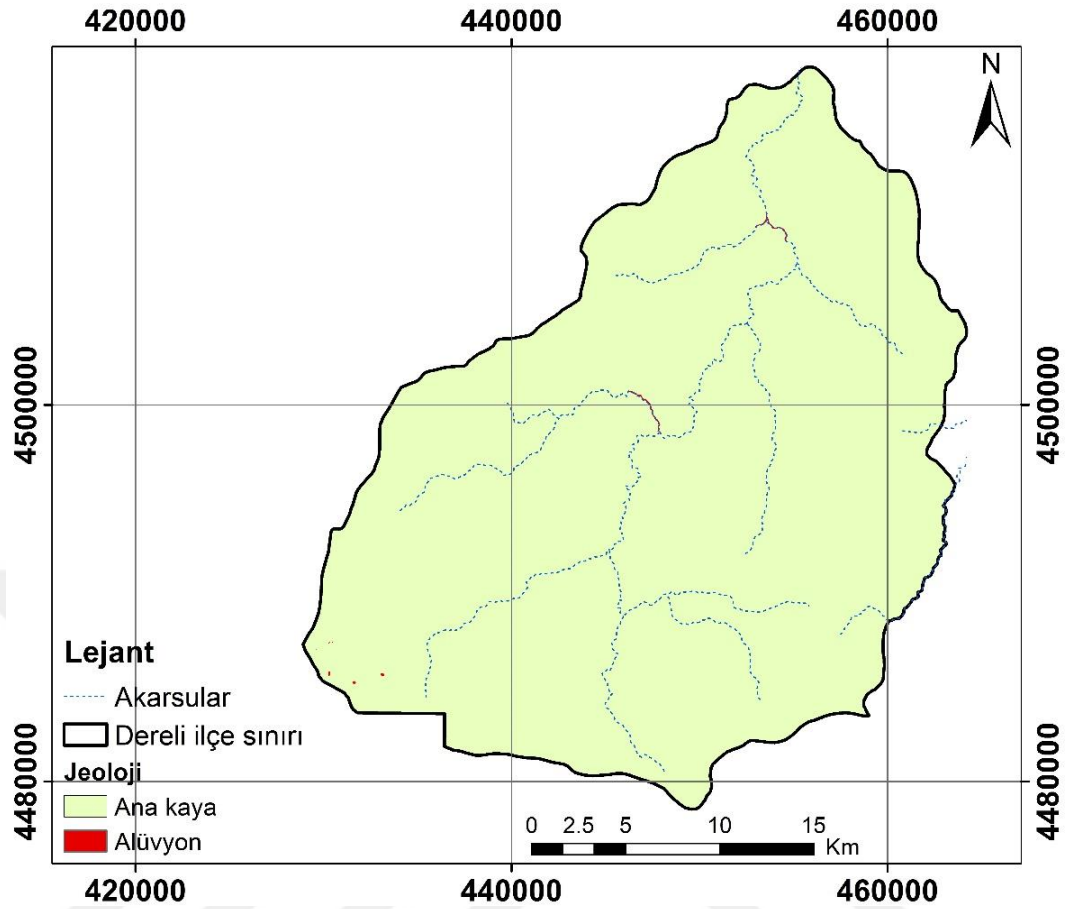
Yağış, genel olarak taşkınların en önemli nedenlerinden biridir. Taşkınla sonuçlanan yüzeysel su akışının oluşumu, yağışı gerektirir. Bu nedenle, yüzeysel akış büyük ölçüde yağışa bağlıdır (Mudashiru ve ark., 2022). Kısa sürede meydana gelen şiddetli yağışların veya düşük yoğunluklu uzun süreli yağışların taşkınların ana nedeni olduğu kabul edilmektedir (Fatah ve ark., 2022; Habibi ve ark., 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-8). Yağış verisi 5 sınıfa (629-674, 674-731, 731-811, 811-908, 908-1056) ayrılarak çalışma alanının yağış haritası elde edilmiştir (Şekil 15).



Şekil 15. Çalışma alanının yağış haritası

#### 4.3.9 Jeoloji / Litoloji

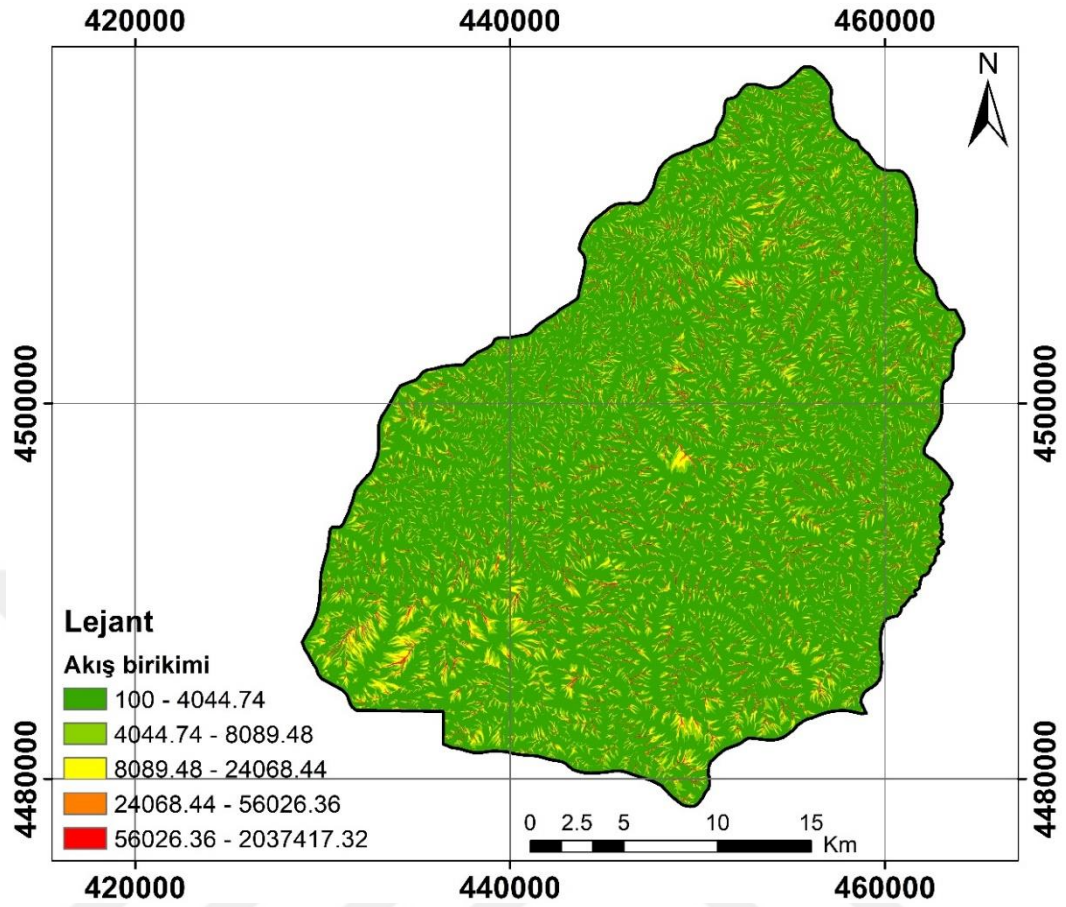
Taşkınlar, toprak gözenekliliği ve geçirgenliği üzerindeki etkilerinden dolayı jeolojik yapı ile ilişkilidir. Çok dayanıklı kayalarda geçirimsizlik çok düşüktür ve sonuç olarak taşkın potansiyeli daha yüksektir (Habibi ve ark., 2022). Kayaçların geçirgenliği ile sızma hızı arasında önemli bir ilişki vardır. Daha yüksek geçirgenliğe sahip litolojik birimler sızma sürecini hızlandırırken, geçirimsiz katman yüzeysel akışı artırarak taşkınları tetikleyebilmektedir (Msabi ve Makonyo, 2021). Tang ve ark. (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 katmanının 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 16).



Şekil 16. Çalışma alanının jeoloji haritası

#### 4.3.10 Akış Birikimi

Akış birikimi (flow accumulation), taşkın duyarlılık haritalamada ve hidrolojik çalışmalarda yaygın olarak kullanılan faktörlerden biridir (Msabi ve Makonyo, 2021; Fatah ve ark., 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 ve ark., 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 17).



Şekil 17. Çalışma alanına ait akış birikimi haritası

#### 4.4 Analitik Hiyerarşi Proses Yönteminin Uygulanması

Bu tez çalışması kapsamında Giresun ili Dereli ilçesinin taşkın duyarlılık haritasını üretmek için AHP yöntemi kullanılmıştır. Taşkın duyarlılık haritalamada kullanılan faktörler ve bu faktörlerin ağırlıklarını belirlemek için literatürde yer alan 31 makale incelenmiştir. Literatür taraması sonucunda taşkın duyarlılık haritalarında en çok kullanılan 10 parametre belirlenmiştir. Bunlar 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 ve ark., 2016; Gerger ve Tanrıverdi, 2018; Şengün ve ark.,

2019; Tanrıverdi, 2019; Ocak ve Bahadır, 2020; Özay, 2021; Tüzgen ve Karaca, 2021) alt parametreler ve alt parametrelerin puanları belirlenmiştir (Tablo 6). 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 |

Faktörlerin ağırlıkları Tablo 4’de gösterilmektedir. Ağırlıkların toplamı 1’e eşittir. Tutarlılık oranı 0.079 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4. Faktörlerin ağırlıkları

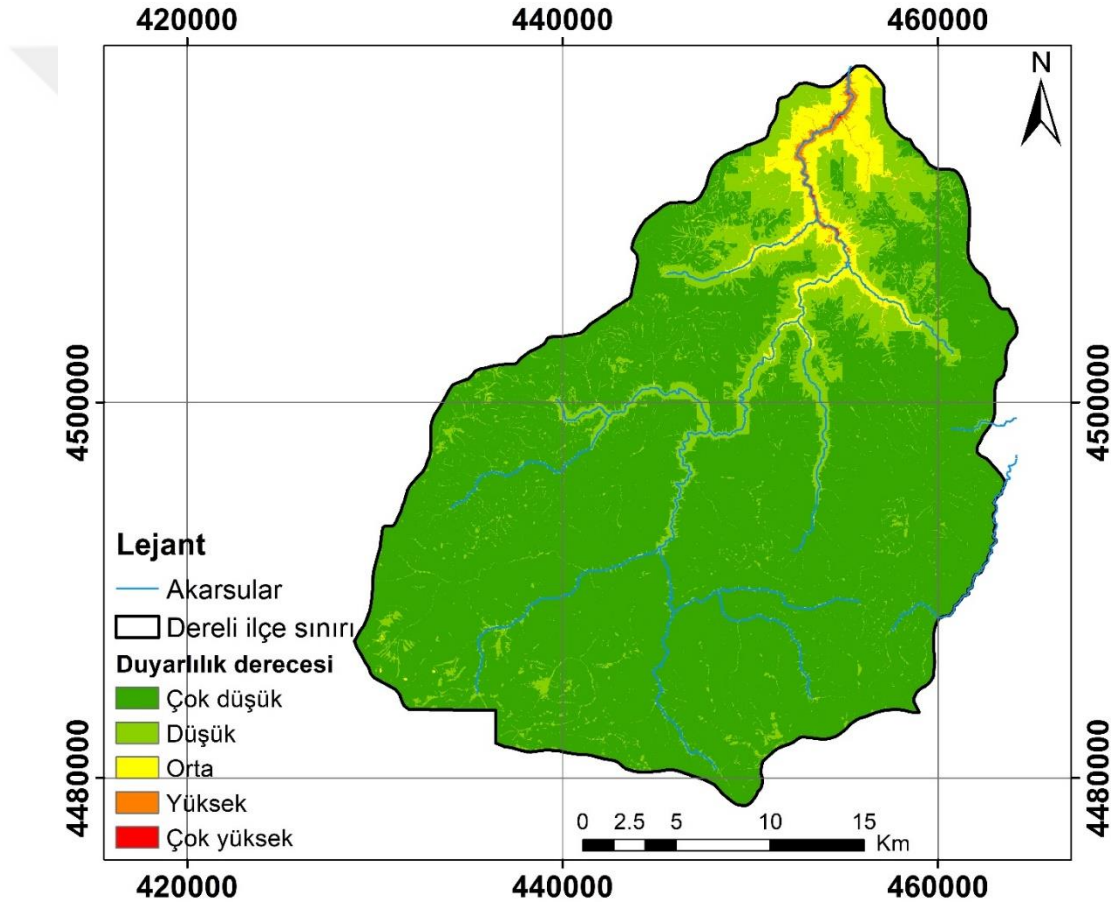
|                                                                                                                                                                                                                                                                                | YGS    | EGM    | YKSL   |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

Tablo 5. Alt kriterlerin puanlandırılması

| Kriter               | Alt kriter                        | Puan | Kaynak                                                                                                |
|----------------------|-----------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Yağış                | 908-1056                          | 5    | Ocak ve Bahadır, (2020)<br>Özay, (2021)<br>Penki ve ark. (2022)<br>Nsangou ve ark. (2022)             |
|                      | 811-908                           | 4    |                                                                                                       |
|                      | 731-811                           | 3    |                                                                                                       |
|                      | 674-731                           | 2    |                                                                                                       |
|                      | 629-674                           | 1    |                                                                                                       |
| Yükseklik            | 150 - 300                         | 5    | Sözer ve ark. (2019)<br>Özay, (2021)<br>Tüzgen ve Karaca, (2021)<br>Penki ve ark. (2022)              |
|                      | 300 - 450                         | 4    |                                                                                                       |
|                      | 450 - 600                         | 3    |                                                                                                       |
|                      | 600 - 750                         | 2    |                                                                                                       |
|                      | 750 - 3035                        | 1    |                                                                                                       |
| Eğim (°)             | 0-2                               | 5    | Ocak ve Bahadır, (2020)<br>Tüzgen ve Karaca, (2021)<br>Penki ve ark. (2022)<br>Nsangou ve ark. (2022) |
|                      | 2-4                               | 4    |                                                                                                       |
|                      | 4-6                               | 3    |                                                                                                       |
|                      | 6-10                              | 2    |                                                                                                       |
|                      | > 10                              | 1    |                                                                                                       |
| Akarsuya uzaklık (m) | 0 - 100                           | 5    | Tüzgen ve Karaca, (2021)<br>Özay, (2021)<br>Nsangou ve ark. (2022)                                    |
|                      | 100 - 200                         | 4    |                                                                                                       |
|                      | 200 - 300                         | 3    |                                                                                                       |
|                      | 300 - 400                         | 2    |                                                                                                       |
|                      | > 400                             | 1    |                                                                                                       |
| Arazi örtüsü         | Sulak alanlar                     | 5    | Negese ve ark. (2022)<br>Mudashiru ve ark. (2022)                                                     |
|                      | Yapılaşmış (kentsel) alanlar      | 4    |                                                                                                       |
|                      | Doğal çayır/seyrek bitki alanları | 3    |                                                                                                       |
|                      | Tarım (ekili) alanları            | 2    |                                                                                                       |
|                      | Orman                             | 1    |                                                                                                       |
| TWI                  | 14.721 - 24.903                   | 5    | Sözer ve ark. (2019)<br>Özay, (2021)<br>Penki ve ark. (2022)<br>Nsangou ve ark. (2022)                |
|                      | 9.584 - 14.721                    | 4    |                                                                                                       |
|                      | 6.923 - 9.584                     | 3    |                                                                                                       |
|                      | 5.364 - 6.923                     | 2    |                                                                                                       |
|                      | 1.511 - 5.364                     | 1    |                                                                                                       |
| Akış birikimi        | 56026.36 - 2037417.32             | 5    | Sözer ve ark. (2019)<br>Negese ve ark. (2022)                                                         |
|                      | 24068.44 - 56026.36               | 4    |                                                                                                       |
|                      | 8089.48 - 24068.44                | 3    |                                                                                                       |
|                      | 4044.74 - 8089.48                 | 2    |                                                                                                       |
|                      | 100 - 4044.74                     | 1    |                                                                                                       |
| Drenaj yoğunluğu     | 2.918 - 3.639                     | 5    | Özay, (2021)<br>Penki ve ark. (2022)<br>Nsangou ve ark. (2022)<br>Negese ve ark. (2022)               |
|                      | 2.196 - 2.918                     | 4    |                                                                                                       |
|                      | 1.473 - 2.196                     | 3    |                                                                                                       |
|                      | 0.752 - 1.473                     | 2    |                                                                                                       |
|                      | 0.029 - 0.752                     | 1    |                                                                                                       |
| Jeoloji              | Alüvyon                           | 5    | Tüzgen ve Karaca, (2021)                                                                              |
|                      | Diğer kayaçlar                    | 1    |                                                                                                       |
| Bakı                 | Düz                               | 5    | Özay, (2021)                                                                                          |
|                      | K, KD, KB                         | 4    |                                                                                                       |
|                      | D, B                              | 3    |                                                                                                       |
|                      | GD, GB                            | 2    |                                                                                                       |
|                      | G                                 | 1    |                                                                                                       |

## 5. BULGULAR VE TARTIŞMA

Faktör 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 18).

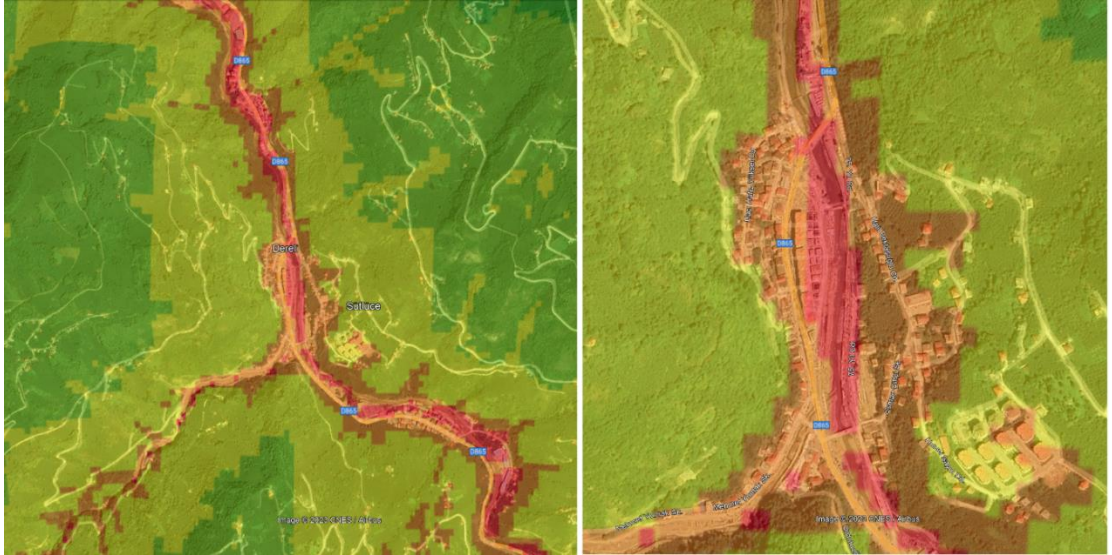


Şekil 18. Dereli ilçesinin taşkın duyarlılık haritası

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.

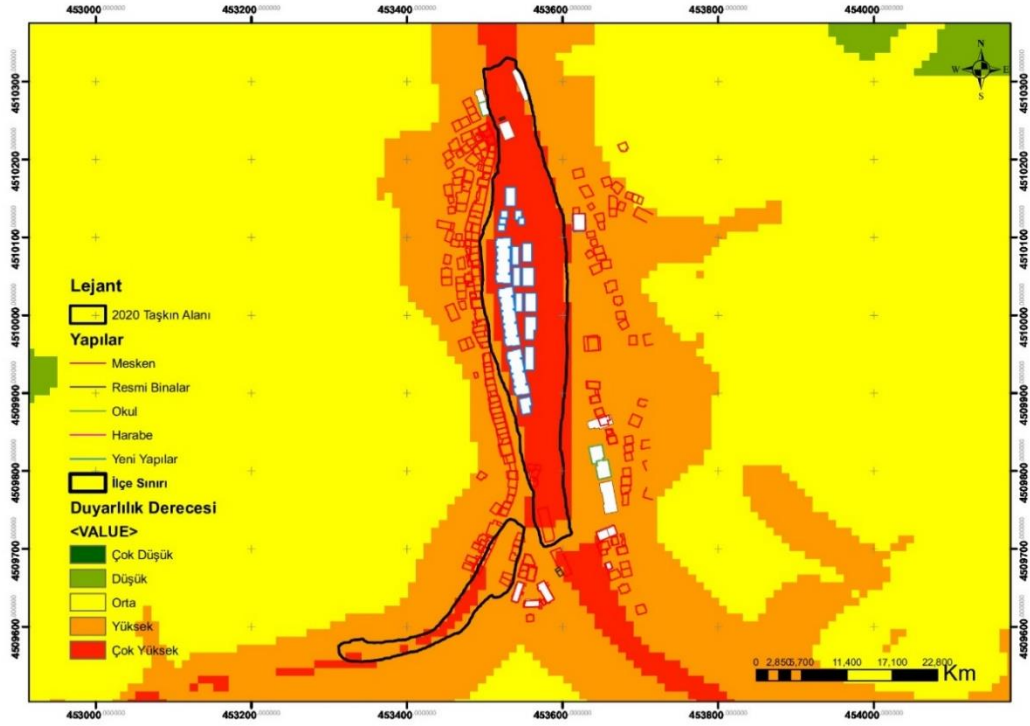
CORINE 2018 arazi örtüsü verisine göre Dereli ilçesinin %0.11'i yapay bölgeler (kesikli/sürekli şehir yapısı), %22.94'ü tarımsal alanlar, %76.83'ü orman ve yarı doğal alanlar, %0.12'si ise su kütleleri ile kaplıdır. Arazi örtüsü katmanı taşkın duyarlılık haritası ile karşılaştırıldığında; yapay bölgelerin %57.63'ünün, tarımsal alanların %1.49'unun, orman ve yarı doğal alanların ise %0.16'sının 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 19). Bu görselleştirme ile Dereli ilçe merkezinin neredeyse tamamının yüksek ve çok yüksek derece de taşkına duyarlı bölgeler içerisinde kaldığı görülmüştür (Şekil 19).



Şekil 19. Taşkın duyarlılık haritasının Google Earth görünümü

Şekil 20’de kalın siyah çizgi ile gösterilen alanlar, 22 Ağustos 2020 tarihinde Dereli’de meydana gelen taşkından etkilenen alanları (taşkın sınırını) göstermektedir. DSI’den alınan 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 karşılaştığı tespit edilmiştir (Şekil 20). Bu sonuç, tez kapsamında üretilen taşkın duyarlılık haritasının doğru olduğunu ve Dereli ilçesinde taşkın nedeniyle gelecekte oluşacak zararları azaltmada kullanılabileceğini göstermiştir.



Şekil 20. 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 21). 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-11).



Şekil 21. 2022 yılında meydana gelen taşkın sonrası yolda oluşan çökmeler (URL-11)

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 22). Oysa taşkın felaketinin yaşandığı alan, 2944 sayılı Cumhurbaşkanlığı 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 22. Taşkıdan sonra yeniden inşa edilen Dereli ilçesi (URL-12)

Taşkın felaketinden sonra afetzedeler için TOKİ tarafından yapılan konut ve işyerlerinin riskli bölgelere inşa edildiği ulusal basında da eleştiri konusu olmuştur (URL-6; URL-13). 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-6).

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, 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, tez kapsamında üretilen taşkın duyarlılık haritasının ilçede gelecekte yaşanması muhtemel taşkın olaylarının zararlarını azaltmak için dikkate alınması gerektiği görülmüştür. Her ne kadar tez çalışmaları sırasında Giresun ilinin İl Afet Risk Azaltma Planı (İRAP)'na erişilememiş olsa da, İRAP'ın güncellenmesi aşamasında tezden 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 arttırılmalı 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 arttırılmalı 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.

## KAYNAKLAR

- AFAD, 2022. Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü, T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.
- 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.
- Akinci, H., Demirarslan, K. O., 2018. Site Selection for Municipal Solid Waste Landfill: Case Study of Artvin, Turkey, *Environmental & Engineering Geoscience*, 28(3): 293–310.
- Akkaya, U., 2016. Meriç Ve Tunca Nehirlerinin Edirne Şehir Merkezi Kısımında 2 Boyutlu Taşkın Modellemesi, Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Ali, S. A., Parvin, F., Pham, Q. B., Vojtek, M., Vojteková, J., Costache, R., Thuy Linh, N. T., Nguyen, H. Q., Ahmad, A., Ghorbani, M. A., 2020. GIS-based comparative assessment of flood susceptibility mapping using hybrid multi-criteria decision-making approach, naïve Bayes tree, bivariate statistics and logistic regression: A case of Topľa basin, Slovakia, *Ecological Indicators*, 117: 106620.
- 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.
- Arabameri, A., Rezaei, K., Cerdà, A., Conoscenti, C., Kalantari, Z., 2019. A comparison of statistical methods and multi-criteria decision making to map flood hazard susceptibility in Northern Iran, *Science of the Total Environment*, 660: 443–458.
- Avcı, V., Sunkar, M., 2015. Giresun'da Sel ve Taşkın Oluşumuna Neden Olan Aksu Çayı ve Batlama Deresi Havzalarının Morfometrik Analizleri, *Coğrafya Dergisi*, 30: 91-119.

- 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.
- Aydin, H. E., Iban, M. C., 2023. Predicting and analyzing flood susceptibility using boosting-based ensemble machine learning algorithms with SHapley Additive exPlanations, *Natural Hazards*, 116: 2957–2991.
- Basri, H., Syakur, S., Azmeri, A., Fatimah, E., 2022. Floods and their problems: Land uses and soil types perspectives, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 951: 012111.
- Beden, N., 2019. Cevizdere havzasının sayısal modelleme sistemlerine dayalı taşkın analizi ve taşkın zararlarının değerlendirilmesi, Doktora Tezi, Ondokuzmayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Bera, S., Das, A., Mazumder, T., 2022. Evaluation of machine learning, information theory and multi-criteria decision analysis methods for flood susceptibility mapping under varying spatial scale of analyses, *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 25: 100686.
- Chapi, K., Singh, V. P., Shirzadi, A., Shahabi, H., Tien Bui, D., Pham, B. T., Khosravi, K., 2017. A novel hybrid artificial intelligence approach for flood susceptibility assessment, *Environmental Modelling & Software*, 95: 229e245.
- Chen, W., Li, Y., Xue, W., Shahabi, H., Li, S., Hong, H., Wang, X., Bian, H., Zhang, S., Pradhan, B., Bin Ahmad, B., 2020. Modeling flood susceptibility using data-driven approaches of naïve Bayes tree, alternating decision tree, and random forest methods, *Science of the Total Environment*, 701: 134979.
- Chowdhuri, I., Pal, S. C., Chakraborty, R., 2020. Flood susceptibility mapping by ensemble evidential belief function and binomial logistic regression model on river basin of eastern India, *Advances in Space Research*, 65: 1466–1489.
- Costache, R., Arabameri, A., Elkhachy, I., Ghorbanzadeh, O., Pham, Q. B., 2021. Detection of areas prone to flood risk using state-of-the-art machine learning models, *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 12(1): 1488-1507.
- CRED, 2022. 2021 Disasters in numbers. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), [https://cred.be/sites/default/files/2021\\_EMDAT\\_report.pdf](https://cred.be/sites/default/files/2021_EMDAT_report.pdf), (16 Haziran 2023).
- Çanta, E.E., 2022. Kemalpaşa (Artvin) İlçesi'nde 1 ve 2 Boyutlu Entegre Hidrolik Model İle Taşkın Yayılım Haritalarının Üretilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Artvin.

- 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.
- Das, S., Gupta, A., 2021. Multi-criteria decision based geospatial mapping of flood susceptibility and temporal hydro-geomorphic changes in the Subarnarekha basin, India, *Geoscience Frontiers*, 12: 101206.
- Demir, F., 2014. Aşağı Sakarya Nehri Adapazarı Kesimi Taşkın Risk Tayini, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Demir, V., 2020. Samsun Mert Havzasında bir ve iki boyutlu modeller ile taşkın alanlarının belirlenmesi, Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Samsun.
- Demir, V., Keskin, A. Ü., 2022. Taşkın Tehlike Haritalarının Oluşturulması (Samsun, Mert Irmağı Örneği), *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 4(1): 47-54.
- Edamo, M. L., Ukumo, T. Y., Lohani, T. K., Ayana, M. T., Ayele, M. A., Mada, Z. M., Abdi, D. M., 2022a. 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.
- Edamo, M. L., Bushira, K., Ukumo, T. Y., 2022b. Flood susceptibility mapping in the Bilate catchment, Ethiopia, *H<sub>2</sub>Open Journal*, 5(4): 691.
- El-Haddad, B. A., Youssef, A. M., Pourghasemi, H. R., Pradhan, B., El-Shater, A-H., El-Khashab, M. H., 2021. Flood susceptibility prediction using four machine learning techniques and comparison of their performance at Wadi Qena Basin, Egypt, *Natural Hazards*, 105: 83–114.
- Ergünay, O. 2007. Türkiye'nin afet profili, TMMOB Afet Sempozyumu, İMO Kongre ve Kültür Merkezi, Ankara, 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.
- FEMA, 2023. Flood Map Products, Federal Emergency Management Agency (FEMA), <https://www.fema.gov/flood-maps/products-tools/products>, (21 Haziran 2023).
- Fırat, F., 2019. Akarsu havzalarının modellenmesinde CBS yazılımlarının kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.

- FLOODsite, 2023, Flooding in urban areas (urban flooding), <https://www.floodsite.net/juniorfloodsite/html/en/student/thingstoknow/hydrology/urbanfloods.html>, (21 Haziran 2023).
- 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.
- Girayhan, T. F., 2015. Nicel Taşkın Risk Değerlendirmesiyle Hasar Modellemesi ve Metodolojinin Geliştirilmesi, Uzmanlık Tezi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara.
- Gülbaz, S., 2019. Sayısal Modeller ile Taşkın Yayılım Haritasının Oluşturulması ve Risk Altında olan Alanların Belirlenmesi: Türkköse Deresi Örneği, *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 5(2): 335-349.
- 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.
- Hırca, T., 2018. Akım Ölçümü Olmayan Nehirlerde Taşkın Yayılım Haritalarının Oluşturulması ve Hasar Olasılık Eğrilerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- 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.
- Hossain, M. K., Meng, Q., 2020. A fine-scale spatial analytics of the assessment and mapping of buildings and population at different risk levels of urban flood, *Land Use Policy*, 99:104829.
- Kanani-Sadat, Y., Arabsheibani, R., Karimipour, F., Nasser, M., 2019. A new approach to flood susceptibility assessment in data-scarce and ungauged regions based on GIS-based hybrid multi criteria decision-making method, *Journal of Hydrology*, 572: 17-31.
- Kara, G., Turan, İ., Cevher, M., Cömert, C., 2020. Taşkın Alanlarının Belirlenmesi, MapBOX Ortamında Sunumu ve Mobil Uygulama Geliştirilmesi, *Harita Dergisi*, 163: 38-49.
- 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.
- 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.
- Khosravi, K., Nohani, E., Maroufinia, E., Pourghasemi, H. R., 2016. A GIS-based flood susceptibility assessment and its mapping in Iran: a comparison between frequency ratio and weights-of-evidence bivariate statistical models with multi-criteria decision-making technique, *Natural Hazards*, 83: 947–987.
- Khosravi, K., Pham, B. T., Chapi, K., Shirzadi, A., Shahabi, H., Revhaug, I., Prakash, I., Tien Bui, D., 2018. A comparative assessment of decision trees algorithms for flash flood susceptibility modeling at Haraz watershed, northern Iran, *Science of the Total Environment*, 627: 744–755.
- Kömüşçü, A. Ü., Aksoy, M., Çelik, S., Cıba, Ö. F., Uğurlu, A., Turgu, E., Ünal, E., 2021. 22 Ağustos 2020 Tarihinde Giresun ve İlçelerinde Meydana Gelen Şiddetli Yağış ve Sel Olayının Meteorolojik ve Hidrometeorolojik Analizi, *Su Kaynakları*, 6(1): 1-14.
- Lee, S., Lee, S., Lee, M.-J., Jung, H.-S., 2018. Spatial Assessment of Urban Flood Susceptibility Using Data Mining and Geographic Information System (GIS) Tools, *Sustainability*, 10: 648.
- Ma, M., Zhao, G., He, B., Li, Q., Dong, H., Wang, S., Wang, Z., 2021. XGBoost-based method for flash flood risk Assessment, *Journal of Hydrology*, 598: 126382.
- Mahmoud, S. H., Gan, T. Y., 2018. Urbanization and climate change implications in flood risk management: Developing an efficient decision support system for flood susceptibility mapping, *Science of the Total Environment*, 636: 152–167.
- MGM, 2023a. Ani Taşkın Erken Uyarı Sistemi Projesine Genel Bakış, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), <https://www.mgm.gov.tr/genel/anitaskin.aspx?s=2>, (21 Haziran 2023, 10:50).
- MGM, 2023b. İllerimize Ait Genel İstatistik Verileri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=GIRESUN>, (26 Haziran 2023, 15:50)
- 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.

- 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: 128055.
- Mujib, M. A., Apriyanto, B., Kurnianto, F. A., Ikhsan, F. A., Nurdin, E. A., Pangastuti, E. I., Astutik, S., 2021. Assessment of Flood Hazard Mapping Based on Analytical Hierarchy Process (AHP) and GIS: Application in Kencong District, Jember Regency, Indonesia, *Geosfera Indonesia*, 6(3): 353-376.
- 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.
- 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.
- Nquot, I., Kulatunga, U., 2014. Flood Mitigation Measures in the United Kingdom, *Procedia Economics and Finance*, 18: 81–87.
- 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.
- 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.
- Özay, B., 2021. Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Taşkın Duyarlılık Analizi; Mersin İli Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Özay, B., Orhan, O., 2021. Using analytical hierarchy process (AHP) for flood susceptibility mapping of Mersin, Turkey, *Intercontinental Geoinformation Days*, Mersin, Turkey, 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.

- Özcan, O., 2017. Taşkın Tespitinin Farklı Yöntemlerle Değerlendirilmesi: Ayamama Deresi Örneği, *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 3(1): 9-27.
- Öztürk, D., Batuk, F., 2007. Çok Sayıda Kriter ile Karar Vermede Kriter Ağırlıkları, *Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 25(1): 86-98.
- Öztürk, D., 2009. CBS Tabanlı Çok Ölçütlü Karar Analizi Yöntemleri ile Sel ve Taşkın Duyarlılığının Belirlenmesi: Güney Marmara Havzası Örneği, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- 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.
- Rahmati, O., Pourghasemi, H. R., Zeinivand, H., 2016. Flood susceptibility mapping using frequency ratio and weights-of-evidence models in the Golastan Province, Iran, *Geocarto International*, 31(1): 42-70.
- Rainey, J. L., Brody, S. D., Galloway, G. E., Highfield, W. E., 2021. Assessment of the growing threat of urban flooding a case study of a national survey, *Urban Water Journal*, 18(5): 375-381.
- Rana, M.S., Mahanta, C., 2023. Spatial prediction of flash flood susceptible areas using novel ensemble of bivariate statistics and machine learning techniques for ungauged region, *Natural Hazards*, 115: 947–969.
- 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.
- Saber, M., Boulmaiz, T., Guermoui, M., Abdrabo, K. I., Kantoush, S. A., Sumi, T., Boutaghane, H., Nohara, D., Mabrouk, E., 2022. Examining LightGBM and CatBoost models for wadi flash flood susceptibility prediction, *Geocarto International*, 37(25): 7462-7487.
- Sahana, M., Rehman, S., Sajjad, H., Hong, H., 2020. Exploring effectiveness of frequency ratio and support vector machine models in storm surge flood susceptibility assessment: A study of Sundarban Biosphere Reserve, India, *Catena*, 189: 104450.
- Santangelo, N., Santo, A., Di Crescenzo, G., Foscari, G., Liuzza, V., Sciarrotta, S., Scorpino, 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.
- Seydi, S. T., Kanani-Sadat, Y., Hasanlou, M., Sahraei, R., Chanussot, J., Amani, M., 2022. Comparison of Machine Learning Algorithms for Flood Susceptibility Mapping, *Remote Sensing*, 15: 192.
- Sharir, K., Roslee, R., Mariappan, S., 2019. Flood Susceptibility Analysis (FSA) Using Analytical Hierarchy Process (AHP) Model at The Kg. Kolopis area, Penampang, Sabah, Malaysia, *Journal of Physics: Conference Series*, 1358: 012065.
- 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.
- Souissi, D., Zouhri, L., Hammami, S., Msaddek, M. H., Zghibi, A., Dlala, M., 2020. GIS-based MCDM–AHP modeling for flood susceptibility mapping of arid areas, southeastern Tunisia, *Geocarto International*, 35(9): 991-1017.
- 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.
- Swain, K. C., Singha, C., Nayak, L., 2020. Flood Susceptibility Mapping through the GIS-AHP Technique Using the Cloud, *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9: 720.
- SYGM, 2017. Taşkın Yönetimi, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- SYGM, 2020. Doğu Karadeniz Havzası Taşkın Yönetim Planı, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara.
- 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, İstanbul, 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.
- 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.
- Taşkesen, C., 2011. Taşkın Risk Yönetiminde Zarar Görebilirlik Analizleri, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- T.C. Resmi Gazete, 2016. Taşkın Yönetim Planlarının Hazırlanması, Uygulanması ve İzlenmesi Hakkında Yönetmelik (29710), 12.05.2016.
- T.C. Resmi Gazete, 2019. Taşkın ve Rüşubat Kontrolü Yönetmeliği (30763), 03.05.2019.
- T.C. Resmi Gazete, 2020. 2944 Sayılı Cumhurbaşkanı 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., Jebur, M. N., 2014. Flood susceptibility mapping using a novel ensemble weights-of-evidence and support vector machine models in GIS, *Journal of Hydrology*, 512: 332–343.
- 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.
- TFM, 2023. Tennessee Floodplain Management 2018 Quick Guide. [https://www.tn.gov/content/dam/tn/tema/documents/national-flood-insurance/2018\\_TN\\_QuickGuide.pdf](https://www.tn.gov/content/dam/tn/tema/documents/national-flood-insurance/2018_TN_QuickGuide.pdf) (20 Haziran 2023).
- Tokgözlü, A., Özkan, E., 2018. Taşkın Risk Haritalarında AHP Yönteminin Uygulanması: Aksu Çayı Havzası Örneği, *SDÜ Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (44): 151-176.
- TÜİK, 2023. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları, <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuc-lari-2022-49685>, (26 Haziran 2023, 16:10).

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, 23 Ekim 2007 Tarih ve 2007/60/EC Sayılı Konsey ve Avrupa Parlamentosu Direktifi, [https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/ab%20mevzuatı/taskin\\_direktifi.pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/ab%20mevzuatı/taskin_direktifi.pdf), (02 Haziran 2023, 10:40).

URL-2, Flood, Geoscience Australia, <https://www.ga.gov.au/education/classroom-resources/hazards/natural-hazards/flood>, (19 Haziran 2023, 10:45)

URL-3, Three common types of floods explained, <https://www.zurich.com/en/knowledge/topics/flood-and-water-damage/three-common-types-of-flood>, (19 Haziran 2023, 11:50).

URL-4, Final flood studies and maps. <https://www.alberta.ca/final-flood-maps.aspx>, (21 Haziran 2023, 14:30).

URL-5, Flood mapping types and process, <https://natural-resources.canada.ca/science-and-data/science-and-research/natural-hazards/flood-mapping-types-and-process/24264>, (21 Haziran 2023, 17:15).

URL-6, Ders almıyoruz: Dereli’de 15 kişinin öldüğü dere yatağına 216 konut, <https://www.sozcu.com.tr/2022/gundem/derelide-dere-yatagina-216-konut-6919353/>, (24 Haziran 2023, 19:12).

URL-7, Türkiye Mülki İdare Sınırları, <https://www.harita.gov.tr/urun/turkiye-mulki-idare-sinirlari/232>, (19 Aralık 2022, 15:01).

URL-8, Historical climate data, <https://www.worldclim.org/data/worldclim21.html>, (22 Aralık 2022, 14:54).

URL-9, CORINE Land Cover (CLC 2018), <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018>, (19 Aralık 2022, 13:28).

URL-10, EU-Hydro - River Network Database, <https://land.copernicus.eu/imagery-in-situ/eu-hydro/eu-hydro-river-network-database>, (19 Aralık 2022, 10:48).

URL-11, SPD Giresun Dereli taşkını için açıklama yaptı, <https://www.hidropolitikakademi.org/tr/detail/29539/spd-giresun-dereli-taskini-icin-aciklama-yapti>, (21 Nisan 2022, 14:42).

URL-12, Dere yatağına tam 216 ev! Cumhurbaşkanı Erdoğan bugün vatandaşa teslim etti, <https://www.yenicaggazetesi.com.tr/giresunda-dere-yatagina-tam-216-ev-cumhurbaskani-recep-tayyip-erdogan-bugun-vatandasa-teslim-etti-504413h.htm>, (21 Nisan 2022, 14:58).

- URL-13, Selden sonra TOKİ: Dereli’de taşkın bölgesinde yapılaşma ısrarı, <https://gezegen24.com/dereli-taskin-bolgesinde-yapilasma/>, (24 Haziran 2023, 14:42).
- USGS, 2023, What are the two types of floods? U.S. Geological Survey, <https://www.usgs.gov/faqs/what-are-two-types-floods>, (20 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.
- Vojtek, M., Vojteková, J., 2019. Flood susceptibility mapping on a national scale in Slovakia using the analytical hierarchy process. *Water*, 11(2): 364.
- Wang, Y., Fang, Z., Hong, H., Peng, L., 2020. Flood susceptibility mapping using convolutional neural network frameworks, *Journal of Hydrology*, 582, 124482.
- WMO, 2023. Floods, World Meteorological Organization (WMO), <https://public.wmo.int/en/resources/world-meteorological-day/previous-world-meteorological-days/climate-and-water/floods>, (20 Haziran 2023).
- Wubalem, A., Tesfaw, G., Dawit, Z., Getahun, B., Mekuria, T., Jothimani, M., 2021. Comparison of statistical and analytical hierarchy process methods on flood susceptibility mapping: In a case study of the Lake Tana sub-basin in northwestern Ethiopia, *Open Geosciences*, 13(1): 1668-1688.
- Yılmaz, I., 2015. Çorum İli Taşkın Tehlikesinin Analitik Hiyerarşi Yöntemi Kullanılarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- 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.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : KÖROĞLU, Bilge  
Uyruğu :  
Doğum tarihi ve yeri :  
Medeni hali :  
Yabancı dili :  
Telefon :  
Faks :  
E-posta :

### Eğitim

| <u>Derece</u> | <u>Eğitim Birimi</u>                      | <u>Mezuniyet Tarihi</u> |
|---------------|-------------------------------------------|-------------------------|
| Lise          | Bingöl Anadolu Lisesi                     | 2010                    |
| Lisans        | K.T.Ü Harita Mühendisliği Bölümü          | 2015                    |
| Yüksek Lisans | AÇÜ LEE Harita Mühendisliği Anabilim Dalı | 2023                    |