Örnek Taşkın Risk Modeli Oluşturulması ve Ünye Şehrindeki Derelere Ait Taşkın Risk Analizleri*

Öğr. Gör. Fatih Ocak

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1088-3762>

Samsun Üniversitesi, Kavak Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Samsun – TÜRKİYE

Doç. Dr. Muhammet Bahadır

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5068-4250>

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Samsun – TÜRKİYE

Makale Geçmişi

Geliş: 22.04.2020

Kabul: 12.06.2020

On-line Yayın: 25.06.2020

Anahtar Kelimeler

Doğal Afet

Taşkın Risk Analizi

CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri)

AHP (Analitik Hiyerarşi Yöntemi)

Ünye

Araştırma Makalesi

*Bu çalışma, birinci yazar Öğr. Gör. Fatih Ocak'ın, 'Ünye Şehir Sellerinin Zarar Görebilirlik Yöntemi ile İncelenmesi' adlı yüksek lisans tezinin bir bölümünden yeniden güncellenerek üretilmiştir.

DOI:

<http://dx.doi.org/10.29228/JASSS.43017>

Öz

Dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de özellikle son 15-20 yıldır görülmeye sıklığı giderek artan sel ve taşkın olayları hem can hem de mal kaybına neden olmaktadır. Son yıllarda etkilerini daha çok hissettiğimiz doğal afetler her ne kadar fiziki faktör olan iklim, jeomorfolojik özellikler, bitki örtüsü vb. ile yakından ilgili olsa bile bir o kadar da artan nüfus, plansız şehirleşme, akarsu havzalarındaki ekonomik ve beşeri faaliyetler ile de doğrudan ilişkilidir. Özellikle sel ve taşkın gibi meteorolojik kökenli afetlerin son zamanlarda değişen iklim şartları ile yıkıcı etkisinin daha çok olduğu ve bu afetlerin daha sıklıkla meydana geldiğini söylemek de mümkündür. Ülkemizde özellikle Karadeniz kıyı kuşağında ani yağışların ardından oluşan seller kıyı kentlerini olumsuz etkilemektedir. Bu gibi durumlar göz önüne alındığında ve ülkemizde taşkınların en fazla Karadeniz Bölgesi'nde meydana geldiği düşünülürse taşkın risk analizlerinin yapılması ve sonuçlarının ilgili birimlerle paylaşılması bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu çalışmada Ünye ilçe sınırları içinde kalan altı (6) adet havzanın taşkın risk analizi Coğrafi Bilgi Sistemleri tekniklerinden yararlanarak gerçekleştirilmiştir. Yine taşkın risk analizleri için örnek bir taşkın modeli oluşturulmuş ve bu model sayesinde olası bir taşkın anında risk teşkil edebilecek bölgelerin belirlenmesi sağlanmıştır. Böylece afet öncesi, afet sırasında ve sonrasında neler yapılabileceği üzerinde durulan bir model geliştirilmiştir. Taşkın risk analizinin yapıldığı bu çalışmada Çok Kriterli Karar Verme yönteminin bir metodu olan ve taşkın risk gruplarının belirlenmesi için eğim, bakı, toprak, arazi kullanımı, jeoloji, yağış ve yükseklik olmak üzere yedi (7) parametreden oluşan Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHP) kullanılmıştır. Bu verilerle sadece bilgisayara bağlı kalmadan, doğal ortamdaki bileşenleri de hesaba katmak için arazi çalışmaları yapılmış, yerinde gözlemlerde bulunulmuş, örnek konumsal noktalar seçilmiş ve kontrollü sınıflandırma yapılmıştır. Böylece arazi çalışmaları ile elde edilen bulgular coğrafya çalışmaları için önemli bir araç olan Coğrafi Bilgi Teknolojileri ile işlenmiştir. Sonuçta bütüncül bir taşkın erken uyarı sistemi modeli hedeflenmiştir.

Atıf Bilgisi / Reference Information

Ocak, F. ve Bahadır, M. (2020). Örnek Taşkın Risk Modeli Oluşturulması ve Ünye Şehrindeki Derelere

Ait Taşkın Risk Analizleri. *Jass Studies-The Journal of Academic Social Science Studies*, Number: 80, Summer, p. 21-37.

Creating The Sample Flood Risk Model and Flood Risk Analysis of Rivers In Unye

Lect. Fatih Ocak

Samsun University, Kavak Vocational School, Architecture and Urban Planning, Samsun – TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Muhammet Bahadır

Ondokuz Mayıs University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Geography, Samsun – TURKEY

Article History

Submitted: 22.04.2020

Accepted: 12.06.2020

Published Online: 25.06.2020

Key Words

Natural Disaster

Flood Risk Analysis

GIS (Geographic Information Systems)

AHP (Analytical Hierarchy Method)

Unye

Abstract

As in many other countries of the world, the flood incidents which have been increasing in our country especially in the last 15-20 years cause loss of both life and property. In recent years, natural disasters, whose effects are more felt, are the physical factors such as climate, geomorphological features, vegetation and so on. Although it is closely related to the increasing population, unplanned urbanization, the economic and human activities in the river basins are also directly related. It is possible to say that especially disasters of meteorological origin such as floods have more destructive effects with changing climate conditions and these disasters occur more frequently. In our country, floods that occur after sudden rains especially in the Black Sea coastal belt adversely affect coastal cities. Considering such situations and considering that most of the floods occur in our country in the Black Sea Region, it has become a necessity to carry out flood risk analysis and to share the results with the relevant units. In this study, flood risk analysis of six (6) basins within the borders of Unye district was carried out by using Geographical Information Systems techniques. Again, a flood model was created for flood risk analysis and it was provided to identify the areas that could pose risks in case of a flood. Thus, a model that focuses on what can be done before, during and after a disaster has been developed. In this study in which flood risk analysis is performed, Analytical Hierarchy Method (AHP) which is a method of Multi Criteria Decision Making method which consists of seven (7) parameters including slope, aspect, soil, land use, geology, precipitation and height is used for determination of flood risk groups. With these data, field studies were conducted to take into account the components in the natural environment without being connected to the computer, observations were made on site, sample positional points were selected and controlled classification was made. Thus, the findings obtained through field studies were processed with information technologies, an important tool for geography studies. As a result, an integrated flood early warning system model is targeted.

Research Article

DOI:

<http://dx.doi.org/10.29228/JASSS.43017>

1. GİRİŞ

Dünyada 1980 ve 2013 arasındaki geçen 33 yılda sel ve taşkınlardan dolayı toplam ekonomik zarar 1 triyon doları aşmıştır. Aynı dönemde ise 220 binden fazla insan sel ve taşkınlardan dolayı yaşamını yitirmiştir (Winsemius, Aerts, Beek, Bierkens, Bouwman, Jongman, Kwadijk, Ligtvoet, Lucas, Vuuren & Ward, 2015). Ayrıca bu dönemde dünya nüfusu sürekli bir artış göstermiş, artan bu nüfusta dünyada subökümen sahaları yerleşme alanına dönüştürmüştür. Buna bağlı olarak yeni yerleşim alanlarına yönelen insanlar doğal afet açısından daha riskli alanlara yerleşmişlerdir. Nitekim bu konu bazı araştırmalarda, dünyada sel ve taşkına eğilimli alanların ekonomik olarak kullanıma açılmasının yaşanması muhtemel olan taşkın riskini arttırdığı belirtilmektedir (Jongman, Ward & Aerts, 2012; Visser, Petersen & Ligtvoet, 2014). Bunun yanı sıra değişen iklim koşullarının gelecekte daha da şiddetli sel ve taşkınların yaşanmasına sebep olacağı ifade edilmektedir (Visser vd., 2014). Küresel iklim değişikliği ile sel ve taşkınların gelecekteki eğilimleri ve projeksiyonlarının ele alındığı bir çalışmada 2050 yılında dünya genelinde sel ve taşkınların iki (2) kat daha artacağı ve daha şiddetli yaşanacağı, 450 milyon insanın sel bölgelerinde kalacağı ve bu durumun da en fazla Asya kıtasını etkileyeceği tespit edilmiştir (Arnell & Gosling, 2014). Ayrıca dünya genelinde 2018 yılı içinde 848 doğal afet meydana gelmiş, 12 bin 774 kişi yaşamını yitirmiştir. Bu afetlerde yaklaşık 178 milyar dolar ekonomik zarar olmuştur. Meydana gelen doğal afetler içerisinde %45'lik oranı ile hidrolojik olaylar en fazla meydana gelen afetleri oluşturmuştur (URL-1). Dünyada 1998 ile 2017 yılları arasındaki 20 yılda en fazla insanı etkileyen doğal afet %45'lik oranı ile yine seller olmuştur. Yaklaşık 2 milyar insan selden etkilenmiştir (UNISDR & CRED, 2018). Ülkemizde ise 2018 yılında en fazla yaşanan doğal afet %38'lik oranı ile yine dünyadaki duruma paralel olarak sel olmuştur (URL-2). Bu verilere göre dünya genelinde ve ülkemizde her yıl en fazla etkili olan doğal afet türü sel ve taşkınlar olmaktadır. Bu nedenle sel ve taşkınları konu alan birçok çalışma yapılmaktadır.

Taşkın ve sel olaylarının gerçekleşmesindeki en önemli etkenler yağışın şekli ve süresidir. Bununla birlikte zeminin litolojik özellikleri ve nem tutma kapasitesi, vadi yoğunluğu ve morfolojisi, köprülerin yapısı ve yüksekliği, drene kanallarının varlığı ve havzanın bitki örtüsü özellikleri ile eğim değerleri taşkınların etki derecesini arttıran diğer önemli etkenlerdir (Bahadır, 2014). Uzun yıllar boyunca meydana gelen sel ve taşkınlar incelendiğinde bu olayların mevsimsel olarak dağılışlarının bölgesel olarak farklılık gösterdiği görülmektedir. Yaz aylarında meydana gelen sel ve taşkınlar en çok Karadeniz ve İç Anadolu Bölgelerinde görülürken, kış aylarındaki sel ve taşkınlar ise daha çok Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgelerinde görülmektedir (Ceylan ve Kömüşçü, 2007). Ülkemizde kısa boylu akarsuların hızla aktığı Karadeniz Bölgesi'nde morfolojik olarak kıyı düzlüklerine ulaşan akarsular vadilerinden taşarak sele ve taşkına neden olmaktadır.

Ülkemizde sel ve taşkınlarla ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda taşkınların etki derecesi, oluşma nedenleri, ortaya çıkardığı zararlar ve alınması gereken önlemler üzerinde durulmuştur. Bununla beraber Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımları ile havzalara ait taşkın risk analizleri yapılmaya başlanmış ve eğilim de bu yöne doğru kaymıştır. Ayrıca değişen doğal ortam şartlarının taşkın ve sel sayılarındaki artışı beraberinde getirdiği, olası etkilerini arttırdığı ve iklimdeki değişimin doğal afet sayısını arttıracığına yönelik ortak sonuçlara ulaşılmıştır (Kadioğlu, 2011; Ceylan ve Kömüşçü, 2007; Kömüşçü, Çelik ve Ceylan, 2011; Turoğlu ve Özdemir, 2005; Sunkar ve Tonbul, 2009; 2010a, 2010b, 2010c; Özdemir, 2008a, 2008b; Uzun, 1995; 2007; 2010; Zeybek, 2007; 2009; Coşkun ve Aksoy, 2010; Avcı ve Sunkar, 2015). Son yıllarda taşkınlar değişen iklim şartlarına bağlı olarak daha sık yaşanmakta ve çeşitli yöntemler ile farklı çalışmalara konu olmaktadır. Bu konuda Coğrafi Bilgi Sistemleri teknolojileri kullanılarak yapılan çalışmalar ön plana çıkmaktadır (Zeybek, Uzun, Yılmaz, Bahadır, Hatipoğlu ve Dinçer, 2017; Bahadır, Uzun, Zeybek ve Hatipoğlu, 2017; Ocak ve Bahadır, 2018; Bayazıt, Bakiş, Koç, Kaya ve Özdemir, 2019; Turoğlu ve Aykut, 2019; Utlu ve Özdemir, 2018; Elbaşı ve

Özdemir, 2018; Ege ve Duman, 2019; Garipağaoğlu ve Uzun, 2019).

Bu çalışmada Ünye ilçesinde yaşanan ve zaman zaman can ve mal kayıplarına neden olan taşkınların incelenmesi ve her bir akarsuya ait risk analizlerinin gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Çalışma sahası Doğu Karadeniz Havzası'nın en batısında, Ordu il sınırları içerisinde yer alan Ünye ilçesidir (Şekil 1). Çalışmada Ünye ilçesinin idari sınırları dikkate alınmıştır. Çünkü bu çalışma aynı zamanda Ünye ilçesi zarar görebilirlik analizlerine altlık teşkil etmektedir. Öyle ki; çalışma sonuçları interaktif tabanlı taşkın erken uyarı sisteminin altlık verisi durumundadır (Ocak ve Bahadır, 2018). Bu sistemin şehir merkezini kapsaması ve uyarı sisteminin şehir merkezi özelinde olması nedeni ile alan sınırları bu duruma göre belirlenmiştir. Çalışma sahasında altı (6) adet havza bulunmaktadır. Bu havzalar özellikle beşeri faaliyetlerin yoğun olduğu Cuma (Curi) Deresi, Tabakhane Deresi ve Ceviz Deresi ile Say Deresi, Kozyama (Küçükırmak) Deresi ve Kavaklar Deresi'dir. Çalışma sahası 4556793.82-4525827.65 X, 333334.25-369150.47 Y koordinatları (41° Kuzey paralelleri-37° Doğu meridyenleri) arasında olup, 552 km²'lik bir alana sahiptir (Şekil 1). Çalışma sahası olan Ünye ilçesinde 85 adet mahalle bulunmaktadır.

Şekil 1: Çalışma sahası lokasyon haritası (Ocak ve Bahadır 2018).

Sel/taşkın olaylarının mevsimlik dağılımına bakıldığında özellikle yaz aylarında meydana gelen sel ve taşkınların İç Anadolu ile Karadeniz Bölgelerinde, kış aylarında meydana gelen sel ve taşkınların ise Ege ve Marmara Bölgelerinde daha fazla olduğu görülmektedir (Ceylan ve Kömüşçü 2007). Çalışma sahası olan Ünye’de de yaşanan taşkın olaylarına bakarak bu bilgiyi doğrulamak mümkündür. 1960, 1988, 2006, 2015, 2016 ve 2018 yıllarında Ünye ilçesinin farklı bölgelerinde taşkınlar meydana gelmiştir (Beden, 2019: 36). Beden’in (2019) yayımlanmış olan doktora çalışmasında yöre halkı ile yapılan

görüşmelere göre 1960 yılında Ceviz Deresi Havzası'nda büyük bir taşkın olduğunu, ancak bu taşkına ait sayısal verilere ulaşılamadığını belirtilmiştir. Ünye ilçesinde kayıtlara geçen önemli taşkınlardan birisi de 6 Mayıs 1988 yılında Nurettin köyünün zarar gördüğü ve Curi (Cuma) Deresi üzerinde meydana gelen taşkındır. Ancak bu taşkın ile ilgili literatürde herhangi bir bilgiyle karşılaşılmamıştır. Ünye ilçesinde etkili olan en önemli taşkınlardan biri 30 Haziran 2006 yılında Tabakhane Deresi'nin taşmasıyla meydana gelen taşkındır (URL-3) (Şekil 2a).

Şekil 2: Ünye’de meydana gelen en büyük taşkınlar: (a) 30 Haziran 2006 Tabakhane Deresi taşkını, (b) 8 Ağustos 2018 Ceviz Deresi taşkını.

Kaynak: URL-3: <https://www.youtube.com/watch?v=9T6pX20ddjA>

2006 Tabakhane Deresi taşkını sonunda dere üzerinde bulunan köprülerin ayakları taşkın suları ile beraber gelen ağaç yapraklarını, plastik şişeleri, çöpleri vs. atıkları tutmuş ve suların geçişine engel teşkil etmiştir. Atıkların birikmesiyle de suların geçişini engelleyen bir set oluşmuştur. Köprü ayaklarının sebep olduğu bu set etkili yağın yağmur sularının da birikmesi için uygun zemin hazırlamış ve sular dere yatağından taşmış ve önemli ölçüde maddi zarara yol açmıştır. Aynı zamanda dere boyunca istinat duvarlarının olmaması da taşkının zararını artırıcı bir sebep olmuştur (Arpacioğlu, 2006: 198-199).

Beden (2019) yaptığı çalışmada “22.11.2015’te yoğun yağışlar neticesinde Cevizdere kaynak sahasında su seviyesi artmış, Düzköy AGİ’de ölçülen debi 353.00 m³/s olarak kaydedilmiştir. Ancak aşağı çıkışta çok ciddi bir taşkın olmamıştır. Ayrıca 01.04.2016 tarihinde Ünye ilçesinde metrekaresine 240 kg yağış düşmüş, Curi ve Tabakhane dere yataklarında iş makinalarının erken müdahalesi sayesinde 2006 yılında yaşanan felakete benzer bir durum oluşması engellenmiştir” (Beden, 2019: 36) diye belirtmiştir.

Ünye ilçesinin en büyük taşkınlardan biri de 8 Ağustos 2018 tarihleri arasında meydana gelen şiddetli yağışlar sonucunda oluşan taşkındır (URL-4) (Şekil 2b). İlçenin en önemli derelerinden biri olan Ceviz Deresi’nin taşması sonucu özellikle sanayi yerleşmelerinin olduğu alanlar taşkından etkilenmiş, hatta derenin denize döküldüğü alanlardaki köprülerin tıkanması nedeniyle Karadeniz Sahil Yolu bir süreliğine araç trafiğe kapatılmıştır. Ceviz Deresi’nin denize döküldüğü mansap kısmından yaklaşık 470 m güneyde bulunan 83 yıllık Ordu-Samsun köprüsü ile 1965 yılında yapılan anayol köprüsü yıkılmıştır (Beden, 2019: 37) (Şekil 2b). Bu selde birçok vatandaşımız mahsur kalmış, ulaşım aksamış, toplam 4 adet köprü yıkılmış, bazı binaların duvarları yıkılmış, heyelan olayları gerçekleşmiştir. Sel ulusal ve yerel medyada büyük yankı uyandırmıştır (URL-4) (Şekil 3).

Şekil 3: 8 Ağustos 2018 Ünye selinden kareler. A: Ordu-Samsun eski karayolu köprüsü, B: Ordu ili Karadeniz sahil yolu köprüsü, C: Bazı duvarlar yıkıldı, D: Tarım arazileri sularla doldu.

Kaynak: URL-4: <https://www.trthaber.com/haber/turkiye/orduda-sel-felaketi-379211.html>

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Ünye ilçesinde meydana gelen sel/taşkınlar baz alınarak yapılan bu çalışmada sel ve taşkınların ne kadar zarar verdiği, ne gibi önlemlerin alındığı ve alınacağı ve de yapılan taşkın modelinin vatandaş-yetkili idare (ilçe belediyesi) iş ortaklığı ile yürütülmesi hususu göz önünde bulundurulmuştur. Aynı zamanda sel/taşkınların önemli bir coğrafi olay olduğu ve beraberinde tetiklediği kütle hareketleri de göz önünde bulundurularak sahanın fiziki coğrafyasına ait jeoloji, yükseklik, yağış, toprak, bitki örtüsü, eğim, bakı ve hidrografi haritaları üretilmiştir. Yine bu gibi doğal afetlerden etkilenen en önemli unsurun insan olduğu düşüncesiyle çalışma sahasının beşeri özellikleri üzerinde de durulmuş ve sel/taşkın afetlerinde etkisi son derece fazla olan arazi kullanımı haritası da güncel uydu verileri kullanılarak üretilmiştir.

Günümüzde birçok alanda olduğu gibi olası doğal afetlerin risk analizlerinin gerçekleştirilmesinde de Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) vazgeçilmez bir araç haline gelmiştir. Bu sistem sayesinde uygun işlem adımları ile yapılan analizlerle güncel ve yüksek doğrulukla veri/bilgi üretmek mümkündür (Özşahin, 2013). Coğrafi Bilgi Sistemleri sayesinde doğal afet risk grupları belirlenebilmekte, ortaya çıkan sonuçlar diğer çalışmalar ya da önceki dönem doğal afet sonuçları ile karşılaştırılabilmektedir. Ayrıca bu sistem afet öncesi risk analizlerinin yapılmasında ve afet sonrası hasar tespit çalışmaları gibi önemli ve stratejik konularda büyük ölçüde fayda sağlamaktadır (Bahadır, 2014; Sunkar ve Tonbul, 2009; 2010a, 2010b, 2010c; Özdemir, 2008a, 2008b; Turoğlu, 2005; Turoğlu ve Özdemir, 2005).

Yapılan çalışmayı veri tabanı tasarımı, veri üretimi ve yeniden sınıflandırma, analitik hiyerarşi yöntemi ile taşkın afet risk analizi olmak üzere üç (3) ayrı başlıkta altında toplamak mümkündür (Ocak,

2018) (Şekil 4). Çalışma kapsamında oluşturulan veri tabanı mekânsal veri katmanları ile sözel tablolar olmak üzere iki farklı veri yapısının tek bir veri tabanı içerisinde, tek bir şemada barındıracak şekilde tasarlanmıştır. Tabloların alan adı, tipi ve uzunlukları, bu tablolar arasındaki ilişki ve referanslar ile gerek duyulacak dizinler ile mekânsal veri temaları, detay sınıflar, öznitelik tabloları ve alanları, topolojiler, tanım tabloları ve meta veri alanları tanımlanmıştır. Çalışmanın kapsamına göre olabildiğince normalize bir veri tabanı tasarlanmıştır. Veri tabanı tasarımı yapılırken herhangi bir donanım veya yazılım geliştirme aracına ait özel yapılar kullanılmamıştır. Böylece veri tabanının her türlü ortak katmana hizmet vermesi sağlanmıştır. Uygulama içerisinde yer alan sınıflar üzerinde yapılacak sorgulamalardan en iyi performansı almak için gerekli dizinler (index) ayarlanmıştır. Veri tabanının bahsedilen bütün detayları Esri yazılımlarının ArcGIS for Desktop ürün ailesinin 10.5 versiyonu ile gerçekleştirilmiştir (Ocak, 2018).

Şekil 4: Çalışmada kullanılan yöntemin akış şeması. Referans olarak Turoğlu ve Özdemir, 2005 dikkate alınmıştır.

Veri üretimi ve yeniden sınıflandırma çalışmalarında ise aşağıdaki işlemler uygulanmıştır (Ocak, 2018):

➤ 1/25.000 ölçekli topografik paftalar kullanılarak daha önce tasarlanan veri tabanında yer alan eşyüksekti eğrileri, hidrografik veriler (akarsu, göl), yerleşim ve zirve noktaları ekran üzerinden çizim tekniği ile sayısallaştırılmıştır. Bu verilerin sayısallaştırılması esnasında öznitelik bilgileri de veri tabanına girilmiştir.

➤ Yükseklik verileri girilen eş yükselti eğrileri aracılığıyla sahanın eğim, bakı analizlerinin yapılması ve yükselti basamaklarının çıkartılması için düzensiz üçgenler ağı metodu (Triangulated Irregular Network-TIN) ile sahanın sayısal modeli oluşturulmuştur.

➤ Sahanın sayısal modeli kullanılarak birçok analizin gerçekleşmesi ve taşkın afet riskinde bir parametre olarak kullanılması için sayısal yükseklik modeli (Digital Elevation Model-DEM) oluşturulmuştur.

- 1/25.000 ölçekli Türkiye Toprak Haritası'ndan yararlanılarak çalışma sahasının toprak verileri üretilmiş ve öznitelik bilgileri veri tabanına girilmiştir.
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nün 1/25.000 ölçekli jeoloji haritasından yararlanılarak sahanın jeoloji verileri üretilmiş ve öznitelik bilgileri veri tabanına girilmiştir.
- Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilen meteorolojik istasyon verileri haritaya işlenmiş ve sözel veri girişi sağlanarak taşkın için önemli bir parametre olan yağış haritası üretilmiştir.
- Güncel uydu görüntüleri kullanılarak sahanın güncel arazi kullanım verileri üretilmiştir.
- Taşkın afet riskinde kullanılacak olan eğim, bakı, yükseklik, toprak, jeoloji, yağış ve arazi kullanımı ArcGIS for Desktop 10.5 yazılımının bir ek modülü olan Spatial Analysis araç grubunun reclassfy (yeniden sınıflandırma) fonksiyonu ile etki değerleri dikkate alınarak yeniden sınıflandırılmış ve taşkın afet riski için hazır hale getirilmiştir.
- Bu özel veriler dışında idari sınırlar da (il, ilçe, mahalle) ekran üzerinden çizim yöntemi ile üretilmiştir.

Analitik Hiyerarşi ve taşkın afet risk analizi kapsamında ise Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yönteminin bir metodu olan ve taşkın afet risk gruplarının belirlenmesi için eğim, bakı, toprak, arazi kullanımı, jeoloji, yağış ve yükseklik olmak üzere yedi (7) parametreden oluşan Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHP) kullanılmıştır. Bu aşamada etki değerlerine göre yeniden sınıflandırılan eğim, bakı, yükseklik, toprak, jeoloji, yağış ve arazi kullanımı parametreleri ArcGIS for Desktop 10.5 yazılımının bir ek modülü olan Spatial Analysis araç grubunun weighted overlay (ağırlıklı çakıştırma) fonksiyonu ile analize tabi tutulmuş ve risk değerleri atanmıştır.

2.1. Taşkın Afet Risk Analizi

Ünye ilçesinde yer alan altı (6) adet havza için taşkın afet risk analizi analitik hiyerarşi yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Analitik hiyerarşi yöntemi Saaty'nin oluşturduğu tabloya göre ağırlıklandırılmıştır (Saaty, 1989). Ağırlık değerleri 1-10 arasında puanlanmış; 1 en düşük, 10 ise en yüksek riske sahip parametredir. Yani değerler arttıkça taşkın riski artmakta, değerler azaldıkça taşkın riski de azalmaktadır. Çalışma sahasında literatürdeki diğer çalışmalarda olduğu gibi (Turoğlu ve Özdemir 2005; Özşahin, 2013) eğim, bakı, toprak, arazi kullanımı, jeoloji, yağış ve yükseklik olmak üzere toplamda yedi (7) adet parametre kullanılmıştır (Tablo 1). Bu değerlere göre de altı (6) adet havzanın taşkın risk grupları oluşturulmuştur.

Çalışma alanındaki altı (6) adet havzanın taşkın risk analizi yapılırken özellikle DEM (Digital Elevation Model-Sayısal Yükseklik Modeli) verisi en önemli veriyi temsil etmiştir. DEM verisi altlık veri olarak kullanılmış ve bu veriden yükselti, eğim ve bakı gibi analizler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca diğer parametreler de (arazi kullanımı, jeoloji, yağış, toprak) analiz işlemlerinde kullanılmak üzere raster veri yapısına dönüştürülmüştür.

Tablo 1: Taşkın Afet Riski için kullanılan parametreler ve etki değerleri.

Parametreler	Alt Birimler	Alan		Etki Değeri
		km ²	%	
Eğim (%)	0 - 2	22.40	4.06	10
	2 - 5	18.84	3.41	9
	5 - 15	80.10	14.51	2
	15 +	430.89	78.06	1
Bakı	Kuzey	87.22	15.80	10
	Kuzeydoğu	71.28	12.91	9
	Doğu	69.44	12.58	8
	Güneydoğu	63.80	11.56	8
	Güney	48.49	8.78	8
	Güneybatı	46.93	8.50	8
	Batı	66.75	12.09	8
	Kuzeybatı	87.28	15.81	9
	Düz Alanlar	11.05	2.00	10
Toprak	Gri Kahverengi Podzolik Topraklar	435.00	78.80	10
	Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları	49.00	8.88	9
	Kırmızı Sarı Podzolik Topraklar	56.00	10.14	8
	Alüvyal Topraklar	12.00	2.17	10
Arazi Kullanımı	Fundalık	6.58	1.19	8
	Fındık Bahçeleri	327.69	59.36	5
	Orman Alanları	142.51	25.82	5
	Sanayi Alanları	0.37	0.07	9
	Yerleşim Alanları	10.16	1.84	9
	Tarım Alanları	64.72	11.72	10
Jeoloji	Kumtaşı	13.50	2.45	9
	Alüvyon	17.11	3.10	10
	Plaj	0.51	0.09	10
	Andezit, Bazalt, Piroklastik Kaya	47.65	8.63	8
	Andezit	7.28	1.32	9
	Bazalt	107.13	19.41	9
	Aglomera	0.05	0.01	8
	Dasit, Tüf	16.48	2.99	8
	Kiltaşı	2.28	0.41	9
	Trakiandezit, Dasit, Tüf, Piroklastik Kaya	135.86	24.61	8
	Kireçtaşı	15.13	2.74	8
	Kumtaşı, Çamurtaşı, Kireçtaşı	182.80	33.12	8
Yağış (mm)	1115-1250	192.00	34.78	6
	1250-1500	297.96	53.98	8
	1500 +	62.31	11.29	10
Yükseklik (m)	0-20	21.67	3.93	10
	20-100	60.53	10.97	6
	100 +	470.09	85.16	4

Coğrafi Bilgi Sistemlerinde sel ve taşkın gibi hidrolojik tabanlı çalışmalar yapılırken temin edilmesi gereken en önemli veri DEM (Digital Elevation Model-Sayısal Yükseklik Modeli) verisidir. Çünkü bu veri havzanın çatallanma oranı, hipsografik eğrisi, eğim ve baki analizleri, havzanın drenaj ağı ve yoğunluğu ile taşkın afet riski için altlık oluşturmaktadır. Sayısal Yükseklik Modeli daha doğru sonuç alabilmek için hidrolojik açıdan düzenlenmeye tabi tutulmalıdır. Bu düzenlemeler de Sayısal Yükseklik Modeli verisindeki yapay boşlukların elemine edilmesi, akarsu drenaj ağı akış yönü ve yoğunluğu, havza sınırlarının tespiti gibi konuları kapsamaktadır (Şekil 5). Tüm bu işlemler sırası ile gerçekleştirilmiştir. Böylece analizlerin daha doğru sonuç vermesi ve elde edilen bulguların da araziye dönük olması amaçlanmıştır. Tüm bu analizler neticesinde geometrik düzenlemelere göre çalışma sahası sınırları dahilinde altı (6) adet havza tespit edilmiştir (Şekil 6). Web tabanlı uygulama üzerine ilk denemeler yapılmış ve test edilmiştir (Ocak ve Bahadır, 2018). Yine hâlihazırda erken uyarı sistemi üzerindeki çalışmalar devam etmektedir.

Şekil 5: Hidrolojik modelleme iş akışı.

Şekil 6: Çalışma sahası havza sınırları, drenaj sistemi ve geometrik özellikleri.

2.1.1. Çalışma Sahasındaki Doğal ve Beşeri Etkenlerin Taşkın Afet Risk Analizi

Çalışmanın analiz aşamasında analitik hiyerarşi yöntemine bağlı olarak eğim, bakı, toprak, arazi kullanımı, jeoloji, yağış ve yükseklik parametreleri kullanılmış ve bu parametreler Saaty (1989) değerlendirme ölçeğine göre puanlanmıştır (Tablo 1). Puanlanan bu değişkenler daha sonra etki değerlerine göre ağırlıklı çakıştırma (weighted overlay) fonksiyonu ile analize sokulmuş ve çalışma sahasındaki altı (6) adet havzanın taşkın afet risk grupları çıkartılmıştır.

Taşkın riski üzerinde etkili olan en önemli faktörlerden biri eğimdir. Çalışma sahasındaki eğim sınıfları daha önce yapılan taşkın çalışmalarındaki sınıflamalar dikkate alınarak oluşturulmuştur (Turoğlu ve Özdemir 2005; Özşahin, 2013). Buna göre çalışma sahasında düz ve çukur alanlar, düz ve düze yakın alanlar, az eğimli alanlar ve dik ve çok dik eğimli alanlar olmak üzere dört sınıf eğim grubu oluşturulmuştur (Şekil 7).

Şekil 7: Çalışma sahasının eğim haritası.

Çalışma sahasında eğim değerlerinin en düşük oran sergilediği yerler düz ve çukur alanlardır. Bu alanlarda eğim %0-2 arasındaki iken bu değerlere sahip sahalar çalışma alanının %4,06'sını oluşturarak 22,40 km²'lik bir alan kaplarlar. Yine bir diğer eğim grubu olan düz ve düze yakın alanlar ise %2-5 arasında eğime sahiptirler. Bu alanlar ise çalışma sahasında %3,41'lik bir oranla 18,84 km²'lik bir alan kaplarlar. Bu iki eğim grubu birlikte ele alınacak olursa ve sadece eğim parametresi dikkate alındığında çalışma sahasının %7,41'lik bir oranı taşkın riski altındadır. Bir başka deyişle çalışma sahasının 41,24 km²'lik bir kısmı taşkın tehdidi altındadır. Çünkü sel ve taşkın gibi doğal afetler daha çok eğimin az olduğu sahalarda etkilerini fazla gösterirler. Yine bu alanlar yerleşmelerin daha yoğun

olduğu alanlardır aynı zamanda. Bu sebeple de taşkın riski bu alanlar için daha fazladır. Çalışma sahasında eğimin yüksek kesimlere çıktıkça arttığı görülmektedir. Yerleşmelerin ve sahil kesiminin olduğu yerlerde eğimli araziler daha az iken aşınım düzlüklerine doğru eğimin giderek arttığı görülmektedir (Şekil 7). Az eğimli alanlar eğim grubu ise çalışma sahasında %14,51'lik orana sahiptir ve çalışma sahasının 80,10 km²'lik kısmını kaplamaktadır. Çalışma sahasında en fazla yer kaplayan eğim grubu ise dik ve çok dik eğimli alanlardır. Bu alanlar %78,06'lık bir orana sahip olup çalışma sahasının 430,89 km²'sini kaplamaktadır.

Taşkın afeti üzerinde etkili olan bir diğer parametre de bakı faktörüdür. Özellikle ülkemizin bulunduğu konum itibarıyla kuzeye bakan yamaçlar güneye bakan yamaçlara göre daha fazla yağış alır ve bitki örtüsü bakımından da daha zengindir. İlk bakışta bitki örtüsünün kuzey yamaçlarda yoğun olduğu düşünülürse taşkın için engelleyici bir durum gibi gözükebilir. Yani bitki örtüsünün yağmur sularının yüzeysel akışa geçmesini engelleyici bir yapısı olduğu için taşkın riski kuzey yamaçlarda daha azdır düşüncesi oluşmaktadır. Ancak genelleme yapmadan özelde düşünüldüğünde her kuzey yamaç yoğun bitki örtüsü ile kaplı olmayacaktır ve dolayısıyla yağmur sularının çoğu yüzeysel akışa geçebilecektir. Bu itibarla kuzeye bakan yamaçların taşkın riski açısından etkisi yüksektir denilebilir. Yine kuzeye bakan yamaçlarda toprak nemi de fazla olacağı için yağmur sularının yine önemli bir bölümü yüzeysel akışa geçecektir. Dolayısıyla kuzeye bakan yamaçlar eğer yoğun bir bitki örtüsüne sahipse taşkın riskini azaltıcı, cılız bir bitki örtüsüne sahip ise toprağın da nemli olması ile birlikte taşkın riskini arttırıcı bir etkiye sahiptir. Güneye bakan yamaçlarda ise yağışın az ve bitki örtüsünün de cılız olması ile taşkın riski açısından olumlu konuşmak mümkündür. Yani ülkemizde ve çalışma sahasında genel düşünülürse ve sadece toprak nemi dikkate alınırsa kuzeye bakan yamaçlar güneye bakan yamaçlara göre taşkın açısından daha risk altında iken, sadece bitki örtüsü varlığı düşünülürse güneye bakan yamaçlar taşkın açısından daha risklidir. Özetle arazinin bakı durumu taşkın riski açısından tek başına anlam ifade etmezken, yanına başka bir parametre konulduğunda taşkın açısından ne denli önemli bir faktör olduğu ortaya çıkmaktadır.

Çalışma sahasında bakı grupları arasında daha çok kuzey yönler ağırlıklıdır (Şekil 8). Bakı analizi sonucunda kuzeye bakan yamaçların (Kuzey, kuzeydoğu ve kuzeybatı) çalışma sahasının %44,52'sini kapladığı tespit edilmiştir. Bu değer, sahanın neredeyse yarısıdır ve sel/taşkın afet riskinde oldukça önemlidir. Çünkü yukarıda belirtildiği gibi kuzeye bakan yamaçlarda toprakların suya doymun olması yüzey sularının hızlı bir şekilde akışa geçmesine neden olmaktadır. Bu durum ise sel/taşkın afet riskini arttırmaktadır. Çalışma sahasının güney yamaçları ise (güney, güneydoğu ve güneybatı) %28,84'lük bir orana sahiptir. Bu durumun ise sel/taşkın afet riski açısından riski azaltıcı özellikte olduğu söylenebilir. Çünkü güney yamaçlarda infiltrasyon kapasitesi kuzey yamaçlara göre daha fazladır. Dolayısıyla yüzey sularının önemli bir bölümü suya doymun olmayan topraklar tarafından infiltre edileceğinden daha az bir kısmı yüzeysel akışa geçecektir. Çalışma sahasının %24,67'si Doğu (%12,58) ve Batı (%12,09) yamaçlardan, geriye kalan %2'lik kısmının ise düz alanlardan oluştuğu görülmektedir. Bakı analizi ile elde edilen değerlere göre çalışma sahasında meydana gelecek yağışların özellikle kuzey yamaçlarda bitki örtüsünün cılız olduğu yerlerde ve düz alanlarda hızlı bir şekilde yüzeysel akışa geçerek sel/taşkın afet riskini arttırabileceği tahmin edilmektedir (Şekil 8).

Şekil 8: Çalışma sahasının bakı haritası.

Sel ve taşkın riski üzerinde rol oynayan etmenlerden bir diğeri de toprak özellikleridir. Bu durum daha çok toprağın tekstür (bünye) özellikleri ile ilgilidir (Ekinci, 2004). Kil içeriği zengin olan topraklar geçirimsiz, çakıl ve kum gibi kaba taneli özellikte olan topraklar ise geçirimli bir karaktere sahiptir (Hoşgören, 2001). Çalışma sahasında tipik Karadeniz ikliminin hâkim olması nedeniyle toprak yeterince suya doymuş bir vaziyettedir ve bu durum yağmur sularının hızlı bir şekilde yüzeyel akışa geçmesine neden olmaktadır. Bu yönü ile çalışma sahasındaki topraklar sel ve taşkın riskini arttırıcı etki yapmaktadır. Çalışma sahasında görülen toprak grupları gri kahverengi podzolik, kireçsiz kahverengi orman, kırmızı sarı podzolik ve alüvyal topraklardır (Şekil 9). Çalışma sahasında en fazla alan kaplayan toprak türü olan gri kahverengi podzolik topraklar 435 km²'lik bir alana ve %78,80'lik bir orana sahiptir. Çalışma sahasının doğu kesimlerinde görülen kireçsiz kahverengi orman toprakları ise aşırı yıkanmadan dolayı yumuşak ve kireç oranı düşük topraklardır. Bu toprak grubu çalışma sahasında 49 km²'lik bir alana ve %8,88'lik bir oran sahiptir. Sel ve taşkın riski açısından önem derecesi en fazla olan toprak grubu ise alüvyal topraklardır. Çalışma sahasında 12 km²'lik bir alan kaplayan alüvyal topraklara sahil kesiminden güneye doğru 500 m dolaylarında ve vadi tabanlarında rastlanmaktadır. Bu toprakların çalışma sahasındaki oranı ise %2,17'dir.

Şekil 9: Çalışma sahasının toprak haritası.

Taşkın oluşumunda her zamanda fiziki faktörler değildir tek başına önemli olan. En önemli parametrelerden biri de beşeri faaliyetlerdir. Beşeri faaliyetler içerisinde altyapı eksikliği (drenaj kanalları), üstyapıdaki (köprü, menfez, kanal) düzensizlikler vb. sayılabilir. Ancak aralarında en önemli olan ve taşkın oluşumunda yanlış kullanıldığı zaman ciddi zararlara sebep olma durumu en yüksek olan beşeri faaliyet arazi kullanımıdır. Arazi kullanımı taşkın analizlerindeki en önemli faktörlerin başında gelir. Çünkü arazi kullanımı taşkın olma ya da olmaması yönünde etkiye bulunarak taşkın seyrini etkiler. Bu nedenle çalışma sahasında arazi kullanımı da taşkın afet risk analizinin yapılması için kullanılmıştır. Arazi kullanım verileri 1/25.000 ölçekli uydu görüntüleri ile üretilmiş, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü'nden temin edilen verilerle de sözel bilgileri güncellenmiştir.

Çalışma sahasının arazi kullanımı fundalık, fındık bahçeleri, orman, sanayi, yerleşim ve tarım alanları olmak üzere altı (6) sınıfa ayrılmıştır (Şekil 10). Çalışma sahasında %59,36'lık bir oranla sahanın yarıdan fazlasını kapladığı görülen fındık bahçeleri 327,69 km²'lik bir değere sahiptir (Şekil 10). Bu durum sel/taşkın afet riskini azaltıcı yönde etki eder. Şöyle ki; fındık bitkisinin bol yağış istemesi suyun bu bitkiler tarafından bolca absorbe edileceği ve suların yüzeysel akışa geçmesini önemli ölçüde azaltacağı görülmektedir. Dolayısıyla sel/taşkın afeti için önemli bir ölçüt olan suların yüzeysel akışa geçmesi durumu fındık bahçeleri sayesinde ciddi oranda azalmaktadır. Yine fındık bahçelerini %25,82'lik oranla orman alanları takip etmektedir. Orman alanları da çalışma sahasının 142,51 km²'sini kaplamaktadır.

Şekil 10: Çalışma sahasına ait arazi kullanım haritası.

513

Yine orman alanlarının fazla olması yukarıda bahsedilen nedenlerden ötürü sel/taşkın afetlerini azaltıcı etki yapmaktadır. Ancak tarım alanları, yerleşme ve sanayi alanları da göz ardı edilemeyecek kadar önemli bir orana sahiptir (%13,63). Tarım, yerleşme ve sanayi alanlarının göz ardı edilemeyecek oranda olması sel/taşkın afet riskini artırıcı etki yapmaktadır. Çünkü bu alanlarda yağmur suları bölgedeki toprakların da nemli olmasının etkisiyle hızlı bir şekilde yüzeysel akışa geçmektedir. Bu durum tarım, yerleşme ve sanayi alanlarının olduğu yerlerde sel/taşkın afet riskini artırmaktadır. Yine bu üç sahanın kapladığı alan ise 78,25 km²'dir. Çalışma sahasında %1,19 oranında ve 6,58 km²'lik alana sahip olan fundalıklar da vardır. Daha çok çalı türünden oluştukları için suların yüzeysel akışa geçmesine engel olmazlar ve taşkın oluşması için zemin hazırlarlar.

Havzanın jeolojik durumu suların yüzeysel akış hızına etki eden en önemli etmenlerdendir. Genellikle zeminin yumuşak, gözenekli olduğu yerlerde yağmur sularının önemli bir bölümü bu gözenekli yapılardan daha derinlere doğru sızmaktadır. Ancak sert, suya doymuş ya da geçirimsiz formasyonlarda ise yağmur sularının önemli bir bölümü yüzeysel akışa geçerek taşkın riskine neden olabilmektedir. Çalışma sahasındaki jeolojik durum incelendiğinde formasyonların neredeyse homojen bir yapıda dağıldığını söylemek mümkündür (Şekil 11). Çalışma sahasında en fazla yer kaplayan jeolojik formasyon Maestrihtyen yaşlı kumtaşı, çamurtaşı kireçtaşı formasyonudur (Yergök, Keskin, Kara, Arslan, Dönmez, 1990). Bu formasyon grubu çalışma sahasında 182,80 km²'lik bir alan kaplamakta ve çalışma sahasında %33,12'lik bir orana tekabül etmektedir. Maestrihtyen yaşlı bu formasyon grubunu çalışma sahasının sahil kesiminde, kuzeyde, Bozdağ batısı, güneydeki aşınım yüzeylerinin kuzeyinde ve yer yer de doğu kesimlerinde görmek mümkündür (Yergök vd., 1990). Maestrihtyen yaşlı bu jeolojik formasyon grubunu 135,86 km² ve %24,61'lik oranla Üst Kretase yaşlı

traki-andezit, dasit, tf ve piroklastik kayalarlardan oluan grup takip etmektedir. Bu jeolojik formasyon grubu ise alıma sahasının daha ok dousunda ve Bozda evresinde grmek mmkndr (Yergk vd., 1990). alıma sahasının nemli bir blm kaplayan bir dier jeolojik formasyon da Orta Eosen yalı bazaltlardır (Yergk vd., 1990). Bazaltlar 107,13 km alan kaplar ve %19,41'lik bir orana sahiptir (ekil 10). Bazaltlardan oluan jeolojik formasyon ise alıma sahasının daha ok gneyinde ve yer yer yksek kesimlerinde grlmektedir (Yergk vd., 1990). Bu grup jeolojik formasyon alıma sahasının 4/5'lik kısmını kaplamakta ve zellikle ierisindeki bazalt ve andezit gibi ehir merkezlerinde su olukları yapımında kullanılan taların olması ve bu taların dayanıklı olup, geirimsizliinin az olması yamur sularının yzeyssel akıa gemesinde nemli bir etkidir. Yine alıma sahasında %3,10 oranında alvyal toprak bulunmaktadır. Bu topraklar yeraltı su seviyesinin oldua fazla olması nedeniyle de takın riskini arttırıcı zellik sunmaktadırlar.

Şekil 11: Çalışma sahasına ait jeoloji haritası.

Taşkın oluşumunda etkili olan bir diğer faktör de yağıştır. Yağışın şekli taşkın açısından önemlidir. Çünkü ani bastıran sağanaklar zemin de müsaitse suların hızlı bir şekilde yüzeysel akışa geçmesi ile birlikte sel ya da taşkın oluşumunu tetiklemektedir. Yağışın sağanak olması kadar süresi de önemlidir. Sağanak yağın bir yağmur bol miktarda su getirecek ve suların toprağa sızma imkânı olmadan sular yüzeysel akışa geçecektir. Bu durum yağmurun uzun süreli devam etmesi şeklinde düşünüldüğünde sağanak yağışın süresinin de sel/taşkın oluşumunda ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Yani yağışın şekli ve süresi sel/taşkın oluşumu için en önemli kriterlerdendir.

Çalışma sahasının yağış haritası incelendiğinde yağışların güneyde yer alan yüksek kesimlerde fazla, alçak kesimler ve vadi tabanlarında daha az olduğu görülmektedir (Şekil 12). Alçak kesimlerde

yıllık ortalama yağış 1.115 mm iken, yüksek kesimlerde 1.700 mm'nin üzerine çıkmaktadır (Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 2018). Sahanın bu denli yağış alması ise sel/taşkın afet riski açısından son derece önemlidir. Özellikle havzaların yukarı çığırlarından başlayarak toplanan yağmur suları önemli bir kütleye erişmekte ve alçak kesimlere doğru ilerledikçe güçlenerek yıkıcı bir etkiye sebep olabilmektedir.

Şekil 12: Çalışma sahasına ortalama yağış haritası.

Taşkın oluşumunda etkili olan bir diğer faktör ise yükseltidir (Şekil 13). Bilindiği üzere yükselti arttıkça yağış miktarı da artmaktadır. Dolayısıyla yüksekliğin fazla olduğu yerlerde yağış miktarı artacağından havzaya düşen su miktarı da artacak ve diğer şartlarda uygunsa su yüzeysel akışa geçecek ve taşkın oluşumu için gerekli su kütlesi toplanacaktır. Yükselti tek başına anlam ifade etmezken bakı, eğim ve iklim elemanları ile bir araya geldiğinde taşkın oluşumu için önemsenecek bir etkidir.

Şekil 13: Çalışma sahasına yükselti basamakları haritası.

Yukarıda bahsedilen eğim, bakı, toprak, arazi kullanımı, jeoloji, yağış ve yükseklik kriterleri sahanın taşkın riskini ortaya koyabilmek için yeniden sınıflandırılmaya tabi tutulmuş ve yeniden sınıflandırmaya tabi tutulan her bir kritere 1-10 arası değer verilmiştir. Sonuçta bir taşkın modeli oluşturulmuş ve analizler yapılmıştır (Şekil 14).

Şekil 14: Örnek taşkın risk modeli.

3. BULGULAR

Ünye ilçesi sahip olduğu gerek fiziki gerek beşeri coğrafya özellikleri nedeniyle her daim sel/taşkın afet riski ile karşı karşıyadır. Bu itibarla bu çalışmada sel/taşkın afet risk durumu tespit edilmeye çalışılmış ve ilçede yer alan altı (6) adet havzanın sel/taşkın afet risk analizi gerçekleştirilmiştir. Bu bölümde uygulanan yöntem, taşkın afet risk analizi ve bu analizde kullanılan parametreler, bu parametrelerin etki değerleri, alanları, oranları ile risk grupları haritaları oluşturulması süreci ifade edilmeye çalışılmıştır.

Taşkın modeli çalıştırıldıktan sonra Ünye ilçesi içerisinde yer alan altı (6) havza için taşkın afet riski sonuçları ortaya konmuştur. Taşkın modeli sonucuna göre çalışma sahasının sahil kesimleri ve akarsu vadi tabanları çok yüksek taşkın riski altında iken, yüksek kesimler ve yerleşmelerin daha seyrek olduğu alanlarda taşkın riskinin orta ya da çok düşük olduğu tespit edilmiştir (Şekil 15).

Şekil 15: Çalışma sahasına ait taşkın afet risk haritası.

Çalışma sahasında yer alan altı (6) adet havzanın geneline bakıldığında ilçe topraklarının 14,27 km²'lik bir alanının çok yüksek taşkın riski altında olduğu söylenebilir. Bu değer çalışma sahasının her ne kadar %2,59'luk küçük bir alanına tekabül etse de özellikle yerleşmelerin yoğun olduğu yerlerde olması, oluşacak herhangi bir taşkın afet karakterini kazanmasına neden olabilecek önemli bir durumdur. Yine çalışma sahasının 32,65 km²'lik bir alanı da yüksek taşkın risk grubundadır ve %5,91'lik bir orana sahiptir. Yine bu alanlar da yerleşmelerin yoğunluk kazanması dikkat çekicidir. Çalışma sahasında bu iki risk grubu 46,92 km²'lik bir alan ve %8,5'lik bir orana sahiptir. Beşeri faaliyetlerin bu alanlarda yoğunlaşması nedeniyle ortaya çıkan bu oranlar küçümsemeyecek derece önem arz etmektedir. Yine çalışma sahasının 162,98 km²'lik alanı orta derecede, 341,97 km²'lik alanı

düşük ve 0,01'lik alanı da çok düşük derece taşkın riski altındadır (Şekil 16).

Şekil 16: Çalışma sahasına ait taşkın afet risk grupları ve dağılım oranları.

Çalışma sahasında altı (6) adet havza yer alması ve bunlardan üç tanesinin (Curi, Tabakhane ve Ceviz Dereleri) yerleşme alanlarında olması nedeniyle taşkın risk sonucunu ayrı ayrı ele almakta fayda var. Çalışma sahasının en batısında yer alan Say Deresi'ne ait havzada elde edilen taşkın riski grupları arasında başı düşük taşkın riski çekmektedir. Say Deresi'ndeki toplam 29 km²'lik alanda %54,31'lik bir orana sahiptir ki; bu oran Say Dere havzasının 15,75 km²'sine tekabül etmektedir. Bu havzada yüksek ve çok yüksek taşkın riski grubuna sahip olan risk grupları ise toplamda 6,64 km²'lik bir alana sahiptir. Havzanın geri kalan kısmı ise orta düzey taşkın riski altında olan alanlardır (Şekil 17).

Çalışma sahasında Say Deresi'nin batısında yer alan Curi (Cuma) Deresi'ne ait havza yerleşimlerin olduğu bir havzadır ve 144 km²'lik bir alana sahiptir. Bu havza kapsamında gerçekleştirilen taşkın risk analizine göre havzada %53,08'lik bir oranla düşük taşkın riski grubunun olduğu görülmektedir. Ancak havzada yerleşmelerin olması %9,95'lik yüksek ve çok yüksek taşkın risk grubunun önemini arttırmaktadır. Bu iki taşkın risk grubu havzada 14,32 km²'lik bir alan tutmaktadır (Şekil 17).

Çalışma sahasında yer alan en önemli dere Tabakhane Deresi'dir. Tarihi süreç içerisinde literatürde karşılan 2006 yılındaki taşkın da bu derenin taşması ile meydana gelmiştir. Yine Tabakhane Deresi şehir merkezinde olması nedeniyle ayrı bir öneme sahiptir ve taşkınların afet karakterine bürüneceği belki de birinci havza Tabakhane Deresi havzasıdır. Yapılan taşkın afet risk analizi sonucunda bu havza da yüksek ve çok yüksek taşkın afet risk grupları birlikte %8,82'lik bir orana sahiptir. Bu oran havzanın 60 km²'lik havzanın 5,29 km²'sine karşılık gelmektedir (Şekil 17).

Sanayi tesislerinin bulunduğu bir diğer havza da Ceviz Deresi havzasıdır. Bu havza Ünye ilçesinin ekonomik anlamda can damarıdır. Ünye ilçesindeki en önemli ekonomik faaliyetler bu havzanın sahile yakın kesimlerinde gerçekleştirilmektedir. Bu havzadaki taşkın afet risk değerleri incelendiğinde yüksek ve çok yüksek taşkın riskine sahip alanların %6,43'lük bir orana sahip olduğu ve

13,63 km²'lik bir alan kapladığı görülmektedir (Şekil 17). 8-10 Ağustos 2018 tarihlerinde bu alanda çalışmayı doğrulayan ve aynı zamanda Ünye ilçesinde meydana gelen en büyük taşkın afeti yaşanmıştır.

Ceviz Deresi'nin hemen doğusunda yer alan bir diğer havza ise Kozyama (Küçükırmak) Deresi havzasıdır. Bu havza altı (6) havza içerisinde yüksek ve çok yüksek taşkın risk gruplarının en fazla olduğu havzadır ve buradaki oran %26,03'tür. Yine bu havzada düşük ya da çok düşük taşkın risk grubu yoktur. Orta derece taşkın risk grubu ise bu havzada %74,08 oranındadır. Ancak yerleşmelerin azlığı taşkın afet karakterine dönüşmemesini sağlamaktadır (Şekil 17).

İlçenin en doğusunda yer alan Kavaklar Deresi havzası ise 69 km²'lik bir alana sahiptir ve Kozyama Deresi havzası gibi düşük ve çok düşük taşkın risk grupları sunmamaktadır. Havzada yüksek ve çok yüksek taşkın grupları %17,98, orta derecedeki taşkın risk grubu ise %81,81'lik bir orana sahiptir (Şekil 17).

Şekil 17: Çalışma sahasındaki havzalara ait taşkın afet risk grupları ve dağılım oranları.

Çalışma sahasında en fazla taşkın riski altında olan havzalar sırasıyla Kozyama, Say, Kavaklar, Curi (Cuma), Tabakhane ve Ceviz Deresi'ne ait havzalardır. Ancak Curi (Cuma), Tabakhane ve Ceviz Deresi'ne ait havzalarda yüksek ve çok yüksek taşkın risk gruplarına ait oranlar diğerlerine göre az gibi görünse de bu alanlarda nüfusun daha yoğun olması ve ekonomik faaliyetlerin buralarda yoğunlaşması taşkın riskini önemli bir hale getirmektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma sahasında altı (6) adet havza üzerinde durulmuş ve her bir havza için taşkın afet risk analizi gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemleri teknikleri detaylıca kullanılmış ve taşkın afet risk analizi kapsamında taşkına etki eden doğal ve beşeri faktörler de ele alınmıştır. Çünkü hem doğal unsurlar hem de beşeri faaliyetler taşkın afet karakterine dönüşmesinde son derece etkilidir. Çalışmanın sonuç ve önerileri ise aşağıda maddeler halinde verilmiştir:

➤ Çalışma sahasında yer alan altı (6) adet havzadan özellikle nüfusun yoğun bir şekilde yer alması nedeniyle Curi (Cuma), Tabakhane ve Ceviz Derelerine ait havzalar sel/taşkın afeti açısından risk teşkil etmektedir.

➤ Sahada kayıtlara geçen en büyük taşkın afetlerinden biri 30 Haziran 2006 yılında Tabakhane Deresi'nin taşmasıyla oluşan afettir. Bu doğal afetten sonra alınan tedbirler bir daha burada taşkın olmasını engellemiştir. Ancak sanayinin yoğun olduğu Ceviz Deresi'nde hâlihazırda bir önlem alınmadığı için bu havza hala risk teşkil etmektedir.

➤ Nitekim bir başka önemli ve büyük taşkın afeti de 8-10 Ağustos 2018 tarihleri arasında Ceviz Deresi'nde meydana gelen taşkındır. Bu taşkın çalışma öncesi yapılan taşkın risk analizini doğrulamış ve ilçenin sanayi yerleşmelerinin olduğu kesiminde önemli maddi hasarlara sebep olmuş. Ceviz Deresi'nin taşması sonucu meydana gelen taşkın aynı zamanda fındık hasat zamanına denk gelmiş ve tonlarca fındığın denize sürüklenmesine sebep olmuştur.

➤ Çalışma sahasında yine sahil kesiminde taşkın riskinin fazla olduğu görülmektedir. Yılmaz'ın, (2008) yaptığı çalışmada da görüleceği üzere sahil kesiminde taşkın riskinin bu denli fazla olması Karadeniz Sahil Yolu'nun yerleşmelerden daha yüksek kotta yapılması, derelerin ağız kısmında sahil yolunun devamlılık arz etmesi bakımından yapılan köprülerin alçak inşa edilmesi, evsel katı ve sıvı atıkların da akarsular aracılığıyla denize doğru deşarj edilmesi ile birlikte köprü ayaklarının tıkanması bu riski arttırmaktadır (Yılmaz, 2008).

➤ Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla gerçekleştirilen sahanın sayısal modeli derelerin doğal yataklarının beşeri faaliyetler sonucunda değiştirildiğini göstermektedir. Özellikle derelerin doğal yataklarında imar çalışmalarına izin verilmesi felaketleri beraberinde getirmektedir. Dolayısıyla imar planlaması coğrafi açıdan da değerlendirilerek yapılmalıdır.

➤ Sahanın taşkın afet risk analizi kapsamında Coğrafi Bilgi Sistemleri yardımıyla örnek bir model oluşturulmuş ve analiz kapsamında kullanılan yedi (7) parametre bu model üzerinde değişken olarak tanımlanmıştır. Örnek bir model olmasından kasıt, başka bir saha için yapılacak bir taşkın risk analizinde yapılması gereken bu modeldeki ilgili parametreleri değiştirmek ve analizin daha hızlı gerçekleştirilebilmesine imkân tanınmasıdır.

➤ Taşkın afet risk modelinin çalıştırılması ile ortaya sahanın taşkın afet risk analizi konmuş ve sahanın taşkın risk haritası üretilmiştir. Üretilen bu taşkın risk haritası ve sahadaki meskenlerin birleştirilmesi ve nüfus, ikamet bilgilerinin bu meskenlere işlenmesi ile vatandaşlar yaşadıkları binaların ne denli risk altında olup olmadıklarını öğrenebileceklerdir. Yapılan çalışma bu altyapı düşünülerek gerçekleştirilmiştir. Böyle bir çalışma web CBS teknikleri ile gerçekleştirilebilmektedir.

Ancak böyle bir durumun ilgili yetkili idarelerin izni olmadan yapılmasının etik olmayacağı ve vatandaşlarda endişe oluşturacağı düşüncesi ile çalışmanın bu kısmı gerçekleştirilmemiştir.

➤ Sel ve taşkınlar ülkemizde depremlerden sonra en fazla can kayıplarının gerçekleştiği afetlerdir ki; bu durum dikkate alındığında bu çalışmalara daha çok ağırlık verilmesi gerektiği ortadadır.

➤ Yine ülkemizde en fazla gerçekleşen doğal afetlerden olmaları nedeniyle bir an önce sel/taşkın modelleri bitirilmeli ve farklı senaryolar ile projeler geliştirilmelidir. Geliştirilecek olan bu projelerde yağış tipini (sağanak mı, değil mi?), saatini, yerini ve zamanını tespit edecek sensörler üretilmeli, varsa geliştirilmeli ve bu sensörler aracılığıyla acil durum merkezlerine canlı veri akışı sağlanmalıdır. Böylece gerçekleşecek bir sel/taşkın durumunda insanlar daha önce belirlenen toplanma merkezlerine yönlendirilmelidir. Yani tahmin ve erken uyarı sistemlerinin daha da geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması gerekmektedir. Böyle bir sistem sayesinde vatandaşlar olası bir sel ya da taşkın durumunda kendi yaşadığı mahallenin ve yapının risk altında olup olmadığını, ne kadar zarar görebileceğini, afet anından nerelerin güvenli bölge olup olmadığını ve güvenli bölgelere en hızlı nasıl gidebileceğini önceden öğrenebilecek ve de afetzedelere daha hızlı yardım edebilmek adına yetkili idare ile iş birliğinin kendi mobil cihazları üzerinden yürütülmesine yardımcı olabilecektir.

➤ Ülkemizde bu tür doğal afetlerin fazla olması nedeniyle afet yönetimi uygulamaları arttırılmalı ve vatandaşlar bu konuda daha çok bilinçlendirilmelidir ve hatta eğitimlere tabi tutulmalıdır.

Bu çalışmanın en önemli sonucu ülkemiz genelinde çok büyük ihtiyaç duyulan **“Taşkın Erken Uyarı Sistemi”**nin hazırlanması gerekliliğini bir kere daha gözler önüne sermesidir. Bu sistem ile yerel yönetimler ve halk işbirliği ile afetlerden erken uyarılarla can ve mal kayıplarının azaltılması sağlanabilir. Böylece afet konusunda önlem alınması daha hızlı ve sağlıklı bir şekilde yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Arnell, N. W. and Gosling, S. N. (2014). The Impacts of Climate Change on River Flood Risk at the Global Scale. *Climate Change*, 134: 387-401, <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1084-5>.
- Arpacioğlu, A. (2006). TMMOB Ünye Temsilciliği Raporu (s. 198-199). Ünye, Ordu.
- Avcı, V. ve Sunkar, M. (2015). Giresun’da Sel ve Taşkın Oluşumuna Neden Olan Aksu Çayı ve Batlama Deresi Havzalarının Morfometrik Analizleri. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi*, 30: 91-119, İstanbul.
- Bahadır, M. (2014). Samsun’da Meydana Gelen 4 Temmuz ve 6 Ağustos 2012 Taşkınlarının Klimatik Analizi (s. 28-50). *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi*, İstanbul.
- Bahadır, M., Uzun, A., Zeybek, H. İ. ve Hatipoğlu, İ., K. (2017). Terme Çayı Havzası’nın Morfometrik Analizi (s. 165-187). *Terme Araştırmaları Kitabı*. Trabzon: Serander.
- Bayazit, Y., Bakiş, R., Koç, C., Kaya, T. ve Özdemir, N. (2019). Formation of Eskisehir Province Flood Maps with Using of Geographical Information Systems. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 7: 151-159. <https://doi.org/10.4236/gep.2019.711011>.
- Beden, N. (2019). *Cevizdere Havzasının Sayısal Modelleme Sistemlerine Dayalı Taşkın Analizi ve Taşkın Zararlarının Değerlendirilmesi* (s. 36-37). Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun.
- Ceylan, A. ve Kömüşçü, A.U. (2007). Meteorolojik Karakterli Doğal Afetlerin Uzun Yıllar ve Mevsimsel Dağılımları. 1. *Türkiye İklim Değişikliği Kongresi-TİKDEK* (11-13 Nisan 2007), İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Coşkun, M. ve Aksoy, B. (2010). Aksu Vadisi (Giresun) Aşağı Kesiminde Doğal Ortam Şartlarının Taşkın Üzerine Etkileri. *Gazi Türkiyat*, 7: 135-155.
- Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ). (2018). 1975-2018 yılları arası iklim verileri.

- Ege, İ. ve Duman, N., (2019). Kurudere (Dazkırı/Afyonkarahisar) Havzası'nın Sel Potansiyelinin Morfometrik Analizlerle Değerlendirilmesi, *II. Uluslararası Coğrafya Eğitimi Kongresi, UCEK-2019*, Eskişehir.
- Ekinci, D. (2004). *Gülüç Çayı Havzasının Uygulamalı Jeomorfolojisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, İstanbul.
- Elbaşı, E. ve Özdemir, H. (2018). Marmara Denizi Akarsu Havzalarının Morfometrik Analizi. *Coğrafya Dergisi*, 36: 63-84. <https://doi.org/10.26650/JGEOG418790>.
- Garipağaoğlu, N. ve Uzun, M. (2019). İznik Gölü Havzasında Doğal Ortam Koşulları, Değişimler ve Muhtemel Risklerin Havza Yönetimi ve Planlamasına Etkisi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 24 (42): 1-15.
- Hoşgören, Y. (2001). *Hidroğrafya'nın Ana Çizgileri 1: Yeraltıları-Kaynaklar, Akarsular*. İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Jongman, B., Ward, P. J. and Aerts, J. C. J. H. (2012). Global Exposure to River and Coastal Flooding_ Long Term Trends and Changes. *Global Environmental Change*, 22: 823-835.
- Kadıoğlu, M. (2011). *Afet Yönetimi: Beklenilmeyeni Beklemek, En Kötüsünü Yönetmek*. İstanbul: Marmara Belediyeler Birliği Yayını.
- Kömüşçü, A. Ü., Çelik, S. ve Ceylan, A. (2011). 8-12 Eylül 2009 Tarihlerinde Marmara Bölgesi'nde Meydana Gelen Sel Olayının Yağış Analizi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 9 (2): 209-220, Ankara.
- Ocak, F. (2018). *Ünye Şehir Sellerinin Zarar Görebilirlik Yöntemi ile İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Samsun.
- Ocak, F. ve Bahadır, M. (2018). Doğal Afet Yönetiminde Web CBS Teknolojisi Kullanımı: Ünye Taşkın Bilgi ve Yönetim Sistemi (UTBİS) (s. 227-233). *II. Kapadokya Yer bilimleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, Niğde.
- Özdemir, H. (2008a). GIS-Based Landslide Risk Analysis in the Havran River Basin (Western Turkey). *EGU General Assembly*, Vol: 10, Vienna.
- Özdemir, H. (2008b). Taşkınların Tahmini ve Risk Analizinde CBS-UZAL ve Hidrolik Modellemenin Entegrasyonu. *DSİ XI. Bölge Müdürlüğü Taşkın Konferansı*, Edirne.
- Özşahin, E. (2013). Arnavutluk'ta Taşkın Risk Analizi. *Uluslararası Avrasya Sosyal Bilimler Dergisi*, 4 (12), Arnavutluk.
- Saaty, T. L. (1989). *Hierarchical-Multiobjektive Advanced Technology*, (s. 485-489). 5 (4).
- Sunkar, M. ve Tonbul, S. (2009). Batman'da Yaşanan Taşkın (31 Ekim-1Kasım 2006) ile Meteorolojik Olaylar Arasındaki İlişkiler (s. 121-130). 3. Ulusal Kar Kongresi (17-19 Şubat 2009). *T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları*, Erzurum.
- Sunkar, M. ve Tonbul, S. (2010a). Batman'da 31 Ekim-1 Kasım 2006 Tarihinde Yaşanan Taşkın Nedenleri (s. 349-361). *II. Ulusal Taşkın Sempozyumu 22-24 Mart 2010 Tebliğler Kitabı*, Afyonkarahisar.
- Sunkar, M. ve Tonbul, S. (2010b). Hydrographic Analysis of Iluh Creek Causing Flood and Torrent Events in Batman. *The 2nd International Geography Symposium (GEOMED 2010)*, Kemer, Antalya.
- Sunkar, M. ve Tonbul, S. (2010c). İluh Deresi Havzası'na (Batman) Yönelik Sel ve Taşkın Riski Analizleri (s. 255-273). ISSN:1306-3111, *e-Journal of New World Sciences Academy*, 5 (4).
- Turoğlu, H. (2005). Bartın'da Meydana Gelen Sel ve Taşkınlara Ait Zarar Azaltma ve Önleme Önerileri (s. 104-110). *İ.T.Ü. Türkiye Kuvaterner Sempozyumu V, 02-03 Haziran 2005 Bildiriler Kitabı*, İstanbul.
- Turoğlu, H. ve Özdemir, H. (2005). *Bartın'da Sel ve Taşkımlar: Sebepler, Etkiler, Önleme ve Zarar Azaltma Önerileri*. İstanbul: Çantay Kitabevi.
- Turoğlu, H. ve Aykut, T. (2019). Ergene Nehri Havzası için Hidromorfometrik Analizlerle Taşkın Duyarlılık Değerlendirmesi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, 2: 1-15.

- <https://dergipark.org.tr/en/pub/jader/issue/44568/538941>.
- UNISDR and CRED. (2018). *Economic Losses, Poverty & Disasters*. 1998-2017.
- Utlı, M. ve Özdemir, H. (2018). Havza Morfometrik Özelliklerinin Taşkın Üretmedeki Rolü: Biga Çayı Havzası Örneği. *Coğrafya Dergisi*, 36: 49-62.
- Uzun, A. (1995). Erzurum Çevresindeki Sellere Bir Örnek: 16 Ağustos 1994, Rize Kent Seli. *OMÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9: 246-260, Samsun.
- Uzun, A. (2007). Doğu Karadeniz Kıyı Kuşağında Coğrafi Yapı Sel İlişkisi (s. 387-393). *TMMOB Afet Sempozyumu 5-7 Aralık 2007 Bildiriler Kitabı*, Ankara.
- Uzun, A. (2010). Samsun Şehir Taşkınlarına Coğrafi Bakış (s. 45-52). *II. Ulusal taşkın Sempozyumu 22-24 Mart 2010 Tebliğler Kitabı*, Afyonkarahisar.
- Visser, H., Petersen, A. C. and Ligtvoet, W. (2014). On the Relation Between Weather-Related Disaster Impacts, Vulnerability and Climate Change. *Climatic Change*, 125: 461-477.
- Winsemius, H. C., Aerts, J. C. J. H., Beek, L. P. H., Bierkens, M.F. P., Bouwman, A., Jongman, B., Kwadijk, J. C. J., Ligtvoet, W., Lucas, P. L., Vuuren, D. P. & Ward, P. J. (2015). Global Drivers of Future River Flood Risk. *Nature Climate Change*, Vol: 6.
- Yergök, A., Keskin, İ., Kara, H., Arslan, M. ve Dönmez, M. (1990). *MTA Teknik Rapor*, No: 10182.
- Yılmaz, C. (2008). Karadeniz Sahil Yolunun Kıyı Kentleri Üzerine Etkileri (s. 147-157). Ankara Üniversitesi, Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi (TÜCAUM), *V. Ulusal Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, Ankara.
- Zeybek, H. İ. (2007). *Samsun İlinde Etkili Olan Başlıca Doğal Afetler, Geçmişten Geleceğe Samsun* (s.343-366). Samsun: Samsun Büyükşehir Belediyesi Kültür ve Sosyal İşler Daire Başkanlığı Yayınları.
- Zeybek, H. İ. (2009). 2-3 Mart 2005 Turhal Sel Afeti ve Sonuçları. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 21: 233-247, Erzurum.
- Zeybek, H. İ., Uzun, A., Yılmaz, C., Bahadır, M., Hatipoğlu, İ. K. ve Dinçer, H. (2017). Terme İlçesi Sel ve Taşkınları, *Terme Araştırmaları Kitabı* (s. 235-266). Trabzon: Serander.

İnternet Veri Kaynakları

- URL-1: <https://www.munichre.com/en/company/investors/reports-and-presentations/annual-report.html>
- URL-2: T.C. Tarım Ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Meteorolojik Afetler, 2018, <https://www.mgm.gov.tr/files/genel/kitaplar/2018meteorolojikafetlerdegerlendirmesi.pdf>.
- URL-3: <https://www.youtube.com/watch?v=9T6pX20ddjA>:SET:04.09.2019.
- URL-4: <https://www.trthaber.com/haber/turkiye/orduda-sel-felaketi-379211.html>:SET:04.09.2019.

Kurumsal Veri Kaynakları

- 1/25.000 Ölçekli topoğrafya haritaları
- 1/25.000 Ölçekli jeoloji haritaları
- 10 metre yersel çözünürlüklü ASTER GDEM verisi
- 1/25.000 ölçekli sayısal Türkiye Toprak haritası verileri (Çevre ve Orman Bakanlığı Verileri).
- Coğrafi bilgi sistemleri açık erişimli programları
- Açık erişimli Landsat Uydu Görüntüleri
- Google Earth veri seti ve konumsal bilgileri