



Taşkın Risk Alanlarının Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Mikro-Havza Ölçeğinde Değerlendirilmesi

*

Huriye Simten Sütünç¹
ORCID: 0000-0002-0149-9953

Veysel Süleyman Yavuz²
ORCID: 0000-0002-5867-7677

Öz

Bu araştırmanın amacı; bir üniversite yerleşkesinin bulunduğu mikro havzada taşkın riski taşıyan alanları belirlemek ve çok kriterli karar verme yöntemi kullanarak risk durumunu değerlendirmektir. Araştırmada, taşkın risk derecelerini tahmin etmek için yapılan tüm mekânsal analizler Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında gerçekleştirilmiştir. Yöntem; akış birikimi, yağış yoğunluğu, jeoloji, arazi örtüsü/kullanımı, eğim, yükseklik ve drenaj ağlarından uzaklık olmak üzere yedi değişkeni içermektedir. Yöntemdeki her bir değişkene farklı ağırlıklar verilmiş olup, bu ağırlıklar Analitik Hiyerarşi Süreci ile hesaplanmıştır. Ağırlık değerlerine göre farklı değişkenlerin kapsadığı bilgiler üstüste çakıştırılmış ve taşkın risk haritası oluşturulmuştur. Sonuçta, Siirt Üniversitesi Kezer Yerleşkesi, taşkın riskinin orta derece olduğu bölgede yer almıştır. Arazi örtüsü/kullanımı dağılımına bakıldığında en riskli alanlar, şehir yapısının yoğun olduğu bölgelerdedir ve %14.02 ile temsil edildiği görülmüştür. En risksiz alanlar ise ormanlık alanlardır ve yüzdelik dağılımda %0.1 oranındadır. Araştırma alanında en yüksek ve yüksek taşkın riski taşıyan alanların yüzdelik olarak toplamı %21.62'dir. Yöntemin, özellikle küçük ölçekli ve çabuk cevap aranan çalışmalarda oldukça kullanışlı olduğu ve alt ölçek plan çalışmalarında uygulanabilirliği de varılan sonuçlar arasındadır.

Anahtar Kelimeler: Taşkın riski, hidrolojik modelleme, analitik hiyerarşi süreci, coğrafi bilgi sistemleri, yerleşke.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Siirt Üniversitesi, E-mail: simten.sutunc@siirt.edu.tr

² Dr. Öğr. Üyesi, Siirt Üniversitesi, E-mail: vsyavuz@siirt.edu.tr



Evaluation of Flood Risk Areas at Micro-Catchment Scale Using Analytical Hierarchy Process

*

Huriye Simten Sütünç³
ORCID: 0000-0002-0149-9953

Veysel Süleyman Yavuz⁴
ORCID: 0000-0002-5867-7677

Abstract

This study aims to determine the areas with flood risk in the micro-catchment where a university campus is located and to evaluate the situation by using multi-criteria decision-making method. All the spatial analyses to predict flood risk levels were carried out in the Geographical Information Systems environment. The method consists of seven variables: flow accumulation, rainfall intensity, geology, land cover/use, slope, elevation, and distance from drainage networks. Different weights were given to each variable, and these weights were calculated with the Analytical Hierarchy Process. The information covered by different variables according to their weight values was overlaid and a flood risk map was created. Consequently, Siirt University Kezer Campus has been found to be located in an area with moderate flood risk. Considering the distribution of land cover/use, the riskiest areas are areas with dense urban structure and represented with 14.02%. The areas with the least risk are forested areas, represented by 0.1%. The percentage sum of the areas with the highest and the highest flood risk in the research area is 21.62%. Additionally, it is among the results that the method is useful especially in small scale and quick response studies, and applicable especially in sub-scale planning studies.

Keywords: Flood risk, hydrological modelling, analytical hierarchy process, geographical information systems, campus.

³ Assist. Prof. Dr., Siirt University, E-mail: simten.sutunc@siirt.edu.tr

⁴ Assist. Prof. Dr., Siirt University, E-mail: vsyavuz@siirt.edu.tr

Giriş

Medeniyetlerin ortaya çıkışı ve gelişiminde doğal ve kültürel peyzajın rolü, açık bir etkiye sahiptir. Tarihteki antik şehirlerin, doğal peyzajın ön plana çıkan özelliklerini temel alarak kurulduğunu görürüz. Bu özelliklerden bazıları şu şekilde sıralanabilir;

- İçme ve sulama suyu için bir tatlı su kaynağı,
- Taşkın yatağında ve volkanik alanlarda verimli topraklar gibi yiyecek üreten alanlar,
- Ulaşım ve iletişim için kullanılacak su yolları (bir nehir veya güvenli bir alan) veya
- Güvenlik için seçilen stratejik yerler (örn. Kanyon girişlerini kapatmak, dağ geçitlerini korumak, stratejik bakış açılarına sahip olan tepeleri kuşatmak vb.) (Leroy, 2022, s. 1). Diğer taraftan, bu sayılan alanların doğal açıdan oldukça dinamik yapı gösterdiğini söyleyebiliriz.

Son zamanlarda yaşanan doğal tehlikeler ve sonrasında yaşanan afetler, modern toplumların ister yakın ister uzak olsun, doğaya ve peyzaja sıkı sıkıya bağlı olduklarının altını kalın bir şekilde çizmektedir. Bu bağlanılan en iyi örnekler içerisinde; M.Ö. 1600 yılında Santorini Adası'ndaki Thera volkanik patlamasının o dönem medeniyetleri üzerinde küresel olarak kendini gösteren etkisi, Vezüv Yanardağı patlamasından sonra yok olan Pompeii şehri, modern zamanlarda Amerika kıtasında yaşanan kasırgalar, yerel ölçekte yaşanan toprak kaymaları, seller ve taşkınlar sayılabilir. Torrence ve Grattan (2002), hem arkeologların hem de yer bilimcilerinin, yaşanan aşırı doğa olaylarının meydana gelmesinin, kültürel değişimin başlıca itici gücü olduğunu, fakat ikincisinin yalnızca veya büyük ölçüde birincisine bağlı olduğunu kanıtladıklarını belirtmektedir. Doğal tehlikeler, afetler ve felaketler tarafından meydana getirilen çevresel değişimin sıklıkla medeniyetlerin çöküşüne neden olmasının yanında, bazı medeniyetlerin de bu nedenlerle geliştikleri Leroy (2022) tarafından ifade edilmektedir.

Konuyla bağlantılı olarak, literatürde geçen ve günlük hayatta sıkça kullanılan doğal tehlike (natural hazard), afet (disaster) ve felaket (catastrophe) kelimelerinin net bir şekilde açıklanması gerekmektedir. Doğal tehlikeler; herhangi bir yerde nispeten nadirdir. Beklenmedik, kontrol edilemez, bölgesel ve küresel ölçekte mutlaka doğrudan insanlara yönelik olmasa da, çevre üzerinde yüksek düzeyde sonuçlara sahiptir. Afetler; insanlar üzerindeki etkileri içeren tehlikelerdir. Felaket; büyük ölçüde geri döndüremeyen etkilere sahiptir. Tarih boyunca çok az küresel felaket meydana gelmiştir. (Leroy,

2022, s. 1; Leroy vd., 2010, s. 127). Tehlike ve afet arasında doğrusal bir ilişki yoktur ve afetlerin miktarını belirlemek zordur. Örneğin, büyük bir tehlike, küçük bir felakete yol açabilir. Bu nedenle ilişki çoğu durumda öngörülebilir değildir. Bir felaketin ölçülmesi genellikle bir ölçek, ölüm sayısı veya ekonomik kayıplarla yapılır.

Afetler, başlangıçta doğal veya insani faaliyetlerden kaynaklansalar da, bir afet için gerekli koşul, mağdurların varlığıdır. Herhangi bir kayıp yaşanmadığında, karşı karşıya kalınan şey bir doğal olaydır. Hasarın doğası ve kapsamı, başlatan olayın türü ve ciddiyeti, yerel koşullar ve belirli kültürel bağlam arasındaki etkileşimlerden kaynaklanmaktadır. Tüm bunlar biraraya getirildiğinde, afet dediğimiz olayın sosyal olduğunu söyleyebiliriz (Shimoyama, 2002, s. 20). Her ne kadar meydana gelen bir afette ilk etken insan eylemi olsa da, doğal ve kültürel olarak tetiklenen afetlerin temelde özellikleri benzerdir. Bu özellikler Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Doğal afetlerin temel özellikleri (Shimoyama (2002, s.20)’dan değiştirilerek)

Özellik	Tanım
Öncü olay	Afet için zemin hazırlayan orijinal süreç veya olay.
Doğrudan nedenler	Olayın insan hayatı ve mülkiyeti üzerinde doğrudan etkisi olan belirli yönleri
Yerel şartlar	Olay anında yerel ortamı oluşturan sosyo-kültürel değişkenler
Hasarlar	Somut olumsuz etkiler
Değerlendirme	Mağdurların ve gözlemcilerin zararların kapsamını ve sonuçlarını değerlendirdiği süreç
Eylemler	Afetten sonra gerçekleştirilen eylemler (terk etme, taşınma, sosyal sistemin çöküşü, tedbirler vb.).

Doğal afetler, ölümlere, maddi hasara ve sosyal çevrenin bozulmasına neden olabilen atmosferik, jeolojik ve hidrolojik kökenli (kuraklık, deprem, sel/taşkın, kasırga, toprak kayması vb.) felaket olaylarıdır (Xu, Wang, Shen, Ouyang, ve Tu, 2016). Bu afetler içerisinde yer alan taşkın, doğal akarsuların fazla suyu taşıma kapasitesinin aşıldığında meydana gelir. Taşkınlar, tropikal bir siklon, bir tsunami veya yüksek bir gelgitte ilişkili bir fırtına sebebiyle meydana gelebilir. Çeşitli iklimsel ve iklimsel olmayan süreçler, nehir taşkınları, ani taşkınlar, kentsel taşkınlar, buzul göl taşkınları ve kıyı taşkınları gibi farklı taşkın türlerinin ortaya çıkmasına neden olabilir. Taşkınlar, dünya çapında en sık ve en geniş coğrafi dağılıma sahip doğal afettir (Rudari, 2017, s. 2).

Taşkın Riski Haritalama (TRH), sürecin önemli bir parçasını oluşturmakla birlikte hız, derinlik ve frekans gibi taşkın özelliklerinin mekânsal kapsamının verimli bir şekilde tahmin edilmesini sağlar. Taşkın risk haritaları, taşkın

riskinin mekânsal kapsamını ve dağılımını etkili bir şekilde temsil ettiğinden, taşkın yönetimi uygulamalarında önemli bir rol oynar (Mudashiru, Sabtu, Abustan, ve Balogun, 2021, s. 1). Uzun yıllardan beri yapılan taşkın risk haritalama için kullanılan yöntemler incelendiğinde fiziksel temelli, deneysel ve fiziksel modelleme olarak üç ana yaklaşım karşımıza çıkmaktadır (Mudashiru vd., 2021, s. 2; Teng vd., 2017, s. 203). Fiziksel modelleme yaklaşımının yerini büyük ölçüde fiziksel tabanlı modeller almış olsa da, bazı araştırmacılar hala geçmiş ve gelecekteki taşkın senaryolarını gerçek hayat deneyleriyle canlandırmaktadır (Bellos, 2012, s. 27; Mudashiru vd., 2021, s. 2). Fiziksel modelleme yöntemi, modelin tahmin performansını doğrulamak için deney gerektirir. Bu modeller, taşkın tahmini ve erken uyarı sistemlerinde faydalıdır, ancak hidrolojik değişkenler, nehir ağı geometrisi, topografik ve bazen de Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)'nde Uzaktan Algılama (UA) veri işleme yoluyla büyük girdi verileri gerektirir (Ji, Choi, Yu, ve Yi, 2012, s. 134; Mudashiru vd., 2021, s. 2). Deneysel modeller, çeşitli istatistiksel ve veri odaklı yaklaşımlarla uygulanabilir. İstatistiksel ve veriye dayalı yöntemler, bazen UA kullanılarak elde edilen ve CBS'de işlenen hidrolojik, topografik, Sayısal Yükselikli Modeli (Digital Elevation Model-DEM) ve jeomorfoloji verilerine dayanır (Wang vd., 2019, s. 2). Deneysel modeller içerisinde kullanılan Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (ÇKKVY), kriterlerin belirlenmesine dayalı olarak seçilen alternatiflerin tanımlanmasına, değerlendirilmesine ve sıralanmasına olanak tanır (Mudashiru vd., 2021, s. 2).

ÇKKVY'nin bir parçası olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), Saaty (1980) tarafından geliştirilen ve kararların tutarsızlık olmadan farklı faktörler arasında ikili karşılaştırma yoluyla alındığı yarı nicel bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımda, değişkenlerin olay üzerindeki etkisinin ağırlıklarına göre belirlenmesi çok değişkenli problemlerde oldukça gelişmiş bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır. AHP'de ilk aşama, hiyerarşik yapının ve karşılaştırma matrisinin tanımlanmasıdır. Daha sonra karşılaştırma matrisi bir öncelik vektörüne dönüştürülür ve uyum oranı rastgele indeks değeri ile tahmin edilir (Aydın ve Sevgi Birincioglu, 2022, s. 122). Tokgözlü ve Özkan (2018)'nin Aydın, Öznehir, ve Akçalı (2009)'nin çalışmalarından özetlediği şekliyle AHP, altı aşamadan oluşmaktadır. İlk adımda karar verme problemi ve etkenler belirlenir. İkinci aşamada, belirlenen etkenler için karar matrisleri oluşturulur. Üçüncü aşamada, ikili karşılaştırma matrisinde yer alan elemanlar kendi sütun toplamına bölünerek karşılaştırma matrisi elde edilir. Dördüncü aşamada, üçüncü aşamada elde edilen karşılaştırma matrisinin her satırında ortalamalar hesaplanır ve etkenlerin önem dereceleri elde edilir. Beşinci aşamada, sonuçların

birbiriyle tutarlı olup olmadığına bakılır. Son aşamada ise, sonuç dağılımları için hesaplama yapılır.

Güncel çalışmalara bakıldığında, CBS ile birlikte AHP yaklaşımının farklı tekniklerle biraraya getirildiğini görmekteyiz. Hasanuzzaman, Adhikary, Bera, ve Shit (2022), AHP tekniği ile Frekans Oranı modelini beraber kullanarak Torsa-Raidak Nehri (Tibet/Çin)'ndeki taşkın duyarlılık derecesini tanımlamada yararlanılabilecek bir taşkın duyarlılık indeksi geliştirmiştir. Yöntemde kullanılan ölçütler, yükseklik, yağış, topografik ıslaklık indeksi, eğim, nehirlerden uzaklık ve arazi örtüsü/arazi kullanımınıdır. Dandapat ve Panda (2017), Hindistan'ın Batı Bengal eyaletindeki Paschim medinipur bölgesindeki taşkına eğilimli alanları belirlemek için AHP ve CBS tekniğinin yanı sıra fiziksel ve sosyal hassasiyet indekslerini de kullanarak bir bileşik hassasiyet indeksi hazırlamıştır. Ekmekcioğlu, Koc, ve Özger (2021), İstanbul'un ilçe bazlı taşkın risk haritasını oluşturmak için onüç taşkın hassasiyet ve tehlike ölçütünden oluşan yeni bir AHP tekniği önermiş, ölçütlerin ağırlıklarını belirlemek için bulanık AHP tekniği uygulanmıştır. Chakraborty vd. (2022), Kanada'nın nüfusu yüksek bölgelerindeki yüksek sel riski taşıyan sıcak noktaları ile beraber bu bölgelerdeki sosyal hassasiyet/kırılganlık durumunu da araştıran ulusal ölçekte bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada taşkın riskini hesaplamak için ulusal ölçekte bir taşkın riski veri seti (yağış, akarsu, kıyasal) kullanmıştır. Sel tehlikesi yaşayacak konut ve yerleşim yeri verileri demografik, ırksal/etnik ve sosyo-ekonomik göstergeleri içeren nüfus sayımına dayalı çok boyutlu bir sosyal güvenlik açığı indeksi (SoVI) ile mekânsal olarak bütünleştirilmiştir.

Yukarıda belirtilen güncel çalışmalar, CBS teknikleri ile AHP yönteminin bir bölgenin taşkına duyarlı olup olmadığını analiz etmek ve haritalamak için kullanışlı ve uygulanabilir olduğunu göstermektedir.

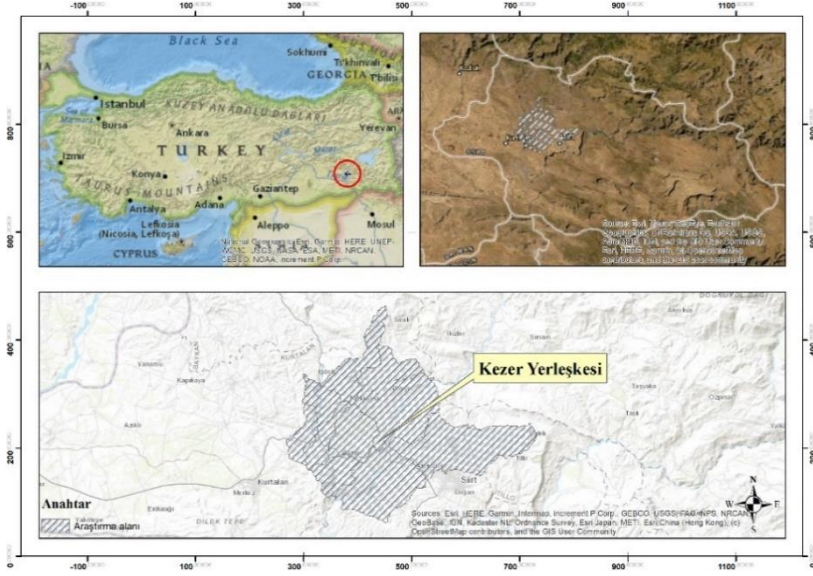
Bu çalışmada, ÇKKVY'nin bir parçası olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) tekniği kullanılarak Siirt Üniversitesi Kezer Yerleşkesi'nin olası taşkın riski CBS teknikleri kullanılarak hesaplanmış ve yerleşke ile çevresinde taşkın riskini oluşturacak etkenler belirlenmiştir. Çalışmada cevabı aranan araştırma soruları aşağıda belirtilmiştir: a) Olası bir taşkın durumunda Siirt Üniversitesi Kezer Yerleşkesi taşkın riski taşıyan bölgede mi yer almaktadır? b) Üniversite yerleşkesinde taşkın riskine neden olabilecek etkenler neler olabilir? Çalışmada uygulanan yöntemde (Adlyansah, Husain, ve Pachri, 2019; Kazakis, Kougias, ve Patsialis, 2015) girdi olarak kullanılan veriler sırasıyla, akış birikimi, drenaj ağlarından uzaklık, yükseklik ve eğim, arazi örtüsü/arazi kullanımı, yağış yoğunluğu, ve jeolojidir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu araştırmanın konusu, bir doğal afet olan taşkındır ve amacı bir üniversite yerleşkesinin bulunduğu mikro havzada taşkın risk durumunu araştırmaktır (Şekil 1). Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki Siirt İli, farklı ve birdenbire değişen yükseklik değerleri nedeniyle iklimsel açıdan da oldukça ilginç bir yerleşim yeridir. İlin kuzey ve doğu kesimleri bol yağış alır ve dağlık kesimler Dicle Nehri'nin önemli su toplama alanlarından birini oluşturur. Dicle Nehrini besleyen Botan Çayı'nın küçük kollarından biri olan Kezer Çayı, Siirt Üniversitesi'nin yerleşkesine de ismini vermiştir. Kezer Yerleşkesi içerisinde artan öğrenci ve personel sayısı ile beraber, araştırma-geliştirme (AR-GE) faaliyetleri için yeni yapılara ihtiyaç duyulması, sosyal konut ve tesisler, yollar gibi tüm yapılaşma girişimleri üniversite yerleşkesini yeni arazi kullanımlarına dâhil etmekte ve değişen arazi kullanımları gelecekte doğa nedenli oluşabilecek bazı sorunlara kapı aralamaktadır.

Kezer Çayı'na kuş uçuşu 0.16 km uzaklıkta olduğu göz önünde bulundurulduğunda, yerleşkenin olası bir taşkın afetine karşı hazırlıklı olması, hem mevcut yapıların hem de gelecekte yapılması planlanan yapıların ve yerleşke içerisinde yaşayan öğrenci ile öğretim üyelerinin güvenliği için önem arz etmektedir. Diğer taraftan, peyzajın kendi içerisindeki süreçlerin birbirini izleyen zincir etkisi nedeniyle, söz konusu sadece bir yerleşke olmamakla birlikte, olası bir taşkın riskinin, yerleşkenin içerisinde bulunduğu mikro-havzayı da etkileyeceği göz önünde bulundurularak söz konusu çalışma mikro-havza ölçeğinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Araştırma alanı yer bulduru haritası (Yazar, 2022; Bu görsel yazar tarafından oluşturulmuştur).

Yöntem

Araştırmada uygulanan yöntem, TRH için geliştirilen yaklaşımlardan biri olan deneysel modeller içerisinde yer alan, aynı zamanda ÇKKVY'nin bir parçası olan AHS tekniğini temel almaktadır. Yöntemde kullanılan veriler sırasıyla, akış birikimi (Flow accumulation), yağış yoğunluğu (rainfall Intensity), jeoloji (Geology), arazi örtüsü/arazi kullanımı (land cover/land Use), eğim ve yükseklik (Slope and Elevation) drenaj ağlarından uzaklık (Distance from dranaige networks)'tır. Daha önce Adlyansah vd. (2019, s. 3) ve Kazakis vd. (2015, s. 557) tarafından yapılan araştırmalarda kullanılan yöntemin ismi, girdi olarak kullanılan verilerin İngilizce baş harflerinden oluşturulmuş ve **FIGUSED** olarak isimlendirilmiştir. Tüm verilerin CBS alt yapısı kullanılarak analiz edilmesi ve kolaylığı yöntemin üstün özelliğidir. Yukarıda sözü edilen çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada, yöntemin uygulanması için ihtiyaç duyulan akış yönü, akış birikimi ve drenaj ağları verileri, bir CBS yazılımı olan ArcGIS 10.8 (ESRI, 2019)'in içerisindeki ArcHydro (ESRI, 2020) aracılığıyla üretilmiştir. Bununla beraber, yukarıda sözü edilen ölçütlerin her birine karşılaştırma sırasında literatürdeki önem dereceleri göz önünde bulundurularak farklı yüzdelik ağırlıklar verilmiş (Tablo 2) ve TRH sonuç haritası elde edilmiştir.

Tablo 2. Çakıştırmada kullanılan ölçütlerin yüzdelik ağırlıkları

Ölçüt	Yüzdelik değer (%)
Akış birikimi	30
Yağış yoğunluğu	10
Jeoloji	5
Arazi örtüsü/arazi kullanımı	5
Eğim	15
Yükseklik	15
Drenaj ağlarından uzaklık	20

Yöntem akış şeması Şekil 2’de sunulmuştur.



Şekil 2. Araştırma yöntemi akış şeması (Yazar, 2022; Bu görsel yazar tarafından oluşturulmuştur).

Akış birikimi: Su, topografya tarafından belirlenen ve daha önce “akış yönü (flow direction)” olarak tanımlanan akış yolları boyunca ilerler ve birikir. Akış birikimi, drenaj alanı ile eş anlamlıdır. Araştırma alanı için akış birikimi verisi, 30x30 çözünürlüğündeki ASTER uydu görüntüsü kullanılarak elde edilen DEM verisinden üretilmiştir.

Yağış yoğunluğu: Yağış yoğunluğunu hesaplamak için, Siirt Meteoroloji İl Müdürlüğü (2022)’nden alınan 2014-2021 yıllarına ait aylık ortalama yağış verileri kullanılmıştır. Veriler, Merkez ilçe dahil olmak üzere Siirt ve ilçelerinde kurulu olan istasyonların da hesaplamalarını içermektedir. Her bir istasyondaki aylık ortalama yağış verileri eğrisel ara kestirim (spline interpolation) yöntemi kullanılarak bir tahminsel hesaplama yapılmıştır.

Jeoloji: Bir bölgenin jeolojik durumu taşkın felaketine eğilimli yerlerin belirlenmesinde önemli bir etkidir, çünkü taşkın şiddetini güçlendirme

veya zayıflatma etkisi vardır. Geçirgen kaya formasyonları, iyi bağlantılı gözeneklere sahiptir ve suyun yer altına en iyi şekilde sızmasını destekler (örn. Kumtaşı). Bunun aksine geçirimsiz kaya formasyonları daha küçük, daha az birbirine bağlı gözenekler ile daha ince taneli veya karışık tane boyutuna sahip olma eğilimindedir. Bu nedenle suyun yer altına sızma yeteneğini kısıtlar. Araştırma alanındaki jeolojik yapıyı oluşturan kayaların geçirimsizlik açısından tanımlanmasında Şahin vd. (2013, s. 26) tarafından uygulanan yöntem kullanılmıştır.

Arazi örtüsü/arazi kullanımı: Arazi örtüsü/arazi kullanımı, yüzey suyunun yer altına sızması ile doğrudan ilişkilidir. Ormanlar ve yoğun bitki örtüsü yüzey suyunun yer altına sızmasını desteklerken, kentsel ve diğer yapay yüzeyler yüzey suyunun toprağa sızmadan akıp gitmesine neden olur. Araştırma alanındaki arazi örtüsü/arazi kullanım özelliklerinin belirlenmesinde 2018 yılında European Union Copernicus Land Monitoring Service (2018) tarafından üretilen Coordination of Information on the Environment (CORINE) verisi ve bu verinin 2. seviye kodları kullanılmıştır.

Eğim ve yükseklik: Su akışı, yüksek kotlardan alçak kotlara doğru gerçekleşir. Bu nedenle eğim, akış ve sızmayı etkiler. Alçak rakımlı düz alanlar, yüksek rakımlı ve dik eğimli alanlara göre daha hızlı taşar. Doğal olarak, düşük eğimler ve yükseltiler, potansiyel olarak taşkın tarafından etkilenecek alanlardır. Çalışma alanının eğim ve yükseklik özellikleri DEM verisi kullanılarak üretilmiştir.

Drenaj ağlarından uzaklık: Taşkın durumunda nehrin taşması ile beraber yüzey suyunun da yoğun olduğu alanlar taşkın başlangıç seviyesinde önemlidir. Taşkın denilen durum, nehir/akarsuyun taşıma kapasitesinin aşılmasıdır. Nehir/akarsuyun etkisi, uzaklık arttıkça azalır. Literatürde Adlyansah vd. (2019) ve Kazakis vd. (2015) tarafından yapılan çalışmalarda nehir/akarsudan uzaklığı 200 m'den daha az olan alanlar yüksek taşkın alanları olarak belirtilmiştir. Mesafenin 2000 m ve daha uzak olması durumunda taşkın etkisi azalır.

Bulgular

Uygulama Bulguları

Akış birikimi

Bu parametre, bir havzaya giren su akışının birikim bölgesini dikkate alır. Akış birikimi verisi, DEM verisinin işlenmesiyle elde edilir. Adlyansah vd. (2019) ve Kazakis vd. (2015) tarafından yapılan çalışmalarda, akış birikimi ve-

risinin analizi için beş sınıfa ayrılmasının uygun olacağı belirtilmiştir. Araştırma alanında hesaplanan akış birikimi değeri 0-178,863 arasında değişmektedir. Biriken debi değeri ne kadar yüksek olursa, bölgede biriken su o kadar fazla olacaktır. Birikmiş akış parametrelerinin mekânsal analizinin sonuçlarına dayanarak, nehir düzeni aynı zamanda birikmiş akış değerini de etkiler. Nehir düzeni ne kadar yüksek olursa, akışın birikmiş değeri o kadar yüksek olur. Ayrıca, çalışma alanındaki dendritik akış düzenini gösteren nehir akış düzeni de araştırma alanındaki akış birikim değerlerinin yayılımını belirleyen bir faktördür.

Yağış yoğunluğu

Siirt Meteoroloji İl Müdürlüğü (2022)'nden alınan ve toplam yedi ilçedeki istasyon bilgilerini içeren yağış değerleri 2014-2021 yıllarını kapsamaktadır. Tüm istasyonlara ait yağış verisi toplanmış ve ortalama aylık yağış değerini bulmak için oniki aya bölünmüştür. Kullanılan yağış kestirim yöntemi eğrisel ara kestirimdir (Kazakis vd., 2015, s. 559). Araştırma alanındaki yağış değerleri $49.8 < A < 64.9$ mm/ay aralığındadır. Bir bölgedeki yağış ne kadar fazlaysa, taşkın riski o kadar yüksek olmaktadır.

Jeoloji

Geçirgen kaya oluşumları, suyun sızma ve yer altına süzülme yetenekleri üzerinde doğrudan etkilidir. Araştırma alanındaki jeolojik yapı ve geçirimsizlik durumları Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Çalışma alanındaki jeolojik yapı ve geçirimsizlik durumları (Şahin vd. (2013, s. 26)'nden değiştirilerek).

Kayaç türü	Geçirimsizlik
Volkanit-Çökel Kaya	Çok yüksek geçirimsiz
Kumtaşı-Çamurtaşı (Şeyl)	
Kaliş-Taraça	Yüksek geçirimsiz
Evaporit	
Alüvyon	
Kireçtaşı	Geçirimsiz
Çakıltası-Kumtaşı-Çamurtaşı	
Melanj	Geçirimsiz

Araştırma alanındaki geçirimsiz kayaç grubunun kapladığı alan, %11.48'dir. Geçirimsiz özellikteki kayaçlar %45.31, yüksek geçirimsiz kayaç grubu %42.67 ve çok yüksek geçirimsiz özelliğe sahip kayaçlar ise %0.55'lik bir alanı kaplamaktadır.

Arazi örtüsü/arazi kullanımı

Araştırma alanındaki arazi örtüsü/arazi kullanımları Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Araştırma alanındaki arazi örtüsü/arazi kullanımları (European Union Copernicus Land Monitoring Service, 2018)

CORINE 2018 Kod (2. Seviye)	Açıklama
1.1	Şehir yapısı
2.1	Ekilebilir alan
2.2	Sürekli ürünler
2.4	Karışık tarım alanları
3.1	Orman
3.2	Maki ve otsu bitkiler
3.3	Bitki örtüsü az ya da olmayan alanlar

Araştırma alanını en fazla kaplayan arazi örtüsü/kullanımı tipi %49.47'lik bir oranla karışık tarım alanları ve maki veya otsu örtüdür. Bunu, %26.11 ile ekilebilir alanlar ve sürekli ürünler, %21.45 ile bitki örtüsü az ya da olmayan alanlar, %2.66 ile şehir yapısı, %0.3 ile orman örtüsü takip etmektedir.

Eğim ve yükseklik

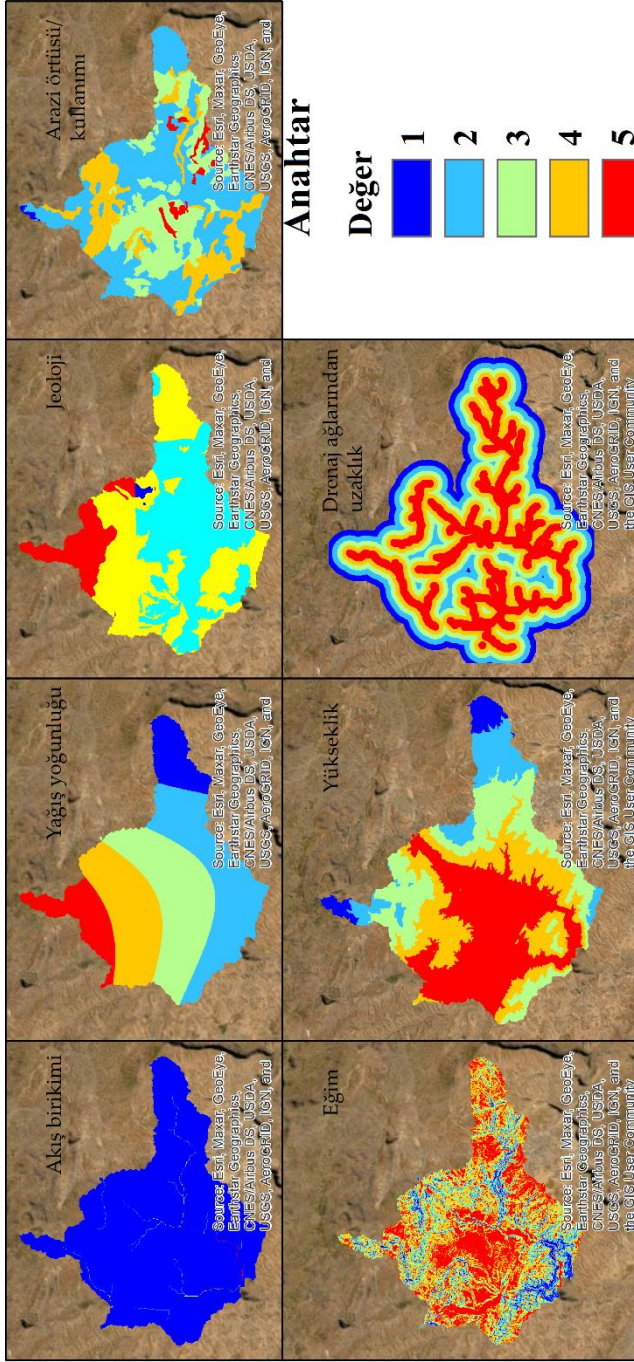
Araştırma alanındaki eğim değerleri önce derece olarak hesaplanmış, daha sonra yüzde (%) cinsinden olacak şekilde yeniden sınıflandırılmıştır. Buna göre, araştırma alanındaki eğim değerleri 0-3 (%), 3-12 (%), 12-20 (%), 20-35 (%) ve 35+ (%) şeklindedir. Araştırma alanındaki en alçak yükseklik değeri 484 m ve en yüksek değer ise 1563 m olarak hesaplanmıştır.

Drenaj ağlarından uzaklık

Literatürde belirtildiği üzere, akarsu/nehir ağından 200 m ve daha az mesafeye sahip olan alanlar taşkın riski taşımaktadır. Bunun için Öklit Uzaklığı (Euclidean Distance) hesaplaması kullanılmıştır.

Üretilen tüm tematik haritalar yeniden sınıflandırıldıktan sonra analiz yapılarak taşkın riski taşıyan alanlar belirlenmiştir.

Araştırma için hazırlanan tüm haritalar Şekil 3'de sunulmuştur.

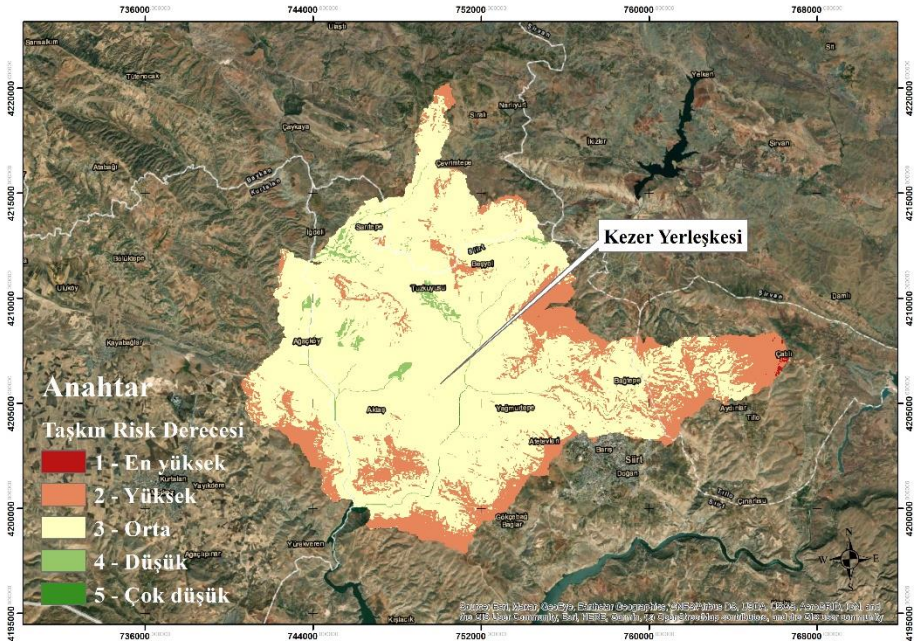


Şekil 3. Araştırma alanındaki taşkına eğilimi gösteren tematik haritalar (Yazar, 2022; Bu görsel yazar tarafından oluşturulmuştur).

Taşkın Riski Bulguları

Taşkın riski taşıyan alanlar

Araştırmada uygulanan yöntem, kullanılan her bir ölçüte ağırlık verilmesi (Tablo 2) ve bu ağırlıkların birleştirilmesinden oluşmaktadır. Şekil 3'te gösterilen tematik haritalar, AHS yöntemi kullanılarak CBS ortamında çakıştırılmış ve taşkın riski taşıyan bölgeler ortaya çıkarılmıştır (Şekil 4).

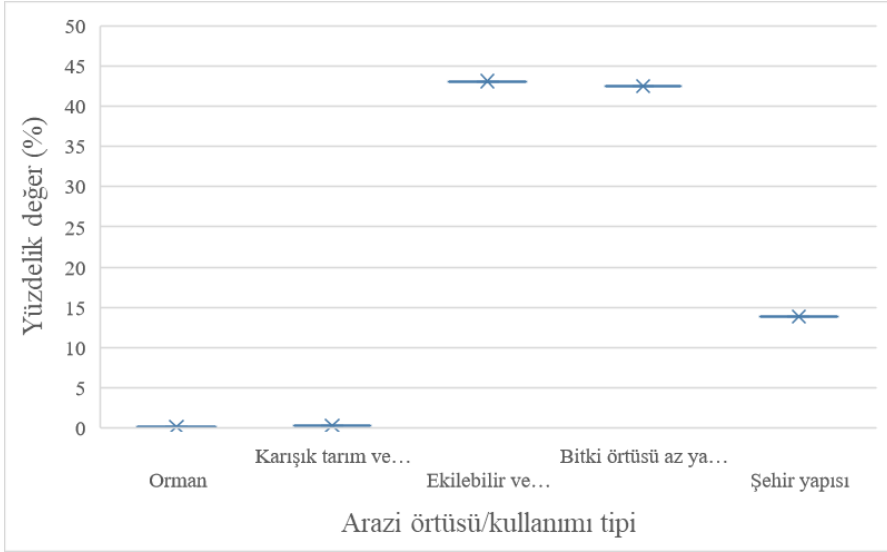


Şekil 4. Taşkın riski taşıyan alanlar ve dereceleri (Yazar, 2022; Bu görsel yazar tarafından oluşturulmuştur).

Ağırlıklandırılmış çakıştırma değerleri belirlenirken literatürde uygulanmış çalışmalar dikkate alınmıştır. Örneğin Kazakis vd. (2015, s. 557), akış birikimi verisini, önceliklendirilecek en önemli değişken olduğunu belirtmiştir. Drenaj ağlarından uzaklık ve yükseklik değerleri, taşkın alanlarının genellikle düşük kottaki alanlar olduğu için eşit derecede ağırlıklandırılmıştır. Arazi kullanımı ve yağış yoğunluğu ise üçüncü derecede önemli değişken olarak hesaplamaya dâhil edilmiştir. Yağış yoğunluğu, yükseklik verisiyle dolaylı olarak ilişkilidir. Jeolojik geçirimsizlik, küçük havzalarda ve seyrek bitki örtüsü olan bölgelerde yüzey akışı için kritik önemdedir.

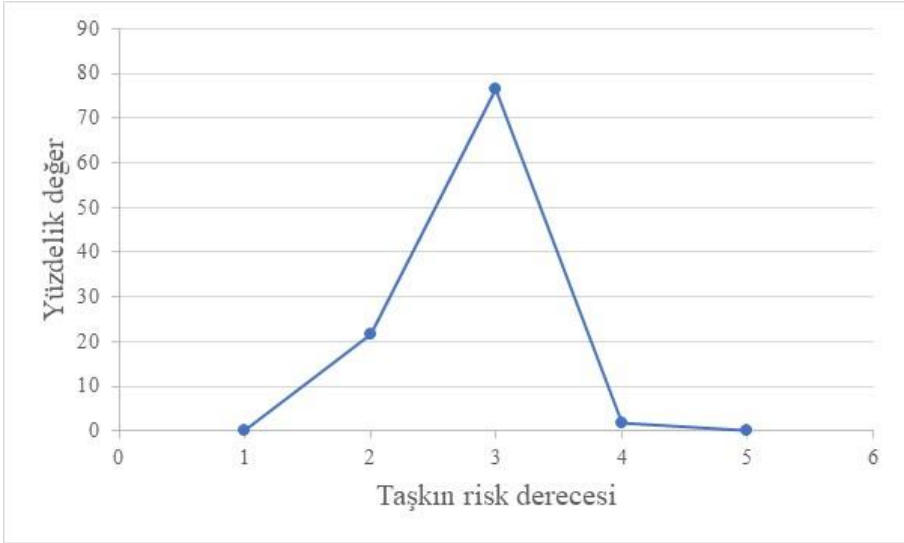
Haritadan da anlaşılacağı üzere, araştırma alanında taşkın riski, ağırlıklı olarak orta derecededir. Fakat, taşkın riskinin yüksek olduğu bölgeler de

azımsanmayacak ölçüdedir. Taşkın riski taşıyan alanlar içerisindeki arazi örtüsü/arazi kullanımı dağılımına bakıldığında, en riskli alanlar olarak şehir yapısı sınıfının kapsadığı kesikli şehir yapısı, endüstriyel ve ticari alanlar, maden-boşaltım ve inşaat sahaları görülmektedir. Bu alanlar, kullanımın ve doğal peyzajın yapaylaştırıldığı alanlar olarak haritada kendini göstermektedir. En risksiz alanlar ise ormanlık alanlardır. Yüzdeler olarak değerlendirildiğinde, %0.1 orman, %0.3 karışık tarım alanları ve makilik alan, %43.08 ekilebilir ve sürdürülebilir alanlar, %42.50 bitki örtüsü az ya da olmayan alanlar, %14.02 şehir yapısının hâkim olduğu alanlardır (Şekil 5).



Şekil 5. Taşkın riski taşıyan alanlar içerisindeki arazi örtüsü/kullanımı dağılımı (Yazar, 2022; Bu görsel yazar tarafından oluşturulmuştur).

Diğer taraftan, araştırma alanında en yüksek ve yüksek taşkın riski taşıyan alanların (haritaya göre 1. ve 2. derece) yüzdeler olarak toplamı %21.62'dir. Orta derecede riskli alanlar %76.48, düşük derece risk taşıyan alanlar %1.83 ve en düşük ya da risksiz olan alanlar %0.07'lik bir alanı kaplamaktadır (Şekil 6).



Şekil 6. Taşkın risk dağılımının yüzdellik değerleri (Yazar, 2022; Bu görsel yazar tarafından oluşturulmuştur).

Tartışma ve Sonuç

Tartışma

Bu çalışmada kullanılan yöntem, taşkın riski taşıyan alanların kolaylıkla belirlenmesinde yararlı bir araç olarak kullanılabilir. Yöntemde, akış birikimi verisinin ağırlıklı olarak değerlendirilmesi, çalışma alanındaki hidrolojik bileşenlerin önemini ortaya çıkarmıştır. Bununla beraber, Adlyansah vd. (2019) ve Kazakis vd. (2015), tarafından yapılan çalışmalarda da kullanıldığı üzere eğim, drenaj ağlarından uzaklık ve yükseklik, çalışma alanında taşkın riski değerlendirmesinde ikinci derecede baskın bileşenlerdir. Yağış yoğunluğu, yağışın hem sıklığı hem de miktarı ile ilişkili olduğundan, taşkın riski taşıyan alanların belirlenmesinde oldukça önemlidir ve bu nedenle, yapılan birçok bilimsel çalışmada bu veriye öncelik verilmiştir. Diğer taraftan, bu çalışmada kullanılan ağırlık ve etki değerlerinin, farklı özellikler gösteren çalışma alanlarında farklı ölçütler kapsamında ele alınabileceği de unutulmamalıdır. Hem bu çalışmada hem de Adlyansah vd. (2019) ve Kazakis vd. (2015)'nin çalışmalarında kullanılan AHS yöntemi kolaylıkla uygulanabiliyor olsa da, yöntemin öznel değerlendirme içermesi yöntemin dezavantajlı tarafını göstermektedir (Mudashiru vd., 2021).

Yöntem, kullanılan değişkenlerin ağırlıklarını belirlemek için farklı teknikler kullanılarak geliştirilebilir ve değiştirilebilir. Özellikle jeoloji ve arazi örtüsü/kullanımı gibi niteliksel değişkenlerin her bölgenin kendine özgü

özelliklerine göre ele almak da önemlidir. Görece basit ve kolay anlaşılabilir ya da uygulanabilir şekilde olan yöntemler güvenilir gibi görünse de, güvenilirliğini artırmak adına ek araçlara ihtiyaç duyulmaktadır. Çünkü, insan eylemlerinin baskın olduğu alanlarda taşkın ya da benzer afetlerin meydana gelme olasılığı daha da kolaylaşmaktadır. Birkholz, Muro, Jeffrey, ve Smith (2014), risk algılarının, bireylerin ve toplulukların taşkın kapasitesini, direncini ve savunmasızlığını nasıl etkilediğine dair daha bütüncül bir mantığın oluşturulabilmesi için taşkın riski araştırmalarının farklı senaryolarla olayın gerçekliğine yakınlatacak düzeyde yapılmasının önemini vurgulamıştır. Taşkın simülasyon modellerinin bir diğer katkısı ise, yaşanacak bir taşkın olayında çeşitli değişkenlerin rolünün doğrudan tahmini olacaktır. Diğer bir konu ise, taşkın riskinin çok yüksek ve yüksek olduğu bölgelerdeki taşkın derinliği, süresi ve hızının hesaplanmasıdır.

Her ne kadar TRH çalışmalarının sonuçları, bir bölgenin taşkın riskine karşı durumunu önemli ölçüde gösterse de, bu çalışmalarda girdi olarak kullanılan veriler asıl önemli noktayı göstermektedir. Çünkü, taşkınla ilişkili olabilecek farklı bir veri setinin girdi olarak kullanılması, çalışmanın sonucu üzerinde de önemli boyutta etkili olacaktır. Söz konusu bu çalışmayı literatürdeki güncel çalışmalarla karşılaştırdığımızda, Aydın ve Sevgi Birincioğlu (2022), Chakraborty vd. (2022), Hasanuzzaman vd. (2022), Tokgözlü ve Özkan (2018)'in TRH için AHP'de ölçüt olarak kullandıkları verilerin arasında yağış, eğim, yükseklik, arazi örtüsü/kullanımı, toprak, drenaj ağları, jeoloji'nin bu çalışmada kullanılan verilerle aynı olduğu görülmektedir. Bu çalışmada kullanılan akış birikimi verisi, diğer çalışmalardan ayırt edici özellik göstermektedir. Aydın ve Sevgi Birincioğlu (2022) çalışmalarında farklı olarak bakı ve nüfus verilerini kullanmıştır. Hasanuzzaman vd. (2022) ise frekans oranı modelinden yararlanmıştır.

Shimoyama (2002, s. 20) tarafından belirtildiği üzere, afetler çevresel ve fiziksel açıdan olduğu kadar sosyal ve ekonomik açıdan da toplumları olumlu ya da olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle, TRH çalışmalarında kullanılacak yöntemde, çalışmanın yapıldığı bölgenin sosyal verilerinin de kullanılarak sonuçların yorumlanması çalışmanın doğruluğunu ve niteliğini olumlu yönde fazlaca etkileyecektir. Aydın ve Sevgi Birincioğlu (2022), Chakraborty vd. (2022), Hasanuzzaman vd. (2022)'nin yaptıkları çalışmalar, farklı nüfus ve sosyo-ekonomik verilere sahip bölgelerin farklı risk derecelerinde taşkın tehlikesine maruz kalacaklarını da göstermektedir. Bu nedenle sosyo-ekonomik veriler oldukça önemlidir. Söz konusu çalışmada sosyo-ekonomik veriler, temel alınan yöntem kapsamında değerlendirilmemiştir. Bu konu, sonraki çalışmalarda ele alınacaktır. Ç-

lışmayı sınırlayan en önemli etken, uzun dönem yağış verisinin elde edilememesidir. Siirt Meteoroloji İl Müdürlüğü (2022)'nden sağlanan yağış verileri 2014-2021 yıllarını kapsamaktadır. Bu zaman aralığı küçük ölçekli çalışmalarda yeterli olsa da, büyük ölçekli çalışmalarda yetersiz kalacaktır. Söz konusu çalışmada uzun dönem yağış verisinin elde edilememesi sebebi ise, uzun dönem verisinin sadece merkez istasyon için var olmasıdır. Diğer altı ilçede yer alan istasyonlar yakın tarihlerde kurulduğu için uzun dönem yağış verileri ne yazık ki bulunmamaktadır. Bu nedenle çalışmada yedi ilçe için değerlendirilebilecek zaman aralıklarına ait yağış verisi kullanılmıştır.

Araştırmada uygulanan yöntemin (FIGUSED) kattığı en önemli kazanım, taşkın tehlikesi olan bölgelerin genel değerlendirmesini gözler önüne sermesidir. Bu yöntemde, yağış yoğunluğu verisiyle beraber drenaj ağlarına olan uzaklık, yöntemde anahtar bir rol oynamaktadır. Küçük barajların drenaj ağlarına bağlı kollarında inşa edilmesi, yer altı suyu ile beraber toprak erozyonu üzerinde olumlu etkiler yaratabilir. Yöntem, taşkınla ilgili çeşitli soruların cevaplarını bulmak için genişletilebilir. Yapılacak doğrulama analizleri de bu yönde katkı sağlayabilir. Yerel hidrolojik, hidrojeolojik ve morfolojik özelliklere göre farklı değişkenler eklenebilir ya da çıkarılabilir.

Sonuç

Bu çalışmanın temel amacı; bir üniversite yerleşkesinin bulunduğu mikro havzada taşkın riski taşıyan bölgelerin belirlenmesidir. Böylelikle, bu bölgelerde riskin azaltılması için bir yol haritası oluşturulabilir ve bu haritalar, bölgesel ve ulusal planlama hiyerarşisi içerisinde üst ve alt ölçek çalışmalarda etkin bir şekilde kullanılabilir. Uygulanan yöntem, kullanılan yedi adet değişkenin İngilizce baş harflerinden meydana gelmiş ve (Flow accumulation-Akış birikimi, Rainfall Intensity-Yağış yoğunluğu, Jeoloji-Geology, Arazi kullanımı/örtüsü-Land Use, Eğim-Slope, Yükseklik-Elevation, Drenaj ağlarından uzaklık-Distance from drainage networks) **FIGUSED** olarak isimlendirilmiştir. Her değişkenin önemi ve ağırlığı, AHS ile hesaplanmıştır. Genel olarak akış birikimine yüksek ağırlık, jeolojiye ise daha düşük ağırlık verilmektedir. Değişkenlere verilen ağırlıklarla hepsi üstüste çakıştırılarak taşkın riski taşıyan bölgeler harita ile görselleştirilmiştir. Siirt Üniversitesi Kezer Yerleşkesi'nin de bulunduğu mikro-havzada gerçekleştirilen çalışmada, yerleşkenin Kezer Çayı'na olan yakın mesafesi AHP kapsamında kullanılan ölçütlerde de görülmüştür. Örneğin, yağış yoğunluğu, eğim, yükseklik ve drenaj ağlarından uzaklık ölçütlerinde yerleşke önemsenecek derecede yoğun bölgede yer almaktadır. Yerleşkenin nispeten yakın bir tarihte kullanıma açılması nedeniyle arazi örtüsü/kullanımı konusunda ise orta derecede

risklidir. Ancak, ilerleyen zamanlarda artan ihtiyaçlar nedeniyle yerleşke içerisindeki yapılaşma artış gösterdiğinde riskin derecesi, dezavantaja dönüşebilecektir. Mikro-havza içerisinde arazi örtüsü/kullanımının nüfus yoğunluğu veya farklı sebeplerle değişim göstermesi de taşkın riskini artırmaktadır. Özellikle kırsal yerleşimlerde yaşayan halkın, merkez ve merkeze yakın yerleşimlere gelmesi, Türkiye'nin dört bir tarafından hem görev hem de eğitim-öğretim nedeniyle yeni sakinlerin şehre yerleşmesi, şu an için olumsuz özellikler gibi görünse de, Siirt'in şehirleşme konusunda henüz yeni olması afetlere önceden hazırlıklı olmak ve bununla ilgili çalışmaların yapılması konusunda ona avantajlar sağlamaktadır.

Bu çalışmada uygulanan yöntemde kullanılan değişkenler bölgeden bölgeye değişiklik göstermekle birlikte, özellikle peyzaj planlama ve havza planlama çalışmalarında yararlar sağlayacaktır.

Öneriler

Teknolojinin hızlı bir şekilde geliştiği ve değiştiği günümüzde, şehirlerimizin de bu hızlı değişime her anlamda ayak uydurması gerekmektedir. Özellikle yerel yönetimler tarafından kontrol edilen kent yönetim sistemi çalışmalarını kapsamında, öncelikle yerel ölçekte CBS ve UA çalışmalarında kullanılmak üzere kenti tümüyle tanımlayan doğal ve kültürel peyzajın her bir bileşenin sayısal veriye dönüştürülmesi ve bu verilerin ortak veri tabanında herkes tarafından ulaşılabilir olması, kentin geleceğini planlamak için yapılacak her tür çalışmada büyük kolaylık sağlayacaktır. Bu çalışmalardan en önemlileri kuşkusuz afet risk çalışmalarıdır. Farklı meslek disiplinlerinin de sürece etki ederek geliştirilecek bir veri tabanından elde edilecek afet risk ve eğilim değerlendirmeleri, bir yerleşim yerinde yaşayan sakinlerin hayatlarını kurtacak özellikte olabilir. Bu çalışmaların, ülkemizdeki planlama hiyerarşisine göre alt ölçekten başlamak üzere üst ölçüğe doğru yapılması ve her bir ölçekte yapılacak çalışmalarda altlık olarak kullanılması planlamadan sonraki aşamada yönetim çalışmaları için oldukça yararlı olacaktır. Öncelikli olarak gelişmekte olan iller içerisinde Siirt'in de bulunduğu TRC3 bölgesi için bir afet risk değerlendirme çalışması yapılarak yerel yönetimler tarafından uygulamada yerini alması sağlanabilir. Diğer taraftan, bölge gelişimine katkıda bulunan kurumlardan olan üniversiteler de bu sürecin içerisinde aktif olarak yer almalıdır. Ülkemizde kağıt üzerinde yapılan planlama çalışmaları ne yazık ki uygulamada yerini bulamamaktadır. Bu nedenle, kurumlararası yönetimsel bağlantıların çok iyi tanımlanması, güçlendirilmesi ve uygulamada yerini bulması gerekmektedir. Afet risk çalışmalarında güncel yöntemlerin takip edilmesi, her bir yerleşim yeri için farklı yöntemlerin uzman ekipler tarafından geliştirilerek uygulanması da sağlanmalıdır.



Extended Abstract

Evaluation of Flood Risk Areas at Micro-Catchment Scale Using Analytical Hierarchy Process

*

Huriye Simten Sütüncü

ORCID: 0000-0002-0149-9953

Veysel Süleyman Yavuz

ORCID: 0000-0002-5867-7677

The purpose of the study was to assess the areas that have the risk of flooding in a micro-catchment where a university campus is located and to evaluate the risk situation by using a multi-criteria decision-making method.

The aim of this study is assessing the factors that may create the flood risk at Siirt University Kezer Campus and around it by using the overlay method in Geographical Information Systems (GIS) environment. Depending on the aim, the research questions of the study are as follows; In the event of a flood, is Siirt University Kezer Campus stayed in a flood risk zone? And what could be the factors that may cause the flood risk on the university campus?

In the study, the following methods were used respectively; Adlyansah, Husain, and Pachri (2019), Kazakis, Kougias, and Patsialis (2015) in assessing the factors affecting the flood, Şahin et al. (2013) in interpretation of rock permeability, Şahin et al. (2013) in overlay method. According to the studies of Adlyansah et al. (2019) and Kazakis et al. (2015), seven factors that are effective in the occurrence of flood risk were mentioned. These factors are **Flow Accumulation**, **Distance from Drainage Network**, **Elevation and Slope**, **Land Use**, **Rainfall Intensity**, and **Geology** and the method is named **FIGUSED**. The method can be easily applied using in the GIS environment. The first step of the method is to calculate the flow accumulation in the study area. In order to calculate this value of the flow accumulation, the flow direction must first be calculated. The flow direction is mostly assessed by the topography of the region located between the upstream and the downstream. In order to obtain flow direction data, the Digital Elevation Model (DEM) obtained from the 30x30 m resolution

Aster satellite image was used. In the study, the drainage networks of the campus were obtained after the basin data was generated. The distance accepted in the literature is also calculated with the Euclidean Distance formula. Land cover/land use affects the infiltration of water from the soil to the underground. Forests and dense vegetation facilitate the infiltration of water from ground level to the underground, while constructed areas have the opposite effect. CORINE 2018 (Coordination of Information on the Environment) data and level-1 descriptions (forest and semi-natural areas, water structures, agricultural areas and artificial regions) were used to generate land cover/land use data in the study. Monthly average precipitation values of the province where the study area is located were used for rainfall intensity data and spline interpolation method was used for these values according to the studies of Adlyansah et al. (2019) and Kazakis et al. (2015).

Thematic maps were created for Kezer Campus against floods and torrents. These maps are respectively; flow accumulation, rainfall intensity, land use, slope and digital elevation of the land and distance to the drainage network. Flood hazard map of the campus was obtained by overlaying these maps in GIS environment. According to the results of the flood hazard map, the flood risk in the research area is mainly moderate. However, the areas with high flood risk are also substantial. When we look at the distribution of land cover/land use within the areas with flood risk, the riskiest areas are the discontinuous urban fabric, industrial and commercial areas, mine dump and construction areas covered by the urban fabric class. These areas show themselves on the map as areas where the use and natural landscape are artificialized. The risk-free areas are the forested areas. When evaluated as a percentage, 0.1% forest, 0.3% mixed agricultural areas and maquis lands, 43.08% arable and sustainable areas, 42.50% areas with little or no vegetation, 14.02% urban structures. On the other hand; the percentage sum of the areas with the highest and the high flood risk (1st and 2nd degree according to the map) in the research area is 21.62%. Areas of moderate risk cover 76.48%, areas of low risk 1.83%, and areas of lowest or no risk cover 0.07%. Among the reasons why the university campus is free from flood risk are its low slope, its geologically permeable rock structure and low precipitation density. Areas with high flood risk and very high risk are located in the north and northeast of the campus, and these areas are seen to consist of agricultural areas and sparsely vegetated areas. It has been observed that the land cover/land use types around the drainage networks in the northeast of the area also contain sparsely vegetated areas and

plant exchange areas. The lack or less of vegetation, which is the most important feature for disasters such as floods and torrents, and its risk have also shown itself in this study. On the other hand, as the campus is in the category of artificial zones in terms of land cover / land use it will increase propensity for risk. The fact that the distance between Kezer Stream and the campus is quite small (177 m) does not affect the risk event.

University campuses, which can be considered as micro urbans, need new structures for research and development activities together with the increasing number of students and staff. New land use also means some changes in the natural landscape. Siirt University, which was moved from the Central Campus to the Kezer Campus in 2015, has carried out many constructions until today and continues to new ones. Within this context, it is important for the campus to be prepared for possible disasters, both for the safety of existing structures and the structures planned to be built in the future.

Siirt University Kezer Campus, which is still a new campus, has a very high chance of minimizing all future natural disaster risks. Therefore, this study contributed to the fact that the structuring in the campus should be done considering this situation.

Kaynakça/References

- Adlyansah, A. L., Husain, L. R., ve Pachri, H. (2019). Analysis of flood hazard zones using overlay method with Figused-based scoring based on geographic information systems: Case study in Parepare City South Sulawesi Province. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 280(1), 012003.
- Aydin, M. C., ve Sevgi Birincioğlu, E. (2022). Flood risk analysis using gis-based analytical hierarchy process: a case study of Bitlis Province. *Applied Water Science*, 12(6), 122.
- Aydın, Ö., Öznehir, S., ve Akçalı, E. (2009). Ankara için optimal hastane yeri seçiminin Analitik Hiyerarşi Süreci ile modellenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Fakültesi Bilimler Dergisi* 14(2), 69-86.
- Bellos, V. (2012). Ways for flood hazard mapping in urbanised environments: a short literature review. *Water Utility Journal*, 4, 25-31.
- Birkholz, S., Muro, M., Jeffrey, P., ve Smith, H. M. (2014). Rethinking the relationship between flood risk perception and flood management. *Science of The Total Environment*, 478, 12-20.
- Chakraborty, L., Thistlethwaite, J., Scott, D., Henstra, D., Minano, A., ve Rus, H. (2022). Assessing social vulnerability and identifying spatial hotspots of flood risk to inform socially just flood management policy. *Risk Analysis*, n/a(n/a).

- Dandapat, K., ve Panda, G. K. (2017). Flood vulnerability analysis and risk assessment using analytical hierarchy process. *Modeling Earth Systems and Environment*, 3(4), 1627-1646.
- Ekmekcioğlu, Ö., Koc, K., ve Özger, M. (2021). District based flood risk assessment in Istanbul using fuzzy analytical hierarchy process. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 35(3), 617-637.
- ESRI (2019). ArcGIS Desktop: Release 10.8. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- ESRI Water Resources Team (2020). Arc Hydro Tools: Release 10.8.0.11. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.
- European Union Copernicus Land Monitoring Service. (2018). *CORINE Land Use/Land Cover*.
- Hasanuzzaman, M., Adhikary, P. P., Bera, B., ve Shit, P. K. (2022). Flood vulnerability assessment using AHP and frequency ratio techniques. B. Pradhan, P. K. Shit, G. S. Bhunia, P. P. Adhikary, & H. R. Pourghasemi (Der.), *Spatial modelling of flood risk and flood hazards: societal implications* içinde (pp. 91-104). Cham: Springer International Publishing.
- Ji, J., Choi, C., Yu, M., ve Yi, J. (2012). Comparison of a data-driven model and a physical model for flood forecasting. *WIT Transactions on Ecology and The Environment*, 159, 133-142.
- Kazakis, N., Kougiyas, I., ve Patsialis, T. (2015). Assessment of flood hazard areas at a regional scale using an index-based approach and Analytical Hierarchy Process: application in Rhodope–Evros region, Greece. *Science of The Total Environment*, 538, 555-563.
- Leroy, S. A. G. (2022). Natural hazards, landscapes and civilizations. J. F. Shroder (Der.), *Treatise on geomorphology (Second Edition)* içinde (pp. 620-634). Oxford: Academic Press.
- Leroy, S. A. G., Warny, S., Lahijani, H., Piovano, E. L., Fanetti, D., ve Berger, A. R. (2010). The role of geosciences in the mitigation of natural disasters: five case studies. *Geophysical Hazards*, 115-147.
- Mudashiru, R. B., Sabtu, N., Abustan, I., ve Balogun, W. (2021). Flood hazard mapping methods: a review. *Journal of Hydrology*, 603, 126846.
- Rudari, R. (2017). Flood hazard and risk assessment. 10 Mayıs 2022 tarihinde https://www.unisdr.org/files/52828_04floodhazardandriskassessment.pdf adresinden erişildi.
- Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process*. New York: McGraw-Hill.
- Şahin, Ş., Perçin, H., Kurum, E., Uzun, O., Bilgili, B. C., Tezcan, L., . . . Kaşko Arıcı, Y. (2013). *PEYZAJ-44: İl Ölçeğinde Peyzaj Karakter Analizi ve Turizm/Rekreasyon Açısından Değerlendirilmesi*. 109G074 Nolu TÜBİTAK KAMAG 1007 Programı Projesi Kesin Raporu.

- Shimoyama, S. (2002). Basic characteristics of disasters. R. Torrence & J. Grattan (Der.), *Natural disasters and cultural change* içinde (pp. 19-27). London: Routledge.
- Siirt Meteoroloji İl Müdürlüğü. (2022). *2010-2022 ortalama aylık yağış verileri*.
- Teng, J., Jakeman, A. J., Vaze, J., Croke, B. F. W., Dutta, D., ve Kim, S. (2017). Flood inundation modelling: A review of methods, recent advances and uncertainty analysis. *Environmental Modelling & Software*, 90, 201-216.
- Tokgözlü, A., ve Özkan, E. (2018). Taşkın risk haritalarında AHP yönteminin uygulanması: Aksu Çayı Havzası örneği. *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 44, 151-176.
- Torrence, R., ve Grattan, J. (2002). The Archaeology of disasters. R. Torrence & J. Grattan (Der.), *Natural disasters and cultural change* içinde (1st ed., pp. 1-19). London: Routledge.
- Wang, Y., Hong, H., Chen, W., Li, S., Pamučar, D., Gigović, L., . . . Duan, H. (2019). A hybrid GIS multi-criteria decision-making method for flood susceptibility mapping at Shangyou, China. *Remote Sensing*, 11(1), 62.
- Xu, J., Wang, Z., Shen, F., Ouyang, C., ve Tu, Y. (2016). Natural disasters and social conflict: A systematic literature review. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 17, 38-48.