Doğankent (Harşit) Çayı Havzası'nın Yukarı ve Orta Kesimlerinde Arazi Uygulamalı Çığ Duyarlılık Analizi¹

Arş. Gör. Fatih Işık

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9507-5651>

Gümüşhane Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Gümüşhane – TÜRKİYE

Dr. Öğr. Üyesi Muhammet Bahadır

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

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

Prof. Dr. Halil İbrahim Zeybek

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4097-9079>

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

Makale Geçmişi

Geliş: 25.11.2019

Kabul: 30.12.2019

On-line Yayın: 31.12.2019

Anahtar Kelimeler

Doğal Afet

Çığ

CBS

Duyarlılık Analizi

Gümüşhane

Araştırma Makalesi

DOI: [10.9761/JASSS39990](https://doi.org/10.9761/JASSS39990)

Öz

Dağlık, engebeli ve yükseltinin fazla, kar yağışının yoğun olduğu arazilerde birikmiş olan kar tabakasının çeşitli sebeplerle akması çığ olayı olarak ifade edilebilir. Çığlar, can ve mal kayıplarına neden olmanın yanı sıra, çevre üzerinde de olumsuz etkilere yol açar. Ülkemizde ortalama yükseltinin ve eğimli arazilerin fazla olması, ayrıca iklimin etkisi ile kar yağışlarının yer yer yoğun görülmesi çığ olaylarının oluşumunu kolaylaştırmaktadır. Ülkemizde özellikle Doğu Karadeniz Bölümü ve Doğu Anadolu Bölgesi çığ olaylarının fazla görüldüğü sahaları oluşturmaktadır. Bu sahalarda kış döneminde yoğun olarak görülen çığ olaylarında can ve mal kayıpları yaşanmakta, ulaşım yolları kapanmaktadır. Bu nedenle çığ yollarının belirlenmesi ve çığa duyarlı alanlarının tespit edilerek önlem alınması önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın amacı, büyük kısmı Gümüşhane ili sınırları içinde yer alan Doğankent (Harşit) Çayı Havzası'nın yukarı ve orta kesiminde çığ duyarlılığı yüksek olan alanları belirlemektir. Bu çalışma hazırlanırken Doğankent Çayı Havzası'na ait 1/100.000 ölçekli topografya haritaları sayısallaştırılarak kullanılmıştır. Ayrıca 30x30 boyutlu Aster DEM görüntülerinden de yararlanılmıştır. Bu veriler havzanın eğim, baki, yükseklik ve yamaç şekli haritaları üretilmesinde altlık verisi olarak kullanılmıştır. Sahanın bitki örtüsü uzaktan algılama ile belirlenmiştir. Çığ duyarlılık haritasının üretilmesinde Afet ve Acil Durum Yönetimi Kurumu'nun puanlama kriterlerinden yararlanılmıştır. Arazi çalışmaları ile çığ yolları ve çığ izleri incelenmiş ve fotoğraflanmıştır.

Çığ duyarlılık haritasına göre çığ duyarlılığının çok yüksek olduğu alanlar havzanın güneybatısı ve kuzeydoğusunda yoğunlaşmaktadır. Bu alanlarda çığ duyarlılığının yüksek olmasında dağlık ve engebeli arazi ile bitki örtüsünden yoksun yamaçların yer alması etkilidir. Ayrıca önemli bir ulaşım yolu olan Gümüşhane-Trabzon karayolunun bulunduğu sahalarda eğim değerlerinin yüksek olması çığ duyarlılığını yükseltmektedir. Buna karşın çığ duyarlılığının düşük olduğu yerler havzanın kuzeybatı kesimidir. Buralardaki duyarlılığının düşük olmasında gür orman örtüsü ve dikili arazilerin (fındık vb. gibi) varlığının etkili olduğu düşünülmektedir. Çalışma sonucunda elde edilen duyarlılık haritası ile havzada çığ olayları için alınabilecek önlemler birlikte değerlendirilmiştir. Çığ yolları ve kurulması gereken çığ güvenlik setlerinin konumları arazide tespit edilmiştir. Dolayısıyla bu çalışmanın, yaşanabilecek çığ olaylarına karşı yetkili mercilerin tedbir almasına dönük yararlı bir kaynak olacağı düşünülmektedir.

Atıf Bilgisi / Reference Information

Işık, F.; Bahadır, M. ve Zeybek, H. İ. (2019). Doğankent (Harşit) Çayı Havzası'nın Yukarı ve Orta Kesimlerinde Arazi Uygulamalı Çığ Duyarlılık Analizi. *Jass Studies- The Journal of Academic Social Science Studies*, Number: 77, Winter, p. 335-353.

¹ Bu çalışma Uluslararası Jeomorfoloji Sempozyumu'nda (10-12 Ekim 2019) bildiri olarak sunulmuştur.

The Land Applied Avalanche Sensitivity Analysis in The Upper and Middle Part of Dogankent (Harsit) Stream Basin

Ress. Asst. Fatih Işık

Gumushane University, Faculty of Literature, Department of Geography, Gümüşhane – TURKEY

Asst. Prof. Dr. Muhammet Bahadır

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

Prof. Halil İbrahim ZEYBEK

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

Article History

Submitted: 25.11.2019

Accepted: 30.12.2019

Published Online: 31.12.2019

Key Words

Natural Disaster

Avalanche

GIS

Sensitivity Analysis

Gümüşhane

Research Article

DOI: [10.9761/JASSS39990](https://doi.org/10.9761/JASSS39990)

Abstract

Avalanche event can be expressed as the flow of layers of snow accumulated in mountainous rugged and high altitude areas of heavy snowfall due to various reasons. Avalanches not only cause loss of life and property, but also have negative effects on the environment. The high average elevation, quite sloping lands, the effect of the climate and the heavy snowfall in some places of our country bring about avalanches. Especially, the Eastern Black Sea Region and the Eastern Anatolia Region are the areas where the avalanche incidents are most common. In these areas, avalanche events which are seen intensively in the winter period result in loss of life and property and make transportation routes closed. For this reason, it is important to determine the avalanche roads and take precautions by detecting the areas being sensitive to avalanche events.

The aim of this study is to determine the areas being sensitive to avalanche in the upper and middle part of Doğankent River Basin which is located within the borders of Gümüşhane province. In the preparation process of this study, 1 / 100,000 scaled topography maps of Doğankent Stream Basin have been digitized and used. Also, 30 x 30 Aster DEM images have been used. These data have been used as a base to produce a slope, aspect, height and slope shape maps of the basin. The vegetation of the area has been determined by remote sensing. The scoring criteria of the Disaster and Emergency Management Authority have been used to produce the avalanche sensitivity map. Avalanche paths and avalanche traces have been examined and photographed in field studies.

According to the avalanche sensitivity map, areas with high sensitivity are concentrated in the southwest and northeast of the basin. The presence of mountainous and hilly terrain and slopes lacking vegetation cause high level of avalanche sensitivity in these areas. Furthermore, Gumushane-Trabzon highway, which is an important transportation road, has high slope values and this situation increases avalanche sensitivity. However, the avalanche sensitivity is low in the northwestern part of the basin. It is assumed that the northwestern part of the basin has low level of avalanche sensitivity because this region is covered by lush forest and planted land (e.g. hazelnut). The sensitivity map obtained as a result of the study and the measures that could be taken for avalanche events in the basin were evaluated together. The avalanche paths and the location of avalanche safety sets which should be built were also determined in the field. It is considered that this study will be useful for the competent authorities when they take measures against avalanches.

1. GİRİŞ

Köken itibariyle afet türleri ile ilgili yapılan sınıflandırmalarda çığ, atmosfer kökenli afetler içerisinde yer almaktadır. Çığ, eğimli bir kayma yüzeyi boyunca yerçekiminin etkisi altında gerçekleşen oldukça hızlı kar akışına verilen addır (AFAD, 2018:20). Çığ, ülkemizde ve dünyada sık yaşanan afetlerdendir.

İnsanın bilgi ve bilinç düzeyi tarih boyunca coğrafi unsurların etkisi altında şekillenmiş ve gelişmiştir. Daha çok gelişmiş ülkelerde yaşayan insanlar, spor etkinliklerinin çeşitlenmesi ve ulaşım ağlarının gelişmesiyle birlikte artık başka yerlere gitmeye başlamıştır. Özellikle artan refahla birlikte kış turizmine verilen önemin de artması çığ olayından etkilenenlerin sayısını arttırmıştır. Son yıllarda dünya genelindeki çığ olaylarında oluşan yıllık can kaybının ortalama 250 kişi olduğu tahmin edilmektedir (AFAD, 2018:17). Dünya genelinde meydana gelen çığ olaylarını kronolojik olarak değerlendirdiğimizde; Birinci Dünya Savaşı sırasında 1916-1917 kışında Avusturya-İtalya Alplerinde 40.000 ila 80.000 arasında askerin öldüğü tahmin edilmektedir (AFAD, 2018:16). Bunun yanında, terör kışı (winter of terror) olarak anılan 1950-1951 kışında Avusturya, Fransa, İsviçre, İtalya ve Almanya Alplerinde gerçekleşen 649 çığda 265 kişi hayatını kaybetmiştir. 1970 yılının kışında Peru'da (Huascarán avalanche) depremle tetiklenen kar çığı ve moloz akıntısı iki kasabada olmak üzere 20.000'den fazla kişinin ölümüne neden olmuştur. 1979 yılının kışında Hindistan'da 200 kişi; 2002 yılının kışında Rusya'da 125 kişi; 2010 yılının kışında Afganistan'da 172, Pakistan'da 102 kişi; 2012 yılının kışında yine Afganistan'da 201 kişi, Pakistan'da 138 kişi; 2017 yılının kışında İtalya'da 29 kişi, Hindistan'da 24 kişi çığ nedeniyle hayatını kaybetmiştir (Web 1, 2019).

Türkiye, ortalama yükseltisinin fazla (1.132 m) olması ve orta kuşakta yer alması sebebiyle bilhassa kış mevsiminde belirli bölgeleri yoğun kar yağışı alan ülkelerden biridir. Özellikle doğu ve kuzeydoğu kesimleri yoğun kar yağışına maruz kalmaktadır. Bunun yanında eğitim değerlerinin yüksek oluşu ve bitki örtüsünden yoksun yamaçların varlığı çığ olaylarının oluşumuna zemin hazırlamaktadır. Ülkemizde yaşanan çığ vakalarında yaşanan can kayıpları incelendiğinde; 1950-1990 arasında 419 kişi; 1990-1993 arasında 463 kişinin hayatını kaybettiği anlaşılmaktadır (Gürer ve Tunçel, 1994:11). Meydana gelen bu çığ olayları içerisinde şimdiye kadarki en etkili olanı Ocak 1993'te Soğanlı Dağları çevresinde Bayburt'un Aydıntepe ilçesindeki Üzengili Köyü'nde olmuştur. Bu köyde meydana gelen çığda 59 kişi hayatını kaybetmiştir (Gürer ve Tunçel, 1994:11). Bir diğer etkili çığ ise Aralık 1992'de gerçekleşmiştir. Batı Karadeniz'de (Kastamonu-Sinop illerinde) meydana gelen bu çığda 16 kişi ölmüştür (Gürer, Tunçer, ve Sayın, 1994:82). Karaçam Deresi Havzası'na yönelik hazırlanan uygulamalı jeomorfoloji konulu yüksek lisans tezinde Işık, (2017), havzada çığ oluşumu ve alınması gereken önlemlere dikkat çekmiştir (Işık, 2017:2). Ayrıca sahadaki çığ olayları ile ilgili bir makale yayımlanmıştır (Işık, Bahadır ve Uzun, 2019:51). Bunların yanında araştırma sahasının içinde yer alan Zigana'da (Gümüşhane) 2009 yılında 11 kişi çığ nedeniyle hayatını kaybetmiştir. Bu nedenle çalışmada Doğankent Çayı Havzası'nın yukarı ve orta kesiminde çığ duyarlılık analizi yapılmıştır. Yapılan analizin doğruluğu arazi çalışmasıyla desteklenmiş ve gerekli düzeltmeler gerçekleştirilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Karasal iklim şartlarının hâkim olduğu, eğitim değerlerinin 35°-40° arasında değiştiği ve kar yüzeyinin sığ, zayıf bir özellik gösterdiği alanlarda çığ oluşum potansiyeli yüksektir. Çalışmamızın sınırını oluşturan Doğankent Çayı Havzası'nın yukarı ve orta kesimi bu özellikleri barındıran bir yapıya sahiptir. Geçmiş yıllarda yaşanan çığ kayıtlarına bakıldığında havzada irili ufaklı birçok çığın meydana gelmiş olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 1). Bu çığlar can ve mal kayıplarına neden olup, havza insanı için problem teşkil etmiştir.

Tablo 1. Gümüşhane'de meydana gelen bazı çığ afetleri.

Afetin Türü	Etüt Tarihi	İlçesi	Belde-Köy	Mahalle	Sonuç*
Çığ	09.07.08	Merkez	Akocak Köyü		Afete maruz bölge ilan edildi.
Çığ	06.09.12	Merkez	Arslanca Köyü	Küçükçimen Yaylası	Afete maruz bölge ilan edildi.
Çığ	14.09.79	Merkez	Erdemler Köyü	Balabanlı ve Gâvurlu M.	Meskûn mahallin dışında gerçekleşti. Ağaçlandırma yapılması önerildi.
Çığ	29.08.83	Merkez	Örenler Köyü		Afete maruz bölge ilan edildi.
Çığ	09.07.08	Merkez	Esenler Köyü		Konutun olmadığı yerde gerçekleşti.
Çığ	05.03.14	Merkez	Boğalı Köyü		Genel hayata etkisiz görülmüştür.
Çığ	21.03.07	Merkez		Süleymaniye Mah.	Genel hayata etkisiz görülmüştür.
Çığ	27.03.02	Kürtün	Aş. Karadere K.		Meskûn mahallin dışında gelişti. Çığın geldiği anda geçmekte olan 2 kişi hayatını kaybetti.
Heyelan+Çığ	26.04.89	Torul	Atalar Köyü	Özlüce Mah.	14 konutun nakli önerildi.11 afetzede hak sahibi kabul edildi. Afete Maruz Bölge ilan edildi (Hasanbey Mah. Afet konutları).
Çığ	25.01.09	Torul	Köstere Köyü		11 dağcı çığ altında kalıp ölmüş 7 dağcı da yaralanmıştır.

*Çığ afeti sonrasında araştırmacı tarafından alınan sonuçlardır.

Kaynak: Gümüşhane Valiliği-İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü verileri.

1.2. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Büyük kısmı ile Gümüşhane ili sınırları içinde yer alan Doğankent Çayı Havzası'nın yukarı kesiminde çığ duyarlılığı olan alanları belirlemek bu çalışmanın temel amacıdır. Havzanın duyarlılık haritası oluşturulurken araziden elde edilen bilgiler analizlere eklenmiş ve daha doğru sonuç elde edilmeye çalışılmıştır. Bu sayede havzada yaşayan insanlar için çığ olaylarına karşı güvenli alanlar tespit edilmiş ve alınabilecek önlemlere vurgu yapılmıştır.

1.3. Araştırma Sahasının Yeri ve Sınırları

Araştırma sahası Doğu Karadeniz Bölümü içinde yer almaktadır. Saha Doğankent Çayı akaçlama alanı olarak belirlenmiş ve su bölümü çizgileri (interflüv) ile sınırlandırılmıştır. Havza büyük kısmı ile Gümüşhane ili sınırları içinde kalmaktadır. Bazı alanlar Giresun ve Trabzon illerine taşmaktadır. Sahanın idari olarak kuzey ve kuzeydoğusunda Trabzon, doğusunda Bayburt, batı ve kuzeybatısında Giresun illeri bulunmaktadır. Güney sınırında ise Gümüşhane iline bağlı Şiran, Kelkit ve Köse ilçeleri yer almaktadır. Havza 2920,2 km²'lik alan kaplamaktadır. Kuzey ve kuzeydoğudaki su bölümü çizgileri Zigana, Kolat, Kostan ve Karakaban Dağları üzerinden, güneyde Gümüşhane Dağları üzerinden geçmektedir (Şekil 1).

Şekil 1. Doğankent Çayı Havzası'nın yeri.

2. MATERYAL – YÖNTEM

Herhangi bir doğal afet türünü incelemeye yönelik çalışmalarda ilk olarak uygulanması gereken aşama, incelenmesi yapılan afet türüne ait özelliklerin ortaya koymak, afet türü parametrelerinin sentezlenebileceği bir veri tabanı ve envanteri oluşturmaktır. Bu çalışmada da hidrometeorolojik afet olarak değerlendirilen çığ afeti, eğim, yükselti, bakı gibi jeomorfolojik faktörlerin etkisi altında gelişen bir mekanizmaya sahiptir. Bu nedenle çalışmanın analizi jeomorfolojik ve meteorolojik özellikler ışığında değerlendirilip bir veri tabanı oluşturulmuştur. Çalışmanın materyal elde etme sürecinde birinci aşamada, 1/100.000 topoğrafya haritaları, 30x30 boyutlu Aster DEM görüntüleri, uzun yıllık iklim verileri, afet raporları ilgili kurum ve kuruluşlardan temin edilmiştir. İkinci aşamada, temin edilen veriler coğrafi bilgi sistemleri (CBS) programına aktararak çığda etkili olan eğim, bakı, yükseklik, yamaç şekli ve bitki örtüsü haritaları üretilmiştir. Üçüncü aşamada ise, arazi çalışmaları yapılarak tespit edilen duyarlı alanları koordinatlı olarak belirlenip sisteme katılmış önemli çığ alanlarından ve eski çığ yataklarından fotoğraflar çekilmiştir.

Çalışmanın yöntem kısmında, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'nın (AFAD) bütünlük tehlike haritalarının oluşturulmasına yönelik puanlama ölçütleri kullanılmıştır. Bu puanlama sistemi, parametrelerin kendi içinde gruplandırılarak toplam puanların, ilgili alt parametre gruplarına atanmasına dayanmaktadır (AFAD, 2015:29). Dikkate alınan bu parametreler ve alt parametrelerin etki değeri (Tablo 2) genel çığ oluşumu üzerindeki yüzdesel etki ile çarpılarak toplam puanı elde edilmiştir (Formül 1). Toplam puan kullanılarak eğim, bakı, yükseklik, yamaç şekli ve bitki örtüsü haritalarının puanlandırılmış haritaları oluşturulmuştur. Bu puanlama sistemiyle oluşturulan her bir harita program içerisindeki 'Raster Calculator' modülü ile hesaplanıp yeni bir harita üretilmiştir. Raster Calculator ile elde edilen haritanın içerdiği değerler (en düşük: 60 ile en yüksek: 300) gözetilerek, "Reclassify" modülü ile yeniden sınıflamaya sokularak sonuç haritası elde edilmiştir (Şekil 2). "Çok Düşük" ile "Çok Yüksek" sınıflar arasındaki değişim grupları için beş sınıf gözetilmiş, sınıflar arası tanımlama, sınıflar arası 48'er sınıf aralığı artışı yapılarak (Sınıf Aralığı: 300-60/Sınıf Sayısı=48) belirlenmiştir.

Tablo 2. Çığ duyarlılığında kullanılan parametreler ve alt parametrelere ait etki değerleri.

Parametreler	Alt Parametreler	Etki Değeri	Ağırlık (%)	Toplam Puan
Yükseklik (m)	< - 1000	0	15	0
	1000-1500	1		15
	1500-3000	2		30
	> - 3000	3		45
Eğim (°)	0-10	0	30	0
	10-28	1		30
	28-45	3		90
	45-55	2		60
	> 55	1		30
Bakı (°)	Düz	0	20	0
	Kuzey (0-45;315-360)	3		60
	Doğu (45-135)	2		40
	Güney (135-552)	1		20
	Batı (225-315)	2		40
Yamaç Şekli (Eğrisellik)*	İçbükey (Eğrisellik <-0,2)	3	20	60
	Düz (-0,2 <Eğrisellik <0,2)	2		40
	Dışbükey (0,2 <Eğrisellik)	1		20
Bitki Örtüsü**	Orman formasyonu	0	15	0
	Orman+Çalı+Fındık+Beşeri Faa.	1		15
	Çalı+Ot+Beşeri Faa.	2		30
	Ot formasyonu+Çıplak alan	3		45

Kaynak: (AFAD, 2015'den alınmış, orijinal kaynak- aşağıda verilmiştir).

*Magioni ve Gruber, (2003:408) temel alınmıştır.

**Google Earth görüntüleri ve arazi gözlemleri ile denetlenerek hazırlanmıştır. Bu çalışmada analizler yapılırken uygulanan parametrelerin her araziye uymadığı düşünülerek arazi çalışmalarında tespit edilen çığ yolları ve yakın çevresi risk analizlerinde daha yüksek puanlamaya tabi tutulmuştur. Analizler yapılırken aşağıdaki formül oluşturulmuş ve bu formüle göre elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır. Söz konusu formülün sağlaması yapılmış ve matematiksel olarak uygulanabilirliği tespit edilmiştir.

Formül 1:

$$\sum_{\text{Duyarlılık Durumu}} = E (Et \times \%) + B (Et \times \%) + Y (Et \times \%) + Yş (Et \times \%) + B\ddot{o} (Et \times \%)$$

Formüle göre: E: Eğim, B: Bakı, Y: Yükseklik, Yş: Yamaç Şekli, Bö: Bitki Örtüsü, Et: Etki değeri, %:Ağırlık yüzdesini ifade etmektedir. Formülde ifade edildiği gibi duyarlılık alanı belirlenmektedir. Örneğin en yüksek duyarlılığa sahip alanı belirlerken;

$$\sum_{\text{Duyarlılık Durumu}} = E (3 \times 30) + B (3 \times 20) + Y (3 \times 15) + Yş (3 \times 20) + B\ddot{o} (3 \times 15)$$

işlemi uygulanmıştır.

Havzada çığ afet durumunu belirlemede son olarak çığ duyarlılık haritası ve arazide yapılan çalışmalarla belirlenen çığ alanları haritası birleştirilmiştir. Haritaların birleştirilmesinden sonra CBS

programı içinde yer alan “intersect” modülü ile birbirlerine olan kesişimi sağlanarak alansal dağılımları ortaya koyulmuştur. Bu sayede çalışmanın güvenilirliği arazi çalışmalarıyla artırılmıştır.

Şekil 2. Çığ duyarlılık analizinde kullanılan parametre ve alt parametrelere ait etki değerleri haritaları.

3. BULGULAR

Günümüze kadar oluştuğu tespit edilen çığlarda dört ana koşulun etkili olduğu görülmektedir. Bunlar; kar örtüsü, meteorolojik koşullar, topografik koşullar ve çığ tetikleyicileridir (AFAD, 2018:23). Doğankent Çayı Havzası'nda meydana gelen ve gelecek olan çıgı anlamamız için bu dört unsurun irdelenmesi gerekmektedir.

Kar, ilk yağdığı zaman birbirine kaynaşmamış, gözenekli ve yoğunluğu az bir yapıya sahiptir. Taze karın yoğunluğu 0,06-0,16 iken neve buzunun yoğunluğu ise 0,72-0,81'dir (Erinç, 2010:165). Yağan karın zamanla üst üste birikmesiyle karın gözeneklilik oranı azalarak yoğunluğu artmaktadır. Bu süreç boyunca farklı zamanlarda yağan kar birbirinden farklı tabakalar oluşturarak çığ oluşumuna zemin hazırlamaktadır. Çünkü birbirine kaynaşmamış olan tabakalar kayma yüzeyi oluşturarak çığ oluşma potansiyelini artırır. Çalışma sahasında yapılan gözlemlere ve ilgili kurumdan (Gümüşhane Meteoroloji Müdürlüğü) alınan bilgilere göre yağan kar yüksek kesimlerde toz şeklinde iken merkeze yakın kesimlerde sulusepken şeklindedir. Bu nedenle yüksek kesimlerde ara ara yağan toz kar zamanla farklı tabakalar oluşturup çığa zemin hazırlamaktadır. Bunların yanında merkezi kesimde yağan sulusepken kar sahada gevşek tabaka çığlarının oluşumunda etkilidir. Gevşek tabaka çıgı 15° eğimde gerçekleşme olanağına sahiptir (Perla ve Martinelli, 1976:67). Buna bağlı olarak kar, eğimin az olduğu yamaçlarda bile kolayca akışa geçmektedir (Foto 1).

Foto 1. Kayabaşı- İkiz Köyü arası tipik bir noktasal çiğ oluşumu (Kaynak: Sabır AKBAŞ).

Havza, Doğu Karadeniz kıyı kuşağına göre karasallığın ağır bastığı bir iklime sahiptir. Kar yağışlı gün sayısı havza çevresindeki meteoroloji istasyonlarında yıllık ortalama 20 ile 35 gün arasında değişmektedir. En fazla kar yağışı aralık, ocak ve şubat aylarında görülür (Tablo 3).

Tablo 3. Gümüşhane ilindeki meteoroloji istasyonlarında ölçülen kar yağışlı günler ortalaması.

İstas- yon	Rasat Süresi	Aylar												Toplam
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Kale	7	8,00	9,14	6,14	1,14	0,29	-	-	-	-	-	1,00	4,43	30,14
Kelkit	18	5,39	4,78	3,83	1,39	0,22	-	-	-	-	0,33	2,78	4,06	22,78
Köse	9	5,17	5,00	3,44	0,56	0,44	-	-	-	-	-	2,78	4,06	24,10
Kürtün	7	7,14	7,00	3,86	1,14	0,57	-	-	0,14	-	-	3,71	4,86	28,42
Merkez	44	8,86	7,75	6,20	1,57	0,07	-	-	-	-	0,25	2,84	6,70	34,26
Şiran	14	4,86	4,57	3,21	0,79	0,21	-	-	-	-	0,50	3,14	4,64	21,92
Torul	7	5,86	4,43	2,57	0,71	0,14	-	-	-	-	0,14	2,57	4,14	20,56

Kaynak: Gümüşhane Meteoroloji İstasyon Müdürlüğü.

Kar yağışlı gün sayısının fazla olması ve karasal iklim şartları nedeniyle karın yerde kalma süresinin uzaması çığ oluşumuna zemin hazırlamaktadır. Gümüşhane Meteoroloji istasyonuna ait uzun yıllık ölçüme göre kışın havzada kar kalınlığı ortalama 1 metreye ulaşmaktadır (Foto 2).

Bu veriler meteoroloji istasyonunun bulunduğu sahaya ait olması daha yükseklerle yağın kar kalınlığını yansıtmamakla birlikte fikir vermesi açısından önemlidir. İnceleme alanında şehir merkezlerinden çevre yüksek alanlara doğru çıkıldıkça yağın kar miktarı ve karın yerde kalma süresi artmaktadır. Çığ olayları merkezden daha ziyade kırsalda yaygın olarak etkili olmaktadır. En yüksek kar kalınlığı 2,5 metre ile 1992 yılında en düşük kar kalınlığı ise 2014 yılında 14 cm olarak ölçülmüştür. Genel olarak değerlendirildiğinde kar kalınlığının ve kar yağışlı gün sayısının fazla olması çığ duyarlılığını arttırmaktadır (Şekil 3).

Foto 2. Havzada kar kalınlığı 1-1,5 metreyi bulmaktadır (Kaynak: Sabır AKBAŞ).

Şekil 3. Gümüşhane merkez istasyonunda ölçülmüş kar kalınlıkları (1965-2019), (MİGM).

Çığların oluşumunda etkili olan meteorolojik faktörlerin yanında asıl etki ise topografik ve arazi yapısıyla ilgilidir (Smith ve Mcclung, 1997:166,167). Çünkü topografik şartlar içerisindeki yamaç eğimi, baki, yüksekti ve yamaç şekli çığ oluşumunu anlamamızda en önemli unsurlardır. Yamaç eğimi başta çığların kopma hatlarının konumu olmak üzere çığ olayını belirleyen önemli faktörlerden biridir (Göl, 2005:52). Çığların meydana geldiği yamaçlarda en duyarlı eğim değerlerinin 28° ile 45° arasında

olduğu bilinmektedir. (Göl, 2005:52). Havzanın 1428,7 km²'lik alanında eğim değeri 28°-55° arasında yer alır. Bu durum havzada çığ oluşumunu desteklemektedir (Foto 3).

Foto 3. Yağmurdere Köyü'nde çığ tehlikesi altındaki evlerden görünüm.

Baki parametresinin analizlerde kullanılmasında temel ilke, yamacın baktığı yön ile güneş ışığını alma veya alamama, rüzgâr yönü, hava akımı gibi bölgesel özelliklerin bir arada değerlendirilmesidir (AFAD, 2018:73). Yapılan bir çalışmaya göre Avusturya ve İsviçre'de tutulan istatistiklerine göre, çığların % 50'sinin kuzey sektöründe (KB - K - KD) meydana geldiği bildirilmiştir (Benedikt, 2002:2). Bu husus doğrultusunda havzanın Kuzey Yarım Kürede olması sebebiyle kuzeye bakan yamaçların çığ üzerindeki etkisi dikkate alınmıştır. Çünkü kuzeye bakan yamaçlarda karın yerde kalma süresi fazla olduğu için üstüne yağın yeni kar, kar örtüsünün kalınlığını arttırmaktadır. Bu da çığ durumunun kuzeydeki yamaçlarda fazla olmasına yol açmaktadır. Havzanın % 40'ı (1173 km²) kuzeyli sektöre, kuzeydoğu ve kuzeybatıya bakan yamaçlardır. Kuzeye bakan bu yamaçlar daha az güneş ışığına maruz kalır ve çığ oluşumuna zemin hazırlar.

Yükselti de çığ oluşumunu dolaylı olarak etkilemektedir. Çünkü yükselti arttıkça havanın sıcaklığı düşmekte yağış şekli değişmektedir. Ayrıca karın yerde kalma süreside uzamaktadır. Sahanın % 54,6'sı (1610,3 km²) 1.500 m'nin üzerinde yükselti değerine sahiptir. Teorik olarak bu durum deniz seviyesinden daha yükseklerle çıkıldıkça sıcaklık azalacağından çığ oluşumunun tetikleneceğini ifade etmektedir (Nagarajan, Venkataraman, ve Snehamani, 2014:17).

Öte yandan yamaç şekli (eğrisellik) topografyanın morfolojisini anlamamızda önemli bir parametredir. Eğrisellik; içbükey, dışbükey ve düz olmak üzere üç aşamada incelenmektedir. Bu parametrenin kullanılması, arazide meydana gelen çığların en fazla hangi yamaç yöneliminde meydana geldiğini bilmekten geçer. Havzada yapılan incelemelere ve Gümüşhane Afet Müdürlüğü'nden alınan bilgilere göre çığlar daha çok içbükey yamaçlarda meydana gelmektedir (Foto 4). Bu bilgi doğrultusunda eğrisellik parametresinde içbükey yamaçlara yüksek puan verilerek duyarlılık haritasına konulmuştur.

Foto 4. Gümüşhane merkez ilçesinde çığ yaşanma durumu yüksek iç bükey yamaçtan bir görünüm.

Doğankent Çayı Havzası'nda çığ duyarlılık durumunu belirleyen son parametre ise bitki örtüsüdür. Havza aslında bütünüyle potansiyel orman sınırları içerisinde kalmaktadır. Bununla birlikte özellikle havzanın iç kesimlerinde aşırı tahribat sebebiyle bitki örtüsünün olmadığı çıplak yamaçlar ve ağaç sınırı üzerinde ot formasyonu sahada geniş yayılış göstermektedir. Havzanın kuzeybatı kesiminde ise geniş ve iğne yapraklı ağaçların varlığı ile fındık tarımının etkisine bağlı olarak bitki örtüsü gürdür. Araştırma sahasında çıplak yamaçlarda ve ot formasyonunun bulunduğu kesimlerde çığ olayları daha çok yaşanmaktadır.

Havzada çığ afetinin yaşanmasında çığ tetikleyicilerinin de ele alınması gerekmektedir. Son yıllarda gelişen dağ sporları etkinliği kapsamında yüksek kesimlerde kayak ve yürüyüş aktiviteleri artış göstermektedir. Özellikle 2009 yılında Zigana Dağları'nda 11 kişinin ölümüyle sonuçlanan çığ olayı,

aslında çığ olma durumunun düşük olduğu bir yerde yaşanmış; bu da meydana gelen çığın oradaki sporcuların çıkardığı seslerle yani kış sporu aktiviteleriyle ilgili olduğunu göstermiştir.

Doğankent Çayı Havzası'nın yukarı kesiminde meydana gelen çığ afetini göstermek için ilk önce hem uzaktan algılama hem de arazi çalışmalarıyla belirlenen çığ alanları haritalanmıştır. Çığ alanlarının haritalanmasından AFAD kurumunun çalışmaları da belirleyici olmuştur (Şekil 4). Dikkat edildiğinde harita, riskli alanların havzanın güneybatı ve kuzeydoğu kesimlerinde olduğunu göstermektedir.

Şekil 4. Doğankent Çayı Havzası'nda yaşanmış ve yaşanması yüksek olan çığ alanları.

Günümüzde afet yönetimi ve afet riski planlamalarında verilerin işlenmesi, saklanması ve analizi konularında CBS'den çokça yararlanılmaktadır (Biskupič ve Barka, 2009:484, Covăsnianu, Grigoraş, State, Balin, Hogaş ve Balin, 2011:4, Aydın ve Eker, 2012:207, 2014a:4, 2014b:431, 2017:940, Omirzhanova, Urazaliev ve Aimenov, 2015:40, Kumar, Srivastava, ve Snehmani, 2017:1256, Gusain, Negi, Ghamija, Mishra ve Snehmani, 2019:104). Çığın meydana gelmesinde etkili olan tüm parametreler etki değerine göre CBS programında puanlaması yapılarak duyarlılık haritası üretilmiştir. Puanlamada verilen değerlerin ağırlığının hesaplanmasında Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) kullanılmıştır. "AHP, karmaşık karar problemini çoklu kriterlerle analiz etmenin matematiksel bir yöntemidir"(Selçuk, 2013:524).

Yapılan çığ duyarlılık haritasına bakıldığında havzanın güneybatı ve kuzeydoğu kesiminde duyarlılığın yüksek olduğu görülmektedir. Duyarlılığın güneybatıda yüksek olmasında ise yükseltinin fazla oluşu ve bitki örtüsünden yoksun yamaçların varlığı etkilidir. Bu kesimde yer alan Gümüştuğ, Dağdibi, Kopuz, Güzeloluk, İlecik, Alınyayla, Arpalı, Ekinciler, Arpacık, Kuşluk, Söğüteli, Göndere, Sarıbaba, Eğrigüney, Akçal, Beşirköy, Elmalı, Kızılçadam, Demirkapı, Gürgenli yerleşmelerinde çığ afet riskinin olma olasılığının yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Kuzeydoğuda ise, Atalar, Uğurtaş, Cebeli, Olucak, Kösdere, Budak, Yücebelen yerleşim birimlerinin de riskli olduğu görülmektedir. Ayrıca Zigana Dağları ve çevresi de riskli alanlar arasındadır. Buna karşın riskin az olduğu kesim havzanın kuzeybatı ucudur. Burada gür ormanların varlığı çığ duyarlılığını azaltmıştır (Şekil 5).

Şekil 5. Doğankent Çayı Havzası'nın çığ duyarlılık haritası.

Çığ olayının karmaşık bir yapıda olması ve belirsizlikler içermesi bu doğa olayının gerçekleşebileceği alanları doğru bir şekilde haritalamayı zorlaştırmaktadır. Bu nedenle çalışmanın güvenilirliğini arttırmak için geçmişte meydana gelmiş çığ bilgilerine, güvenilir jeomorfolojik analizlere ve çığın karakteristiğine özgü bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Araştırmada elde edilen çığ duyarlılık haritası geçmişte yaşanmış çığ alanları ile karşılaştırılarak daha güvenilir sonuç elde edilmeye çalışılmıştır. Buna göre duyarlılığın en yüksek olduğu alanlar ile yaşanmış/yaşanması mümkün alanlar örtüşmektedir. Haritada yer alan beyaz alanlar arazi çalışması ve uzaktan algılama yöntemiyle belirlenmiştir. Bu alanların belirlenmesinde yaşanmış çığ olayları, jeomorfolojik gözlemler ve bitki örtüsü varlığı belirleyici olmuştur (Şekil 6).

Şekil 6. Çığ duyarlılık alanları ve arazi çalışması ile belirlenmiş çığ yerlerinin karşılaştırılmış hali.

Üretilen çığ duyarlılık haritasının oransal durumuna bakıldığında, havzanın %9,8'i (286,7 km²) çok yüksek duyarlı alan, %22,4'ü (648,6 km²) yüksek duyarlı alan, %42,4'ü (1239,6 km²) orta duyarlı alandır. Buna karşın %17,9'u (525,0 km²) düşük duyarlı alan ve %7,5'i (220,3 km²) çok düşük duyarlı alan olarak tespit edilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Çalışma sahasını çığ duyarlılık sınıfı, alansal ve oransal dağılımları

Çığ Duyarlılık Sınıfı	Alan (km ²)	Oran (%)
Çok Düşük	220,3	7,5
Düşük	525,0	17,9
Orta	1239,6	42,4
Yüksek	648,6	22,4
Çok Yüksek	286,7	9,8
Toplam	2920,2	100,0

Atmosfer kökenli doğal afetler içerisinde değerlendirilen çığ ülkemizde can ve mal kaybına neden olan önemli doğal afetlerden biridir. Bu nedenle konuyla ilgili hassas çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada da hassaslığı/güvenirliliği arttırmak için uygulamalı çığ alanları duyarlılık haritası ile birleştirilmiştir. Çakıştırma sonucunda havzada çığ duyarlılığı düşük duyarlılık % 4,4 (1,7 km²), orta duyarlılık % 51,1 (20,3 km²), yüksek duyarlılık % 32,1 (12,7 km²), çok yüksek duyarlılık ise % 12,4'lük (4,8 km²) bir dağılım göstermiştir (Tablo 5). Orta duyarlılıktaki çığ alanları havzada en geniş alanı kaplamaktadır. Çünkü arazi çalışmalarıyla belirlenen çığ alanları, eski çığ yatakları ve yolları orta derece ve yüksek derece duyarlı alanlara karşılık gelen sahalarda görülmektedir. Yerleşim yerlerinin yakınlarında görülen çığlar ise orta derece duyarlı alanların içinde görülmektedir.

Tablo 5. Havzada çığ duyarlılık sınıfı ile uygulamalı çığ alanları kesişmesinin alansal ve oransal dağılımı.

Çığ Duyarlılık Sınıfı	Puanlama Aralığı	Alan Km ²	Yüzde (%)
Düşük 110-155	120	0,005661	0,014238
	125	0,013264	0,033358
	135	0,059074	0,148564
	140	0,207279	0,521285
	145	0,025253	0,063509
	150	1,019709	2,564457
	155	0,413414	1,03969
Ara Toplam		1,743654	4,385101
Orta 155-205	160	0,266861	0,671127
	165	1,395602	3,509785
	170	1,689847	4,249779
	175	0,346997	0,872659
	180	1,895208	4,766241
	185	3,37775	8,49467
	190	1,397049	3,513424

	195	0,024632	0,061947
	200	6,709358	16,873299
	205	3,232368	8,129051
Ara Toplam		20,335672	51,141982
Yüksek 205-250	210	0,19761	0,496969
	215	0,062138	0,156269
	220	8,615502	21,667042
	225	1,723451	4,33429
	230	0,035838	0,090128
	235	0,077376	0,194592
	240	1,117849	2,811267
	245	0,939386	2,362452
	250	0,016755	0,042136
Ara Toplam		12,785905	32,155145
Çok Yüksek 250-300	260	1,320559	3,321061
	265	1,416715	3,562884
	270	0,014115	0,035497
	280	1,934957	4,866204
	285	0,081699	0,205464
	300	0,129891	0,326662
Ara Toplam		4,897936	12,317772

Arazi çalışmaları sırasında birçok evin çığ ihtimalinin yüksek olduğu yerlerde kurulduğu tespit edilmiştir (Foto 5). Bu yerleşmelerin yerinin değişmesi ve bu alanı koruyacak çığ önleme setlerinin kurulması hayati önem arz etmektedir.

Foto 5. Havzada çığ tehlikesi içinde bulunan bazı yerlerden görünümeler.

SONUÇ

Bu araştırma Doğankent Çayı Havzası'nda çığ oluşumu ve oluşması muhtemel çığ alanlarının belirlenmesine çalışılmıştır. Büyük kısmı ile Gümüşhane ili sınırları içerisinde yer alan bu havzada karasallığın ağır bastığı iklim şartları, eğimli arazi yapısı, yükseltinin fazla olması ve bitki örtüsünden yoksun yamaçların varlığı çığ afeti yaşanma durumunu yükseltir. Üretilen haritalarda havzanın güneybatı ve kuzeydoğu kesimlerinde çığ duyarlılığının yüksek olduğu, kuzeybatı kesiminde ise düşük olduğu görülmüştür. Çığ duyarlık durumunun oran olarak dağılımına bakıldığında havzanın %32,2 (935,3 km²) yüksek ve çok yüksek duyarlı olduğu belirlenmiştir.

Havzada çığ duyarlılığının fazla olduğu eski çığ yolları ve çığ izleri yerleşim merkezleri yakınında yer almaktadır. Bu alanlarda en azından yeni yerleşmelere izin verilmemelidir.

Çığ riski yüksek olan Doğankent yolu, Zigana yolu ve diğer bazı yollarda olası çığ olaylarına karşı uyarı levhaları konulması tavsiye edilmektedir.

Ayrıca yöre halkının ve sahayı kış devresinde ziyarete gelen turistlere bilgilendirme levhaları, çığ bilgilendirme broşürü hazırlanarak resmi kurumların web sitelerinde duyurulmalıdır.

Çığ olaylarının olası etkilerini azaltmak için alınabilecek en önemli tedbir sahaya uygun çığ önleme çitleri ve teraslama yöntemleridir. Ayrıca geçmiş yıllarda yaşanan çığlardan ders çıkarılarak potansiyel çığ alanlarının yakınına yeni yerleşim birimleri kurulmamalıdır. Yeni yerleşmeler haritada belirlenen düşük duyarlı bölgelere kaydırılmalıdır. Üretilen çığ duyarlık haritasına benzer daha küçük ölçekli çalışmalara katkı vermesi beklenmektedir.

KATKI VE TEŞEKKÜR

Çalışmanın hazırlanmasında veri ve fotoğraf temininde bulunan Gümüşhane Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü personeli jeoloji mühendisi Sabır AKBAŞ'a çok teşekkür ederiz. Ayrıca elde ettiğimiz formülün doğruluk testini yapan Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Matematik Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Mehmet MERDAN'a teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- AFAD. (2015). *Bütünleşik Tehlike Haritalarının Hazırlanması, Çığ Pratik Kılavuzu*.
- AFAD. (2018). *Afet tehlike haritalarının hazırlanması (Çığ Temel Kılavuzu)*. Ankara.
- Aydın, A., & Eker, R. (2012). CBS Tabanlı Bulanık Üyelik Modeliyle Eğim Haritalarının Hazırlanması ve Klasik Yöntemle Karşılaştırılması : Çığ Risk Değerlendirme Uygulaması. *I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*, 206–212.
- Aydın, A., & Eker, R. (2014a). CBS Tabanlı Çığ Analizi: Rize-Yukarı Kavron Yaylası Örneği. *5. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2014)*, 1–7.
- Aydın, A., & Eker, R. (2014b). Topografik Parametreler Kullanılarak Potansiyel Çığ Başlama Bölgelerinin CBS Tabanlı Olarak Belirlenmesi. *II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*, 426–435.
- Aydın, A., & Eker, R. (2017). GIS-based snow avalanche hazard mapping: Bayburt-asagi dere catchment case. *Journal of Environmental Biology*, 38(5), 937–943.
- Benedikt, J. (2002). Risk Assessment of Avalanches - a Fuzzy Gis Application. *Proceedings of 5th international FLINS conference*, 395–402. https://doi.org/10.1142/9789812777102_0048
- Biskupič, M., & Barka, I. (2009). Statistical avalanche run-out modelling using GIS on selected slopes of Western Tatras National park, Slovakia. *ISSW 09 - International Snow Science Workshop, Proceedings*, 482–487.
- Covăsnianu, A., Grigoraş, I. R., State, L. E., Balin, D., Hogaş, S., & Balin, I. (2011). Mapping snow avalanche risk using GIS technique and 3D modeling. Case study- Ceahlau National Park. *Romanian Journal of Physics*, 56(3–4), 476–483.
- Erinç, S. (2010). *Jeomorfoloji II*. Der Yayınları, İstanbul.
- Göl, C. (2005). Çığ Olgusu ve Ormancılık. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 1, 49–63.
- Gürer, İ., & Tunçel, H. (1994). Türkiye'de Çığ Sorunu ve Bugünkü Durumu. *Ankara Üniversitesi, Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi II. Sempozyumu*, 1–17.
- Gürer, İ., Tunçer, H., & Sayin, A. (1994). Batı Karadeniz ' de çığ olayları (+) (1992 Yılı Aralık ayı). *A.U. Türkiye Coğrafyası Dergisi*, 3, 79–92.
- Gusain, H. S., Negi, H. S., Ghamija, S., Mishra, V. D., & Snehmami. (2019). Development of avalanche information system using remote sensing and GIS technology in the Indian Karakoram Himalaya. *Current Science*, 17(1), 104–109.
- Işık, F., Bahadır, M., & Uzun, A. (2019). Karaçam Deresi Havzası'nda Çığa Duyarlı Alanların Belirlenmesi (Trabzon, Türkiye). *Doğu Coğrafya Dergisi*, 24(42), 51–66.
- Işık, F. (2017). *Karaçam Deresi Havzası 'nın (Trabzon) Uygulamalı Jeomorfolojisi*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Kumar, S., Srivastava, P. K., & Snehmami. (2017). GIS-based MCDA-AHP modelling for avalanche

- susceptibility mapping of Nubra valley region, Indian Himalaya. *Geocarto International*, 32(11), 1254–1267.
- Maggioni, M., & Gruber, U. (2003). The influence of topographic parameters on avalanche release dimension and frequency. *Cold Region Science and Technology*, 37, 97–104.
- Nagarajan, R., Venkataraman, G., & Snehamani. (2014). Rule Based Classification of Potential Snow Avalanche Areas. *Natural Resources and Conservation*, 2(2), 11–24.
- Omirezhanova, Z. T., Urazaliev, A. S., & Aimenov, A. T. (2015). GIS for predicting the avalanche zones in the mountain regions of Kazakhstan. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 40(2W4), 39–44.
- Perla, R. I., & Martinelli, M. (1976). *Avalanche Handbook*. U.S. Department Of Agriculture Forest Service.
- Selçuk, L. (2013). An avalanche hazard model for Bitlis Province, Turkey, using GIS based multicriteria decision analysis. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 22(4), 523–535.
- Smith, M. J., & McClung, D. M. (1997). Avalanche frequency and terrain characteristics at Rogers' Pass, British Columbia, Canada. *Journal of Glaciology*, 43(143), 165–171.
- Web 1. (2019). https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_avalanches_by_death_toll.