

Bingöl İlinin Çoklu Tehlike Afet Profili: Mekânsal Bir Analiz

Multi-Hazard Disaster Profile of Bingöl Province: A Spatial Analysis

ÖZ

Bu çalışmada, Bingöl ilinde deprem, heyelan, çığ, su baskını ve kaya düşmesi gibi doğal tehlike kaynaklarının mekânsal dağılımı ve analizi yapılmıştır. Bu kapsamda Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak il genelinde afet riskinin yüksek olduğu alanlar belirlenmiştir. Bingöl ili Türkiye'nin en önemli yapısal unsurlarından olan Kuzey Anadolu Fayı ile Doğu Anadolu Fayı'nın kesiştiği alanda yer almaktadır. Bu konumu nedeniyle ilde afet boyutunda etkili olan çok sayıda doğal olay meydana gelmektedir. Bu çalışmada Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'nın (AFAD) verileri kullanılarak afet oluşturacak doğal olayların/tehlikelerin il genelinde yoğunluk kazandığı alanlar haritalanmıştır. Hazırlanan haritalara göre il genelinde Sancak Havzası ve çevresi, Peri Suyu Çayı Vadisi ile Kargapazarı güneyi deprem yoğunluğunun yüksek olduğu alanlara karşılık gelmektedir. İl genelinde deprem dışında Akçakara Dağı güneyi ve doğusu, Bingöl Çayı Vadisi, Adaklı ilçesinde, Hasbağlar ve Yeldeğirmeni heyelan yoğunluğunun artış gösterdiği alanlar olarak belirlenmiştir. Akçakara Dağı çevresinde (Vahkin Çayı Havzası), Bingöl Çayı Havzası'nda, Dallitepe-Oğuldere arasında, Sülbüs Dağı kuzeyi ile Peri Suyu Çayı Vadisi'nde çığ olayları yoğunluk kazanmaktadır. Bingöl ili genelinde doğal tehlikelerin yoğunluk kazandığı alanlar afet zarar azaltma çalışmaları için öncelikli alanlar olup afet önleme ve zarar azaltma çalışmalarının bu alanlardan başlatılması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bingöl, doğal tehlike, mekânsal dağılım

ABSTRACT

In this study, spatial distribution and analysis of natural hazard sources such as earthquake, landslide, avalanche, flood and rockfall in Bingöl province have been conducted. In this context, areas with high disaster risk have been determined throughout the province using Geographic Information Systems (GIS). Bingöl is located in the area where the North Anatolian Fault and the East Anatolian Fault, which are among the most important structural elements in Türkiye, intersect. Due to its location, many natural events with disastrous effects occur in the province. In this study, the areas where natural events/hazards causing disasters are centered throughout the province, have been mapped using the data from the Disaster and Emergency Management Presidency (DEMP). According to the maps prepared, Sancak Basin and its surroundings, Peri Suyu Stream Valley and south of Kargapazarı correspond to the areas with high earthquake intensity across the province. Apart from earthquakes, south and east of Mount Akcakara, Bingöl Stream Valley, Adaklı district, Hasbağlar and Yeldeğirmeni have been determined as the areas where landslide density increases. Number of avalanches increases in the vicinity of Mount Akcakara, in Bingöl Stream Basin, between Dallitepe and Oguldere, in the north of Mount Sulbus and in Peri Suyu Stream Valley. Areas where natural hazards are centered in Bingöl are priority areas for disaster hazard mitigation studies, and along with disaster prevention, these studies should be initiated from these areas.

Keywords: Bingöl, natural hazard, spatial distribution

Giriş

Jeolojik, meteorolojik-klimatik ve topoğrafik özellikleri nedeniyle Türkiye, doğal afetlerin sıklıkla yaşandığı bir alanda bulunmaktadır (Ergünay 2007; Koçkan 2015; Perihanoglu ve Karaman 2020; Akgül vd., 2022). Türkiye'de 1980–2017 yılları arasında meydana gelen afetler nedeniyle, bir milyon kişi başına yılda ortalama can kaybı 6-25 kişidir (NATCATSERVICE, 2018; AFAD, 2018). Türkiye, dünyanın en aktif tektonik kuşaklarından birisi olan, Akdeniz-Himalaya deprem kuşağı içerisinde yer almaktadır (Ergünay, 2007). Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ve Doğu Anadolu Fayı (DAF) gibi iki aktif fayın bulunması afet boyutunda depremlerin yaşanmasına neden olan, jeolojik özelliklerinden kaynaklanan bir durumdur. Fliş, tuf, marn ve kilaşı gibi kayaların yaygın olarak bulunması (Erinç, 2000) heyelanların meydana gelmesine yol açan jeolojik/litolojik nedendir. Türkiye, kısa mesafelerde yükseltilerin değiştiği topoğrafik şartlara sahiptir. Klimatik-topoğrafik koşullar nedeniyle ülkenin farklı lokasyonlarında çok yağış alan alanlar bulunmaktadır. Yanlış arazi kullanımı, doğal bitki örtüsünün tahribi ve son yıllarda görülen ekstrem yağışlar, sel ve taşkınlar yol açmaktadır. Yükseltiye bağlı olarak bazı bölgelerde düşen karın bahar mevsiminde erimesi, litoloji ve jeomorfolojik özelliklere bağlı olarak heyelan, su baskını ve çığ olayları afet boyutunda etkili olmaktadır. Yerel iklim özellikleri ve çevresel faktörlere bağlı olarak doğal olayların, örneğin su baskınlarının büyüklükleri ve sıklıkları ülke içerisinde bölgeden bölgeye farklıdır. Türkiye'de aktif faylara bağlı olarak deprem tehlikesi bölgeden bölgeye değişmektedir (Ergünay, 2007). Doğu Anadolu Bölgesi'nde, normal hayatı etkileyen, aşırı kar yağışları ve dondurucu

Vedat AVCİ

Bingöl Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi,
Coğrafya Bölümü, Bingöl, Türkiye



Geliş Tarihi/Received 14.09.2024
Kabul Tarihi/Accepted 19.06.2025
Yayın Tarihi/Publication 30.06.2025
Date

Sorumlu Yazar/Corresponding author:
Vedat AVCİ

E-mail: vavci@bingol.edu.tr

Cite this article: Avci, V. (2025). Multi-Hazard disaster profile of Bingöl province: A spatial analysis. *Eastern Geographical Review*, 30(53), 30-53.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License.

soğuklara bağlı olarak, Erzurum, Kars, Tunceli, Bitlis, Bingöl illerinde çığ riski yüksektir (Ergünay, 2007). Akgül vd. (2022), Türkiye’de meydana gelen doğal olayları kümelenme yöntemiyle analiz etmiştir. Bu çalışmada heyelan, çığ, su baskını ve kaya düşmesi olayları açısından Karadeniz Bölgesi, Doğu Anadolu Bölgesi ve Akdeniz Bölgesi, risk ağırlığı yüksek olan bölgeler olarak belirlenmiştir. Çelik vd. (2018), 1987-2017 yılları arasında Türkiye’de meydana gelen afetleri değerlendirdikleri çalışmalarında çığ açısından en riskli bölgenin Doğu Anadolu olduğunu belirtmiştir (Akgül vd. 2022). Güner ve Uçar (2009) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise 1955-2009 yılları arasında Türkiye’de meydana gelen su baskını felaketleri değerlendirilmiştir. Bu çalışmada Karadeniz Bölgesi, Doğu Anadolu Bölgesi ve Akdeniz Bölgesi’nin diğer bölgelere göre daha riskli olduğu ortaya konulmuştur. Kaya düşmesi afeti risk grupları coğrafi bölgeler itibarıyla incelendiğinde Karadeniz Bölgesi, İç Anadolu Bölgesi ve Doğu Anadolu Bölgesi’nin diğer bölgelere göre daha yüksek risk altında olduğu belirlenmiştir (Akgül vd., 2022).

Ülkemizde nedeni farklı olsa bile (doğal, teknolojik ya da beşerî kökenli), büyük afetlerin zararlarının azaltılması maksadıyla yapılan çalışmalar acil durumlar ortaya çıktıktan sonra müdahale ve afet zararlarını azaltmaya yönelik önlemler alınmasına dayalıdır. Bu konuda planlama çalışmalarının yeterli düzeyde olduğu söylenemez (İTÜ, 2002; Erkal ve Değerliuyurt, 2011). Afet riski yüksek sahalarda meydana gelebilecek tehlike ve tehditleri belirlemek için afet verileri önemli bilgi kaynaklarıdır. Bu nedenle afetlerin mekânsal dağılımını ortaya koymak afet önleme, tehlike ve risk analizleri, planlama ve afet yönetimi konusunda önem arz etmektedir. Afete yol açan doğa olaylarını önlemek mümkün değildir. Ancak geçmişte meydana gelen afetlerin mekânsal dağılımları, risk analizi ve planlama konusunda kıymetli veri kaynaklarıdır. Çünkü afetle başa çıkabilmek için afet öncesi yapılan çalışmaların katkısı büyüktür (Toprak ve Sunkar, 2022). Doğal afet zarar görülebilirliğinin mekânsal dağılımının ortaya konulması, etkili yönetim kararlarının alınması açısından önemli bir adımdır (Field vd., 2012). Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) doğal afetlerin mekânsal dağılımını göstermek, yorumlamak ve değerlendirmek için önemli bir araç olarak ortaya çıkmıştır (Qiu vd., 2019; Wang vd., 2020; Akgül vd., 2022). Doğal ve beşerî afetlere ilişkin çalışmalarda (deprem, yangın, trafik kazaları), CBS tabanlı mekânsal ve istatistiksel analizlerin kullanımı son yıllarda ivme kazanmıştır (Perihanoğlu ve Karaman, 2020). Son yıllarda Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı tarafından yapılan İl Risk Azaltma Planları (IRAP) ve Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP), bu kapsamda yapılan çalışmalara örnek oluşturmaktadır. Bu çalışma Bingöl ilinde afete yol açabilecek deprem, heyelan, kaya düşmesi, su baskını ve çığ olaylarının mekânsal dağılımını CBS kullanarak ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu yaklaşım, afetlere öncelik verilmesi, koruyucu ve önleyici politikaların oluşturulması aşamasında analistlere, yerel yöneticilere ve planlama kuruluşlarına yol gösterecek ve afet yönetimine olumlu katkı sağlayacaktır (Akgül vd., 2022).

Çalışma Alanının Coğrafi Özellikleri

Bingöl, Doğu Anadolu Bölgesi’nde tektonik açıdan hareketli (Arpat, 1971; Arpat ve Şaroğlu, 1972; Seymen ve Aydın, 1972; Arpat ve Şaroğlu, 1975; Şaroğlu vd., 1987) KAF ve DAF’ın kesiştiği kavşak alanında yer almaktadır (Şekil 1, 2). İli kuzeyinden sınırlandıran KAF, inceleme alanında Yedisu, Kargapazarı ve Elmalidere segmentlerinden oluşmaktadır (Duman vd., 2012; Emre vd., 2012 a, b, c; Zabcı, 2012; Akbayram vd., 2023). Bahçeköy ve Toklular segmentleri de Herece (2008) tarafından KAF’ın segmentleri olarak haritalanmıştır. Ancak Emre vd. (2012c) tarafından bu faylar, Bahçeköy Fay Zonu içerisinde değerlendirilmiştir. Arazi çalışmalarında tespit edilen dere ötelenmelerine göre Bahçeköy Fayı doğrultu atım özelliği göstermektedir.

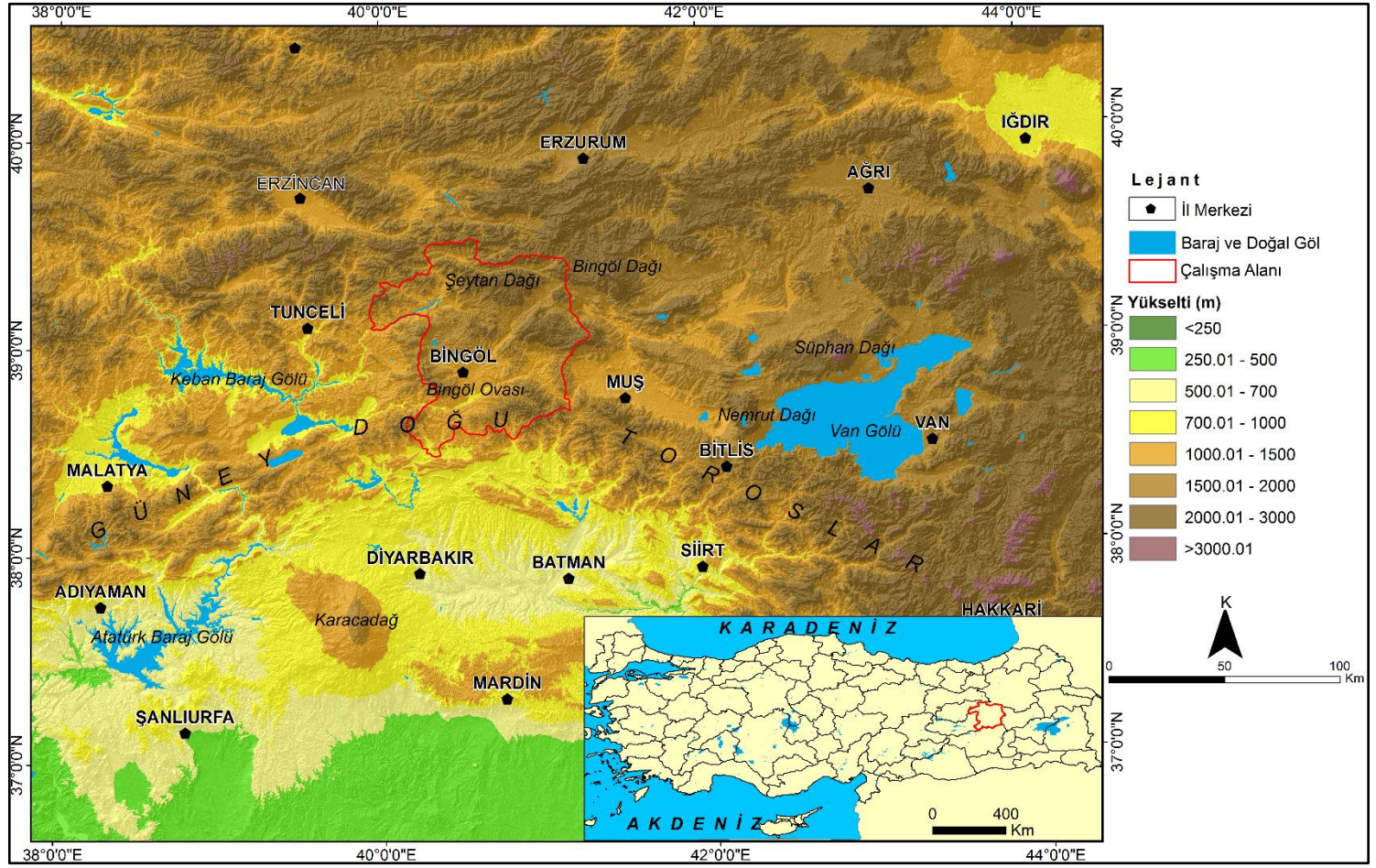
Yedisu, Elmalidere ve Kargapazarı segmentleri üzerinde yaygın olarak birikinti konileri ve sağ yanal ötelenmeler görülmektedir. Fay diklikleri, üçgen yüzeyler ve kütle hareketleri KAF’ın morfolojideki diğer yansımalarını oluşturmaktadır. Zon boyunca Peri Suyu Çayı Vadisi’nde güncel sıcak su çıkışları görülmektedir. Bingöl için tektonik bakımdan önemli olan DAF, Palu, Ilıca ve Karlıova segmentlerinden oluşmaktadır (Duman vd., 2012; Emre vd., 2012a, c; Duman ve Emre, 2013). DAF, güneybatıda Murat Vadisi’nde il sınırları içerisine girmektedir. Zon boyunca doğrultu atım morfolojisine ait çok sayıda şekil görülebilmektedir.

Palu segmenti boyunca çok büyük heyelanlar ve fay diklikleri, Ilıca segmentinde sıcak su kaynakları, üçgen yüzeyler, fay diklikleri, fay aynaları, asılı vadiler, fay basamakları, travertenler, birikinti konileri, fay basamakları, heyelanlar, şelale ve çağlayanlar (Alatepe, Halef, Kılıçlı, Yekmal, Çır şelaleleri) faya bağlı oluşan önemli yapılar karşılık gelmektedir. DAFZ’da Ilıca segmentinde, güncel traverten oluşumları Elmalı ve Hacılar’da devam etmektedir. Karlıova segmenti boyunca ötelenmeler, fay diklikleri, fay gölleri, asılı vadiler, birikinti koni ve yelpazeleri ile heyelanlar yaygın olarak görülmektedir.

İl sınırları içerisinde Yayla ve Yenisu Fayları, aktif fay olarak haritalanmıştır (Emre vd., 2012a). Sağ yanal atımlı olan bu faylar, KB-GD doğrultuludur. İl içerisinde deprem açısından önemli olan diğer bir zon da Sancak-Uzunpazar Fay Zonu (SUFZ)’dur (Duman vd., 2012; Emre vd., 2012 b,c; Emre vd., 2013). SUF, sol yanal atım özelliği gösteren KD-GB doğrultulu aktif bir faydır. SUF, fay diklikleri, fay gölleri, mineralli su kaynakları, çizgisel çöküntü alanları, alüvyal fanlar, kapatan sırtlar ve heyelanlarla morfolojiye yansımıştır.

Bingöl ilinde ana fay zonları dışında tektonik açıdan hareketli çok sayıda fay bulunmaktadır. Bunlardan Sudüğünü Fayı, KB-GD yönlü sağ yanal atımlı bir fay olup (Duman vd., 2012; Emre vd., 2012 b), morfolojide oluşturduğu çizgisel çöküntü alanları ile dikkat çekmektedir. Karakoçan Fayı, Varto Fayı, Kavakbaşı Fayı, Yorgançayır-Kaynarca Fayı ve Güneydoğu Anadolu Bindirmesi, il içerisinde depremlere neden olabilecek diğer tektonik yapılarıdır (Arpat, 1977; Herece, 2008; Akyüz vd., 2010; Duman vd., 2012; Emre vd., 2012a, b, c; Zengin, 2020; Selçuk vd., 2021; Avci ve Güneş, 2022; Şekil 2).

Şekil 1
Bingöl İlinin Lokasyon Haritası.



Bingöl ilinde volkanik, metamorfik ve sedimanter birimler, geniş yüzeylenme alanına sahiptir. İlin güneyinde metamorfikler, kuzeyde sedimanter kayalar ve bu iki birim arasında da volkanikler geniş alan kaplamaktadır. Metamorfikler daha çok şist, gnays ve mermerlerden oluşurken, volkanikler aglomera, dasit, tüf, bazalt ve andezitten, sedimanter birimler ise daha çok karasal kırıntılar ve karbonatlardan oluşmaktadır (Tarhan, 2002).

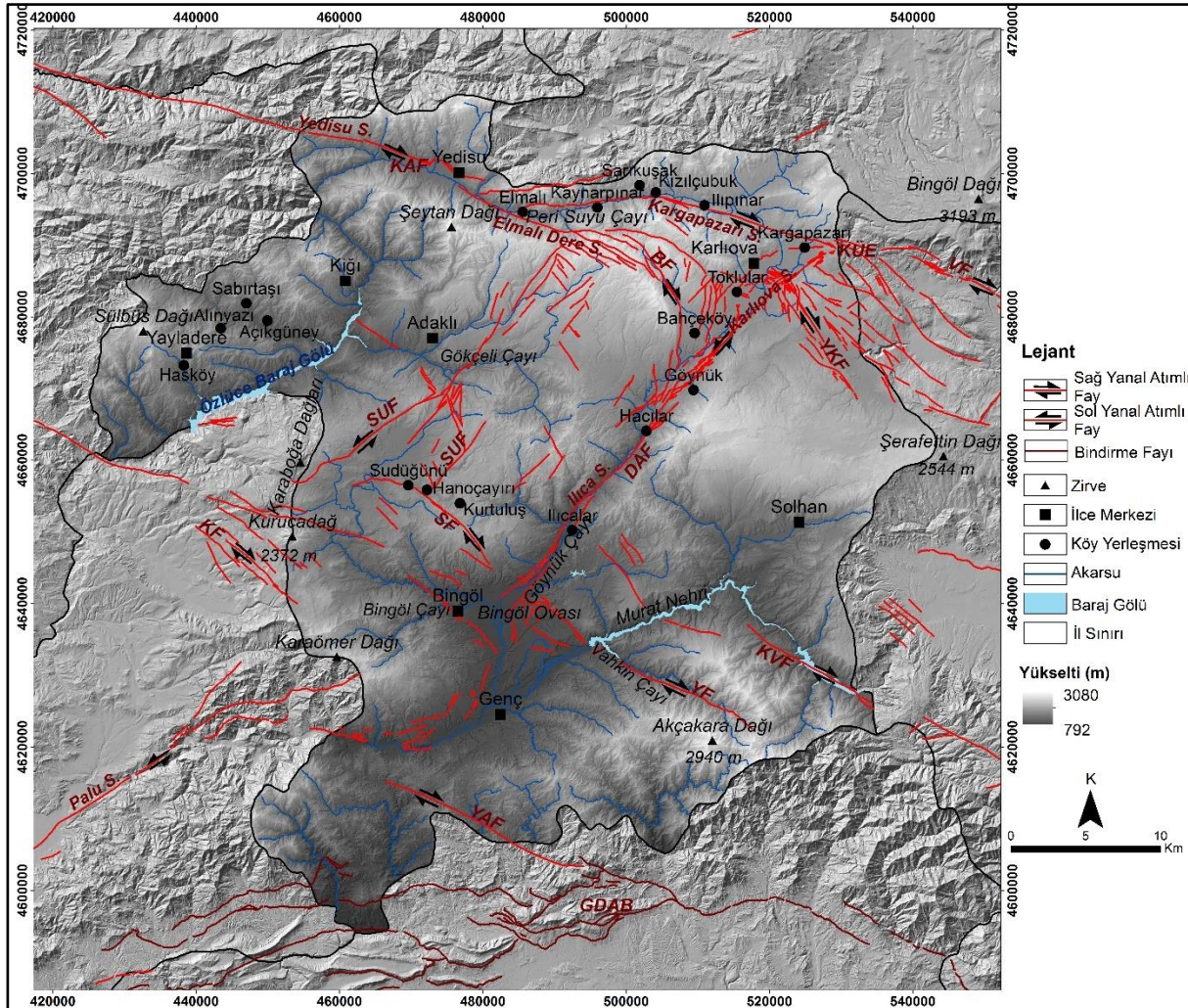
Sayısal Yükseklik Modeline (SYM-5*5 m çözünürlüklü, Harita Genel Müdürlüğü (HGM, 2023) göre il genelinde nisbi yükselti farkı, yaklaşık 2300 m'dir. Yükselti değerleri 792-3080 m arasında değişmekte olup il genelinde yükselti ortalaması 1747 m'dir. Bingöl Ovası'ndan batıya, kuzeye, doğuya ve güneydoğuya gidildikçe yükselti artmaktadır. Batıda yükselti, Karaömer ve Karaboğa Dağları ile Kurucadağ'da, kuzeyde Şeytan Dağı'nda, doğuda, Solhan kuzeyinde, Şerafettin Dağı ve çevresinde artmaktadır. Güneyde yer alan Akçakara Dağı (2940 m) il sınırları içerisindeki en yüksek zirvelerden birine karşılık gelmektedir. Akçakara Dağı ile Vahkin Çayı tabanı arasındaki yükselti farkı 1800 m civarında iken, Peri Suyu Çayı Vadi tabanı ile çevreleyen dağlık kütleler arasındaki yükselti farkı yaklaşık 1300 m'dir. Dağlık

küteller aynı zamanda heyelan ve çığ olaylarının sıklıkla meydana geldiği sahalardır (Şekil 3).

SYM verisinden oluşturulan haritaya göre; eğim değerleri minimum 0°, maksimum 90° ve ortalama 18°'dir. İl içerisinde, güneyde Akçakara Dağı ve çevresinde, batıda Karaömer Dağı ve çevresinde, güneybatıda ve güneydoğuda Murat Nehri Vadisi yamaçlarında, kuzeyde Göynük Çayı Vadisi yamaçlarında, Şeytan Dağı ve çevresinde, Peri Suyu Çayı Vadisi yamaçlarında eğim artmaktadır. Plato yüzeyleri, ova/havza ve depresyon tabanlarında eğim düşüktür. Eğim değişkenliği kuzeyde Peri Suyu Çayı Havzası ile Akçakara Dağı çevresinde fazladır. Volkanik platoların yer aldığı Solhan ve Göynük kuzeyinde eğim değişkenliği azdır. Çalışma alanında yüksek eğim değerleri heyelan, kaya düşmesi ve çığ olaylarının meydana gelmesinde hazırlayıcı rol oynamaktadır. Akarsuların ova/havza tabanlarında birleşmesi su baskınlarının afet boyutuna dönüşmesinde etkili olmaktadır. İl genelinde eğim değerleri çığ oluşumu için kar toplanmasını ve harekete geçmesini mümkün kılacak değerdedir (Şekil 4).

Şekil 2

Bingöl ve Çevresinin Tektonik Haritası (Faylar; Duman vd., 2012; Emre vd., 2012 a,b,c'den alınmıştır. KAF, Kuzey Anadolu Fayı, BF, Bahçeköy Fayı, DAF, Doğu Anadolu Fayı, VF, Varto Fayı, YKF, Yorgançayır-Kaynarca Fayı, KVF, Kavakbaşı Fayı, YF, Yenisu Fayı, YAF, Yayla Fayı, KF, Karakoçan Fayı, SF, Sudüğünü Fayı, SUF, Sancak-Uzunpazar Fayı).



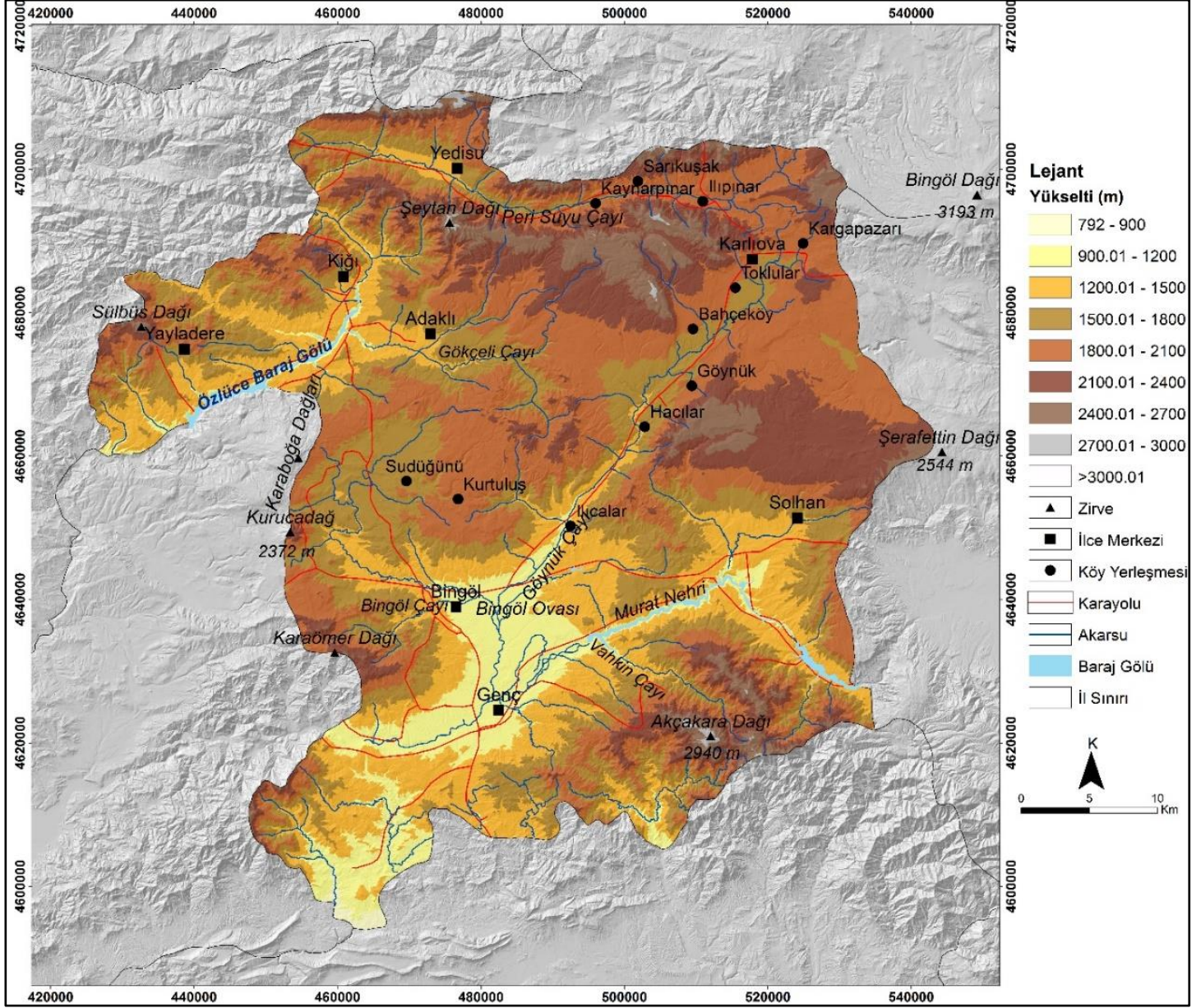
Bingöl, kısmen Doğu Anadolu Bölgesi'nin güneybatısında yer aldığından, kış mevsimi bölgenin kuzeydoğusunda yer alan yüksek sahalara nazaran, daha kısa, yaz mevsimi ise daha uzun sürmektedir. Yaz ve kış arasında yaşanan bu farklılık sıcaklık ve yağış şartlarında da görülmektedir. Bingöl Ovası ve çevresinde yazlar sıcak, kışlar soğuk geçerken, dağların birbirine yaklaşarak sıkışması ve coğrafi konumu nedeniyle Bingöl, bölge geneline göre en fazla yağış alan lokasyonlardan birini oluşturmaktadır (Tonbul, 1990a; Avcı ve Sunkar, 2021). Karasal iklim özelliklerinin etkili olduğu Bingöl ilinde kışlar soğuk ve kar yağışlı, yazlar sıcak ve kurak geçmektedir. Bingöl ilinde iklim özellikleri Bingöl Merkez, Genç, Solhan ve Kiğı istasyonlarının aylık ortalama sıcaklık ve yağış verileri ile değerlendirilmiştir. Rasat süresi daha uzun olan bu istasyonların sıcaklık verileri karşılaştırıldığında; ortalama sıcaklık Bingöl'de 12°C, Genç'te 11.9°C, Solhan'da 10.3°C ve Kiğı'da 9.7 °C'dir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), 2018). İl içerisinde kuzeye gidildikçe sıcaklık ortalamaları azalmaktadır. Ortalama sıcaklığın en yüksek olan merkez en güneyde olan Genç'tir. Bingöl ve Kiğı istasyonları arasında ortalama sıcaklık değerleri açısından 2.3°C'lik bir fark bulunmaktadır. Bu farklılık coğrafi enlem ve

yükseltiden kaynaklanmaktadır. Sıcaklık dağılışında yükseltinin etkisi, coğrafi enlemin etkisine göre daha fazladır. Termik anomaliler karasallık ve yükseltiden kaynaklanmaktadır. Yıllık yağış miktarı, Bingöl'de 940 mm, Genç'te 863.3 mm, Solhan'da 698.8 mm ve Kiğı'da 969.2 mm'dir. Değerlendirilen istasyonlarda, maksimum yağış Kiğı'da, minimum yağış ise Solhan'da düşmektedir (Şekil 5, 6). İl içerisinde yağış dağılışında yükselti ve hava kütlelerine dönüklük etkili olmuştur. Bingöl, Genç ve Kiğı'da yağış miktarı daha fazla olup kuzeydoğuya gidildikçe yağış azalmaktadır. Yağışın mevsimlere dağılışı değerlendirildiğinde; Bingöl ve Genç'te Akdeniz yağış rejimini yansıtabilecek şekilde en çok yağış kış mevsiminde, en az yağış ise yaz mevsiminde düşmektedir. Solhan ve Kiğı istasyonlarında karasal yağış rejimi nedeniyle en yağışlı mevsim ilkbahar iken, en az yağışlı mevsim yazdır (Şekil 6). İklim özellikleri ile afet ilişkisi değerlendirildiğinde; il içerisinde günlük ve yıllık sıcaklık farklarının fazlalığına bağlı olarak hızlı fiziksel çözülmenin olduğu görülmektedir. Fiziksel çözülmenin fazla olmasında donma-çözülmenin de etkisi fazladır. Yükseltinin fazla olması donma-çözülmenin artmasına yol açmıştır. Çözölmeye bağlı olarak oluşan enkaz malzemenin

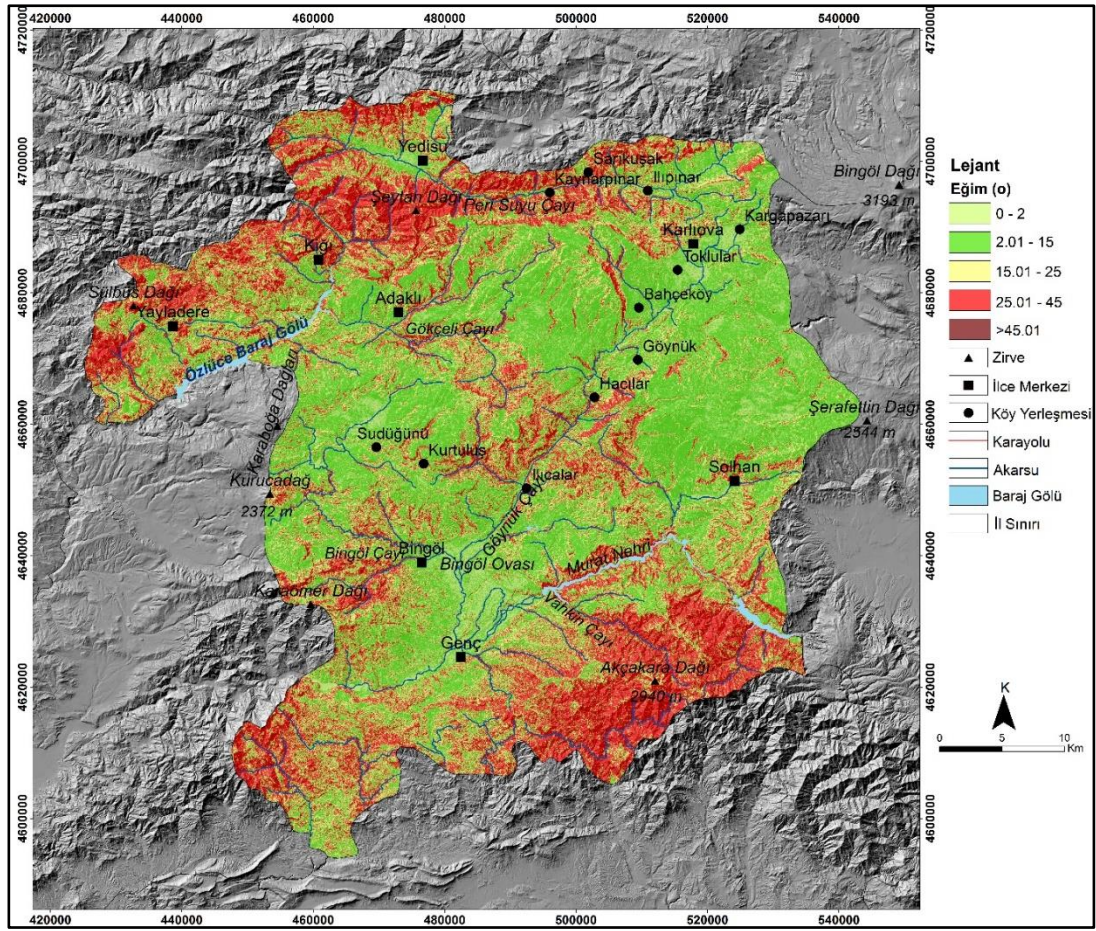
bulunduğu alanlar, heyelan açısından risk oluşturmaktadır. Kış mevsimindeki kar yağışları, çığ ve heyelanların meydana gelmesini kolaylaştırmaktadır. İlkbahar yağışlarının fazlalığına kış mevsiminde düşen karların erimesi de eklenince zemine

sızabilecek su miktarı artmakta, heyelanların oluşumu hızlanmaktadır. Bu dönemdeki ani kar erimeleri çığ ve su baskınlarına neden olmaktadır.

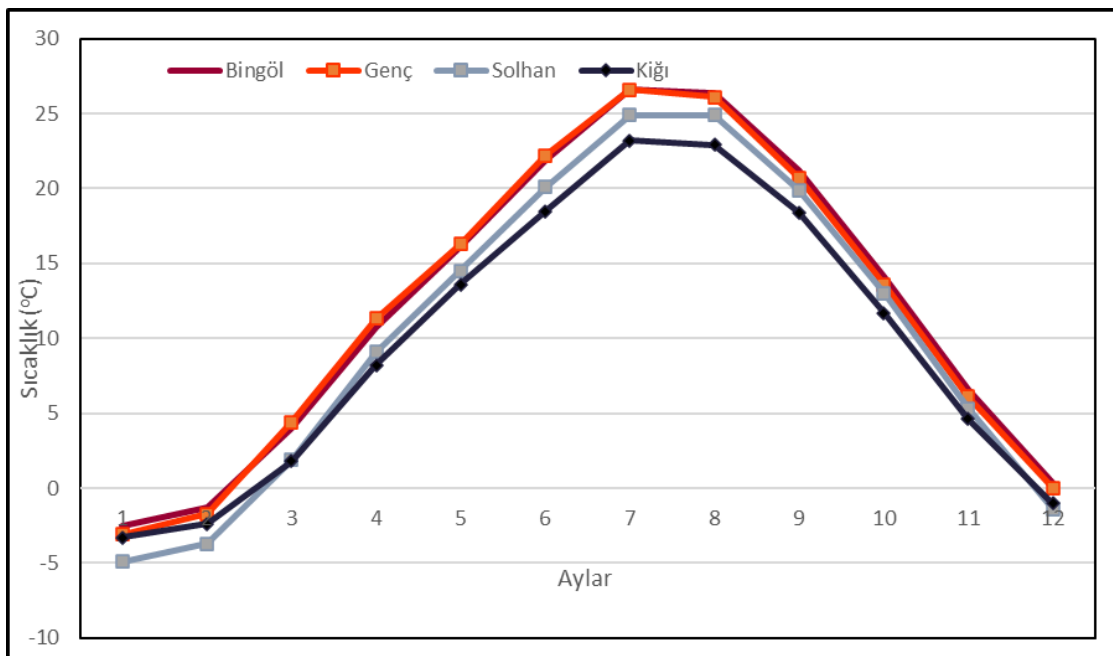
Şekil 3
Bingöl İlının Fiziki Haritası.



Şekil 4
Bingöl İlinin Eğim Haritası.

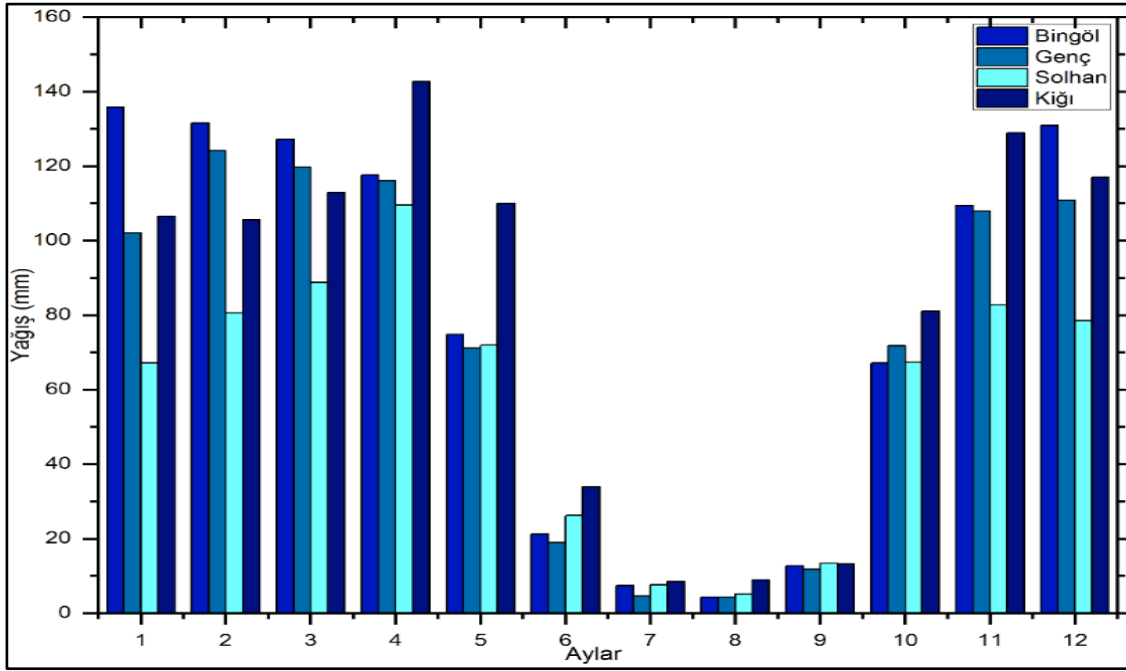


Şekil 5
Bingöl (1960-2017), Genç (1979-2017), Solhan (1964-2017) ve Kiğı İstasyonlarında (1988-2017) Uzun Yıllar Aylık Ortalama Sıcaklığın Dağılımı (Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), 2018).



Şekil 6

Bingöl (1960-2017), Genç (1978-2017), Solhan (1960-2017) ve Kiğı (1987-2017) İstasyonlarında Yağışın Aylara Dağılımı (MGM, 2018).



Nüfus Özellikleri

2024 yılı Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNSK) verilerine göre Bingöl ilinde 283.276 kişi yaşamaktadır. İl nüfusunun %30,75'si köylerde, %69,25'i şehirde ikamet etmektedir. Merkez ilçede yaşayan nüfusun il nüfusuna oranı %61,37'dir. İl genelinde kuzeye gidildikçe nüfus miktarının azaldığı görülmekte olup, kuzeyde yer alan Yayladere ilçesi 1996 kişiyle en az nüfusa sahiptir. Yayladere'yi, 2728 nüfusla Yedisu ilçesi takip etmektedir (TÜİK, 2025). Nüfusun büyük bölümü aktif fay zonları içerisinde, faylara çok yakın konumdaki yerleşmelerde yaşamaktadır. İl genelinde, doğal afetler nedeniyle çok sayıda yerleşmenin yeri değiştirilmiştir. Yakut (2022)'ye göre Bingöl ilinde doğal olaylar nedeniyle yeri değiştirilen yerleşme sayısı 38'dir.

Yöntem

Bingöl ilinde doğal tehlikelerin analizi amacıyla 1958-2022 (Nisan) yılları arasında meydana gelen doğal olay lokasyonları kullanarak CBS analizleri için veri setleri oluşturulmuştur. Doğal olay lokasyonları CBS veri tabanına işlenmiş ve Kernel Yoğunluk Modülü ile il içerisinde doğal olayların yoğunluk kazandığı sahalara belirlenmiştir. ArcMAP'te, nokta ya da çizgisel özellikler kullanarak belirli bir alan içerisindeki yoğunluk hesaplamaları için (ArcGIS Desktop Help, 2024) noktasal (point), Kernel ve çizgisel (line) yoğunluk araçları kullanılmaktadır. Kernel yoğunluk, örnek her bir noktanın etrafına dairesel bir alan çizilerek ve noktanın bulunduğu yerden dairesel alan sınırına doğru 1'den 0'a doğru giden matematiksel bir fonksiyon kullanılarak belirlenir (Kahraman ve Ünsal, 2014). İl içerisinde fay hatlarının yoğunluğu, Line density (çizgi yoğunluğu) aracı ile belirlenmiştir. Line density

aracı, her bir hücrenin etrafındaki bir yarıçap içerisinde kalan çizgiselliklerin birim alan başına büyüklüğünü hesaplamaktadır (ArcGIS Desktop Help, 2024; ARCGIS 2024a,b). Aktif fay hatlarına olan uzaklık da Euclidean Distance aracı ile belirlenmiştir. Mesafe analizlerinde yaygın olarak kullanılan bu araç, belirlenen mesafe içinde hücrelerin kaynağa en yakın uzaklığını bulmak için kullanılır (Kahraman ve Ünsal, 2014). Litolojik birimlerle heyelan yoğunluğu arasındaki ilişki zonal istatistik kullanılarak belirlenmiştir. 1/25000 ölçekli Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü (2025) sayısal jeoloji haritaları ile heyelan yoğunluğu katmanı çakıştırılmış, litolojik birimlerin heyelan yoğunluğu bulunmuştur.

Doğal olaylarının kümelenme gösterip göstermediği ortalama en yakın komşuluk analizi ile ortaya konulmuştur. En yakın komşuluk analizi, doğal olay lokasyonlarını dikkate alarak, lokasyonlarına bağlı olarak kümelenme, rastgele ya da tek düze bir eğilim olup, olmadığını ortaya koymaktadır (Karabacak vd., 2019). Ortalama en yakın komşu aracı (Average nearest neighbor-ANN tool), her bir özelliğin merkez noktası ile en yakın komşusu olan özelliğin merkez noktası konumu arasındaki mesafeyi ölçmektedir. Daha sonra en yakın komşu mesafelerinin ortalamasını alarak hesaplama yapılır. Ortalama mesafe, varsayımsal bir rastgele dağılım için ortalamadan az olduğunda, analiz edilen özelliklerin kümelenmiş bir patern gösterdiği kabul edilir. Ortalama mesafe varsayımsal bir rastgele dağılımdan daha büyük olduğunda, kümelenmenin olmadığı, özelliklerin dağılımı kabul edilir. Ortalama en yakın komşu oranı, gözlenen ortalama mesafenin beklenen ortalama mesafeye bölünmesiyle hesaplanmaktadır (beklenen ortalama mesafe, aynı toplam alanı kapsayan aynı sayıda özelliğe sahip varsayımsal bir rastgele dağılıma dayanmaktadır) (ArcGIS Desktop Help, 2024). Ortalama

en yakın komşuluk analizi formül 1 kullanılarak yapılmaktadır.

$$ANN = \frac{\overline{D}_O}{\overline{D}_E}$$

Formül 1

Formülde $\overline{D}_O$, her bir özellik ile en yakın komşusu arasındaki gözlenen ortalama mesafedir (Formül 2, ARCGIS 2024c).

$$\overline{D}_O = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n}$$

Formül 2

$\overline{D}_E$, rastgele bir desende verilen özellikler için beklenen ortalama mesafedir (Formül 3, ARCGIS, 2024c).

$$\overline{D}_E = \frac{0.5}{\sqrt{n/A}}$$

Formül 3

Yukarıdaki denklemde d_i , i özelliği ile komşu özelliği arasındaki mesafeye, n toplam özellik sayısına, A ise tüm özelliklerin etrafını çevreleyen minimum dikdörtgenin alanına veya kullanıcı tarafından belirtilen bir alan değerine karşılık gelir. İstatistik için ortalama en yakın komşu z-puanı şu şekilde hesaplanır (Formül 4, ARCGIS, 2024c).

$$z = \frac{\overline{D}_O - \overline{D}_E}{SE}$$

Formül 4

$$SE = \frac{0.26136}{\sqrt{n^2/A}}$$

Formül 5

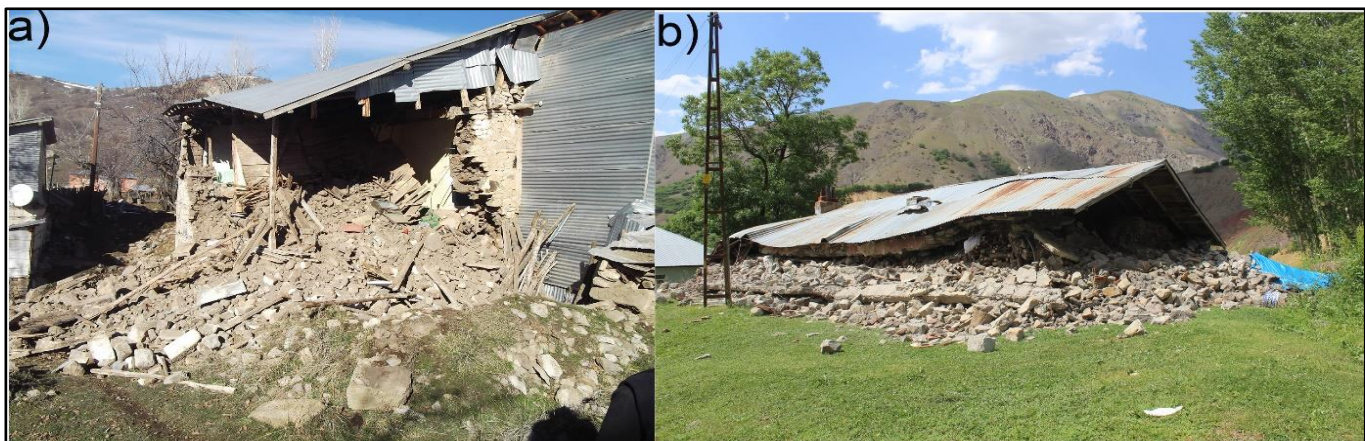
Bulgular

Bu bölümde il genelinde meydana gelen doğal olaylar etki derecelerine göre ayrı başlıklar halinde değerlendirilmiştir.

Bingöl İlinde Afete Yol Açabilecek Doğal Tehlikeler/Olaylar (1958-2022)

1950-2019 yılları arasında ülkemizde meydana çığ, heyelan, kaya düşmesi ve su baskını afetleri açısından Bingöl, Doğu Anadolu Bölgesi'nde Bitlis ilinden sonra 2. sırada yer almaktadır (Akgül vd., 2022). İl içerisinde 1958-2022 (Nisan) yılları arasında yerleşmeleri etkileyen doğal olay sayıları, deprem 156, heyelan 392, çığ 183, su baskını 150 ve kaya düşmesi 94'tür (AFAD, 2022). İl genelinde yerleşmeleri etkileyen (olay sayısının fazlalığı açısından) en önemli olay heyelandır. Can kayıpları açısından ise deprem 1. sırada gelmektedir. Aletsel dönemde yaşanan depremlerde; 1934 yılında (Çapakçur depremi) 12 kişi, 1949'da (Karlıova-Kiğı depremi) 450 kişi; (MMO, 2011; Apuhan, 2020), 1971'de (Bingöl depremi) 878 kişi, 2003'de (Bingöl depremi) 184 kişi (MMO,2011; Karataş, 2020), 2020 yılında (Kaynarıpınar depremi) ise 1 kişi hayatını kaybetmiştir (Şekil 7).

Şekil 7
Bingöl Kuzeyinde Meydana Gelen, 2005 Açıkğüney (a) ve 2020 Kaynarıpınar Depremlerinde (b) Kırsalda Çok Sayıda Yapı Zarar Görmüştür.

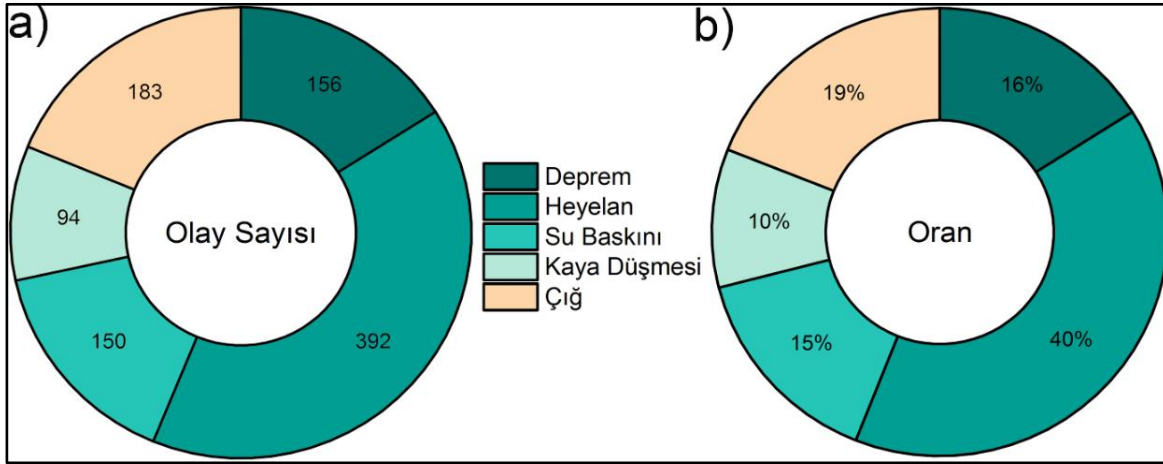


İl sınırları içerisinde en fazla can kaybına yol açan heyelan olayı, Yeldeğirmeni köyünde meydana gelmiştir. 1988 yılında meydana gelen heyelanda 10 kişi hayatını kaybetmiştir (Avcı, 2016). Olay sayısı açısından kaya düşmesi son sırada gelmektedir. Değerlendirilen dönemde doğal tehlike/olay sayısı toplamının 1000'e yakın olması ilin afet riskinin yüksek olduğunu gösteren başka bir kanıttır (Şekil 8).

Doğal olay sayısı Merkez ilçede en fazla iken (302), Yayladere ilçesinde en azdır (46). Doğal olay sayısı Genç'te 140, Adaklı'da 129, Solhan'da 128, Karlıova'da 96, Kiğı'da 70 ve Yedisu'da 64'tür. Değerlendirilen dönemde afete yol açabilecek doğal olayların %58,5'i Bingöl, Genç ve Adaklı'da meydana gelmiştir. Bu durum bu merkezlerin jeolojik, jeomorfolojik, iklimatik özellikleri ve antropojenik etkilerle ilgilidir (Şekil 9).

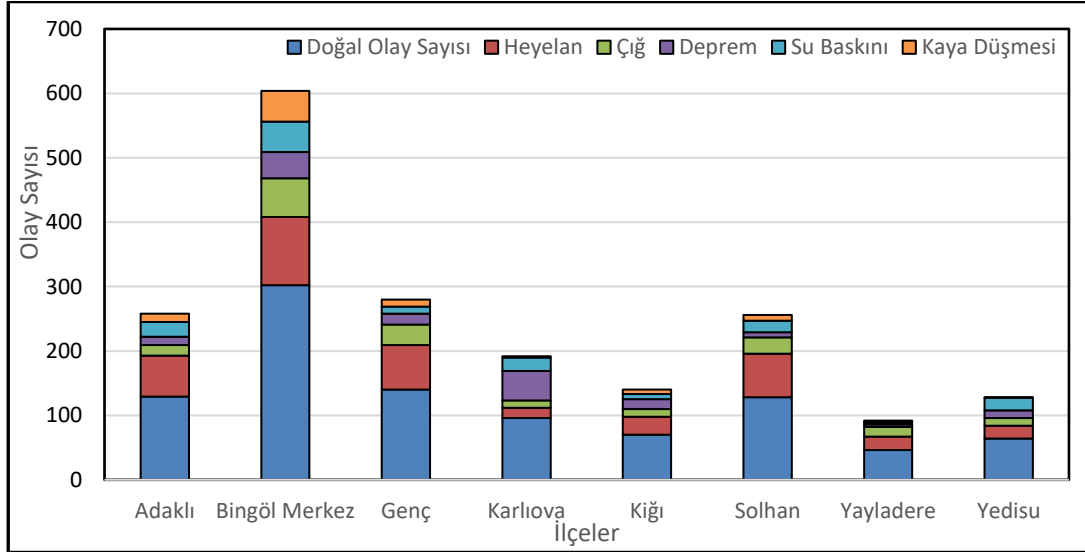
Şekil 8

Bingöl İlinde Doğal Tehlike Kaynaklarının Sayı (a) ve Oransal (b) Dağılımı (AFAD, 2022).



Şekil 9

Bingöl İlinde Doğal Tehlike Kaynaklarının İlçelere Dağılımı (AFAD, 2022).



Deprem

Türkiye aktif fay verisi (Duman vd., 2012; Emre vd., 2012a, b, c) kullanılarak oluşturulan haritaya göre il içerisinde aktif fay yoğunluğu 0-9,25 km/km² arasında değişmektedir. Ortalama aktif fay yoğunluğu ise 0,66 km/km²'dir. Haritaya göre; il içerisinde fay yoğunluğunun arttığı başlıca alanlar; Sancak Havzası ve çevresi, Peri Suyu Çayı Vadisi, Göynük Çayı Vadisi'nin güneyi ve kuzeyi ile Karlıova Üçlü Eklemleri (KÜE)'nin güneyidir. Yoğunluk, Sancak Havzası ve çevresinde Sancak-Uzunpazar Fay Zonu ile Sudüğünü Fay Zonuna bağlı olarak artmıştır. Peri Suyu Çayı Vadisi'nde KAF'ın Yedisu, Kargapazarı ve Elmalidere segmentlerine bağlı olarak aktif fay yoğunluğu artmaktadır. Bahçeköy Fay Zonuna bağlı olarak Karlıova Havzası batısında aktif fay yoğunluğu yüksektir. Göynük Çayı Vadisi'nde DAF'ın Göynük ve Karlıova segmentlerine bağlı olarak yoğunluk artmaktadır. Fay yoğunluğunun yüksek olduğu bir diğer saha Yorgançayır-Kaynarca Fay Zonuna bağlı olarak KÜE

güneyidir.

Özşahin (2013), 1970-2012 yılları arasında Türkiye'de yaşanmış doğal afetleri değerlendirdiği çalışmasında Bingöl ilinin deprem açısından 17 olayla 1. sırada yer aldığını belirtmektedir. Menteşe ve Tağıl (2016) tarafından yapılan başka bir çalışmada Türkiye'de 2005-2015 yılları arasında meydana gelmiş m>4 depremler mekânsal istatistiğe tabi tutulmuştur. Bu çalışma sonuçları ile şiddeti yüksek deprem episantırlarının median merkezi ve ortalama merkezinin Türkiye'nin doğusu, median merkezinin ise, ortalama merkezin doğusunda yaklaşık olarak Bingöl'ün kuzeyine denk geldiği ortaya konulmuştur (Menteşe ve Tağıl, 2016). Bingöl il sınırları içerisinde KAF, DAF ve ikincil faylar deprem üreten tektonik yapılarıdır. 1685 Gönek (Göynük, Mg. 6.7), 1866 Karlıova (Mg. 7.2) ve 1784 Yedisu depremleri (Mg. 7.0) tarihsel dönemde Bingöl ve çevresini etkileyen şiddetli depremlerdir (Kıranşan, 2022). 1900-2024 yılları arasında Bingöl ve çevresinde orta şiddetli ve şiddetli 44 deprem meydana

gelmiştir. Bu depremlerin magnitüdü 5,0 ile 6,8 arasında değişmekte olup 42'si orta şiddetli, 2'si ise şiddetli deprem sınıfında yer almaktadır. Bingöl'de 22 Mayıs 1971 tarihinde Göynük Çayı Vadisi'ni izleyen fay üzerinde meydana gelen 6.8

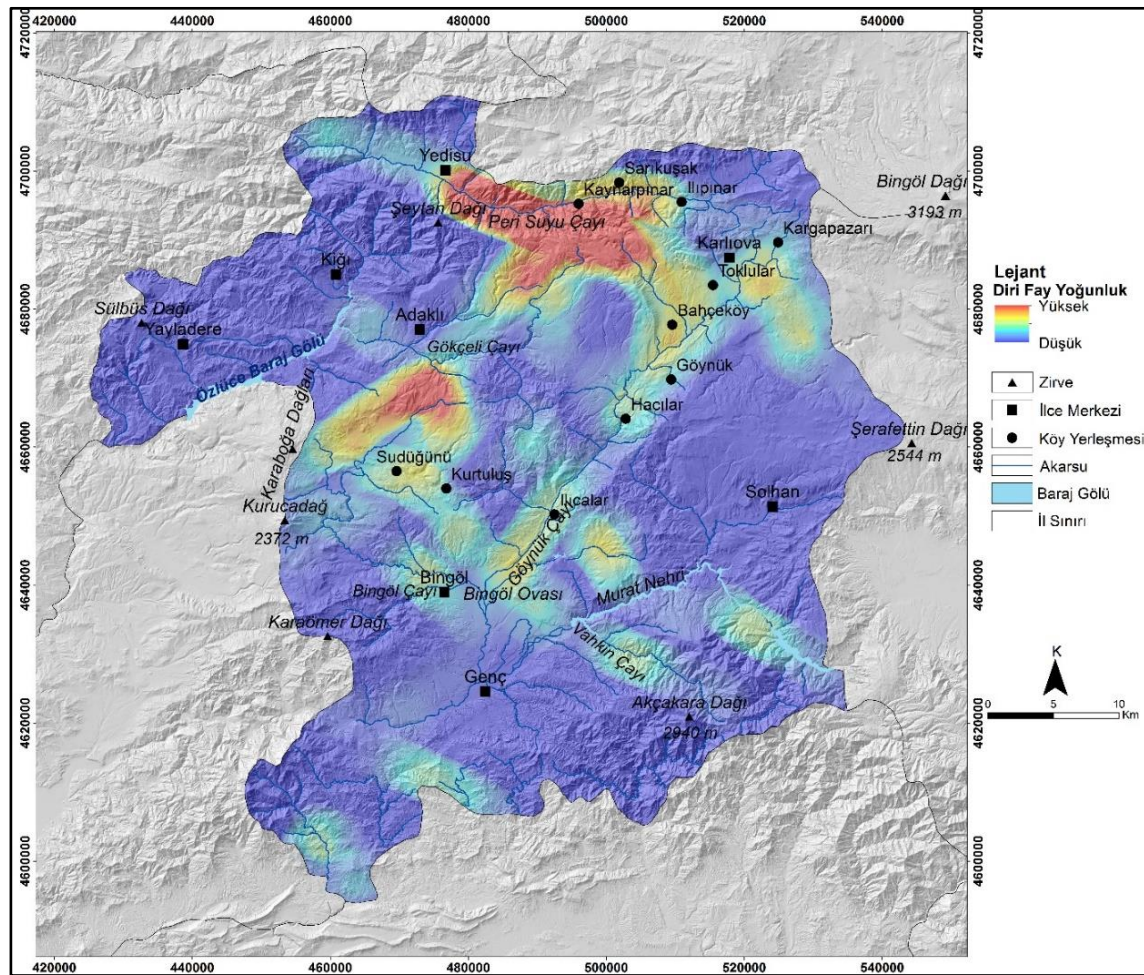
büyükliğündeki deprem, magnitüdü en büyük depremdir (Bilgin vd., 1972). Bingöl ili genelinde depremler Göynük Çayı ile Peri Suyu Çayı havzalarında olduğu gibi çok sayıda yerleşmenin yer değiştirmesine neden olmuştur (Şekil 10 ve 11, Tablo 1).

Tablo 1

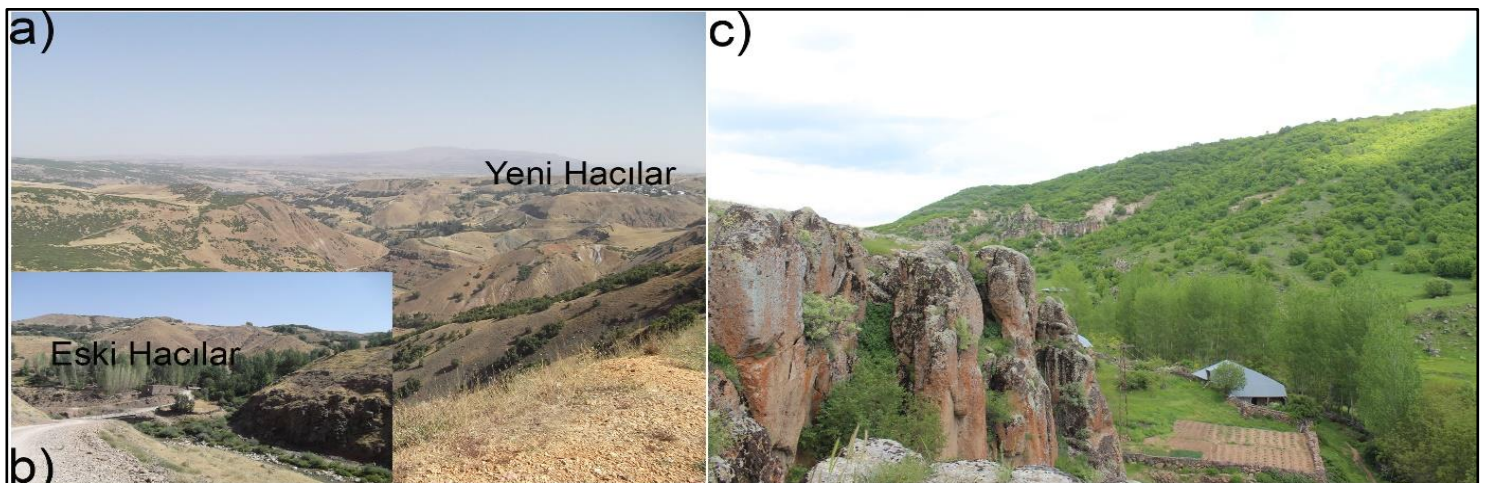
Bingöl İl Merkezine 100 Km Yarıçaplı Bir Alanda Magnitüdü 5,0 ve Üzeri Olan Depremler Tablosu (1900-2024, KOERİ, 2024)

Tarih	Zaman	Enlem (K)	Boylam(D)	Derinlik (km)	Magnitüd	Lokasyon
06.04.1907	00:00	39.30	40.40	30	5,2	Eskikavak-Kığı (Bingöl)
05.03.1909	12:16	39.00	40.00	30	5,2	Hamzalı-Karakoçan (Elazığ)
08.02.1930	05:20	38.52	39.40	100	5,3	Cevizdere (Elazığ)
12.11.1934	07:19	38.54	41.00	50	5,9	Dolun-Kulp (Diyarbakır)
13.10.1935	19:32	39.35	40.52	40	5,3	Şenköy-Yedisu (Bingöl)
23.09.1940	19:30	38.96	39.32	80	5,2	Söğütlütepe-Pertek (Tunceli)
18.08.1948	19:06	38.51	39.25	10	5,3	Gözebaşı (Elazığ)
28.03.1954	04:47	39.03	40.97	10	5,5	Yığıtharmanı-Solhan (Bingöl)
07.07.1957	05:58	39.37	40.46	60	5,3	Cevizli-Adaklı (Bingöl)
04.09.1964	03:36	39.40	40.28	54	5,1	Şampaşakaraderbendi- Pülümür (Tunceli)
20.08.1966	12:01	39.16	40.70	33	5,7	Kırkpınar-Adaklı (Bingöl)
24.09.1968	04:19	39.19	40.29	8	5,3	Darköprü-Kığı (Bingöl)
25.09.1968	20:52	39.24	40.29	41	5,3	Dallıca-Kığı (Bingöl)
01.10.1969	20:33	39.32	40.56	17	5,0	Çatmaoluk-Adaklı (Bingöl)
22.05.1971	16:43	38.85	40.52	3	6,8	Güveçli (Bingöl)
22.05.1971	17:34	38.92	40.65	26	5,0	Kardeşler (Bingöl)
22.05.1971	18:35	39.08	40.63	41	5,0	Kabaçalı-Adaklı (Bingöl)
10.09.1973	03:02	38.48	39.64	39	5,0	Kayalar-Maden (Elazığ)
06.09.1975	09:20	38.51	40.77	32	6,6	Üçdamlar-Lice (Diyarbakır)
06.09.1975	10:13	38.55	40.58	47	5,2	Örtülü-Lice (Diyarbakır)
06.09.1975	10:52	38.46	40.82	47	5,1	Zümrüt-Lice (Diyarbakır)
06.09.1975	12:24	38.44	40.48	44	5,0	Duru-Lice (Diyarbakır)
11.09.1975	09:40	38.40	40.30	53	5,2	Tepe-Dicle (Diyarbakır)
03.10.1975	14:58	38.45	40.66	50	5,0	Lice (Diyarbakır)
15.11.1975	06:45	38.49	40.63	50	5,1	Hedik-Lice (Diyarbakır)
05.09.1976	22:07	38.51	40.94	17	5,0	Narlıca-Kulp (Diyarbakır)
25.03.1977	02:39	38.58	40.03	29	5,0	Kayahisar-Arıcak (Elazığ)
11.07.1980	12:33	38.54	40.83	53	5,1	Çağlayan-Kulp (Diyarbakır)
22.02.1987	06:51	38.42	40.50	10	5,0	Duru-Lice (Diyarbakır)
07.05.1992	19:15	38.69	40.14	18	5,0	Güllüce-Palu (Elazığ)
05.12.1995	18:49	39.35	40.22	33	5,7	Sabırtaşı-Kığı (Bingöl)
01.05.2003	00:27	39.01	40.46	10	6,4	Kurtuluş (Bingöl)
11.08.2004	15:48	38.37	39.22	10	5,9	Doğansu-Sivrice (Elazığ)
21.02.2007	11:05	38.35	39.30	7,5	5,9	Albayrak-Çüngüş (Diyarbakır)
08.03.2010	02:32	38.83	40.13	5	6,1	İsağamezrası-Kovancılar (Elazığ)
08.03.2010	10:14	38.82	40.12	5	5,2	İsağamezrası-Kovancılar (Elazığ)
08.03.2010	11:12	38.78	40.09	5	5,3	Yukarımirahmet-Kovancılar (Elazığ)
24.03.2010	14:11	38.77	40.10	5	5,1	Yukarımirahmet-Kovancılar (Elazığ)
23.06.2011	07:34	38.57	39.62	5,5	5,4	Kartaldere-Maden (Elazığ)
02.12.2015	23:27	39.28	40.23	5	5,5	Yazgünü-Kığı (Bingöl)
14.06.2020	14:24	39.33	40.75	5	5,9	Kaynarpınar-Karlıova (Bingöl)
27.12.2020	06:37	38.50	39.21	5	5,6	Kavaktepe (Elazığ)
25.06.2021	18:28	39.16	40.25	5	5,3	Sarıhan-Karakocan (Elazığ)
17.02.2023	00:35	39.18	40.23	7	5,0	Bilekkaya-Yayladere (Bingöl)

Şekil 10
Bingöl İlinin Aktif Fay Yoğunluğu Haritası.



Şekil 11
Hacılar (a,b) ve Oğuldere (c-Eski Yerleşme Yeri) Köyleri Depremler Nedeniyle Yeri Değiştirilen Yerleşmelere Örnektir. Oğuldere Köyü Yeni Yerleşim Alanında Kaya Düşmesi Riski Bulunmaktadır. Bu Durum Nakillerde Yer Seçiminin İsabetli Olmadığını Göstermektedir.



Yerleşmeleri etkileyen depremlerin yoğunluk haritasına göre Bingöl Ovası kuzeyinde, Sudüğünü-Hanoçayırı ve Kurtuluş arasındaki alanda yoğunluk yüksek olup, bu sonuç Sancak-Uzunpazar Fayı ile bu faya conjugent (çapraz) faylardan

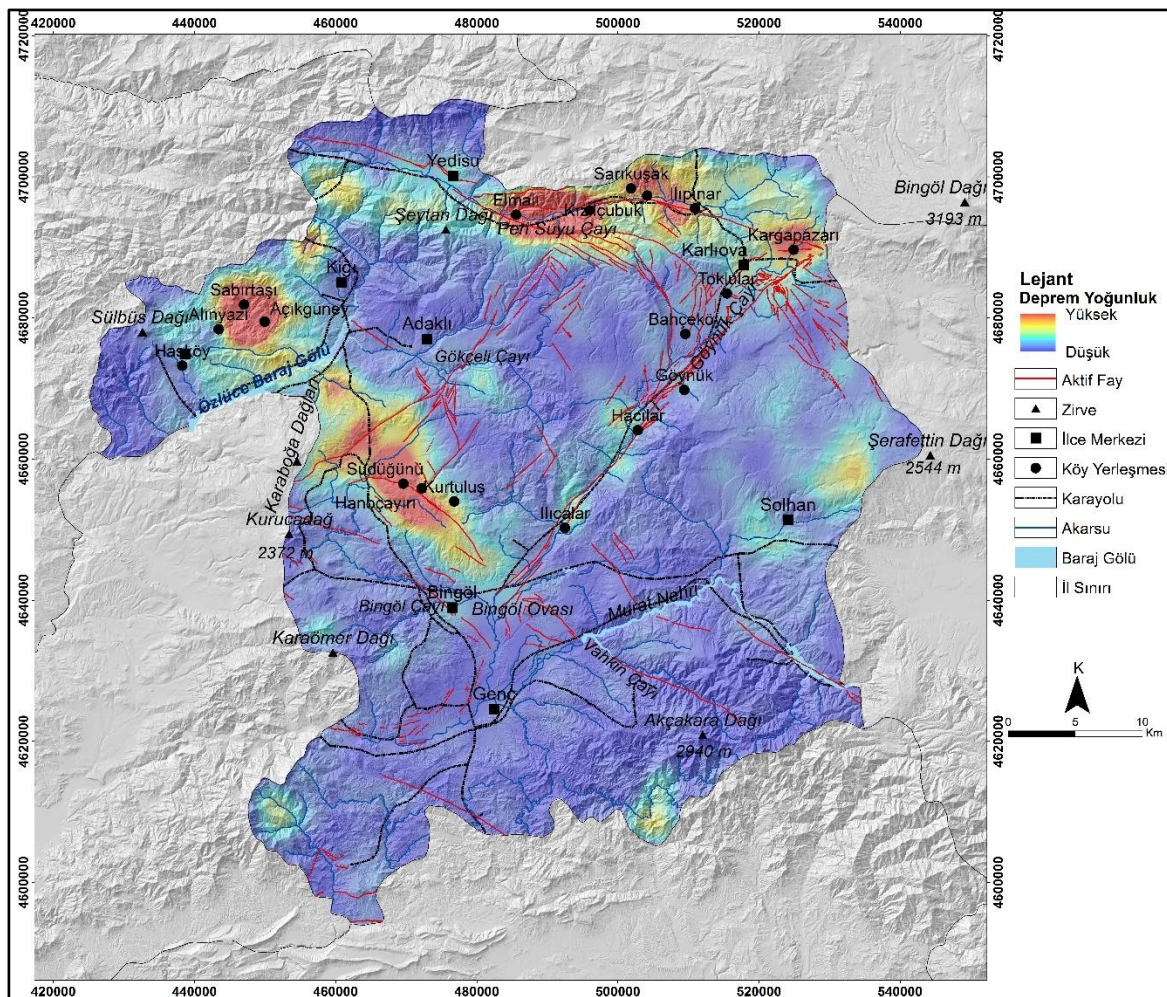
(Sudüğünü Fayı) kaynaklanmaktadır. Ayrıca Kiğı güneybatısında Açıkgüney-Alinyazı ve Sabırtaş arasındaki sahada da deprem yoğunluğu artmaktadır (Şekil 12).

Ancak MTA tarafından hazırlanan haritalarda bu sahada

herhangi bir aktif fay yoktur. Fakat bu alan aktif tektonik belirteçlerden kaplıcalara sahiptir. Alinyazı ve Sabirtaş'ında iki sıcak su kaynağı bulunmaktadır. Aktif tektoniği gösteren diğer bir belirteç aktif ve fosil çok sayıda heyelanın bulunmasıdır. Bu heyelanlar, Açıkgüney, Sabirtaş yerleşmeleri ve karayolları için risk oluşturmaktadır. Kuzeyde, Yedisu doğusunda Elmalı-Kızılcubuk arasında fay yoğunluğu KAF'ın Kargapazarı segmentine bağlı olarak yüksektir. Peri Suyu Çayı Vadisi'nde Sarıküşak-İlipınar arasında da deprem noktasal yoğunluğu artmaktadır. Yoğunluk artışı KAFZ'ın segmentlerine bağlı olarak oluşmuştur. Kargapazarı ve çevresinde deprem noktasal yoğunluğunun yüksek olması, bu sahanın KÜE üzerinde yer almasının doğal bir sonucudur.

Şekil 12

Bingöl İlinin Deprem Noktasal Yoğunluk Haritası.



6 Şubat Kahramanmaraş depremlerinin etkisine bağlı olarak çalışma alanında çok sayıda kamu (Hastane, sağlık ocağı, öğrenci yurtları, ilköğretim ve ortaöğretim kurumları) binasının ağır hasarlı olduğundan yıkılması planlanmıştır (BİNGÖLKENTHABER, 2024). Bu yapılardan Yenişehir Devlet Hastanesi, Rekabet Kurumu Lisesi, Yunus Emre Anadolu Lisesi, Genç ve Bingöl Öğretmenevi binaları bu kapsamda yıkılmıştır. Kadın Doğum ve Çocuk Hastanesinin yıkımına başlanmıştır.

Aktif faylar kullanılarak oluşturulan uzaklık haritasına göre il içerisinde fay hatlarına 0-5 km uzaklıkta olan sahalarda %64,17, 5-10 km uzaklıkta olan sahalarda %20, 10-15 km uzaklıkta olan sahalarda %8,72, 15-20 km uzaklıkta olan sahalarda %3,88, 20-25 km uzaklıkta olan sahalarda %1,73, 25 km'den uzak olan sahalarda %1,49 oran kaplamaktadır. İl nüfusunun büyük bölümü (Bingöl Merkez, Genç, Karlıova ve Yedisu) fay hatlarına 0-5 km uzaklıkta olan alanlarda yaşamaktadır (Şekil 13). İl sınırları içerisinde yer alan barajların, aktif tektonik yapılara oldukça yakın konumda olmaları risk nedeni olarak değerlendirilmiştir.

Heyelan

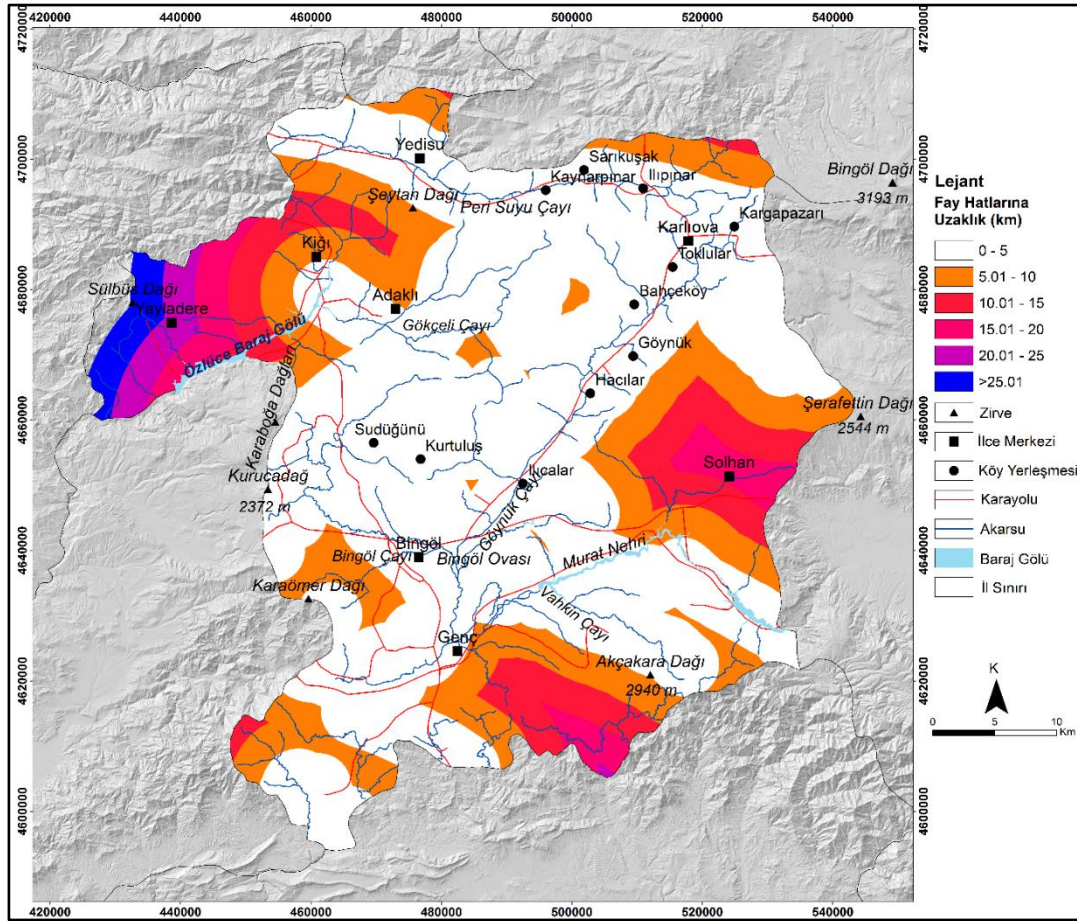
Perihanoğlu ve Karaman (2020), Türkiye Afet Bilgi Bankası (TABB) verilerine göre 1960-2018 yılları arasında heyelanların mekânsal dağılımı inceledikleri çalışmalarında Getis Ord G ve Local Moran indekslerine göre Bingöl'de heyelan olaylarının yüksek kümelenme gösterdiğini ve bu açıdan ilin Türkiye'de sıcak nokta (hot spot) grubunda yer aldığını ifade etmektedir. İlde heyelan yoğunluğunun fazla olması Tonbul (1990b) tarafından da belirtilmiştir.

AFAD (2022) verilerine göre Bingöl'de heyelan olaylarının sayıca en fazla olduğu ilçeler; Bingöl Merkez, Genç, Adaklı ve Solhan'dır (Şekil 9). Bu lokasyonlarda ve diğer ilçelerde heyelanlar nedeniyle çok sayıda yerleşme için Afete Maruz Bölge kararı verilmiş ve bu yerleşmeler nakledilmiştir (Tablo 2).

AFAD (2022) verilerine göre 1959-2022 yılları arasında il genelinde 392 heyelan olayı meydana gelmiştir (Şekil 8). Bu heyelanların, KD-GB, KB-GD yönlü bir dağılım gösterdiği görülmektedir. KD-GB yönlü dağılım gösteren heyelanlar Göynük Çayı Vadisi'nde görülmekte olup, yerleşmeleri etkilemektedir. Bu heyelanlar, içme suyu isale hattı, karayolu, tarım alanları ve mera alanlarını olumsuz etkilemektedir.

Şekil 13

Bingöl İlinde Aktif Fay Hatlarına Uzaklık Haritası.



Tablo 2

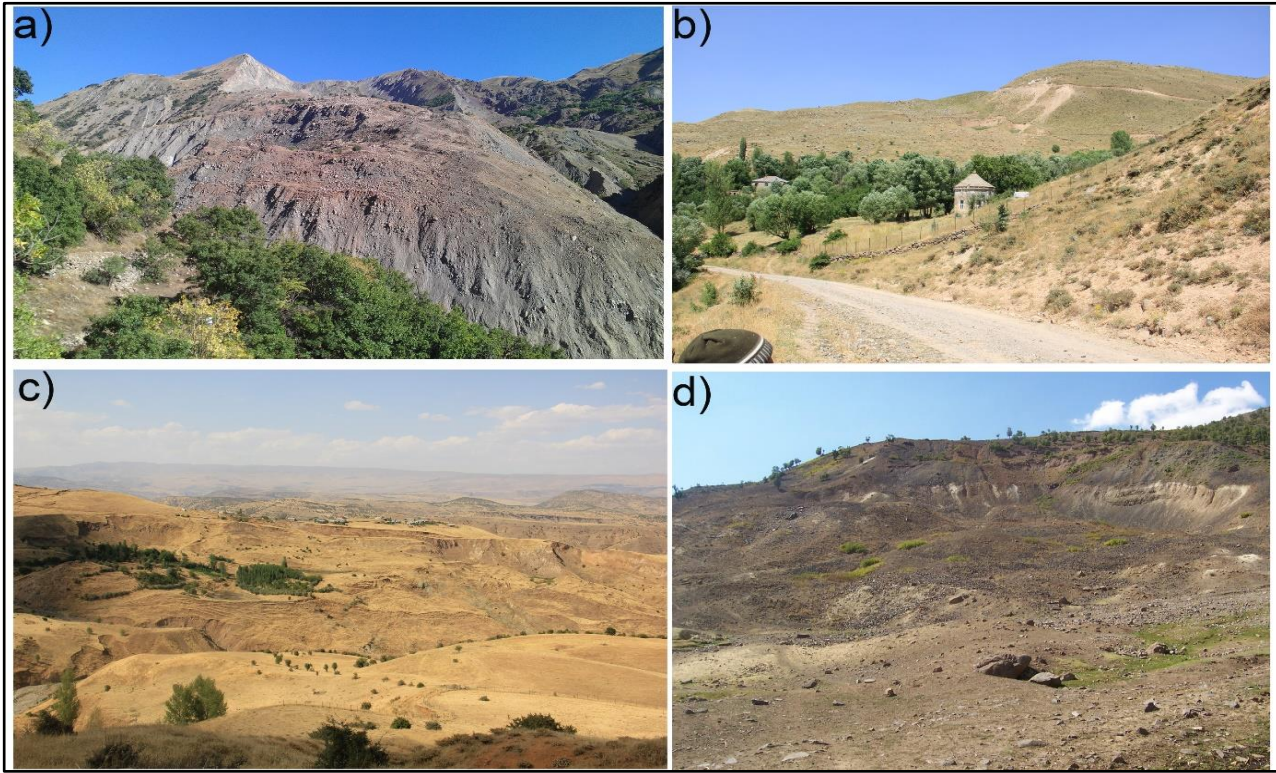
Bingöl İlinde Heyelan Nedeniyle Afete Maruz Bölge (AMB) Kapsamına Alınan Bazı Yerleşmeler (AFAD, 2021)

İlçe	Yerleşme	İlçe	Yerleşme
Adaklı	Hasbağlar	Merkez	Çiçekdere
Adaklı	Yeldeğirmeni	Merkez	Uzundere
Genç	Haydan	Solhan	Oymapınar
Genç	Şeyan	Solhan	Doğuyeli
Karlıova	Ilıpınar	Yedisu	Yeşilgöl-Eskipınar
Kiğı	Kutluca	Yedisu	Gelinpertek
Kiğı	Nacaklı	Yayladere	Alinyazı-Aslıhan

DAF'ın doğrultusundaki bu heyelanlar, litolojik yapının da etkisiyle büyük boyutlara ulaşmaktadır. Heyelan yoğunluğunun en yüksek olduğu litolojik birimler piroklastik kayalar, şistler, şist-kalkışist, kumtaşı-çamurtaşı-kireçtaşı, bazalt, killi kireçtaşı, bazalt-trakit-piroklastik kayalardır. Kireçtaşı ve eski alüvyon birimlerinde heyelan yoğunluğu düşüktür. Sahanın sismotektonik özellikleri nedeniyle paleo-heyelanlar da aktivite olabilmektedir. Sahada Hacılar, Soğukçeşme, Sudurağı, Derinçay, Ciligöl, Kalencik heyelanlardan etkilenen bazı yerleşmelerdir. Hatta heyelanlar bu yerleşmelerin yerlerinin de değiştirilmesine neden olan önemli bir faktördür (Şekil 14).

Şekil 14

Bingöl İlinde Meydana Gelen Bazı Heyelanlar, Akımlı (a), Yel Değirmeni (b), Duygulu (c), Alatepe Heyelanları (d), Yel Değirmeni Heyelanında 10 Kişi Hayatını Kaybetmiş, Alatepe Heyelanında Yüzlerce Hayvan Telef Olmuştur.



Bingöl Ovası batısında fayların kesişme sahası olan Karaömer Dağı ve çevresinde de heyelanlar sıklıkla meydana gelmektedir. Bu sahada da heyelan yoğunluğu yüksek olup, yerleşme alanları

ile karayolları, tarım ve mera alanları heyelanlardan etkilenmektedir (Şekil 15; Avcı ve Sunkar, 2018).

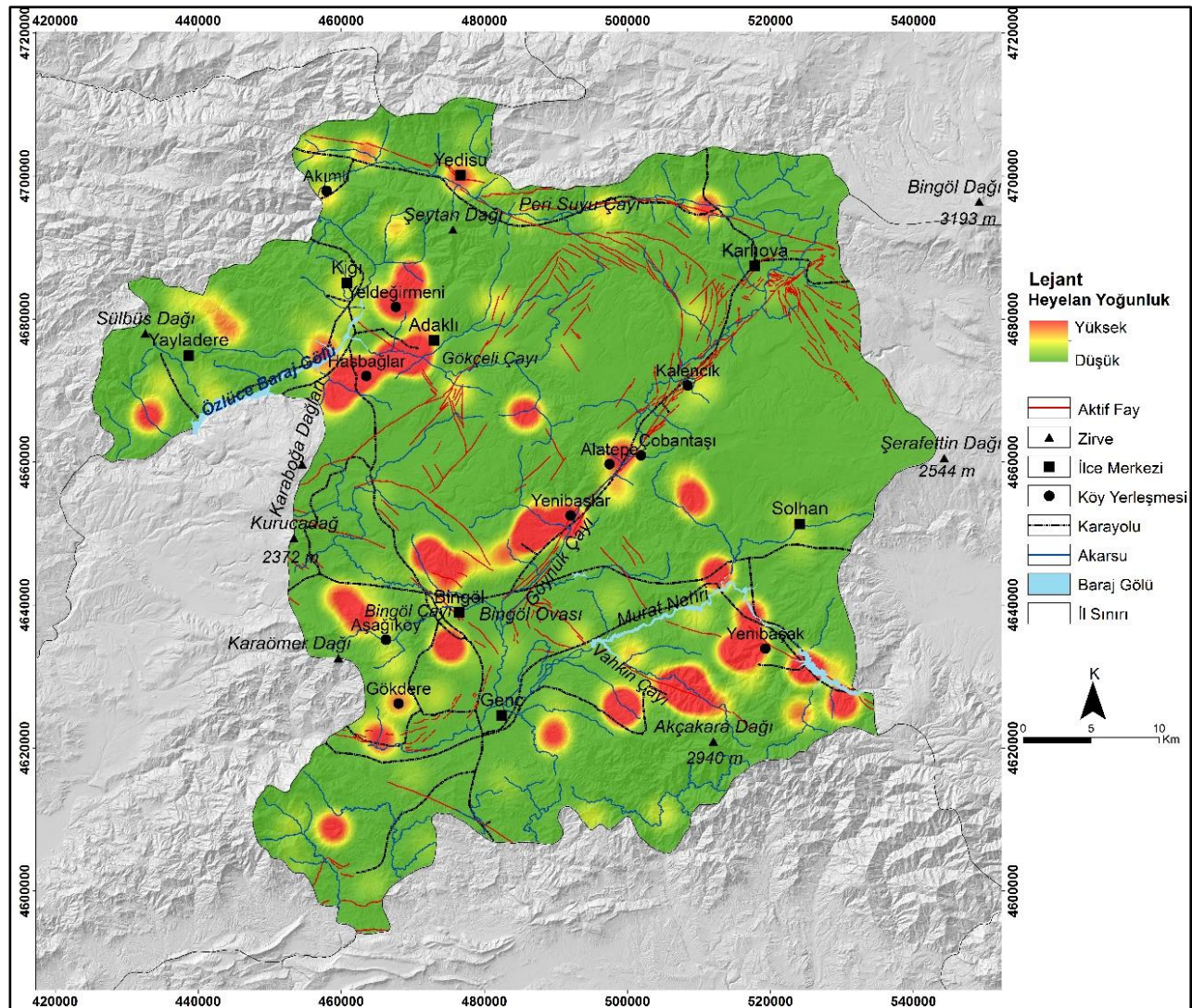
Şekil 15

Karaömer Dağı Güneyinde Yer Alan Gökdere Köyü Deprem Ve Heyelan Nedeniyle Yeri Değiştirilen Bir Yerleşmedir. Ancak Yerleşmenin Yeni Yeri de Heyelan Riski Yüksek.



afete maruz bölge kapsamında yer aldığı ilan edilen sahada bulunan ve bu nedenle de can ve mal güvenliği için risk oluşturabilecek yapıların sahipleri tarafından belirlenen süreler içinde tamir edilmesi ya da tamiri mümkün olmadığında yıkılması; aksi takdirde idare tarafından yıktırılması ya da tahliyesi gibi hususlarla alakalı hükümler bulunmaktadır (Kozanoğlu, 2024). İl sınırları içerisinde afete maruz kalan sahalardaki konutların halen kullanılıyor olması risk sebebidir. Bu nedenle bu durumundaki yerleşmelerde yer alan konutların 7269 sayılı kanun hükümleri doğrultusunda idare tarafından acilen yıktırılması olası bir afetin önlenmesi açısından son derece önemlidir.

Şekil 16
Bingöl İlinin Heyelan Yoğunluğu Haritası (AFAD, 2022'den yararlanılmıştır).



Çiğ

Türkiye’de Doğu Anadolu Bölgesi’ndeki tüm illerde çiğ olayı yaşanmaktadır (Akgül vd., 2022). Bu sonuç bölgenin iklimatik ve jeomorfolojik özelliklerine bağlı olarak ortaya çıkmıştır. Bingöl il genelinde 1958-2022 yılları arasında 64 yıllık dönemde

yerleşmeleri etkileyen 183 çiğ olayı meydana gelmiştir. Çiğ olayları nedeniyle bazı yerleşmeler afete maruz bölge kapsamına alınmış ve nakledilmelerine karar verilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3

Bingöl İlinde Çiğ Nedeniyle Afete Maruz Bölge Kapsamına Alınan Bazı Yerleşmeler (AFAD, 2021)

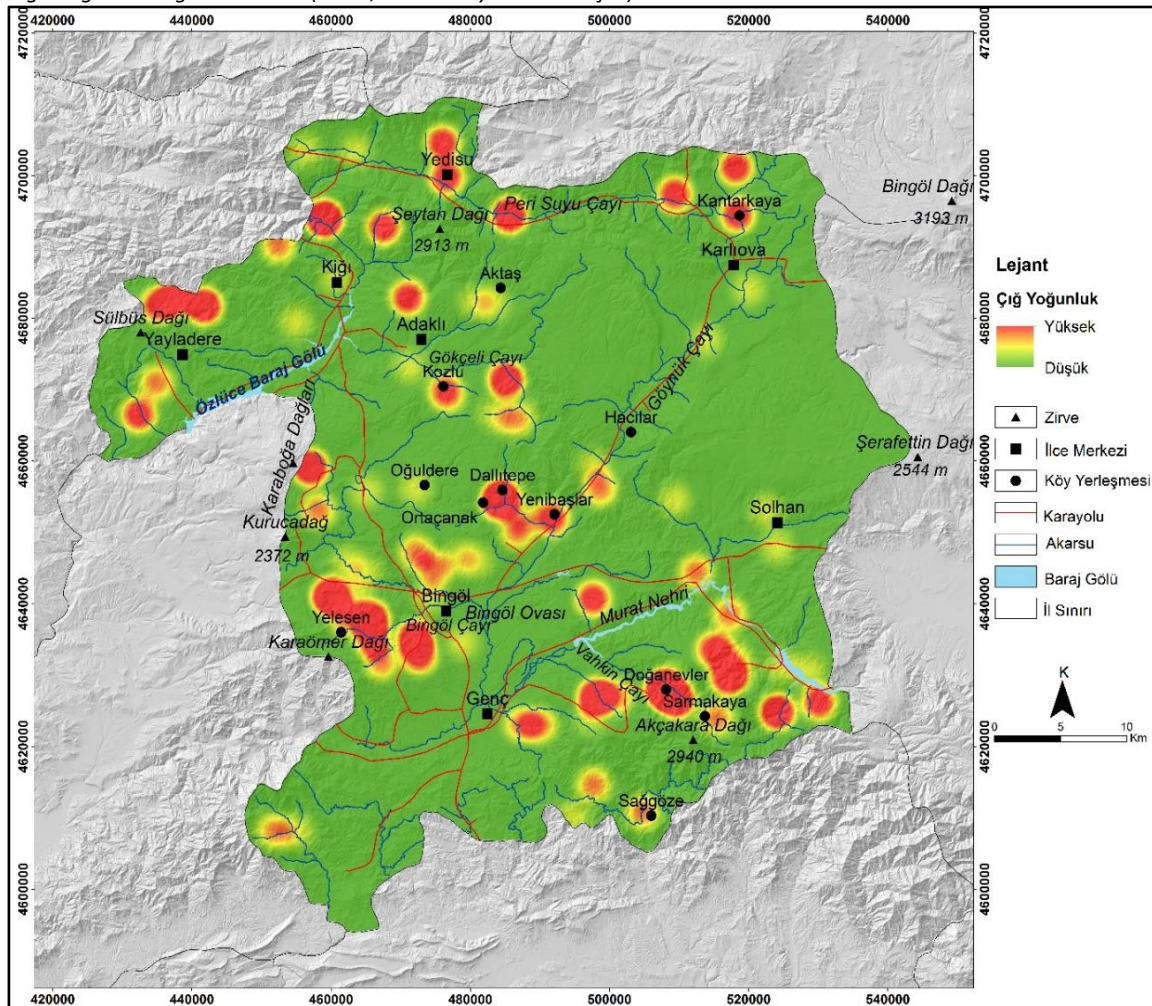
İlçe	Yerleşme	İlçe	Yerleşme
Adaklı	Güngörsün	Merkez	Üçyaka
Adaklı	Boyalı	Merkez	Balpınar
Genç	Yatansöğüt	Solhan	Doğuyeli
Genç	Balgöze-Aşkaser	Solhan	Oymapınar-Hun
Karlıova	Çukurtepe	Yedisu	Elmalı-Dikan
Kiğı	Ağaçöven-Kulu	Yayladere	Çalıkağıl
Kiğı	Kömür		

Çiğ olaylarının ilçelere dağılımı değerlendirildiğinde; Bingöl Merkez 60, Genç 32 ve Solhan’da 25 olay yaşanmıştır. Kar yağışı ve kalınlığının fazla olduğu Karlıova’da yerleşmeleri etkileyen çiğ olayları sayısı az olup bu ilçede çiğ olayları daha çok karayollarını

etkilemektedir. Vahkin Çayı Havzası çiğ olaylarının yoğun olarak meydana geldiği bir alandır. Bu havzanın bitki örtüsünün zayıf olması, eğim ve iklim şartlarının elverişli olması çiğ olaylarının sıklıkla meydana gelmesine zemin hazırlamaktadır (Şekil 17 ve 18).

Şekil 17

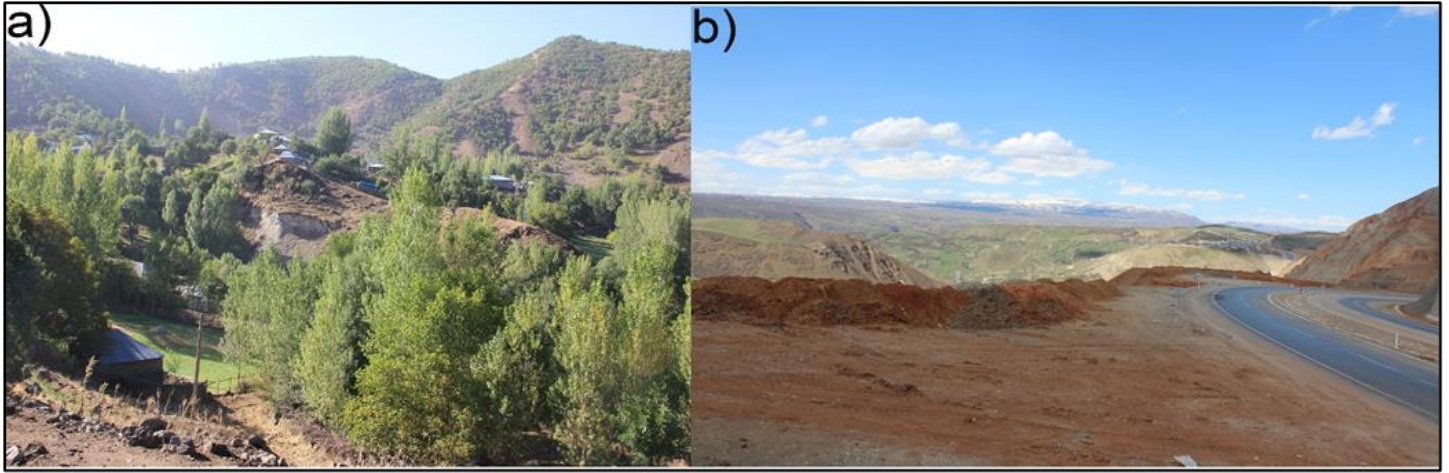
Bingöl İlinde Çiğ Yoğunluğunun Dağılım Haritası (AFAD, 2022’den yararlanılmıştır).



Bingöl Ovası batısında Karaömer Dağı ve çevresi çığ yoğunluğunun yüksek olduğu alan olarak görülmektedir. Bu bölgede de çığ yoğunluğunun yüksek olması jeomorfolojik özellikler, iklim ve bitki örtüsü özellikleri ile ilgilidir. Güneyden gelen nemli ve yağışlı hava kütleleri Karaömer Dağı yamaçları boyunca yükselerek fazla yağış bırakmaktadır. Fazla yağış almasına rağmen litolojik yapı nedeniyle bitki örtüsü zayıftır. Bu özellikler nedeniyle yaşanan çığlar yerleşme ve ulaşım yollarını

etkilemektedir. DAF'a bağlı oluşan Göynük Vadisi'nde yüksek eğim ve fazla kar yağışı nedeniyle çığ olayları meydana gelmektedir. Bingöl-Erzurum karayolu, bu vadiden geçmesi nedeniyle kış mevsiminde meydana gelen çığlardan etkilenmektedir. Aynı şekilde Karlıova-Yedisu karayolu da zaman zaman çığlardan etkilenerek kapanmaktadır. Yedisu ve Karlıova başta olmak üzere kış mevsiminde meydana gelen çığlar ilçeler ile köyler arasındaki bağlantı yollarının kapanmasına neden olmaktadır.

Şekil 18
Adaklı İlçesine Bağlı Olan Kozlu Köyü Çığlardan Etkilenmektedir (a). Yerleşme Çığla Birlikte Heyelan Riski Altındadır. Bingöl-Erzurum Karayolu Hacılar Civarında Karayolunu Çığdan Korumak İçin Yamaç Düzenlemesi Yapılmıştır (b).



Su Baskınları

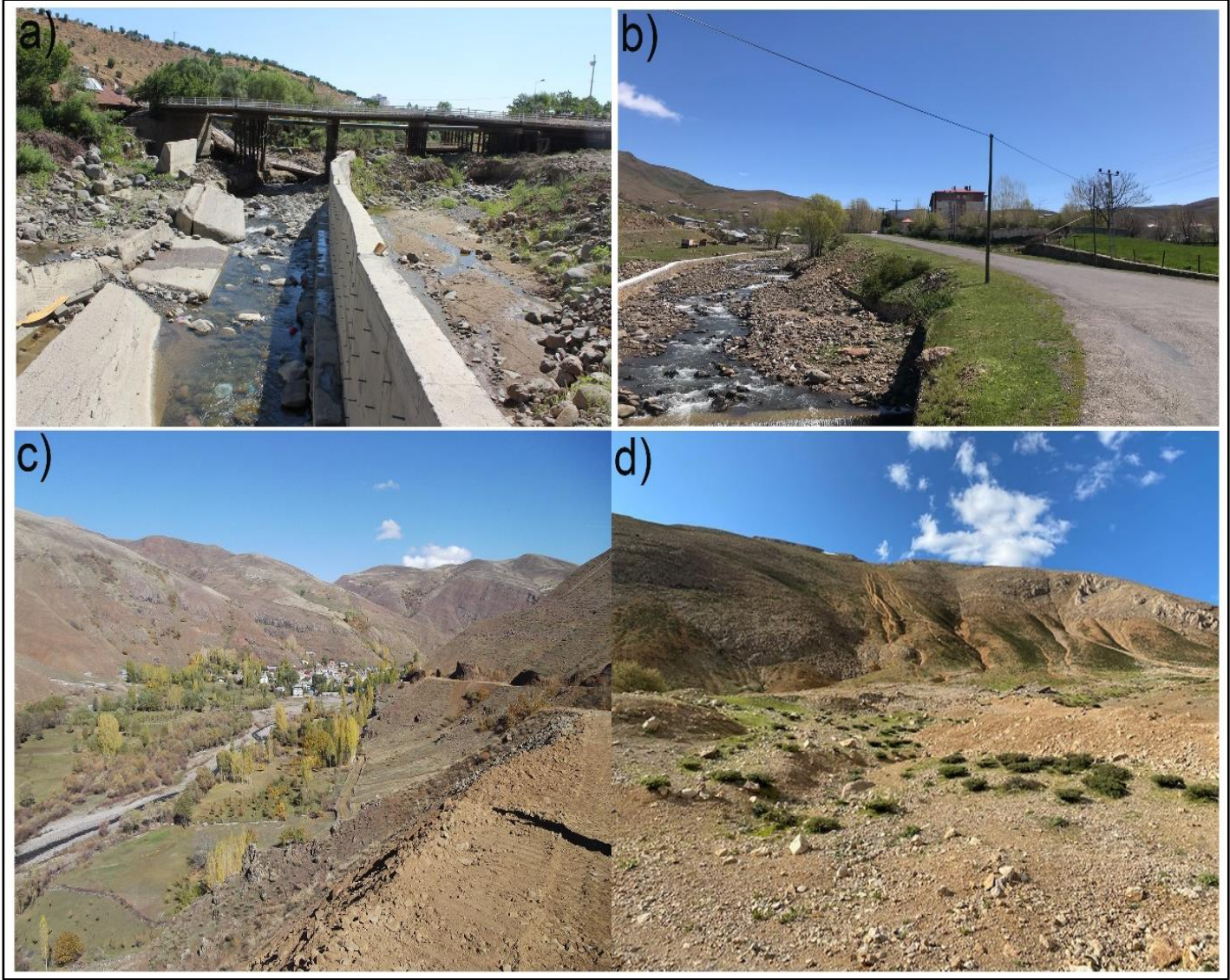
AFAD (2022) verilerine (1960-2020) göre il genelinde 150 su baskını olayı yaşanmıştır. Bingöl ili genelinde Merkez ilçede 47, Adaklı'da 23, Karlıova'da 21, Yedisu'da 19, Solhan'da 18, Genç'te 11, Kiğı'da 8 ve Yayladere'de 3 sel ve taşkın olayı meydana gelmiştir. Su baskınları nedeniyle çok sayıda yerleşme afete maruz bölge kapsamına alınmış ve nakli kararlaştırılmıştır (Tablo 4, Şekil 19). İlin güneydoğusunda su baskını yoğunluğu yüksek olup bu alanda meydana gelen su baskınları Murat Nehri Vadisi'nde yer alan yerleşmeleri etkilemektedir. Solhan doğusundaki Arakonak Deresi üzerinde meydana gelen taşkınlar afete neden olmuştur. Solhan'da yaşanan sel ve taşkınlar ekonomik kayıplara neden olmuştur (Toprak, 2015). Göynük Çayı Vadisi'nde çok sayıda yerleşme su baskını olaylarına maruz kalmıştır. Kuzeyde Peri Suyu Vadisi'nde yer alan yerleşmeler su baskınlarından etkilenmiştir. Adaklı'da Gökçeli Çayı Vadisi'nde, Merkez ilçe batısında Bingöl

Çayı Vadisi'nde yer alan yerleşmeler de sel ve taşkın olaylarından etkilenmiştir. Bingöl Çayı Vadisi'nde yer alan ve Bingöl'ün ilk kuruluş yerlerine karşılık gelen alanlar da sel ve taşkınlarından etkilenmektedir. Sel ve taşkın yoğunluğunun fazla olduğu alanlar aynı zamanda afet boyutundaki olayların yaşandığı alana karşılık gelmektedir (Şekil 20). Sel ve taşkınların afet boyutunda yaşanması, jeomorfolojik, iklimik, bitki örtüsü özellikleri ile antropojenik etkilerin sonucudur. Yerleşmelerin akarsu vadileri, depresyon ve havza/ova tabanları gibi az eğimli alanlarda kurulması taşkınların afet boyutunda etkili olmasına neden olmaktadır. Bingöl Çayı Vadisi kuzeyinde yer alan Şehit Mustafa Gündoğdu ve Selahaddin-i Eyyubi Mahallelerinin bulunduğu alan, 1950-1960 yılları arasında, Bingöl Çayı Vadisi'nde yer alan yerleşmelerin yakacak odun ihtiyacını karşıladığı orman sahası olup günümüzde bu saha yoğun yapılaşmaların yaşandığı, orman örtüsünün tamamen ortadan kaldırıldığı bir alana dönüşmüştür.

Tablo 4
Bingöl İlinde Su Baskını Nedeniyle Afete Maruz Bölge Kapsamına Alınan Bazı Yerleşmeler (AFAD, 2021)

İlçe	Yerleşme	İlçe	Yerleşme
Adaklı	Kozlu	Solhan	Arakonak
Genç	Yağızca-Bağlan	Solhan	Bozkanat
Karlıova	Çukurtepe	Yedisu	Karapolat
Merkez	Dikme	Yayladere	Kalkanlı-Çay-Körpınar
Merkez	Aşağıköy		

Şekil 19
 Bingöl’de Sel ve Taşkınların Görüldüğü Alanlar ile Etkilenen Yerleşmeler. Merkez (a), Arakonak (b-Solhan), Mutluca (c-Solhan) ve Çukurtepe (d-Karlıova). Bingöl Merkez’de 2017 Yılında Bingöl Çayı Havzası’nda Meydana Gelen Su Baskını Olayında Çok Sayıda Hayvan Telef Olmuş, Araç Köprüsü Yıkılmıştır. Çukurtepe Köyü, Su Baskını Nedeniyle Nakledilmiştir.



Sel ve taşkına maruz kalan alanlarda yapılan dere ıslahı çalışmalarının maksimum debi ve akarsu vadisinin/havzasının özellikleri dikkate alınmadan yapılması, su baskınlarının tekrarlanmasına neden olmaktadır. Solhan kuzeybatısında yer alan Mutluca köyünde böyle bir risk söz konusudur.

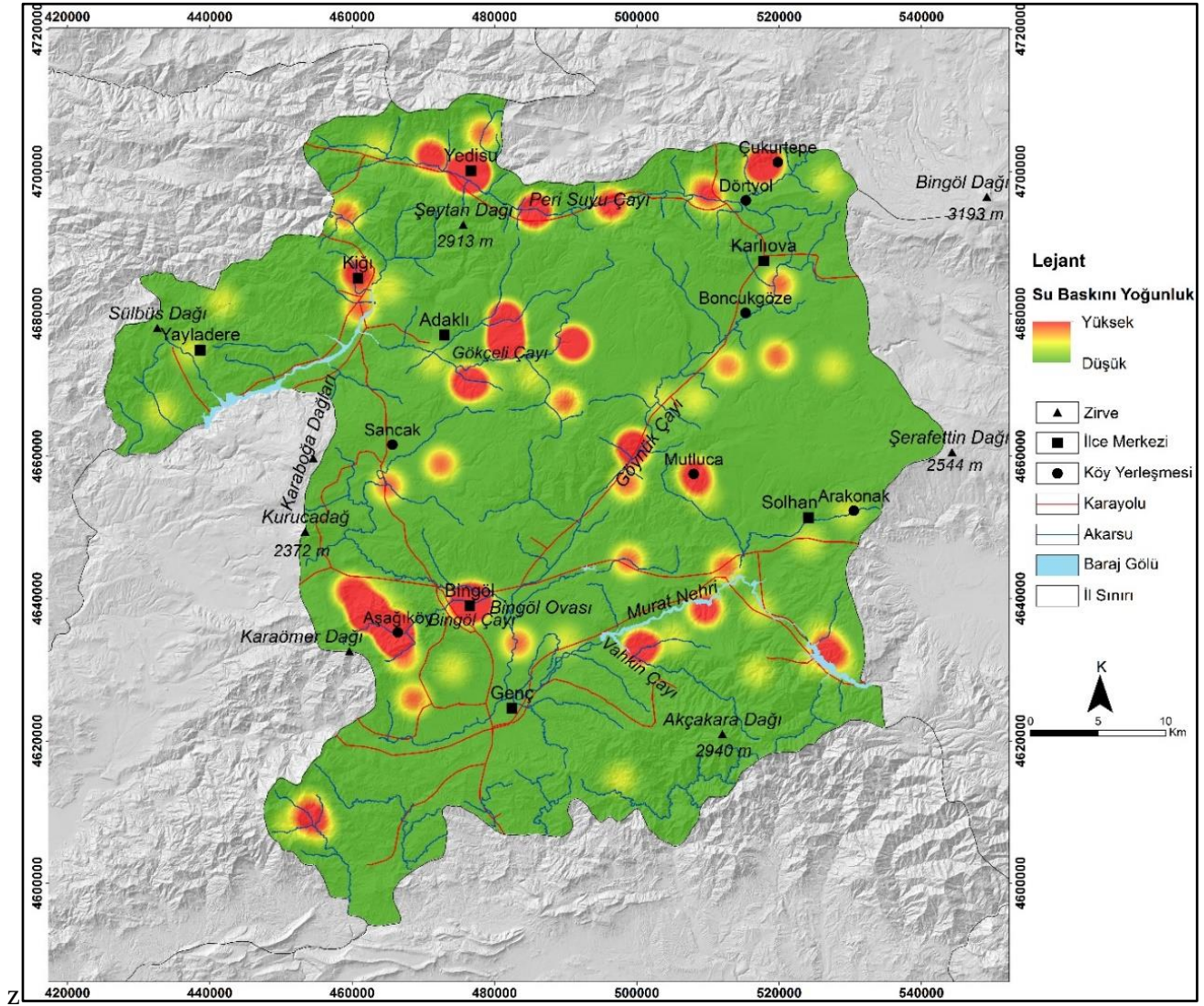
Kaya Düşmesi

1966-2022 yılları arasında (AFAD, 2022) göre il genelinde yaşanan kaya düşmesi olay sayısı 94’dür. Kaya düşmesi olaylarının yarıdan fazlası (48) Merkez ilçe sınırları içerisinde meydana gelmiştir. Merkez ilçeyi, Adaklı (13), Genç (11), Solhan (9), Kiğı (7),

Yayladere (3), Karlıova (2) ve Yedisu (1) ilçeleri takip etmektedir (Şekil 9). Kaya düşmesi nedeniyle AMB kararı kapsamında yer değiştirilmesi gereken yerleşmeler bulunmaktadır (Tablo 5). İl genelinde kaya düşmelerinin meydana gelmesinde depremlerin etkili olduğu düşünülmektedir. 2003 Bingöl Depremi, 2015 Açıkgüney ve 2020 Kaynarıpınar depremlerinde çok sayıda kaya düşmesi olayı yaşanmıştır. Depremlere bağlı olarak tetiklenen kaya düşmeleri ve heyelanlar karayollarının kapanmasına neden olmaktadır. Kütle hareketleri açısından riskli alanlara kurulmuş yerleşmelerin büyük bölümü kaya düşmesi riski ile karşı karşıyadır (Şekil 21).

Şekil 20

Bingöl İlının Su Baskını Yoğunluk Haritası (AFAD, 2022'den Yararlanılmıştır).



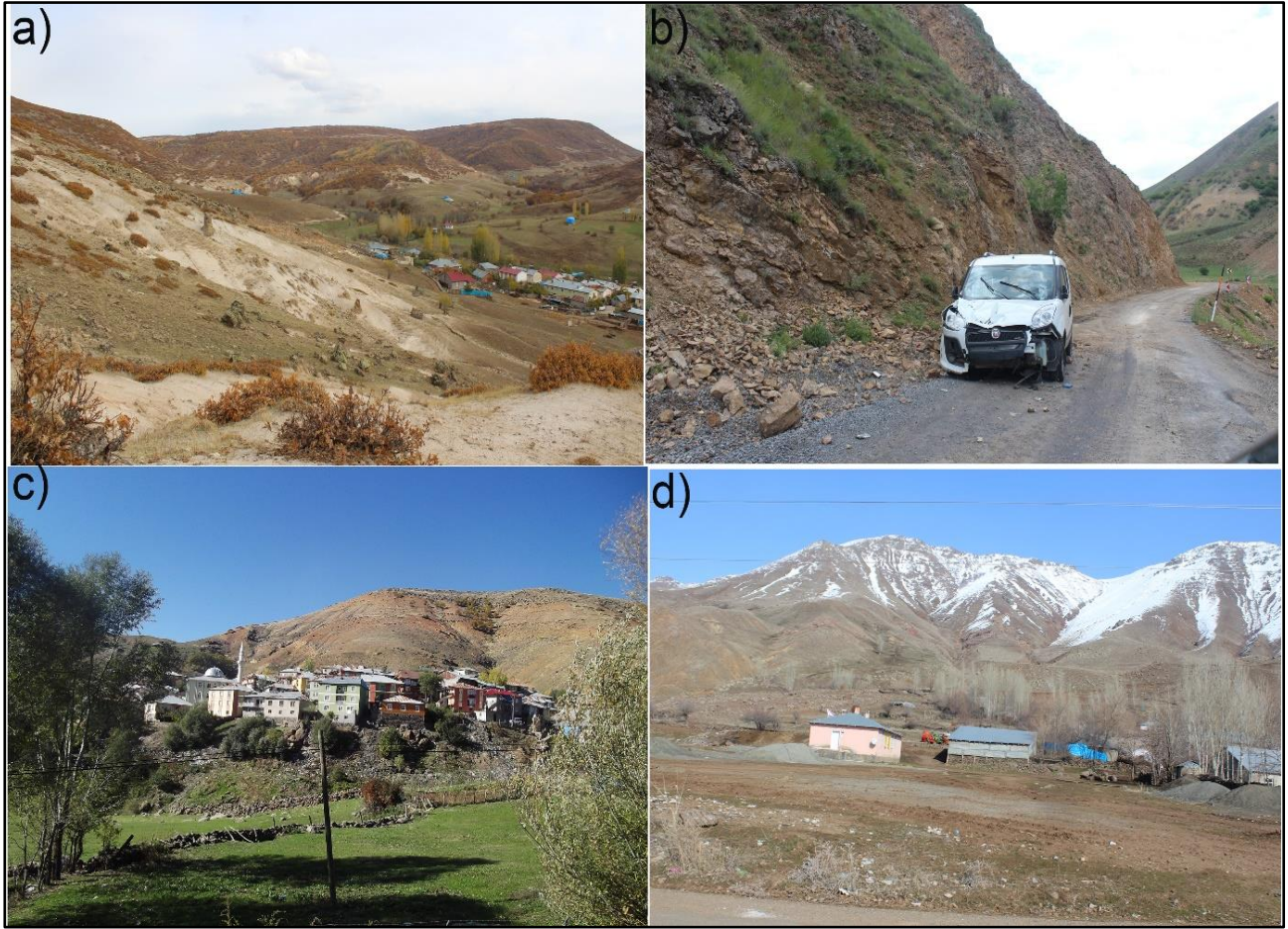
Tablo 5

Bingöl İlinde Kaya Düşmesi Nedeniyle Afete Maruz Bölge (AMB) Kapsamına Alınan Bazı Yerleşmeler (AFAD, 2021)

İlçe	Yerleşme	İlçe	Yerleşme
Adaklı	Çatmaoluk	Karlıova	Kanireş
Adaklı	Güngörsün	Merkez	Oğuldere-Kilise
Genç	Sarıbudak	Merkez	Balıkliçay-Ünlüce
Genç	Harmancık	Solhan	Yenidal-Göl

Şekil 21

Bingöl İlinde, Jeolojik ve Jeomorfolojik Özellikleri Nedeniyle Kaya Düşmesi Olayları Sık Görülmektedir. a) Bingöl Ovası Kuzeyinde Yer Alan Oğuldere Köyünde Kaya Düşmesi Riski Yüksek. b) 2020 Kaynarıpınar Depremi İle Tetiklenen Kaya Düşmesi Olayı c) Solhan İlçesinde Hazarşah ve d) Asmakaya Yerleşmeleri Kaya Düşmesi Riski Altında Olan Diğer Önemli Yerleşmelerdir.



Bingöl ilinde Murat Vadisi'nde yer alan Asmakaya-Oymapınar arasındaki alan kaya düşmesi yoğunluğu artmaktadır. Bu vadinin yüksek eğimli yamaçlarından kaynaklanan kaya düşmeleri vadi içerisinde Asmakaya gibi yerleşmeleri tehdit etmektedir. Asmakaya, kaya düşmesi dışında sel ve çığ açısından da riskli bir konumdadır. Bu nedenle afet risk azaltma çalışmalarında bütünleşik afet yönetimi kapsamında bütün afetler için önlem alınmalıdır. Solhan kuzeybatısında yer alan Hazarşah köyünün eski yerleşmesi de kaya düşmesi açısından risklidir. Murat Vadisi dışında Bingöl Çayı Vadisi'nde de kaya düşmesi yoğunluğu artmaktadır. Bu vadiye meydana gelen kaya düşmeleri karayolu için risk oluşturmaktadır (Şekil 22).

Bingöl kuzeyinde, Balıklıçay-Oğuldere arasındaki sahada da kaya düşmesi yoğunluğu yüksektir. Bu alandaki kaya düşmesi yoğunluğu volkanik birimler ile ikincil faylara bağlı oluşan yüksek eğimli yamaçlara bağlıdır. Bingöl kuzeyinde, Adaklı'da Gökçeli Çayı Vadisi kuzeyinde tektonik hatlara bağlı olarak yüksek eğim değerleri, kaya düşmelerine yol açmaktadır. Kuzeyde, Aysaklı-Kığı ve İlbeyi'de Peri Suyu Çayı Vadisi'nde yüksek eğim ve litolojiye bağlı olarak kaya düşmeleri yaşanmaktadır.

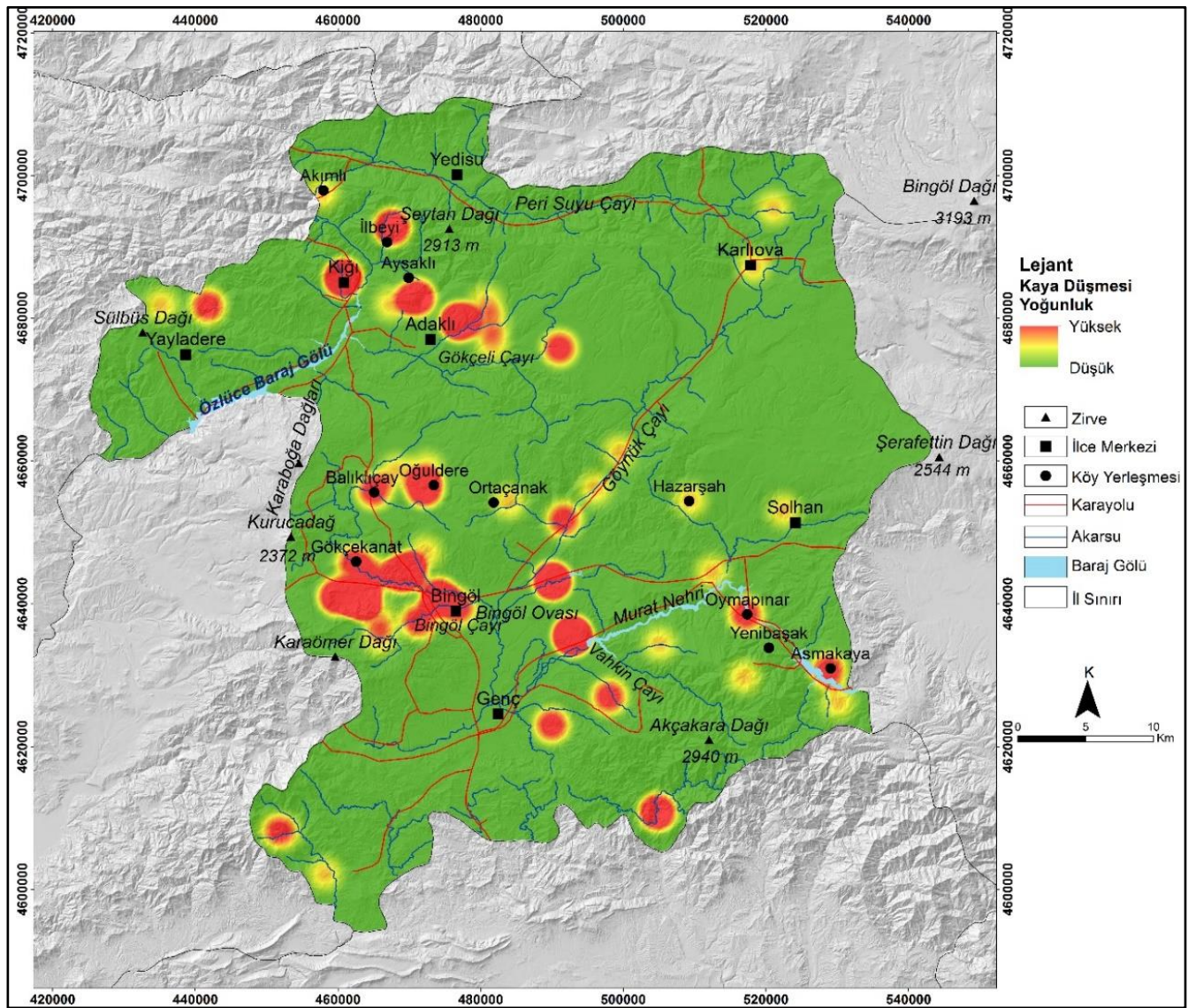
Bingöl İlinde Doğal Tehlike Kaynaklarının Ortalama En Yakın Komşuluk Analizi

Kümelenmiş alanların analizi ve değerlendirilmesi, doğal olayların nedenlerinin mekânsal modelini ve zaman içindeki değişimini incelemek için oldukça önemlidir (Demirel ve Türk, 2023). En yakın komşuluk analizinde tüm doğal olay türleri için beklenen değer (expected mean distance), gözlemlenen değerden (observed mean distance) yüksektir. Bu durum kümelenmeyi doğrulamaktadır. Ortalama en yakın komşuluk indeksi değeri 1'den küçük olduğunda, desen kümelemeyi, 1'den büyük olduğunda ise dağılmayı göstermektedir (ArcGIS Desktop Help, 2024). Bashir ve Fouli (2015)'e göre -2,58'den küçük Z değeri de kümelenmeyi göstermektedir.

Bingöl İlinde görülen doğal tehlike kaynaklarının ortalama en yakın komşuluk analiz sonuçlarına göre indeks değerleri (en yakın komşuluk oranı) deprem olayları için 0,84, heyelanlar için 0,19, çığlar için 0,25, su baskınları için 0,31 ve kaya düşmesi için 0,35'tir. Bu değerlere göre Bingöl ilinde tüm doğal olay türleri için indeks değeri 1'in altındadır (Tablo 6). Tüm doğal olay türlerinde dağılım rastlantısal olmayıp, kümelenme görülmektedir. Kümelenmenin bulunması doğal olaylarının meydana geldiği mekanla doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir. Doğal olayların kümelenme gösterdiği alanlar afet yönetimi için öncelikli sahalardır. Kümelenmenin görüldüğü alanlar aynı zamanda yoğunluğun yüksek olduğu alanlardır.

Şekil 22

Bingöl ilinin Kaya Düşmesi Yoğunluk Haritası (AFAD, 2022'den yararlanılmıştır).



Tablo 6
Ortalama En Yakın Komşuluk Analizi Sonuçları Tablosu

Doğal Olay	İndeks Değeri	P (Önem) Değeri	Z değeri	Kümelenme Durumu
Deprem	0,84	0,000	-3,60	Kümelenme Var
Heyelan	0,19	0,000	-30,44	Kümelenme Var
Çığ	0,25	0,000	-19,18	Kümelenme Var
Su Baskını	0,31	0,000	-15,94	Kümelenme Var
Kaya Düşmesi	0,35	0,000	-11,92	Kümelenme Var

Tartışma ve Sonuç

Aktif fay yoğunluğunun fazla olduğu Bingöl ilinde afete yol açabilecek deprem, heyelan, çığ, su baskını ve kaya düşmesi olayları sıklıkla meydana gelmektedir. Bu olayların afete dönüşmesini engelleyebilmek için afete duyarlı alanların belirlenmesi oldukça önemlidir. Afete duyarlı alanların belirlenmesinde dağılım/yoğunluk haritaları önem arz etmektedir. Bu çalışmada da Bingöl ilinde afete yol açabilecek doğal tehlike kaynaklarının mekânsal dağılımı yoğunluk haritaları ile analiz edilmiş, çoklu tehlike afet profili ortaya konmuştur. Doğal tehlikelerin meydana gelmesinde antropojenik etkiler de söz konusudur. Tatvan-Elazığ Demiryolu Hattı deplase çalışmalarında Genç ilçesi ile Muş arasında çok sayıda heyelan tetiklenmiş ve demiryolu tünelleri zarar görmüştür. Demiryolu hattında güncel olarak heyelan tehlikesi yüksek olan tüneller bulunmaktadır. Baraj yapımı sırasında ormanların tahrip edilmesi heyelanlara yol açmıştır. Aşağı Kalehan Barajı yapımı sırasında ormanların tahrip edilmesi ile büyük heyelanlar meydana gelmiştir.

Yol yapım çalışmalarında sırasında yapılan menfezler sel-taşkınlar sırasında suyun tahliyesini sağlayacak ölçüde değildir. Yerleşmelerin daha çok akarsu vadilerinde kurulması sel ve taşkınların meydana gelmesini kolaylaştırmaktadır. Murat Vadisi ve Peri Suyu Çayı Vadisi'nde yanlış yer seçiminin sel ve taşkınlar zemin hazırladığı söylenebilir.

Analiz sonuçlarına göre, Sancak Havzası ve çevresinde, Peri Suyu Çayı Vadisi'nde, Göynük Çayı Vadisi kuzeyi ve güneyinde, Karlıova Üçlü Eklemi (KÜE) güneyinde fay yoğunluğu artmaktadır. Buna bağlı olarak Sancak Havzası ve çevresi, Peri Suyu Çayı Vadisi ile Kargapazarı-KÜE güneyinde deprem yoğunluğu artmaktadır. İl genelindeki yerleşmeler, nüfus ve barajlar aktif fay hatlarına oldukça yakın bir konumdadır.

Akçakara Dağı güneyi ve doğusu, Bingöl Çayı Vadisi, Adaklı ilçesinde, Hasbağlar ve Yel değirmeni arasında kalan sahada heyelan yoğunluğu yüksek çıkmıştır. Çığ yoğunluğu, Akçakara Dağı çevresinde (Vahkin Çayı Havzası), Bingöl Çayı Havzası'nda, Dallıtepe-Oğuldere arasında, Sülbüs Dağı kuzeyi ile Peri Suyu Çayı Vadisi'nde, kaya düşmesi yoğunluğu ise; Asmakaya-Oymapınar arasında, Bingöl ve Bayram Çayı vadilerinde, Balıklıçay-Oğuldere arasında, Adaklı-Kığı ve İlbeyi arasında yüksektir. Su baskını yoğunluğu, Bingöl Çayı, Göynük Çayı, Gökçeli Çayı ve Peri Suyu Çayı vadilerinde artmaktadır. Tüm doğal olay türlerinde kümelenme görülmektedir.

İl genelinde doğal olay yoğunluğunun arttığı ve kümelenme gösterdiği sahalara, afet zarar azaltma çalışmaları için öncelikli alanlara karşılık gelmektedir. Bu alanlara yönelik gerekli önlemler alındığı takdirde afet zararları azaltılabilir. Tüm doğal olaylar için duyarlılık, tehlike ve risk haritaları hazırlanmalı ve risk gurubunda yer alan nüfus belirlenmelidir. Bingöl ilinde afete maruz çok sayıda yerleşme bulunmaktadır. Bu yerleşmelerin bir bölümünün yeri doğal afetler nedeniyle değiştirilmiştir. Ancak yerleşmelerin yeni yerlerinin de afet açısından güvenli olmadığı arazi çalışmalarında görülmüştür. Bu yerleşmelere Gökdere, Hasbağlar, Oymapınar ve Oğuldere örnek verilebilir. Gökdere, Oymapınar ve

Hasbağlar'da heyelan riski, Oğuldere'de ise kaya düşmesi riski yüksektir. Bu yerleşmeler depremlere bağlı olarak tetiklenebilecek heyelan ve kaya düşmesi tehlikesi ile karşı karşıyadır. Bu nedenle yeni yerleşme alanı belirlenmesinde doğal tehlikeler dikkate alınmalıdır. Bu şekilde riskli olan yeni yerleşmelerin de bütünlük afet yönetimi kapsamında değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, multirisik haritalarının yapılması önerilmektedir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Çıkar Çatışması: Yazar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Yazar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: The author have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The author declared that this study has received no financial support.

Kaynaklar

- AFAD (2018). *Türkiye'de afet yönetimi ve doğa kaynaklı afet istatistikleri* [Disaster management and natural disaster statistics in Turkey]. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), Ankara.
- AFAD (2021). *İRAP il afet ve risk azaltma planı*. T.C. Bingöl Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü.
- AFAD (2022). *Afet envanteri*. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), Ankara.
- Akbayram, K., Kıranşan, K., Varolgüneş, S. Büyükapınar, P., Karasözen, E., & Bayık, Ç. (2023). Multidisciplinary analyses of the rupture characteristic of the June 14, 2020, Mw 5.9 Kaynarınar (Karlıova, Bingöl) earthquake reveal N70E-striking active faults along the Yedisu Seismic Gap of the North Anatolian Fault Zone. *Int J Earth Sci (Geol Rundsch)* 112, 489–509. <https://doi.org/10.1007/s00531-022-02256-4>
- Akgül, M., Akay, A.O., Ozocak, M., Esin, A., & Şentürk, N. (2022). A new approach to spatial risk analysis in the long-term (1950–2020) assessment of natural disasters (avalanche, landslide, rockfall, flood) in Turkey. *Nat Hazards* 114, 3471–3508. <https://doi.org/10.1007/s11069-022-05528-z>
- Akyüz, H. S., Sançar, T., & Zabcı, C. (2010). *Karlıova üçlü eklemi civarında Göynük fayı (Bingöl) ve Varto fayının (Muş) morfolojisi, fay geometrisi ve kayma hızı* (No. 109Y160). Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu. <https://search.trdizin.gov.tr/tr/yayin/detay/610486/>
- Apuhan, F. (2020). Son yüzyılda Bingöl'de meydana gelen depremler ve etkileri. *Bingöl Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 79-102.
- ArcGIS Desktop Help. (2024). Environmental Systems Research Institute, ESRI (2024a). <https://enterprise.arcgis.com/en/portal/10.5/use/calculate-density.htm> 29/07/2024
- ARC GIS (2024b). <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.5/tools/spatial-analyst-toolbox/line-density.htm> 29/07/2024

- ARCGIS (2024c). <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-statistics/h-how-average-nearest-neighbor-distance-spatial-st.htm>.
- Arpat, E. (1971). 22 Mayıs 1971 Bingöl Depremi; Ölü Deniz fay sisteminin Karlıova ilçesi ile Hazar Gölü arasındaki bölümü (ön rapor). MTA Enst. Rap. (Yayınlanmamış), Ankara.
- Arpat, E., & Şaroğlu, F. (1972). Doğu Anadolu Fayı ile ilgili bazı gözlemler ve düşünceler. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 78, 44-50.
- Arpat, E., & Şaroğlu, F. (1975). Türkiye'deki bazı önemli genç tektonik olaylar, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 1, 91-101.
- Arpat, E. (1977). 1975 Lice Depremi. *Yeryuvarı ve İnsan*, 2(1), Şubat 1977, 15-27.
- Avcı, V. (2016). Adaklı İlçesi'nde (Bingöl) Görülen Heyelanların Jeomorfolojik Faktörlere Göre Dağılışı. *Bingöl Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 31-60.
- Avcı, V., & Sunkar, M. (2018). The Relationship of Landslides with lithological units and fault lines occurring on the East Anatolian Fault Zone, between Palu (Elazığ) and Bingöl, Turkey. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 157, 23-38. <https://doi.org/10.19111/bulletinofmre.428277>
- Avcı, V., & Sunkar, M. (2021). Murat Tepe ve Murat Höyük'ün Kuruluş Yeri ve Çevresinin Doğal Ortam Özellikleri (Bingöl/Solhan), İçinde, Edts. (A. Özdemir, Z. Kılınç), Murat Nehri Kıyısında Bir Urartu Yerleşimi MURAT TEPE, (s,15-38), Ege Yayınevi.
- Avcı, V., & Günek, H. (2022). Karlıova Havzası ve çevresinin (Bingöl) jeomorfolojisi. *Firat University Journal of Social Sciences*, 32(3), 877-894. <https://doi.org/10.18069/firatsbed.1138027>
- Bashir, B., & Fouli, H. (2015) Studying the spatial distribution of maximum monthly rainfall in selected regions of Saudi Arabia using geographic information systems. *Arabian Journal of Geosciences* 8, 9929–9943. <https://doi.org/10.1007/s12517-015-1870-z>
- Bilgin, T., Erer, S., & Göçmen, K., (1972). 22 Mayıs 1971 Bingöl Depremi, *tatbiki jeomorfoloji etüdü*. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları No:1722, Coğrafya Enstitüsü Yayınları No:67.
- BİNGÖLKENTHABER (2024). <https://www.bingolkenthaber.com/bingolde-yikim-karari-verilen-okullar-hangileri#:~:text=Bing%C3%B6l'de%20%20C5%9Eubat%202023,ye%20Gen%C3%A7%20C4%B0n%C3%B6n%C3%BC%20C4%B0lkulu%20y%C4%B1k%C4%B1ld%C4%B1>. Erişim tarihi 01/08/2024
- Çelik, M. A., Bayram, H., & Özüpekçe, S. (2018). An assessment on climatological, meteorological and hydrological disasters that occurred in Turkey in the last 30 years (1987–2017). *Int J Geogr Geogr Educ*, 38, 295–310. <https://doi.org/10.32003/iggei.424675>
- Demirel, Y., & Türk, T. (2023). Türkiye'de 2015 ile 2022 yılları arasında meydana gelen orman yangınlarının coğrafi bilgi sistemleri ile zamansal ve mekânsal analizi. *Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi*, 10(2), 136-150. <https://doi.org/10.9733/JGG.2023R0010.T>
- Duman, T.Y., & Emre, Ö. (2013). The East Anatolian Fault: geometry, segmentation and jog characteristics. *Geological Society, London, Special Publications*, 372, 495 – 529, <https://doi.org/10.1144/SP372.14>
- Duman, T.Y., Emre, Ö., Özalp, S., Elmacı, H., & Olgun, Ş. (2012). 1:250.000 Ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası Serisi, Elazığ (NJ 37-7) Paftası, Seri No:45, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara -Türkiye.
- Emre, Ö., Duman, T.Y., Olgun, Ş., Özalp, S., & Elmacı, H., (2012a). 1:250.00 ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası Serisi, Muş (NJ37-8) Paftası, Seri No: 49, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara-Türkiye.
- Emre, Ö., Duman, T.Y., Kondo, H., Olgun, Ş., Özalp, S., & Elmacı, H. (2012b). 1:250.000 Ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası Serisi, Erzincan (NJ 37-3) Paftası, Seri No: 44, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara -Türkiye.
- Emre, Ö., Duman, T. Y., Olgun, Ş., Özalp, S., & Elmacı, H. (2012 c). 1/250000 ölçekli Türkiye diri fay haritaları Erzurum (NJ 37-4) paftası. Seri No:48. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü.
- Emre, Ö., Duman, T. Y., Özalp, S., Elmacı, H., Olgun, Ş., & Şaroğlu, F. (2013). Açıklamalı Türkiye Diri Fay Haritası. Ölçek 1:1.250.000,Özel Yayın Serisi-30 [Map]. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü.
- Ergünay, O. (2007). *Türkiye'nin afet profili*. TMMOB Afet Sempozyumu Bildiri Kitabı 5 Ankara, 42–45.
- Eriç, S. (2000). Jeomorfoloji I. DER.
- Erkal, T., & Değerliyurt, M. (2011). Türkiye'de afet yönetimi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 14(22), 147-164.
- Field, C. B., Barros, V., & Stocker, T F. (2012). Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. Special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) United States.
- Gürer, I., & Uçar, I. (2009) *Flood disasters' inventory in Turkey in 2009* In: International symposium on water management and hydraulic engineering, 1–5 September. Ohrid, Macedonia, pp. 371–380.
- Harita Genel Müdürlüğü (HGM) (2023). Bingöl iline ait 5*5 m çözünürlüklü Sayısal Yükseklik Modeli, Harita Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Herece (2008). Doğu Anadolu Fayı atlası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü.
- İTÜ (İstanbul Teknik Üniversitesi Afet Yönetim Merkezi, (2002). İTÜ ulusal afet yönetim modeli geliştirme projesi. İstanbul.
- Kahraman, S., & Ünsal, Ö. (2014). ArcGIS for Desktop Spatial Analiz. Ankara: Esri Bilgi Sistemleri Mühendislik ve Eğitim Ltd.Şti.
- Karabacak, K., Bayar, R., & Türkşen, Ö. (2019, Haziran). *Antalya ili'nde orman yangınlarının mekânsal istatistiksel yöntemler ile analizi*. B. Gonencgil, T. A. Ertek, I. Akova & E. Elbasi (Ed.), 1st Istanbul International Geography Congress Proceedings Book (s. 615- 630) içinde. İstanbul, Türkiye: Istanbul University Press. <https://doi.org/10.26650/PB/PS12.2019.002.060>
- Karataş, İ. (2020). 1971 Bingöl Depremi. *History Studies*, 12(5), 2797-2820.
- Kıraçan, K. (2022). Tarihsel ve Aletsel Dönem Deprem Verileri ile Bingöl ilinin Depremselliğinin Belirlenmesi, İçinde, Edt. (F.T.Emini), Sosyal Beşeri ve İdari Bilimler Alanında Uluslararası Araştırmalar VI, (s,165-185) Eğitim Yayınevi.
- Koçkan, Ç. (2015, Ekim) *Doğal Afet Risk Yönetimi*, vol. 3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 14–16 October 2015, İzmir.
- KOERİ (2024). <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/zeqdb/10/08/2024> tarihli erişim)
- Kozanoğlu, G. (2024). Umumi Hayata Müessir Heyelan Riski Nedeniyle Afete Maruz Bölge Uygulaması Bakımından İdari Kolluk Faaliyetleri ve İdarenin Hizmet Kusuru. *İNÜHFD*, 15(1), 116-130.
- Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü (2025). 1/25000 ölçekli sayısal jeoloji haritaları. Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Menteşe, S., & Tağıl, Ş. (2016). Türkiye'de depremlerin mekânsal dağılımı: Jeo-İstatistiksel & mekansal istatistiksel bir yaklaşım. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9(45), 408-414.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) (2018). Bingöl, Genç, Kığı ve Solhan Meteoroloji istasyonlarının sıcaklık ve yağış verileri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- MMO (2011). <http://www1.mmo.org.tr/> Türkiye'de Deprem Gerçeği ve TMMOB Makina Mühendisleri Odasının Önerileri Oda Raporu.

- NATCATSERVICE (2018), www. <http://natcatservice.munichre.com>
- Özşahin, E. (2013, Eylül). *Türkiye’de yaşanmış (1970-2012) doğal afetler üzerine bir değerlendirme*. 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı 25-27 Eylül 2013-MKÜ, Hatay.
- Perihanoglu, G. M., & Karaman, H. (2020). Temporal and spatial analysis of flooding and landslide disasters in Turkey for period 1960–2018. *J Anatol Environ Anim Sci*, 5, 146–153. <https://doi.org/10.35229/jaes.682827>
- Selçuk, A. S., Erturaç, M. K., Karabacak, V., Sançar, T., Kul, A. Ö., & Yavuz, M. A. (2021). Sancak-Uzunpazar Fay Zonu’nun genç tektonik konumu ve paleosismitesi. *Türk Deprem Araştırma Dergisi*, 3(1), 75-91. <https://doi.org/10.46464/tdad.932089>
- Seymen, İ., & Aydın, A. (1972). Bingöl deprem fayı ve bunun Kuzey Anadolu Fay Zonu ile ilişkisi, Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (MTA) Bulletin 79, 1-8, Ankara.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö., & Boray, A. (1987) Türkiye’nin diri fayları ve depremsellikleri, MTA Derleme No: 8174, 394.
- Tarhan, N. (2002). *1/500.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları Erzurum paftası*. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Tonbul, S. (1990a). Bingöl Ovası ve çevresinin iklimi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(1), 347-374.
- Tonbul, S. (1990b), Bingöl Ovası ve Çevresinin Jeomorfolojisi ve Gelişimi, *Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 2(2), s: 329-352.
- Toprak, A. (2015). *Solhan Deresi Havzasının (Bingöl) Sel ve Taşkın Analizi* (Tez No: 425618). [Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı]. YÖK Tez Merkezi.
- Toprak, A., & Sunkar, M. (2022). Ağrı ilinde Meydana Gelen Doğal Afetlerin Mekânsal ve Zamansal Analizi. *Coğrafya Dergisi*, 44, 97-113. <https://doi.org/10.26650/JGEOG2022-978387>
- TÜİK (2025). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr>. erişim tarihi 12/06/2025
- Qiu, H., Cui, Y., Hu, S., Yang, D., Pei, Y., & Yang, W. (2019). Temporal and spatial distributions of landslides in the Qinba Mountains, Shaanxi Province, China. *Geomat Nat Hazards Risk*, 10, 599–621. <https://doi.org/10.1080/19475705.2018.1536080>
- Wang, Q., Zhang, Qi-peng., Liu, Yang-yang., Tong, Lin-jing., Zhang, Yan-zhen., Li, Xiao-yu., & Li, Jian-long. (2020). Characterizing the spatial distribution of typical natural disaster vulnerability in China from 2010 to 2017. *Nat Hazards*, 100, 3–15. <https://doi.org/10.1007/s11069-019-03656-7>
- Yakut, M. E. (2022). Bingöl ilinde yer değiştiren yerleşmeler, içinde. M.Akif Ceylan, Y.Dinç (Edts), *Seçilmiş Örneklerle Türkiye’de Yer Değiştiren Yerleşmeler*, s. (81-129), Kriter.
- Zabcı, C. (2012). *Kuzey Anadolu Fayı’nın Ilgaz (Çankırı)–Karlıova (Bingöl) arasında kalan kesiminin morfolojik tabanlı son beş bin yıllık kayma hızı tarihçesi ve depremselliği*. [Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü].
- Zengin, E. (2020). *Karakoçan Fay Zonu’nun yapısal ve morfolojik özellikleri* (Tez No: 637033). [Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. YÖK Tez Merkezi.