



# Zonguldak İlinde Meydana Gelen Heyelanların Doğalgaz Dağıtım Hatlarına Etkisi

Serdar Dal<sup>1,2\*</sup>, Hüseyin Kemaldere<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup>Akmercan Batıkar Doğal Gaz Dağıtım Sanayi ve Ticaret A.Ş., Zonguldak, Türkiye, (ORCID: 0000-0003-3248-0048), [serdardalbeu@gmail.com](mailto:serdardalbeu@gmail.com)

<sup>2</sup>Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Geomatik Mühendisliği ABD, Zonguldak, Türkiye (ORCID: 0000-0003-3248-0048), [serdardalbeu@gmail.com](mailto:serdardalbeu@gmail.com)

<sup>3</sup>Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, Zonguldak, Türkiye (ORCID: 0000-0002-0170-833X), [kemaldere@hotmail.com](mailto:kemaldere@hotmail.com)

(1st International Conference on Engineering and Applied Natural Sciences ICEANS 2022, May 10-13, 2022)

(DOI:10.31590/ejosat.1112287)

**ATIF/REFERENCE:** Dal, S., Kemaldere, H. (2022). Zonguldak İlinde Meydana Gelen Heyelanların Doğalgaz Dağıtım Hatlarına Etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (36), 269-275.

## Öz

Bu çalışmada Zonguldak ili Merkez, Kozlu ve Kilimli ilçelerinde yıl içerisinde meydana gelen çeşitli heyelanlardan kaynaklanan tahribatın doğalgaz dağıtım hatlarına etkileri, heyelanların eğim ile ilişkisi ve alınması gereken önlemler üzerinde durulmuştur. Bu bağlamda, heyelan kaynaklı hatlarda meydana gelen hasarlar nedeniyle gazsız kalan kısımlarla ilgili alternatif ve uzun vadede yararlı olabilecek çözümler önerilmiştir. Zonguldak ilinin; eğimin %0-45 aralığında değişkenlik gösterdiği, yatırım ve bakım maliyetlerini arttıran zorlu bir arazi yapısına sahip olduğu gözlemlenmiştir. Yüksek eğimli bölgelerde vana sayısının artırılması ve mümkünse eğimi daha az olan yollarda yatırım planlaması yapılması önerilmektedir. İmalatı yapılmış olan bölgelerde risk durumuna göre sektör (bağlantı hattı) ayrımları yapılması, sektör içi vanalar konulması ve heyelan yoğunluğu ve eğimi fazla olan bölgelerde gözlem yapılması uygun olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Heyelan, Doğalgaz hattı, Ölçüm, Eğim, Zonguldak.

## The Effect of Landslides Occurring in Zonguldak Province on Natural Gas Pipelines

### Abstract

In this study, the effects of the destruction on natural gas pipelines caused by various landslides in the Central, Kozlu and Kilimli districts of Zonguldak province, the relationship of landslides with slope and the precautions to be taken are emphasized. In this context, alternative and long-term solutions have been proposed for the gasless parts due to the damages in the landslide-induced pipelines. It has been observed that the slope of Zonguldak province has a difficult terrain structure that varies between 0-45% and increases investment and maintenance costs. It is recommended to increase the number of valves in regions with high slopes and to make investment planning on roads with less slope if possible. It will be appropriate to make sector (connection line) distinctions, placing valves within the sector and making observations in areas with high landslide density and slope according to the risk situation in the manufacturing areas.

**Keywords:** Landslide, Natural Gas Pipeline, Surveying, Slope, Zonguldak.

\*Sorumlu Yazar: [serdardalbeu@gmail.com](mailto:serdardalbeu@gmail.com)

## 1. Giriş

Depremler, su baskınları gibi, en yaygın doğal afetlerden biri olan ve yağışla tetiklenen heyelanlar, dünya çapında ölümler, maddi hasar ve ekonomik kayıplar açısından önemli sonuçlara neden olur. Türkiye'yi de çok yakından ilgilendiren [1] iklim değişikliğiyle beraber aşırı hava olaylarının artması heyelanların sıklığını da artırmakta, can ve mal açısından daha ciddi tehditler oluşturmaktadır [1,2].

Heyelanlar yer kayması olarak bilinirler ve genel olarak insanların çeşitli etkinliklerine bağlı olarak yamaç dengesinin bozulması sonucu oluşan kütle hareketleridir. Heyelanlar, eğim, sağanak yağış, bitki örtüsünün azlığı, donma ve çözülme olayları, depremler gibi nedenlerle yer çekimi etkisiyle kayaların, taşların, toprağın ve belirli bir tabakanın yamaç eğimi doğrultusunda yer değiştirmesi olarak tanımlanabilir [1]. Heyelanlar yaygın olarak şiddetli yağışlardan sonra [3] dağlık bölgelerde görülür ve yer yer yüksek hızda uzun mesafeler kat edebilir [4]. Bunların yanında kazılar, maden işletilmesi, yapay patlamalar gibi doğal olmayan nedenler heyelanın meydana gelmesini kolaylaştıran olaylardır [1, 5-6].

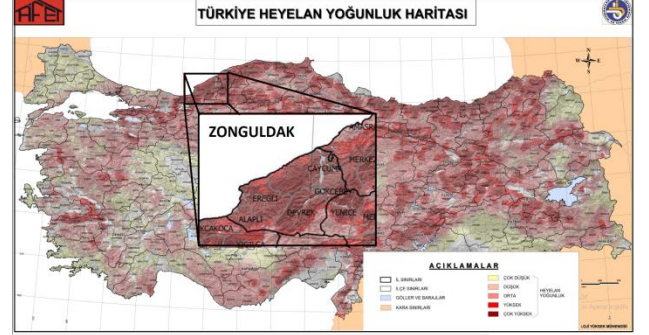
Küresel nüfus artışıyla birlikte, dünya genelinde dağlık alanlarda da hızlı kentleşme gerçekleşmekte ve bu da heyelan riskinin artmasına neden olmaktadır [4]. Son zamanlarda gelişen ekonomilerde, bölgesel ve orta ölçekli heyelan değerlendirmeleri özellikle şehircilik faaliyetlerinde güvenli ve ekonomik mühendislik planlamaları için çok önem kazanmıştır. Kentleşmede mühendislik uygulamaları ile heyelan eğilimli alanların belirlenmesi arasında sosyo ekonomik bir bağ vardır [7]. Kentleşmede uygulanacak projeler için geleneksel yaklaşımlarla güzergâh oluşturmak çok karmaşık ve uzun vadede ekonomik değildir [8]. Heyelanlara eğilimli potansiyel alanları belirlemede Heyelan Duyarlılık Haritalaması (LSM), heyelanların etkilerini önlemek ve azaltmak için önlemlerden biri olarak kabul edilir [9]. Canlılar ve çevre bakımından olumsuz etkileri azami ölçüde azaltmak için heyelan duyarlılık haritalarının erken aşamada üretilmesi önemli bir faktördür [7-8].

Ülkemizin çeşitli bölgelerinden geçen ve genel olarak içme suyu, tarımsal sulama suyu, ham petrol ve doğalgaz gibi kritik akışkanların iletilmesinin ekonomik bir yolu olan birçok boru hattı bulunmaktadır [10-11]. Şehirlerde kullanılan ve nüfus yoğunlu çok olan bölgelerde su, kanalizasyon, elektrik, doğalgaz ve internet gibi altyapı hatlarının varlığı ve onların güvenliği de insan yaşamı için oldukça önemlidir. Bu bakımdan özellikle doğalgaz gibi güvenlik sorunu yaşanması halinde kenti sarsabilecek derecede etkileri olabilecek altyapılar planlanırken statik ve dinamik yüklerin etkileri, yer hareketlerinin etkilerinin dikkate alınması kaçınılmazdır [11]. Boru hatlarının kullanılmasının en önemli nedenleri arasında ekonomiklik, taşıma maliyetlerinin az olması, işletme kolaylığı, gömülü hatların sabotaja karşı daha güvenli olması, çevreye zarar vermemesi sayılabilir. Bunun yanında özellikle yangıcı ve yakıcı akışkanlar için kayıp kaçak olasılığı boru hatlarında en büyük riskler arasındadır [10].

Şehirlerde yaygın olarak kullanılan doğalgaz boru hatları, iletim ve dağıtım hatları olmak üzere ikiye ayrılır. Bunlardan iletim hatları yüksek basınçta gaz taşıdığından çelik borular kullanılır. Dağıtım hatları ise daha düşük basınçta doğalgazı polietilen borularla taşıyan hatlardır. Bu hatlara etkileyen kuvvetler iç basınç, toprak yükü, trafik yükü ve sıcaklık değişimi

kaynaklı gerilmelerdir. Bu bakımdan heyelan bölgeleri için toprak kaymasından kaynaklı gerilmeler de önem arz etmektedir [11].

Oldukça yüksek heyelan risk alanlarına sahip olan Zonguldak ilinin AFAD' dan alınan Heyelan Yoğunluk Haritası Şekil 1'de sunulmuştur.

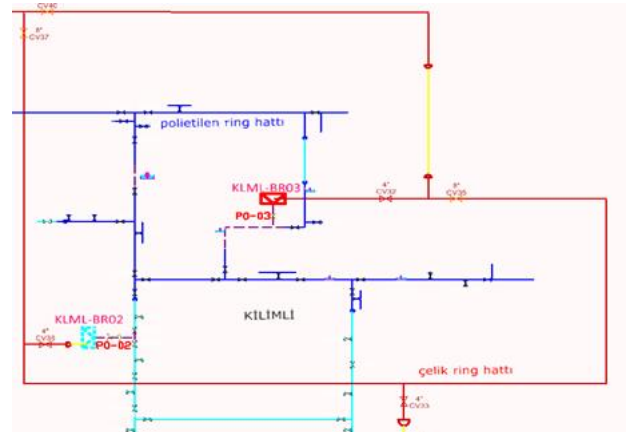


Şekil 1. Zonguldak heyelan yoğunluk haritası [12].

Bu çalışma, Zonguldak İlinde tamamlanmış ve faaliyette olan doğalgaz boru hatları üzerinde gerçekleşmiş olan üç farklı bölgede meydana gelen heyelanın incelenmesini kapsamaktadır. Heyelan oluşan alanlar fotoğraflanmış ve hattın ölçümü alınarak kayıklığı saptanmıştır. Eğim haritaları ile hatlar çakıştırılarak heyelan bölgesinin yaklaşık eğimi tespit edilmiştir. Sonrasında gazsız kalan alanlar, hasar gören hatlar belirlenerek alternatif çözümler araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

Doğal gaz dağıtım hatları genellikle bir bölgenin imar planı altlık olarak kullanılarak projelendirilmektedir. Proje tasarımı yapılırken orta basınçlı (18-20 bar) hat şehir genelinde bir ring hattı oluşturulmaktadır. Bu ring hattı üzerinde 5000 BBS kapasiteli Bölge Regülatörleri (BR) konumlandırılmaktadır. Bölge regülatörlerinden düşük basınçlı (1-4 bar) polietilen hatlar ile tekrar bir ring oluşturulur. Bu ring hattı üzerine vanalar konularak 1000 BBS kapasiteli sektör dalları oluşturulur. Bu sektör dalları vasıtası ile konutlara gaz arzı sağlanır (Şekil 2).



Şekil 2. Örnek doğalgaz proje tasarımı

Bu çalışmada; Tablo 1'de gösterilen Zonguldak İli Merkez İlçesi Baştarla Mahallesi Rat 1. Sokak Üzülmüş TOKİ Konutları, Kilimli ilçesi Merkez Mahallesi Pınar Sokak ve Kozlu İlçesi 19 Mayıs Mahallesi Kağızman Sokak'ta doğalgaz dağıtım hatlarının geçtiği kısımlarda meydana gelen 3 farklı heyelan incelenmiştir. Heyelanların verdiği tahribatlar karşılaştırılmış ve alternatif çözüm yolları araştırılmıştır.

Tablo 1. Heyelan meydana gelen bölgeler

Sıra No	Heyelan Olan Bölge	İmalat Tarihi	Heyalan Tarihi	Adresi
1	Zonguldak Üzülmöz TOKİ Konutları	25.05.2019	14.04.2021	Baştarla Mahallesi Rat 1. Sokak Merkez/Zonguldak
2	Kilimli Pınar Sokak	11.09.2020	28.01.2021	Merkez Mahallesi Pınar Sokak Kilimli/Zonguldak
3	Kozlu Kağızman Sokak	21.08.2020	23.02.2021	19 Mayıs Mahallesi Kağızman Sokak Kozlu/Zonguldak

Tablo 2. Elde edilen bulgular.

Sıra No	Heyelan Olan Bölge	Zemin Eğimi (%)	Hat Çapları	Hasar Gören Hat Uzunluğu	Gazsız Kalan Hat Uzunluğu	Gazsız Kalan Bina Sayısı
1	Zonguldak Üzülmöz TOKİ Konutları	20-25	20 mm-63 mm Polietilen Hat	26,00 m	450,00 m	12
2	Kilimli Pınar Sokak	40-45	63mm-125mm Polietilen Hat ve 4" Çelik hat	39,00 m	10.105,70 m	520
3	Kozlu Kağızman Sokak	25-30	63 mm Polietilen Hat	38,83 m	135,25 m	3

### 3. Bulgular

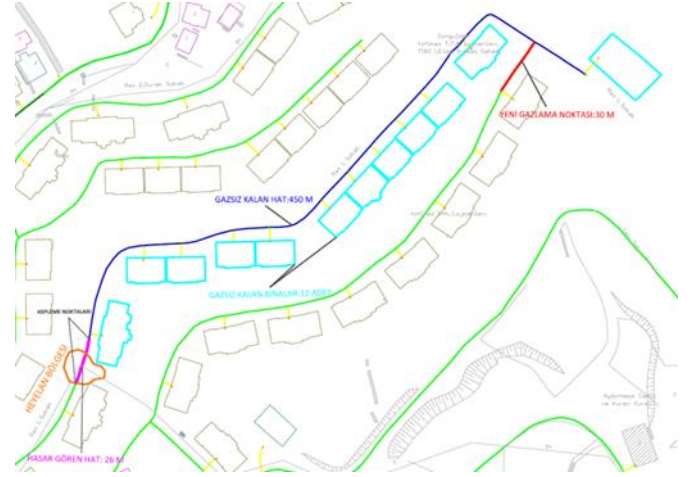
Heyelan meydana gelen ve doğalgaz dağıtım hattının geçmiş olduğu bölgelerdeki hasarlarla ilgili bulgular Tablo 2' de özetlenmiştir.



Şekil 3. Üzülmöz TOKİ Konutları-heyelan bölgesinden bir görüntü.

14.04.2021 tarihinde Üzülmöz TOKİ Konutları içerisinde meydana gelen heyelanla birlikte 63 mm çapındaki doğal gaz dağıtım hattının 26 metrelik kısmı uzayarak Şekil 3'te görüldüğü gibi kopmuş ve ani gaz çıkışı meydana gelmiştir. Gelen ihbarlar neticesinde acil müdahale ekipleri tarafından olay yerine gidilerek hattın bağlı olduğu ZNG2-055 numaralı sektörün vanası kapatılarak gaz arzi kesilmiştir. Gerekli tedbirler alındıktan sonra heyelan bölgesinin gerisinde kalan konutlar için

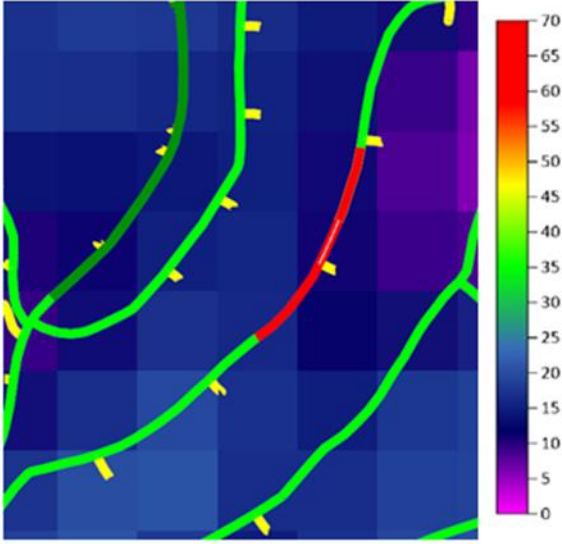
Şekil 4'te gösterilen noktalardan hat keplenecek hızlı bir şekilde gaz arzi yeniden sağlanmıştır.



Şekil 4. Üzülmöz TOKİ Konutları 'nda heyelan sonrası gazsız kalan alanlar ve yeni gazlama noktası

Ancak heyelanın diğer tarafında kalan ve Şekil 4'te mavi renkle gösterilen 450 metrelik polietilen hat ve turkuaz renkle gösterilen 12 adet bina gazsız kalmıştır. Gazsız kalan kısımlar için yapılan incelemede, bir alt sokakta Şekil 4'te yeşil renkle gösterilen yine aynı sektörde mevcut doğalgaz hattının olduğu tespit edilmiştir. Yapılan tespit neticesinde 15.04.2021 tarihinde iş programı hazırlanmıştır. Yeşil hat aynı sektörde ve aynı çapta olduğundan Şekil 4'te kırmızı renkle gösterilen 30 metre yeni imalat yapılarak gazsız kalan hat gazlanmış ve binalara gaz arzı kalıcı olarak sağlanmıştır.





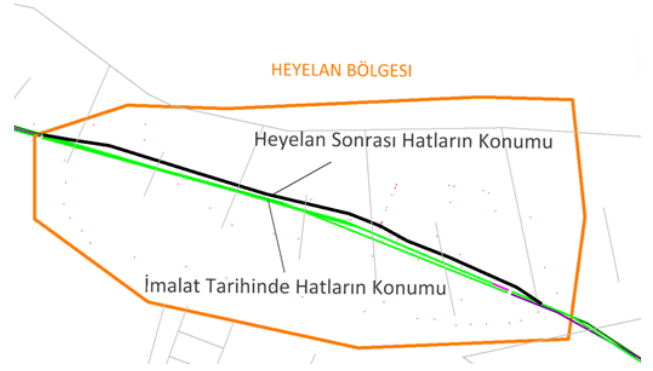
Şekil 5. Üzülmaz TOKİ Konutları hattı eğim haritası.

Şekil 5'te Üzülmaz TOKİ Konutları Hattında meydana gelen heyelanla ilgili eğim haritası sunulmuştur. Kırmızı renk heyelan nedeni ile hasar gören hattı göstermektedir. Bu kısımlarda eğimin yaklaşık %20-25 aralığında olduğu görülmektedir.



Şekil 6. Kilimli Pınar Sokak-heyelan bölgesinden bir görüntü.

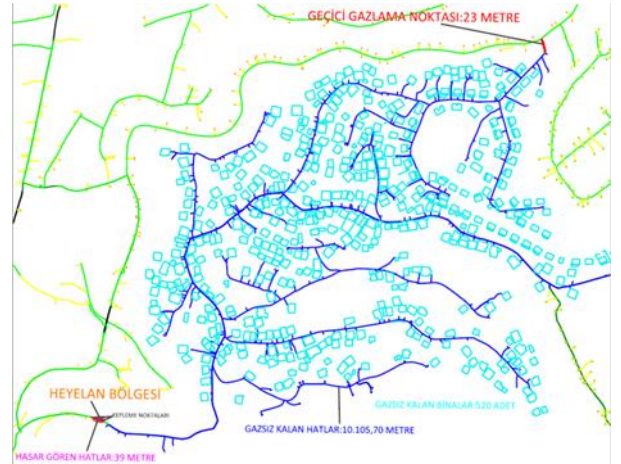
28.01.2021 tarihinde Zonguldak İli Kilimli İlçesi Merkez Mahallesi Pınar Sokak'ta meydana gelen heyelan neticesinde 63mm-125mm Polietilen Hat ve 4" Çelik hatın 39 metrelik kısımları Şekil 6'da görüldüğü gibi açığa çıkmıştır. Gelen ihbarlar neticesinde acil müdahale ekipleri tarafından olay yerine gidilerek hattın durumu ile ilgili incelemeler yapılmış ve heyelan kaynaklı gerilmenin tehlike boyutu araştırılmıştır. Yapılan lazer ölçümleri neticesinde hattın ortalama 30 cm heyelan yönüne hareket ettiği gözlemlenmiştir (Şekil 7). Heyelan bölgesindeki hatların hasar görmesi durumunda Şekil 8'de mavi renkle gösterilen 10.105,07 metrelik hattın, bir adet Basınç Düşürme İstasyonunun (BR) ve 520 adet binanın gazsız kalabileceği tespit edilmiştir.



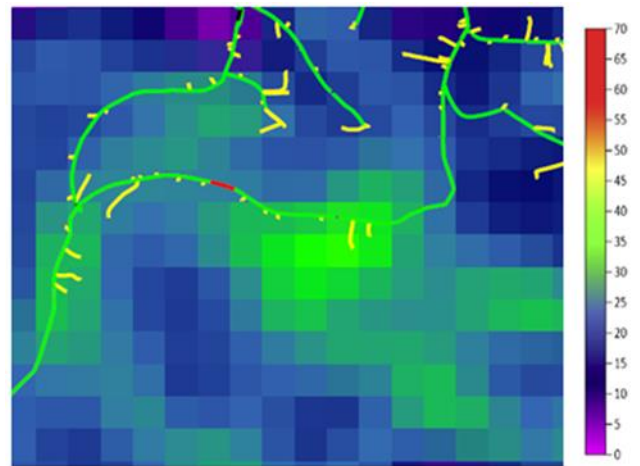
Şekil 7. Kilimli Pınar Sokak -hattın kayıklığının tespiti.

Yapılan tespit neticesinde 31.01.2021 tarihinde iş programı hazırlanmıştır. Şekil 8'de kırmızı renkle gösterilen 23 metrelik 63 mm polietilen doğalgaz hattı imalatı yapılarak gazsız kalması muhtemel olan hatlar tersten geçici olarak gazlanmıştır. Ardından heyelan bölgesi içerisinde açığa çıkan 39 metrelik hat keplenerek heyelan bölgesinden kaldırılmıştır.

Şekil 9'da Kilimli Pınar Sokak'ta meydana gelen heyelanla ilgili eğim haritası sunulmuştur. Kırmızı renk heyelan nedeni ile hasar gören hatları göstermektedir. Bu kısımlarda eğimin yaklaşık %40-45 aralığında olduğu görülmektedir.



Şekil 8. Kilimli Pınar Sokak'ta gazsız kalan alanlar ve geçici gazlama noktası.



Şekil 9. Kilimli Pınar Sokak eğim haritası

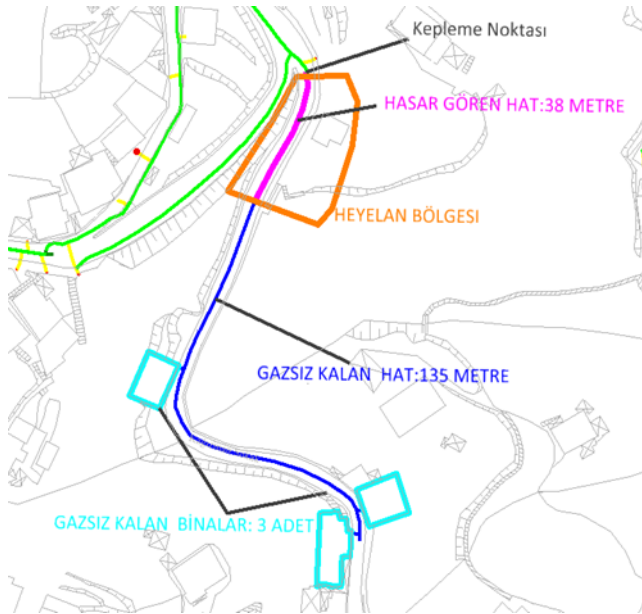
23.02.2021 tarihinde Zonguldak İli Kozlu İlçesi 19 Mayıs Mahallesi Kağızman Sokak'ta Şekil 10'da görüldüğü gibi

heyelan meydana gelmiş ve 63 mm çapındaki polietilen hat hasar görmüştür.



Şekil 10. Kozlu Kağızman Sokak-heyelan bölgesinden görüntü.

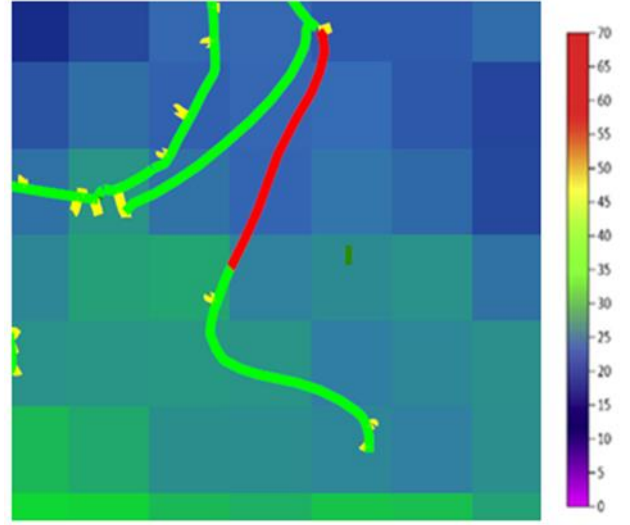
Yapılan inceleme neticesinde Şekil 11’de Mavi renkle gösterilen 135 metre hattın gazsız kaldığı, pembe renkle gösterilen hattın hasar gördüğü tespit edilmiştir. Hat imalatının heyelan tarihinden 6 ay önce 21.08.2020 tarihinde yapıldığı ve 3 adet binaya gaz arzı sağlandığı, binalardan abonelik alınmadığı görülmüştür. Hattın kısa olması, abonelik bulunmaması ve alternatif gazlama noktalarının olmaması nedeni ile heyelan güzergâhının incelenmesinin ardından tadilatı yapılması durumunda kurumlardan görüş alınarak hattın gazlanmasına karar verilmiştir.



Şekil 11. Kozlu Kağızman Sokak'ta gazsız kalan alanlar.

Şekil 12’de Kozlu Kağızman Sokak’ta meydana gelen heyelanla ilgili eğim haritası sunulmuştur. Kırmızı renk heyelan

nedeni ile hasar gören hattı göstermektedir. Bu kısımlarda eğimin yaklaşık %25-30 aralığında olduğu görülmektedir.



Şekil 12. Kozlu Kağızman Sokak eğim haritası.

#### 4. Tartışma

Çalışmada üç farklı bölge ve durum görülmektedir. Birinci durumda gazsız kalan hat aynı sektör içerisinde başka bir hatta yakın olduğundan gazlanmış ve proje ve heyelanlı alanla ilgili kalıcı bir çözüm sağlanmıştır.

İkinci durumda ise hat güvenliği açısından geçici gazlama noktasından hat tersten gazlanmış ve heyelanlı alanla ilgili kalıcı çözüm sağlanmasına karşın, proje açısından geçici çözüm sağlanmıştır.

Üçüncü durumda ise hat güvenliği açısından geriden kepleme yapılmıştır. Heyelanlı alanla ilgili geçici çözüm sağlanmış ve gaz arzı sağlanamamıştır.

Zonguldak İlinde bu üç bölge dışındaki alanlarda da çeşitli heyelanlar meydana gelmiştir. 2020-2022 yılları arasında doğalgaz hatları üzerinde meydana gelen diğer heyelanlarla ilgili detaylar Tablo 3’de sunulmuştur.

Tablo 3’e bakıldığında 2020 ve 2022 yılları arasında heyelan nedeni ile beş ayrı bölgede daha heyelan kaynaklı hasar meydana geldiği, bunlardan bir tanesinin eğiminin %20-25 aralığında olduğu ve imalatın 6 yıl sonra gerçekleştiği, diğer bölgelerde ise eğimin %30-40 aralığında olduğu ve imalat tarihinden yaklaşık 1-2 yıl sonra heyelanın gerçekleştiği görülmektedir. Buradan anlaşılacağı üzere eğim ne kadar artarsa risk o denli artmakta ve heyelanın oluşma süreci o kadar kısalmaktadır.

Şekil 13’te sunulan eğim haritasında Zonguldak İli’nde yapımı tamamlanan doğal gaz hatları turkuaz renkle gösterilmiştir. Eğim haritası incelendiğinde Zonguldak ili’nin, eğimin %0-45 aralığında değişkenlik gösteren zorlu arazi yapısına sahip olduğu gözlemlenmektedir. Bu durum, alınması gereken önlemler nedeni ile vana sayısının normal seviyelerden fazla tutulması gerektiğinden yatırım maliyetlerini ve yatırım sonrası bakım maliyetlerini de artırmaktadır.

Henüz doğalgaz yatırımı tamamlanmamış olan ve doğalgaz altyapı talebi bulunan mahalle isimleri ve mahalle sınırları Şekil 13’te beyaz renkle gösterilmektedir. Eğim haritası

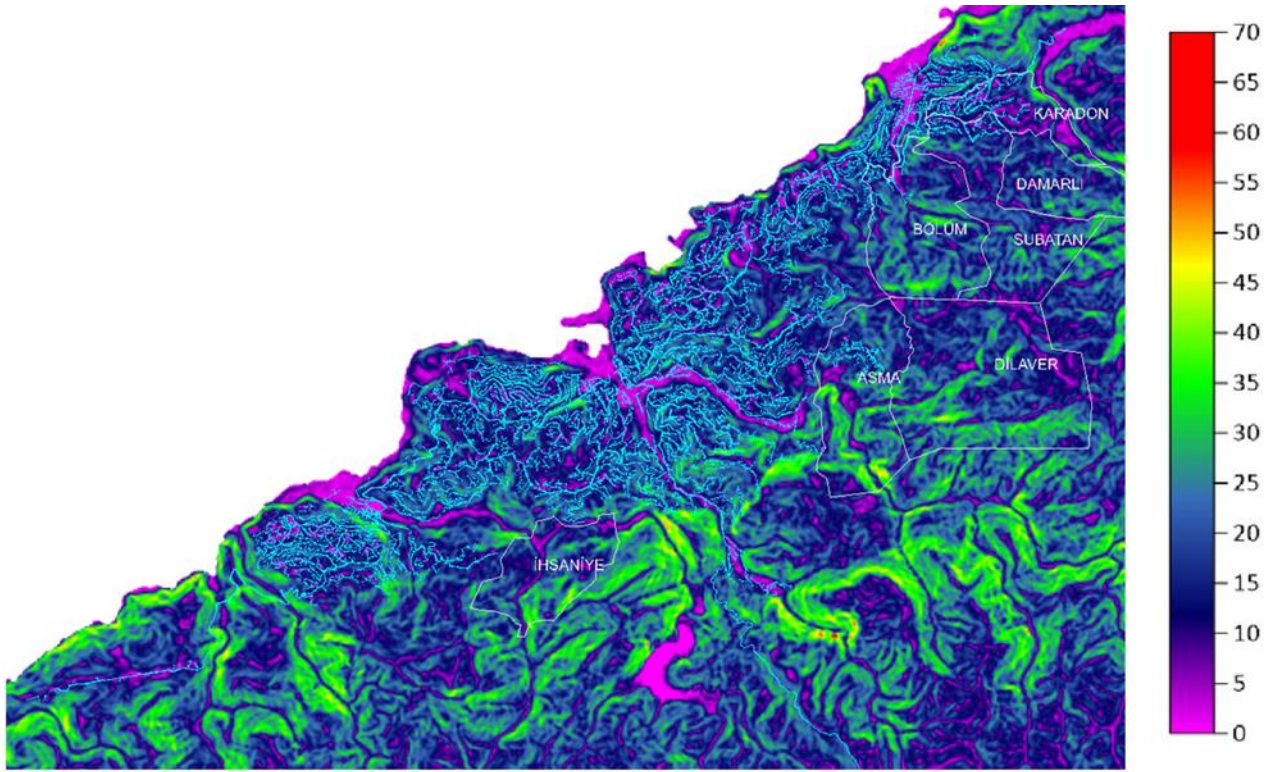


incelendiğinde Kozlu İlçesi İhsaniye Mahallesi'nde eğimin %5-40, Merkez İlçesi Asma ve Dilaver Mahalleleri'nde %5-50, Kilimli İlçesi Bölüm, Subatan ve Damarlı Mahalleleri'nde %5-

40 aralığında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Bu bölgelerin eğim nedeniyle potansiyel heyelan riski taşıdığı anlaşılmaktadır.

Tablo 3. 2020-2022 Yılları arasında meydana gelen heyelanlar.

İLİ	İLÇESİ	ADRES	İMALAT TARİHİ	HEYELAN TARİHİ	EĞİMİ(%)
Zonguldak	Merkez	Çaydamar Mahallesi Hilmi Uzun Sokak	15.10.2019	01.02.2022	33-35
Zonguldak	Merkez	Çaydamar Mahallesi Muhammet Uzun Sokak	25.08.2020	23.02.2022	38-40
Zonguldak	Merkez	Asma Mahallesi Yenişehir Sokak	09.09.2021	23.03.2022	30-35
Zonguldak	Kozlu	Kılıç Mahallesi Bağcı Sokak	20.12.2020	03.02.2022	38-40
Zonguldak	Kozlu	Fatih Mahallesi Ceyhan Sokak	27.07.2015	09.12.2021	20-25



Şekil 13. Zonguldak İli doğalgaz hatları ve eğim haritası.

#### 4. Sonuçlar

Bu çalışmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

• Heyelanlar genellikle ısınma ihtiyacının maksimum seviyede olduğu kış aylarının ortalarında ya da sonlarında meydana gelmektedir.

• Zonguldak ilinin eğimli yapısı nedeni ile İmar uygulamalarının yapılması da zaman almaktadır. Projeler İmar planları baz alınarak hazırlandığından imar uygulaması

yapılmayan alanlarda doğalgaz projelerinin tamamlanma sürecini olumsuz etkilemektedir.

• Zonguldak ili özelinde, açılmış olan halihazır yollarla imar yollarının uyumsuzluğu nedeni ile sektörlerin uzun olduğu durumlarda sektör içlerine de vana konulması planlanmalıdır. İmalatın tamamlandığı kısımlarda mümkünse uzun sektörler ayrılmalıdır.

• Heyelan yoğunluğunun ve eğimin fazla olduğu alanlarda zemin hareketleri gözlemlenmelidir.

- Geçici gazlanan kısımlar için alternatif yollar bulunarak projenin sağlıklı çalışması sağlanmalıdır.
- Gaz arzı sağlanamayan kısımlar için diğer kurum ve kuruluşlardan görüş alınarak birlikte hareket edilmelidir.

## 5. Teşekkür

Yazarlar bu çalışmanın yapılmasında veri ve ekipman paylaşımını esirgemeyen Akmercan Batıkar Doğal Gaz Dağıtım Sanayi ve Ticaret A.Ş. ve desteklerinden dolayı Yük. Müh. Can Atalay'ya teşekkürlerini sunar.

## Kaynakça

- [1] Öztürk, K., Heyelanlar ve Türkiye'ye Etkileri, G.Ü Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22:2, 35-50, (2002).
- [2] Zhao, B., Dai, Q., Zhuo, L., Mao, J., Zhu, S., Han, D., Accounting for satellite rainfall uncertainty in rainfall-triggered landslide forecasting, *Geomorphology*, 398:108051, (2022).
- [3] Gutiérrez-Martín, A., A GIS-physically-based emergency methodology for predicting rainfall-induced shallow landslide zonation, *Geomorphology*, 359:107121, (2020).
- [4] Su, X., Xia, X., Liang, Q., Hou, J., A coupled discrete element and depth-averaged model for dynamic simulation of flow-like landslides, *Computers and Geotechnics*, 141:104537, (2022).
- [5] Tanyaş, H., Kirschbaum, D., Görüm, T., van Westen, C. J., Tang, C., Lombardo, L. A closer look at factors governing landslide recovery time in post-seismic periods, *Geomorphology*, 391:107912, (2021).
- [6] Jia, G., Alvioli, M., Gariano, S. L., Marchesini, I., Guzzetti, F., Tang, Q., A global landslide non-susceptibility map, *Geomorphology*, 389:107804, (2021).
- [7] Ercanoğlu, M. ve Gökçeoğlu, C., Use of fuzzy relations to produce landslide susceptibility map of a landslide prone area (West Black Sea Region, Turkey), *Engineering Geology* 75: 229–250, (2004).
- [8] Yıldırım, V. ve Yomrahoğlu, T., Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Çizgisel Mühendislik Yapılarında Güzergâh Optimizasyonu: Doğalgaz İletim Hattı Örneği, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 13:015501, 1-10, (2013).
- [9] Sun, D., Shi, S., Wen, H., Xu, J., Zhou, X., Wu, J., A hybrid optimization method of factor screening predicated on GeoDetector and Random Forest for Landslide Susceptibility Mapping, *Geomorphology*, 379:107623, (2021).
- [10] Canoğlu, M. C., Boru Hatlarında Meydana Gelen Heyelan Olaylarında Jeoteknik Etütler ve Mühendislik Jeolojisi Yaklaşımları, *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 10:1, 12-21, Ocak, (2018).
- [11] Yiğit, A., Doğal Gaz Boru Hatlarının Gömme Derinliği, *El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8:1, 471-480, (2021).
- [12] 2008, Available: [https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/3506/xfiles/96-2014060215311-heyelan\\_yogunluk\\_a1\\_olce\\_ksiz.pdf](https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/3506/xfiles/96-2014060215311-heyelan_yogunluk_a1_olce_ksiz.pdf)