Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi
Cilt 28, Sayı 3, 358-370, 2024

Süleyman Demirel University
Journal of Natural and Applied Sciences
Volume 28, Issue 3, 358-370, 2024

DOI: 10.19113/sdufenbed.1490337

Türkiye'nin Üç Pilot İlinde Çığ Tehlike ve Risk Analizleri: Bitlis, Van ve Antalya Örnekleri

Engin YILDIZ*[1], Zeliha SELEK[2]

[1,2] Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

(Alınış / Received: 26.05.2024, Kabul / Accepted: 23.09.2024, Online Yayınlanma / Published Online: 23.12.2024)

Anahtar Kelimeler
Çığ,
Çığ Tehlike Haritası,
Çığ Risk Değerlendirmesi,
Doğa Kaynaklı Afet,
Çığ Afet Yönetimi,
Çığ Yönetimi

Öz: Çığ, orman örtüsünün olmadığı veya seyrek olduğu dağların eğimli yamaçlarında birikmiş kar tabakasının çeşitli nedenlerle bulunduğu konumdan yerçekimi etkisiyle harekete geçmesi olarak tanımlanmakta ve tahmin edilemeyen büyük can ve mal kayıplarına yol açmaktadır. Türkiye'nin topoğrafik ve iklimsel özellikleri bakımından Bitlis, Van ve Antalya illerinde, yerleşim yerleri, karayolları, kayak merkezleri ve dağlık alanlarda planlanan tesisler için çığ ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Bu çalışmada, 3 pilot ilde arazi incelemeleri yapılmış ve çığ riski bulunan bölgeler hakkında yerel halktan bilgiler edinilmiştir. Daha sonra bu pilot bölgeler için çığ başlama bölgeleri, RAMMS (Hızlı Kütle Hareketi Simülasyonu) yazılımı ile 2 boyutlu çığ simülasyonları, çığ tehlike haritaları, risk analizleri ve çığ riskinin azaltılmasına yönelik önceliklendirmeler yapılmıştır. Önceliklendirmelere göre belirlenen riskli bölgelerde operasyonel ve yapısal çığ risk azaltma yöntemleri önerilmiştir. Bu çalışma, mevcut ve ileri önemli yerleşim, karayolu, turizm tesisleri vb. yapıların planlanmasında çığ tehlike haritalarının kullanımının önemini vurgulamakta, kalitatif ve kantitatif risk analizleri gerçekleştirerek çığ afetinin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlamaktadır.

Avalanche Hazard and Risk Analysis in Three Pilot Provinces of Türkiye: Case Studies from Bitlis, Van and Antalya

Keywords
Avalanche,
Avalanche Hazard Map,
Avalanche Risk Assessment,
Natural Disaster,
Avalanche Disaster Management,
Avalanche Management

Abstract: Avalanche is defined as the movement of the snow layer accumulated on the sloping slopes of mountains where there is no or sparse forest cover due to the effect of gravity from its position for various reasons and causes unpredictable great loss of life and property. Avalanches pose a serious threat to settlements, highways, ski resorts and facilities planned in mountainous areas in Bitlis, Van and Antalya provinces in terms of topographic and climatic characteristics of Turkey. In this study, field investigations were carried out in 3 pilot provinces and information was obtained from local people about the avalanche risk areas. Then, for these pilot regions, avalanche initiation zones, 2D avalanche simulations with RAMMS (Rapid Mass Movement Simulation) software, avalanche hazard maps, risk analyses and prioritisations for avalanche risk reduction were made. Operational and structural avalanche risk mitigation methods were proposed in the risky areas determined according to the prioritisations. This study emphasises the importance of using avalanche hazard maps in the planning of existing and future settlements, highways, tourism facilities, etc., and contributes to a better understanding of avalanche disaster by performing qualitative and quantitative risk analyses.

*İlgili yazar: engin.yildiz1@gazi.edu.tr

1. Giriş

Globalleşme ile ulaşımın artan önemi, kış sporlarının ve kış turizminin yükselişi nedeniyle doğa kaynaklı afetlerin, özellikle de kar çığlarının önemi her geçen gün artmaktadır. Doğa kaynaklı bu afetler, can ve mal kayıplarına sebep olmaktadır. Avrupa genelinde ise, yıllık ortalama çığ kaynaklı ölüm sayısı yaklaşık 100 olarak kayıtlara geçmiştir. Örneğin, 2023/2024 kış sezonunda Avrupa'da çığlar nedeniyle 56 kişi

GERİÇEKİLDİ

yaşamını yitirirken, İsviçre'de 1937'den 2024'e kadar olan süreçte bu sayının toplam 2131 olduğu bildirilmiştir [1].

Türkiye'nin yüzölçümünün %78'ini kaplayan dağlık bölgeler, nüfusun %46,9'unun bu alanlarda ikamet etmesi sebebiyle çığ riskini önemli bir araştırma konusu haline getirmektedir. Her ne kadar yerleşim yerlerinin dışında gerçekleşen çığ olayları kayıt altına alınmasa da AFAD'ın 2020 yılında yayınladığı rapora göre, Türkiye'de her yıl ortalama 25 kişi çığ nedeniyle hayatını kaybetmekte, mal kaybı ise tam olarak bilinmemektedir [2]. Ayrıca ülkemizin coğrafi yapısından dolayı Bingöl, Bitlis, Tunceli, Malatya ve Hakkâri illeri çığ olaylarının en yoğun yaşandığı yöreler olarak öne çıkmaktadır [3]. Bu illerden Bingöl'de, 1950-2020 yılları arasında 274 çığ afeti meydana gelmiş, bu afetler sonucunda 1036 konut zarar görmüştür [4]. Bitlis'te ise meteorolojik ve coğrafi koşullar nedeniyle kış aylarında yüksek çığ riskinden dolayı yerleşim alanları ve ulaşım güzergâhları ciddi şekilde etkilenmektedir [5]. Hakkâri'de ise çeşitli bölgelerde can ve mal kaybına neden olan toplam 52 çığ olayı kaydedilmiştir [6].

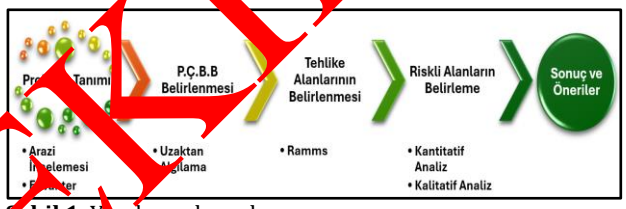
Çığ, orman örtüsünün olmadığı ya da seyrek olduğu dağların yüksek eğimli kısımlarında karın birikmesi ve çeşitli tetikleyiciler sonucu yerçekimi etkisi ile karın yamaç aşağı hareketi olarak tanımlanır. Bu doğa kaynaklı afet, insan hayatını tehdit etmenin yanı sıra ciddi maddi ve çevresel zararlara da yol açmaktadır [7]. Çığ olaylarının meydana gelmesi için, kar örtüsü, topografya ve meteorolojik koşullar gibi temel faktörler gerekmektedir. Kar örtüsünün durağanlığı, kar tabakasındaki zayıf katmanlar, kar kristallerinin yapısı ve karın yoğunluğu gibi faktörler tarafından etkilenir. Topografya faktörleri arasında eğim, yüzeyin pürüzlülüğü ve arazi yapısı yer alır. Özellikle eğim, çığların meydana gelme olasılığını büyük ölçüde artırır; 30-45 derece arasındaki eğimler çığ riski için kritik seviyelerdir. Yüzeyin pürüzlülüğü, karın birikme ve hareket etme şeklini etkiler. Meteorolojik koşullar ise kar yağışı miktarı ve hızı, sıcaklık değişimleri ve rüzgâr gibi etkenleri içerir. Aşırı kar yağışı, kısa sürede büyük miktarda kar birikmesine neden olarak kar tabakasında gerilim oluşturur ve çığ riskini artırır. Ayrıca sıcaklık değişimleri karın erimesine veya katılaşmasına yol açarak kar tabakasının stabilitesini etkiler. Bununla birlikte, bu olayların gerçekleşmesine insan faaliyetleri, hayvanların hareketleri veya yoğun kar yağışı gibi çeşitli faktörler de etki etmektedir [8].

Çığ tehlikesinin azaltılmasının, özellikle dağlık alanlarda insan yaşamını, yerleşim yerlerini ve altyapıyı koruyacağı açıktır. Bu kapsamda çığ tehlikesini en aza indirmek ve insan hayatını korumak için alınması gereken önlemler aktif ve pasif olmak üzere iki kategoriye ayrılır. Aktif önlemler çığların oluşumunu aktif olarak yönetmek ve kontrol etmek için kullanılırken, pasif önlemler ise çevreye müdahale etmeden çığ riskini azaltmayı amaçlar [9].

Bu çalışma da üç pilot alan (Bitlis, Van ve Antalya) seçilerek detaylı bir şekilde kantitatif ve kalitatif çığ risk analizi yapılmıştır. Her bir pilot alan farklı çığ problemlerini temsil etmektedir. Antalya ili Alanya ilçesi Akdağ mevkiinde planlanan kayak merkezi, kayak merkezlerindeki çığ riski ile dikkat çekerken; Van Bahçesaray Karayolu Karabet Geçidi Mevkii, karayolu çığ problemi ile öne çıkmakta; Bitlis ili Merkez ilçesi Gazi Bey Mahallesi ise, çığın yerleşim yerlerini tehdit etmesi problemi ile dikkat çekmektedir. Bu bölgelerde yapılan saha ve ofis çalışmaları çığ riskinin kapsamlı bir analizini sunmayı hedeflemiştir.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışma, ülkemizin üç farklı ilinde yer alan pilot alanlar (Bitlis, Van ve Antalya) (Şekil 2) üzerinden çığ risk değerlendirmesi bu bölgelerdeki çığ riskini anlamak, değerlendirmek ve gelecekteki olası zararları azaltma yönünde stratejiler geliştirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Yapılan çalışmalar

2.1. Yapılan çalışmalar (Şekil 1)

2.1.1. Saha çalışmaları ve veri toplama

Seçilen pilot bölgelerde arazi incelemeleri yapıldıktan sonra, yerel halkla görüşmeler yapılarak geçmiş ve mevcut çığ durumu hakkında bilgiler toplanmıştır. Bu bilgiler, bölgenin çığ geçmişi ve potansiyel riskleri hakkında önemli veriler sağlamıştır.

2.1.2. Potansiyel çığ başlama bölgelerinin belirlenmesi

Harita Genel Müdürlüğü (HGM) tarafından sağlanan 5 x 5 m Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) ve özel algoritmalar kullanılarak potansiyel çığ başlama bölgeleri belirlenmiş, belirlenen bu bölgelerde yerel halktan elde edilen bilgiler ile doğrulama yapılmıştır.

2.1.3. Meteorolojik durum

Pilot bölgelere yakın Meteoroloji Gözlem İstasyonlarından (MGİ) alınan 3 günlük yeni kar verisi kullanılarak çığ başlama bölgelerindeki kopma derinlikleri hesaplanmış ve elde edilen kopma derinlikleri kullanılarak 2 boyutlu çığ simülasyonu RAMMS programı ile yapılmıştır.

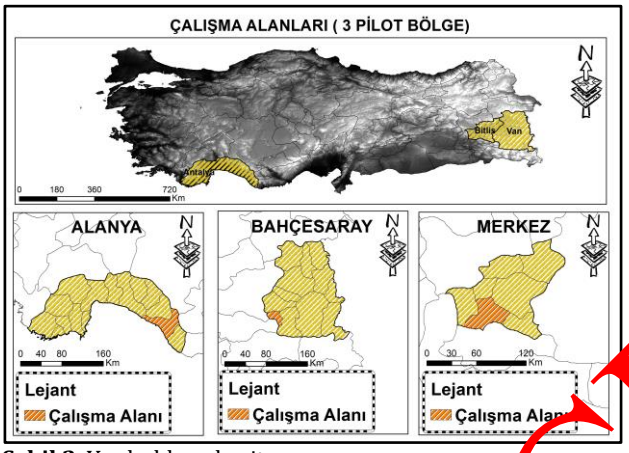
2.1.4. Tehlike haritası

GERİÇEKİLDİ

RAMMS simülasyon programı ile çığın çarpma basıncı, akma hızı, akma yüksekliği ve durma/birikme bölgeleri belirlenmiştir. Bu analizler, 10/100 yıllık tekrarlanma sürelerine göre yapılmış ve çığ tehlike haritaları oluşturulmuştur.

2.1.5. Risk analizleri

Tehlike haritalarından elde edilen çığ tehlikesi bulunan alandaki nüfus, yapılaşma, yapı tipleri, araç sayıları ve geçiş sıklığı gibi çeşitli demografik, coğrafi bilgiler, arazi çalışmaları ve kamu kurumlarından (Karayolları ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü) toplanmış ve analiz edilmiştir. Bu bilgiler ışığında, seçilen pilot bölgelerde kantitatif ve kalitatif risk analizleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. Yer bulduru haritası

2.2. Çalışma alanı ve çevresinin özellikleri

2.2.1. Bitlis – Merkez- Gazi Bey Mahallesi

Van Gölü'nün batısındaki Bitlis il merkezi, deniz seviyesinden yaklaşık 1560 m yüksekte yer almaktadır. İlin coğrafi sınırları incelendiğinde, yaklaşık %71'i dağlık alanlardan, %19'u platolardan ve %10'unun ovalardan oluştuğu görülmektedir [10].

Bitlis ili, jeomorfolojik yapısı ve iklimsel özellikleri nedeniyle sık sık doğal afetlerin yaşandığı bir bölgedir. Bir çalışmada Bitlis ilinde meydana gelen çığ gibi doğal afetlerin zamansal ve mekânsal analizleri yapılmış, risk değerleri hesaplanmıştır. Risk analizlerinde Fine-Kinney yöntemi kullanılmıştır. Sonuçlara göre, çığ olaylarının eğimli ve bol yağış alan bölgelerde günlük hayatı tehdit ettiği belirlenmiştir. Merkez, Mutki ve Tatvan ilçelerinde çığ riski çok yüksek olduğu tespit edilmiştir [11]. Bir diğer çalışmada ise Bitlis Çayı Havzası'nda çığa duyarlı alanları Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile tespit etmek amaçlanmıştır. CBS tabanlı analizlerle havzanın %47'sinin orta, %34,1'inin düşük, %18,2'sinin yüksek çığ duyarlılığına sahip olduğu belirlenmiş ve yüksek duyarlılık Bitlis ilçe merkezi çevresindeyken, düşük duyarlılık Baykan ilçe merkezi ve güneyinde görülmüştür [12]. Bitlis ili Hizan ilçesi ve çevresindeki çığa duyarlı alanları belirlemek için yapılan çalışmada da aynı şekilde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama teknikleri kullanılmıştır. Yükselti, eğim, bakı, arazi kullanımı ve eğrisellik gibi coğrafi faktörler değerlendirilerek ağırlıklandırma yöntemi ile çığ duyarlılık haritası oluşturulmuştur. Sonuçlar, Petek Dağı, Panor Dağı ve Büyükdere'ye bağlanan yamaçların yüksek çığ riski taşıdığını göstermiştir [13]. Çalışma alanımız olan Bitlis Merkez'deki Gazi Bey Mahallesi'nin çevresi, tarihsel verilere dayanarak incelendiğinde, Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan raporlar [14], [15] ve [16] yardımı ile mahalleyi tehdit eden çığ patikaları tespit edilmiştir. Bu patikaların her biri ortalama 400 metre uzunluğa sahiptir ve bölgeye giden ulaşım yolu ile 4 konut (Şekil 3) doğrudan çığ riski altındadır.

Şekil 3. Bitlis ili Gazibey mahallesi kuzey kesimi çığ tehlikesi altındaki konutlar

2.2.2. Van- Bahçesaray-Karabet Geçidi mevkii

Van iline bağlı Bahçesaray ilçesi, Doğu Anadolu Bölgesi'nde dağlık ve engebeli bir arazi yapısına sahiptir. İlçe, Van merkeze yaklaşık 110 km uzaklıkta yer almakta ve coğrafi konumu itibarıyla Çatak, Gevaş, Bitlis'in Hizan ve Siirt'in Pervari ilçeleriyle komşudur. Bölgenin sert iklim koşulları ve aşırı kar yağışları, yüksek çığ potansiyeli oluşturmakta, bu durum da bölgeyi çığ afetleri açısından riskli bir hale getirmektedir. Bahçesaray ve Karabet Geçidi (Şekil 4), çığ olaylarının yoğunlukla yaşandığı alanlardır. Özellikle 04.02.2020 ve 05.02.2020 tarihlerinde meydana gelen çığ afetleri, Türkiye'deki en büyük çığ felaketlerinden biri olarak kayıtlara geçmiştir. Bu olayda, 11'i asker toplam 42 kişi hayatını kaybetmiştir [2].

Van ilinde Çatak ve Bahçesaray ilçeleri arasındaki karayolu üzerindeki yapılan bir çalışmada çığa duyarlı alanlar belirlenmiştir. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) teknikleri kullanılarak yapılan analizde, bölgenin çığ duyarlılık haritası oluşturulmuş ve yüksek riskli alanlar tespit edilmiştir. Özellikle Çatak-Bahçesaray yol ayrımından Bahçesaray ilçe merkezine kadar olan kısımda duyarlılık değerlerinin oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir [17]. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi'nde yapılan çalışmada ise; Van ilinde meydana gelen doğal afet çeşitliliği Fine-Kinney Risk Değerlendirme Metodu (FK-RDM) kullanılarak analiz edilmiştir. Bu yöntem Van ili için ilk kez uygulanmış olup, çığ gibi afetlerin zamansal ve mekânsal analizleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma,

GERİ ÇEKİLDİ

Van'ın güneybatı ve kuzeybatı bölgelerinin topoğrafik ve meteorolojik koşulları nedeniyle "çok yüksek risk" taşıdığını tespit etmiştir [18].

Şekil 4. Van Bahçesaray karayolu karabet geçidi mevkii

2.2.3. Antalya-Alanya-Akdağ kayak merkezi

Akdağ, Antalya ili'nin Alanya İlçe merkezine karayolu ile yaklaşık 70 km uzaklıkta, kuş uçuşu ise 25 km mesafede bulunan, Batı Torosların doğu sınırında yer alan bir dağdır. Akdağ'ın zirvesi, 2450 metre yüksekliğe ulaşmakta olup, genellikle 2000 metre üzerindeki zirvelerin bitki örtüsünden yoksun olması ve litolojik olarak beyaz renkli kalkerli kayaçlardan oluştuğu için adına Akdağ ismi verilmiştir. Akdağ coğrafi konumu nedeniyle bölgesinde yağış miktarının en yüksek olduğu alanlardan biridir [19]. Akdağ, Alanya için planlanan bir kayak merkezinin (Şekil 5) potansiyel konumu olarak seçilmiştir ve bölgenin çığ potansiyeli, gelecekteki kayak merkezi için önemli bir güvenlik konusudur.

Şekil 5. Planlanan Akdağ kayak merkezinden kuzeye bakış

2.3. Pilot bölgeler[illegible] meteorolojik özellikleri

Yıllık ortalama sıcaklık, yağış ve nem gibi veriler sıklıkla genel çalışmalarda kullanılırken çığ simülasyonlarında ekstrem değerler önemlidir. Ayrıca, çığ simülasyonlarında tekerrür aralıklarına bağlı olarak kar kırılma derinliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Kar kırılma derinlikleri çalışma alanını temsil eden en yakın istasyondaki son 72 saatte yağan taze kar miktarının Log-Pearson Tip-3, Gumbel, Log-Normal gibi dağılım yöntemleri kullanılarak 10/30/100/300 yıllık tekerrür ile bulunabilmektedir. Van Bahçesaray Karabet Geçidi ve Antalya Akdağ kayak merkezi için meteorolojik veriler MGM den temin edilmiştir. Ancak, verilerdeki eksiklikler nedeniyle bu veriler kullanılamamıştır. Sadece manuel olarak ölçüm yapılmış Bitlis Meteoroloji İstasyonundan temin edilen veriler analizlerde kullanılmıştır. Bitlis İli merkez meteoroloji istasyonundan alınan verilere göre Log-Pearson Tip-3 dağılımı ile 10 yıllık kar kopma derinliği 147 cm ve 100 yıllık kar kopma derinliği 242 cm bulunmuştur. Analiz sonucuna göre tespit edilen potansiyel çığ başlama bölgelerinin üst kotunun 1880 m, alt kotunun 1690 m olduğu görülmüş ve ortalama kot 1785 m alınmıştır. Meteoroloji istasyonu verilerine göre ortalama kot arasında kot farkı 5 cm olarak ölçüldüğü için ek bir hesap yapılmamıştır. Potansiyel çığ başlama bölgelerinin olduğu alan da ortalama eğim 34 derece olarak bulunmuş, Avusturya da kullanılan metoda göre eğim bazında 0.74 azaltma faktörü uygulanılmıştır. Çığlar genellikle 28-55 derece arasında eğime sahip alanlarda meydana gelir [7]. Çığ başlaması için minimum eğim 28 derece olduğundan kar derinlik değeri 28 derecelik eğime göre ayarlanmıştır. Bulunan değer 0.74 ile çarpılmış ve 100 yıllık kopma derinliği 158 cm bulunmuştur. Aynı şekilde 10 yıllık kopma derinliği içinde hesap yapılmış ve 96 cm olarak bulunmuştur.

2.4. Potansiyel çığ başlama bölgelerinin belirlenmesi

Potansiyel Çığ Başlama Bölgelerinin (PÇBB) belirlenmesinde kullanılan Algoritma Tablo 1 de yer almaktadır. Tabloya göre yamaç eğimi değeri 28 derece ile 60 derece arasında olmalıdır. Arazi ise içbükey bir arazi olmalıdır. CBS analizlerinde eğrisellik değerinin -0.2'den küçük olması durumunda bu alanlarda yüksek miktarda kar birikmesi meydana gelebilir ve bu alanlar çığ başlama bölgeleri için uygun alanlardır [20]. Yamaç pürüzlülüğünün değeri 0.03'ten küçük olan alanlar da pürüzlülük az olduğu için çığ başlama ihtimali yüksektir. Yükselti 1000 rakımdan büyük ve orman üst sınırı minimum yükseklik olarak seçilmelidir. Bitki örtüsü parametresi olarak kapalılığın 2 ve üstü olan alanlar potansiyel çığ başlama bölgelerinden çıkarılmalıdır. Çalışmada potansiyel çığ başlama bölgeleri belirlenirken yükselti 1000 m den aşağı olmamak kaydı ile 3 pilot alan için ayrı ayrı yükselti değerleri seçilmiştir. Yoğun orman alanlarında çığ meydana gelme olasılığı düşük olduğu için bu alanlar potansiyel çığ başlama bölgeleri belirlenirken dikkate alınmamıştır [20].

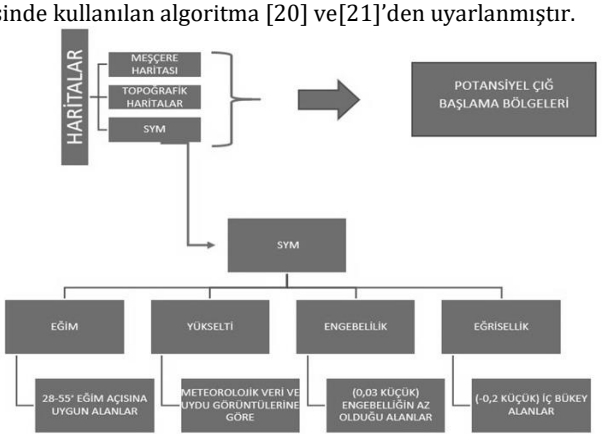
Şekil 6, 7, 8, 9, 10 ve 11 de 3 pilot bölgeye ait potansiyel çığ başlama bölgelerinin belirlenmesinde kullanılan katmanlar (eğim, yükselti, eğrisellik ve pürüzlülük) gösterilmiştir. Daha sonra bu katmanlarda kırmızı renkte gösterilen potansiyel çığ başlama bölgesi olabilecek alanlar birleştirilmiş, arazi incelemeleri, eski raporlar ve yerel halktan alınan bilgilere göre yapılan doğrulamalar neticesinde nihai Çığ Başlama Bölgeleri belirlenmiştir (Şekil 12).

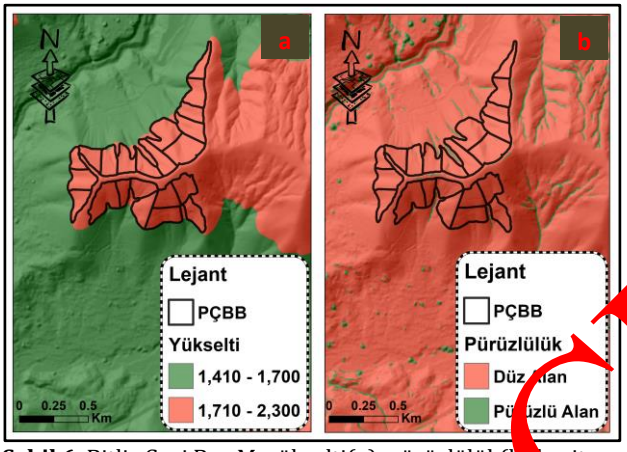
Çığ simülasyon modelleri tek boyutlu (1D), iki boyutlu (2D) ve üç boyutlu (3D) olmak üzere farklı boyutlarda tasarlanmıştır. 1D modeller, çığın merkezindeki hızları tahmin ederken, 2D modeller kar derinlikleri ve

GERİ ÇEKİLDİ

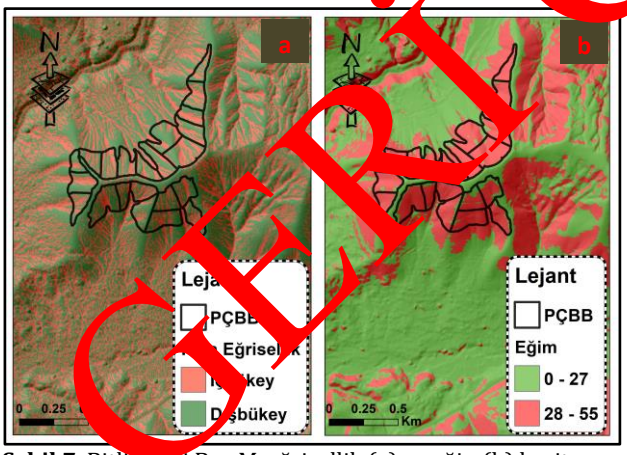
yanal yayılma değerlerini hesaplar. 3D modeller ise çığ akışının hacimsel ilerlemesini analiz eder.

Tablo 1. Potansiyel Çığ Başlama Bölgelerinin belirlenmesinde kullanılan algoritma [20] ve[21]'den uyarlanmıştır.



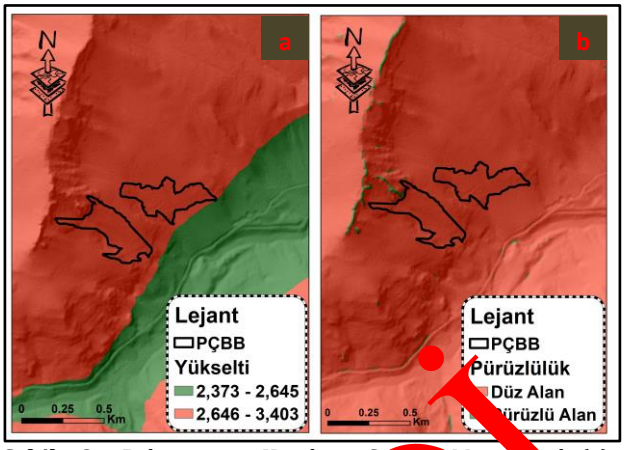


Şekil 6. Bitlis Gazi Bey M. yükselti(a), pürüzlülük(b) haritası

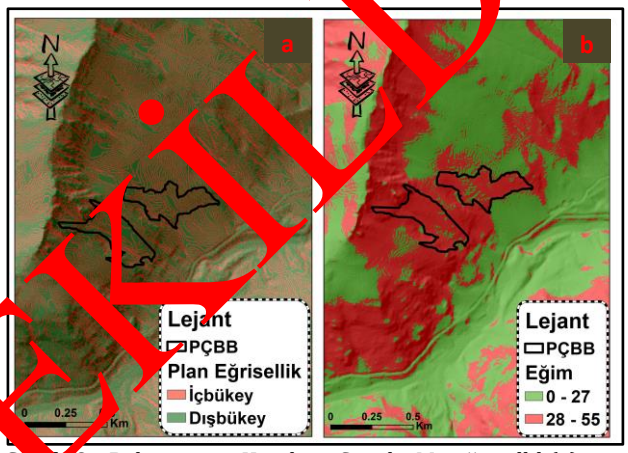


Şekil 7. Bitlis Gazi Bey M. eğrisellik (a) ve eğim(b) haritası

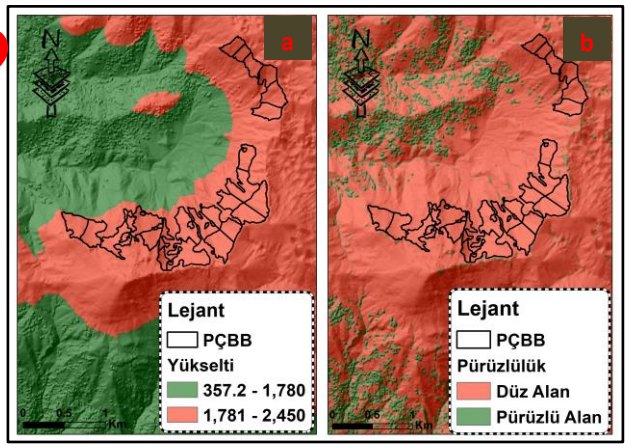
Bu modeller, çeşitli bilimsel yaklaşımlara (topografik/istatistiksel ve fiziksel/dinamik) dayanır ve özellikle Voellmy yasasını temel alan fiziksel bulunan WSL (İsviçre Federal Orman, Kar ve Peyzaj Araştırma Enstitüsü) tarafından geliştirilmiş 2 boyutlu çığ dinamiği simülasyon modelidir. Model de kullanılan girdi parametreleri arasında kar yoğunluğu, kırılma derinliği, sürtünme parametreleri, topografik veriler ve çığ başlama bölgeleri yer alır [22].



Şekil 8. Bahçesaray Karabet Geçidi M. yükselti(a), pürüzlülük(b) haritası



Şekil 9. Bahçesaray Karabet Geçidi M. eğrisellik(a) ve eğim(b) haritası



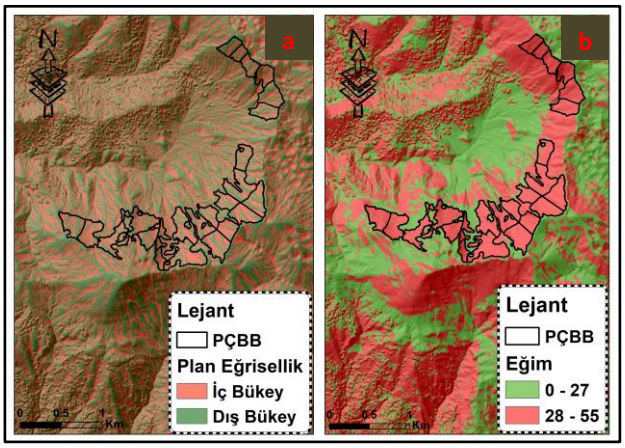
Şekil 10. Antalya Akdağ kayak merkezi yükselti(a), pürüzlülük(b) haritası

2.5. Çığ tehlike analizi

Tehlike haritaları, çığ güzergahlarını, kaçış bölgelerini ve tesis planlamalarında kullanılır. Ülkemizde çığ tehlike haritalama standardı olmadığından, bu çalışmada Avusturya standartlarına göre tehlike haritalaması yapılmıştır [23]. Avusturya Standardına (Tablo 2) göre, Kırmızı bölgelerde kalan alanlarda yeni yapılanmaya izin verilmemekte ayrıca, mevcut yapılar korunmaktadır. Sarı bölgelerde ise çığ kontrol

GERİ ÇEKİLDİ

yöntemleri ile bölgede çığ riski azaltıldıktan sonra yapılaşmaya izin verilmektedir (Şekil 13).



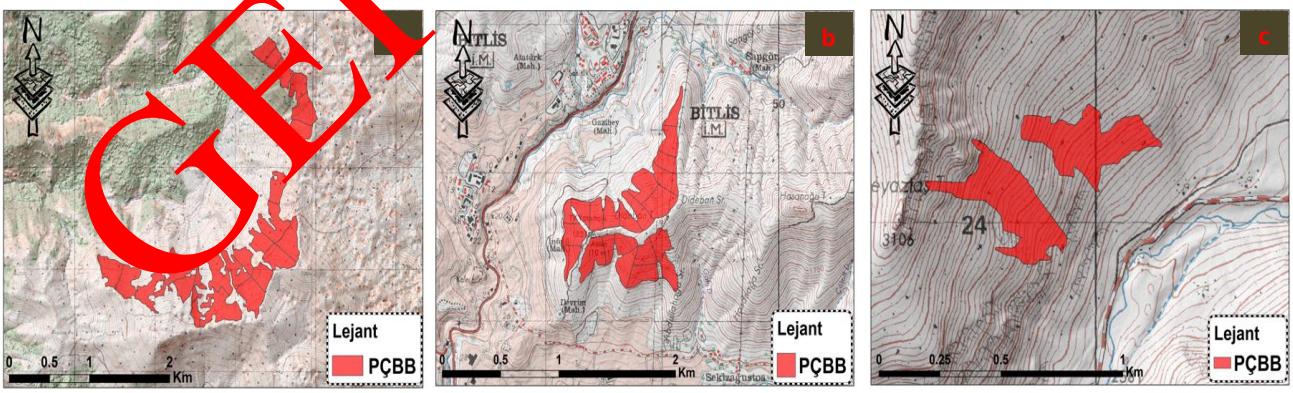
Şekil 11. Antalya Akdağ kayak merkezi eğrisellik(a) ve eğim(b) haritası

RAMMS programında 100 yıllık tekerrür aralığına sahip sonuçlar ile Avusturya Metodunda kullanılan 150 yıllık tekerrür aralığına sahip analizler benzer sonuçlar vermektedir. 100 yıllık tekerrür aralığına göre 3 pilot bölge için yapılan RAMMS analiz sonuçları da doğrudan Avusturya Metodunda kullanılmıştır.

Tablo 2. Avusturya standartları

Bölgeler	Tekerrür Periyodu	Basınç
Kırmızı Bölge	1 – 150 Yıl	≥ 10 kN/m²
Sarı Bölge	1 – 150 Yıl	1 – 10 kN/m²

1 ve 10 kN/m² arasında çığ basıncının geldiği alanlar sarı olarak, 10 kN/m² ve daha büyük basınç gelen alanlar da kırmızı bölge olarak gösterilmektedir (Şekil 14). Uydu görüntüleri ve drone fotoğrafları ile yapılan analizlerle çığ tehlike bölgelerine giren yapılar sarı ve kırmızı olarak işaretlenmiştir (Şekil 15). Bu bölgedeki yapılar sonrasında risk analizlerinde kullanılmıştır.



Şekil 12. Nihai Çığ Başlama Bölgeleri a)Antalya b)Bitlis c)Van

Şekil 13. Avusturya metoduna göre yapılmış çığ tehlike haritası [25]

Daha spesifik olarak, risk, doğa veya insan kaynaklı tehlikeler arasındaki etkileşimlerden kaynaklanan zararlı sonuçların veya beklenen kaybın olasılığı olarak tanımlanır. Risk, geleneksel olarak;

$$\text{Risk} = \text{Tehlike} \times \text{Zarar Görebilirlik} \quad (1)$$

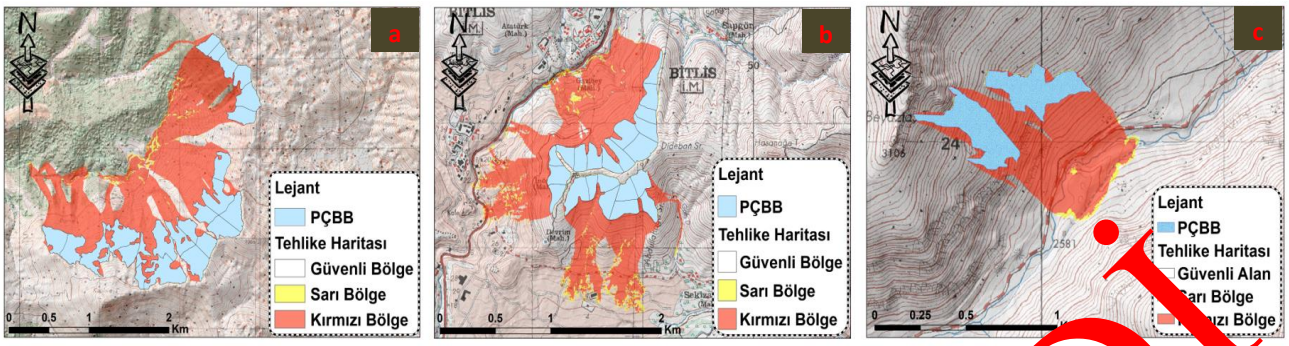
Formül 1 [26] deki gibi ifade edilir. Bir tehlike veya olayın risk veya kayıp olasılığını değerlendirebilmek için, öncelikle o tehlike veya olayın büyüklüğünün belirlenmesi, etkilenebilecek değerlerin varlığı ve bu değerlerin tehlike veya olaydan ne ölçüde etkileneceğinin incelenmesi gerektiği bilgisi yer almaktadır. [27], [28] ve [29]'a göre, risk analizleri detay ve bilgi düzeyine bağlı olarak Kalitatif ve Kantitatif olmak üzere 2 kategoriye ayrılır. Kalitatif

2.6. Çığ risk analizi

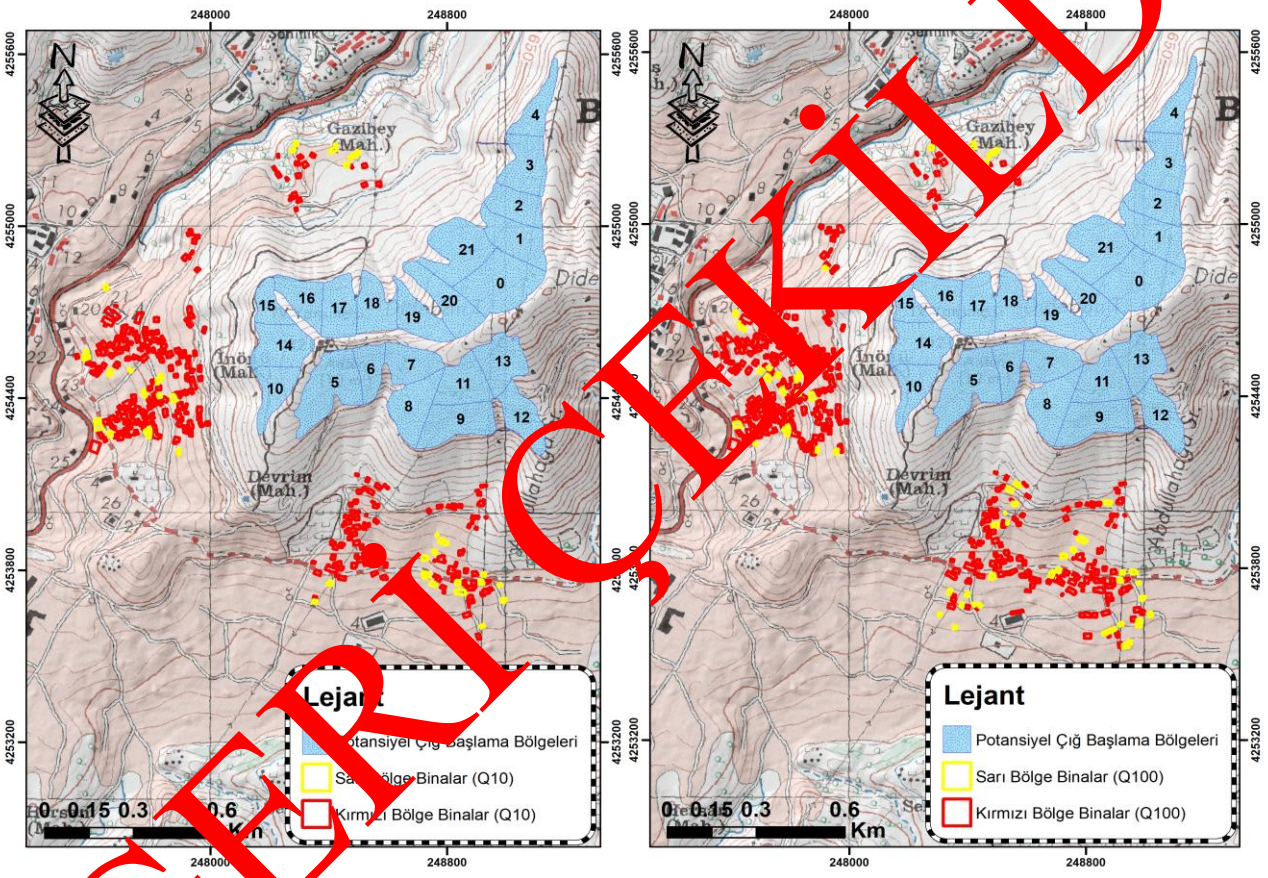
Risk, belirli bir zaman ve yerde bir tehlikenin gerçekleşmesi durumunda, tehdit altında bulunan unsurların (yerleşim yerleri, yerel halk, kritik tesisler vb.) maruz kalacağı hasar düzeyine göre ortaya çıkabilecek potansiyel kayıplardır [24].

GERİÇEKİLDİ

risk analizlerinde, tehlike olasılığı ve etkisi gibi unsurlara sayısal olmayan değerler atanır ve bu değerler ile matematiksel ve mantıksal metotlar [31]. Nicel/Kantitatif risk analizinde ise çığın oluşturduğu kantitatif değerler ile meydana gelme



Şekil 14. 3 pilot bölgeye ait çığ tehlike haritası



Şekil 15. Çığ tehlike haritasına göre sarı ve kırmızı bölgedeki yapılar

GERİÇEKİLDİ

kullanılarak risk değeri hesaplanır. Öte yandan, kantitatif risk analizlerinde riskin hesaplanması için sayısal yöntemler tercih edilir. Kalitatif risk analizinde hem olumlu hem de olumsuz sonuçlar niteliksel olarak ifade edilir. Bir risk matrisi sonuçların niteliksel puanlamasının ve olasılığın kombinasyonundan oluşmaktadır [30].

Kalitatif risk analizleri genellikle tarım, orman ve yerleşim yerleri için uygulanmaktadır. Tehlikeli bölgeler tespit edildikten sonra, tehlike altındaki unsurların (ekonomik, çevresel, kültürel varlıklar, altyapı, orman ya da tarım alanları gibi) risk dereceleri yüksek, orta ya da düşük olarak hesaplanmaktadır olasılıkları birleştirilir. Tehlike olayının daha fazla büyüklüğü ve sıklığı için olasılık dağılımları olabileceği gibi, bir dizi olası kayıp da olması durumunda böyle bir yaklaşımın her zaman basit bir cevap üretmediğine dikkat edilmelidir [31].

2.7. ALARP (makul düzeyde uygulanabilecek en düşük düzey)

ALARP ("as low as reasonably practicable") terimi, risk yönetiminde yaygın olarak kullanılan bir kavramdır. Bu ilke, riskleri mümkün olan en düşük seviyeye indirmeyi amaçlar, ancak bunu yaparken alınacak önlemlerin maliyeti ve uygulanabilirliği de göz önünde bulundurulmalıdır. Bir riskin ALARP

ilkesine göre yönetilmesi, o riskin daha fazla azaltılma maliyetinin, riskin azaltılmasından elde edilecek faydayı aşacağı noktaya kadar risk azaltma önlemlerinin alınması gerektiği anlamına gelir (Şekil 16).

- $1*10^{-4}$ den fazla [ölüm/yıl] - kabul edilemez risk, ölümler ve yapıların zarar görmesi kaçınılmazdır. Yerleşim yerleri ve tarımsal faaliyetler, arazi kullanımı ve yeni inşaat projeleri yasaktır.
- $1*10^{-6}$ - $1*10^{-4}$ [ölüm/yıl] - tolere edilebilir risk, çığ koruma yapıları, risk azaltma önlemleri ve altyapının geliştirilmesi ile mümkündür;
- $1*10^{-6}$ dan az [ölüm/yıl] - kabul edilebilir risk, riski azaltmak için ek önlem gerekmez.

3. Bulgular

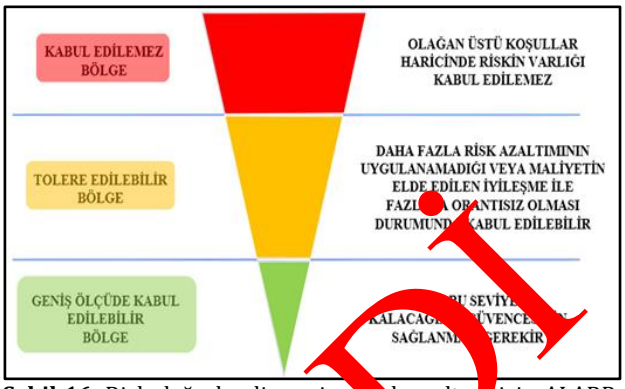
3.1. Bitlis çığ risk analizi

Bitlis ili Merkez ilçesi Gazi Bey Mahallesi için kalitatif metot kullanılarak çığ risk analizi yapılmıştır. Bu yöntem ile L tipi risk matrisi kullanılarak RAMMS çığ simülasyonunda tespit edilen çığ yollarının risk analizi gerçekleştirilmiştir. L tipi risk matrisinin (Şekil 17) sol köşesinde çığ olasılığı bölümü üst kısmında ise çığdan etkilenme şiddeti bölümü yer almakta ve risk bu iki katmanın birleşimini göstermektedir. Bu bölümde Yüksek, Orta ve Düşük Risk olmak üzere 3 risk değeri belirtilmektedir.

Tablo 3. Çığ olasılığı

Tanım	Frekans (Olaylar / Yıl)
Çok Yüksek	% 10 ≤ F
Yüksek	% 3.33 < F ≤ % 10 (10 Yılda 1)
Orta	% 1 < F ≤ % 3.3 (30 Yılda 1)
Düşük	% 0,33 < F ≤ % 1 (300 Yılda 1)
Çok Düşük	F ≤ % 0,33 (300 Yılda 1)

Çığ olasılığı bölümünde Tablo 3'de görüldüğü üzere çığ olasılıkları yer almaktadır. 2 boyutlu RAMMS simülasyon programı kullanılarak yapılan çığ analizlerinde 10 ve 300 yıllık tekerrür periyodları kullanılmıştır. 10 yıllık tekerrür periyodu için "Yüksek Riskli" ve 100 yıllık tekerrür periyodu için ise "Düşük Riskli" olarak Tablo 3 de gösterilmektedir. L tipi risk matrisinde bulunan diğer parametre ise çığdan etkilenme Burada nüfus, konut ve diğer kritik tesisler olmak üzere 3 ayrı durum vardır. Bu durumlar için risk analizleri gerçekleştirilip toplanmıştır. Bu bölümde ise Tablo 4 de Çok Düşük, Düşük, Orta, Yüksek ve Çok Yüksek olmak üzere 5 ayrı risk değeri belirtilmektedir. Bölgedeki gözlem ve yerel halk ile



Şekil 16. Risk değerlendirmesi ve risk azaltımı için ALARP prensibi [31]

Şekil 17. L tipi risk matrisi

görüşmeler yoluyla elde edilen Konut, Nüfus ve Kritik Tesisler verileri için ayrı ayrı Q10 ve Q100 tekerrür aralığına göre risk analizleri gerçekleştirilmiştir. Buna göre sonuçlar Tablo 5 de gösterilmektedir. Risk değerlendirme sonuçlarını içeren Tablo 5 "DÜŞÜK", "ORTA" ve "YÜKSEK" olmak üzere üç risk durumundan oluşmaktadır. Ayrıca "Çığ Yolu" çığ riski taşıyan çığ başlama bölgelerini, Q10 ve Q100 ise risk değerlendirmesinde her bir çığ yolunun aldığı puanı temsil etmektedir. Tabloya göre konut durumu için Q10 tekerrür periyodunda yapılan analizde 5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15 nolu çığ yolları Yüksek Riskli olduğu görülmektedir. Nüfus durumu için Q10 tekerrür periyodunda yapılan analizde ise 5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15 nolu çığ yolları yüksek riskli olarak bulunmuştur. Bölgede kritik tesislerin az

Sınıf	Çığdan Etkilenme Şiddeti				
	Çok Düşük (1)	Düşük (2)	Orta (3)	Yüksek (4)	Çok Yüksek (5)
Nüfus	Kişi Sayısı ≤ 3	3 < Kişi Sayısı ≤ 9	9 < Kişi Sayısı ≤ 30	30 < Kişi Sayısı ≤ 90	Kişi Sayısı > 90
Konut	Yapı (Adet) ≤ 1	1 < Yapı (Adet) ≤ 3	3 < Yapı (Adet) ≤ 10	10 < Yapı (Adet) ≤ 30	Yapı (Adet) > 30
Bazı Kritik Tesisler (Okul vb.)	Tesis (Adet) ≤ 1	1 < Tesis (Adet) ≤ 3	3 < Tesis (Adet) ≤ 5	5 < Tesis (Adet) ≤ 10	Tesis (Adet) > 10

Tablo 4. Çığdan etkilenme şiddeti

GERİ ÇEKİLDİ

Tablo 5. Konut, nüfus ve kritik tesisler risk durumu

Çığ Yolu	Konut (adet)	Çığ Olasılığı (Q10)	Çığ Olasılığı (Q100)	Nüfus (kişi)	Çığ Olasılığı (Q10)	Çığ Olasılığı (Q100)	K.Tesis (adet)	Çığ Olasılığı (Q10)	Çığ Olasılığı (Q100)
0	0	Düşük (4)	Düşük (2)	0	Düşük (4)	Düşük (6)	0	Düşük (4)	Düşük (4)
1	0	Düşük (4)	Düşük (2)	0	Düşük (4)	Düşük (2)	0	Düşük (4)	Düşük (4)
2	0	Düşük (4)	Düşük (2)	0	Düşük (4)	Düşük (2)	0	Düşük (4)	Düşük (4)
3	0	Düşük (4)	Düşük (2)	0	Düşük (4)	Düşük (2)	0	Düşük (4)	Düşük (4)
4	0	Düşük (4)	Düşük (2)	0	Düşük (4)	Düşük (2)	0	Düşük (4)	Düşük (4)
5	50	Yüksek (20)	Orta (10)	150	Yüksek (20)	Orta (10)	6	Düşük (4)	Orta (8)
6	30	Yüksek (20)	Orta (10)	90	Yüksek (20)	Orta (10)	0	Düşük (4)	Düşük (4)
7	34	Yüksek (20)	Orta (10)	132	Yüksek (20)	Orta (10)	0	Düşük (4)	Düşük (4)
8	42	Yüksek (20)	Orta (10)	126	Yüksek (20)	Orta (10)	0	Düşük (4)	Düşük (4)
9	55	Yüksek (20)	Orta (10)	165	Yüksek (20)	Orta (10)	1	Düşük (4)	Düşük (4)
10	65	Yüksek (20)	Orta (10)	195	Yüksek (20)	Orta (10)	7	Orta (8)	Orta (8)
11	42	Yüksek (20)	Orta (10)	126	Yüksek (20)	Orta (10)	9	Düşük (4)	Orta (8)
12	49	Yüksek (20)	Orta (10)	152	Yüksek (20)	Orta (10)	1	Düşük (4)	Düşük (4)
13	35	Yüksek (20)	Orta (10)	105	Yüksek (20)	Orta (10)	1	Düşük (4)	Düşük (4)
14	60	Yüksek (20)	Orta (10)	185	Yüksek (20)	Orta (10)	1	Düşük (4)	Düşük (4)
15	54	Yüksek (20)	Orta (10)	167	Yüksek (20)	Orta (10)	1	Düşük (4)	Düşük (4)
16	16	Orta (16)	Orta (8)	50	Orta (16)	Orta (8)	1	Düşük (4)	Düşük (4)
17	16	Orta (16)	Orta (8)	48	Orta (16)	Orta (8)	0	Düşük (4)	Düşük (4)
18	14	Orta (16)	Orta (8)	50	Orta (16)	Orta (8)	0	Düşük (4)	Düşük (4)
19	18	Orta (16)	Orta (8)	60	Orta (16)	Orta (8)	0	Düşük (4)	Düşük (4)
20	19	Orta (16)	Orta (8)	38	Orta (16)	Orta (8)	0	Düşük (4)	Düşük (4)
21	8	Orta (12)	Düşük (6)	23	Orta (12)	Düşük (6)	0	Düşük (4)	Düşük (4)

olmasından dolayı risk değerleri genel olarak düşük çıkmıştır.

3.2. Karabet Geçidi mevkii çığ risk analizi

Bireysel risk (r), bir aracın belirli bir zamanda çığ riskine maruz kalma olasılığını, çığın genişliği (gi), aracın durma mesafesi (tcar), ortalama hızı (v), ve bir gün içindeki geçiş sayısı (z) gibi parametrelerle hesaplanır (Formül 2). Toplam risk (R) ise, günlük trafik hacmi (WDT), doluluk derecesi (beta), ve ortalama ölüm oranı (λi) göz önünde bulundurularak, belirli bir karayolu için toplam riski ifade eder. Modele göre çığ tekrarlama periyodu (Ti) dikkate alınarak uzun vadede risk değerlendirilmesine de olanak tanır (Tablo 6).

Tablo 6. Karayolunda risk hesaplama formülasyonu

Çığ Patikası	Geçiş Sayısı	Çığın Genişliği (km)(g)	Ortalama Araç Hızı (km/sa)(v)	Doluluk Derecesi (β)	Ortalama Ölüm Oranı (λ)	Trafik Hacmi (WDT)	Tekerrür Periyodu (T)
1	2	0.37	90	1.61	0.18	84	100
2	2	0.31	90	1.61	0.18	84	100

Tablo 7. Karabet Geçidi mevkii risk analiz sonuçları

r	R	r (Bireysel Risk)
6.2E-07	4.2E-05	Kabul Edilebilir
5.2E-07	3.5E-05	Kabul Edilebilir

Karayollarında Bireysel ve Toplu Risk Formül 2 ve 3 ile hesaplanabilir [32].

$$r = \frac{z}{24h} \sum_{i=1}^{n} \frac{gi+tcar}{Ti\ x\ Vi}\ x\ \lambda i \qquad (2)$$

$$R = \frac{WDT\ x\ \beta}{24h} \sum_{Ti\ x\ Vi}^{gi+tcar} \lambda i \qquad (3)$$

Tablo 7 ve göre "r" sütunu bireysel riski, "R" sütunu ise toplu riski ifade etmektedir. Tablo 7 de belirtilen bireysel risk için "Kabul Edilebilir" etiketi, değerlendirme kriterlerine göre riskin düşük düzeyde olduğunu göstermektedir. Riskin kabul edilebilir çıkmasının asıl sebebi ise Karayolları Genel Müdürlüğünden Van-Bahçesaray Karayolu için alınan İl Yolları Trafik Hacmi [33] verisinin güncel olmaması ve hacmin düşük olmasından kaynaklanmaktadır.

3.3. Akdağ kayak merkezi çığ risk analizi

Karayolları ve kayak merkezlerinde bireysel veya toplu ölüm risklerinin hesaplanması, alınabilecek önlemlerin niteliği ve önceliği konusunda önemli bir yol gösterici olmaktadır. Kayak merkezleri için düşünüldüğünde hem zamansal zarar görebilirlik (Zz) hem de mekânsal zarar görebilirlik (Zm) hesaplanmalıdır. Zamansal zarar görebilirlik bir çığ tekerrür periyodu boyunca (kayak sezonu içinde çığ meydana gelme ihtimali olan gün sayısı) turistlerin ve kayakçıların alanda bulunma süresini (gün sayısı) ifade eder. Ayrıca bir gün içerisinde turistlerin ve kayakçıların kaç saat çığ tehlikesi olan alanda bulunduğu (Td) ve günün kaç saati çığ meydana gelme

GERÇEKLİDİ

Tablo 8. Akdağ kayak merkezi için risk değerlendirilmesi

Pist No	Td (sa)	Ty (g)	Tda (sa)	Tya(g)	Vt	Vs	d	dg	K	P	Zs	Zg
1	8	120	24	120	0.33	0.9	1000	2000	0.66	0.01	150.000	600.000
2	8	120	24	120	0.33	0.9	1000	2000	0.66	0.01	150.000	600.000
3	8	120	24	120	0.33	0.9	1000	2000	0.66	0.01	150.000	600.000

ihtimali olduğu (Tda) bilgilerine ihtiyaç vardır. Bu bağlamda kayakçılar genellikle kayak merkezlerine gelip tüm zamanını burada geçireceklerinden dolayı Td 8 saat, çığ ise günün 24 saatinin herhangi bir anında meydana gelebileceği için Tda 24 saat olarak alınmıştır. Ayrıca yılın kaç günü turistlerin ve kayakçıların çığ tehlikesi bulunan alana geldiği (Ty) ve bu günler içerisinde kaç gün çığ tehlikesi olabileceği (Tya) bilgisine ihtiyaç vardır. Bu bağlamda Ty tesisin açık olduğu günler olarak belirlenebilirken Tya kayıtlardan veya benzer kayak merkezlerinden bilgi alınarak sezon içerisinde çığın ilk ve son görüldüğü günler arasındaki süre olarak belirlenebilir.

Tablo 9. Akdağ kayak merkezi için risk analiz sonuçları

Rn (kişi/yıl)	r	Rn(g)(kişi/yıl)	R(g)	r (şu anki bireysel risk)	r(g)(gelecekteki bireysel risk)
1.98	0.000013	0.0000066	0.0000066	Tolere Edilebilir	Tolere Edilebilir
1.98	0.000013	0.0000066	0.0000066	Tolere Edilebilir	Tolere Edilebilir
1.98	0.000013	0.0000066	0.0000066	Tolere Edilebilir	Tolere Edilebilir

Zamansal Zarar Görebilirlik Formül 4'e göre hesaplanabilir;

$$Zz = (Td / Tda) * (Tya / Ty) \quad (4)$$

Mekânsal zarar görebilirlik (Zm) ise bu çalışmada RAMMS ile hesaplanan (100 yıl tekrarlı aralığı, yani %1 ihtimal için) çığ bölgelerinin pistlerin ne kadarını kapladığı tespit edilerek ortaya konulmuştur. Buna göre kayak yapılan pist veya pistlerin çığ altında kaldığı alanın (Aa) toplam pist alanına (Ap) oranı mekânsal zarar görebilirliği verecektir (5).

$$Zm = (Aa / Ap) \quad (5)$$

Kayak tesisinde toplu risk (Rt) Formül 6 ile hesaplanabilir;

$$Rt = P \times d \times Vt \times Vs \times K \quad (6)$$

Formülde K indeksi, çığlarda ölüm oranını temsil eder ve çığlarda ölümle sonuçlanan uzun vadeli istatistikleri yansıtır. Bu katsayı için sabit değer olarak 0.66'yı kullanırız. Bu değer, tamamen çığa gömüldükten sonra kişinin sağ kurtulma olasılığını ifade eder [34]. Bunun yanında "d" değeri ise çığ tehlikesi olan pistte aynı anda kaç kişinin bulunabileceği (kişi/m^2) indeks değerini ifade eder.

"P" ise ilgili tekerrür aralığıdır. Bu aşamadan sonra kayak tesisi "i" senaryosuna göre kullanacak her bir şahsın ölüm riski hesaplanabilir. Bu risk varsa tesisin master planına göre gelecek projeksiyonlar içinde yapılabilir. Bireysel ölüm riski, toplu ölüm riskinin sezon içinde çığ tehlikesi olan pistleri kullanacak kişi sayısına "N" oranlanarak hesaplanabilir. Yapılan 2 boyutlu RAMMS çığ simülasyonları ve arazi inceleme sonuçları birleştirilerek kayak merkezi risk analizi tamamlanmıştır. Hesaplamalarda kullanılan semboller ve açıklamaları aşağıdaki gibidir;

- Td(s): Kayakçıların ortalama bir gün içerisindeki pisti kullanma süresi (saat).
- Ty(g): Pist yıl içerisinde hizmete açık olduğu günler (gün).
- Tda(g): Çığın gün içerisindeki meydana gelme olasılığı süresi (saat).
- Tya(g): Çığın yıl içerisinde görülme periyodu (gün).
- Vt(%): Zamansal zarar görebilirlik.
- Vs(%): Mekânsal zarar görebilirlik.
- D(kişi/km^2): Piste bulanabilecek en fazla kayakçı sayısı.
- K(%): Ölüm katsayısı.
- P(%): Bir çığın yüz yılda bir meydana gelme ihtimali.
- Rt(kişi/yıl): Toplu risk.
- r: Bireysel risk.
- Aa (ha): 100 yıl tekrar aralıklı çığın meydana gelmesi durumunda çığın kapladığı alan (ha).
- Ap (ha): Pist alanı (ha).
- N: Sezon içinde pistleri kullanacak kişi sayısı.

Antalya ili Alanya ilçesi Akdağ kayak merkezi için Risk değerlendirilmesinde hesaplanan toplu ve bireysel ölüm riski şu anki durum ve gelecekteki risk durumunun hesaplanması Tablo 8 de belirtilmektedir. Tablo 9 da görüldüğü üzere şu anki durumda bireysel ölüm riski 0.000013 ve gelecekteki projeksiyon için 0.0000066 dır. Bu durumda hem şimdiki durum hem

GERİ ÇEKİLDİ

de gelecekteki durum için risk durumu "Tolere Edilebilir" olarak belirlenmiştir.

4. Tartışma ve Sonuç

Ülkemizin topografik ve iklimsel özelliklerinden dolayı her yıl çığ felaketleri sonucunda can ve mal kaybı yaşanmaktadır. Özellikle Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz de çığ olaylarının yoğunlaştığı görülmektedir. Bu doğrultuda seçilen 3 pilot bölgede öncellikle Çığ Başlama Bölgeleri arazi incelemeleri, yerel halktan alınan bilgiler ve çeşitli algoritmalar kullanılarak belirlenmiştir.

Sonrasında RAMMS programı ile pilot alanlarda 2 Boyutlu çığ simülasyonları yapılarak çığ hız, basınç ve yükseklik sonuçları elde edilmiştir. Elde edilen çığ basınçları Avusturya Metodu kullanarak Çığ tehlike haritaları oluşturulmuş ve bu bölgeler yüksek risk taşıyan alanlar kırmızı, düşük çığ tehlikesi olan alanlar sarı bölge olarak iki sınıfa ayrılmıştır. Kırmızı bölgelerde yerleşim alanları var ise mevcut yapıların korunması, yeni yapılaşmanın engellenmesi, kayak merkezi ve karayollarında ise gerekli önlemlerin acilen uygulanıp bu alanların kullanıma açılması, sarı bölgelerde ise tüm alanlarda (yerleşim, karayolları ve kayak merkezi) yapısal önlemler alındıktan sonra yeniden kullanıma açılması sağlanmalıdır.

Risk analizi sonuçlarına göre Bitlis Merkez Gazi Bey Mahallesinde bulunan 21 adet çığ yolunda orta ve yüksek risk durumu olduğundan acilen bu bölgede önlem alınması gerekmektedir. Çalışma sonucunda, Bitlis Merkezde bulunan pilot alandaki çığ yollarının büyük çoğunluğunda orta ve yüksek olarak belirlenmiş ve bu sonuç, literatür deki diğer çalışmalarla uyumlu çıkmıştır. Özellikle Bitlis ilinin jeomorfolojik ve iklimsel özellikleri, çığ riskinin yüksek olmasına neden olmaktadır. Bitlis Merkez'de yapılan çığ duyarlılık ve çığ risk çalışmaları, bölgedeki çığ tehlikesinin yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Fine-Kinney yöntemiyle yapılan risk analizinde, Bitlis Merkez'in çok yüksek riskli olduğu görülmektedir [11]. Diğer bir çalışmada ise, Bitlis Merkez'deki alanların önemli bir kısmının benzer bir şekilde yüksek çığ duyarlılığına sahip olduğu tespit edilmiştir. Ancak sadece duyarlılık analizleri yeterli olmayıp, bu çalışmadaki gibi iki boyutlu simülasyonlarla desteklenen tehlike ve risk haritalarının hazırlanması gerekmektedir [12]. Bitlis ili Hizan ilçesi ve çevresindeki bölgede yapılan çalışmaya göre Bitlis Merkez Gazi Bey Mahallesi ile Hizan ve çevresinin benzer coğrafi özelliklere sahip olduğu görülmüştür. Özellikle eğimin yüksek ve orman örtüsünün zayıf olduğu alanlarda her iki bölgede de benzer şekilde çığ riski yüksektir [13].

Van Bahçesaray Karabet Geçidi örneğinde ise bireysel risk Kabul Edilebilir olarak bulunmuştur. Bu durum bu karayolunun çok kullanılmadığından ve trafik hacim verilerinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Van Bahçesaray'da yapılan çığ çalışmalarında [17] ve [18], bölgedeki çığ riskinin yüksek olduğunu görülmektedir. Pilot alan olarak seçilen Van Bahçesaray, araç trafik hacminin az olması nedeniyle kabul edilebilir risk seviyesinde çıkmasına rağmen, çığ tehlike haritasına göre yolun büyük bir kısmının kırmızı bölgede olduğu tespit edilmiştir.

Antalya ili Alanya ilçesi Akdağ kayak merkezinde hem şimdiki bireysel risk durumu hem de gelecekteki bireysel risk durumu tolere edilebilir olarak bulunmuştur. Kayak merkezi açılmadan önce gerekli çığ kontrol önlemlerinin alınması gerekmektedir.

Çığ başlama, akma ve birikme alanlarında öncelikle her türlü yapılaşma ve aktiviteden kaçınılmalıdır. Bu bölgelerde bina, tesis veya spor merkezi gibi yapılara karar verilirken çığ tehlike ve risk haritaları dikkate alınmalıdır. Çığ riski bulunan alanlarda öncelikle çığ tünelleri, kar köprüleri, kar çitleri, yakalama ve saptırma duvarları ve rüzgâr perdeleri gibi yapısal önlemler tercih edilmelidir. Alternatif olarak kayak merkezleri ve karayollarında çığ kontrolü için yapısal önlemlerin dışında geçici patlayıcı kullanımı, yol kapatma ve tahliye gibi önlemler uygulanabilir. Bu amaçla, kayak merkezleri ve bazı karayolları geçiş noktalarında, bir mühendis liderliğinde sürekli görev yapan çığ uzmanları bulundurulmalıdır. Bu uzmanlar, şiddetli rüzgâr ve yoğun kar yağışı durumlarında kayak pistlerinin açılıp açılmayacağına, yapay çığ oluşturulup oluşturulmayacağına, yolların kapatılıp güvenlik önlemlerinin alınmasına, kar temizleme ve sıkıştırma işlemleri yapılmasına karar verebilirler. Çığ yolları ile çakışan yollar kullanılmamalı veya gerekli önlemler alınmalıdır. Güvenlik önlemleri alınmayan çığ alanlarına giriş ve çıkış yasaklanmalıdır.

ÇEKİLDİ

Etik Beyanı/Declaration of Ethical Code

Bu çalışmada, "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi" kapsamında uyulması gerekli tüm kurallara uyulduğunu, bahsi geçen yönergenin "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler" başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbirinin gerçekleştirilmediğini taahhüt ederiz.

Kaynakça

[1] European Avalanche Warning Services, 2024. https://www.avalanches.org/fatalities/fatalities-statistics/ (Erişim Tarihi: 12.03.2024).

[2] AFAD, 2020. Afet Yönetimi Kapsamında 2019 Yılına Bakış ve Doğa Kaynaklı Olay İstatistikleri. https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/e_Kutuphane/Kurumsal_Raporlar/Afet_Istatistikleri_2020_web.pdf (Erişim Tarihi: 01.04.2024).

[3] AFAD, 2018. Türkiye'de Afet Yönetimi. https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/35429/xfiles/Turkiye_de_Afetler.pdf (Erişim Tarihi: 10.05.2024).

[4] AFAD, 2021. Bingöl İl Afet Risk Azaltma Planı. https://www.afad.gov.tr/bingol_irap.pdf (Erişim Tarihi: 20.09.2024).

[5] AFAD, 2021. Bitlis İl Afet Risk Azaltma Planı. https://www.afad.gov.tr/bitlis_irap.pdf (Erişim Tarihi: 21.09.2024).

[6] AFAD, 2021. Hakkâri İl Afet Risk Azaltma Planı. https://www.afad.gov.tr/hakkari_irap.pdf (Erişim Tarihi: 20.09.2024).

[7] Rudolf-Miklau, F., Sauermoser, S., Mears, A. I., Boensch, M. M. 2015. The Technical Avalanche Protection Handbook. Berlin: Ernst & Sohn GmbH & Co. KG. 430s.

[8] Fredston, J., Fesler, D. 1994. Snow Sense: A Guide to Evaluating Snow Avalanche Hazard. Alaska Mountain Safety Center, 116s.

[9] McClung, D., Schaerer, P. A. 2006. The Avalanche Handbook. The Mountaineers Books, Seattle, 288s.

[10] Gür, H., Sönmez, F. Y., Ay, M. 2012. Bitlis İli Çevre Durum Raporu. T.C. Bitlis Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü.

[11] Ekinci, R., Büyüksaraç, A., Ekinci, Y. L., Işık, E. 2020. Bitlis İlinin Doğal Afet Çeşitliliğinin Değerlendirilmesi. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 6(1), 1-11.

[12] İrcan, M. R., Duman, N. 2024. Bitlis Çayı Havzası'nda Çığ Oluşumuna Duyarlı Alanların Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Tespit Edilmesi. Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi / Journal of Geomorphological Researches 2024(12), 37-52.

[13] Matpay, B., Doğu, A.F., Seyitoğulları, M.A. 2023. Hizan ve Çevresinde (Bitlis) Çığ Oluşumuna Duyarlı Alanların Belirlenmesi. Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi, 2023(10), 110-132.

[14] Yazıcı, Z., Demir, S. 2006. Çığ Etüd Raporu. Bitlis: T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Afet Etüd ve Hasar Tespit Dairesi Başkanlığı, Çığ Araştırma-Geliştirme Etüd ve Önlem Şube Müdürlüğü.

[15] Yazıcı, Z., Arslan, G., Demir, S. 2006. Çığ Etüd Raporu. Bitlis: T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Geçici İskân Dairesi, Çığ Araştırma-Geliştirme, Etüd ve Önlem Şube Müdürlüğü.

[16] Yazıcı, Z., Arslan, G., Ayhan, A. 2004. Çığ Etüd Raporu. Bitlis: T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Geçici İskân Dairesi, Çığ Araştırma-Geliştirme, Etüd ve Önlem Şube Müdürlüğü.

[17] Avşin, N., Çakı, D. T. 2021. Çatak - Bahçesaray (Van) Karayolu Üzerindeki Çığa Duyarlı Alanların Belirlenmesi. Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi, 2021(7), 30-47.

[18] Matpay, B., Mutlu, S. 2023. Van İlinin Doğa Kaynaklı Afet Çeşitliliğinin Fine-Kinney Risk Değerlendirme Metodu (FK-RDM) ile Ortaya Konulması. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 9(2), 324-340.

[19] Sarı, C., 2008. Antalya'nın alternatif turizm kaynakları, planlama yaklaşımları ve öneriler. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 16(1), 12-19.

[20] Bühler, Y., Rickenbach, D., Stoffel, A., Margreth, S., Stoffel, L., & Christen, M. (2018). Automated snow avalanche release area delineation-validation of existing algorithms and proposition of a new object-based approach for large-scale hazard indication mapping. Natural Hazards and Earth System Sciences Discussions, 18(2), 385-387.

[21] Yıldız, E., Akkuş, H. 2022. Karayolu Üzerindeki Çığ Tehlikesinin Değerlendirilmesi: Van-Bahçesaray Örneği 2020. Afet Sempozyumu, 20-22 Nisan 2022, Ankara, 819-831.

[22] Christen, M., Bühler, Y., Bartelt, P., Schumacher, L. 2010. Ramms user manual v1.01. http://ramms.slf.ch/ramms/index.php?option=com_content&view=article&id=53&Itemid=7 (Erişim Tarihi: 20.01.2024).

[23] Holub, M., Fuchs, S. 2009. Mitigating mountain hazards in Austria – legislation, risk transfer, and awareness building. Nat Hazards Earth Syst Sci 9(2), 523-537.

[24] Kadıoğlu, M. 2015. Afet ve Acil Durum Yönetimine Giriş. Atatürk Üniversitesi, ATA-AÖF. http://bit.ly/afetyonetimi (Erişim Tarihi: 20.01.2024).

[25] Yıldız, E., 2018. Avalanche Mitigation Measures in Turkey Case Study of Ayder. Yüksek Lisans Tezi, BOKU - Universität für Bodenkultur Wien, 123s, Avusturya.

[26] AFAD, 2014. Açıklamalı Afet Terimleri Sözlüğü, Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı, Ankara, 216s.

[27] Van Westen, C. J., Castellanos, E., Kuriakose, S. L. 2008. Spatial data for landslide susceptibility, hazard and vulnerability assessment, An overview, Engineering Geology, 102, 112-132.

[28] BUWAL, 1999. Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren. Bern. http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00131/index.html?lang=de (Erişim Tarihi: 10.05.2024).

[29] Blanchard, W. 2008. Guide to Emergency Management and Related Terms, Definitions, Concepts, Acronyms, Organizations, Programs, Guidance, Executive Orders & Legislation: A Tutorial on Emergency Management, Broadly

GERİÇEKİLDİ

Defined, Past and Present. Carl Von Clausewitz On War, Princeton University Press, 1976, 132s.

[30] Lee, E. M., Jones, D. K. C. 2004. Landslide Risk Assessment. Thomas Telford Publishing, London, 528s.

[31] CSA. 1997. Risk Management: Guideline for Decision Makers. CSA Group, Kanada, 66s.

[32] Wilhelm, C. 1997. Wirtschaftlichkeit im Lawinenschutz. Mtt. Eidgenössisches Institut für Schnee und Lawinenforschung, Davos, 309s.

[33] Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM). 2019. İl Yolları Trafik Hacmi verisi. http://bit.ly/kgmtrafik (Erişim Tarihi: 23.05.2024).

[34] Brugger, H., Etter, H. J., Zweifel, B. 2007. The impact of avalanche rescue devices on survival. Resuscitation, 75(3), 476-483.

GERİ ÇEKİLDİ