

# COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE TAŞKIN RİSK ALANLARININ BELİRLENMESİ: ARTVİN İLİ ÖRNEĞİ

**Kahraman OĞUZ<sup>1</sup>, Esin OĞUZ<sup>2</sup>, Mustafa COŞKUN<sup>3</sup>**

**Anahtar Kelimeler:** Afet, Taşkın, Risk Alanları, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Artvin

## ÖZET

Taşkınlar can ve mal kaybının en fazla olduğu doğal afetlerdendir. Özellikle Doğu Karadeniz bölgesinde sıkça yaşanan taşkın olayları bölgede ciddi can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Farklı karakteristikleri temsil eden veri katmanlarının bir arada değerlendirilmesi, taşkın riski taşıyan bölgelerin belirlenmesinde önemlidir. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) havza çalışmalarında kullanımı her geçen gün daha da artmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemleri potansiyel risk alanlarının belirlenmesi amacıyla mevcut verilerin toplanması, işlenmesi ve analizinin yapılmasında kullanılmaktadır. Bu çalışmada, CBS teknikleri ile Artvin ilinin taşkın risk alanları belirlenmiştir. Modelleme aşamasında, Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi uygulanmış ve başta yağış, jeoloji, eğim, bakı, toprak ve arazi kullanım haritaları olmak üzere sayısal diğer haritalardan yararlanılmıştır. Tüm bu haritalara ağırlık dereceleri işlenerek çakıştırılmış ve sonuçta bölgede taşkının etkileyeceği (riskli) alanlar elde edilmiştir. Ayrıca, çalışma alanı akarsu ağı çatallanma oranları ve drenaj yoğunluğu da hesaplanmıştır.

---

<sup>1</sup> Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Meteoroloji Mühendisi, koguz@mgm.gov.tr

<sup>2</sup> Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Meteoroloji Mühendisi, esoguz@mgm.gov.tr

<sup>3</sup> Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Yrd. Doç. Dr., mustafacoskun@mgm.gov.tr

## 1.GİRİŞ

Taşkınlar, ülkemizde ve dünyanın bir çok yerinde büyük can ve mal kayıplarına neden olan doğal afetlerden bir tanesidir. Türkiye’de büyük taşkınlar bölgesel iklim, topografya ve yağış alanı büyüklüğü faktörlerinin birleşiminden oluşur. Kuzey, batı ve güney sahillerimizdeki denizlerden iç kısımlara doğru uzaklaştıkça atmosferdeki nem azalır. Karadeniz ve Akdeniz sahillerinde olduğu gibi nemli hava akışına dik yüksek kotlu alanlarda şiddetli yağışlar ve büyük taşkınlar oluşur. Büyük havzaların önemli taşkınları mevsimlik kar birikiminin yağmur ile birleşiminden oluşur. Küçük havzaların büyük taşkınları ise konvektif fırtınaların oluşturduğu şiddetli yağışlardan oluşur (Özalp, D., 2009). Taşkın olaylarının temel etkeni her ne kadar yağış olarak bilinse de, akarsu havzalarına ait doğal özelliklerin gün geçtikçe tahrip edilmesi, yoğun arazi kullanımlarının olması ve akarsu yataklarına yapılan yanlış müdahaleler, havza ve akarsu yatakları için normal olan yağışların bile taşkınlara yol açmasına neden olmaktadır. Ayrıca akarsular üzerinde yapılan mühendislik yapıları, bazen daha önce risk taşımayan özelliklerin, risk olarak değerlendirilmesine yol açmaktadır. Bu da akarsu yatağı kenarındaki arazi kullanımları için yapılacak risk yönetimi çalışmalarında bazı yeni planların dikkate alınmasına neden olmaktadır (Özdemir H., 2007).

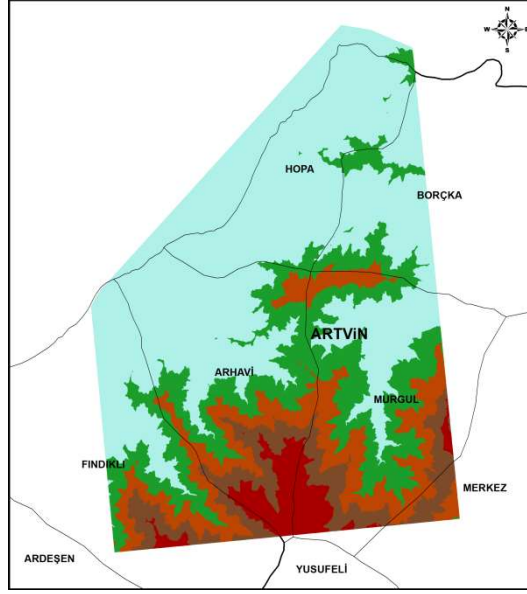
Sistemik bir süreç olan risk yönetimi; riskin tanımlanması, risk analizi ve risk miktarının belirlenmesinden oluşur. Olası bir taşkında can ve mal kaybını en aza indirmek ve taşkın olumsuz etkilerinin azaltılması için yapılması gereken çalışmalar taşkın alanlarındaki risk yönetimi ile gerçekleştirilebilmektedir. Risk yönetimi çalışmalarında; tehlike ve riskler belirlenmekte, risk senaryoları hazırlanmakta, korunma ve zarar azaltma önlemleri seçilmekte, sonuçlar güncel haritalar ve grafiklerle ortaya konmakta, kullanılabilir kaynak ve imkânlar belirlenmekte, afetten korunma ve afet müdahalesi için en uygun seçenek ve öncelikler hakkında kararlar elenip uygulamaya geçilmektedir (Özcan vd., 2009).

Dünyada taşkın risk yönetimi kapsamında, çeşitli yöntem ve araçlar geliştirilmiştir. Bu araçlardan en önemlilerinden birisi coğrafi bilgi sistemleridir. CBS’nin özellikle risk senaryolarının analizinde kullanımı her geçen gün daha da artmaktadır. Çünkü, uzaktan algılama ve CBS teknolojilerinin birlikte ve geniş bir coğrafyada kullanılabilirliği, bu aracı cazip kılmaktadır.

Bu çalışmada, CBS teknolojilerinden birisi olan ArcGIS yazılımı kullanılmıştır. Veri seti olarak yağış, jeoloji, eğim, bakı, toprak, arazi kullanım ve akarsuya olan uzaklık haritaları; yöntem olarak ise Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi kullanılmıştır. Sonuçta, Artvin bölgesi için taşkın risk alanları belirlenmiş ve değerlendirilmiştir.

## 2.ÇALIŞMA ALANI

Çalışma alanı, Artvin bölgesinin Hopa, Arhavi, Murgul ilçelerini ve Fındıklı ve Borçka ilçelerinin ise bir kısmını kapsamaktadır (Şekil 1). Alan, Artvin ili Hopa ilçesindeki Hopa çayının havzasını da içermektedir (Şekil 1). Hopa Çayı, Sundura Mahallesi başlayarak Karadeniz’e dökülen vadi boyunca akmaktadır. Geniş ve eğimi yüksek bir havzaya sahiptir. Havzanın yüksek eğimli olması, zemin ve arazi kullanım özellikleri nedeniyle yağış ile beraberinde bölgede sıkça taşkın olaylarına rastlanmaktadır.



Şekil 1 Çalışma Alanı

Bununla birlikte, Artvin Hopa'da Karadeniz bölgesi iklimi hakimdir. Genelde Karadeniz bölgesi her mevsim yağışlı ve sahil kesimlerdeki yağış coğrafi yapısı sebebiyle 1000 mm'nin üzerindedir. Karadeniz bölgesinde yıllık ortalama sıcaklıklar 12-16°C civarındadır. Artvin Hopa'da Ağustos ayı, yılın en sıcak ayıdır. En az yağış Nisan ve Mayıs aylarında, en yüksek yağış ise Ekim ayında gözlemlenmektedir. Bunun yanı sıra, özellikle son yıllarda iklim değişikliğinin etkileri olan mevsimlerdeki kaymalar ve ekstrem olayların sayısı ve şiddetindeki artışlar ülkemizde de bazı ekstrem olayların daha sık ve şiddetli bir biçimde gözlemlenmesine sebep olmuştur (Oğuz vd., 2016).

### 3.MATERYAL VE METOT

Çok Kriterli Karar Analizi (ÇKKV), çoklu ve genellikle birbiriyle uyumsuz kriterlerin olduğu durumda bir probleme çözüm getirecek karar verme sürecini tanımlar. Günlük hayatta ÇKKV problemleriyle çok geniş bir alanda karşılaşmaktadır (Baysal ve Tecim, 2006). ÇKKV Yöntemleri'ni kullanmaktaki amaç, alternatif ve kriter sayılarının fazla olduğu durumlarda karar verme mekanizmasını kontrol altında tutabilmek ve karar sonucunu mümkün olduğu kadar kolay ve çabuk elde etmektir (Öztürk, 2009). Yöntemin ilk aşaması, karar probleminin hiyerarşik olarak yapılandırılmasıdır. Bu aşamada bir karar verme probleminin alt ögelere ayrılması ve bu ögeler arasındaki ilişkileri gösteren bir modelin oluşturulması amaçlanır. İlgili alt ögeler gruplanıp düzenlenerek hiyerarşik yapı oluşturulur. İkinci aşaması ise; karşılaştırmalı karar verme ve tercih matrislerinin oluşturulmasıdır. İkili karşılaştırma yöntemi Analitik Hiyerarşi Yöntemi içinde temel bir ölçme biçimidir. Bu işlem, özellikle herhangi bir anda karar verme aşamasında sadece ikili veri gruplarının birbirleriyle olan ilişkisine yöneldiğinden karar vermenin karmaşıklığını önemli derecede azaltmaktadır. (Erden ve Coşkun, 2010).

Çalışmamızda, ÇKKV Yöntemi kullanılmıştır. Öncelikle, taşkın alanlarının belirlenmesi için toplanan veriler CBS ortamında çok kriterli analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Topografya haritalarından üretilen sayısal yükseklik modeli, jeoloji, yağış, toprak ve arazi kullanım verileri kullanılmıştır. Diğer taraftan eğim, bakı ve akarsuya olan uzaklık katmanları da bu haritalar kullanılarak üretilmiştir. Yağış verileri olarak Meteoroloji Genel

Müdürlüğünden elde edilen maksimum yağışların maksimumu kullanılmış ve sonrasında çalışma alanında enterpole edilerek raster formatına dönüştürülmüştür. Tüm bu katmanlar ArcGIS ortamında ED\_1950\_UTM\_Zone\_36N projeksiyon sisteminde hazırlanmıştır.

Uygulanan yöntemde riskli alanlar belirlenirken parametreler tek tek ele alınmıştır. Taşkın riskine ilişkin parametreler 1-5 önem derecesi arasında değişen değerlendirme ölçeğine göre değerlendirilmiş ve bunların her birine ağırlık dereceleri işlenmiştir. Ağırlık dereceleri işlenirken Özşahin (2013) ve Sunkar (2010) tarafından yapılan çalışmalarda derecelendirmeler göz önüne alınmıştır. Yöntemin akış şeması Şekil 2’de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Verilerin üretilmesi ve analizlerin uygulanması sırasında ArcGIS yazılımı kullanılmıştır. Analizde kullanılan her bir harita, yazılımda ayrı birer tabaka ile gösterilmiştir. Tüm bu haritalar üst üste bindirme (toplama) işlemine tabi tutmak amacıyla raster formatına dönüştürülmüştür. Son olarak haritalar, Şekil 2’deki ağırlık oranları göz önüne alınarak çakıştırma işlemine tabi tutulmuştur.

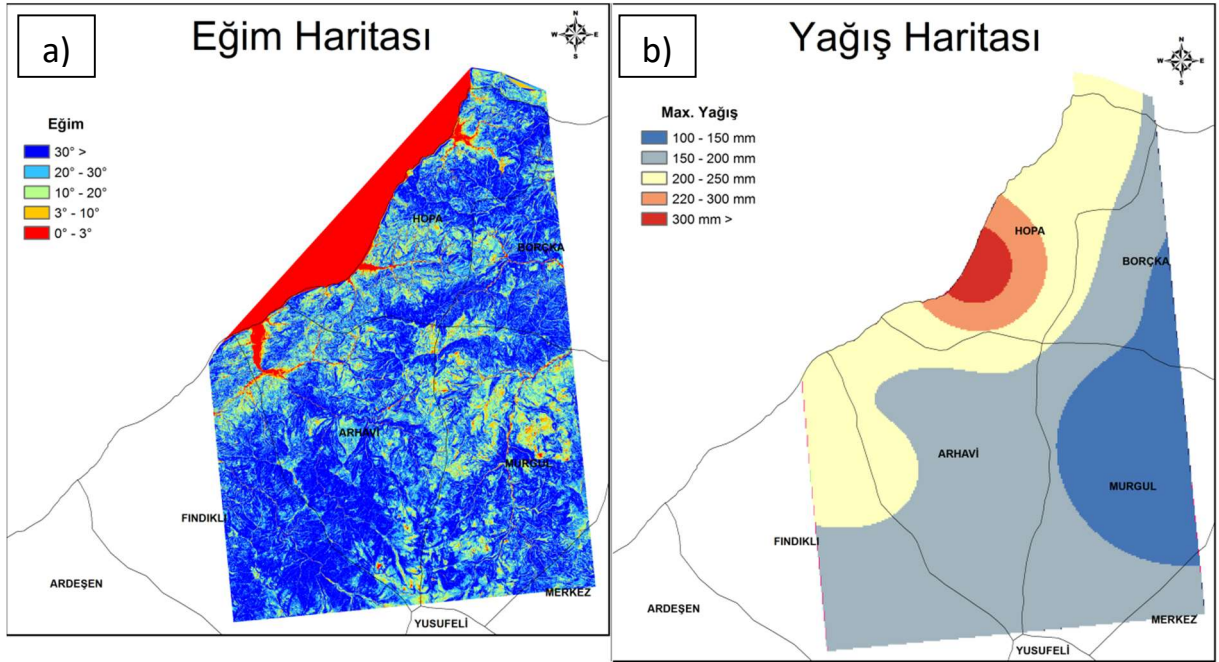
TAŞKIN RİSK HARİTASI	EĞİM A.D : 5	0° - 3° 3° - 10° 10° - 20° 20° - 30° 30° >	A.D : 5 A.D : 4 A.D : 3 A.D : 2 A.D : 1
	ARAZİ KULLANIM A.D : 3	SU YOLLARI, DENİZ VE OKYANUS LİMANLAR, MİNERAL ÇIKARIM SAHALARI, İNŞAAT SAHALARI GENİŞ YAPRAKLI ORMANLAR, KARIŞIK VE İĞNE YAP. ORMAN SULANMAYAN KARIŞIK TARIM, BİTKİ DEĞİŞİM ALANLARI, DOĞAL ÇAYIRLIKLAR, SEYREK BİTKİ ALANLARI DOĞAL BİTKİ ÖRTÜSÜ İLE BİRLİKTE TARIM ALANLARI	A.D : 0 A.D : 5 A.D : 1 A.D : 3 A.D : 2
	TOPRAK A.D : 2	YERLEŞİM (YR) ALÜVYAL TOPRAK (A) KAHVERENGİ ORMAN TOP. (M), KIRMIZI SARI PODZOLİK TOP. (P) KOLÜVYAL TOPRAK (K) KIRMIZI SARI PODZOLİK TOP. (P) YÜKSEK DAĞ ÇAYIR TOP. (Y), KİREÇSİZ KAHVERENGİ ORMAN TOP (N)	A.D : 4 A.D : 5 A.D : 3 A.D : 5 A.D : 3 A.D : 2
	BAKİ A.D : 2	GÜNEY - G.DOĞU - G.BATI DOĞU - BATI KUZEY - K.DOĞU - K.BATI	A.D : 2 A.D : 1 A.D : 4
	JEOLJİ A.D : 1	PALEOSEN, PALEOSEN-EOSEN (GRANİTOYİDLER) EOSEN (KIRINTILAR, YER YER KARASAL) VOLKANİTLER VE SEDİMENTER KAYALAR ÜST KRETASE (DASİT, RİYOLİT, RİYODASİT) ÜST KRETASE-EOSEN, ÜST PALEOSEN, EOSEN (NETRİTİK KİREÇTAŞLARI, KIRINTILAR VE KARBONATLAR)	A.D : 4 A.D : 2 A.D : 5 A.D : 3 A.D : 1
	YAĞIŞ A.D : 4	100 - 150 mm 150 - 200 mm 200 - 250 mm 250 - 300 mm	A.D : 1 A.D : 2 A.D : 3 A.D : 4
	AKARSUYA OLAN UZAKLIK A.D : 4	0 - 250 m 250 - 500 m 500 - 1000 m 1000 - 1500 m 1500 >	A.D : 5 A.D : 4 A.D : 3 A.D : 2 A.D : 1

Şekil 2 Haritaların Ağırlık Dereceleri

### **Eğim ve Yağış Faktörleri**

Taşkın oluşmasında çok önemli bir etkiye sahip olan eğim faktörü, havzanın jeomorfolojik özellikleri içinde yer alır. Bütün koşullar aynı olduğunu varsaydığımızda, eğimin fazla olduğu yerlerde, toprağın su tutma kabiliyetinin az olması nedeniyle, yağışla gelen suların toprağa sızması eğimin az olduğu alanlara oranla daha azdır. Bunun sonucunda akışa geçen su miktarı eğimin fazla olduğu alanlarda daha fazla olur (Özcan, 2008). Eğim değerlerinin düşük olduğu yerler, taşkın açısından riskli olarak değerlendirilebilir. Çalışmada kullanılan alana ait eğim haritası incelendiğinde, alanın büyük bir kısmının eğiminin yüksek olduğu ( $>30^\circ$ ), deniz sınırlarına gidildikçe eğimin düştüğü görülmektedir (Şekil 3a).

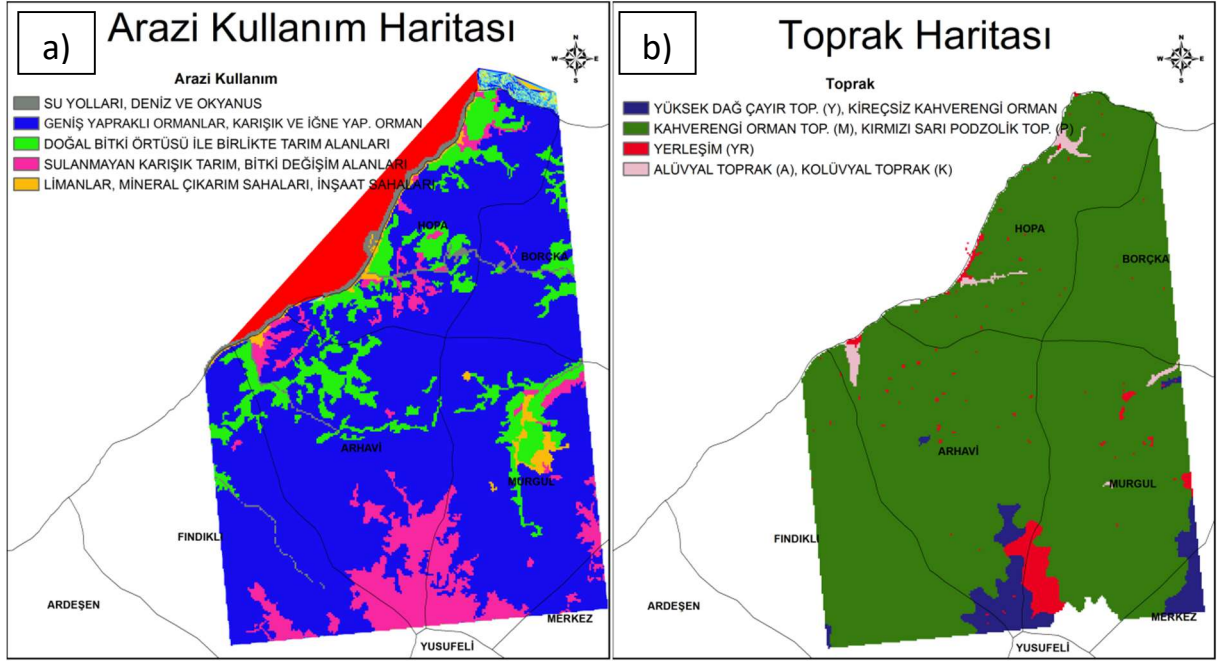
Taşkın riski açısından en önemli faktörlerden birisi olan yağış da çalışmada hesaplama dahil edilmiştir. Yağış haritası (Şekil 3b) incelendiğinde, uzun yıllar maksimum yağış miktarının Hopa bölgesinde 300 mm'den büyük olduğu, yakın çevrelerin ise 200-250 mm civarında olduğu görülmektedir ki bu değerler taşkın riski açısından oldukça risklidir. Özellikle maksimum yağış miktarının 300 mm'den fazla olduğu alanların Hopa bölgesinin yerleşim alanı civarında olduğu dikkat çekmektedir.



Şekil 3 Çalışma alanı Eğim ve Yağış Haritaları

### **Arazi Kullanım ve Toprak Faktörleri**

Risk analizi çalışmasında kullanılan arazi kullanım ve toprak haritaları Şekil 4'de görülmektedir. Arazi kullanım haritasında (a) görüldüğü gibi alanın büyük çoğunluğunu geniş “yapraklı orman” ve “karışık ve iğne yapraklı ormanlık” alanların kapladığı görülmektedir. Bunu ise “sulunmayan karışık tarım alanları” ile birlikte “doğal bitki örtüsü ile birlikte tarım alanları” takip etmektedir.

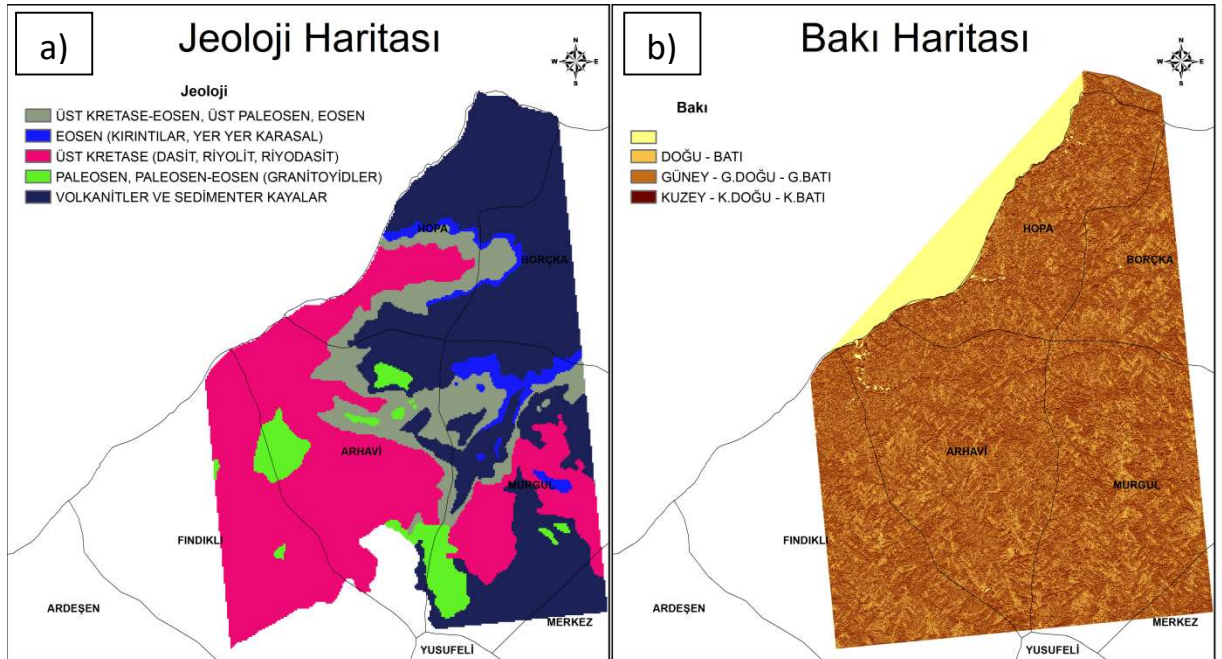


Şekil 4 Çalışma alanı Arazi Kullanım ve Toprak Haritaları

Bunun yanında, toprak haritasında (b) yerleşmelerin çok fazla yer kaplamadığı görülmektedir. Toprak sınıfı açısından ise “kahverengi orman ve kırmızı sarı podzolik toprak” ile kaplı alanların yaygın olduğu görülmektedir.

### Jeoloji ve Bakı Faktörleri

Jeolojik ve Bakı özellikleri (Şekil 5), taşkın üzerinde dolaylı etkiye sahiptirler. Alana ait jeoloji haritası (a) incelendiğinde, alanın jeolojik özelliklerinin çoğunlukla “üst kretase” ve “volkanitler ve sedimenter kayalar” dan oluştuğu görülmektedir.



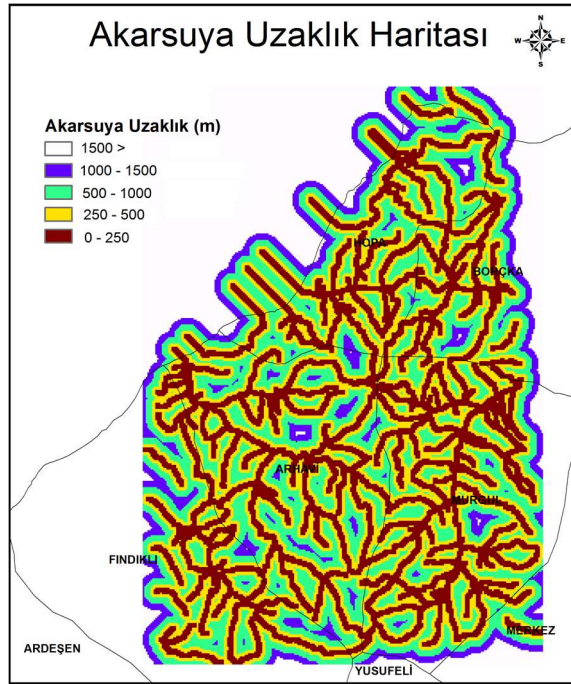
Şekil 5 Çalışma alanı Jeoloji ve Bakı Haritaları



Bununla birlikte, çalışmamızda, kuzeye bakan yamaçların taşkın riski açısından daha riskli olacağı varsayılarak, bakı haritası (b) da göz önüne alınmıştır. Çünkü, topografyanın genel olarak kuzeye bakan yamaçları, güneye bakan yamaçlara oranla güneşten kaynaklı radyasyona daha az maruz kalır. Bununla beraber, doğuya bakan yamaçlar sabahları daha fazla, batıya bakan yamaçlar ise akşamları daha fazla güneş alırlar (Özcan, 2008).

### ***Akarsuya Uzaklık Faktörü***

Taşkın riski açısından diğer önemli bir faktör ise akarsuya olan uzaklık faktörüdür (Şen, 2009). Taşkın riski akarsuya yaklaştıkça artmaktadır. Çalışmada, akarsuya olan uzaklık faktörü hesaplanmış ve uzaklığa bağlı olarak risk sınıfları işlenmiştir. Akarsuya olan 0 – 250 m uzaklık çok riskli olarak, 1500 m’den büyük uzaklıklar ise az riskli olarak değerlendirilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6 Çalışma alanı Akarsuya Uzaklık Haritası

### ***Çatallanma Miktarı ve Oranı***

Çalışma alanda akarsu ağı, ArcGIS programında 1/25.000 ölçekli yükseklik haritalarıyla elde edilen DEM (Digital Elevation Model) verisi yardımıyla, ArcHidro tool kullanılarak elde edilmiştir. Akarsu ağı çatallanma oranları yine ArcGIS programında sayısal olarak hesaplanan akarsu ağı kullanılarak belirlenmiştir. Strahler yöntemine göre akarsuların uzunlukları, kol sayıları ve çatallanma oranları hesaplanmıştır (Scheidegger, 1961).

Buna göre incelenen akarsuyun çatallanma miktarı (Şekil 7), çatallanma oranı ( $r_i$ ) ve derecelere göre akarsu kol uzunlukları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (Tablo 1).





Çalışma alanının drenaj alanının hesaplanmasında ArcHidro tool'dan yararlanılmıştır. Buna göre drenaj alanı  $A= 1013,612 \text{ km}^2$ , çalışma alanındaki ana dereler ve yan kolların toplam uzunluğu  $L= 903,07 \text{ km}$ 'dir. Çalışma alanı drenaj yoğunluğu;

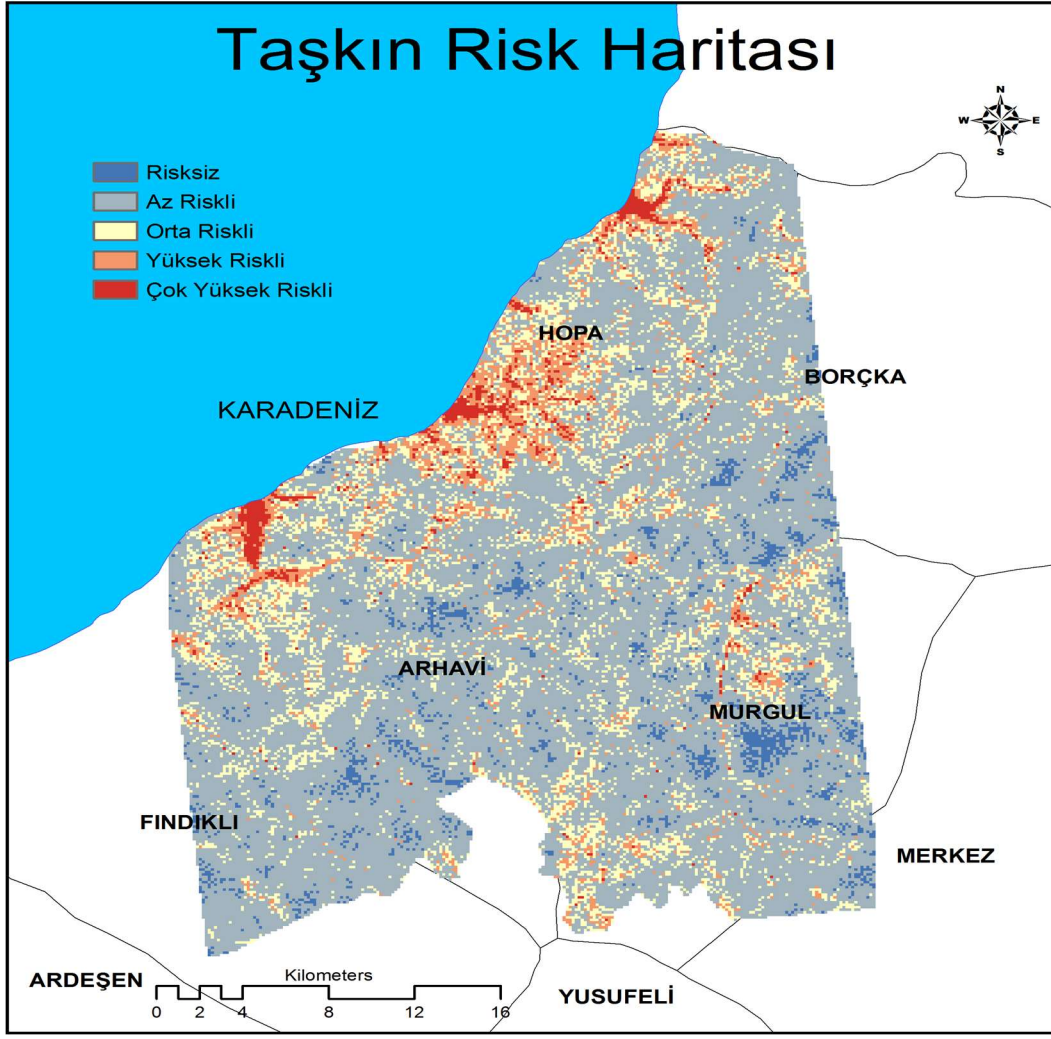
$$D = \frac{\sum L}{A} = \frac{903,07 \text{ km}}{1013,612 \text{ km}^2} = 0,89 \text{ km/km}^2 \text{ dir.}$$

Drenaj yoğunluğunun fazlalığı yağışın ana akarsuya varışının hızlı olacağını ve taşkın şiddetini artacağı anlamına gelmektedir. Drenaj yoğunluğunun  $0,5-2,5 \text{ km/km}^2$  arasında değiştiğini göz önüne alırsak,  $0,89 \text{ km/km}^2$  drenaj yoğunluğu yüksek sayılabilecek bir değerdir. Bu da havzadaki (olası durumda) su toplanma hızının yüksek olduğunu, yani bölgede taşkın şiddetinin yüksek olabileceğini ifade etmektedir.

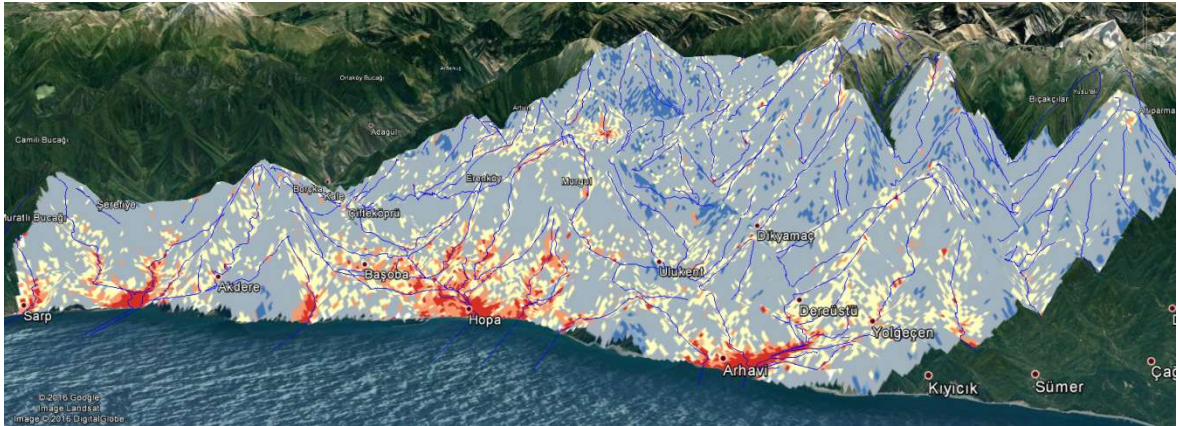
#### 4.SONUÇLAR

Çalışmada, Artvin ili bölgesinin Hopa, Arhavi, Murgul ilçelerini ve Fındıklı ve Borçka ilçelerinin ise bir kısmını kapsamaktadır ve çalışma alanında seçili bir alanda taşkın riski açısından etkili faktörler (eğim, arazi kullanım, toprak, bakı, jeoloji, maksimum yağış ve akarsuya olan uzaklık) ele alınarak bölgede taşkına maruz kalacak riskli alanlar tespit edilmiştir. Çalışma alanı, risk potansiyeline sahip bir alan olmakla birlikte, olası taşkınlar özellikle tarım ve yerleşim alanlarını etkileyebilmektedir.

Çalışmada, seçili alanlara ait eğim, arazi kullanım, toprak, bakı, jeoloji, maksimum yağış ve akarsuya olan uzaklık haritaları CBS ortamında Çok Kriterli Karar Analizi (ÇKKV) yöntemine göre derecelendirildikten sonra (Şekil 2) yine CBS ortamında taşkın risk haritası oluşturulmuştur. Oluşturulan risk haritasına göre, "Çok Yüksek" ve "Yüksek" taşkın riskine sahip alanların yerleşim bölgesi üzerinde kaldığı ve bu alanlar olası bir taşkında zarar görme olasılığı en yüksek yerler olarak belirlenmiştir. Çalışma alanının denize yakın kesimlerinde, yağışın fazla, eğimin düşük ve tarım alanlarının yaygın olduğu bölgelerde taşkın riskinin yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Özellikle Arhavi, Hopa ve Üçkardeş köyü civarlarının taşkın riski açısından "Çok Yüksek" sınıfına girdiği görülmektedir (Şekil 8 ve 9).



Şekil 8 Elde Edilen Taşkın Risk Haritası



Şekil 9 Taşkın Riski'nin Google Earth Ortamındaki Görüntüsü

Sonuçlara göre, Artvin ili Arhavi, Hopa ilçeleri, Hopa ilçesi Köprücü civarları, Murgul ilçelerine ait yerleşim yerlerinin yoğun olduğu ve yüksek eğimli yamaçların Karadenize bağlandığı bölgelerde taşkın riskinin yüksek olduğu görülmektedir. Taşkın olayının sıkça görüldüğü bu bölgede kıyıya yakın ve su toplanma alanının çıkışında bulunan yerleşim yerlerinde ve eğimin yüksek olduğu dik yamaçlarda bulunan binalar, çay, fındık ve meyve bahçelerinin su altında kaldığı ve bu bölgelerde can ve mal kaybının olduğu bilinen bir

gerçekdir. Bölgede olası taşkın durumunda, bazı yerleşim alanlarının yüksek riskli bölgelerde bulunması sebebiyle, etki seviyesi yüksektir. Küresel İklim Değişikliğinin beraberinde getirdiği kısa süreli ani yağışlar, olası taşkınların etki seviyesinin yüksek oranlarda olmasına neden olmaktadır. Özellikle dere yatağında yerleşim alanlarının bulunması, bu etkiyi daha da artırmaktadır. Bu ve buna benzer riskli bölgelerde taşkın riski çalışmalarının artırılması ve erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, ciddi seviyelerde can ve mal kaybına sebep olan taşkınlara yönelik risk çalışmalarının göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Bölgede taşkın anında olası riskler belirlenmeli ve tespit edilen riskleri en aza indirmek için gerekli önlemler alınmalıdır. Hızlı bir şekilde taşkın risk analizlerinin yapılmasına olanak sağlayan CBS yöntemi ve teknikleri, çeşitli faktörleri göz önünde bulundurarak etkili bir analiz sonucu sağlamaktadır. Özellikle gelecek çalışmalar için, Hidrolojik Modellemenin de çalışmaya dahil edilmesi çok daha doğru sonuçlar sağlayabilir.

## KAYNAKLAR

- Atalay İ. (1986). “Uygulamalı Hidrografiya”, İzmir Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları No:38
- Baysal G. ve Tecim V., (2006). “Katı Atık Depolama Sahası Uygunluk Analizinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (cbs) Tabanlı Çok Kriterli Karar Yöntemleri ile Uygulaması”, 4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, 13 – 16 Eylül 2006, Fatih Üniversitesi, İstanbul
- Dury G.H. (1964). “Principles of Underfit Streams”, Washington: Geological Survey Professional Paper 452-A, U.S. Government Printing Office
- Erden T. ve Coşkun M. Z., (2010). “Acil durum servislerinin yer seçimi: Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve CBS entegrasyonu”, itüdergisi/d mühendislik, Cilt:9, Sayı:6, 37-50.
- Ertürk A. (2013). “Akarsularda Ekolojik İhtiyaç. Debinin Belirlenmesi”. [http://suyonetimi.ormansu.gov.tr/Libraries/su/Akarsularda\\_Ekolojik\\_%C4%B0htiy\\_a%C3%A7\\_Debisi-\\_Ali\\_Ert%C3%BCrk.sflb.ashx](http://suyonetimi.ormansu.gov.tr/Libraries/su/Akarsularda_Ekolojik_%C4%B0htiy_a%C3%A7_Debisi-_Ali_Ert%C3%BCrk.sflb.ashx)
- Keskin, M.E., Terzi, Ö., Taylan, E.D., Küçükyaman, D., (2009). “Meteorological drought analysis using data-driven models for Lakes District, Turkey.”, Hydrological Sciences-Journal-des Sciences Hydrologiques, 54(6)
- Oğuz E., Ulupınar Y., Oğuz K., Aksoy M., Akbaş A.İ., Köse S. ve Çelik S., (2016). “Artvin-Hopa Bölgesinde Meydana Gelen Taşkın ve Heyelan Olayının İncelenmesi”, Ulusal Heyelan Sempozyumu, 27-29 Nisan 2016, Ankara.
- Özalp D., (2009). “Dere Taşkın Risk Haritalarının Cbs Kullanılarak Oluşturulması Ve Cbs İle Taşkın Risk Analizi”, Doktora Tezi, Geomatik Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, İTÜ
- Özan, Ö., Musaoğlu N. ve Şeker D.Z., (2009). “Taşkın Alanlarının Cbs Ve Uzaktan Algılama Yardımıyla Belirlenmesi ve Risk Yönetimi; Sakarya Havzası Örneği.”, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 11-15 Mayıs 2009, Ankara.
- Özcan O., (2008). “Sakarya Nehri Alt Havzası'nın Taşkın Riski Analizinin Uzaktan Algılama Ve Cbs İle Belirlenmesi”, Doktora Tezi, Bilişim Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Özdemir H., (2007). “Farklı Senaryolara Göre Taşkın Risk Analizi: Havran Çayı Örneği (Balıkesir)”, TMMOB Afet Sempozyumu, 5-7 Aralık 2007, Ankara.

- Özşahin, E., (2013). “Arnavutluk’ta Taşkın Risk Analizi”, Uluslararası Avrasya Sosyal Bilimler Dergisi Yıl:4, Sayı:12.
- Öztürk, D., (2009). “ Cbs Tabanlı Çok Ölçütlü Karar Analizi Yöntemleri İle Sel ve Taşkın Duyarlılığının Belirlenmesi: Güney Marmara Havzası Örneği”, Doktora Tezi, Y.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sargin, A. H., (2013). “Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Taşkın Riski Ön Değerlendirmesi”, Teknoloji Dairesi Başkanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
- Sunkar M. ve Tonbul S., (2010). “İluh Deresi Havzası’na (Batman) Yönelik Sel Ve Taşkın Riski Analizleri”, e-Journal of New World Sciences Academy, 2010, Volume: 5, Number: 4.
- Scheidegger A. E. (1961). “Theoretical Geomorphology”, Berlin: Göttingen, Heidelberg, Springer-Verlag.
- Şen Z., (2009). “İklim Değişikliği İçerikli Taşkın Afet ve Modern Hesaplama Yöntemleri”, Su Vakfı Yayınları, İstanbul.