



## **Kütle Hareketlerinde Afet Risk Azaltma: Jeolojik ve Mühendislik Yaklaşımlarının Türkiye ve Dünya Perspektifinden Değerlendirilmesi**

### ***Disaster Risk Reduction in Mass Movements: A Comparative Analysis of Geological and Engineering Approaches in Türkiye and International Perspectives***

**ÇİĞDEM TETİK BİÇER** <sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup> T.C. İçişleri Bakanlığı, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara, Türkiye

Geliş (*received*): 11 Mayıs (*May*) 2025    Kabul (*accepted*): 4 Ağustos (*August*) 2025

#### **ÖZ**

Bu çalışma, jeolojik afetlerin afet yönetim politikalarındaki yerini ve bu çerçevede kütle hareketlerine (heyelan, kaya düşmesi ve çığ) yönelik afet risk azaltma stratejilerin nasıl geliştirildiğini incelemektedir. Jeolojik afetler, hem fiziksel çevrenin yapısal özelliklerinden hem de insan kaynaklı etkilerden beslenen, geniş alanlarda yüksek yıkım gücüne sahip olaylardır. Çalışmada öncelikle, dünyada jeolojik kökenli afet risklerine karşı geliştirilen politika ve stratejiler değerlendirilmiş; ardından Türkiye'nin bu alandaki yaklaşımları, özellikle Türkiye Afet Risk Azaltma Planı (TARAP) ve İl Afet Risk Azaltma Planı (İRAP) gibi Türkiye'nin afet yönetim strateji belgeleri çerçevesinde analiz edilmiştir. Uluslararası örneklerle karşılaştırmalı bir çerçevede yapılan analiz sonucunda, Türkiye'nin mevcut durumu değerlendirilmiş ve geliştirilmesi gereken alanlara dair öneriler sunulmuştur. Kütle hareketlerine bağlı afet risklerinin azaltılması amacıyla yeni kuşak bilimsel çalışmalardan faydalanılarak SBAS-InSAR, CBS tabanlı modelleme ve yapay zekâ destekli erken uyarı sistemlerinin etkinliği tartışılmıştır. Ülkemizde kütle hareketleri riski taşıyan bölgelerin kurumsal haritalama ve veri tabanı altyapısı gelişmiş olsa da, bu sistemlerin şehir planlaması, erken uyarı ve toplumsal farkındalık gibi uygulama alanlarına entegrasyonunda bazı eksiklikler bulunmaktadır. Bu bağlamda, bu çalışma; teknoloji, mevzuat, katılım ve doğa temelli çözümler açısından Türkiye'nin kapasitesini geliştirmeye yönelik bütüncül öneriler sunmaktadır. Bilimsel temellere dayanan bu yaklaşım, yalnızca mevcut riskleri azaltmayı değil, aynı zamanda geleceğe yönelik dirençli toplumlar oluşturmayı da hedeflemektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Afet risk azaltma, afet risk yönetimi, jeolojik afetler, kütle hareketleri

**ABSTRACT**

*This study examines the place of geological disasters in disaster management policies and how disaster risk reduction strategies for mass movements (landslides, rockfalls, and avalanches) within this framework. Geological disasters are events fueled by both the structural characteristics of the physical environment and anthropogenic impacts, capable of significant destructive power over large areas. This study first evaluates policies and strategies developed globally to address geologically induced disaster risks. Türkiye's approaches in this area are then analyzed within the framework of Türkiye's disaster management strategy documents, particularly the Türkiye Disaster Risk Reduction Plan (TARAP) and the Provincial Disaster Risk Reduction Plan (IRAP). Following a comparative analysis with international examples, Türkiye's current situation is assessed, and recommendations for areas requiring development are presented. The effectiveness of SBAS-InSAR, GIS-based modeling, and artificial intelligence-supported early warning systems for reducing disaster risks due to mass movements is discussed, utilizing new generation scientific studies. While Türkiye has developed institutional mapping and database infrastructure for regions at risk of mass movements, there are still some shortcomings in integrating these systems into application areas such as urban planning, early warning, and public awareness. This study offers holistic recommendations to enhance Türkiye's capacity in technology, legislation, participation, and nature-based solutions. This scientifically based approach aims to reduce current risks and build resilient societies for the future.*

**Keywords:** Disaster risk reduction, disaster risk management, geological disasters, mass movements

<https://doi.org/10.17824/yerbilimleri.1697088>

\*Sorumlu Yazar/ Corresponding Author: cigdem.tetik@afad.gov.tr

**GİRİŞ**

Jeolojik afetler, yerkabuğundaki doğal ve içsel süreçler sonucu meydana gelen, insan yaşamı, altyapı, çevre ve ekonomi üzerinde ciddi olumsuz etkiler yaratabilen doğa kaynaklı olaylardır. Bu afetler genellikle ani gelişir, yerel ya da bölgesel ölçekte etkili olabilir ve çoğu zaman önceden kestirilemez. (Bell, 1999; UNDRR, 2023). Özellikle doğal tehlikeler üzerine yapılan disiplinler arası çalışmalarda, jeolojik afetler çoğunlukla “doğal olarak oluşan ve yer kabuğunun deformasyonu ya da dengesizliği sonucu gelişen olaylar” şeklinde tanımlanır (Smith, 2013; Alcántara-Ayala, 2002). Bu afetlerin etkileri sadece coğrafi ve fiziksel değil, aynı zamanda afet risk yönetimi, arazi kullanımı planlaması ve toplumsal dayanıklılık politikaları açısından da çok boyutlu olarak ele alınmalıdır. 21. yüzyılda

afetlerin sıklığı ve etkisi, artan nüfus, kontrolsüz kentleşme, iklim değişikliği ve doğal kaynakların aşırı kullanımıyla birlikte küresel ölçekte büyümeye devam etmektedir (Cui vd., 2021). Günden güne artan doğa kaynaklı afetlerin toplumlar üzerindeki yıkıcı etkisi, günümüzde yalnızca acil müdahale süreçleriyle değil, aynı zamanda önleyici ve azaltıcı stratejilerle de yönetilmeyi zorunlu kılmaktadır. Jeolojik afetler arasında önemli bir yer tutan kütle hareketleri (heyelan, kaya düşmesi, çığ, çamur ve moloz akması), fiziksel çevreyle doğrudan ilişkili olması nedeniyle, afet yönetimi ve arazi planlama politikalarında özel bir yer tutmaktadır. Topoğrafik eğim, litolojik yapı, yer altı su koşulları ve insan kaynaklı etkenlerin bir araya gelmesiyle tetiklenen bu afetler, hem kırsal hem de kentsel alanlarda

can ve mal güvenliğini tehdit etmektedir (Cruden ve Varnes, 1996; Highland ve Bobrowsky, 2008, Niu vd., 2023; Shao ve Xu, 2023). Birleşmiş Milletler tarafından yürürlüğe konulan Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesi (2015–2030), afet risklerinin yönetiminde kütle hareketlerini küresel risk haritasının bir parçası olarak ele almaktadır (UNDRR, 2020). Buna uygun olarak geliştirilen ulusal stratejilerde; coğrafi bilgi sistemleri (CBS), SBAS-InSAR gibi uzaktan algılama teknolojileri, yapay zekâ destekli modeller ve risk senaryoları kullanılmaktadır (Wang vd., 2022; Tang vd., 2023; Niu vd., 2023). Ancak, kütle hareketleri ile mücadele için yalnızca teknoloji odaklı çözümler yeterli olmayıp toplum temelli afet yönetimi yaklaşımları, yerel bilginin kurumsal politika ile bütünleştirilmesi ve saha gerçekliğinin göz önünde bulundurulması da gerekmektedir (Chen vd., 2021; MacAfee vd., 2024). Bu çok boyutlu yapının doğru anlaşılması ve uygulanması özellikle yüksek jeolojik risk barındıran ülkelerde hayati önem taşımaktadır. Türkiye özellikle son yıllarda yürürlüğe koyduğu Türkiye Afet Risk Azaltma Planı (TARAP), Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP) ve İl Afet Risk Azaltma Planı (İRAP) gibi afet yönetim stratejileriyle, afet risk azaltma süreçlerinde kütle hareketlerine özgü politikalar geliştirmeye başlamıştır. Bu çalışma, kütle hareketleri afet türünün Türkiye'deki bölgesel dağılımını inceleyerek, Türkiye'nin mevcut afet risk azaltma politika çerçevesini uluslararası örneklerle kıyaslamayı ve kütle hareketleri afet risk azaltma perspektifini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

## **DÜNYADA KÜTLE HAREKETLERİNE YÖNELİK AFET RİSK AZALTMA STRATEJİLERİ**

Jeolojik afetlerin insanlık tarihindeki etkileri, medeniyetlerin gelişimi ve çöküşünde önemli rol oynamıştır. Antik çağlardan bu yana büyük depremler, volkanik patlamalar ve toprak kaymaları insan yerleşimlerini etkilemiş;

şehirlerin yıkımına, göç hareketlerine ve tarımsal üretimde aksamalara neden olmuştur (Dynes, 2000; Chester vd., 2005). Modern çağda jeolojik afetlerin izlenmesi, 19. yüzyılda sismoloji ve jeoloji bilimlerinin gelişmesiyle daha sistematik hale gelmiştir. 20. yüzyıl, özellikle 1906 San Francisco Depremi ve 1960 Valdivia Şili Depremi gibi olaylarla afet yönetimi ve yapı mühendisliği politikalarının yeniden değerlendirilmesine neden olmuştur (Hough, 2016). 20. yüzyılın ortasından itibaren jeolojik afetlerin sistematik olarak sınıflandırılması ve bu afetlere karşı planlama yapılması yönünde ciddi gelişmeler yaşanmıştır. ABD, Japonya ve Avrupa ülkeleri; depremler, volkanlar ve heyelanlar için gözlem istasyonları, haritalama teknikleri ve risk analiz yöntemleri geliştirmiştir. Günümüzde jeolojik afetlerin izlenmesinde uydu görüntüleme (InSAR), yapay zekâ, makine öğrenmesi ve çoklu risk senaryoları gibi yöntemler kullanılmakta; jeostatistiksel yaklaşımlar afetlerin öngörülmesinde etkin rol oynamaktadır (Wang vd., 2022; Yang vd., 2025). Jeolojik afetler arasında önemli bir yer tutan kütle hareketleri özellikle heyelan, kaya düşmesi ve çığ sıklığı, oluşturduğu can ve mal kayıpları ile birlikte coğrafi yaygınlığı, birçok ülkenin ulusal afet stratejilerinde kütle hareketlerine özgü risk azaltma önlemleri geliştirmesine neden olmuştur.

Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD), 2021 yılında "Ulusal Heyelan Kayıplarını Azaltma Stratejisi" yürürlüğe koymuş, Ulusal Jeoloji Araştırmaları Kurumu (USGS) tarafından desteklenen bu strateji, heyelan tehlike haritalarının geliştirilmesini, erken uyarı sistemlerinin kurulmasını ve toplum temelli risk farkındalığı programlarının uygulanmasını içermektedir. Ayrıca "Ulusal Heyelan Hazırlık Yasası" (National Landslide Preparedness Act) ile federal düzeyde koordinasyon sağlanması da hedeflenmektedir (USGS, 2021).

Norveç'te "Klima 2050" isimli araştırma merkezi, iklim değişikliğine bağlı olarak artan

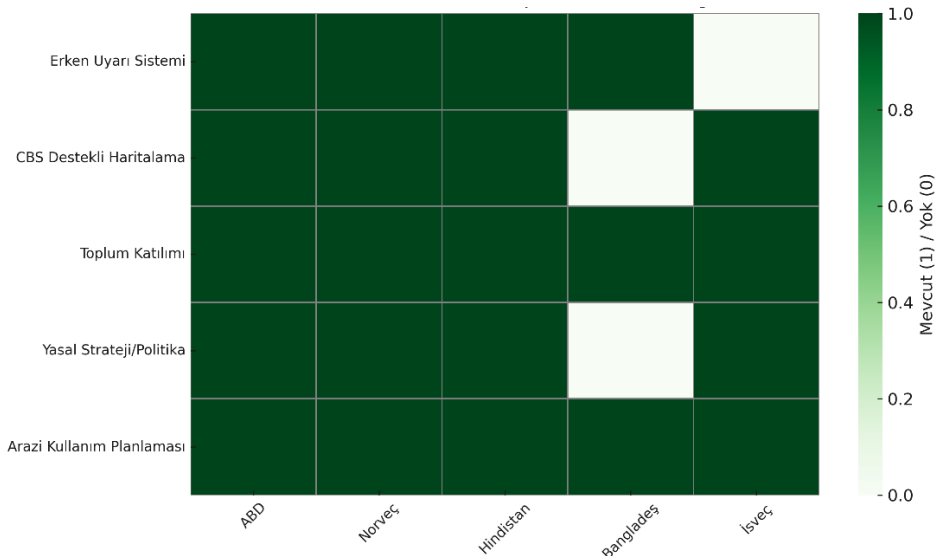
heyelan risklerine karşı doğa temelli çözümler ve erken uyarı sistemleri geliştirmekte, yerel yönetimler ve özel sektörle iş birliği çerçevesinde yamaç stabilitesi optimizasyonu ve kentsel planlama içinde heyelan risk analizleri yaparak sonuçlarını politika belgelerine entegre etmektedir (Solheim vd., 2022).

Hindistan'da Ulusal Afet Yönetim Kurumu (NDMA), 2007 yılında yayımladığı "Heyelan ve Kar Çığları Yönetimi Rehberi" ile ulusal ölçekte heyelan riskine karşı bir strateji geliştirmiştir. Söz konusu stratejide erken uyarı sistemleri, coğrafi bilgi sistemleri (CBS) destekli risk haritalama ve eğimli alanlarda yapılaşmanın denetlenmesi ön plana çıkmaktadır (NDMA, 2007).

Chittagong Tepeleri gibi eğimli bölgelerde sıkça heyelanlar yaşayan Bangladeş, afet risk azaltma stratejilerini toplum merkezli yaklaşımla geliştirmiş; yerel halkla birlikte risk farkındalığını artırmayı, tahliye planları

geliştirmeyi ve yapılaşmayı denetlemeyi ön planda tutmuştur (Alam ve Islam, 2023).

İsveç, heyelan başta olmak üzere kütle hareketlerine karşı ayrıntılı risk haritaları oluşturmakta ve bu haritaları arazi kullanım planlarına entegre etmektedir. Belediyeler, bu bilimsel veriler ışığında yapılaşma izinlerini şekillendirmekte ve riskli alanlarda yapılaşmayı sınırlandırmaktadır. İsveç'te bu risklerin azaltılması hem çevre koruma hem de ekonomik kayıpların önlenmesi açısından önem taşımaktadır (Andersson-Sköld vd., 2013). Bahse konu ülkelerin kütle hareketleri ile ilgili risk azaltma stratejilerini karşılaştırmalı olarak Şekil 1'de gösterilmektedir. Şekildeki yeşil alanlar, stratejinin o ülkede uygulandığını, beyaz/koyu olmayan alanlar ise ilgili stratejinin eksik veya sınırlı olduğunu belirtmektedir. Buna göre, ABD, Norveç, Hindistan ve İsveç'in çok yönlü stratejiler uyguladığı, Bangladeş'in ise daha çok toplum katılımı ve erken uyarı sistemleriyle sınırlı kaldığı görülmektedir.



**Şekil 1.** Kütle hareketleri risk azaltma stratejilerinin ülkelere göre dağılımı.

**Figure 1.** Distribution of mass movement risk reduction strategies by country.

Dünya genelinde kütle hareketlerinden kaynaklanan afet risklerini azaltmak amacıyla çeşitli stratejiler geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Bu yaklaşım, bilimsel-teknolojik gelişmeler, yasal ve kurumsal düzenlemeler, toplum temelli ve katılımcı yaklaşımlar olmak üzere üç alt başlıkta değerlendirilebilir.

**Bilimsel ve Teknolojik Yaklaşımlar:** Niu vd. (2023), SBAS-InSAR teknolojisi ile aktif heyelan sahalarında deformasyon hızlarını yüksek doğrulukla izleyerek erken uyarı mekanizmalarına temel oluşturduğunu göstermiştir. Benzer şekilde, Wang vd. (2022) tarafından geliştirilen bilgi değeri modeli, heyelan olasılığını mekânsal analiz yoluyla %85 doğrulukla tahmin etmektedir. Yapay zekâ algoritmalarının, özellikle çok büyük coğrafi veri kümelerinin işlenmesinde ve çok değişkenli risk analizi yapılmasında önemli avantajlar sunduğu görülmektedir (Shao ve Xu, 2023). ABD ve Japonya gibi ülkelerde bu teknolojiler, afet bilgi sistemlerine entegre edilmiştir. Örneğin, ABD Jeolojik Araştırmalar Kurumu (USGS) tarafından geliştirilen ulusal heyelan izleme sistemi, sensör verilerini gerçek zamanlı analiz ederek riskli bölgeleri sürekli izlemektedir. Tang vd. (2023), çığların, özellikle yüksek irtifada iklim değişikliğine duyarlılığı nedeniyle gelecekte daha sık ve daha yıkıcı hale gelebileceğini ifade etmektedir. Modern modeller, çığ riskini arazi eğimi, kar örtüsü kalınlığı ve sıcaklık verileriyle entegre ederek tahmin etmeye çalışmaktadır.

**Yasal ve Kurumsal Yaklaşımlar:** ABD, 2021 yılında "National Landslide Preparedness Act" kapsamında kütle hareketlerine özel yasal bir çerçeve oluşturmuş ve federal düzeyde erken uyarı ve izleme sistemlerini kurumsallaştırmıştır. Japonya, 2000'li yıllardan bu yana "Landslide Prevention Act" ile dik eğimli arazilerde yapılaşmayı yasaklamış; aktif heyelan alanlarının detaylı haritalanmasını zorunlu tutmuştur (MacAfee vd., 2024).

#### **Toplum Temelli ve Katılımcı Yaklaşımlar:**

Chen vd. (2021), Tayvan'da yürütülen saha araştırmasında, yerel halkın afet risk bilgisine ve deneyimine dayalı olarak geliştirilen politikaların daha sürdürülebilir olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde, Hindistan ve Bangladeş gibi ülkelerde yerel yönetimlerin afet eylem planlarına halkın doğrudan katılımı, erken tahliye kararlarının etkinliğini artırmıştır. Tang vd. (2023), çığ ve obruk gibi ani gelişen afetlerde, yerel toplumun erken farkındalığı ve refleksi sayesinde kayıpların azaltılabildiğini belirtmektedir. Bu bağlamda, afet risk azaltma stratejilerinde yalnızca mühendislik çözümleri değil; eğitim, farkındalık ve sosyal dayanıklılık uygulamaları da önemli yer tutmaktadır. Genel olarak bakıldığında, gelişmiş ülkelerde daha teknolojik ve kurumsal risk azaltma çözümleri ön plandayken, gelişmekte olan ülkelerde yerel bilgiye dayalı ve katılımcı modeller daha belirgin bir şekilde görülmektedir.

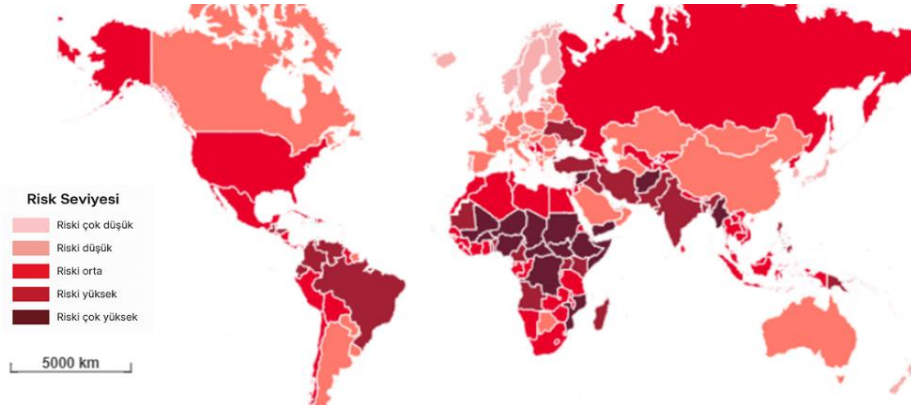
#### **TÜRKİYE'DE KÜTLE HAREKETLERİ DAĞILIMI VE KÜTLE HAREKETLERİNİN AFET YÖNETİM STRATEJİLERİNDEKİ YERİ**

Avrupa Birliği Komisyonunca kabul gören INFORM endeksi insani krizler ve afetlerle ilgili olarak açık kaynaklı ve küresel bir risk değerlendirmesi yapmaktadır. Türkiye 191 ülkenin risk potansiyelinin belirlendiği INFORM endeksinde 10 puan üzerinden 5.5 puan ile yüksek risk potansiyeli taşıyan ülkeler arasında yer almaktadır (Şekil 2).

INFORM endeksinde skorlar; 0-2 riski çok düşük, 2 – 3.5 riski düşük, 3.5 - 5 riski orta, 5 – 6.5 riski yüksek, 6.5 - 10 riski çok yüksek olarak tanımlanır (URL-1). Her ay yaşanan olaylar doğrultusunda güncellenen INFORM değerleri, insani krizler ve afetlerle ilgili nicel analizleri yansıtmaktadır. Elde edilen skorun ülkelerin afet yönetimi döngüsünün farklı aşamalarında, özellikle iklim adaptasyonu ve afet önleme, hazırlık ve müdahalede karar almaya yardımcı olması hedeflenmektedir.

Skorun hesaplanmasında doğal afetler ve savaş, ekonomik indeksler vb. birçok parametre dikkate alınmaktadır. Söz konusu endekste ülkemizin son 10 yıllık risk skoruna bakıldığında yüksek risk potansiyelinin değişmediği 5.3 - 5.6 arasında olduğu görülmektedir (Şekil 2, Çizelge 1). Türkiye 191

ülkenin değerlendirildiği 2025 INFORM Endeks sınıflamasında, endeks skoru sıralamasında 35. sırada yer almaktadır (Şekil 3) . Güney Sudan, 8.5 skor ile en yüksek riskli ülke olurken, 0.6 puanla Singapur 191. sırada yer almaktadır (URL-2).



**Şekil 2.** Inform indeksine göre 191 ülkenin global risk skorlamasının harita gösterimi.

*Figure 2. Global risk scoring of 191 countries according to the Inform index.*

**Çizelge 1.** 2016-2025 yılları arasında INFORM Endeksine göre Türkiye'nin risk skoru.

**Table 1.** Türkiye's risk score according to the INFORM Index between 2016-2025.

| Yıllar | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Skor   | 5.3  | 5.5  | 5.4  | 5.4  | 5.4  | 5.4  | 5.3  | 5.4  | 5.6  | 5.5  |

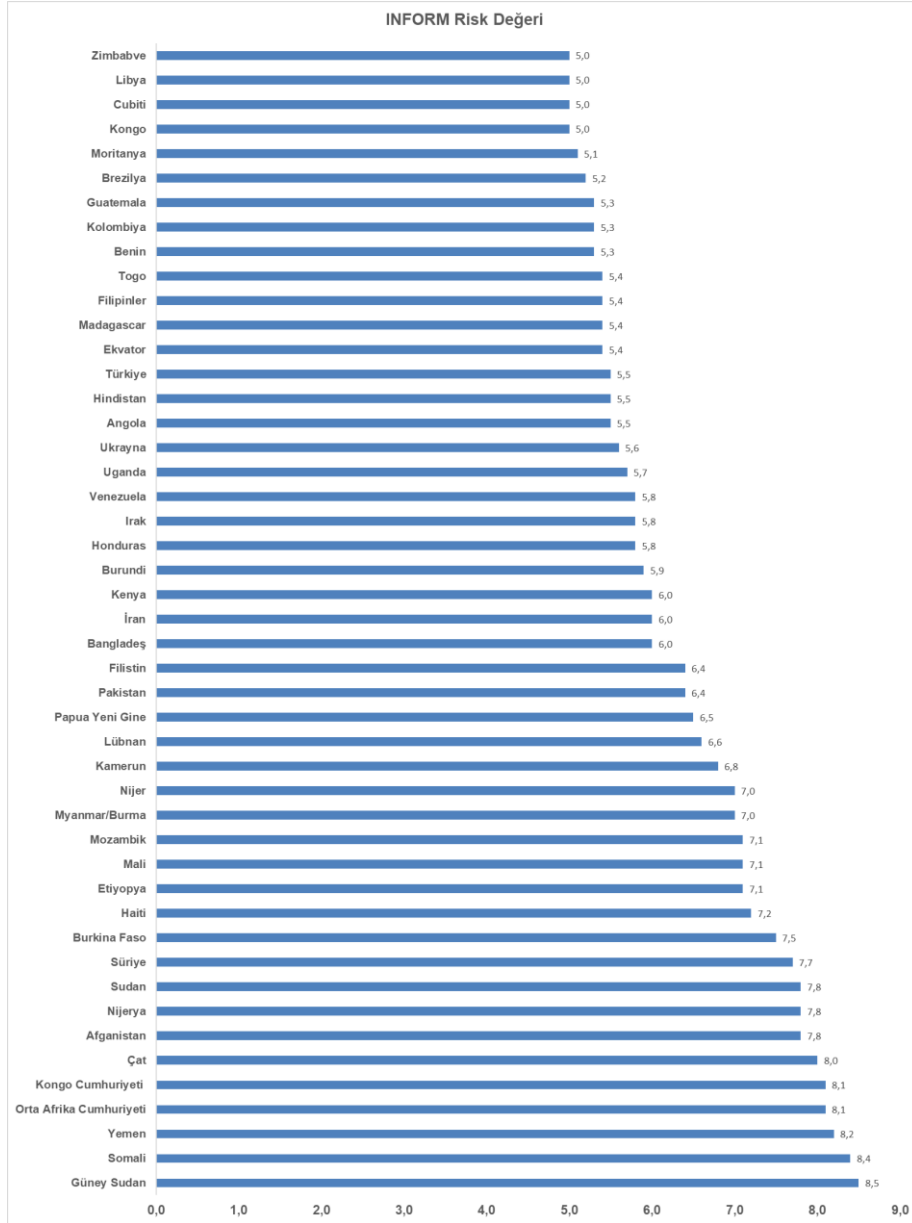
INFORM endekste sadece doğa kaynaklı afetler için 2016-2025 yılları arasında olan skor bakımından, Türkiye'nin en fazla maruz kaldığı ve yıkımlara sebep olan afetler ve afetlerin risk skoru sırasıyla deprem (9.3), tsunami (5), taşkın (5.9) ve kuraklık (2.6) olarak belirlenmiştir (URL-1). Türkiye'de Cumhuriyetin erken dönemlerinden itibaren, özellikle büyük depremlerle birlikte jeolojik afetlere yönelik farkındalık artmış, 1999 Marmara Depremi bu sürecin dönüm noktalarından biri olmuştur. Sonuç olarak, jeolojik afetlerin tarihsel gelişimi, yalnızca doğa olaylarının değil; insanın bu olaylara yüklediği anlamın, aldığı önlemlerin ve

geliştirdiği bilimsel araçların tarihidir. Bu tarihsel birikim, günümüzün afet risk azaltma politikalarının temelini oluşturmaktadır. Türkiye, genç ve aktif tektonik kuşaklar üzerinde yer alması nedeniyle dünyanın en yüksek jeolojik afet riski taşıyan ülkelerinden biridir. Levha hareketleri sonucu gelişen aktif fay hatları, sık sık depremler ve ikincil olarak da heyelan, tsunami gibi afetleri tetiklemektedir (Şaroğlu vd., 1992; Emre vd., 2018).

Deprem ve taşkın afetleri etki alanlarının genişliği bakımından Türkiye'de en fazla yaşanan ve en çok hasara neden olan afetler olup, kütle hareketleri vaka sayısı ve hasar

durumu bakımından onlardan sonra gelmektedir. Kütle hareketlerinin etki alanları sınırlı olmakla birlikte sayı olarak oldukça fazla yaşandığı tespit edilmiştir (Gökçe vd., 2018; Tetik Biçer, 2017). 1929 - 2019 yılları arasında meydana gelen heyelan olaylarının ölümle

sonuçlanan 1.348 vakanın analiz edildiği bir çalışmada 147 olay (%37.8) sonucu toplam ölümlerin %55.5'inin (745 ölü) kaydedildiği bölge Karadeniz Bölgesi'dir (Fidan ve Görüm, 2020).



**Şekil 3.** Inform Endekse göre risk skoru 5 ve üzeri olan ülkelerin sıralaması.

**Figure 3.** Ranking of countries with a risk score of 5 and above according to the Inform Index.



Diğer taraftan AFAD tarafından heyelan, kaya düşmesi ve çığ afetleri için duyarlılık, tehlike ve risk haritalarının üretilmesi, paylaşılması ve diğer kamu kurumları tarafından da üretilen sel-taşkın, çölleşme risk haritaları gibi haritaların da tek bir platform üzerinde toplanarak görüntülenebilmesi ve sorgulanabilmesi amacı ile web tabanlı bir CBS Sistemi olan Afet Risk Azaltma Sistemi (ARAS) geliştirilmiştir. 2018 yılı sonu itibarıyla, heyelan, 2019 yılı sonu itibarı ile de çığ ve kaya düşmesi duyarlılık ve tehlike haritalarının üretimi 81 ilde tamamlanmıştır. 2 Mayıs 2025 tarihi itibarıyla ARAS sisteminde 34.860 heyelan, 5.104 kaya düşmesi, 884 çığ ve 662 obruk olayı Envanter Modülünde kayıt altına alınmıştır. Bu envanterlere yeni oluşan heyelan, kaya düşmesi ve çığ olaylarının eklenmesi ile sistemin dinamik olarak sürdürülebilirliği sağlanmaktadır.

ARAS'da en fazla heyelan envanteri olan ilk beş il sırasıyla Erzurum, Rize, Sivas, Kastamonu ve Zonguldak'tır. Özellikle iklim değişikliğine bağlı olarak meydana gelen ani yağışlar ve mevcut topografyası nedeniyle Karadeniz Bölgesi heyelan açısından en yüksek riskli bölge olup AFAD verilerine göre de bölge heyelan riski taşıyan tüm alanların %52'sini oluşturmaktadır. Diğer taraftan ARAS sisteminde 5.104 kaya düşmesi envanter verisi bulunmakta olup, en fazla yaşandığı beş il sırasıyla İzmir, Konya, Karaman, Isparta ve Mersin'dir. ARAS'da yer alan 884 çığ envanter verisine göre de ülkemizde en fazla çığ afeti yaşanan ilk beş il ise Trabzon, Muş, Siirt, Gümüşhane ve Erzincan'dır.

ARAS sistemi üzerinden üretilen kütle hareketleri duyarlılık haritaları diğer kamu kurumlarının da risk azaltma faaliyetlerinde altlık olarak kullanabilmeleri amacıyla, TUCBS (Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri) kapsamında Çevre, Şehircilik ve İklim

Değişikliği Bakanlığı (Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü) üzerinden tüm kamu kurumlarının kullanımına sunulmuştur. Ayrıca diğer kamu kurumları tarafından üretilen sel/taşkın, tsunami, erozyon ve volkanik tehlike haritaları da ARAS sistemine entegre edilmiştir.

ARAS, afetlerden etkilenen yerleşim birimlerinin risk değerlendirmesi için oldukça önemli bir çalışmadır. Dünyada risk değerlendirme çalışmaları gerek teknik destek yetersizliği gerekse altlık veri eksikliği gibi sebeplerden dolayı oldukça kısıtlı sayıda gerçekleşirken; AFAD'ın sahip olduğu yerbilimsel ve afetsellik verileri ve teknik personel kapasitesi ile bu çalışma başarı ile devam etmektedir. ARAS sayesinde adı geçen afetlerden etkilenmiş yerleşim birimlerinin risk potansiyeli belirlenebilecek; özellikle gelecekte güvenli yerleşim alanlarının tespiti için karar vericilere önemli bir bilimsel ve teknik altyapı sağlanmış olacaktır.

Heyelan duyarlılık haritasının analizine göre, Türkiye'nin Karadeniz Bölgesi'nin büyük bir kısmı, Doğu Anadolu'nun kuzey kuşağı ve Güneydoğu Anadolu'nun dağlık alanları, yüksek düzeyde heyelan potansiyeli taşıyan zonlar olarak öne çıkmaktadır (Şekil 4). Özellikle Doğu Karadeniz'de Rize, Artvin ve Giresun illeri ile birlikte Kuzeydoğu Anadolu'da Erzurum ve Bayburt çevresi; yüksek topoğrafik eğimler, yoğun yağış rejimi ve zayıf litolojik birimlerin birlikteliği nedeniyle aktif kütle hareketlerinin görüldüğü alanlardır (Ercanoğlu ve Gökçeoğlu, 2004; Bell, 1999).

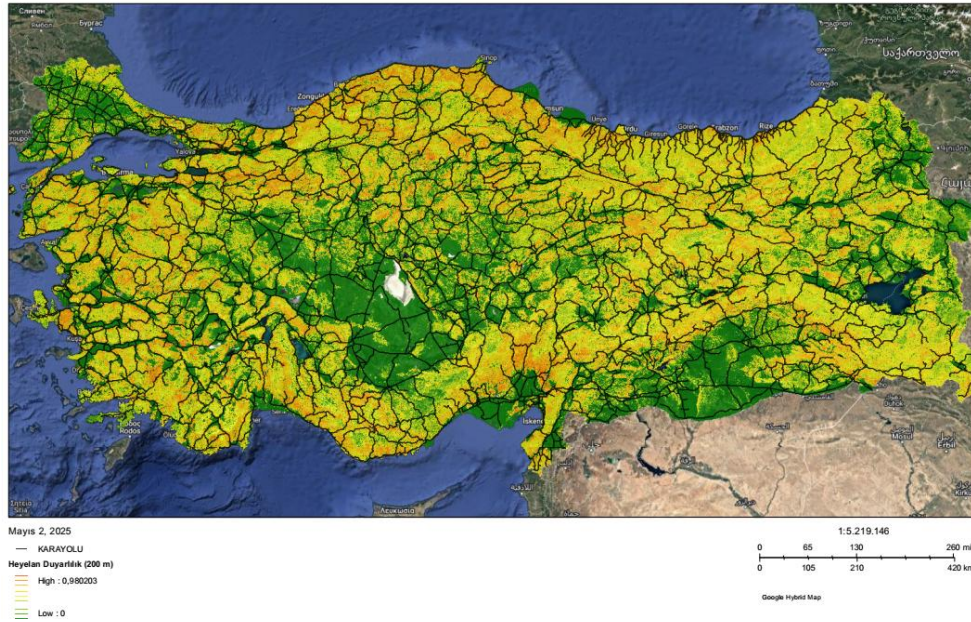
Güneydoğu Anadolu'da ise Mardin, Siirt, Şırnak ve Hakkâri illerinin yüksek eğimli yamaç sistemleri, çoğunlukla altere olmuş ve kohezyonu düşük kayaçlardan oluştuğu için stabilite açısından risk taşımaktadır. Bu bölgelerdeki kırsal yerleşimlerin önemli bir kısmı eğimli ve suya doymuş zeminler üzerine kurulu olduğundan, yerleşimlerin fiziksel



kırılganlığı da oldukça yüksektir (Cruden ve Varnes, 1996; Van Westen vd.,2008).

Harita verileri, ülke genelindeki yüksek duyarlılığa sahip heyelan alanlarının yaklaşık %30'unun Karadeniz ve Doğu Anadolu kuşaklarında yoğunlaştığını ortaya

koymaktadır. Bu durum, özellikle eğim, litoloji, yağış ve arazi kullanımı gibi başlıca tetikleyici faktörlerin bir araya geldiği alanlarda, kütle hareketi kaynaklı afetlerin yüksek tekraralama periyoduna sahip olduğunu göstermektedir (UNDRR, 2019; Jamali ve Majnounian, 2022).



**Şekil 4.** 2 Mayıs 2025 tarihi itibarıyla ARAS sisteminde üretilen heyelan duyarlılık haritası.

**Figure 4.** Landslide susceptibility map produced in the ARAS system as of May 2, 2025.

Kaya düşmesi duyarlılığı haritası değerlendirildiğinde, Toroslar kuşağı (Antalya, Mersin, Adana iç bölgeleri), Ege kıyı kuşağı ve Kuzeybatı Anadolu'daki kaya zemin alanlar (Bilecik, Bursa, Balıkesir) ile Doğu Anadolu'nun doğusunda yer alan dik vadiler belirgin biçimde yüksek duyarlılık göstermektedir (Şekil 5).

Bu bölgelerdeki yüksek eğimli, sert ve ayrışmaya müsait litolojiler (kalker, volkanit, şist), kaya bloklarının yenilmesine neden olmaktadır. Bunun yanı sıra, donma - çözünme döngüleri, sismik titreşimler ve yamaçta yapılan müdahaleler (yol açma, kazı çalışmaları vb.), yamaç stabilitesini azaltarak kaya düşmesi

riskini artırmaktadır (UNDRR, 2019; Jamali ve Majnounian, 2022). Harita verileriyle birlikte değerlendirildiğinde, kaya düşmelerine duyarlı bu alanların önemli kısmı, karayolları, geçit yolları ve kırsal yerleşimlerle örtüşmekte; bu durum da doğrudan insan güvenliğini tehdit eden bir kırılganlık yaratmaktadır.

Çığ duyarlılığı haritası incelendiğinde, Doğu Anadolu'nun yüksek rakımlı kesimleri, özellikle Bitlis, Van, Hakkâri, Erzurum, Bingöl ve Ağrı çevresi, yüksek çığ duyarlılığı taşıyan alanlar olarak dikkat çekmektedir (Şekil 6). Bu bölgelerdeki topografik yapı genellikle 30–45° eğim aralığında, kar birikiminin yoğun olduğu, kar örtüsünün istikrarsızlaştığı kuzey ve

kuzeydoğu bakılı yamaçlarla karakterizedir (Metin ve Yılmaz, 2019; Aydın, 2013). Kar tabakasında meydana gelen taban katman zayıflamaları, sıcaklık dalgalanmaları ve rüzgârla taşınan kar kütlelerinin üst katmanda birikmesi, çığ tehlikesinin artmasına yol açmaktadır (Höller, 2009). Türkiye genelinde çığ potansiyeli taşıyan bölgeler çoğunlukla 2000 metre üzerindeki yüksek dağlık alanlarla sınırlı olmakla birlikte, bu bölgeler içerisinde yer alan çığ geçmişi bilinen lokasyonların dikkatle izlenmesi gerekmektedir. Özellikle Bitlis ve Hakkâri çevresinde yaşanan geçmiş çığ felaketleri, bölgedeki kırılganlığı açıkça ortaya koymaktadır.

#### **Türkiye’de Kütle Hareketlerinin Afet Risk Azaltma Politikalarına Entegrasyonu**

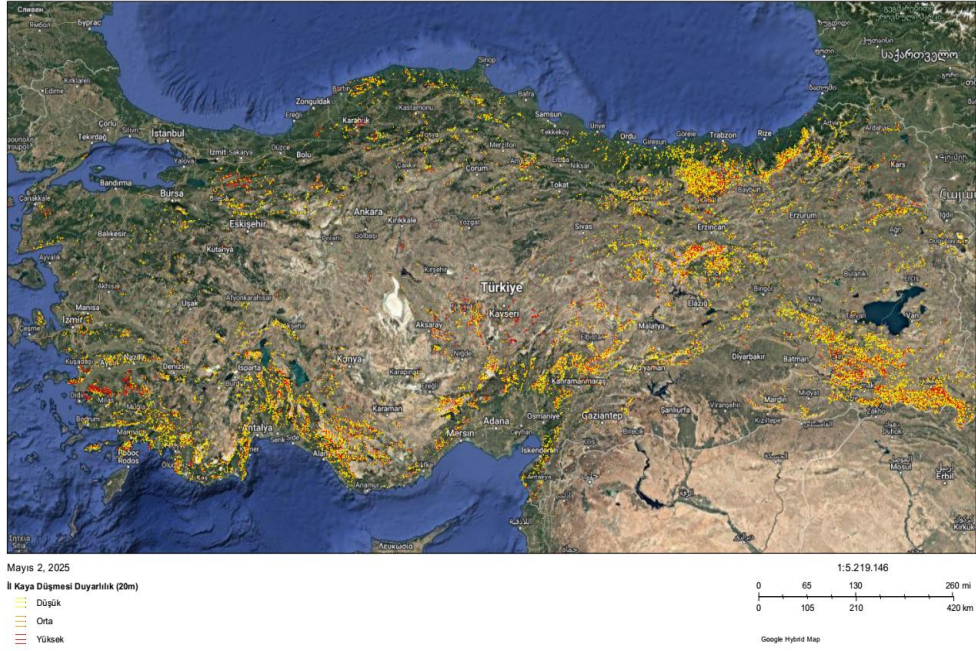
Türkiye, sahip olduğu jeolojik yapı, eğimli topoğrafya ve iklimsel özellikler nedeniyle kütle hareketleri açısından yüksek risk barındıran ülkeler arasında yer almaktadır. Sıkça meydana gelen kütle hareketlerinin afet risk azaltma politikalarında özel olarak ele alınması büyük önem taşımaktadır. Son yıllarda Türkiye, TARAP, TAMP ve İRAP gibi afet yönetimi strateji belgeleriyle bu konudaki politika çerçevesini sistematik olarak yapılandırmaya başlamıştır (AFAD, 2020; AFAD, 2021; AFAD, 2022). 2022 yılında yayımlanan TARAP, ulusal düzeyde afet risklerinin sistematik olarak azaltılmasını hedefleyen ana strateji belgesidir. Plan kapsamında belirlenen 11 yaygın afet tehlikesi arasında kütle hareketleri açıkça tanımlanmıştır (AFAD, 2022; Tetik Biçer, 2024). TARAP kütle hareketlerine bağlı tehlike ve risklerin belirlenmesi, yeni planlanacak alanlarda ve/veya mevcut yerleşim alanlarında bu tehlike ve riskleri azaltacak önlemlerin alınması, CBS tabanlı erken uyarı sistemleri kurularak kütle hareketlerinin oluşturacağı olası zararların önüne geçilmesi ve halkın kütle hareketleri konusunda farkındalığının artırılması gibi eylemler içermektedir. TARAP’ta, kütle hareketleriyle ilgili;

- Ülkesel, bölgesel ve yerel ölçekte kütle hareketlerine yönelik tehlikelerin ve risklerin ortaya konulması ve haritalanması,
- Kütle hareketleri konusunda farkındalığın artırılması,
- Mevcut mevzuatın gözden geçirilerek görev, yetki ve sorumluluklardaki çakışmaların belirlenmesi ve ortadan kaldırılması,

stratejik hedefler arasında yer almaktadır. 227 risk azaltma eyleminden oluşan TARAP, AFAD koordinasyonunda yerli ve milli bir yazılım ile izlenmekte ve değerlendirilmektedir. Nisan 2025 itibarıyla, bu yazılımdan elde edilen bilgilere göre eylemlerin gerçekleşme oranı %59’dur. 11 farklı afet türü için uygulanan risk azaltma eylemlerinin %4,4’ü yani 10 tanesi, kütle hareketleri ile ilgilidir (Şekil 7).

On eylemin sekizinin sorumluluğu AFAD’a, ikisinin sorumluluğu ise Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı’na aittir (Çizelge 2). TARAP kapsamında yer alan bu 10 eylemden ikisi kısa vadeli (2022-2024), altısı orta vadeli (2022-2028) ve ikisi de uzun vadeli (2022-2030) olarak tanımlanmıştır. İki kısa vadeli eylemin %40’ı, altı orta vadeli eylemin %53’ü ve iki uzun vadeli eylemin ise %15’i tamamlanmıştır. Toplam 10 eylemin 2’si tamamlanmış olup, beşi hali hazırda devam etmekte, üçüne ise henüz başlanmamıştır. Ayrıca TARAP, yalnızca risklerin fiziksel yönlerini değil, aynı zamanda sosyo-ekonomik etkilerini de analiz ederek, kırılgan grupların bu tür afetlere karşı korunmasını hedeflemektedir. AFAD koordinasyonunda her il için ayrı ayrı geliştirilen İRAP’lar, yerel düzeyde tehlike ve risk analizlerini içermektedir. 81 ilin İRAP’larında Nisan 2025 itibarıyla 16.000’den fazla afet risk azaltma eylemi bulunmakta olup bu eylemlerin yaklaşık % 49’u tamamlanmıştır. Söz konusu eylemlerin de yaklaşık 2.000 tanesi kütle hareketleri ile ilgili olup, bu sayı toplam eylemlerin %12’sine karşılık gelmektedir.





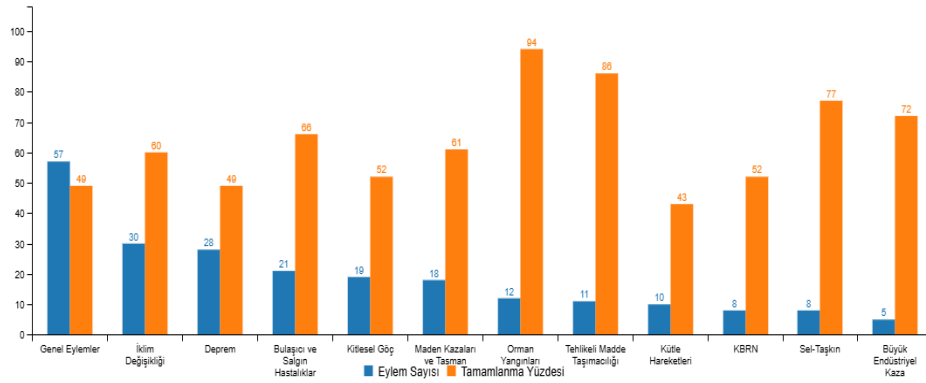
**Şekil 5.** 2 Mayıs 2025 tarihi itibarıyla ARAS sisteminde üretilen kaya düşmesi duyarlılık haritası.

**Figure 5.** Rockfall susceptibility map produced by ARAS system as of May 2, 2025.



**Şekil 6.** 2 Mayıs 2025 tarihi itibarıyla ARAS sisteminde üretilen çığ duyarlılık haritası.

**Figure 6.** Avalanche susceptibility map produced by the ARAS system as of May 2, 2025.



**Şekil 7.** Nisan 2025 itibariyle “tarap.afad.gov.tr” adresinden elde edilen verilere göre TARAP eylemlerinin eylem sayısı ve tamamlanma yüzdesi ilişkisi.

**Figure 7.** The relationship between the number of actions and the percentage of completion of TARAP actions, according to the data obtained from “tarap.afad.gov.tr” as of April 2025.

**Çizelge 2.** TARAP’da yer alan kütle hareketleri eylemlerinin vadeleri ve sorumlu kurum dağılımı (AFAD, 2022).

**Table 2.** Maturities of mass movement actions in TARAP and distribution of responsible institutions (AFAD, 2022).

| Eylem No | Eylem                                                                                                               | Vade      | Sorumlu Kurum |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------|
| K.H.1.1. | Kütle hareketleri tehlike ve risklerinin nasıl belirleneceğine yönelik usul ve esasların ortaya koyulması           | Orta Vade | AFAD          |
| K.H.1.2. | Yerleşim alanlarında kütleli hareketlerden kaynaklanan tehlikelerin ve yerleşime uygunluk durumlarının belirlenmesi | Uzun Vade | ÇŞİDB         |
| K.H.1.3  | Kütle hareketleri tehlike haritalarının güncellenmesi                                                               | Kısa Vade | AFAD          |
| K.H.1.4  | Kütle hareketleri risk değerlendirmesi yapılması                                                                    | Orta Vade | AFAD          |
| K.H.1.5. | Kütle hareketlerinden kaynaklanan risklere ilişkin önlemlerin mekânsal planlara yansıtılması                        | Orta Vade | ÇŞİDB         |
| K.H.1.6  | Kütle hareketleri CBS tabanlı erken uyarı sistemlerinin kurulması                                                   | Uzun Vade | AFAD          |
| K.H.2.1. | Kütle hareketleri öncesi, sırası ve sonrasında yapılması gerekenler konusunda bilinçlendirme yapılması              | Kısa Vade | AFAD          |
| K.H.2.2  | Hazırlık bilincinin geliştirilmesi                                                                                  | Orta Vade | AFAD          |
| K.H.3.1. | Görev, yetki ve sorumluluklardaki çakışan hususların belirlenmesi                                                   | Orta Vade | AFAD          |
| K.H.3.2. | Mevzuatta kurumlar arası eşgüdüm sağlanarak dil birliğinin sağlanması                                               | Orta Vade | AFAD          |

### TÜRKİYE’NİN KÜTLE HAREKETLERİNE YÖNELİK RİSK AZALTMA STRATEJİLERİNİN DİĞER ÜLKELERLE KIYASLANMASI

Uluslararası düzeyde afet risk azaltma stratejileri, ülkelerin coğrafi, iklimsel ve sosyo-ekonomik koşullarına göre çeşitlenmektedir. Kütle hareketleri gibi jeolojik kökenli afetlerin yönetimi konusunda bazı ülkeler teknik kapasite ve kurumsal altyapı açısından ileri düzeyde uygulamalar geliştirmiştir. Türkiye’nin bu ülkelerle kıyaslanması, mevcut sistemin güçlü ve geliştirilmeye açık yönlerini ortaya koymaktadır. Türkiye’nin afet risk azaltma sistematığı, kurumsal çerçevesi açısından gelişmiş olsa da, teknoloji temelli modellerin entegrasyonu konusunda sınırlı kalmaktadır. Toplum temelli uygulamalar açısından da

Türkiye, Japonya ve Hindistan gibi ülkelerle karşılaştırıldığında katılımcılık düzeyini artırma potansiyeline sahiptir. Örneğin, Tayvan ve Bangladeş’te çığ ve heyelan riskine karşı halk bilgilendirme sistemleri, eğitim programları ve gönüllü afet gözlem ağıları aktif olarak kullanılmaktadır (Chen vd., 2021; Tang vd., 2023). Türkiye’de ise yerel yönetimlerin ve mahalle düzeyindeki afet bilgilendirme faaliyetlerinin güçlendirilmesi gerektiği görülmektedir. Yukarıda verilen bilgiler doğrultusunda, Türkiye ile ABD, Japonya ve Norveç’in kütle hareketleri konusunda yapmış olduğu afet risk azaltma politikaları, erken uyarı sistemlerinin kullanımı, mevcut yasal düzenlemeler, CBS ve uzaktan algılama teknolojileri, farkındalık ve ekosistem tabanlı yaklaşımlar açısından karşılaştırmalı olarak Çizelge 3’te verilmiştir.

**Çizelge 3.** Türkiye, ABD, Japonya ve Norveç’in kütle hareketlerine yönelik risk azaltma politikalarının karşılaştırılması.

**Table 3.** Comparison of mass movement risk reduction policies of Türkiye, USA, Japan and Norway.

| Ülke           | Ulusal Strateji Belgesi | Erken Uyarı Sistemi | Yasal Düzenleme            | CBS/Uzaktan Algılama   | Toplum Katılımı | Doğa Tabanlı Çözüm |
|----------------|-------------------------|---------------------|----------------------------|------------------------|-----------------|--------------------|
| <b>Türkiye</b> | TARAP, İRAP             | Pilot düzeyde       | Genel çerçeve (AFAD, MTA)  | MTA CBS haritaları     | Sınırlı         | Az sayıda örnek    |
| <b>ABD</b>     | National Landslide Plan | USGS sensör ağı     | Landslide Preparedness Act | Lidar, AI, CBS         | Orta düzey      | Düşük              |
| <b>Japonya</b> | National Landslide Map  | Yaygın ve zorunlu   | Landslide Prevention Act   | SBAS-InSAR, Lidar      | Yüksek          | Sınırlı            |
| <b>Norveç</b>  | Klima 2050              | Ulusal sistem       | İklim tabanlı eylem planı  | CBS, senaryo modelleme | Orta düzey      | Yaygın             |

Bu karşılaştırmadan anlaşılacağı üzere, Türkiye güçlü bir stratejik planlama altyapısına sahip olmakla birlikte, teknolojik kapasitenin yaygınlaştırılması, doğa temelli çözümlerle risk azaltma ve toplum temelli yaklaşımların artırılması gibi alanlarda gelişmeye açıktır. ABD’nin yüksek teknoloji ve izleme ağı, Japonya’nın yasal sıkılığı ve afet haritalama

disiplini ile Norveç’in doğa temelli çözüm entegrasyonu (MacAfee vd., 2024; MLIT Japan, 2022; Solheim, vd., 2022) Türkiye için yol gösterici niteliktedir.

### TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışma, jeolojik afetler içinde önemli bir yer tutan kütle hareketlerinin afet risk azaltma

politikalarındaki konumunu incelemiş ve hem ulusal hem de uluslararası düzeyde mevcut stratejileri karşılaştırmalı olarak değerlendirmiştir. Jeolojik afetler yalnızca doğa olayları değil; aynı zamanda insan yerleşimleri, planlama süreçleri ve yönetim kapasitesiyle doğrudan ilişkili karmaşık afetlerdir. Kütle hareketleri, bu bağlamda en az depremler kadar önemli ve çoğu zaman tetikleyici etkiye sahip afet türleri olarak öne çıkmaktadır. Türkiye, son on yılda afet yönetimi alanında önemli yapısal reformlar gerçekleştirmiş ve ilk kez yürürlüğe giren afet risk azaltma politika belgeleriyle risk temelli yaklaşıma geçiş yapmıştır. Ancak bu belgelerde yer alan stratejik hedeflerin sahada uygulanabilirliğinin artırılması, kütle hareketleri özelinde daha fazla bilimsel veriyle desteklenmesi ve mekânsal planlama süreçlerine entegre edilmesi gerekmektedir.

Uluslararası karşılaştırmalar, Türkiye'nin güçlü yönlerinin yanı sıra gelişmeye açık yönlerini de ortaya koymaktadır. Kütle hareketleri konusunda; ABD'nin gerçek zamanlı izleme sistemleri, Japonya'nın yasal sıklık ve mikrobölgeleme disiplini, Norveç'in doğa tabanlı çözüm ve iklim temelli senaryo planlaması gibi uygulamalar, Türkiye açısından ilham verici modeller sunmaktadır. Ayrıca, Tayvan, Hindistan ve Bangladeş gibi ülkelerde uygulanan toplum temelli afet yönetimi yaklaşımları, yerel farkındalığın artırılması ve erken müdahale kapasitesinin geliştirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Türkiye'de özellikle SBAS-InSAR, LIDAR ve yapay zekâ tabanlı kütle hareketleri izleme sistemlerinin yaygınlaştırılması; mevzuatta kütle hareketlerine özgü yapılaşma kısıtlamaları ile afet duyarlı alan tanımlamalarının netleştirilmesi; MTA ve AFAD gibi kurumların kütle hareketleri verilerinin merkezi, güncel ve erişilebilir bir CBS tabanlı sistemde birleştirilmesi; kütle hareketi potansiyeli yüksek bölgelerde ekosistem temelli yaklaşımların

(örneğin bitkilendirme, geçirgen yüzey uygulamaları vb.) teşvik edilmesi önem taşımaktadır. Bilimsel bilgiye dayalı, toplumu merkeze alan ve iklim değişikliği gibi geleceğin risklerini gözetten bir afet yönetimi yaklaşımı, Türkiye'nin jeolojik afetlere karşı daha dirençli bir yapıya kavuşmasında temel rol oynayacaktır.

Kütle hareketleri gibi jeolojik afetlerin etkilerinin azaltılmasında, karar vericilere teknik ve yönetsel anlamda yön gösterecek stratejik önceliklendirme mekanizmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda geliştirilen Gelişim Öncelikleri Matrisi (GÖM), afet risk azaltma stratejilerinin hem etki düzeyini hem de uygulanabilirlik potansiyelini eş zamanlı olarak değerlendirmeyi esas alarak, kaynakların en etkin biçimde kullanılmasını sağlamayı amaçlamaktadır (UNDRR, 2019). GÖM yaklaşımı, afet risk azaltma planlamasında çok ölçütlü karar verme (Multi-Criteria Decision Analysis – MCDA) araçlarıyla paralel çalışabilecek nitelikte bir çerçeve sunmaktadır. Bu tür önceliklendirme modelleri yalnızca teknik etkileri değil, aynı zamanda kurumsal kapasite, ekonomik sürdürülebilirlik ve toplumsal kabul düzeylerini de dikkate alarak stratejik yönetim kabiliyetini güçlendirir (Van Westen et al., 2008). GÖM yaklaşımına göre, kütle hareketleri matrisi kapsamında yer alan önlemler, dört ana strateji kümesinde değerlendirilebilir (Çizelge 4).

1.Yüksek Etki / Orta Uygulanabilirlik: Özellikle uzaktan algılama ve veri temelli teknolojilerin yaygınlaştırılması, kısa vadede yüksek etki yaratabilecek ancak kurulum altyapısı ve teknik kapasite gerektirdiğinden dolayı orta düzeyde uygulanabilir stratejiler olarak öne çıkmaktadır. Örneğin; SBAS-InSAR ve LiDAR tabanlı deformasyon izleme sistemleri ile Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) destekli erken uyarı altyapıları, yüksek doğruluk ve geniş alan kapsama kapasitesi sayesinde yüksek öncelikli yatırımlardır.



**Çizelge 4.** Gelişim Öncelikleri Matrisine (GÖM) göre Türkiye'nin kütle hareketlerine yönelik afet risk azaltma politikalarının değerlendirilmesi.

**Table 4.** Assessment of Türkiye's Disaster Risk Reduction Policies for Mass Movements according to the Development Priorities Matrix.

| Gelişim Alanı                  | Öneri Başlığı                                                                   | Öncelik Düzeyi (Etki) | Kaynak | Önerilen Ölçek           | Sorumlu Kurum*              |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------|--------------------------|-----------------------------|
| Teknoloji ve İzleme Sistemleri | SBAS-InSAR ve LIDAR tabanlı deformasyon izleme sistemlerinin yaygınlaştırılması | Yüksek                | Orta   | Ulusal – Yerel           | AFAD, MTA, TÜBİTAK          |
|                                | CBS tabanlı erken uyarı sistemlerinin kurulması                                 | Yüksek                | Orta   | Yerel – Bölgesel         | AFAD, TOB, Belediyeler      |
|                                | Kurumsal veri portallarının birleşik ve erişilebilir hale getirilmesi           | Yüksek                | Yüksek | Ulusal                   | MTA, AFAD, ÇŞİDB            |
|                                | Yapılaşma kısıtlamaları içeren yeni yasal düzenleme                             | Yüksek                | Düşük  | Ulusal                   | TBMM, ÇŞİDB                 |
| Mevzuat ve Planlama            | Mekânsal planlara risk zonlaması entegrasyonu                                   | Orta                  | Yüksek | İl – İlçe düzeyi         | ÇŞİDB                       |
|                                | Kurumlar arası görev yetki ayrımının mevzuatla netleştirilmesi                  | Orta                  | Orta   | Ulusal                   | AFAD, ÇŞİDB                 |
| Ekosistem Tabanlı Yaklaşımlar  | Geçirgen yüzey, doğal bitkilendirme uygulamalarının teşvik edilmesi             | Orta                  | Yüksek | Yerel – Bölgesel         | TOB, Belediyeler            |
|                                | Eğimli alanlarda ormanlaştırma – risk entegrasyon projeleri                     | Yüksek                | Orta   | Bölgesel                 | TOB, AFAD                   |
| Toplum Temelli Faaliyetler     | Afet eğitim modüllerinin okullara entegrasyonu                                  | Yüksek                | Orta   | Ulusal – Yerel           | MEB, AFAD                   |
|                                | Horizon, IPA, UCPM gibi fonlardan finansman sağlanması                          | Yüksek                | Düşük  | Ulusal                   | TÜBİTAK, Dışişleri Bk. AFAD |
| Uluslararası İşbirlikleri      | Ülkelerle teknoloji paylaşımı                                                   | Orta                  | Orta   | Ulusal – Teknik Kurumlar | AFAD, MTA, TÜBİTAK          |

\*AFAD: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, MTA: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, TOB: Tarım ve Orman Bakanlığı, ÇŞİDB: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, TBMM: Türkiye Büyük Millet Meclisi, MEB: Milli Eğitim Bakanlığı.

2.Yüksek Etki / Düşük Uygulanabilirlik: Bu kategoriye giren önlemler, büyük ölçekli yapısal değişiklikler veya politika reformları gerektiren ancak uygulama süreçlerinde yasal, kurumsal

veya ekonomik engellerle karşılaşılabilen stratejilerdir. Yapılaşma kısıtlamaları, risk zonlamasının mekânsal planlamaya entegrasyonu ve ulusal mevzuat reformları, bu



grupta yer alır. Uygulanabilirliğin düşük olmasının başlıca nedeni, bu önlemlerin politik sahiplenme, yasal uyum ve fon gereksinimlerine olan yüksek bağımlılığıdır (Aitsi-Selmi vd., 2016; Cutter ve Finch, 2008).

**3.Orta Etki / Yüksek Uygulanabilirlik:** Bu alanda yer alan önlemler genellikle düşük maliyetli, teknik olarak erişilebilir ve sosyal kabulü yüksek uygulamalardır. Toplum temelli farkındalık artırıcı eğitimler, okullarda afet modüllerinin entegrasyonu, geçirgen yüzey uygulamaları ve yerel ekosistem temelli peyzaj düzenlemeleri bu strateji kümesinde değerlendirilmektedir. Bu önlemlerin etkileri genellikle uzun vadede ortaya çıkmakta; ancak sürdürülebilirlik açısından oldukça değerlidir (Djalante vd., 2012).

**4.Uygulama Önceliği (Kısa Vadeli Stratejiler):** Analiz sonuçlarına göre, ilk etapta uygulanması gereken stratejiler arasında veri sistemlerinin entegrasyonu, kurumlar arası bilgi paylaşımının artırılması, CBS tabanlı uygulamaların yaygınlaştırılması ve toplum temelli eğitim programlarının genişletilmesi yer almaktadır. Bu stratejiler, teknik kapasitenin mevcut olduğu veya geliştirilebilir olduğu alanlarda hızla hayata geçirilebilir. Orta ve uzun vadede ise mevzuat reformları, ulusal planların risk temelli entegrasyonu ve uluslararası fonların etkin biçimde mobilizasyonu gündeme alınmalıdır.

Matrisin genel değerlendirmesi, Türkiye'nin mevcut politika çerçevesinin özellikle stratejik planlama düzeyinde güçlü olduğunu; ancak uygulama, teknolojik entegrasyon, mevzuat bütünlüğü ve yerel kapasite geliştirme boyutlarında önemli iyileştirme alanlarının bulunduğunu göstermektedir. Bu nedenle, kütle hareketlerine ilişkin afet risklerini azaltmada kısa, orta ve uzun vadeli hedefleri kapsayan bütüncül bir dönüşüm vizyonunun benimsenmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak, kütle hareketlerinin yalnızca teknik veya jeolojik değil; aynı zamanda

yönetişim, eğitim, toplum katılımı ve ekolojik uyum boyutlarını içeren çok katmanlı bir yaklaşımla ele alınması gerektiği açıktır. Türkiye'nin kısa, orta uzun vadeli risk azaltma planlamasında, yukarıda tanımlanan çok boyutlu stratejileri eş zamanlı ve birbirini tamamlayıcı biçimde uygulamasıyla, kütle hareketlerine karşı hem kırılganlığın azaltılması hem de afetlere karşı dirençli bir yönetim sisteminin oluşturulması mümkündür. Bu vizyon, Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesi, Paris İklim Anlaşması ve Avrupa Yeşil Mutabakatı gibi küresel hedeflerle de tam uyumludur ve Türkiye'nin jeolojik afetlerle mücadelede ileri düzey bir uygulama ülkesi haline gelmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

#### KATKI BELİRTME

Yazar, bu çalışmada TARAP, İRAP ve ARAS sistemlerine dair verinin sağlanması noktasında AFAD Afet Risklerini Azaltma ve Önlem Daire Başkanlığı ve İklim Kaynaklı Afet Risklerini Azaltma Dairesi'nin kıymetli personeline teşekkür eder.

#### KAYNAKLAR

- AFAD, 2020. T.C. İçişleri Bakanlığı Afet Ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP). <https://www.afad.gov.tr>
- AFAD, 2021. T.C. İçişleri Bakanlığı Afet Ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, İl Afet Risk Azaltma Planları (İRAP). <https://irap.afad.gov.tr>
- AFAD, 2022. T.C. İçişleri Bakanlığı Afet Ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Türkiye Afet Risk Azaltma Planı (TARAP). Ankara. <https://www.afad.gov.tr>
- Aitsi-Selmi, A., Murray, V., Wannous, C., Dickinson, C., Johnston, D., Kawasaki, A., Yeung, T., 2016. Reflections on a science and technology agenda for 21st century disaster risk reduction. International Journal of Disaster Risk Science, 7(1), 1–29. <https://doi.org/10.1007/s13753-016-0081-x>

- Alam, E., Islam, Md. K., 2023. Enhancing landslide risk reduction strategies in Southeast Bangladesh. *Journal of Disaster Risk Studies*, 15(1), a1541. <https://doi.org/10.4102/jamba.v15i1.1541>
- Alcántara-Ayala, I., 2002. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. *Geomorphology*, 47(2-4), 107-124. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(02\)00083-1](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(02)00083-1)
- Andersson-Sköld, Y., Bergman, R., Johansson, M., Persson, E., Nyberg, L., 2013. Landslide risk management—A brief overview and example from Sweden of current situation and climate change. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 3, 44-61. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2012.11.002>
- Aydin, A., 2013. Avalanche risk assessment using snowpack stability, topography and climate data: A case study from Eastern Turkey. *Natural Hazards*, 68(2), 1093-1108. <https://doi.org/10.1007/s11069-013-0672-9>
- Bell, F. G., 1999. *Geological Hazards: Their Assessment, Avoidance and Mitigation*. CRC Press.
- Chen, Y., Wu, H., Huang, Y., 2021. Community-based landslide disaster risk reduction: A Taiwan case. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 60, 102284. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2021.102284>
- Cruden, D. M., Varnes, D. J., 1996. Landslide types and processes. In A. K. Turner & R. L. Schuster (Eds.), *Landslides: Investigation and Mitigation* (pp. 36-75). Transportation Research Board Special Report 247, National Academy Press.
- Cui, P., Peng, J., Shi, P., Tang, H., et al., 2021. Scientific challenges of research on natural hazards and disaster risk. *Geography and Sustainability*, 2, 216-223. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2021.09.001>
- Cutter, S. L., Finch, C., 2008. Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(7), 2301-2306.
- DSİ, 2021. Yeraltı Suyu İzleme ve Obruk Raporu. <https://www.dsi.gov.tr>
- Djalante, R., Shaw, R., DeWit, A., 2012. Building resilience to natural hazards in Indonesia: Progress and challenges. *Natural Hazards*, 62(3), 779-803.
- Emre, Ö., Duman, T. Y., Özalp, S., Elmacı, H., Olgun, Ş., 2018. Active Fault Map of Turkey (1:1,250,000 scale). MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Ercanoglu, M., Gokceoglu, C., 2004. Use of fuzzy relations to produce landslide susceptibility map of a landslide-prone area (West Black Sea region, Turkey). *Engineering Geology*, 75(3-4), 229-250. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2004.06.001>
- Fidan, S., Görüm, T., 2020. Türkiye'de ölümcül heyelanların dağılım karakteristikleri ve ulusal ölçekte öncelikli alanların belirlenmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 74, 123-134. <https://doi.org/10.17211/tcd.731596>
- Gökçe, O., Özden, Ş., Demir, A., 2008. Türkiye'de Afetlerin Mekânsal ve İstatistiksel Dağılımı: Afet Bilgileri Envanteri. Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Afet Etüt ve Hasar Tespit Daire Başkanlığı, Ankara.
- Highland, L. M., Bobrowsky, P. T., 2008. The landslide handbook: A guide to understanding landslides. U.S. Geological Survey Circular 1325.
- Hoek, E., David, M., 1990. Estimating Mohr-Coulomb friction and cohesion values from Hoek-Brown failure criterion. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts*, 27(3), 201-215. [https://doi.org/10.1016/0148-9062\(90\)94333-O](https://doi.org/10.1016/0148-9062(90)94333-O)
- Jamali, B., Majnounian, B., 2022. Landslide hazard mapping using GIS-based multi-criteria decision analysis. *Natural Hazards*, 110, 347-372. <https://doi.org/10.1007/s11069-021-05105-9>
- MLIT Japan, 2022. Landslide Disaster Countermeasures and Risk Zoning. Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism. <https://www.mlit.go.jp>

- MTA, 2021. Türkiye Kütle Hareketleri Haritası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü. <https://www.mta.gov.tr>
- MacAfee, R., Larson, P., Goodwin, T., 2024. National framework for landslide policy implementation in the U.S. *Natural Hazards Review*, 25(1), 04024001. <https://doi.org/10.1061/NHREFO.0000537>
- Metin, A., Yılmaz, I., 2019. Snow avalanche hazard zonation using GIS and analytic hierarchy process (AHP): A case study from Eastern Anatolia, Turkey. *Natural Hazards*, 99(2), 889–911. <https://doi.org/10.1007/s11069-019-03745-w>
- NDMA, 2007. Guidelines on Management of Landslides and Snow Avalanches. National Disaster Management Authority of India. <https://ndma.gov.in>
- Niu, W., Hua, X., Lin, B., et al., 2023. Detection and monitoring of potential geological disasters using SBAS-InSAR. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 27(11), 4884–4896. <https://doi.org/10.1007/s12205-023-0759-8>
- Shao, J., Xu, L., 2023. Artificial intelligence in landslide early warning systems: A comprehensive review. *Engineering Geology*, 320, 107020. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2023.107020>
- Smith, K., 2013. *Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster* (6th ed.). Routledge.
- Solheim, A., Kalsnes, B., Strout, J., Piciullo, L., Heyerdahl, H., Eidsvig, U., Lohne, J., 2022. Landslide risk reduction through close partnership between research, industry, and public entities in Norway: Pilots and case studies. *Frontiers in Earth Science*, 10, 855506. <https://doi.org/10.3389/feart.2022.855506>
- Şaroğlu, F., Emre, Ö., Kuşçu, İ., 1992. *Active Fault Map of Turkey*. MTA Publications.
- Tang, H., Cui, P., Hu, K., 2023. Chain disasters and integrated management: Insights from mountain hazards. *Natural Hazards*, 117, 2991–3011. <https://doi.org/10.1007/s11069-023-05970-y>
- Tetik Biçer, Ç., 2017. Heyelan risk haritalaması üzerine yarı sayısal bir değerlendirme. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 353s.
- Tetik Biçer, Ç., 2024. Afetlerde Risk Azaltma Stratejileri. Afet Yönetimi El Kitabı. Cilt 1, 211-247s., Gazi Kitabevi, Ankara.
- UNDRR, 2019. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. <https://www.undrr.org/publication/global-assessment-report-2019>
- UNDRR, 2020. Hazard definition and classification review: Technical report. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. <https://www.undrr.org/publication/hazard-definition-and-classification-review>
- UNDRR, 2023. Hazard Definitions and Classification Review. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. <https://www.preventionweb.net>
- URL-1, 2025. European Commisison, INFORM, Home (Erişim Tarihi: 07.04.2025) <https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/inform-index/>
- URL-2, 2025. European Commisison, INFORM DRMKC, Map Explorer. (Erişim tarihi: 09.04.2025) <https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/inform-index/INFORM-Risk/Map-Explorer>
- USGS, 2021. National Landslide Preparedness Act. U.S. Congress. <https://schrier.house.gov/media/press-releases/rep-schrier-introduces-legislation-improve-landslide-preparedness-and-safety>
- Van Westen, C. J., Castellanos, E., Kuriakose, S. L., 2008. Spatial data for landslide susceptibility, hazard, and vulnerability assessment: An overview. *Engineering Geology*, 102(3–4), 112–131. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2008.03.010>
- Wang, J., Zhang, L., Zhou, Y., 2022. GIS-based information value model for landslide susceptibility mapping. *Landslides*, 19, 1123–1136. <https://doi.org/10.1007/s10346-021-01773-5>
- Yang, S., Lee, W., Chen, H., 2025. Global research trends in seismic landslide disasters: A bibliometric approach. *Landslides*, 22(3), 657–678. <https://doi.org/10.1007/s10346-025-01820-4>