



Araştırma Makalesi / Research Article

HİZAN VE ÇEVRESİNDE (BİTLİS) ÇIĞ OLUŞUMUNA DUYARLI ALANLARIN BELİRLENMESİ

Determination of Avalanche-Sensitive Areas in Hizan and Its Surroundings (Bitlis)

Bülent MATPAY^a, Ali Fuat DOĞU^b, M. Akif SEYİTOĞULLARI^c

^a Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Güvenlik Meslek Yüksekokulu, İş Sağlığı ve Güvenliği, Van

bulentmatpay@yyu.edu.tr <https://orcid.org/0000-0002-2938-8913>

^b Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, Emekli Öğretim Üyesi

alifuatdogu@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-6104-3915>

^c Milli Eğitim Bakanlığı, Mehmet Akif Ersoy Lisesi, Coğrafya, Van

akif198200@gmail.com <https://orcid.org/0000-0003-2982-1155>

Makale Tarihiçesi

Geliş 6 Ocak 2023

Kabul 14 Şubat 2023

Article History

Received 6 January 2023

Accepted 14 February 2023

Anahtar Kelimeler

Ağırlıklı Çakıştirma, Çiğ, Çiğ Duyarlılık Analizi, Hizan, Bitlis, İklim

Keywords

Weighted Overlay Avalanche, Avalanche Sensitivity Analysis, Hizan, Bitlis, Climate

Atıf Bilgisi / Citation Info

Matpay, B., Doğu, A.F., Seyitoğulları, M.A. (2023) Hizan ve Çevresinde (Bitlis) Çiğ Oluşumuna Duyarlı Alanların Belirlenmesi / Determination of Avalanche-Sensitive Areas in Hizan and its Surroundings (Bitlis), Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi / Journal of Geomorphological Researches, 2023 (10): 111-132

doi: 10.46453/jader.1230709

ÖZET

Türkiye sahip olduğu jeolojisi, yer şekilleri ve iklimsel özelliklerinden dolayı dünya ölçeğinde yaşanan doğal afetlerden daha fazla etkilenen bir konumdadır. Bu doğal afetlerden biri olan çiğ, Türkiye'nin kuzey ve kuzeydoğu kesimleri ile Doğu Anadolu Bölgesi'nde etkindir. Van Gölü Havzası'nın güney sınırında Dicle Havzası içinde bulunan Hizan ve çevresinde de topoğrafik ve iklimik koşullar çiğ oluşumuna uygundur. Bu yüzden saha ve çevresinde geçmiş yıllarda birçok çiğ meydana gelmiştir. Bu çalışmada çiğ bakımından yüksek duyarlılık düzeyine sahip olan Hizan ve çevresinde çiğ oluşumu üzerinde en fazla etkili olan faktörler incelenmiş çiğ oluşumuna duyarlı alanlar tespit edilmiştir. Bunun için çeşitli ölçeklerdeki tematik haritalardan, arazi gözlem ve bulgularından, uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tekniklerinden faydalanılarak sentezlenen veriler ışığında çalışma tamamlanmıştır. Havzanın çiğ duyarlılığı haritasının üretiminde yükselti, eğim, baki, yamaç eğriselliği ve arazi kullanımı gibi coğrafi faktörlerden faydalanılmıştır. Bu minvalde üretilen haritalara verilen puanlamalar ile sahada az, orta ve yüksek çiğ duyarlılığı olan alanlar tanımlanmıştır. Çiğ oluşumuna yüksek duyarlı alanlar en fazla araştırma sahasının kuzey sınırı ve kuzeydoğu kesimleridir. Ayrıca Hizan'ın güney sınırında Doğu-Batı eksenli uzanan Büyükdere'ye bağlanan subsekant niteliğinde yan kolların fazla eğimli yamaçları da çiğa duyarlı alanlardır. Geçmiş yıllarda yaşanmış çiğ olaylarının konumları ile elde edilen çiğ duyarlılık haritası karşılaştırıldığında yüksek çiğ duyarlılığı olan noktaların örtüştüğü görülmektedir. Sonuç olarak araştırma sahası çiğ duyarlılığı fazla olan alanlara sahiptir. Bu yüzden proaktif bir yaklaşımla çiğın canlı ve cansız çevre üzerinde tahribatını önleyici faaliyetlerde bulunulmalıdır. Bu bağlamda arazi kullanımına müdahale edilmeli ya da özellikle kış mevsiminde ve ilkbahar başlarında çiğa duyarlı alanlarda ulaşım ve eğitim faaliyetleri kısıtlanmalıdır. Çevresine göre çalı, orman formasyonu fazla olan ve orman üst 2330 m'ye kadar çıkan sahada artan orman ve çalı tahribatının önlenmesinin yanı sıra, V biçimli vadi yamaçlarına ve yol boylarına yapılacak ağaçlandırma, yapay taraçalar, çiğ tüneli, ankrajlar, çitler, çiğ duvarları ile ağların çiğın olası tehlikelerini azaltacağı aşikârdır. Ayrıca çiğın orta ve yüksek duyarlı olduğu yerlerde meteorolojik koşulların müsait olduğu zamanlarda kontrollü yapay çiğ oluşturulabilir. Bunun yanında özellikle çiğa yüksek duyarlı yol boyları yerleşime açılmamalı ve yöre halkı çiğ konusunda bilinçlendirilmelidir.

ABSTRACT

Due to its geology, landforms and climatic characteristics, Turkey is in a position that is more affected by natural disasters in the world. Avalanche, one of these natural disasters, is active in the northern and northeastern parts of Turkey and the Eastern Anatolia Region. The topographic and climatic conditions of the study area, which is located in the Dicle open basin on the southern border of the Van Lake Basin, are suitable for avalanche formation. For this reason, many avalanches have occurred in the field and its surroundings in the past years. In this study, the most effective factors on avalanche formation in Hizan and its surroundings, which have a high level of avalanche sensitivity, were examined and avalanche-sensitive areas were determined. For this, the study was completed in the light of the data synthesized by using various maps, field observations and findings, remote sensing and geographic information systems (GIS) techniques. Geographical factors such as altitude, slope, aspect, slope curvature

and land use were used in the production of avalanche susceptibility map of the basin. With the scores given to the maps produced in this way, areas with low, medium and high avalanche sensitivity were defined in the field. The most vulnerable areas to avalanche are the northern border and northeastern parts of the research area. In addition, the overly inclined slopes of the subsecant side branches connecting to Büyükdere, which extends in an East-West axis on the southern border of Hizan, are also avalanche-sensitive areas. When the avalanche susceptibility map obtained with the avalanche points experienced in the past years is compared, it is seen that it overlaps with the points with high avalanche sensitivity. As a result, the research area has areas with high avalanche sensitivity. Therefore, with a proactive approach, actions should be taken to prevent the destruction of the avalanche on the living and non-living environment. In this context, either land use should be intervened from avalanche-sensitive parameters or transportation and education activities should be restricted, especially in avalanche-sensitive areas in winter and early spring. In the area, which has more bush and forest formation compared to its surroundings and the upper limit of the forest reaches 2330 m, besides preventing the increasing forest and bush destruction, afforestation to be made on the V-shaped valley slopes and along the roads, artificial terraces, avalanche tunnel, anchors, fences, avalanche walls, nets, avalanche It is obvious that it will reduce the possible dangers. In addition, controlled artificial avalanches can be created when the meteorological conditions are suitable for avalanche formation in places where avalanches are medium and high sensitive. In addition, roads that are particularly susceptible to avalanches should not be settled and local people should be made aware of avalanches.

© 2023 Jeomorfoloji Derneği / Turkish Society for Geomorphology
Tüm hakları saklıdır / All rights reserved.

1.GİRİŐ

Geçmişten günümüze insanoğlunun karşılaştığı en büyük sorunlardan biri doğal afetlerdir. Çığ bunlardan biri olup zaman zaman insan yaşamını etkileyen ve dikkate alınması gereken olaydır (Tunçel, 1990; Hoyois vd., 2007; Ekinci vd., 2020). Önleyici tedbirler alınmadığı takdirde çığ olayı afete dönüşebilir. Çığ (avalanche) kavramı yabancı terminolojide, kütlenin niteliğine göre moloz çığı (debris avalanche), kaya çığı (rock avalanche) ve kar çığı (snow avalanche) için kullanılsa da genel olarak kar çığı için kullanılan bir kavramdır (AFAD, 2015a). Bu çalışmanın özelinde de çığ kavramı kar çığını ifade etmek maksadıyla kullanılmıştır. Çığ olayı, iklim koşullarına bağlı olarak kar yağışının fazla olduğu yükselti ve eğimin arttığı alanda etkindir. Eğimli bir kayma yüzeyi boyunca oluşan çığ, hızlı kar akışı şeklinde gerçekleşir. Eğimin fazla olduğu yamaçlar üzerinde biriken karlar iç etmenler (deprem, volkanizma vb.) veya dış etmenlerle (beşerî müdahale, hayvan hareketliliği, titreşim vb.) yüksek eğimli yamaçlardan itibaren gravite etkisiyle eğimin azaldığı vadi tabanına doğru hareket etmektedir (Gürer ve Tunçel, 1994; Taştekin, 2003; Göl, 2005; Kızıloğlu vd., 2006). Bu yamaçlarda kar, meteorolojik koşulların değişimine göre tabakalar halinde birikmektedir. Üst üste sıralı kar tabaka katmanları kendi içinde bir kayma düzlemi oluşturur (Gürer ve Tunçel, 1994). Kayma düzleminden harekete geçen kar kütlesi büyüklüğü ölçüsünde, eğimli yamaç boyunca önüne gelen canlı ve cansız unsurları

sürükleyerek aşağı taşımaktadır. Genellikle insan popölasyonuna ait yerleşim yerlerinin olmadığı veya az olduğu yerlerde meydana gelen çığ olayı sıradan bir doğa olayından ibarettir. Ancak çığ olayının kabul edilebilir risk düzeyinden fazla olduğu bu yerlere günübirlik ziyaretler (dağcılık, doğa yürüyüşü, araç kullanımı vb.) çığ olayını tetikleyerek afete neden olabilir. Bu olayın gerçekleşmesi durumunda uzuv kaybı, yaralanma, can ve mal kayıpları kaçınılmazdır.

Dünya ölçeğinde can kayıplarına ve maddi hasarlara neden olan çığ afetinden (Adikari ve Yoshitani; 2009) dolayı günümüzde dahi her yıl ortalama 250 insan yaşamını yitirmektedir. Türkiye’de ise bu sayı ortalama 20’dir (AFAD, 2015b) ve Türkiye çığ olayının gerçekleşmesinde uygun topoğrafik ve meteorolojik koşullara sahiptir. Ortalama yükseltisi 1000 m’yi aşan ve çığ oluşmasına uygun alanların yüz ölçümü oldukça yüksek bir orana sahiptir. Dağlık sahaların, Türkiye yüz ölçümünün 1/3’ünü oluşturduğu göz önüne alınırsa, çığ olayının meydana geldiği/gelebileceği alanların yayılımının ne kadar fazla olduğu daha kolay anlaşılır (AİGM, 1999). Son yıllarda Türkiye’de kayıt altına alınan çığ olaylarında belirgin bir artış söz konusudur (AFAD, 2015b). İstatistiklere bakıldığında Türkiye’de çığ olayı en fazla Doğu Anadolu ve Kuzeydoğu Anadolu kesiminde bulunan dağlık alanlarda meydana gelmektedir (Şekil 1).



Şekil 2: a) Hizan'ın kuzeydoğusunda 2018 yılında meydana gelen çığ olayı sonrası arama kurtarma çalışmaları (URL1), b) Hizan'ın kuzeydoğusunda Horozdere mevkiinde fazla eğime sahip yol ve akarsu boylarında çığ oluşumuna müsait yerler.

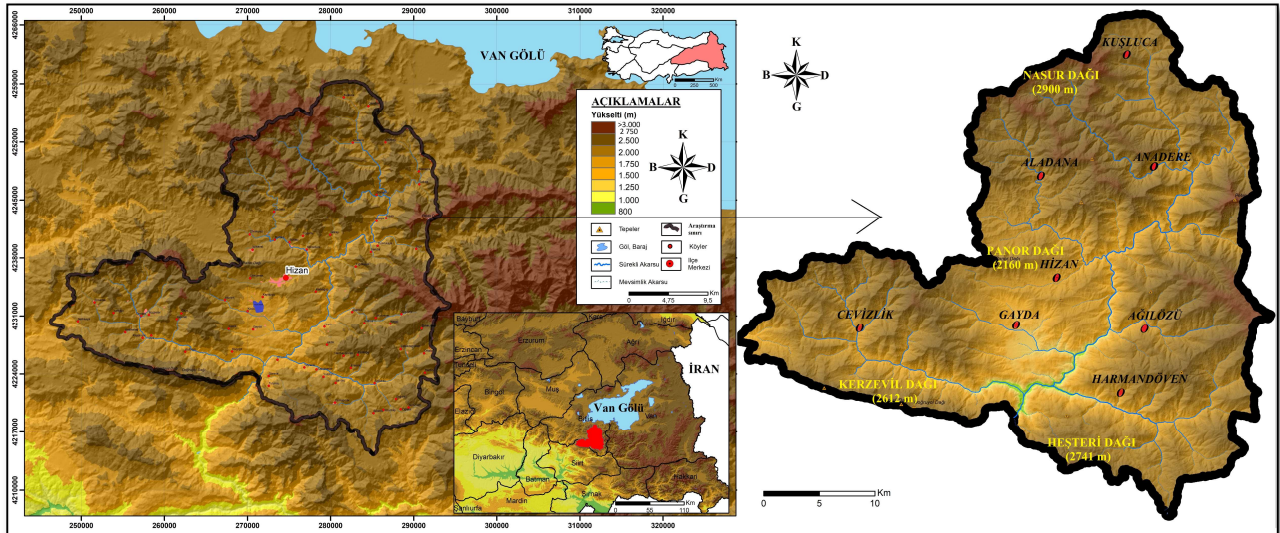
Figure 2: a) search and rescue operations after avalanche event in 2018 in the northeast of Hizan (URL 1) b) An area suitable for avalanche formation along roads and rivers with high slopes in Horozdere locality, northeast of Hizan.

1.1. Çalışma Alanı Konumu ve Genel Özellikleri

Çalışma alanı, Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi'nde Van Gölü'nün güneyinde bulunan Hizan ve çevresidir. Saha topoğrafik eğimin fazla olduğu engebeli bir konumdadır (Şekil 3). Coğrafi koordinat sistemine göre $42^{\circ} 11' 30''$ D - $42^{\circ} 35' 30''$ D boylamları ile $38^{\circ}24'30''$ - $38^{\circ}2'30''$ K enlemleri arasında bulunmaktadır. İdari olarak ise; doğusunda Gevaş ve Bahçesaray ilçeleri (Van), batısında Bitlis il merkezi, güneyinde Şirvan ilçesi (Siirt), güneydoğusunda Pervari ilçesi (Siirt), kuzeyinde Tatvan (Bitlis) ilçesi ile çevrelenmektedir. Çalışma alanı yaklaşık 1110 km^2 yüz ölçümüne sahiptir. Dicle Havzası'nda yer alan sahanın çalışma sınırları

Büyükdere Havzasına göre belirlenmiştir. K-B istikametinde akmakta olan Büyükdere ve buna bağlanan yan kolların kaynak aldığı dağların su bölümü çizgisi esas alınmıştır.

Saha jeolojik olarak Bitlis masifinin orta bölümünün doğu kısımlarını kapsamaktadır. Sert karasal iklimin görüldüğü bir konumda olmasına rağmen topoğrafya şartlarının kısa mesafede değişmesi ve farklı jeomorfolojik özelliklerinin yansması olarak kendine özgü mikroklimatik koşulları barındıran korunaklı bir yerdedir. Torit tektonik kuşağını oluşturan Permian, Jura ve Kretase yaşlı karbonatlı kayalar ile bunların üzerine gelen veya poleotopoğrafik çukurluklarda çökelmiş Neojen



Şekil 3: Çalışma alanının lokasyon haritası / **Figure 3:** Location map of the study area.

yaşlı karbonatlı ve kırıntılı kayaların yaygın olduğu Doğu Anadolu, Orta Miyosen'den beri srekli sıkışma ve yükselim alanı konumundadır ve Neotektonik dönemde yaşanan rejim değişikliğiyle sahada yeni yer Şekilleri gelişmiştir (Őarođlu ve Güner, 1981; Nazik ve Poyraz, 2017). Genel yükselti ve eğim koşulları bölgenin yüksek ve engebeli topoğrafya özellikleri kazanmasına, yüksek eğimli yamaçların ve sırtların gelişmesine neden olmuştur (Şekil 4). Öyle ki yükseltisi 3000 m'yi aşan periglasiyal sahalar dahi mevcuttur. Bu yönüyle yüksek dağlık ve engebeli koşulların baskın olduğu sahada iklim koşullarının da değişmesiyle çığa uygun yerler gelişmiştir (Matpay, 2022). Keza araştırma sahasının doğusunda Akköprü (2005), Zorer (2005), Doğu (2008), Alaedinoğlu vd. (2016) ile Avşın ve akı (2021) farklı yıllarda yapmış oldukları çalışmalarda buzul morfolojisine ait izlerin varlığından söz etmektedir. Bu izlerin bulunduğu topoğrafik koşullarda günümüzde dahi çığ olayı gerçekleşmektedir (Akköprü, 2005; Zorer, 2005; Doğu, 2008; Alaeddinoğlu

vd., 2016; Avşın ve akı, 2021). Bu bağlamda araştırma alanı çığ olayının meydana geldiği bu yerlerin devamı niteliğindedir. ığ olayını etkileyen faktörlerin başında değişen meteorolojik faktörler (sıcaklık, kar miktarı ve hızı, yağmur, fırtına, rüzgâr) gelmektedir. Değişken olmayan faktörler ise topoğrafik özellikler olup bunlar; eğim, eğim uzunluğu, eğim Şekli, bakı ve yükseltidir. Diğer faktörler ise bitki örtüsü, buzullar, deprem ve antropojenik etkilerdir (Kızıloğlu vd., 2006; Elmastaş ve Özcanlı, 2011).

Çalışma alanı farklı jeolojik-litolojik, karmaşık jeomorfolojiye sahiptir. Bu yüzden iklim özellikleri zamansal ve mekânsal farklılıklar göstermektedir. ığ olayı ve iklim karakteri arasında sıkı bir ilişki vardır. Hizan ve çevresinde yıllık ortalama sıcaklık 9,6°C'dir. Bölgede kış koşulları sert ve uzun sürmektedir (Erinç, 1953). Ekim ayında başlayan soğuklar nisan ayı sonlarına kadar sürmektedir. En soğuk aylar ise sıcaklığın - 22°C ve altına kadar düştüğu ocak ve şubat aylarıdır (Şekil 4).



Şekil 4: Bitlis meteoroloji istasyonunun (1980-2009) sıcaklık (°C) verileri (MGM, 2019) / **Figure 4:** Bitlis meteorology station (1980-2009) temperature (°C) data (MGM, 2019).

Türkiye'de en az yağış alan yerlerden biri olan Van Gölü Havzası'na (Kalelioğlu, 1991) komşu sınırda olan araştırma sahası daha fazla yağış alma özelliğine sahiptir. Bölgede yağışlar çoğunlukla kış aylarında kar Őekindedir. Meteorolojik verilere bakıldığında ekim ayında başlayan yağışların mayıs sonuna kadar etkisini artırarak devam ettiği görölmektedir. Buna karşın yaz mevsimi ve sonbahar mevsiminin başlarında kuraklık Őartları baskındır. Sahaya düşen kar yağışı verilerine bakıldığında aylık karla örtölü gün sayısı ortalamasının fazla olduğu ve yıllık 100 günden daha çok yerde kaldığı anlaşılmaktadır (Tablo 1). Sahada ığ

olayı karın yerde biriktiği, kar örtüsü kalınlığının en fazla olduğu ocak ve şubat aylarında meydana gelmektedir.

ığ olayını etkileyen diğer faktör rüzgâr yönü ve hızıdır. Bu etki yamaç duraylılığını bozarak kendisini gösterir. Rüzgâr etkisiyle yamacın üst kısımlarında saçak oluşması, kar örtüsüne ekstra yük getirdiğinden çığ oluşumuna neden olmaktadır. Sahada rüzgâr hızı kış sonundan itibaren ilkbahar aylarında etkisini iyice hissettirir. Sahanın hâkim rüzgâr yönükuzeydoğudur. Ortalama rüzgâr hızı 1,8-2,2 m/sn arasında değişmektedir. Rüzgâr hızına

bağlı olarak duraylılığı iyice bozulan kar kütlesi çığ oluşumunu tetiklemektedir (Tablo 2).

Nem koşulları da çığ oluşumu üzerinde etkilidir. Atmosferin nem içeriği kar kütlesinin geçirdiği metamorfizma sürecini etkileyerek çığ oluşumunu tetikleyebilir. Özellikle kar yağışı olan günlerde havada nem oranı artmakta ve

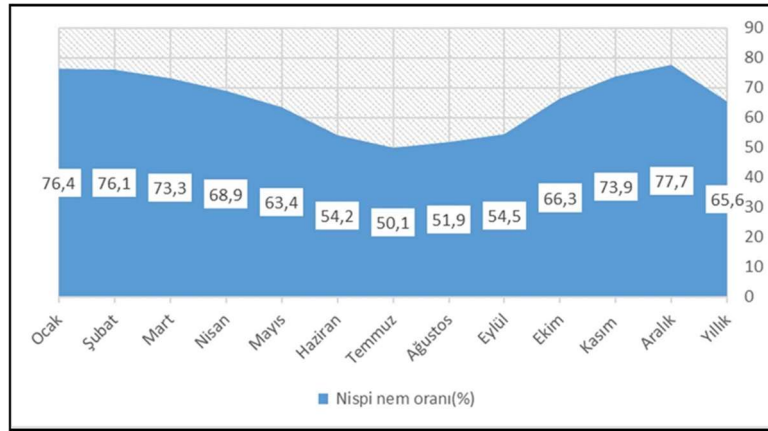
buna bağlı çığın meydana gelme olasılığı yükselmektedir (AFAD, 2015; Avşın ve akı, 2021). Farklı nem oranı ve sıcaklık koşullarına göre farklı Şekil alan kar kristalleri değişime uğrayarak çığ oluşumunu etkileyebilir. Meteoroloji istasyonu verilerine bakıldığında kiş mevsiminde nispi nem oranının %70'in üzerinde olduğu grlmektedir (Şekil 5).

Tablo 1: Bitlis meteoroloji istasyonunun (1980-2009) kar yağışlı gün sayısı ve ortalaması ve kar yüksekliliği verileri (MGM, 2019) / **Table 1:** Bitlis meteorology station (1980-2009) number of days with snow and its average and snow height data (MGM, 2019).

Aylar	O	Ő	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Aylık Kar Yağışlı Günler Sayısı Ortalaması	7,90	8,17	7,00	2,27	0,17	-	-	-	-	0,27	2,80	6,87	35,45
Aylık Karla rtl Gün Sayısı Ortalaması	27,77	26,20	23,07	5,97	0,07	-	-	-	-	0,23	5,40	18,33	107,04
Aylık Ortalama Kar Yksekliliği (cm)	51,0	77,9	61,4	33,6	2,5	-	-	-	-	7,4	15,0	28,1	34,6
Aylık Maksimum Kar Yksekliliği (cm)	212	275	246	172	3	-	-	-	-	25	108	130	275

Tablo 2: Bitlis meteoroloji istasyonunun (1980-2009) rzgr verileri (MGM, 2019) / **Table 2:** Wind data of Bitlis meteorological station (1980-2009) (MGM, 2019).

Aylar	O	Ő	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
Ortalama Rzgr Hızı (m/s)	2,1	2,2	2,2	2	2	2,2	2,2	2,1	2	1,8	1,8	1,8	2
Rzgr Yönü (Maksimum)	DKD	GGB	GB	GB	BGB	GB	KKD	KKD	DKD	D	GGB	GB	GB
Rzgr Hızı (Maksimum) m/s	20,2	23,9	27,7	21,5	26,3	21	16,8	15,8	17,8	16,5	21,4	19,1	27,7



Şekil 5: Bitlis meteoroloji istasyonunun (1980-2009) aylık ortalama nispi nem oranı verileri (MGM, 2019).

Figure 5: Monthly average relative humidity data of Bitlis meteorology station (1980-2009) (MGM, 2019).

ığ oluşumunda önemli faktörlerden biri bitki örtüsüdür. Eğimli yamaçta bulunan orman formasyonu kar örtüsünün hareketini engellediği için büyük ığların oluşmasını önlemektedir. Ormanlar, karın rzgrla taşınımını engellediği gibi kar birikimini kesintiye uğratır. Açık olan yamaçlarda dağınık veya seyrek halde bulunan ağaçların ise çığ oluşumuna karşı herhangi bir koruyuculuğu yoktur. Kk ığ olayları ise ağaçlara zarar vermeden ağaçların aralarında rahatlıkla akmaktadır. Çalı toplulukları fazla derin olmayan kar örtüsünü tutarak çığı

engellemektedir. Ancak, aynı zamanda karın zeminle temasına ve oturmasına engel oldukları için kar derinliği arttıkça zayıf ve gevŐek bir zemin teŐkil eder. Bitki rts bakımından zayıf ve çıplak alanda çığ oluşumu daha etkindir. Çünkü ormanlık alanın kar tutma kapasitesi ve yerde kar derinliği, açık alanlara kıyasla daha az olduğundan bu durum çığ olayını önlemektedir. Morfolojik olarak dağlık alanlarda daha sık görülen çığ olayı, ormanların Şekli ve yapısının çığ oluşumunu engellemesi nedeniyle daha seyrek grlmektedir. Aynı zamanda ormanların Şekli ve yapısı çığın zararlarını azaltıcı yönde

tesir etmektedir (Storck vd., 1999; AFAD, 2015, 2018; Aşın ve Çakı, 2021). Ayrıca yamaçlarda bulunan ağaç gövdeleri, çığın başladığı yerden itibaren artan hızını kesmekte ve potansiyel hasarı düşürmektedir (Odabaşı, 2018). Araştırma sahasında İran-Turan Bölgesi, Akdeniz Bölgesi ve Avrupa- Sibiryaya Bölgesine ait bitki toplulukları bulunmaktadır. Orman formasyonu %35,77 oranında alan kaplamaktadır. Çalı ve ot formasyonunun ise % 37,58 oran kapladığı görülür. Bunun dışında sahada yüksek dağ çayırları, taşlık kayalık alanların ise % 20'nin üstünde bir alan kapladığı görülmektedir (Matpay, 2022). Ancak arazi gözlemlerine göre insani faaliyetlerden kaynaklı olarak orman örtüsünün bilinçsiz şekilde tahribata maruz kaldığı görülmüştür. Bu durumun oluştuğu yamaçların antropojen bozkıra evrildiği/meye devam ettiği görülmektedir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çığ oluşabilecek alanları tanımlamada kullanılan modern haritalama tekniklerden biri Coğrafi Bilgi Sistemleridir (CBS) (Shahabi ve Ahmad, 2011; Aydın ve Eker, 2012; 2014a; 2014b; Dölek, 2015). CBS teknikleriyle bir yerin çığ tehlikesi, riski ve duyarlılığı ortaya konulabilir. Bu çalışmada duyarlılık haritası hazırlanmıştır. Duyarlılık (Susceptibility) kavramı, dikkate alınan afet türünün oluşumunda etkin olduğu düşünülen hazırlayıcı parametrelerin (topoğrafik, çevresel gibi) dikkate alınarak yapılan analizler sonucunda, söz konusu afet türünün gelecekte gelişmesi olası alanlarının, göreceli olarak sınıflandırılması şeklinde tanımlanması esasına dayanmaktadır (Varnes, 1984; Fell vd., 2008). Çalışmada CBS ve uzaktan algılama (UA) tekniklerinden, çeşitli haritalardan (1/100.000 ve 1/25.000 ölçekli jeoloji ve topoğrafya haritaları), arazi gözlemleri, fotoğraflamalar,

bölgede yaşanan çığ olayları ve zamanları (Tablo 3) ve daha önce yapılmış bilimsel çalışmalardan faydalanılmıştır.

Bunun yanında Meteoroloji Genel Müdürlüğü iklim verileri ve Tarım ve Orman Bakanlığı'nın CORINE 2018 projesinden temin edilen SYM (Sayısal Yükseklik Modeli) verilerinden faydalanılmıştır. Çığa duyarlı alanların tanımlanmasında kullanılan yöntem ağırlıklı çakıştırma yöntemidir. Bunun için beş coğrafi parametreden faydalanılmıştır. Bunlar yükselti, eğim koşulları, bakı, arazi kullanımı ve yamaç eğriliğidir. İlk olarak bunlara ait haritalar hazırlanmıştır. Sonra çığ tehlikesi için farklı ağırlıkta öneme sahip parametreler için CBS teknikleriyle puanlamalar gerçekleştirilmiştir. Puanlama 0-90 arasında değer verilerek yapılmıştır. Puan atamaları gerçekleştirilmeden önce ilgili literatür dikkate alınarak duyarlılık analizinde kullanılan coğrafi parametrelerin kendi aralarında önem hiyerarşisi kurulmuştur. Coğrafi parametreler arasında önem hiyerarşisi kurulurken ana coğrafi faktörler için alt sınıflar oluşturulmuş ve puanlamada bu alt sınıflar da dikkate alınmıştır. Literatüre bakıldığında önem derecesine göre kullanılan ana parametreler içerisinde çığ oluşumunu etkileyen en önemli parametre eğimdir (Schweizer vd., 2003; Maggioni ve Gruber, 2003; Ghinoi ve Chung, 2005; NGU, 2010; Covasniyanu vd., 2011; Suk ve Klimanek, 2011; Simea, 2012; Selçuk, 2013; Aydın vd., 2014; Mutlu vd., 2022). Eğim için en yüksek 90 puan verilmiştir. Yamaç eğriliği ve bakı parametreleri kullanım oranlarına göre ikinci sırada yer almaktadır (Moore vd., 1991; Maggioni ve Gruber, 2003; Suk ve Klimanek, 2011; Simea, 2012; Kumar vd., 2019; Singh vd., 2019). Bu parametreye en yüksek 60 puan verilmiştir. Arazi kullanımı ve yükseklik parametreleri ise önem derecesi ve kullanım oranlarına göre son sırada yer almakta

Tablo 3: Çalışma alanında meydana gelmiş çığ olayı verileri (AFAD, 2021). / **Table 3:** Avalanche event data in the study area (AFAD, 2021).

Konum (İlçe-Köy)	Tarih	Açıklama
Tatvan (Çavuşlar)	1976	Onsekiz (18) konutun nakli yapılmış.
Tatvan (Dönertaş)	1992	Sekiz (8) konutun nakli yapılmış.
Hizan (Sarpkaya)	2003	İki (2) çığ patikasında etkilenen konut yok.
Hizan (Çalışkanlar)	2006	Çığ patikası tespit edilmemiş.
Hizan (Koçyiğit)	2006	Mezrayı etkileyen çığ patikası yok.
Hizan (Saritaş)	2006	Oniki (12) konut çığından etkilenmiş.
Hizan (Akşar)	2007	Çığ düşmesi nedeniyle konut nakli yapılmış.
Hizan (İncirli-Yığınkaya arası)	2015	5 şehit ve 12 kişi yaralanmış.

(Ghinoi ve Chung, 2005; Covasnianu vd., 2011; Simea, 2012) olup bu parametrelere en yüksek 45 puan atanmıştır (Tablo 4). Kullanılan ana ve alt coğrafi faktörler dikkate alınarak CBS teknikleri ile Hizan ve çevresinde çığ oluşumuna karşı duyarlı alanlar tespit edilmiştir. Bu işlemler sonucunda tüm parametrelerin çakıştırılması ile 40-300 aralığında bir değer elde edilmiştir. Nihai olarak duyarlılık haritasında elde edilen sonuçlar düşük, orta ve yüksek olmak üzere üç (3) sınıfa ayrılmıştır (Simea, 2012; Nagarajan vd., 2014). Ancak araştırma sahasının jeomorfolojik özelliklerinin kısa mesafede değişmesi, birbirine yakın yerlerde dahi farklı meteorolojik koşulların (sıcaklık, rzgr hızı, nem gibi) oluşmasına neden olmaktadır. Bu yüzden Bitlis'e ait meteorolojik verilerin tek başına doğru sonuç vermeyeceği anlaşılmıştır. Ayrıca Hizan'ın meteoroloji istasyonuna ait verilerin en fazla dokuz (9) yıllık rasatlardan oluşması nedeniyle iklimatik faktörler dikkate alınmamıştır.

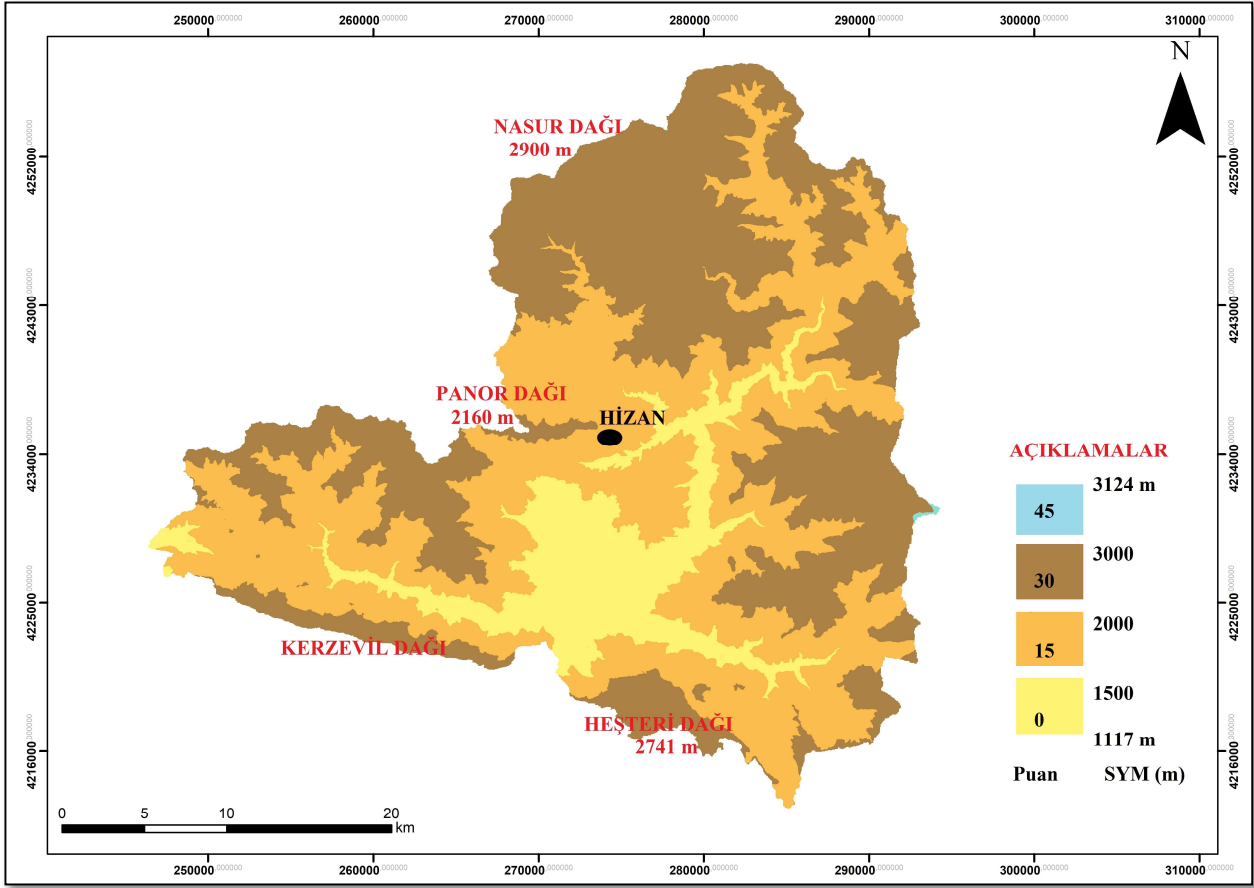
2.1. Yükselti

Yükselti ığ oluşumunda dolaylı etkisi olan parametrelerden biridir (Kumar vd., 2017, 2018). Yükselti koşullarına göre iklim koşulları (sıcaklık, yağış ve nemlilik kar yağışı, kar örtüsü kalınlığı ve rzgr hızı vb.) değişmektedir (McClung ve Schaerer: 1993:271; AİGM, 1999;

Covasnianu vd. 2011; Selçuk, 2013; Nagarajan vd., 2014; Nasery ve Kalkan, 2021). Keza bir dağ yeterince yükseğe (Türkiye'de 1000-1200 m ve üstündeki yükseltiler) kış mevsiminde aldığı yağışın çoğu kar şeklinde olur. Bu ortama özgü bir hava tipi oluşur. Türkiye'nin yüz ölçümünün yaklaşık 1/3' dağlık alanlardan oluşması çığ oluşumunun büyüklüğü bakımından önemlidir. Ancak araştırmacılara göre 1000 m altında bulunan yükseltilerde çığ oluşumu çok enderdir (AİGM, 1999; McClung ve Schaerer, 2006; Selçuk, 2013; Nasery ve Kalkan, 2021; Varol, 2022, Mutlu vd., 2022). Buna karşın ığların büyük kısmı 1700 - 1950 m yükselti değerine sahip alanlarda meydana gelmektedir. Marek ve İvan (2010) yaptıkları çalışmada çığ ile yükselti arasındaki ilişkiyi ortaya koyarak, 1200-2200 m yükselti aralığında olan 571 çığın 339 tanesinin (%59,37'lik kısmı) 1700-1950 m yükseltilerinde meydana geldiğini ifade etmişlerdir (Avşın ve aki,2021). Sahanın ığ duyarlılığında kullanılmak üzere hazırlanan yükselti sınıflaması ve puanlama tablosu oluşturulurken geçmişte meydana gelen çığ olayının gerçekleştiği yükselti ve literatür verileri dikkate alınmıştır. Sahanın yükseltisi 1017-3124 m arasında değişmekte (şekil 6) olup yaşanan çığ olayları 1500 m üstü yükseltilerde meydana gelmiştir.

Tablo 4: ığ duyarlılık analizi için kullanılan parametrelerin sınıflandırma ve puanlama tablosu (AFAD 2015a; Mutlu, 2022'den yeniden düzenlenmiştir) / **Table 4:** Parameters used for avalanche sensitivity analysis, classification and scoring table (revised from AFAD 2015a; Mutlu, 2022).

Parametre	Sınıflandırma	Toplam Puan
Yükselti (m)	1017-1500	0
	1500-2000	15
	2000-3000	30
	3000- 3124	45
Eğim (°)	0-12	0
	0-12	0
	12-28	30
	28-45	90
	45-55	60
Bakı	Düz	0
	Kuzey (K, KB, KD)	60
	Doğu	20
	Güney (G, GD, GB)	20
	Batı	40
Yamaç şekli (Eğrisellik)	İçbükey	20
	Düz	40
	Dışbükey	60
Arazi kullanımı	Orman, alı formasyonu	0
	çalı, ot, karışık tarım alanları	30
	Ot formasyonu+çıplak alan	45

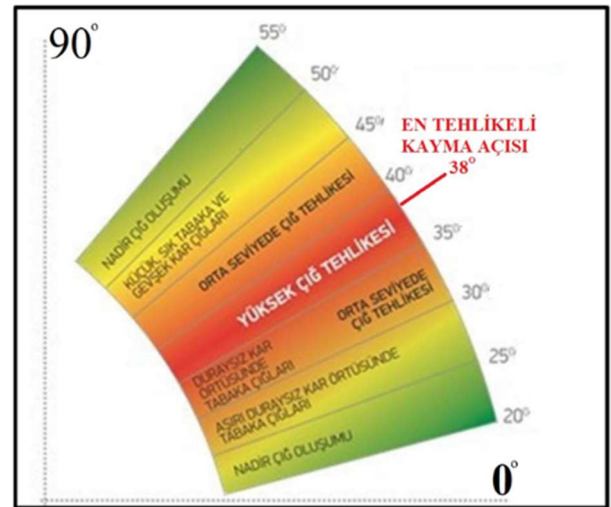


Şekil 6: Çalışma alanının yükselti puanlama haritası (HGM, 2002'den yeniden düzenlenmiştir) / **Figure 6:** Altitude scoring map of the study area (revised from HGM, 2002).

2.2. Eğim

Topoğrafya üzerinde yamaç eğimi, çığ duyarlılığını belirlemede önemli bir faktördür (Maggioni ve Gruber, 2003; Ghinoi ve Chung, 2005; NGU, 2010; Elmastaş ve Özcanlı, 2011; Covasniaru vd., 2011; Suk ve Klimanek, 2011; Simea, 2012; Selçuk, 2013; Aydın vd., 2014; Özşahin ve Kaymaz, 2014; Nasery ve Kalkan, 2021; Varol, 2022; Mutlu vd., 2022). Çığ duyarlılık haritalarının oluşturulmasında en önemli parametre olan yamaç eğimi derecesi genellikle 28° ile 60° arası olarak kabul edilmektedir. Çalışma kapsamında da bu değerler dikkate alınmıştır (LaChapelle, 1985; Butler ve Walsh, 1990; Salm vd., 1990; McClung ve Schaerer, 1993; Munter, 1999; Schweizer vd., 2003; Göl, 2005; Parshad vd., 2017; Singh vd., 2019; Varol, 2022; Mutlu vd., 2022). Çığ olayında en önemli ayırt edici olan eğim parametresi, gravite ve sürtünme arasında bulunan kesme kuvvetiyle ilişkilidir (Albrecht vd., 1994). Sahada çığ olayı genel olarak yüksek eğim açılarında sahip topoğrafyada yoğunlaşmaktadır. 28°nin altındaki eğimli

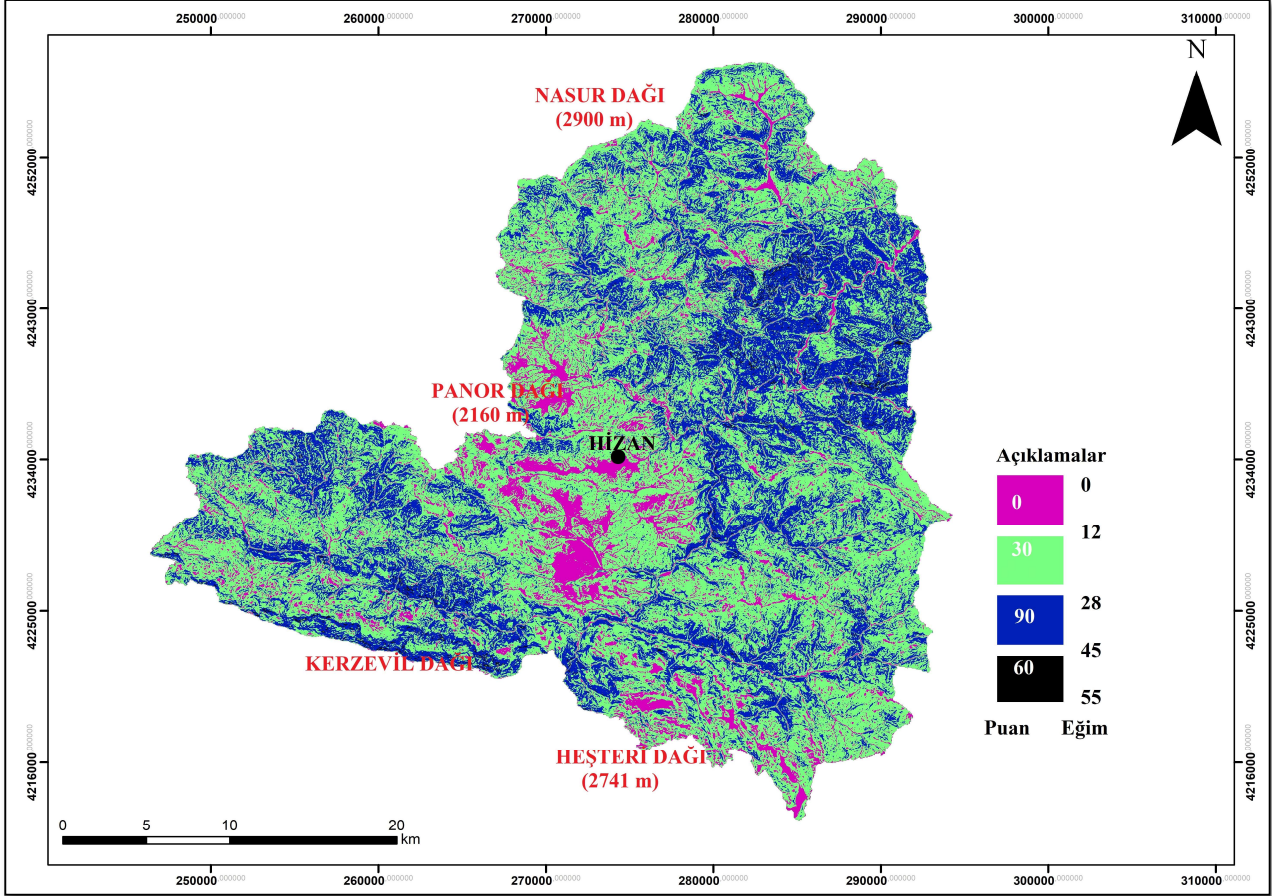
arazide kar stabilitesinin bozulacağı kırılma kuvveti gelişmezse dahi 18°-28° arasında olan alanlar düşük çığ riski taşımaktadır. Eğim açısının 55°nin üstünde olduğu yamaçlarda ise kar kütlesi yamaçta tutunamadığından çığ olayı riski azalmaktadır (AİGM,1999; Göl, 2005; Aydın ve Eker, 2014b; Avşin ve Çakı, 2021).



Şekil 7: Eğim açısına göre çığ riski düzeyi (AFAD, 2015a) / **Figure 7:** Avalanche risk level by slope angle (AFAD, 2015a).

Bu çalışmada kullanılan eğim ile ilgili sınıflandırma bölgeye konum olarak yakın olan noktalarda yapılmış çalışmaların kullandıkları veriler (Avşın ve akı, 2021; Mutlu vd, 2022) dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Sahanın eğim sınıflandırmasında 12° altındaki eğime sahip yamaçlara sıfır (0) puan verilerek buralar çığ duyarlılık analizine dâhil edilmemiştir

(Nasery ve Kalkan, 2021). Ancak 12°-28° arasındaki eğimlere 30 puan (Nasery ve Kalkan, 2021), 45°-55° arasındaki eğimlere 60 puan ve 28°-45° arasındaki eğimlere ise en yüksek puan olan 90 puan (şekil: 7, 8) verilmiştir (Albrecht vd., 1994; Selçuk, 2013; AFAD, 2015; Mutlu vd., 2022).

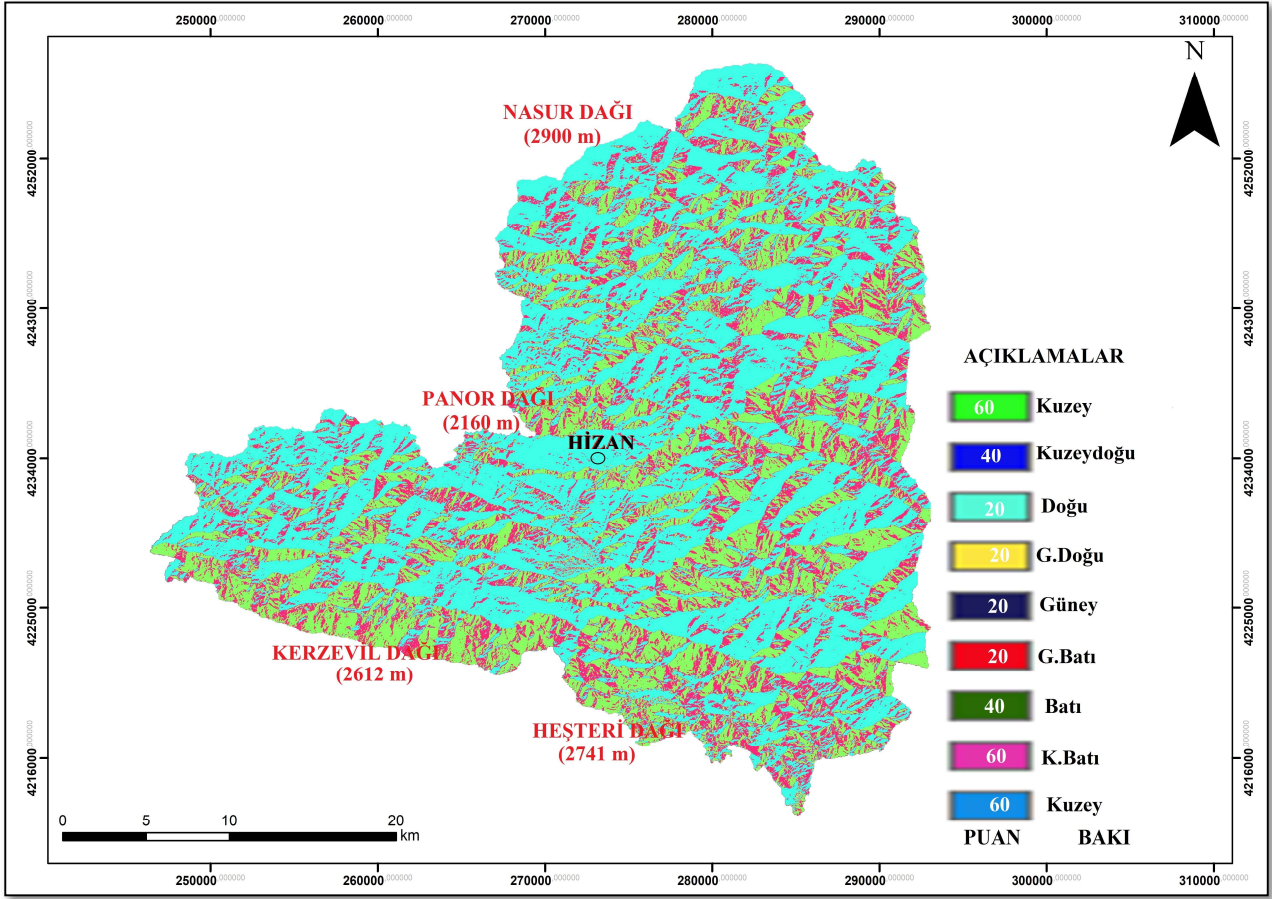


şekil 8: Çalışma alanının eğim puanlama haritası (HGM, 2002'den yeniden dzenlenmiştir) / **Figure 8:** Slope scoring map of the study area (revised from HGM, 2002).

2.3. Bakı

Yamacın Güneş'e göre konumu olarak bilinen bakı, güneş ışınlarının yamaca ulaşma açısını da belirlemektedir. Bakı Güneş ışınlarının etkisi ile söz konusu yamaçta erime/donma süreçlerine etki etmektedir. Aynı zamanda güneş ışınlarının sebep olduğu radyasyon ise yamaçlardaki karın erimesine sebep olmaktadır. Bakı Türkiye'nin de içinde bulunduğu 30°-50° kuzey enlemleri arasındaki kuşakta çığ oluşumu açısından diğer enlemlere göre daha tesirlidir (AFAD, 2015a). Bu yüzden çığ tehlikesine sahip alanların belirlenmesi ve değerlendirilmesinde bakı önemli bir parametredir (Selçuk, 2013). En fazla yıkıcı etkisi olan ve daha sık çığ oluşumuna neden olan yamaçlar kuzeybatı ve güneydoğuya

bakan yamalardır. Farklı yamaçlarda aynı gözükten kar yüzeyinin alt kısımlarında birçok temel farklılık görölmektedir (Taştekin, 2003; Elmastaş ve Özcanlı, 2011: 308). Ayrıca kiş sonu ve ilkbahar başlangıcında güneş alan yamaçta kar örtüsünün kararlılığını yitirmesi çığa neden olabilmektedir (Ancey, 2001: 323). Bakı değerleri açısından genel değerlendirme yapılacak olursa tüm değerlerde de (0° ile 359,9°) ığ oluşumu mümkündür (AFAD, 2015). Bu değerlendirmelere bağlı olarak da çalışmada hiçbir bakı değerine (0) puanı atanmamıştır (şekil 9). Kullanılan bakı değerleri en düşük 20 puan ve en yüksek 60 puan olarak belirlenmiştir (Nasery ve Kalkan, 2021).



Şekil 9: Çalışma alanının bakı puanlama haritası / Figure 9: Aspect scoring map of study area.

2.4. Yamaç Eğriselliği (Şekli)

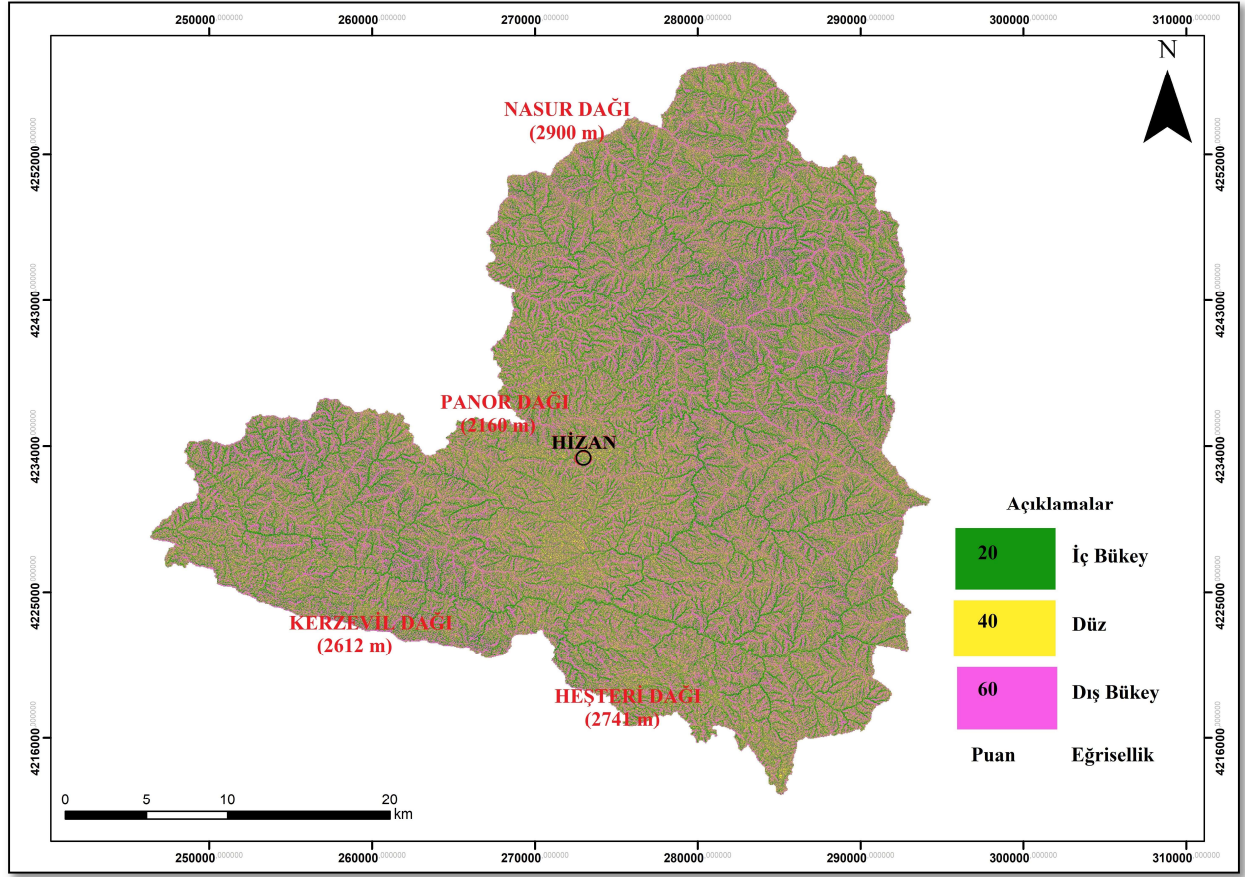
Eğrisellik temel olarak dış bükey, iç bükey ve düz olarak sınıflandırılmaktadır. Bu parametre üzerinde çığ oluşumunun her üç yamaç şeklinde meydana gelebileceğidir (Şekil 10). Ancak çığ oluşumunun bazı yamaç şekillerinde daha fazla olduğunu ifade eden araştırmalar da mevcuttur (Moore vd., 1991; Maggioni ve Gruber, 2003; NAC, 2014; Nagarajan vd., 2014).

Çalışmada üç eğrisellik sınıfı için de puanlama yapılmış olup; en yüksek çığ potansiyeline sahip dış bükey yamaçlara yüksek puan (60) verilmiştir (NAC, 2014; AFAD, 2015; Mutlu vd., 2022). Dış bükey yamaçlardan sonra çığ oluşumu düz yamaçlarda gözleendiğinden ötürü bu yamaçlara ise 40 puan verilmiştir (AFAD, 2015). Çığ oluşumu açısından en düşük yamaç türü olan iç bükey yamaçlara da 20 puan verilerek analize eklenmiştir (AFAD, 2015; Nasery ve Kalkan, 2021, Mutlu vd., 2022).

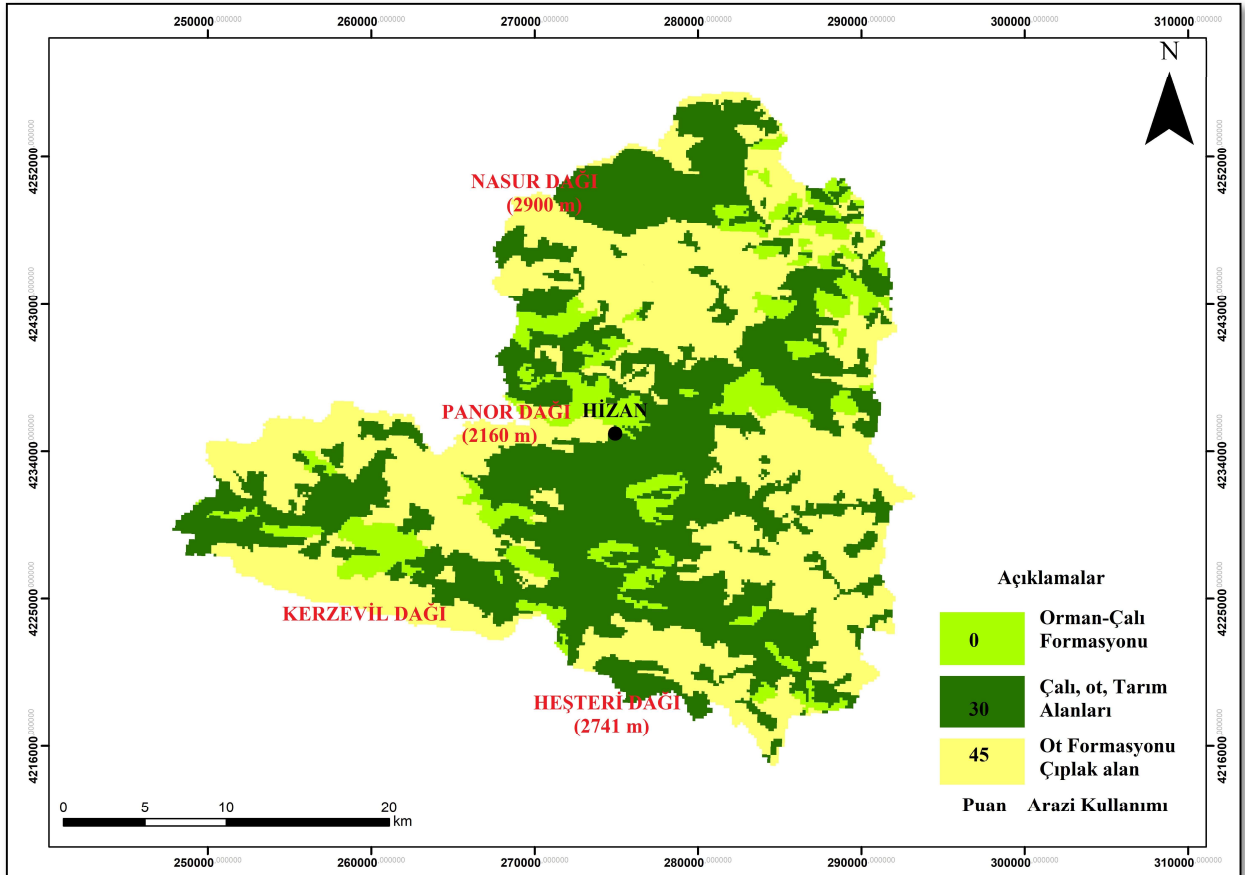
2.5. Arazi Kullanımı

Çığ başlangıç bölgesinin belirlenmesinde sıklıkla kullanılan parametrelerden biri de arazi

kullanımıdır. Araziye ait bitki örtüsü çığı durdurmayabilir, fakat yoğun bitki örtüsü veya orman formasyonu çığın başlamasına katkıda bulunan kar tabakası kalınlığı ve miktarını önemli ölçüde tutabilir veya en aza indirebilir (Selçuk, 2013). Bu durumda, bu tür alanlar, ormanlık bölgenin çığ oluşumunu engelleyici yönde etkisi olacağı düşünülerek, dikkate alınmamaktadır (Nagarajan vd., 2014). Buna karşın orman varlığından yoksun, çıplak veya tutucu özelliği olmayan çayır, çalı, bozkır vb. alanlar çığ önlemede yetersiz bir etkiye sahiptir (Avşin ve Çakı, 2021). Bu yüzden çıplak araziler yüksek çığ duyarlılığına sahiptir. Çalışmada kullanılan arazi/bitki örtüsü verileri CORINE (Coordination of Information on The Environment) sınıflandırma sisteminden sadeleştirilmiş, AFAD (2015) sınıflama ve puanlaması dikkate alınarak orman formasyonu, çalı-ot-karışık tarım alanları ve otsu bitki ve çıplak kayalık alanlar olarak sınıflara ayrılmış ve puan atamaları gerçekleştirilmiştir (Şekil 11).



Şekil 10: Çalışma alanının yamaç eğriselliği puanlama haritası / Figure 10: Slope curvature scoring map of the study area.

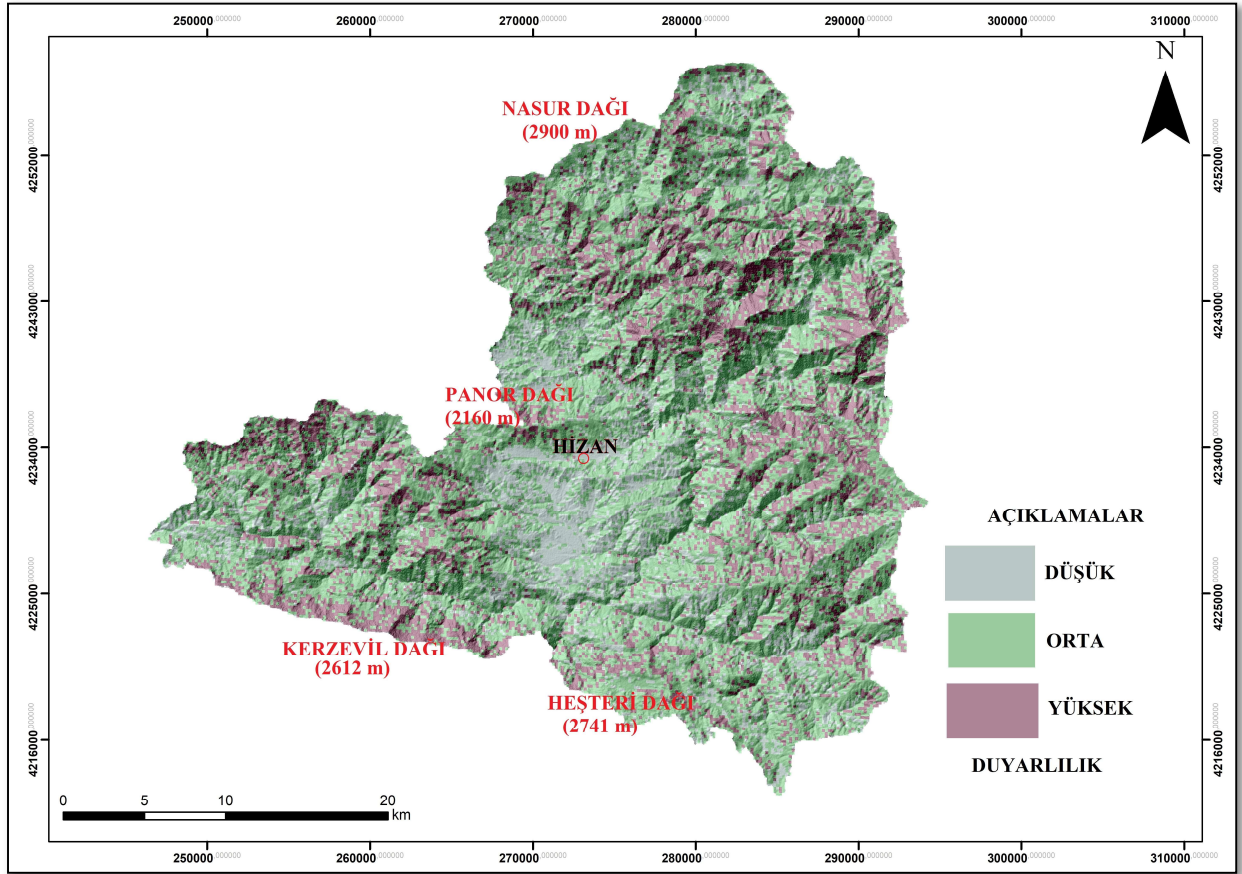


Şekil 11: Çalışma alanının arazi kullanımı puanlama haritası (Kaynak: CORINE, 2018'den düzenlendi) / Figure 11: Land use scoring map of the study area (Source: CORINE, revised from 2018).

3. BULGULAR VE TARTIşMA

Bu çalışmada yükseklik, eğim, baki, yamaç eğriselliği ve arazi kullanımı olmak üzere beş (5) coğrafi faktör ile bu faktörlere ait 24 alt faktör dikkate alınmış, ağırlıklı çakıştırma yöntemi ile Hizan ve çevresinin çiğ duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen çiğ duyarlılık analiz sonuçları düşük, orta ve yüksek olmak üzere üç (3) farklı sınıfa ayrılmıştır. Analiz sonuçlarına göre iğa yüksek duyarlı alanların Hizan'ın kuzeydoğusunda bulunan Suboyu,

Dönertaş, Yiğinkaya, Teknecik, Sallica civarı olduğu grlmektedir. Bunun yanında Hizan'ın güneydoğusunda ise Ağılz, Derince, Sarıtaş, Ballica iğa duyarlı alanlardır. Bu alanlar çoğu noktada morfolojik olarak V- biçimli vadilerin eğimi fazla yamaçlarına denk gelmektedir. Hizan'ın yakın kuzeybatısında bulunan Panor Dağı, yine kuzeydoğu'da bulunana Petek Dağı ve çevresi de iğa yüksek duyarlı alanlar olarak tespit edilmiştir (şekil 12).

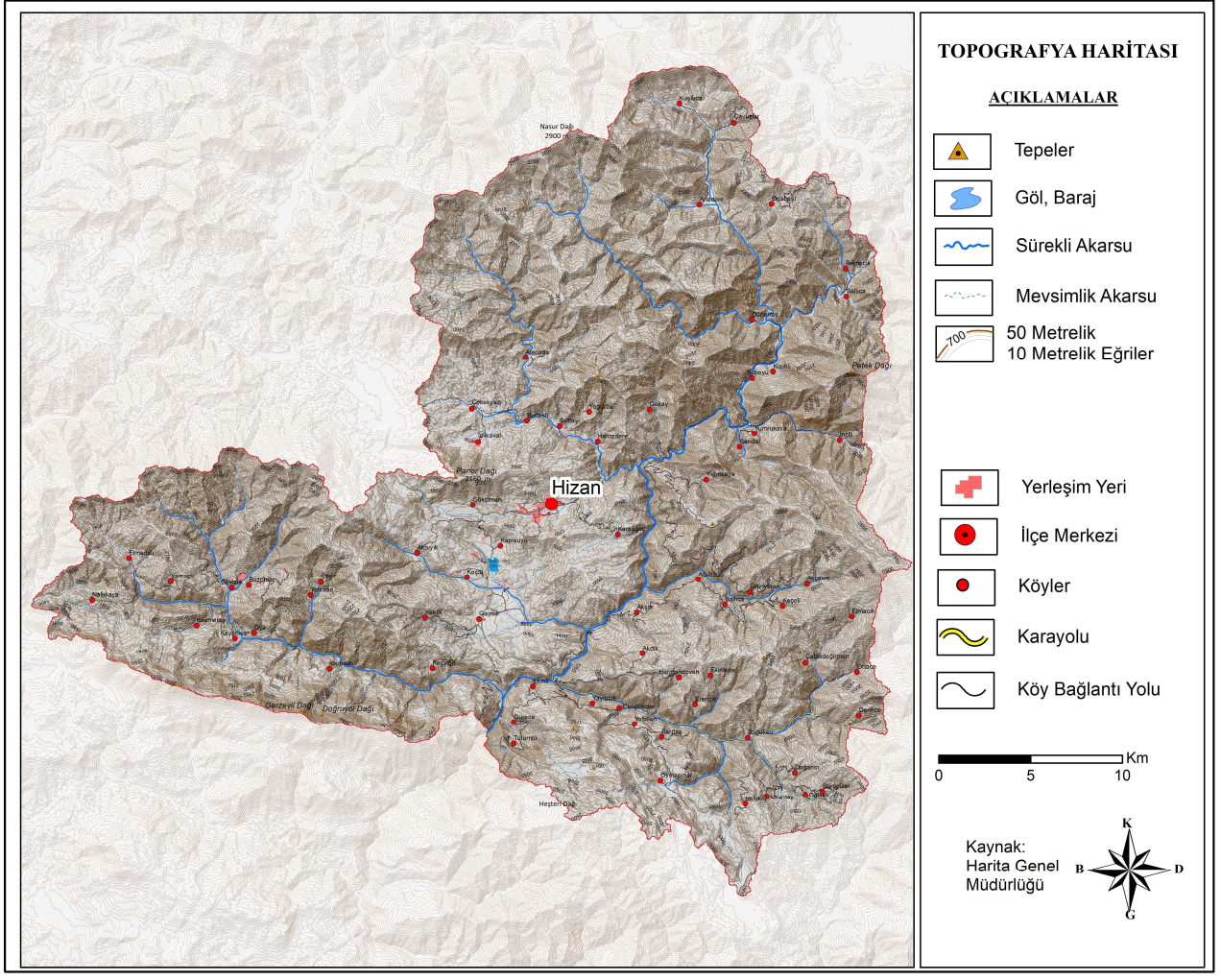


şekil 12: Çalışma alanının çiğ duyarlılık haritası / Figure 12: Avalanche susceptibility map of the study area.

3.1. Yükselti

Çalışma alanında yükseltinin artışı ile beraber kiş mevsiminde kar yağışının ve birikiminin fazla olduğu bilinmektedir. Bu durum çiğ oluşumuna zemin hazırlamaktadır. Araştırma sahasında jeomorfolojinin müsait olduğu yerlerde yerleşmeler kurulmuştur. Morfolojinin zelliklerine bağlı olarak bu yerler de iğdan etkilenebilir. Sahada bulunan yerleşmeler tektonik olarak müsait depresyonlara, dağ i ovalara, akarsu boyunda bulunan yamaçlara ve vadi tabanlarına kurulmuştur. Nüfusun da buna uygun 1300-1500 m yükselti basamağında yoğunlaştığı grlmektedir. Ancak 1750 m üstü

yerlerde dahi yerleşim yerleri mevcuttur (şekil 13). Yerleşim yerlerinin çoğunun Hizan ile merkezinde, Gayda, İlikaval ve ekkyazı ovasında yoğunlaştığı grlmektedir. Bunun dışında özellikle Hizan kuzeyinde yerleşim yerlerinin sahanın neredeyse tamamına hkim olan dağlık yamaçlarında, K-G istikametinde akış gösteren Büyükdere boylarında konuşlandığı grlmektedir. Hizan güneyinde bulunan yerleşim yerlerinin ise genel olarak D-B eksenli uzanan dağ sıraları arasında bulunan akarsu boylarında konuşlandığı grlmektedir. Tüm bu bulgular yöre insanının bölgede olası bir iğdan etkilenebileceği anlamına gelmektedir.



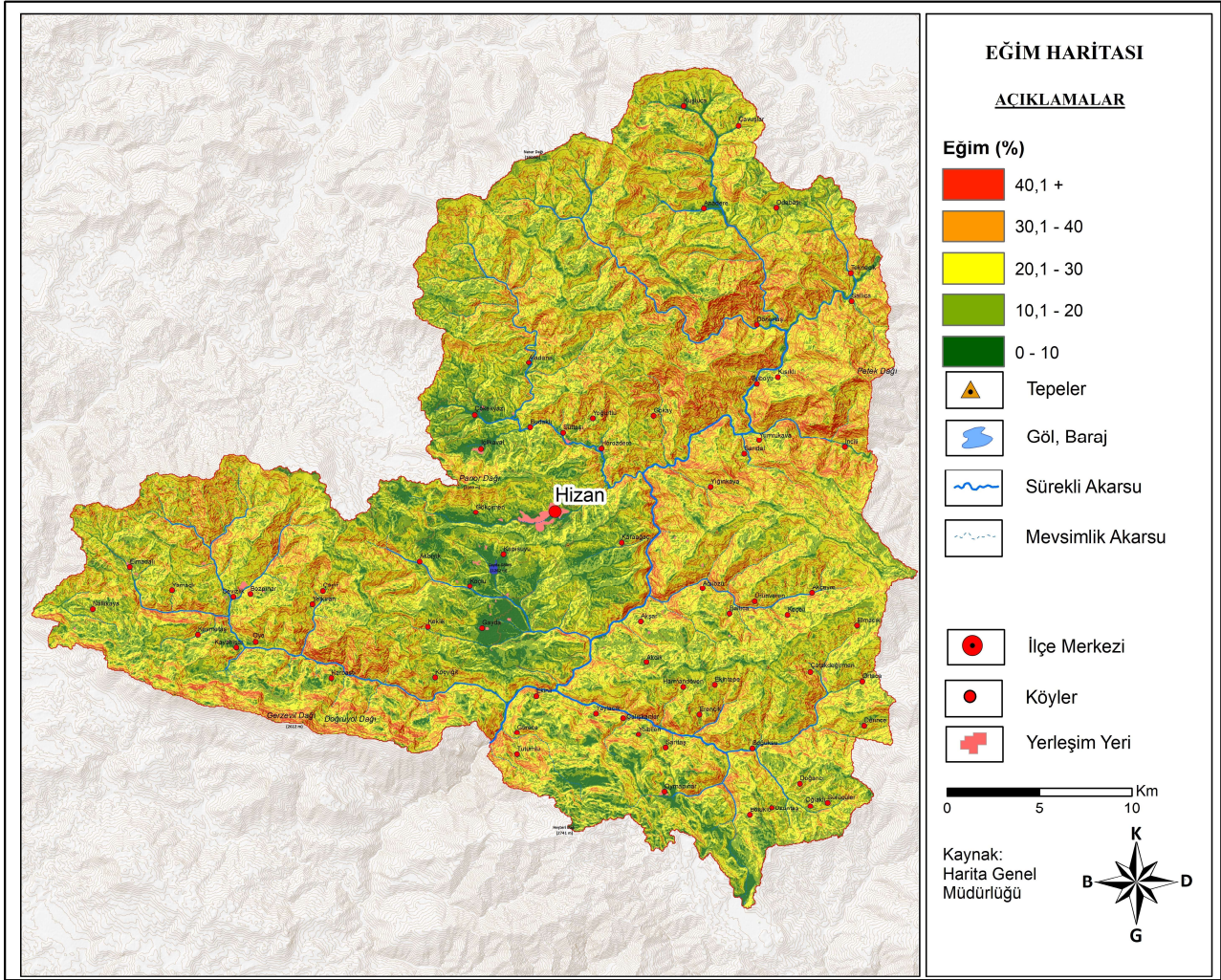
Şekil 13: Çalışma alanının topoğrafya haritası (Kaynak: HGM, 2002) / **Figure 13:** Topographic map of the study area (Source: HGM,2002).

3.2. Eğim

Çalışma alanının eğim haritası incelendiğinde çığ oluşumunda etkili eğim değerlerinin sahada %40'dan fazla olduğu hesaplanmıştır. Bu yüzden eğim açısı verilerine göre araştırma alanı potansiyel çığ olayının yaşanabileceği konumdadır. Kerzevil Dağı'nın hem yukarı kısma doğru olan yamaçlarının çıplak kayalıklardan oluşması ve eğim bakımından yüksek değerler sergilemesi hem aşağı kısımlarda çalı-ot türlerinin artış göstermesi ve eğim açısının düşmesi nedeniyle çığ olayı kesintiye uğramaktadır (Şekil 14, 15). Özellikle Hizan'ın kuzeyinde Petek Dağı kuzeyi ve kuzeydoğusu, Panor Dağı'nın özellikle kuzeye bakan yamaçları, İncirli ile Yığınkaya arasındaki eğimi fazla olan yerler çığ olayı için duyarlı yerlerdir. Keza yakın geçmişte dahi (2015 yılında) bu alanlarda çığ olayı yaşanmıştır.

3.3. Bakı

Duyarlılık haritasında elde edilen sonuçlar ile morfolojik birimler mukayese edildiğinde morfolojik olarak dağlık alan ve eğimi fazla yamaçlara denk gelen kuzeybatı ve güneydoğu kesiminde çığ meydana gelmiştir. Bakıya bağlı olarak kar kütlesi yüzeyi güneş (Özellikle Hizan'ın kuzeydoğusu) etkisiyle eridikten sonra, güneşin gün içinde etkisi azalmaya başladığı vakitte kar yüzeyi donabilmektedir. Bu donmuş kaygan yapıdaki kar kütlesi üzerine gelen yeni kar örtüsü çığa neden olabilmektedir. Buradan hareketle sahanın güneye bakan yamaçları güneşli günlerde ve mevsim geçişinde donma-çözülme olayının ardından yağışların gerçekleşmesiyle çığ duyarlılığı artmaktadır. Ayrıca kuzeydoğu ve doğu yamaçlar, sıcaklıkla birlikte meydana gelen erimenin ardından kar örtüsünün harekete geçebileceği alanlardır (Şekil 16).



Şekil 14: Çalışma alanının eğim haritası / Figure 14: Slope map of the study area.

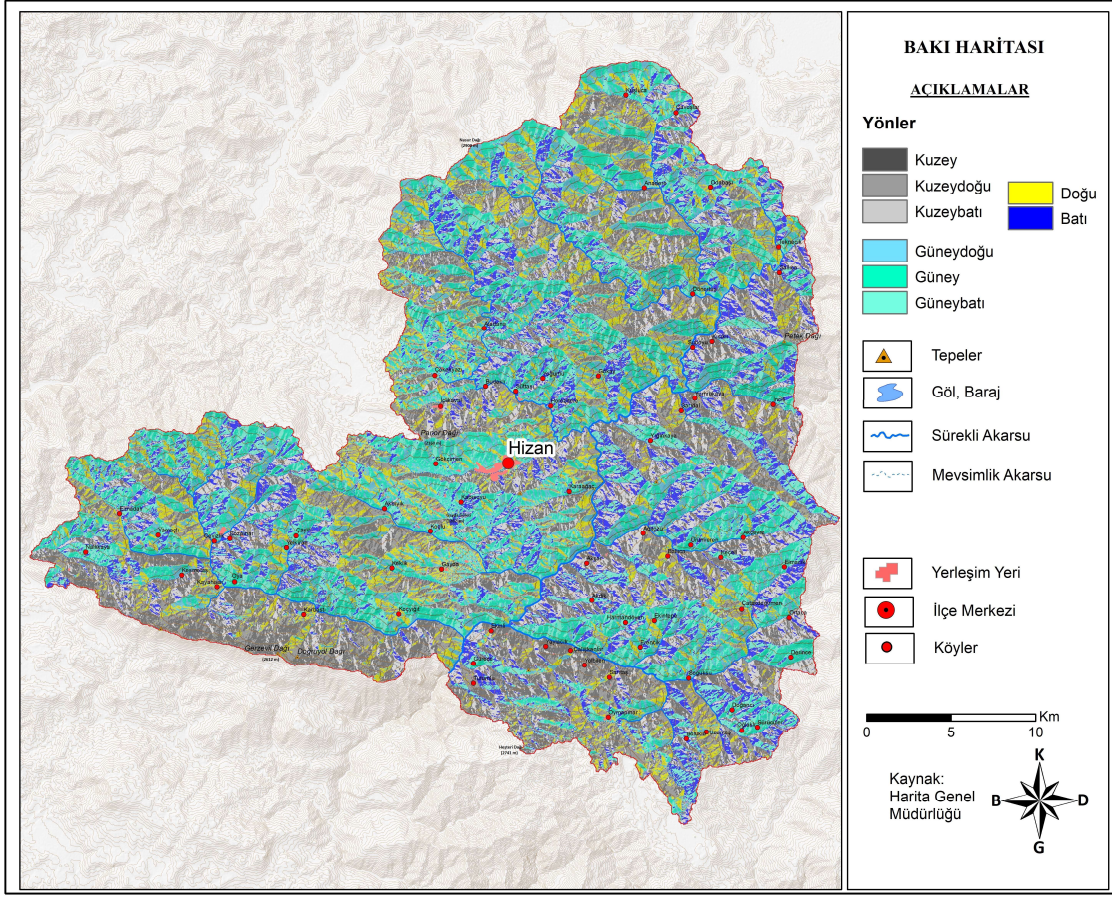


Şekil 15: Bitki örtüsünden yoksun ve eğimli Kerzevil Dağı'nın genel görünümü / Figure 15: General view of Kerzevil Mountain, devoid of vegetation and overly sloping.

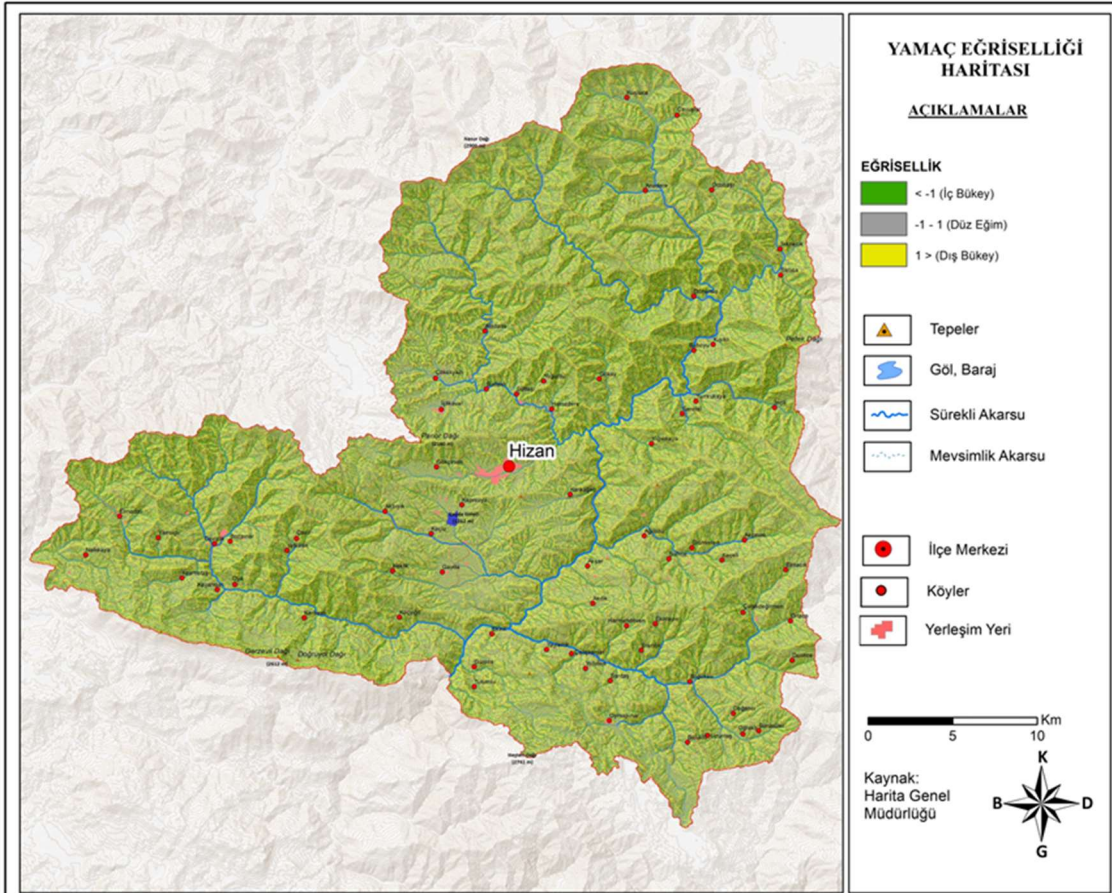
3.4. Yamaç Eğrisselliği

Çalışma alanının topoğrafyasının engebeli özelliğinden dolayı jeomorfolojik özelliklerin kısa mesafelerde sık değişmesine neden olduğu gibi yamaç şekli de çok sık değişmektedir (Şekil 17). Öyle ki; aynı dağın bir yamacı üzerinde iç bükey, dış bükey ve düz yamaçlar görmek mümkündür. Ana kol olan Büyükdere ve ona

bağlanan yan kolların yukarı çığırına doğru iç bükey yamaçların fazlalığı dikkat çekicidir. Özellikle Hizan'ın kuzeydoğusundan kuzey istikametine doğru gidildiğinde (Horozdere'den Petek Dağı'na doğru) yükselti ve eğimin artmasına bağlı olmanın yanında yamaç şeklinin de uygunluğuna göre çığ duyarlılığının arttığı görülmektedir.



Şekil 16: Çalışma alanının baki haritası / Figure 16: Aspect map of the study area.



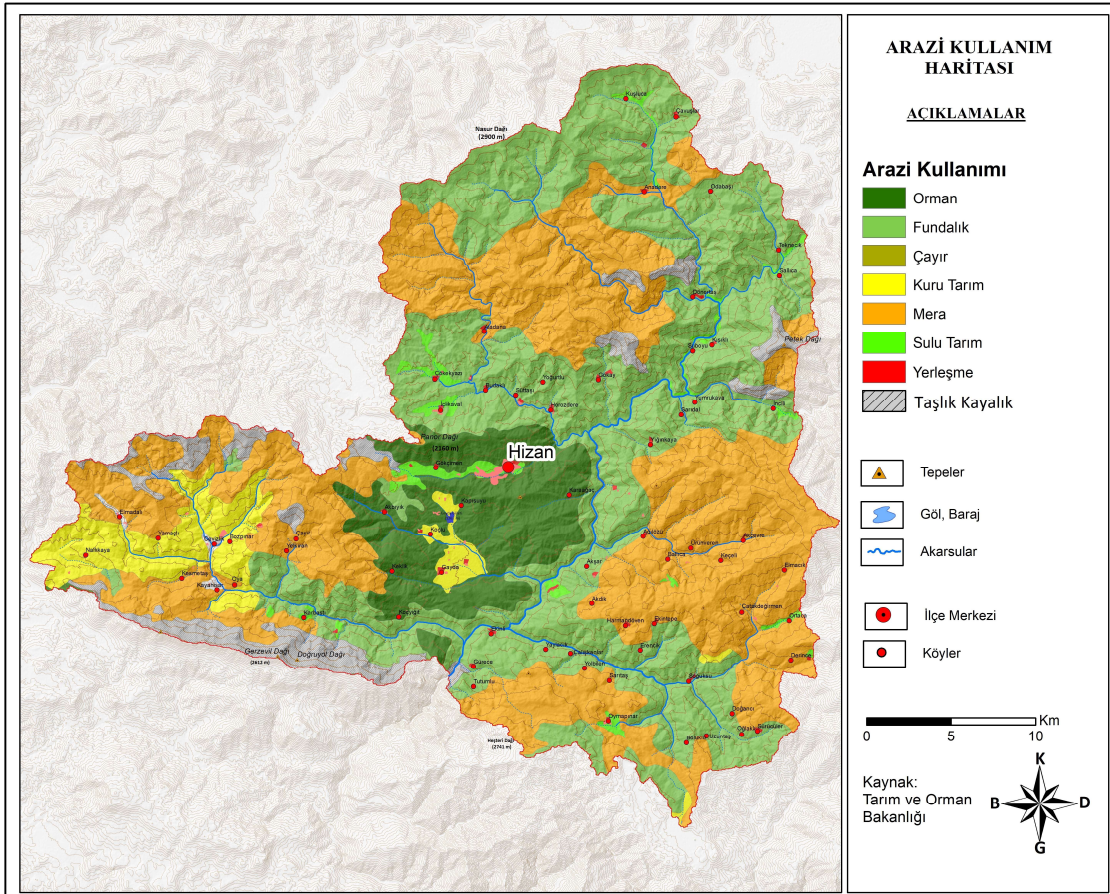
Şekil 17: Çalışma alanının yamaç eğriselliği haritası / Figure 17: Slope curvature map of the study area.

3.5. Arazi Kullanımı

Hizan'ın kuzeydoğusunda bulunan Petek Dağı ve yamaçları, Hizan'ın güneybatısında bulunan Serkaç Tepe ve yamaçları, kuzey sınırda yüksek dağ yamaçları ve güney sınırda bulunan Kerzevil Dağı ve yamaçları orman örtüsü bakımından yoksun/az nitelikte olduğundan çığ olayına duyarlı yerlerdir. Keza seyrek bitki örtüsüne (ot formasyonları) sahip olan Hizan kuzeyi de çığa duyarlı alanlardır. Risk azaltma yöntemi olarak kullanılan çığ önleme yapıları arasında ormanların etkisi büyüktür (Mohammed ve diğ., 2015; Kumar ve diğ., 2017). Saha her ne kadar orman bakımından yoksun ve tahribat fazla olsa da bulunduğu çevreye göre orman formasyonu bakımından zengin yapıdadır. Hizan'ın kuzeyinde orman üst sınırı güneyine göre daha yukarıdadır. 2330 m. de dahi orman formasyonuna rastlanmaktadır (Şekil 18, 19). Hizan'ın güneydoğu yamaçları, Horozdere'nin kuzeydoğusu orman formasyonu ve yüksekliği 1-3 m arası olan çalılıarın varlığından ötürü çığ oluşumu kesintiye uğramaktadır. Ancak son yıllarda özellikle vadi

yamaçlarında orman ve çalı örtüsünün kışlık yakacak amaçlı olarak tahrip edilmesi ve yerine yeni ağaçlandırmaların yapılmaması burayı çığ bakımından daha da duyarlı konuma getirmektedir. Bu kesimdeki çığ potansiyeli, birçok yerleşim yeri ile dere boylarına uyumlu seyreden karayolunu doğrudan tehdit etmesi bakımından üzerinde durulması gereken bir konudur.

Nitekim bu durum geçmiş yıllarda gerçekleşen çığ noktası haritasına bakıldığında açıkça görülmektedir (Şekil 20). Keza geçmişte yaşanan çığ olayları da yükseltisi ve eğimi fazla olan yamaçlarda gerçekleşmiştir. Hizan güneyinde ise doğu-batı eksenli uzanan dağ sıraları arasında subsekant kolun fazla eğimli yamaçlarında gerçekleşmiştir. Ancak Hizan'ın güney sınırında eğimi ve yükseltisi çok fazla olan Tutumlu ve Çalışkanlar arası fazla eğim ve yükselti bakımından çığ oluşumuna müsait olsa da vadi tabanından yukarıya doğru yayılan fındık (*Corylus avellana* L.) ağaçları çığ oluşumunu veya etkilerini azaltıcı roledir.

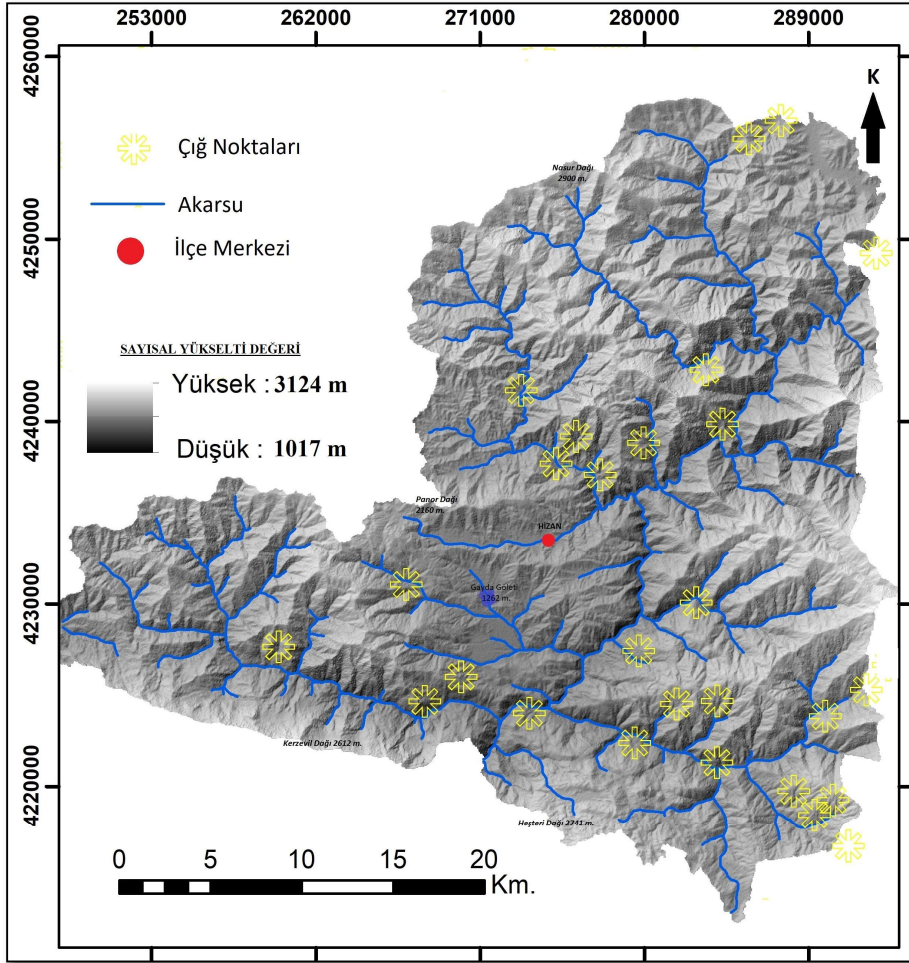


Şekil 18: Çalışma alanının arazi kullanım haritası / Figure 18: Land use map of the study area.



Şekil 19: Araştırma sahasında orman st sınırını gösteren foto (Hizan Gneyi, Budaklı'dan kuzeybatıya bakıő).

Figure 19: Photo showing the forest upper boundary in the research area (South of Hizan, View to the northwest from Budaklı).

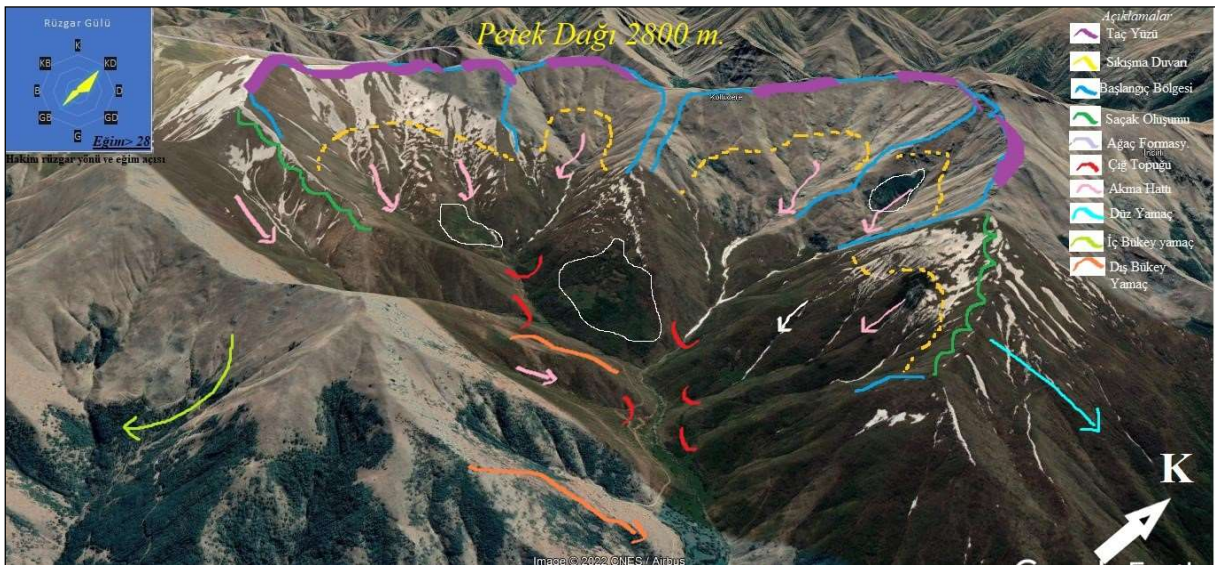


Şekil 20: Çalışma alanında meydana gelmiş çiğ olaylarının konumunu gösteren harita (AFAD, 2021'den düzenlenmiştir) / **Figure 20:** Map showing the location of avalanche events that have occurred in the study area (edited from AFAD, 2021).

Genel değerlendirme yapılacak olursa çığ oluşumunu tetikleyen en önemli etkenler, dağlık ve engebeli arazi şartları, bitki örtüsünden yoksun yamaçlar ve karasal iklim koşullarıdır. Bu unsurlar, Türkiye'deki diğer yüksek duyarlı alanlarda tespit edilen etkenlerle benzeşmektedir (zşahin ve Kaymaz, 2014; Işık vd., 2019; Ekinci vd., 2020; Avşın ve akı, 2021). Geçmiş yıllarda yaşanan çığ olayı haritasına bakıldığında, genel olarak çığ olayının yükseltisi fazla olan Panor Dağı'nın kuzeye bakan fazla eğimli yamaçlarında, Petek Dağı'nın bitki örtüsünden yoksun çıplak kayalık alanın eğimli yamaçlarında, kuzey sınırda yükseltisi 2800 m'yi aşan ve orman ve çalı formasyonu zayıf eğimli yamaçlarda (avuşlar, Teknecik) gerçekleştiği grlmektedir. Hizan güneyinde ise Büyükdere'ye D-B istikametinde bağlanan yan kolların yukarı yamaçlarında (Yolbilen, Saritaş) ığ olayı yaşanmıştır. Yaşanan bu çığ olayı yerleri çığ duyarlılık haritası ile korelasyonu yapıldığında kullanılan ağırlıklı çakıştırma yönteminin doğru olduğu sonucuna varılmaktadır. Nihai olarak araştırma sahası çığ olayının en fazla yaşandığı bir yer olmasının yanında, bölgede yüksek duyarlılığa sahip bir noktadadır. ığ olayının fazla olduğu/olacağı yamaçlarda yerleşim yerlerinin ve ulaşım ağlarının kısıtlı olması, can ve mal kayıplarını engellemektedir. Tüm bu veriler işığında çığ oluşumunda etkili olan yükselti, yamaç

eğrişelliği, açık alanlar, meteorolojik koşulların müsait oluşu ve fazla eğim koşullarının bir arada görüldüğü Petek Dağı ve çevresi güzel bir örnektir (şekil 21).

Çalışma alanı, Doğu Anadolu Bölgesi'nde kıtasal çarpışma zonunda ve yükseltinin kısa mesafelerde değiştiği konumdadır. Neotektonikle gelişen bu durum topoğrafyanın geniş bir yelpazede değişmesine (yükselti, eğim gibi) neden olduğu bilinmemektedir. Topoğrafya üzerinde meydana gelen bu değişim çığ oluşumunu kolaylaştırmaktadır. Çalışma alanı ve çevresinde meydana gelmiş çığ olayları ve literatür bilgileri bunu doğrulamaktadır. Çalışma alanının doğusunda ve devamı niteliğinde olan Bahçesaray ve çevresinde Avşın ve akı (2021)'nin yaptıkları çalışmada çığ oluşumuna müsait orta ve yüksek duyarlı alanlar tanımlamıştır. Keza benzer topoğrafik koşullara sahip Hakkri ve çevresinde Mutlu ve vd. (2022)'nin yapmış olduğu çalışmada çığ oluşumuna orta ve yüksek duyarlı alanlar tanımlamıştır. Ayrıca alışma alanının kuzey kesimini içine alan kısımda, Ekinci vd. (2020)'nin yaptıkları risk değerlendirmesine göre Hizan ve çevresi çığ bakımından yüksek risk taşımaktadır. Yapılan bu çalışmalardan elde edilen bulgular ile araştırma sahasında elde edilen bulguların benzerlik gösterdiği ve çığ oluşumuna müsait orta ve yüksek duyarlı alanların olduğu anlaşılmıştır.



şekil 21: Petek Dağı yamaçlarında çığ oluşumunda etkili olan topoğrafik ve diğer unsurların uydu görüntüsü üzerinde gösterimi (Hizan Kuzeydoğusu, Petek Dağı) / **Figure 21:** Satellite Image of topographic, meteorological and other elements that are effective in avalanche formation on the slopes of Petek Mountain (Northeast of Hizan, Petek Mountain) (Google Earth Pro, 2021).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu alışma sonucunda çığ oluşumuna duyarlı alanları belirlemede kullanılan yükseklik, eęim, baki, yamaç eğriselliği ve arazi kullanımı parametrelerinin haritaları hazırlanmıştır. Bu haritalara ait verilerin sentezi sonucunda sahanın çığ duyarlılık haritası ortaya konulmuştur. Bu minvalde sahanın çığ duyarlılığı dūřuk, orta ve yūksel olmak ũzere ũ kategoride sınıflandırılmıştır. Bu sınıflamada elde edilen bulgular irdelendiğinde, Hizan'ın kuzeydoğusunda bulunan Petek Dağı ve yamaçları, Nasur Dağı ve Panor Dağı yamaçları bunun yanında Hizan'ın gūneybatısında bulunan Serka Tepe ve yamaçları, gūney sınırda bulunan Kerzevil Dağı ve yamaçları, Hizan'ın kuzeyinde İhtiyarşahap Dağlarının devamı niteliğinde olan yūksel engebeli daę yamaçları ve Hizan'ın gūneyinde ana akarsuya (Būyūkdere) D-B istikametinde bağlanan yan kolların yamaçları (Yolbilen-Sarıtaş arası) ığa "yūksel duyarlı" noktalarıdır. Ayrıca Hizan'ın kuzeybatı kesimleri ve gūneyinde bulunan eğimi az olan yamaçlar (Kapisu-Gōkimen arası) ığa "orta seviye duyarlı" alanlardır. Buna karşın morfolojik olarak ova alanı ve az eğimli yamaçlar ve alçak aşınım sahalarına denk gelen (Gayda ovası, Hizan, ōkekyazı ve İlikaval) yerlerin çığ oluşumuna "az duyarlı" alanlar olduğu anlaşılmıştır. Saha gōzlemleri ve bōlgede tarihsel geçmişte yaşanan çığ noktalarının, bu çalışmada elde edilen çığ duyarlılık haritası ile korelasyonu yapıldığında kullanılan yōntemin doğru olduğu sōylenbilir. Ancak bu sonuçlar her ne kadar doğru olsa da bunun çığ oluşumuna etkisi olan kar ũrtū sū ve çığ tetikleyici gibi verilerle desteklenmesi gerekmektedir. Sahada duyarlılık değerlerinin dūřuk olduğu belirlenen lokasyonlarda ileri ki dōnemlerde çığ oluşma ihtimali dūřūktūr. Ancak duyarlılığın orta ve yūksel olarak tanımlanan yerlerde olası çığ felaketlerine karşı gerekli tedbirler alınmalıdır. Buna gōre riskin ortaya çıktığı kiř mevsiminde ve kar yağışlı gūnlerde ulaşıma kapatılmalı ya da ulaşım kontrollū sağlanmalıdır. Ayrıca alanda yūksel risk taşıyan yerleşkelerde insanlar çığ konusunda bilinçlendirilmelidir. Keza ığ duyarlılığı yūksel olan alanların yerleşime açılması ũnlenmelidir. Bunun yanında çığa

sebepl olan tūm parametreleri (topoğrafik, meteorolojik, kar ũrtū sū ozellikleri ve çığ tetikleyicileri) yansıtacak çığ istasyonlarının yapılması ũnemlidir. ığ konusunda sorumlu idari kurumlar ve uzmanlar sahayı periyodik olarak denetlemeli ve çığ oluşumu için ũnleyici metotları (kontrollū yapay çığ, çığ saptırma duvarları, yapay taraçalar gibi) uygulamaya koymasını ũnerilir. Nihai olarak araştırma sahasında reaktif yaklaşım (kuralcı) yerine proaktif (ũnleyici) bir yaklaşım sergilendiğinde olası ığda meydana gelebilecek can ve mal kayıplarının ũnne geçilecektir. Bunun yanında orman ve çalı formasyonu (uzunluğu 1-3 m kadar) bakımından çevresine gōre zengin nitelikte olan Hizan ve çevresinde 2330 m'ye kadar orman ũst sınırı mevcuttur. Ancak sahada bilinçsiz biçimde orman tahribatı gitgide artmaktadır. Bu yūzden daę yamacında başlangıç noktasından itibaren çığ tutucu ozellikte olan bu orman varlığının azalması, sahada var olan çığ olayını sayısını arttıracak ařıkārdır. Orman ve çalı formasyonunun korunarak hatta uygun ağaçlandırma ile orman ũrtū sū zenginleştirilerek olası çığ oluşumu ve etkileri azaltılabilir. Bu çalışmada elde edilen bulguların burada yapılması gereken diğer bütūnleyici çalışmalar ile proaktif bir bakışla değerlendirmeye alınması halinde olası bir çığın sonucunda can ve mal kaybının ũnne geçilmesinde ũnemli bir çıktı olacağı dūřūnlmektedir.

KAYNAKÇA

- Adikari, Y., Yoshitani, J. (2009). Global Trends In Water-Related Disasters: An Insight For Policymakers. World Water Assessment Programme Side Publication Series, Insights. The United Nations, UNESCO. International Centre for Water Hazard and Risk Management (ICHARM).
- AFAD, Afet ve Acil Durum Yōnetim Başkanlığı (2020). Afet Yōnetimi Kapsamında 2019 Yılına Bakış Ve Doğa Kaynaklı Olay İstatistikleri, T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yōnetimi Başkanlığı, Ankara.
- AFAD (2018). Tūrkiye'de Afet Yōnetimi ve Doęa Kaynaklı Afet İstatistikleri Raporu, https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/35429/xfiles/turkiye_de_afetler.pdf

- AFAD, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (2015a). Bütünleşik Tehlike Haritalarının Hazırlanması Çıĝ Pratik Kılavuz, T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.
- AFAD, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (2015b). Bütünleşik Tehlike Haritalarının Hazırlanması Çıĝ Temel Kılavuz, T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara. https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/3468/xfiles/cig_temel-kilavuz-tr_.pdf
- Afet İşleri Genel Müdürlüğü (AİGM) (1999). Çıĝ El Kitabı. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Akköprü, E. (2005). Çatak (Van) - Görentas Arasının Fiziki Coğrafyası (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Van.
- Alaeddinoğlu, F., Avşin, N., Yılmaz, E. (2016). Van Gölü Güneydoğusunun Jeomorfolojik Özellikleri ve Ekoturizm. Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 6 (2), 245-255.
- Ancey, C. (2001). Snow Avalanches in Geomorphological Fluid Mechanics. Springer, 582, 319-338, Berlin, Heidelberg.
- Atalay, İ. (1992), Türkiye Coğrafyası, Ege Üniversitesi Basım Evi, İzmir.
- Avşin, N. ve Çakı, D. T. (2021). Çatak - Bahçesaray (Van) Karayolu Üzerindeki Çıĝa Duyarlı Alanların Belirlenmesi. Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi, (7), 30-47. DOI: 10.46453/jader.911574
- Aydın A, Bühler Y, Cristen M ve Gürer İ (2014). Avalanche Situation İn Turkey and Back Calculation of Selected Events. Natural Hazards and Earth System Sciences, 14, 1145-1154. <https://doi.org/10.5194/nhessd-2-581-2014>
- Aydın, A., ve Eker, R. (2012). CBS Tabanlı Bulanık Üyelik Modeliyle Eĝim Haritalarının Hazırlanması ve Klasik Yöntemle Karşılaştırılması: Çıĝ Risk Değerlendirme Uygulaması. I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 206–212.
- Aydın, A., ve Eker, R. (2014a). CBS Tabanlı Çıĝ Analizi: Rize-Yukarı Kavron Yaylası Örneği. 5. Uzaktan Algılama CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2014), 1–7.
- Aydın, A., ve Eker, R. (2014b). Topografik Parametreler Kullanılarak Potansiyel Çıĝ Başlama Bölgelerinin CBS Tabanlı Olarak Belirlenmesi. II. Ulusal Akdeniz Orman Ve Çevre Sempozyumu, 426–435.
- Covasnianu A, Grigoraş I R, State L E, Balin D, Hogaş S ve Balin I (2011). Mapping Snow Avalanche Risk Using GIS Technique And 3D Modeling. Case Study Ceahlau National Park. Rom. Journ. Phys., 3-4, 476- 483. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1884082>
- Crecy, L. D. (1980). Avalanche Zoning in France Regulations and Technical Basis, Journal of Glaciology, 26 (94), 325-330.
- Doğu, A. F. (2008). İhtiyarşahap Dağları. Van'ın Buzulları. Yeşil Atlas 11, 66-71.
- Dölek, İ. (2015). Sungu Beldesi Ve Yakın Çevresinde (Muş) Sel Ve Taşkına Duyarlı Alanların Belirlenmesi. Marmara Coğrafya Dergisi, 31, 258–280
- Ekinci, R., Büyüksaraç, A., Ekinci, Y. L., Işık, E. (2020). Bitlis İlinin Doğal Afet Çeşitliliğinin Değerlendirilmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 6 (1), 1-11
- Elmastaş, N. ve Özcanlı, M. (2011). Bitlis İlinde Çıĝ Afet Alanlarının Tespiti ve Çıĝ Risk Analizi, VI. Ulusal Coğrafya Sempozyumu, Ankara, 303-314.
- Erinç, S. (1953). Doğu Anadolu Coğrafyası, İstanbul Üniversitesi Yayınları, No:572, İstanbul.
- Ghinoi A. ve Chung C. J. (2005). STARTER: A Statistical GISBased Model for The Prediction of Snow Avalanche Susceptibility Using Terrain Features: Application to Alta Val Badia, Italian Dolomites. Gemorphology, 66, 305- 325. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2004.09.018>
- Göl, C. (2005). Çıĝ Olgusu ve Ormancılık. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 1, 49- 63.
- Gürer, İ., Tunçel, H. (1994). Türkiye'de Çıĝ Sorunu ve Bugünkü Durumu. Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi II. Sempozyumu. Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Hoyois, P., Jean Michel S., Regina B. ve Debarati G.-S. (2007). Annual Disaster Statistical Review: Numbers and Trends 2006, Catholic University of Louvain (UCL), Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED).
- Işık, F., Bahadır, M., Zeybek, H.İ. (2019). Doğankent (Harşit) Çayı Havzası'nın Yukarı ve Orta Kesimindeki Arazi Uygulamalı Çıĝ Duyarluluk Analizi. The Journal of Academic Social Science Studies, 77, 335-353.
- Kalelioğlu, E. (1991). Van Ovasının İklim Özellikleri. Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi, 35 (2), 155-166.

- Kızıloğlu, F. M., Okurođlu, M., ve Örüng, İ. (2006). Kırsal Yerleřimler ve Doğal Afetler. GOÜ. Ziraat Fakóltesi Dergisi, 23(2), 53–58.
- Kumar, S. ve Snehamani Srivastava, P. K. (2017) GIS-Based MCDA–AHP Modelling for Avalanche Susceptibility Mapping of Nubra Valley Region, Indian Himalaya. Geocarto International 32 (11): 1254–1267. <https://doi.org/10.1080/10106049.2016.1206626>
- Kumar, S. ve Snehamani Srivastava P. K. (2018) Geospatial Modelling and Mapping of Snow Avalanche Susceptibility. Journal of the Indian Society of Remote Sensing 46(1):109–119. <https://doi.org/10.1007/s12524-017-0672-z>
- Kumar S, Snehamani Srivastava P. K. ve Bhatiya, S. (2019). Geospatial Probabilistic Modelling for Release Area Mapping of Snow Avalanches, Cold Reg Sci Technol 165 (June): 102813. <https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2019.102813>
- LaChapelle, E. R. (1985). The ABC of Avalanche Safety. Seattle, Washington.
- Maggioni M. and Gruber, U. (2003). The Influence of Topographic Parameters on Avalanche release Dimension and Frequency. Cold Regions Science and Tecknology, 37, 407-419. [https://doi.org/10.1016/S0165-232X\(03\)00080-6](https://doi.org/10.1016/S0165-232X(03)00080-6)
- Marek, B., Ivan, B. (2010). Spatial Modelling of Snow Avalanche Run-Outs Using GIS. Proceedings From Symposium GIS, Ostrava.
- Matpay, B. (2022). Hizan ve Çevresinin (Bitlis) Jeomorfolojisi (Yayınlanmamış Doktora Tezi), Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- McClung, D. ve Schaerer, P. (1993). The Avalanche Handbook. The Mountaineers, 271, Seattle, WA.
- Mohammed A. S, Naqvi A.H. ve Firdouse, Z. (2015). An Assessment And İdentification of Avalanche Hazard Sites in Uri Sector and Its Surroundings on Himalayan Mountain. Springer, 1499-1510.
- Moore, I. D., Grayson R. B. ve Ladson, A. R. (1991). Digital Terrain Modelling: A Review of Hydrological, Geomorphological and Biological Appllications. Hydrol. Process. 5,3-30. <https://doi.org/10.1002/hyp.3360050103>
- Munter W (1999). 3*3 Lawinen: Entscheiden in kritischen Situationen. Agentur Pohl and Schellhamer, Garmisch- Partenkirchen. ISBN 3-00- 002060-8.
- Mutlu, S., Cindioğlu, İ., Kul, A. Ö. ve Sağlam Selçuk, A. (2022). Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ve Parametre Puanlama Yöntemi İle Hakkâri İli Çiğ Tehlike Haritasının Oluşturulması. Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi, 4 (2), 71- 78. DOI: 10.56130/tucbis.1177536
- Nagarajan R, Venkataraman G. ve Snehamani H (2014). Rule Based Classification of Potential Snow Avalanche Areas. Natural Resoources and Conservation, 2, 11-24. <https://doi.org/10.13189/nrc.2014.020201>
- Nasery S & Kalkan K (2021). Snow Avalanche Risk Mapping Using GIS-Based Multi-Criteria Decision Analysis: The Case of Van, Turkey. Arabian Journal of Geosciences, 14(9), 782. <https://doi.org/10.1007/s12517-021-07112-4>
- Nazik, L. & Poyraz, M. (2017). Türkiye karst jeomorfolojisi genelini karakterize eden bir bölge: Orta Anadolu Platoları karst kuşağı. Türk Coğrafya Dergisi, (68), 43-56. DOI: 10.17211/tcd.300414
- NGU (Geological Survey of Norway) (2010). Method For the Susceptibility Mapping of Snow Avalanches in Norway. Technical Report, 14 p
- Odabaşı, Y.B. (2018). Büyük Alanlarda Çiğ Tehlike Haritalarının CBS Tabanlı Oluşturulması (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Düzce Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Düzce.
- Özşahin, E., Kaymaz, Ç.K. (2014). Avalanche susceptibility and risk analysis of Eastern Anatolian region using GIS, Procedia-Social and Behavioral Sciences, 120, 663-672.
- Saygılı, R. (2014). Türkiye Çiğ Afet Haritası. Türkiye Doğal Afet Haritaları.
- Schweizer J, Bruce Jamieson J & Schneebeli M (2003). Snow Avalanche Formation. Reviews of Geophysics,41(4). <https://doi.org/10.1029/2002RG000123>
- Selçuk L (2013). An Avalanche Hazard Model for Bitlis Province, Turkey, Using GIS Based Multicriteria Decision Analysis. Turkish Journal of Earth Sciences, 22, 523-535. <https://doi.org/10.3906/vet-1303-36>
- Shahabi, H., & Ahmad, B. Bin. (2011). Application of MODIS Image Satellite and GIS Technique in Assessment of Avalanche Fall in in Roads. World Academy of Science, Engineering and Technology, 713–717.
- Simea I (2012). The Avalanches from Rodnei Mountains. PhD Thesis, Babeş-Bolyai University, Faculty of Geography, 30p.

- Singh D K, Mishra V D, Gusain H S, Gupta N & Singh AK (2019) Geospatial Modeling for Automated Demarcation of Snow Avalanche Hazard Areas Using Landsat-8 Satellite Images and in Situ Data. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing* 47(3):513–526.
- Storck, P., Kern, T., Bolton, S. (1999). Measurement of Differences in Snow Accumulation, Melt, and Micrometeorology Due to Forest Harvesting. *Northwest Science*, 73, 87-101
- Suk, P., Klimanek, M. (2011). Creation of the Snow Avalanche Susceptibility Map of the Krkonose Mountains Using GIS. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 28, 237-246. <https://doi.org/10.11118/actaun201159050237>
- şaroğlu, F. ve Güner, Y. (1981). Doğu Anadolu'nun jeomorfolojik gelişimine etki eden ögeler: jeomorfoloji, tektonik, volkanizma ilişkileri, *TJK Bülteni*, 24, 2, 119-130.
- Taştekin, A. T. (2003). Meteoroloji ve ığ. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM). <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/meteorolojivecig.pdf>.
- Tunçel, H. (1990). Doğal evre Sorunu Olarak ığlar ve Türkiye'de ığ Olayları. *Atatürk Kültür Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, Coğrafya Bilim ve Uygulama Kolu, Coğrafya Araştırmaları Dergisi* 1, 43-98.
- URL 1 (2015). <https://www.iha.com.tr/foto-bitlistecig-dustu-5-asker-sehit-12-asker-yarali-9893/sayfa-2/> (Erişim Tarihi: 06.01.2023).
- Jeomorfoloji Derneği (2020). Van-Bahçesaray ığ Afeti Hakkında Basın Bildirisi. <http://jd.org.tr/tr/icerik/van-bahcesaray-%C3%A7%C4%B1%C4%9F-afeti-hakk%C4%B1nda-bas%C4%B1n-bildirisi> (E.Tarihi: 19.01.2023).
- Varol, N. (2022). Avalanche Susceptibility Mapping with The Use Of Frequency Ratio, Fuzzy and Classical Analytical Hierarchy Process for Uzungöl Area, Turkey. *Cold Reg. Sci. Technol* 194, 103439. <https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2021.103439>
- Yavaş, Ö. M., Erenbilge, T., Seyfe, N., Ayhan, A. (2007). ığlar, Türkiye'deki Etkileri ve Önlemede Kullanılan Yöntemler. *Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Geçici İşkân Dairesi Başkanlığı*.
- Zorer, H. (2005). atak (Van) – Uzuntekne ve Yakın evresinin Fiziki Coğrafyası (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.