



Araştırma Makalesi / Research Article

**ÇATAK - BAHÇESARAY (VAN) KARAYOLU ÜZERİNDEKİ
ÇIĞA DUYARLI ALANLARIN BELİRLENMESİ
Determination of the Avalanche Susceptibility Areas
on the Çatak - Bahçesaray (Van) Highway**

Nurcan AVŞİN^a, Dilan Tansu ÇAKI^b

^a Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Van
nurcanavsin@yyu.edu.tr  <https://orcid.org/0000-0003-2542-6334>

^b Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Van
dilanagkaya@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0003-1843-4774>

Makale Tarihçesi

Geliş 8 Nisan 2021

Kabul 03 Mayıs 2021

Article History

Received April 8, 2021

Accepted May 3, 2021

Anahtar Kelimeler

Çiğ, Çiğ Duyarlılığı, Ağırlıklı Çakıştırma Metodu, Çatak, Bahçesaray, Van

Keywords

Avalanche, Avalanche Susceptibility, Weighted Overlay Method, Çatak, Bahçesaray, Van.

Atıf Bilgisi / Citation Info

Avşin, N., Çakı, D.T. (2021) Çatak - Bahçesaray (Van) Karayolu Üzerindeki Çiğ Duyarlı Alanların Belirlenmesi / Determination of the Avalanche Susceptibility Areas on the Çatak - Bahçesaray (Van) Highway, Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi / Journal of Geomorphological Researches, 2021 (7): 30-47. doi: 10.46453/jader.911574

ÖZET

Çiğlar, kar yağışının fazla olduğu genellikle orta ve yüksek enlemlerin dağlık alanlarında, bitki örtüsünden yoksun olan engebeli ve eğimli arazilerde tabakalar halinde birikmiş olan kar kütlelerinin, iç ve/veya dış kuvvetlerin etkisi ile yamaçtan aşağıya doğru hızla kayması olarak tanımlanırlar. Çatak-Bahçesaray (Van) karayolu üzerindeki çiğ duyarlı alanlarının belirlenmesini konu alan bu çalışma, yoğun kar yağışları ve çiğ olaylarının meydana geldiği Van Gölü güney kesiminin çiğ duyarlılık haritasını üretme ve değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Araştırma alanı olarak seçilen ve Bitlis Masifinin bir bölümünü oluşturan bölge dağlık ve eğimli bir sahadır. Söz konusu sahada 4-5 Şubat 2020 tarihlerinde Van-Bahçesaray yolunun 19. km'sinde meydana gelen iki çiğda 42 vatandaşımız yaşamını yitirmiştir. Bahçesaray ilçesi yol ayırımında 2004 yılı ocak ayında meydana gelen çiğda ise Karayolları Genel Müdürlüğü'ne mensup iki kişi hayatını kaybetmiştir. Yüksek bir çiğ potansiyeli taşıyan bu alanda duyarlılık analizinin yapılmamış olması çiğ felaketinin olumsuz sonuçlarına zemin hazırlamaktadır. Bu çalışma kapsamında, alandaki çiğ patikaları CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) ve UA (Uzaktan Algılama) teknikleri kullanılarak tespit edilmiş, duyarlılık analizi yapılırken yükseklik, bakı, yamaç eğimi, yamaç eğriselliği ve bitki örtüsü parametreleri kullanılmıştır. Ulaşılan bulguların doğruluğu ise arazi çalışmaları ve bölge halkı ile yüz yüze görüşmeler neticesinde teyit edilmiştir. Ağırlıklı çakıştırma metoduna göre hazırlanan çiğ duyarlılık haritası 5 sınıfa ayrılmıştır. Geçmiş yıllara ait çiğ olayları duyarlılık haritası üzerine işaretlenmiş ve tespit edilen çiğ duyarlı alanların geçmiş çiğ olayları ile tutarlılığı karşılaştırılmıştır. Alanda yerleşmelerin dahil olduğu pek çok lokasyon duyarlı ve yüksek duyarlılığa sahip alan sınıfındadır. Özellikle Çatak-Bahçesaray yol ayırımından Bahçesaray ilçe merkezine kadar olan kısımda duyarlılık değerleri oldukça yüksektir. Alanın en yüksek duyarlılığa sahip kesimleri olan Kavuşşahap Dağları ve Veribani Tepe çevresi, yerleşme ve karayolundan yoksun olmaları sebebiyle çiğ kontrolüne gerek duyulmayan alanlardır. Ancak yüksek risk taşıyan Andiçen, Işınlı, Sözveren, Çılga ve Eliaçık mahalleleri ile yine yüksek riske sahip Görentaş ve Tekneçik mahallelerinde yerleşim düzeni ve tüm beşeri faaliyetler kontrol altında tutulmalıdır.

ABSTRACT

Avalanches are defined as the rapid slipping of the snow mass down the slope with the effect of internal and / or external forces, which has accumulated layers in the hilly and sloping lands, generally in the mountainous areas of middle and high latitudes, where there is a lot of snowfall. This study on determining the avalanche susceptibility areas on the Çatak - Bahçesaray (Van) highway aims to produce and evaluate the avalanche susceptibility map of the Van Lake south part where heavy snowfalls and avalanche events are observed. As a research area, the region is also a diverse mountainous and sloping area of the Bitlis Massif. 42 citizens lost their lives in two avalanches that took place on the 19th km of the Van - Bahçesaray road on February 4-5, 2020. In the avalanche that occurred at the crossroads of Bahçesaray district in January 2004, two members of the General Directorate of Highways

lost their lives. The lack of risk analysis in this area, which has a high avalanche potential, prepares the ground for the negative consequences of an avalanche disaster. This scope of work, the avalanche paths in the area have been identified using GIS (Geographic Information Systems) and RS (Remote Sensing) methods. Elevation, slope, aspect, slope curvature and vegetation parameters are used in avalanche susceptibility analysis. The accuracy of the findings obtained was confirmed as a result of field studies and face-to-face interviews with the local people. The avalanche susceptibility map prepared according to the weighted overlay method is divided into 5 classes from very low to very high. Avalanche incidents experienced in the past years in the study area have been added to the susceptibility map. In this, the consistency of risky avalanche areas with old avalanches has been compared. Many locations, including settlements in the area, are classified as susceptibility and high-susceptibility areas. Especially in the part of the study area from Çatak - Bahçesaray road junction to Bahçesaray district center, susceptibility values were found to be high. Kavuşşahap Mountains and the vicinity of Veribani Tepe, which are the locations with the highest susceptibility in the area, are areas where avalanche control is not required due to their lack of settlement and highway. However, in the high-susceptibility Andiçen, Işınlı, Sözveren, Çılga and Eliaçık neighborhoods and the high-susceptibility Görentaş and Teknecik neighborhoods, the settlement order and all human activities should be kept under control.

© 2021 Jeomorfoloji Derneği / Turkish Society for Geomorphology
Tüm hakları saklıdır / All rights reserved.

GİRİŞ

Çığlar, kar yağışının fazla olduğu genellikle orta ve yüksek enlemlerin dağlık alanlarında, bitki örtüsünden yoksun olan engebeli ve eğimli arazilerde vadi yamaçlarında tabakalar halinde birikmiş olan kar kütlesinin, iç ve/veya dış kuvvetlerin etkisi ile tetiklenen bir ilk hareket sonucu yamaçtan aşağıya doğru hızla kayması olarak tanımlanırlar (Taştekin, 2003: 1). Çığ tehlikesi, yamaçlarda kar birikmesiyle başlayarak, meteorolojik koşulların değişimi ile farklı özelliklere sahip üst üste sıralanmış tabakalardan bir kar örtüsü oluşmasıyla artmaktadır. Kar örtüsünün dayanıklılığı bu tabakalaşmada gizlidir. Her kar yağışı sonucu bir öncekinden farklı bir tabaka meydana gelmektedir. En büyük tehlike, yerdeki sıkışmış kar örtüsünün üzerinde tipi sonucu taze kar yığılmasıyla yeni bir tabaka oluşması ve genellikle tipi sonrası gelen sıcak hava akımının bu iki tabaka arasında erime sonucu kaygan bir yüzey oluşturmasıdır (Gürer & Tunçel, 1994:1).

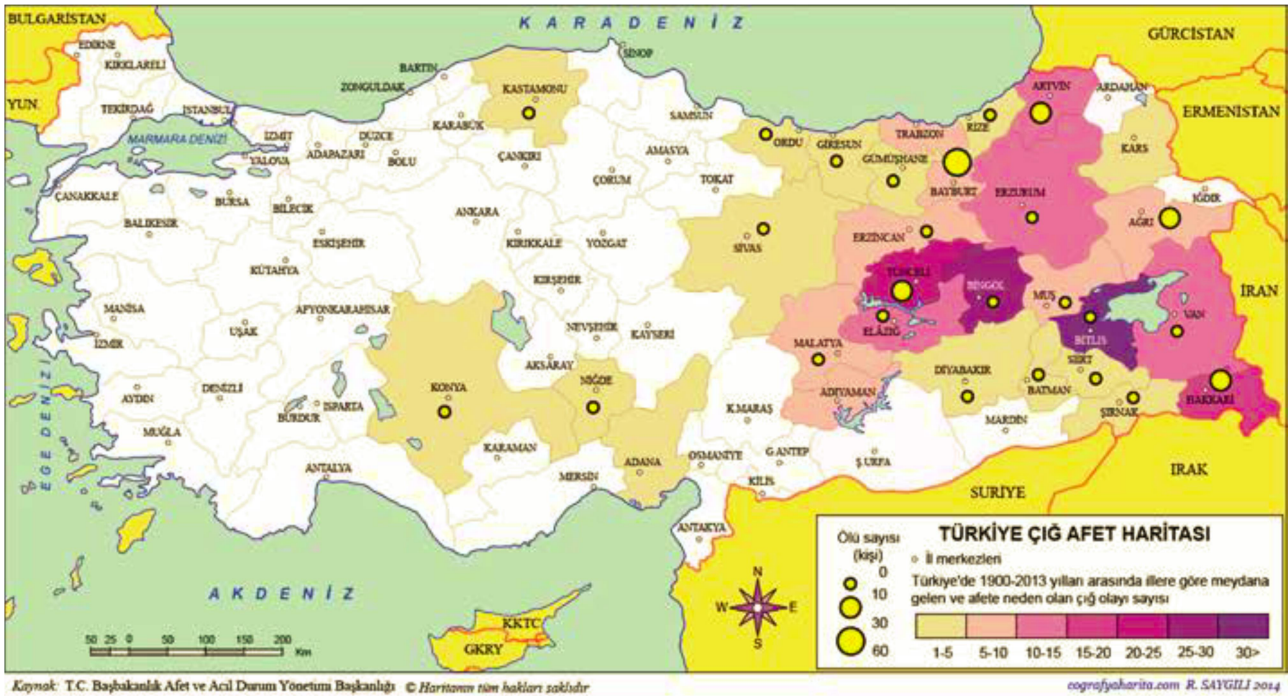
Son yıllarda, dünya genelinde tüm doğal afetlerde olduğu gibi çığ olaylarında da önemli bir artış söz konusudur (Adikari & Yoshitani, 2009: 3). Dünyada çığ sonucunda ölen kişi sayısının yıllık ortalama 250 kişi civarında olduğu tahmin edilmektedir. Özellikle gelişmiş ülkelerde kış sporlarına olan ilginin artması sonucu çığdan etkilenen kişi sayısı da artmıştır (AFAD, 2015b). Çığda kaybedilen kişi sayısı net olarak bilinmemekle beraber İsviçre’de 1937-2015 yılları arası yılda ortalama 25 kişi, Avusturya’da 1969-2015 arası yılda ortalama

26 kişi, Fransa’da 1970-2015 arası ortalama 27 kişi ve İtalya’da 1970-2015 arası yılda ortalama 20 kişinin hayatını kaybettiği tespit edilmiştir. (Techel vd., 2016: 148). Orta Avrupa ve Amerika gibi çığ olayları ile uzun yıllardır baş etmeye çalışan ülkelerde, ölen kişilerin çoğunluğu kontrol edilemeyen alanlarda yaşamını yetirmişlerdir. Yetkili kişi, kurum ve kuruluşların belirlediği alanlar dışında yapılan dağcılık ve/veya kayakçılık faaliyeti kimi zaman tehlikeli durumların ortaya çıkmasında etkili olmaktadır. 1970-2015 yılları arasında ölenlerin Avusturya’da %76’sı, İsviçre’de %87’si ve Fransa’da %89’u denetimi güç olan bu gibi alanlarda hayatlarını kaybetmişken Türkiye’de bu oran %5 civarındadır (Techel vd., 2016: 154; Odabaşı, 2018: 14).

Literatürde çığ konusunda yapılan çalışmaların büyük bir bölümü (Crecy, 1980; McClung & Schaerer, 1993; Hebertson & Jenkins, 2003; Schweizer, 2003; Stethem vd., 2003; Fuchs vd., 2004; Ganju & Dimri, 2004; Zweifel vd., 2012; Techel vd., 2016) çığ ölçümleri, çığ önlenme çalışmaları, çığ kazaları ve çığ yönetmeliği gibi konulara odaklanırken bir bölümü de CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) temelinde çeşitli analizler, ölçümler, çığ modellemeleri ve risk analizleri ortaya koymaktadır (Schaerer, 1997; Hemetsberger vd., 2002; Hebertson & Jenkins, 2003; Marek & Ivan, 2010). Türkiye’de ise çığ olaylarının genel durumunu konu alan araştırmaların yanı sıra (Yavaş vd., 2007; Gürer ve Tunçel, 1994; Gürer, 1995; AFAD, 2015a, b) Karadeniz ve Doğu Anadolu bölgelerinde

mevcut koşulların yarattığı yüksek risk potansiyelinin hesaplanması, ıg kontrolü, il bazında ıg tehlike haritalarının üretilmesi gibi konulara ağırlık verilmiştir (Elmastaş & Özcanlı, 2012; Aydın & Eker, 2014a, 2014b, 2016; Özşahin & Kaymaz, 2014; Ersan, 2016; Işık, 2019a, b; Ekinci vd., 2020). Türkiye, batıdan doğuya doğru yükseltisi artan, engebeli arazilere sahip bir ülkedir. Bu bakımından öne çıkan Doğu Anadolu Bölgesi ve Doğu Karadeniz Bölümü ıg olaylarının en fazla görüldüğü alanların başında gelmektedir (Elmastaş & Özcanlı, 2012: 303). Bununla birlikte nüfus ve insan hareketliliğinin artmasına bağlı olarak 1990'lı yıllardan itibaren ıg olaylarının sayısında artış

yaşanmıştır (ÇEM, 2016). Ortalama yükseltinin 1130 m olduğu ülkemizde yükseltinin 1500 m'nin üzerinde olduğu, eğimin ise 27° ve üzerinde seyrettiğı alanlar ülke yüzölçümünün %5,1'ini oluşturmaktadır. Ortalama yükseltisi 2000 metrenin üzerinde olan Doğu Anadolu Bölgesi ise ıg afeti açısından en riskli bölgeyi oluşturmaktadır (Erinç, 2000: 145; Yavaş vd., 2007). Afet İşleri Genel Müdürlüğü'nün verilerine göre 1950 yılından 2019 yılına kadar Türkiye'de 1394 ıg olayı meydana gelmiştir (AFAD, 2020: 94). İller bazında veriler incelendiğinde ıgların Bitlis, Tunceli, Van, Hakkâri ve Elazığ'da yoğunlaştığı görülmektedir (şahin, 1991: 58) (şekil 1).



şekil 1: Türkiye ıg afet haritası (Saygılı, 2014) / **Figure 1:** Avalanche disaster map of Turkey (Saygılı, 2014)

Yapılan bu çalışma ile Türkiye'nin potansiyel ıg alanlarının başında gelen Van ili sınırları içerisindeki atak-Bahçesaray karayolu ve çevresinin ıg duyarlılık analizinin yapılması ve analiz sonuçlarının bölgede yaşanan geçmiş yıllara ait ıg olayları ile kıyaslanması ve yüksek riskli alanlarda beşeri hayatın planlamasına katkı sunulması amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda, bu alanda ıg oluşumuna neden olan faktörlerin neler olduğu, hangi lokasyonların yüksek duyarlılığa sahip olduğu ve ıg olaylarını kontrol etmek için bölgede hangi önlemlerin

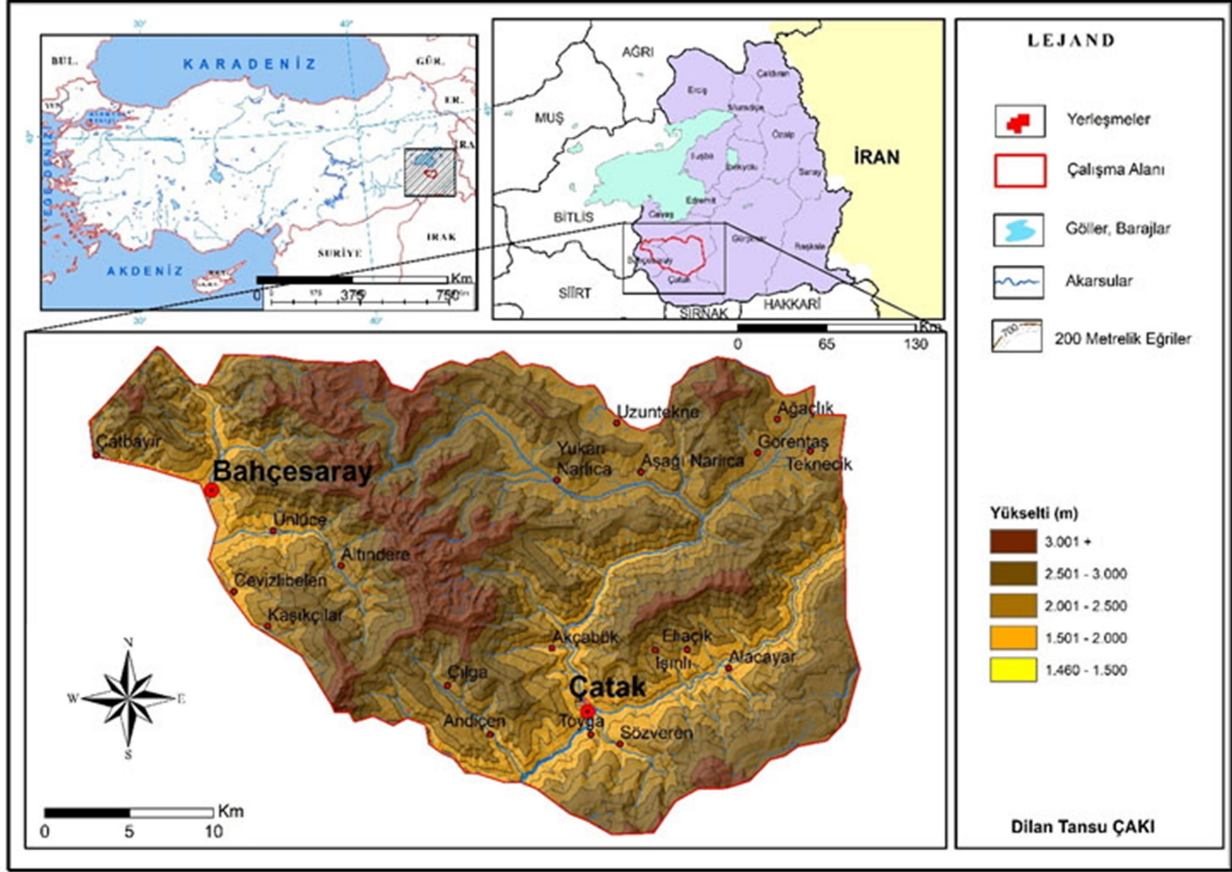
alınması gerektiğı gibi sorulara cevap aranmıştır.

ÇALIşMA ALANI

Çalışma alanı, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Murat-Van Bölümü'nde, Van iline bağlı atak ve Bahçesaray ilçeleri sınırları içerisinde (84.260 km²) yer almaktadır (şekil 2). 38°12'11" K ile 37°56'28" K enlemleri ve 42°43'24" D ile 43°14'36" D boylamları arasında konumlanan alan sık sık ıg olaylarının meydana geldiğı, bölgenin en riskli karayolu olması nedeniyle seçilmiş olup atak-

Bahçesaray yolu ve çevresindeki dağlık alanları kapsamaktadır. Bitlis masifinin bir bölümünü oluşturan bu bölge dağlık ve engebeli bir yapıya sahiptir. Bu nedenle iklim şartlarının da etkisiyle potansiyel bir çığ alanı durumundadır. 4-5 Şubat 2020 tarihlerinde Van-Bahçesaray yolunun 19. km'sinde, Karabet geçidinde

meydana gelen iki çığda 42 vatandaşımız yaşamını yitirmiş, 84 kişi ise yaralanmıştır. Bahçesaray ilçesi yol ayırımında 2004 yılı ocak ayında meydana gelen çığda ise Karayolları Genel Müdürlüğü'ne mensup iki kişi hayatını kaybetmiştir (Akköprü, 2005: 25).



Şekil 2: Çalışma alanının lokasyon haritası / Figure 2: Location map of the study area.

Bu konuda, Doğu Anadolu Bölgesi'nin çığ riski ile ilgili ortaya konulan çığ duyarlılığı ve risk analizine dayalı çalışma (Özşahin & Kaymaz, 2014) dışında, sık sık çığ olaylarının yaşandığı araştırma alanı ve yakın çevresi ile ilgili daha önce böyle bir çalışma yapılmamış olması önemli bir eksiklik doğurmaktadır. Yapılan bu çalışma ile iklim şartları ve topografik özellikler bakımından çığ oluşumuna uygun şartların mevcut olduğu Çatak - Bahçesaray karayolu ve çevresinde çığa duyarlı alanların tespit edilmesi ve yüksek riskli alanlarda beşeri hayatın planlamasına katkı sunulması amaçlanmaktadır.

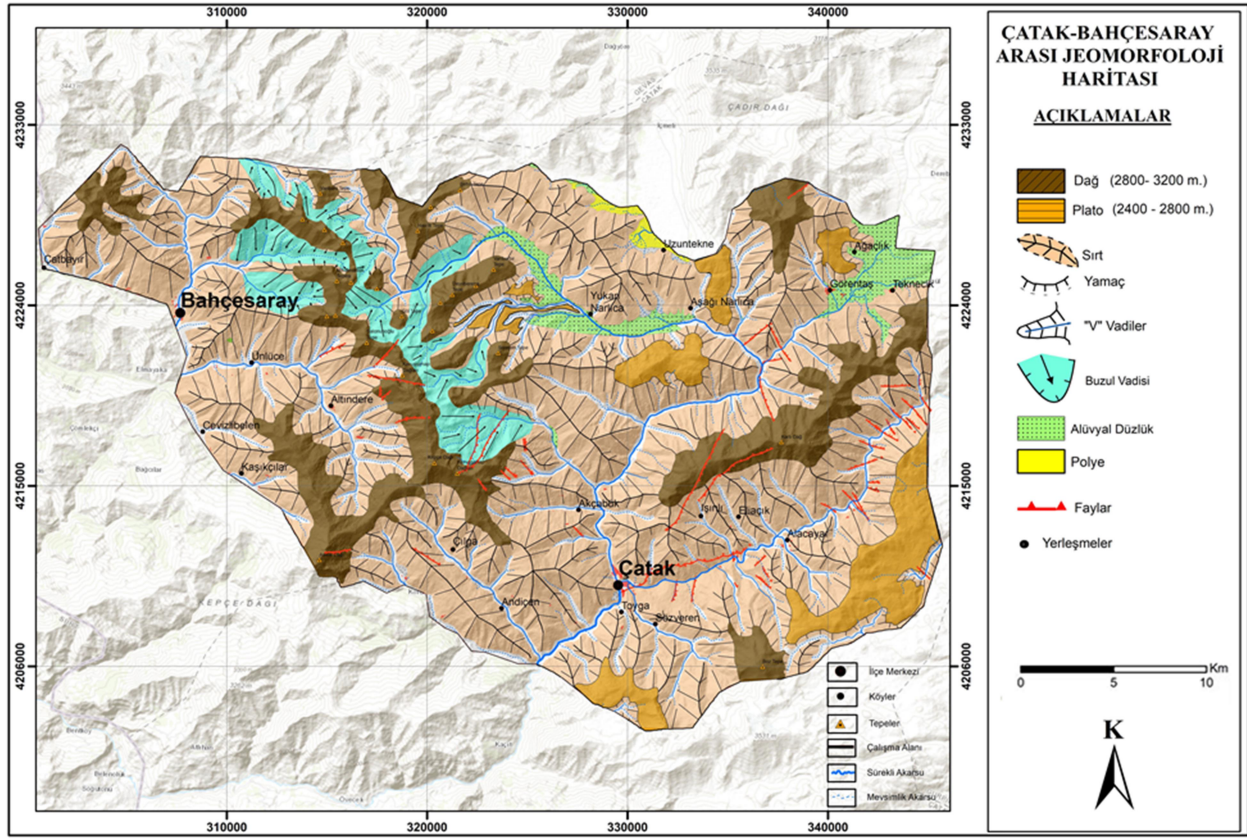
Araştırma alanı, Neotektonik dönemde uğradığı toptan yükselme ile yeni yüzüne kavuşan ve buna bağlı olarak çok çeşitli jeomorfolojik birimlerin olduğu bir sahadır. Genel yükselti

ve eğim şartları bölgenin dağlık bir form kazanmasına ve bu dağlık sistemler içerisinde çok sayıda sırtın gelişmesine neden olmuştur. Alanın dağlık yapısı bölgenin yükseklik ve iklim faktörlerini etkileyen bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

Alanda karstik kökenli kayaların bulunmasına bağlı olarak çeşitli karstik şekiller gözlenmektedir. Dolinler, Gani Sipi (Beyaz Su) kaynağı Kavuşşahap Dağları üzerinde 2240 m yükseltide yer alan Uzuntekne Polyesi (Zorer, 2005: 21) ve Kuvaterner traverten oluşumları bunlardan bazılarıdır. Ayrıca sahada (Bahçesaray'ın doğusunda) bulunan buzul vadileri, aynı zamanda eğimin ve yükseltinin arttığı, bu nedenle çığ duyarlılığını arttıran kesimlerdir. Bu kesimlerdeki Sarısvirri, Mikelecasus ve Varibuni tepeleri sirklerin

yaygın olarak gözleendiği alanlardır (Alaeddinoğlu vd., 2016: 299). Tüm buzul sahası çalışma alanının kuzeybatısında, dağlık

alanlardan aşağı doğru uzanan vadi sistemleri içerisinde yoğunluk kazanmıştır (şekil 3).



şekil 3: Çalışma alanının jeomorfoloji haritası / Figure 3: Geomorphological map of the study area

Yükselti değerlerinin fazla olduğu sahada flüvyal jeomorfoloji unsurları da V profilli vadiler ile alüvyal tabanlı vadiler oluşturmuştur. Görentaş, Ağaçlık ve Teknecik mahallelerinin bir kısmı bu alüvyal taban içerisinde yer almaktadır. Söz konusu düzlük, çiğ patikalarının bitim noktası olması nedeniyle önemlidir.

Van Gölü'nün güneyinde, yüksekliği 3600 m'yi bulan sıradağların olduğu kesimde konumlanan çalışma alanı, Doğu Anadolu Bölgesi'nin genelinde olduğu gibi karasal iklim şartlarına sahiptir. Bu bağlamda çiğ olaylarının meydana gelmesi ile bölgenin iklim karakteri arasında sıkı bir ilişki vardır.

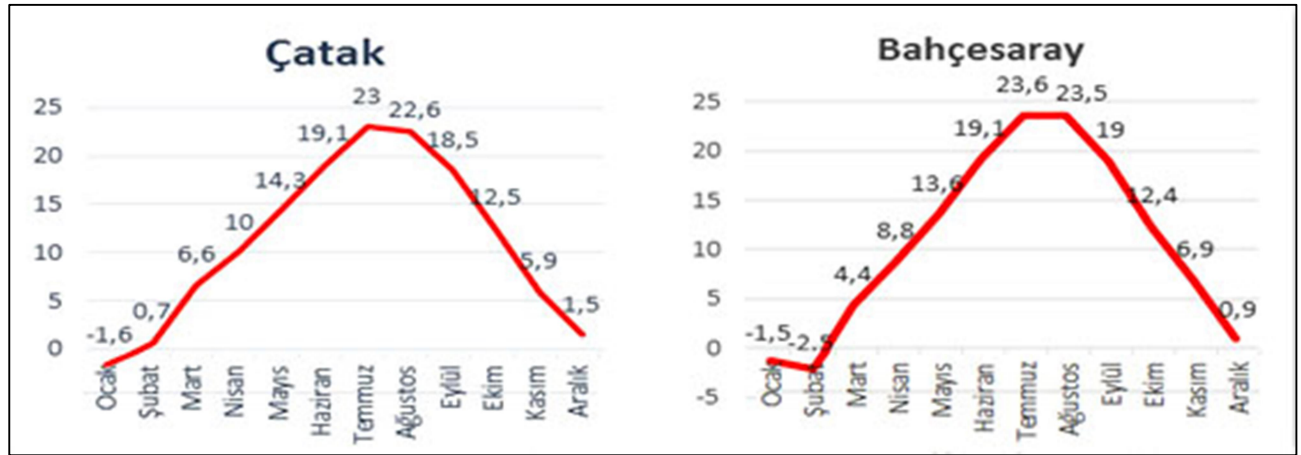
Çiğ çalışmalarında dikkate alınması gereken en önemli iklimsel parametreler olan sıcaklık, yağış, rüzgâr ve nem bakımından araştırma alanının iklimsel koşullarına bakıldığında, atak ve Bahçesaray'ın yıllık ortalama sıcaklık değerinin 11,3°C olduğu görülür. Kışların uzun

ve sert geçtiği bölgede kış mevsiminin süresi oldukça uzundur (Erinç, 1953: 67). Ekim ayında başlayan soğuklar Mayıs ayı ortalarına kadar devam eder. En soğuk aylar ise sıcaklık değerlerinin 0°C'nin altına düştüğu ocak ve şubat aylarıdır (şekil 4).

Yağış bakımından Van Gölü Havzası Türkiye'nin ve Doğu Anadolu Bölgesi'nin en az yağış alan yerlerinden biridir (Kalelioğlu, 1991: 161). Bölgede yağışlar en fazla kış aylarında ve kar şeklinde düşmektedir. Gerek atak, gerekse Bahçesaray istasyonlarında görüleceği gibi ekim ayında başlayan yağışlar mayıs ayına kadar etkisini arttırarak devam etmektedir. En fazla yağış ise her iki istasyonda da mart ayında düşer. Buna karşın yaz aylarının tamamında ve sonbaharın ilk ayında kuraklık şartları hâkimdir (şekil 5). Alana kışın düşen yağışlar genellikle kar şeklinde olup yılın neredeyse 110-140 günü yerde kalmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1: Çalışma alanının kar yağışlı gün sayısı, karla örtülü gün sayısı ve kar kalınlığı tablosu
Table 1: The number of snowy days, covered with snow and snow depth in the study area.

Aylar	Aylık Ortalama Kar Yağışlı Gün Sayısı	Aylık Ortalama Karla rtl Gün Sayısı	Aylık Ortalama Kar Yüksekliği (cm)
Ocak	18	30	119
şubat	16	28	152
Mart	13	23	174
Nisan	4	3	105
Mayıs	0,3	0	24
Haziran	0	0	0,2
Temmuz	0	0	0,1
Ağustos	0	0	0,1
Eylül	0	0	0,1
Ekim	0	0,4	0,4
Kasım	3,6	4,4	8
Aralık	15,2	23	71



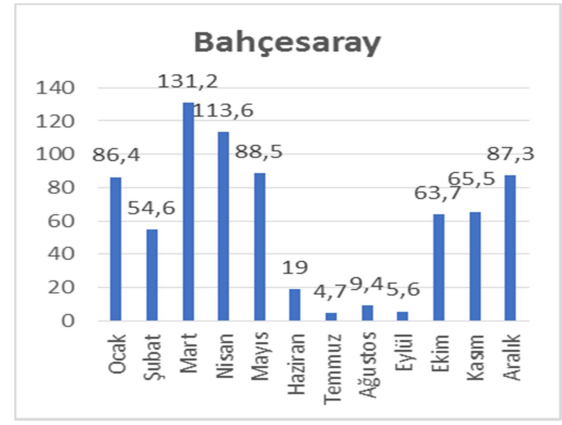
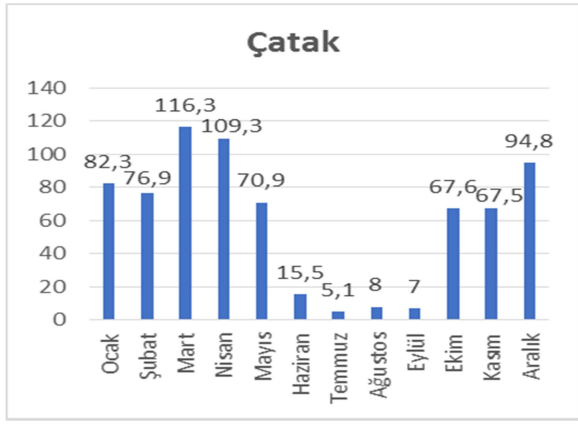
şekil 4: atak ve Bahçesaray istasyonlarının 2014-2020 yılları arasındaki sıcaklık değerleri ortalaması (°C) (MGM, Van 14. Bölge Müdürlüğü).

Figure 4: Mean monthly temperature values of atak and Bahçesaray stations between 2014-2020 (°C) (Turkish State Meteorological Service).

Rzgr şartları yine çığ oluşumunda etkili bir diğer iklimsel parametredir. Rzgrın şiddeti, esiş yn ve etkilediği alanın kar örtüsü özelliği yamaçtaki duraylılığı bozarak çığ oluşumuna etki edebilir. Alanda rüzgâr hızının şiddetini özellikle kışın son dönemine doğru yani ilkbahar aylarının başlarında arttırması, stabilitesi bozulmuş kar kütlesi üzerinde tetikleyici bir durum oluşturabilir ve bunun sonucunda çığ meydana gelebilir (şekil 6). Bahçesaray istasyonunda yıl boyunca NNE sektörlü rüzgâr şartları hkim iken rzgrın şiddeti yıllık ortalama 1,1 m/sn'dir. atak istasyonu verilerine göre ise E ve NE sektörlü rüzgâr şartları bölgede yıl boyunca hâkimdir ve rüzgâr hızı yıllık ortalama 1,5 m/sn'dir. Buna göre araştırma alanındaki rüzgâr şartlarının çığ

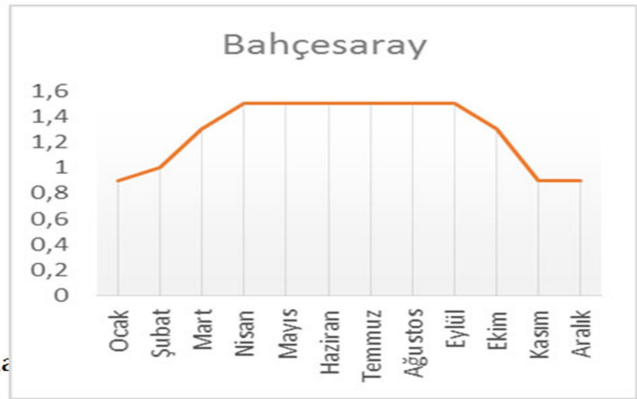
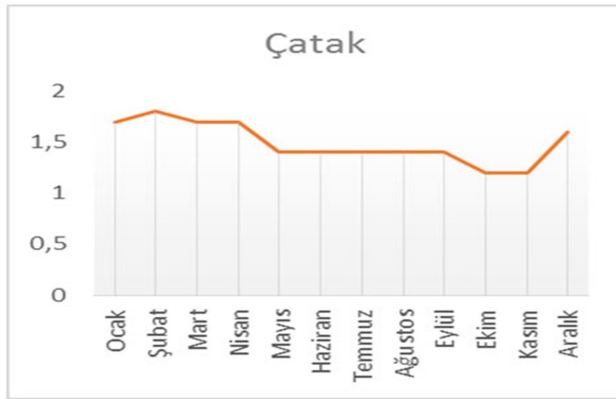
oluşumunu tetikleyebilecek özellikte olduğu söylenbilir.

Nem şartlarını da çığ oluşumu ile ilişkilendirmek mümkündür. Kar yağışının olduğu bir günde havadaki nem miktarı fazladır. Buna bağlı olarak kar yağışı sonrası çığ olayının meydana gelmesi muhtemeldir. atak ve Bahçesaray istasyonları incelendiğinde nem değerlerinin bahar ve kış aylarında yoğunlaştığı görülmektedir. Nem miktarı atak istasyonunda aralık ve ocak aylarında maksimum değerde iken, Bahçesaray istasyonunda mart ayında maksimumdur (şekil 7). 4 şubat 2020 tarihinde meydana gelen çığ gününde nem oranı %97,7 olarak belirlenmiştir.



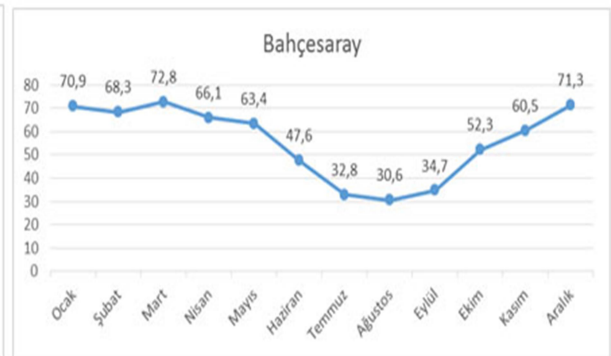
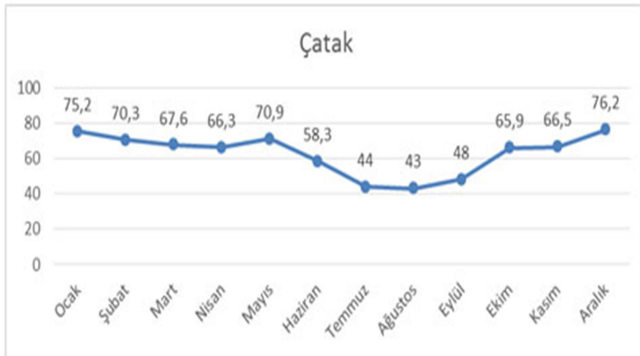
Şekil 5: Çatak ve Bahçesaray istasyonlarının 2014-2020 yılları arasındaki yağış değerleri ortalaması (mm) (MGM, Van 14. Bölge Müdürlüğü).

Figure 5: Mean monthly precipitation values of Çatak and Bahçesaray stations between 2014-2020 (mm) (Turkish State Meteorological Service).



Şekil 6: Çatak ve Bahçesaray istasyonlarının 2014-2020 arası aylık ortalama rüzgâr hızı (m/sn). (MGM, Van 14. Bölge Müdürlüğü).

Figure 6: Mean monthly wind speed of Çatak and Bahçesaray stations between 2014-2020 (m/s) (Turkish State Meteorological Service).



Şekil 7: Çatak ve Bahçesaray istasyonlarının 2014-2020 arası aylık ortalama nispi nem değerleri (%) (MGM, Van 14. Bölge Müdürlüğü).

Figure 7: Mean monthly relative humidity values of Çatak and Bahçesaray stations between 2014-2020 (%) (Turkish State Meteorological Service).

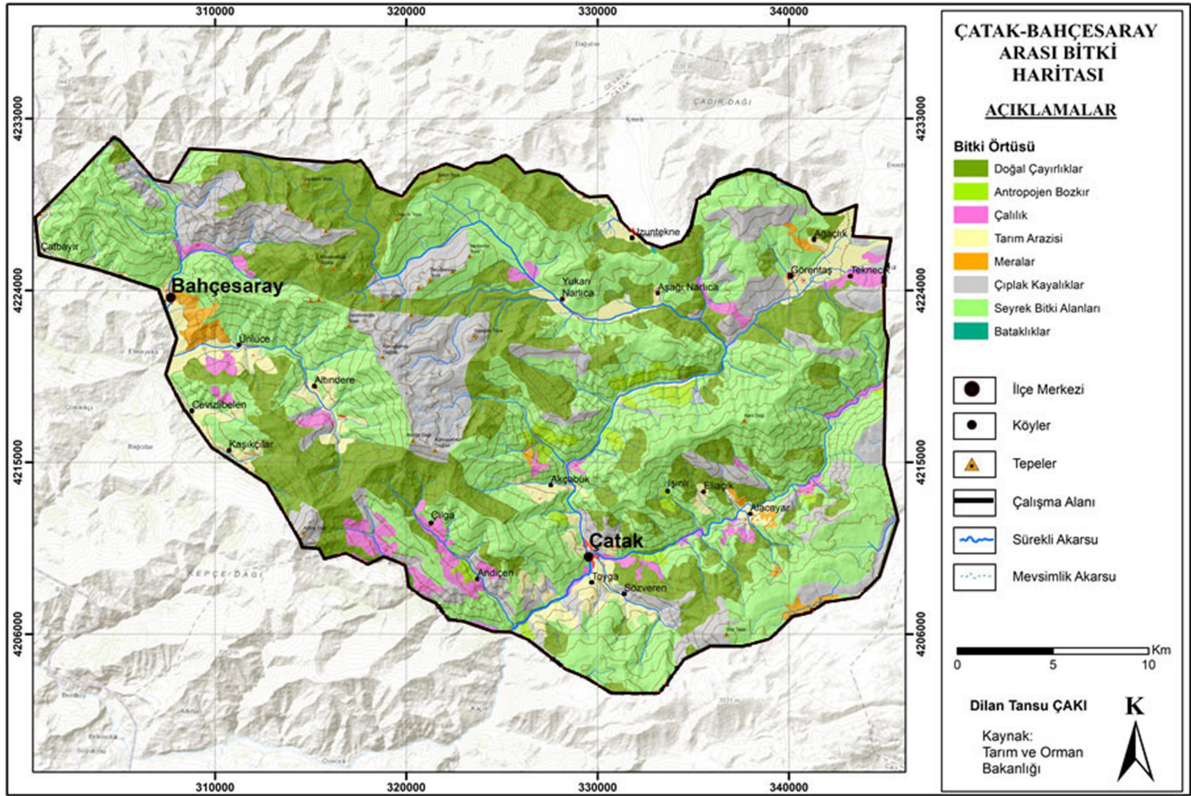
Bitki örtüsü, çığ oluşumunu etkileyen en önemli faktörlerdendir. Ormanlık alanların kar tutma kapasitesi ve zeminde kar derinliği, açık alanlara göre az olduğu için bu alanların çığ önleyici etkisi vardır. Dağlık alanlarda sık görülen bir doğal afet şekli olan çığların

oluşabileceği bölgelerdeki ormanın şekli ve yapısı, çığı tamamen engelleyebilir veya zararlarının etkisini azaltabilir (Storck vd., 1999: 93). Aynı zamanda ağaç gövdeleri çığ oluşan bölgede hareket halindeki çığın gücünü kırarak hasarın azalmasında etkili olur

(Odabaşı, 2018: 13). Türkiye genelinde mera alanlarının oranı ile orman alanlarının oranı birbirine eřit olup %26'dır. Van'da ise çayır-mera alanlarının oranı yüksek, orman alanlarının oranı dūřüktür (Van İli 2019 Yılı Çevre Durum Raporu, 2020: 129).

Bu araştırmaya konu olan Çatak-Bahçesaray kesiminde bitkilerin genel dağılımını doğal çayır alanları ile antropojen bozkırlar oluşturur. Alandaki yoğun beşeri aktivite sonucunda doğal orman alanları dönüşüme uğrayarak antropojen bozkırlara dönüşmüştür. Çatak

Vadisi ile Sözveren Vadisi'nin bazı noktaları yoğun ormanlık alanların başında gelmektedir (Öztürk, 2019: 93). Bölgenin neredeyse tamamının yüksek ve eğimli oluşu tarım arazilerinin az yer kaplamasına ve bu alanların akarsu vadisi boyunca lokal olarak dağılmasına sebep olmuştur. 2500 m üzerinde yükseltiyeye sahip Kavuşşahap Dağları, Süreym Tepe, Salonunoğlu Tepe ve Kepçe Dağı arasında kalan büyükçe bir alan ile Bahçesaray'ın kuzeyi ve Deyriberena Tepe civarı açık alanlardan oluşmaktadır (Şekil 8).



Şekil 8: Çalışma alanının arazi kullanım haritası / Figure 8: Land use map of the study area.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında çiğ duyarlılığına etki eden iklimsel, topografik ve çevresel parametreler kullanılarak CBS ve UA (Uzaktan Algılama) teknikleri vasıtasıyla çiğ duyarlılık haritası hazırlanmıştır. Arazi çalışmaları sürecinde Çatak-Bahçesaray yolu üzerinde bulunan çiğ alanları hakkında (geçmiş çiğ olaylarının zamanlaması, lokasyonu ve büyüklüğü vb.) görüşmeler yapılarak veri toplanmış, alan detaylı şekilde fotoğraflanmıştır. Arazi çalışmalarından elde edilen bulguların ve büro çalışmalarının neticesinde çiğ tehlike haritası ile diğer

tematik haritaların üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada öncelikle Harita Genel Müdürlüğü'nden temin edilen 1/100.000 ölçekli M49, M50, L49 ve L50 paftaları ile 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritaları taranarak bilgisayar ortamına aktarılmış, ArcGIS programı ile bu paftaların sayısallaştırılması sağlanmıştır. Sayısallaştırılan topoğrafya haritasından elde edilen verilerin CBS destekli çeşitli yöntemlerle işlenmesi neticesinde, lokasyon, jeomorfoloji, topografya, eğim, yamaç eğriliği ve baki haritaları oluşturulmuştur. Son olarak ArcGIS programı üzerinden üretilmiş olan söz konusu veriler ile

arazi çalışmasından elde edilen bulguların doğruluğu karşılaştırılarak analiz edilmiş ve bölgenin çiğ tehlike haritası oluşturulmuştur.

İklim verileri (yağış, sıcaklık, nem, bulutluluk, rüzgâr hızı) Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiş, özellikle yoğun kar yağışlı dönemlere odaklanılmıştır. Van Afet ve Acil Durum Yönetimi Müdürlüğü'nden alınan geçmiş dönem afet raporları, çeşitli belgeler ve yapılan/yapılması planlanan çalışmaların dokümanları ofis ortamında değerlendirilerek gerekli bilgi, belge, ürün çıktısında kullanılmıştır.

Ayrıca alışmada Karayolları Genel Müdürlüğü'nden çığa karşı alınan tedbirlerin neler olduğunu içeren tablolar, planlar, çalışmalar vb. dokümanlar alınarak bu araştırma kapsamında kullanılmıştır.

Alanın bitki örtüsü haritası, Tarım ve Orman Bakanlığı'nın CORINE 2018 projesinden alınan verilerle birlikte Alaska Uydu Tesisi'ne ait (asf alaska) SYM (Sayısal Yükseklik Modeli) verisi indirilerek üretilmiştir. Bu işlemede, hazır vektör veriler clip yapılarak kullanılmış, raster veriler yeniden sınıflandırılarak vektör formata çevrilmiş, daha sonra bütün veriler tek koordinat sisteminde birleştirilmiştir.

Tablo 2: Çiğ Duyarlılık Haritası üretiminde kullanılan puanlama biçimi (AFAD, 2015a: 29).

Table 2: Scoring format used in the production of Avalanche Susceptibility Map (AFAD, 2015a: 29).

PARAMETRE	SINIFLAR	PUAN	% AĞIRLIK	TOPLAM PUANI
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 (135-225)	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
Arazi Kullanımı Bitki Örtüsü	Ormanlık Alan	0	15	0
	Seyrek Orman	1		15
	Bodur Bitki-alı-Ot	2		30
	ıplak Kavalık	3		45

Araştırmada kullanılan Ağırlıklı akıştırma Metodu'nda (Weighted Overlay) eğim, bakı, yükseklik, bitki örtüsü ve yamaç eğriselliği için AFAD tarafından ortaya konulan puan tablosu (Tablo 2) esas alınmış ve Türkiye gibi dağlık arazi yapısına sahip bir ülkede bu parametrelerin kullanılmasının doğru sonuçlar ortaya koyacağına vurgu yapılmıştır. Buna göre çiğ duyarlılık haritaları oluşturulurken kullanılmak üzere belirlenen söz konusu

tablodaki değerlere dayanarak Reclassify yöntemi ile raster veriler sınıflandırılmıştır.

AFAD tarafından hazırlanan puanlama sisteminde parametreler kendi içinde gruplandırılmakta ve çiğ oluşumuna en elverişli koşulların meydana gelebileceği duruma göre puanlar belirlenmektedir. Bir iğin oluşmasında hangi parametrenin rolü % kaç oranında ise bu değer, puanlar ile apılarak bir toplam puan kolonu elde edilir. Tablo 1'de

mavi ile gösterilen puanlar çığ oluşunu için o parametrenin en elverişli değerini ve bu değere göre toplam puanının kaç olduğunu göstermektedir. Buna göre yüksekliği 3000 m'den fazla olan, 28°-55° eğim değerinde, kuzeye bakan, i bükey bir çıplak yamaçta çığ oluşma ihtimali en yüksek değere sahiptir. Yükseklik için 45, eğim için 90, bakı için 60, yamaç şekli için 60 ve bitki örtüsü durumu için 45 puan ile toplamda 300 puan elde edilmiş olur (Tablo 2). ığın meydana gelme potansiyeli ise 5 kategoride incelenmiş “ok düşük”, “düşük”, “orta”, “yüksek” ve “ok yüksek” şeklinde sınıflara ayrılmıştır.

Iğ DUYARLILIğINA ETKİ EDEN FAKTÖRLER

Araştırma alanının çığ duyarlılık haritasının üretiminde kullanılan ve çığ duyarlılığına etki eden faktörler aşağıdaki gibidir;

Yükseklik: Araştırma alanında çığ duyarlılık haritasının oluşturulması için kullanılan ilk parametre *yüksekliktir*. Çünkü yükseltiyeye bağlı olarak kar yağışı, rzēar, sıcaklık gibi faktörler de değişiklik göstermektedir (McClung ve Schaerer: 1993:271). 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.

atak ile merkezi ve çevresinde yer alan Toyga, Sözveren, Andiçen, nlce, Cevizbelen ve Alacayar mahalleleri, akarsu vadisinde kurulmuş, yüksekliği 1460-2000 m arasında değişen, çevresine göre nispeten yüksek alanları oluşturur. Ağaçlık, Görentaş, Teknecik, Aşağı Narlıca, Yukarı Narlıca, Kaşıkılar, ılga, Altındere ve atbayır mahalleleri ise 2000-2500 m yüksekliğe sahip alanlarda kurulmuş olan yerleşim birimleridir. 2500 m'nin üzerindeki alanlarda ise herhangi bir yerleşme bulunmamaktadır. Yerleşim alanlarının, bölgenin neredeyse tamamına hkim dağlık kütle yamaçlarında konuşlandığı görülmektedir (şekil 9). Bu da bölgede meydana gelebilecek olası ığlardan yerleşim yerlerinin etkileneceği anlamına gelmektedir.

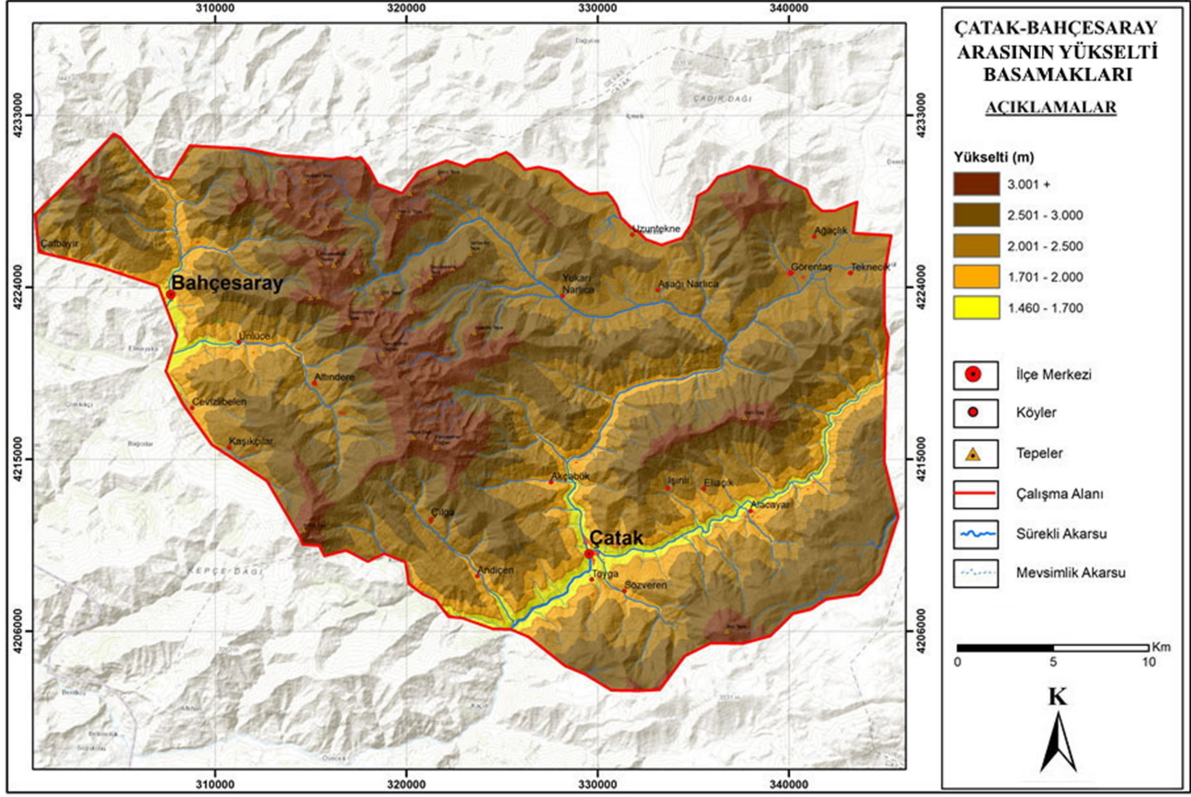
Eğim: Duyarlılık haritasının üretiminde kullanılan ikinci parametre *yamaç eğimidir*. Bir alanda çığın meydana gelebilmesi için gereken en önemli topografik faktör eğimdir. ığlar genellikle 28°-55° eğim aralığında meydana gelir ve eğimin 28°'den kk olduğu alanda kar stabilitesinin bozulacağı kırılma kuvveti oluşamaz. Eğimin 55°'yi aştığı bir yamaçta ise kar örtüsü yamaca yeterince tutunamaz ve çığ oluşma ihtimali azalır (Aydın ve Eker, 2014b: 426). Çalışma alanında eğim değerleri genellikle 28° ve üstündedir. atak-Bahçesaray karayolunun geçtiği bölgenin eğimi ise 28°-45° arasındadır (şekil 10). Bu nedenle çalışma alanı potansiyel bir çığ bölgesi durumundadır. Bu kesimdeki yerleşmeler Işıklı, Akabk, Andiçen, Cevizbelen, nlce ve Yukarı Narlıca mahalleleridir.

Bakı: Alanın duyarlılık haritasının üretiminde nc faktör olarak *bakı (yamaç yönelimi)* parametresi dikkate alınmıştır. Bölgenin matematiksel konumuna ve kullanılan puanlama sistemine göre sahada kuzeye bakan yamaçlar yüksek çığ riski taşıyan alanlardır. Karayolunun geçtiği vadi tabanında kuzeye bakan yamaçlarda meydana gelen donma ile birlikte yeni kar yağması durumunda çığ oluşması kaçınılmaz olabilir. Toyga, Alacayar, Andiçen, Teknecik ve nlce mahalleleri donma süreçlerinden olumsuz etkilenen kuzey yamaçta olmaları sebebiyle olası bir don olayının ardından yoğun kar yağışına maruz kalınması durumunda çığ olayı ile karşı karşıya kalabilir (şekil 11). Bununla birlikte, kiş sonu ve ilkbahar başlangıcında güneş alan yamaçta kar örtüsünün kararlılığını yitirmesi çığ riskini doğurabilmektedir (Ancey, 2001: 323). Yapılan istatistiklere göre en fazla yıkıcı etkiyi yapan ve daha sık çığ oluşumuna meydan veren yamaçlar kuzeybatı ile güneydoğu yönleri arasındaki bir yelpazede bulunur (Taştekin, 2003: 7). Araştırma alanında özellikle kuzeydoğu ve doğu yamaçlar, sıcaklıkla birlikte gerçekleşen erimenin ardından kar örtüsünün harekete geçebileceği alanlardır.

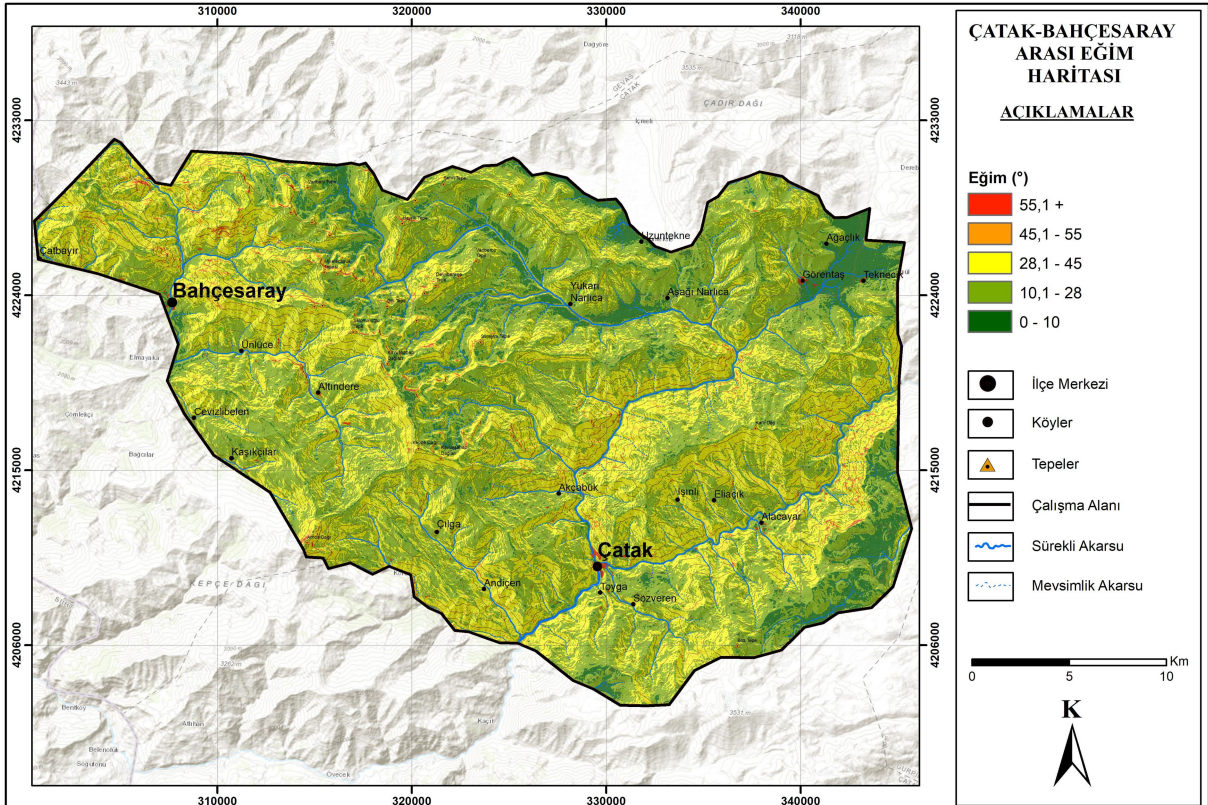
Yamaç Eğriselliği (yamaç şekli): Dördüncü parametre olarak karşımıza çıkan unsurdur. İçbükey, dışbükey ve düz yamaçlardan herhangi birinde çığ oluşabilir ancak AFAD'ın toplam puan modeline göre Türkiye'de çığa en

çok içbükey yamaçlarda rastlanılmaktadır. Çalışılan alan genel olarak dağlık ve engebeli olduğu için kısa mesafelerde yamaç Şekli çok sık değişmektedir. Ancak karayolunun geçtiği kesimde içbükey ve düz yamaçların yoğunlukta

olması bu bölgede çiğ riskinin yüksek olduğuna işaret eder (Şekil 12). Dağlık kütlelerinin zirvelerine doğru ise dışbükey yamaçlar yoğunluk göstermektedir.



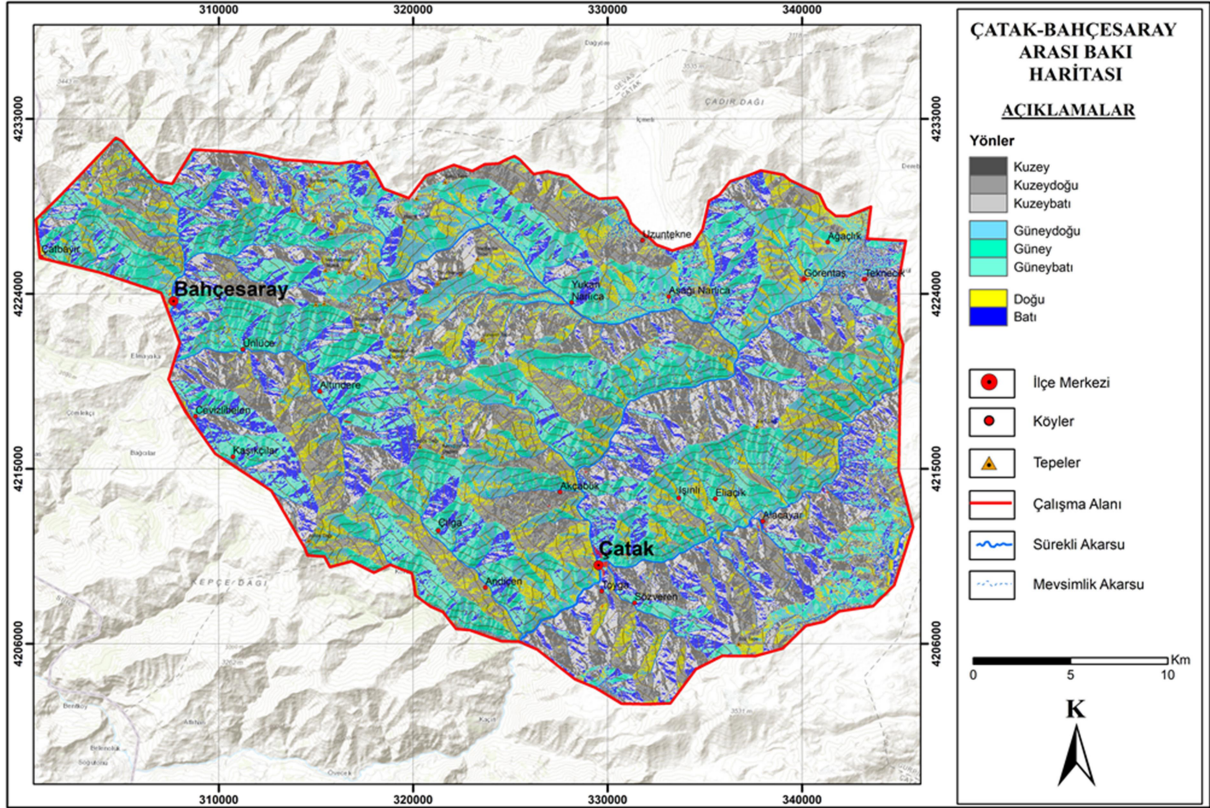
Şekil 9: Çalışma alanının yükselti basamakları haritası / Figure 9: Elevation levels map of the study area.



Şekil 10: Çalışma alanının eğim haritası / Figure 10: Slope map of the study area.

Arazi Örtüsü: Son olarak *arazi örtüsü* faktörü için OGM (Orman Genel Müdürlüğü) verileri ile SYM veri girdisi kullanılarak bir harita oluşturulmuştur. Yamaç üzerindeki kayaların ve çalılarının belli bir derinliğe kadar kar örtüsünü tutabilmesi gibi çok sınırlı bir avantaj her zaman olabildiği gibi, düz, ıslak tabanlı kayalık veya toprak yüzeyler ile geniş yapraklı otsu bitkilerin olduğu alanlar sık sık çığa maruz kalabilmektedirler (Taştekin, 2003: 8). Orman

varlığından yoksun, çıplak veya tutucu özelliği olmayan çayır, çalı, bozkır vb. alanlar çığ önlemede yetersiz bir etkiye sahiptir. Araştırma alanında herhangi bir orman örtüsünün bulunmaması, alanın büyük ölçüde seyrek bitki örtüsü (doğal çayırlar) ve açık alanlardan oluşması bu bölgenin çığa oldukça duyarlı olduğunu göstermektedir. Çığ duyarlılığı çok yüksek kesimler büyük ölçüde açık (kayalık) alanlardır.



Şekil 11: Çalışma alanının baki haritası / Figure 11: Aspect map of the study area

BULGULAR

Duyarlılık Haritasının Değerlendirilmesi

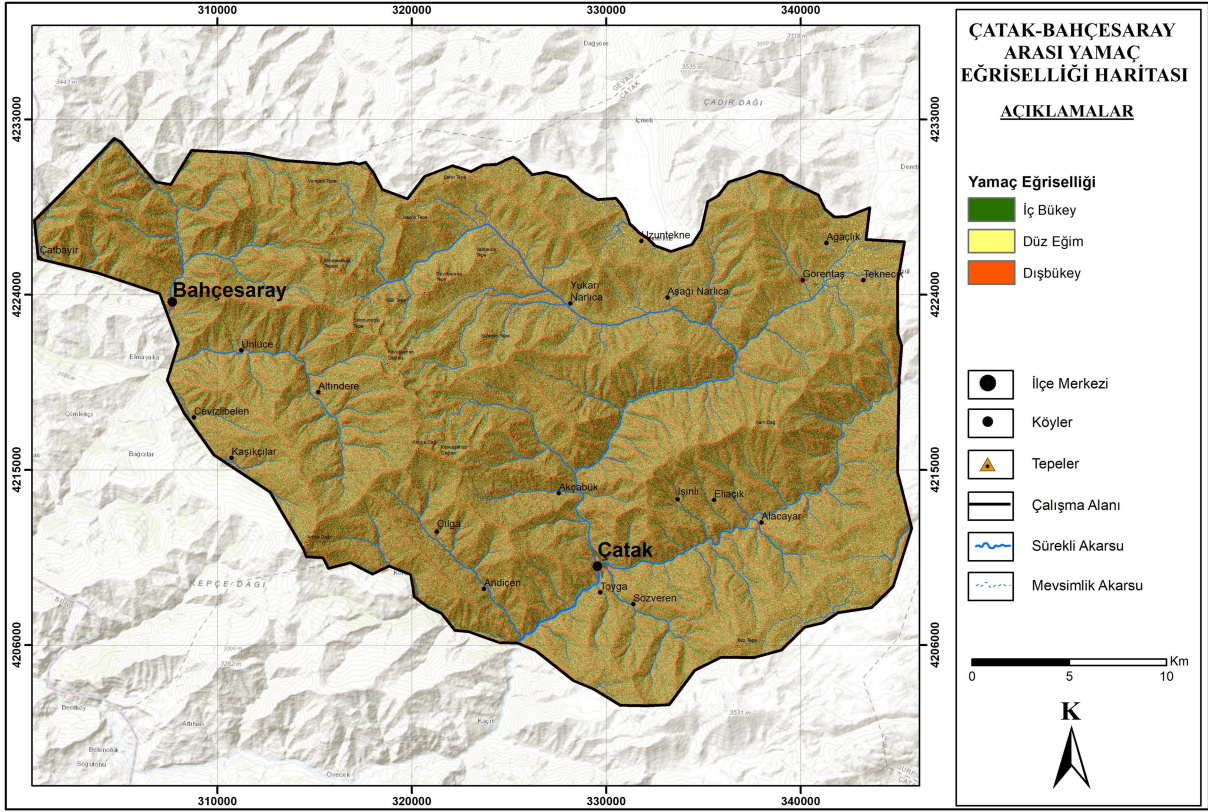
Çatak-Bahçesaray karayolunu içine alan araştırma sahasının çığ duyarlılık haritasına göre çok yüksek ve yüksek duyarlılığı olan alanlar, sahanın kuzey, güney ve orta kesiminde yoğunlaşmakta, incelenen bölge içerisinde %10'luk bir dilimi kapsamaktadır. Bu kesimdeki çığ potansiyeli, birçok yerleşim yeri ile Çatak-Bahçesaray karayolunu doğrudan tehdit etmesi bakımından üzerinde durulması gereken bir konudur. Nitekim 4-5 Şubat 2020 tarihlerinde Van-Bahçesaray yolunun 19. km'sinde, Karabet geçidinde meydana gelen iki

çığda 42 vatandaşımız yaşamını yitirmiş, 84 kişi ise yaralanmıştır. Bahçesaray ilçesi yol ayrımında 2004 yılı ocak ayında meydana gelen çığda ise Karayolları Genel Müdürlüğü'ne mensup iki kişi hayatını kaybetmiştir (Akköprü, 2005: 25).

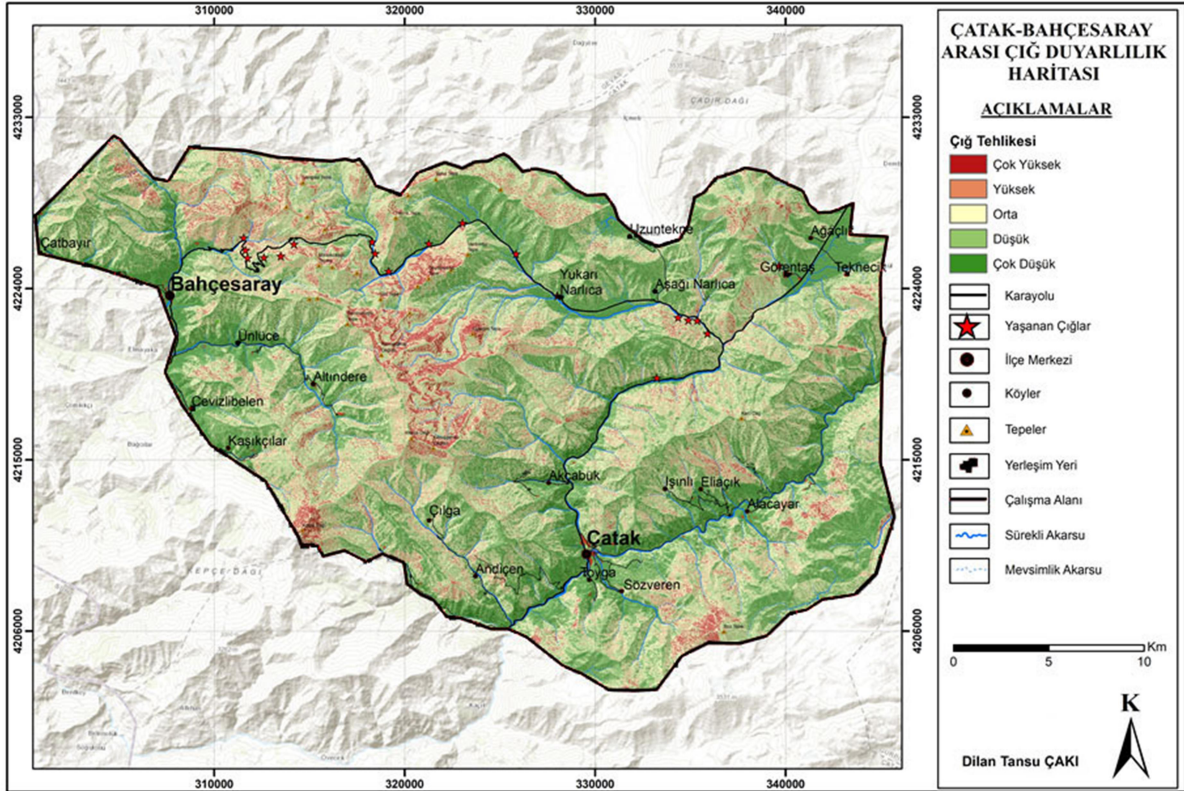
Bahsi geçen felaketlerin ve bölgede meydana gelen diğer çığ olaylarının lokasyonları, çalışmada çeşitli parametreler kullanılarak ortaya konulan çığ duyarlılık haritasında tespit edilmiş olan yüksek duyarlılığa sahip alanlarla örtüşmektedir. Bölgede daha önce yaşanan çığların tamamı, üretilen çığ duyarlılık haritasının yüksek veya çok yüksek riskli alanlarında meydana gelmiştir (Şekil 13, 14).

Örneğin alanın çiğ duyarlılık haritasına göre yüksek duyarlılığa sahip saha olarak belirlenen atak-Bahçesaray yol ayırımından Aşağı Narlıca mahallesine kadar olan bۆlümde daha ۆnce

dۆrt ayrı çiğ olayı gerçekleşmiştir. Bu da kullanılan yۆntemin doğru sonuç verdiğini gۆstermektedir.



şekil 12: Çalışma alanının yamaç eğriselliği haritası / Figure 12: Slope curvature map



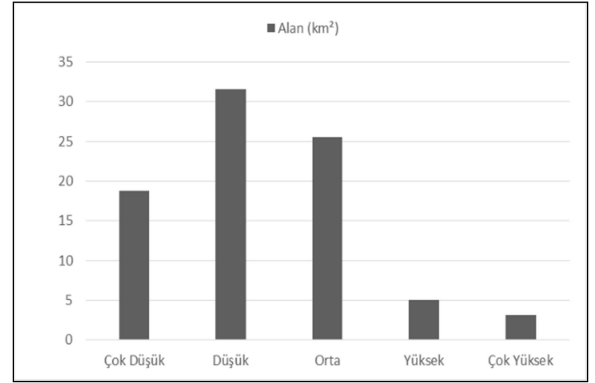
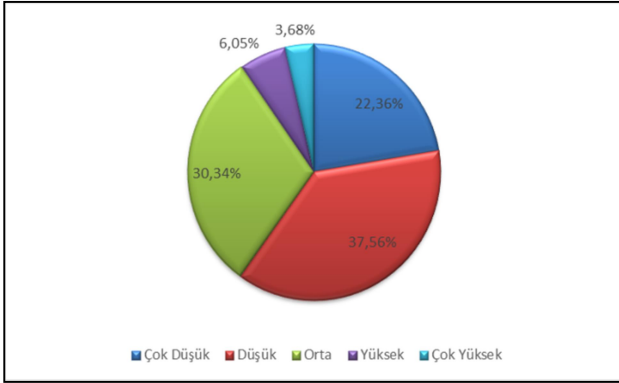
şekil 13: Çalışma alanının çiğ duyarlılık haritası / Figure 13: The avalanche susceptibility map

Söz konusu alanlarda 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 riskli alanlarda tespit edilen etkenlerle benzeşmektedir (Özşahin & Kaymaz, 2014; Işık vd., 2019b; Ekinci vd., 2020). Van ili bu yapısı ile Doğu Anadolu Bölgesi'nde en yüksek duyarlılığa sahip iller arasında yerini almıştır (Özşahin & Kaymaz, 2014).

Araştırma alanındaki Andıçen, Işınlı, Sözveren, Çılga ve Eliaçık mahalleleri en yüksek

duyarlılığı olan yerleşmelerdir. Yine Görentaş ve Teknecik mahalleleri de Çatak-Bahçesaray yol ayrımından Van yoluna uzanan kısımda bulunan diğer yüksek duyarlı yerleşmelerdir (Şekil 15-17).

Kavuşşahap Dağları ile Veribani Tepe civarı ise bölgedeki en yüksek riske sahip alanlar olmalarına rağmen bu kesimde herhangi bir yerleşmenin ve karayolunun olmaması, meydana gelebilecek büyük bir problemi ortadan kaldırmaktadır.



Şekil 14: A) Sahadaki çığ duyarlılığının oransal dağılımı. B) Çığ duyarlılığının alansal dağılımı.

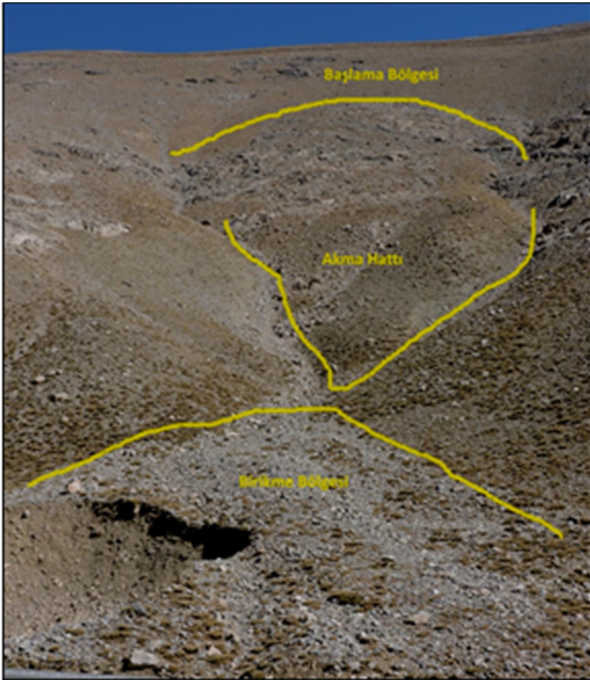
Figure 14 A) Proportional distribution of the avalanche susceptibility in the field. B) Spatial distribution of the avalanche susceptibility.



Şekil 15: 65-31 038 nolu karayolunda bir çığ patikası / Figure 15: An avalanche path on the highway 65-31 038.



Şekil 16: Çiğ sonrası birikme bölgesinde yığılan molozların görüntüsü / **Figure 16:** The image of the debris piled up in the accumulation area after the avalanche.



Şekil 17: A) Kirapet geçidi çevresinde tipik bir çiğ patikası. B) 65-51 002 karayolundaki çiğ patikası.
Figure 17: A typical avalanche path around the Kirapet passage. B) The avalanche path on the 65-51 002 highway.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırma alanında, yükselti değerlerinin 3000 m üzerinde olduğu yamaçlarda çiğ riskinin daha fazla olduğu, yine kuzeye bakan yamaçlarda, güneye bakan yamaçlara göre çiğ oluşma ihtimalinin arttığı gözlenmiştir. Ayrıca yamaç eğimlerinin 28°-45° olduğu kesimler çiğların alanda en sık görülebileceği

lokasyonlardır. Bunun yanında söz konusu karayolu ve çevresinin bitki örtüsü bakımından zengin olmayışı, yani orman örtüsünden yoksun oluşu, ormanların çiğları tutucu/engelleyici özelliğini ortadan kaldırmıştır. İklimsel parametreler ve yamaç eğriselliği özellikleri de benzer şekilde araştırma alanında çiğ oluşumuna zemin hazırlayacak niteliktedir.

Örneğın 2020 tarihinde bölgede meydana gelen kar ığları, Van-Bahçesaray karayolunun Karabet geçidi mevkiinde, 3359 m yükseltiye sahip Sarısvırı Tepe ile 2985 m yükseltideki bir boyun noktasından geçen karayolu arasında gerçekleşmiş olup bu iki nokta arasında yükselti farkı 374 m, yatay mesafe 950 m olarak tespit edilmiştir. Buna göre ortalama yamaç eğimi yaklaşık %40 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, jeomorfolojik açıdan eğim sınıflandırmasının en üst grubu olan sarp arazi kategorisine girmektedir (Jeomorfoloji Derneği, 2020).

Sahada duyarlılık değerlerinin düşük olduğu belirlenen lokasyonlarda ileriki dönemlerde çığ oluşma ihtimali düşüktür. Ancak duyarlılığın orta, yüksek ve çok yüksek olarak belirlendiği çok sayıdaki bölgede olası çığ felaketlerine karşı gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir. Buna göre;

- atak-Bahçesaray karayolu, riskin ortaya çıktığı kış dönemlerinde ve kar yağışlı günlerde ulaşıma kapatılmalı ya da yolda kontrollü geçiş sağlanmalıdır.
- Alanın en yüksek duyarlılığa sahip lokasyonları olan Kavuşşahap Dağları ve Veribani Tepe çevresi, yerleşme ve karayolundan yoksun olmaları sebebiyle çığ kontrolüne gerek duyulmayan alanlardır. Ancak alanda yüksek risk taşıyan Andiçen, Işınılı, Sözveren, ılga ve Eliaçık mahalleleri ile yine yüksek riskli Görentaş ve Teknecik mahalleleri Çığlar konusunda eğitilmeli, yerleşim düzeni ve tüm beşeri faaliyetler kontrol altında tutulmalıdır.
- Karayolunun hemen hemen tamamının çığ riski altında olması sebebiyle yol boyunca uzanan, yüksek duyarlılık değerlerine sahip kesimlerin yerleşime açılmasının önüne geçilmelidir.
- Karayolu üzerindeki çığ patikalarında çığın etkisini azaltacak çığ saptırma duvarları ve yapay taraçalar kullanılmalı, bu patikaların yamaç eğimi azaltılmalıdır.
- Bölgede ığ duyarlılık değerinin orta, yüksek veya çok yüksek olduğu kesimlerde meteorolojik koşullar çığ oluşumuna elverişli olduğunda yapay (kontrollü) ığlar

oluşturulmalıdır. Bu durum kontrolsüz bir ığda meydana gelebilecek can kayıplarının önüne geçecektir.

KATKI BELİRTME

Bu alışma, Dilan Tansu ÇAKI tarafından hazırlanan “atak-Bahçesaray (Van) Yolu Üzerindeki ığ Risk Alanlarının Belirlenmesi” başlıklı yüksek lisans tezinin bulgularından üretilmiştir.

Çalışmanın şekillenmesine ve yayınlanmasına katkıları nedeniyle sayın hakemlere ve editörlere çok teşekkür ederiz.

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 Yönetimi Başkanlığı (2015a). *Bütünleşik Tehlike Haritalarının Hazırlanması ığ Pratik Kılavuz*, T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.
- AFAD (2015b). *Bütünleşik Tehlike Haritalarının Hazırlanması ığ Temel Kılavuz*, T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.
- AFAD (2020). *Afet Yönetimi Kapsamında 2019 Yılına Bakış ve Doğa Kaynaklı Olay İstatistikleri*. Ankara.
- Akköprü, E. (2005). atak (Van) - Görentas Arasının Fiziki Coğrafyası (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Van.
- Alaeddinoğlu, F., Avşın, 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.
- Aydın, A., Eker, R. (2014a). CBS Tabanlı ığ 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 ığ Başlama Bölgelerinin CBS Tabanlı Olarak Belirlenmesi. II. Ulusal Akdeniz Orman Ve Çevre Sempozyumu, 426-435.

- Aydın, A., Eker, R. (2016). Saptırma Duvarlarının Çığ Kontrol Önlemi Olarak Trabzon Araklı-Kayaiçi Köyünde Projelendirilmesi. *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 12 (1), 122-136.
- Crecy, L. D. (1980). Avalanche Zoning in France-Regulations and Technical Basis, *Journal of Glaciology*, 26 (94), 325-330.
- Çakı, D.T. (2021). Çatak-Bahçesaray (Van) yolu üzerindeki çığ risk alanlarının belirlenmesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Van.
- ÇEM, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü (2016). *Çığ*, Ankara.
- 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., Özcanlı, M. (2012). Bitlis İlinde Çığ Afet Alanlarının Tespiti ve Çığ Risk Analizi. *Journal of International Social Research*, 5 (23), 303-314.
- Erinç, S. (1953). *Doğu Anadolu Coğrafyası*, İstanbul Üniversitesi Yayınları, No:572, İstanbul.
- Ersan, H. (2016). Isparta Davraz Kayak Merkezinde Çığ Tehlike Analizi (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Düzce Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Düzce.
- Fuchs, S., Bründl, M., Stötter, J. (2004), Development of Avalanche Risk Between 1950 and 2000 in the Municipality of Davos, Switzerland, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 4: 263-275.
- Ganju, A., Dimri, A.P. (2004). Prevention And Mitigation of Avalanche Disasters in Western Himalayan Region. *Natural Hazards*, 31 (2), 357-371.
- Gürbüz, O. (1994). Van Gölü Çevresinin Coğrafyası (Beşerî ve İktisadi Coğrafya Açısından), (Yayımlanmamış Doktora Tezi), İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Gürer, İ. (1995). Çığ Afeti ve Ülkemizdeki Çalışmalar. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 379, 66-71.
- Gürer, İ., Tunçel, H. (1994). Türkiye'de Çığ Sorunu ve Bugünkü Durumu. Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi II. Sempozyumu. Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Hebertson, E.G., Jenkins, M.J. (2003). Historic Climate Factors Associated With Major Avalanche Years On The Wasatch Plateau, *Cold Regions Science and Technology*, 37 (3), 315-332.
- Hemetsberger, M., Klinger, G., Niederer, S., Benedikt, J. (2002). Risk Assessment of Avalanches-a fuzzy GIS Application In Computational Intelligent Systems For Applied Research, *World Scientific*, 395-402.
- Işık, F., Bahadır, M., Uzun, A. (2019a). Karaçam Deresi Havzası'nda Çığa Duyarlı Alanların Belirlenmesi (Trabzon, Türkiye). *Doğu Coğrafya Dergisi*, 24 (42), 1-15.
- Işık, F., Bahadır, M., Zeybek, H.İ. (2019b). Doğan kent (Harşit) Çayı Havzası'nın Yukarı ve Orta Kesimindeki Arazi Uygulamalı Çığ Duyarlılık Analizi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 77, 335-353.
- Jeomorfoloji Derneği (2020). *Van-Bahçesaray Çığ Afeti Hakkında Basın Bildirisi*.
- Kalelioğlu, E. (1991). Van Ovasının İklim Özellikleri. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 35 (2), 155-166.
- Karaca, S., Sarğın, B., Türkmen, F. (2019). Bazı Arazi ve Toprak Niteliklerinin Coğrafi Bilgi Sistem Analizleriyle İncelenmesi: Van İli Arazi ve Toprak Özellikleri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6 (2), 199-205.
- Marek, B., Ivan, B. (2010). Spatial Modelling of Snow Avalanche Run-Outs Using GIS. Proceedings From Symposium GIS, Ostrava.
- McClung, D. Schaerer, P. (1993). *The Avalanche Handbook*. The Mountaineers, 271, Seattle, WA.
- MGM. (2020). *2019 Yılı Meteorolojik Afetler Değerlendirmesi*. Ankara. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Odabaşı, Y.B. (2018). Büyük Alanlarda Çığ 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.
- Öztürk, Y. (2019). Kaya Düşmelerinin Lapy Gelişimine Etkisi: Sözveren Vadi-si'nde (Çatak/Van) Lapy Jeomorfolojisi. *Kapadokya Coğrafya Dergisi*, 1(1),85-102.
- Saygılı, R. (2014). Türkiye Çığ Afet Haritası. Türkiye Doğal Afet Haritaları. <http://cografyaharita.com/haritalarim/4iturkiye-cig-afet-haritasi.png>
- Schaerer, P.A. (1977). Analysis of Snow Avalanche Terrain. *Canadian Geotechnical Journal*, 14 (3), 281-287.
- Schweizer, J., Jameison, J.B., Schneebeli, M. (2003). SnowAvalancheFormation. *Reviews of Geophysics*, 41, 1016-1041.

- Stethem, C., Jamieson, B., Schaerer, P., Liverman, D., Germain, D., Walker, S. (2003). Snow Avalanche Hazard in Canada–A Review. *Natural Hazards*, 28 (2-3), 487-515.
- 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.
- Şahin, C. (1991). *Türkiye Afetler Coğrafyası*, Gazi Üniversitesi Yayınları, Gazi Eğitim Fakültesi Yay. No:21, Ankara.
- Şaroğlu, F., Yılmaz, Y. (1986). Doğu Anadolu'da Neotektonik Dönemdeki Jeolojik Evrim ve Havza Modelleri, *MTA Dergisi*, 107, 73-94
- Şengör, A.M.C. (1979). The North Anatolian transform fault: its age, offset and tectonic significance. *Journal of the Geological Society*, 136 (3), 269-282.
- Taştekin, A. T. (2003). Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü. *Meteoroloji ve Çiğ*.
- Techel, F., Jarry, F., Kronthaler, G., Mitterer, S., Nairz, P., Pavšek, M., Darms, G. (2016). Avalanche Fatalities in the European Alps: Long-Term Trends and Statistics. *Geographica Helvetica*, 71 (2), 147-159.
- Van 14. Meteoroloji Bölge Müdürlüğü (2021) Meteorolojik Rasatlar.
- Van İli 2019 Yılı Çevre Durum Raporu: https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/van_2019_cevre_durum_raporu20200901150601.pdf
f. Van Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Çevre Yönetimi ve Denetimi Şube Müdürlüğü.
- Yavaş, Ö. M., Erenbilge, T., Seyfe, N., Ayhan, A. (2007). Çiğlar, Türkiye'deki Etkileri ve Önlemede Kullanılan Yöntemler. Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Geçici İskân Dairesi Başkanlığı.
- Zorer, H. (2005). Çatak (Van) – Uzuntekne ve Yakın Çevresinin Fiziki Coğrafyası (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Zweifel, B., Techel, F., Björk, C. (2012). Who is Involved in a Avalanche Accidents. In *Proceedings International Snow Science Workshop* (pp. 234-239).