

2023 KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİNDE SU VE KANALİZASYON SİSTEMLERİNDE GÖZLEMLER

OBSERVATIONS OF WATER AND SEWAGE SYSTEMS IN THE 2023 KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKES

Selçuk TOPRAK¹, Engin NACAROĞLU², Muhammet CEYLAN³,
Oğuz DAL⁴, Şeyhmus Can TUNÇ⁵, Adem Eren ŞENTÜRK⁶,
Mehdil Buğra İNCE⁷

ÖZET

6 Şubat 2023 tarihinde gerçekleşen depremler (Mw7.7 ve Mw7.6), on bir ilde ciddi altyapı ve üst yapı hasarlarına yol açmış ve bu iller AFAD tarafından afet bölgesi olarak ilan edilmiştir. Bu geniş alanda, su ve kanalizasyon hatları, enerji iletim sistemleri ve ulaşım altyapısı gibi kentsel sistemler, depremin etkileriyle farklı derecelerde kesintiye uğramıştır. Bu sistemlerin üzerindeki olumsuz etkiler, depremin şiddeti, güzergâhtaki zemin özellikleri ve mevcut sistemlerin deprem dirençliliği gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Bu etkiler özellikle depremin hemen ardından daha belirgin hale gelmiştir. Mevcut çalışma, içme suyu ve atık su sistemlerinde depremler sonrasında gerçekleştirilen gözlemleri ve ön değerlendirmeleri sunmaktadır. Depremi izleyen günlerde, bu sistemlerin tekrar faaliyete geçmesi, konuma bağlı olarak günler, haftalar veya aylar alabilmiştir. Ayrıca, geniş bir bölgedeki çok çeşitli içme suyu ve kanalizasyon şebekelerinde meydana gelen hasarlar, kuvvetli yer hareketleri, zemin ve boru özellikleri gibi sistemlerin performansını etkileyen çeşitli parametrelerin değerlendirilmesine imkân sağlamıştır. Bu çalışma, deprem sonrasında çeşitli zaman dilimlerinde afet bölgesinde gerçekleştirilen detaylı incelemeleri sunmaktadır. Altyapı sistemlerinin performansını ve deprem etkilerine karşı tepkilerini anlamak, gelecekteki benzer felaketlere daha iyi hazırlıklı olabilmek adına büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, mevcut ve yeni altyapı sistemlerinin depreme dayanıklılığını artırmak için sistemsel, yapısal güçlendirmelere ve sürekli iyileştirmelere odaklanılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Boru, Deprem, Hasar, İçme Suyu, Kanalizasyon

¹ Prof. Dr., Gebze Teknik Üniversitesi, stoprak@gtu.edu.tr (Sorumlu Yazar)

² Dr. Öğr. Üyesi, Pamukkale Üniversitesi, enacaroglu@pau.edu.tr

³ Lisansüstü Öğrenci, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Gebze Teknik Üniversitesi, m.ceylan2020@gtu.edu.tr

⁴ Arş. Gör. ve Lisansüstü Öğrenci, Gebze Teknik Üniversitesi, odal@gtu.edu.tr

⁵ Lisansüstü Öğrenci, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Gebze Teknik Üniversitesi, s.tunc2018@gtu.edu.tr

⁶ Lisansüstü Öğrenci, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Gebze Teknik Üniversitesi, a.senturk2022@gtu.edu.tr

⁷ Lisansüstü Öğrenci, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Gebze Teknik Üniversitesi, m.ince2018@gtu.edu.tr



ABSTRACT

The earthquakes that occurred on February 6, 2023 (Mw7.7 and Mw7.6) caused significant damage to both infrastructure and superstructures in eleven provinces, which were declared disaster areas by AFAD (Disaster and Emergency Management Authority). In this extensive area, urban systems such as water and sewage lines, energy transmission systems, and transportation infrastructure were interrupted to varying degrees by the effects of the earthquake. The negative impacts on these systems varied depending on factors such as the earthquake's intensity, the soil characteristics along their paths, and the existing systems' earthquake resilience. These effects became particularly apparent immediately after the earthquake. The current study presents observations and preliminary evaluations performed on drinking water and wastewater systems after the earthquakes. In the days following the earthquake, it took days, weeks, or even months for these systems to become operational again, depending on the location. Moreover, the extensive damage in a wide range of drinking water and sewage networks across the region has provided the opportunity to assess various parameters that affect system performance, such as strong ground movements, soil and pipe characteristics. This study presents detailed examinations carried out at various times in the disaster zone after the earthquake. Understanding the performance of infrastructure systems and their responses to earthquake effects is of great importance in preparing better for future similar disasters. Therefore, there should be a focus on systemic, structural reinforcements and continuous improvements to increase the earthquake resilience of both existing and new infrastructure systems.

Keywords: Pipeline, Earthquake, Damages, Drinking Water, Sewage

1. GİRİŞ

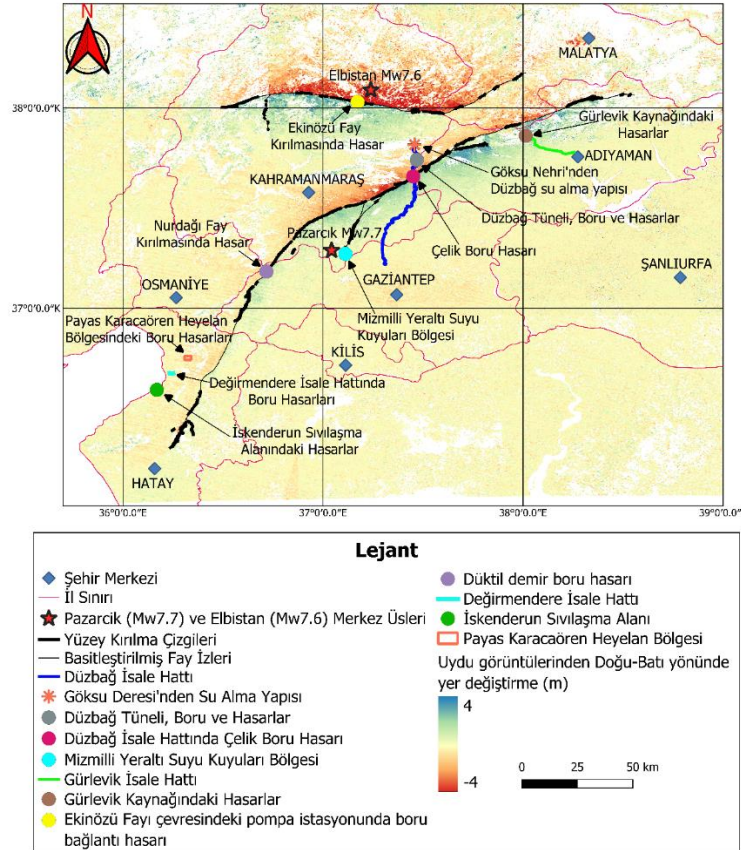
Türkiye, sismik açıdan aktif bir bölgede yer aldığından, büyük depremlerle dolu uzun bir geçmişe sahiptir. Özellikle, 6 Şubat 2023 tarihinde, sadece birkaç saat arayla iki önemli deprem meydana gelmiştir. İlk deprem saat 04:17'de Kahramanmaraş Pazarcık merkezli olarak Mw 7.7 büyüklüğünde, ikinci deprem ise saat 13:24'te Elbistan'da Mw 7.6 büyüklüğünde olmuştur (Toprak vd., 2024a). Bu sismik olaylar 108.812 km²'lik geniş bir bölgeyi etkilemiş olup, toplam nüfusu yaklaşık 14 milyon olan 11 ili kapsamaktadır (SBB, 2024). Depremle birlikte ağır yıkım meydana gelmiş ve deprem bölgesine farklı belediyelerden destek ekipler sevk edilmiştir. Bu ekiplerle yapılan iş paylaşımı depremin sonuçlarını hızlı bir şekilde iyileştirmede önemli bir rol oynamıştır.

2023 Kahramanmaraş depremleri sadece üstyapılara değil, aynı zamanda toplumun sürdürülebilirliği için gerekli olan içme suyu, kanalizasyon gibi temel altyapı sistemlerine de ciddi zarar vermiştir (Toprak vd., 2024b). Bu sistemlerde oluşan hasarlar arama ve kurtarma çalışmalarında, deprem sonrasında hayatın işleyişinin devam edebilmesinde ve yaraların hızlıca sarılmasında önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle, temel altyapı sistemlerinin depreme dayanıklı bir şekilde tasarlanması depreme karşı alınacak önlemlerin önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Toprak vd. 2015). Yazarlar, depremlerden sonra temel altyapı sistemlerini incelemek, ilgili kuruluşlarla bilgi alışverişi yapmak ve çalışmalarını yürütmek için depremden etkilenen bölgeye birçok seyahat gerçekleştirmiştir. Bu çalışmalar, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş ve Adıyaman'daki su ve kanalizasyon sistemleri başta



olmak üzere, temel altyapı sistemlerinin performansını değerlendirmeyi ve depremden etkilenen bölgelerde bu sistemlerin dayanıklılığını artırmaya yönelik çıkarımlar yapmayı amaçlamaktadır.

Kahramanmaraş depremleri sonucunda altyapılarla ilgili sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. Toprak vd. (2024c), Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri sonrasında jeolojik ve geoteknik tehlikelerin seçili su altyapı sistemlerine etkilerini irdelemiştir (Şekil 1). Sıvılaşma, fay kırıkları, heyelanlar ve su bulanıklığı problemlerinin Gaziantep, Hatay ve Adıyaman'daki



Şekil 1. Tespit edilen hasarlara ve etkilenen bölgedeki su iletim hatlarına genel bakış (Toprak vd., 2024c)

sonuçlarını Şekil 1'de özetlendiği gibi detaylı tartışmışlardır (Toprak vd., 2024c). Uçkan vd. (2024) Kahramanmaraş depremlerinin hidrokarbon ve su iletim boru hatları üzerindeki etkisini araştırmış, kritik hasar noktalarını vurgulamış ve gelecekteki altyapı esnekliği için öneriler sunmuştur. Ünal vd. (2024) Kahramanmaraş depremleri sonrasında doğal gaz boru hatlarının hasar görülebilirliği üzerine değerlendirmelerde bulunmuştur. Wang vd. (2024) Kahramanmaraş depremi kayıtlarını kullanarak genel manada gömülü boruların sismik kırılma analizlerini gerçekleştirmişlerdir. Kahramanmaraş depremleri, altyapı hasarlarına sebep olmakla kalmayıp, su kaynaklarında kalite değişimine de sebep olmuştur. Şimşek vd. (2024) depremden etkilenen bölgelerdeki mevcut su kalitesi özelliklerinin değişimini, saha gözlemleri ve su kaynakları ile şebeke suyunun sahada analizlerini yapmıştır. İnan vd. (2024) depremden önce ve sonra bölgedeki kaynak sularından örnekler alarak deprem ile su kaynaklarındaki mineral içerikleri ilişkisi üzerine çalışma yapmıştır. Toprak vd. (2024d)



Kahramanmaraş depremlerinin su temini, kalitesi, boru hatları ve sistem bileşenleri üzerine hem genel iyileşme çabaları hem de depremin neden olduğu boru hattı hasarına dair özel örneklerle değerlendirmeler yapmış, önerilerde bulunmuştur. Toprak vd. (2024e) ise su sistemleri yanında diğer altyapı sistemlerinin depremde yaşadığı sorunlara ve iyileştirme önerilerine değinmiştir.

Şekil 1’de görülen hasarlar ve bu çalışmada bahsedilen diğer hasarlar, yazarların Maraş depremlerinden sonra deprem bölgesine ziyaretleri sonucu arazide tespit edilen ve/veya bu illerdeki ilgili kurumlarla (Gaziantep Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü (GASKİ), Hatay Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü (HATSU), Kahramanmaraş Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü (KASKİ) ve Adıyaman Belediyesi (ASKİM) görüşmeler çerçevesinde elde edilen verilerin birleştirilmesi ile ortaya konulmuştur.

2. GAZİANTEP SU VE KANALİZASYON SİSTEMLERİ

Depremden etkilenen iller arasında yer alan Gaziantep’te, şehir merkezini besleyen 4 su kaynağı mevcuttur. Bunlar Düzbağ, Kartalkaya (çelik ve öngermeli beton hatları), Mizmilli kuyuları ve şehir içi kuyularıdır. Düzbağ hat uzunluğu yaklaşık 82 km iken, Kartalkaya hattı 54 km ve Mizmilli hattı ise 41.5 km uzunluğundadır. Düzbağ ve Kartalkaya isale hatlarından şehir merkezine gelen su, Hacıbaba İçme Suyu Arıtma Tesisi’ne ulaşıp arıtma işlemini tamamladıktan sonra şebekeye verilmektedir. Mizmilli yeraltı su kuyularından gelen su, klorlandıktan sonra şebekeye verilmektedir. 2023 yılında şehre verilen suyun %43’ü Düzbağ, %37’si Kartalkaya, %19’u Mizmilli ve %1’i şehir içi kuyulardan sağlanmıştır (GASKİ, 2023).

Depremde oluşan fay kırılması olayından dolayı Şekil 1’de de görüldüğü gibi Nurdağı’nda 300 mm çapındaki düktül demir boruda ve 2600 mm çapındaki Düzbağ çelik isale hattında ve Düzbağ isale hattının yaklaşık 3.5 km’lik kısmının içinden geçtiği Düzbağ tüneline hasarlar meydana gelmiştir. Gaziantep’te Maraş depremleri sonrası Düzbağ isale hattında 21 noktada boru hasarları ve tünel içinde 7 hasar meydana gelmiş, ayrıca Düzbağ ve Mizmilli su kaynaklarında bulanma problemleri meydana gelmiştir (Toprak vd., 2024c). Kartalkaya öngermeli beton hattı ise hasarlardan dolayı tamamen devre dışı bırakılmıştır. Şekil 2’de 1400 mm çaplı Kartalkaya öngermeli beton hattında depremden hemen sonra meydana gelen hasarlardan biri görülmektedir. Su kaçağı olan bölge kazılarak dalgıç pompalarla su tahliyesi gerçekleştirilmiş ve hasarlı kısmın yerine 3 metrelik çelik boru kaynağı yapılmıştır. Daha sonra kırmataş kullanılarak boru yastıklaması yapıp üzeri kapatılmıştır. Bu hattaki hasarlar genel olarak bağlantı contası nedeniyle meydana gelmiştir.

Bu tür boru hasarlarına ek olarak, depremden etkilenen ve hatta hayatını kaybeden GASKİ personelleri de mevcut olduğundan depremden sonra personel sayısı normal durumdan daha azdı. Tüm bu problemlere rağmen Gaziantep şehir merkezine (Şahinbey ve Şehitkamil ilçeleri, Gaziantep şehir merkezini oluşturmaktadır) depremden yaklaşık 48 saat sonra dönüşümlü olarak su verilebilmiştir. Su kaynakları ile ilgili problemler ise depremden yaklaşık 1 ay sonra normale dönmüştür. Gaziantep’te bulanıklık probleminden dolayı Mizmilli yer altı su kuyularından gelen su içme suyu olarak değil, yalnızca kullanma suyu olarak vatandaşların hizmetine sunulabilmiştir. Bu durum, vatandaşlara sosyal medya ve diğer araçlar yardımıyla bildirilmiş ve depremden yaklaşık 2 hafta sonraya kadar bu durum



devam etmiştir. Ayrıca depremden dolayı Mizmilli bölgesinde bir kuyuda, pompa teçhizatları ve dalgıç motor hasar almıştır ve depremden sonra bu ekipmanlar değiştirilmiştir. Düzbağ'daki boru hasarlarının ve bulanıklık probleminin çözümü yaklaşık 1 ay sürmüştür, daha sonrasında Düzbağ hattı tekrar kullanılmaya başlanmıştır.



Şekil 2. Kartalkaya öngermeli beton hattında meydana gelen problem ve hattaki tamir işlemleri

3. HATAY SU VE KANALİZASYON SİSTEMLERİ

Hatay, Afrika, Arap ve Avrasya plakalarının birleştiği Doğu Akdeniz'de, yüksek sismik aktivite gösteren bir bölgede yer almaktadır. Bu durum, orta ve büyük ölçekli depremlere yol açmaktadır (Över vd., 2011). Hatay ve komşu kuzeybatı Suriye bölgesinin jeolojisi, çoğunlukla magmatik ve tortul kayalardan oluşmaktadır. Bölgede metamorfik kayalar çok az bulunurken, magmatik kayaların çoğu ofiyolitik yapıda ve bazısı da püskürük kökenlidir. Tortul kayalar ise Alt Paleozoik dönemden Kuaterner döneme kadar uzanmaktadır (Rızaoğlu vd., 2019).

2023 Kahramanmaraş Depremleri, Hatay'da büyük yıkıma neden olmuştur. Hatay'da ölü sayısı 22.000'i aşarak Türkiye'deki 11 il arasında en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Deprem, 350.000'i zaten bölgede yaşayan Suriyeli mülteci olmak üzere toplamda 774.500 kişinin yerinden olmasına yol açmıştır. Deprem sonrası Hatay'da önemli demografik değişiklikler yaşanmıştır. Deprem öncesinde nüfusun %51'i kırsal alanlarda yaşarken, bu oran %75'e çıkmıştır. Arsuz ve Samandağ gibi ilçeler, artan nüfus nedeniyle altyapı sorunları yaşamış ve bu durum kurtarma ve yeniden inşa çalışmalarını zorlaştırmıştır. Su sıkıntısını gidermek için birçok kuyu açılmış ve hasar gören borular onarılmıştır. Fay hattı üzerindeki çelik borular hasar görürken, düktil demir borular ağ içinde en iyi performansı göstermiştir. Kırıkhan bölgesindeki eski asbest borular, onarımlar sırasında ek zorluklar yaratmıştır. Düktil demir ve polietilen borular genel olarak iyi performans sergilemiş; düktil demir borularda bazı ek yerlerinde ayrılmalar yaşanmış, ancak kırılma meydana gelmemiştir. Kardeşir Barajı üzerindeki iletim hattında çelik borularda 10-15 cm'lik kırılmalar oluşmuştur.

Hatay ilinde, deprem kaynaklı heyelanlar boru hatlarında önemli hasarlara neden olmuştur. Ayrıca, kaya düşmeleri de ek zararlar vermiştir. İskenderun ilçesinin Değirmendere bölgesi ve Payas ilçesinin Karacaören bölgesindeki iletim hatlarındaki hasarlar ciddi boyutlara ulaşmıştır. Değirmendere bölgesinde 500 mm çelik ve 225 mm çaplı polietilen borulardan oluşan 9 km'lik bir iletim hattı büyük zarar görmüş ve İskenderun'un çeşitli bölgelerine su tedarikini etkilemiştir. Bu hattaki en yüksek yer değiştirme hızı (PGV) değerleri 35 ila 45



cm/s, en büyük ivme (PGA) değerleri ise 0.17 ila 0.22 g arasında değişmiştir (Toprak vd., 2024c). Değirmendere bölgesindeki kaya düşmeleri, yaklaşık 70–80 metre yükseklikten düşen ve 4-5 metre yüksekliğinde, 60 m² alan kaplayan kayaları içermektedir. Bölgedeki 2.3 km'lik boru hattı ciddi şekilde hasar görmüş ve bu alan, Neritik Kireçtaşı'ndan oluşan bir araziye geçmektedir. Hat boyunca, başlangıç noktası (+726 m) ile bitiş noktası (+494 m) arasında yaklaşık 232 m'lik bir yükseklik farkı bulunmaktadır. Ortalama eğim %32, maksimum eğim ise yaklaşık %70'tir. İskenderun'un dik ve dağlık arazisinde onarım çalışmaları oldukça zorlu olmuştur. Şekil 3'te bu bölgede meydana gelen boru hasarlarının onarım işlerinden bir resim görülmektedir. Kalıcı yer deformasyonlarına ek olarak, Hatay ilinde zemin sıvılaşması da altyapı hasarlarına sebep olmuştur. Hatay'ın İskenderun ilçesinde bulunan İskenderun Atıksu Pompa İstasyonunda sıvılaşma nedeniyle oturmalar gözlemlenmiştir (Toprak vd., 2024c).

Amanoslar Karacören Deresi'nden Payas ilçesine uzanan 37 km'lik içme suyu iletim hattının 7 km'lik bölümü de deprem kaynaklı heyelanlar nedeniyle ciddi hasar görmüştür. Bu bölgede PGV değerleri yaklaşık 31 cm/s, PGA değerleri ise 0.15 g civarındadır (Toprak vd., 2024c). Yüksek dağ yamaçlarından kopan, 2 metre yüksekliğinde ve 20 m² alan kaplayan kayalar, 300 mm çelik çaplı borulardan oluşan iletim hattını tahrip etmiştir. Onarım çalışmaları, hem boruların hem de yolların kullanılamaz hale gelmesi nedeniyle zorlu koşullar altında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. Değirmendere bölgesinde boru onarım çalışmaları

4. KAHRAMANMARAŞ SU VE KANALİZASYON SİSTEMLERİ

Kahramanmaraş ili Afrin, Andırın, Çağlayancerit, Dulkadiroğlu, Ekinözü, Elbistan, Göksun, Nurhak, Onikişubat, Pazarcık ve Türkoğlu olmak üzere 11 ilçeden oluşmaktadır. Dulkadiroğlu ve Onikişubat'ta bulunan şehir merkezi, 430.854 su abonesinin yarısından fazlasını oluşturmaktadır. Oluşan yıkıcı deprem sonrasında ihbar edilen içme suyu günlük arızalar dört kat artmıştır (Tablo 1). Bir ay içinde şehrin %90'ına su sağlanmış, ve arızaların giderilmesi için hızla çalışmalara devam edilmiştir (Şekil 4). Yıkılan binaların körleme çalışmaları başlamış, 20 bin seferlik tanker su dağıtımı gerçekleştirilmiş, inşaa edilen konteyner kentlere su iletimi sağlanmıştır. (KASKİ, 2024).

Kahramanmaraş merkezi içme suyu kaynaklarını Karasu Kaynağı, Ayvalı Barajı, Pınarbaşı Kaynağı ve şehrin güneyinde bulunan kuyulardan almaktadır. Bu kaynaklardan çıkan su,



dört grup iletim hattı ile şehir merkezine taşınmaktadır. Karasu kaynağından çıkan su 46,4 km'lik çelik borularla iletilmektedir. Ayvalı Barajı suyu, 10 km'lik 1400 mm'lik çelik bir hat ile Ayvalı İçme Suyu Arıtma Tesisi'ne gönderilmektedir. Bu tesis 90.000 m³/gün kapasite ile Onikişubat ve Dulkadiroğlu'na hizmet vermektedir. 2023 Kahramanmaraş Depremleri sonrasında Ayvalı arıtma tesisi çalışmaya devam etmiş ve Kahramanmaraş şehir merkezine su temini sağlamıştır. Tesisin kendisi depremden yapısal bir hasar görmemiş, ancak dinlenme havuzunun içindeki üç bar kapasiteli küçük çaplı borular zarar görmüştür. Bu borular daha sonra on bara dayanabilen 125 mm çapında borularla değiştirilmiştir (Toprak vd., 2024d).

Tablo 1. Kanalizasyon ve içme suyu ihbar sayıları

Tarih	Kanalizasyon	İçme Suyu
Ekim 2022	678	285
Kasım 2022	856	232
Aralık 2022	653	227
Ocak 2023	638	285
Şubat 2023	580	805
Mart 2023	897	975
Nisan 2023	948	842
Mayıs 2023	1089	807



Şekil 4. 63 mm'lik yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) borunun onarım çalışması

Kahramanmaraş Su ve Kanalizasyon İdaresi (KASKİ) tarafından yapılan incelemeler sonucunda şebeke hatlarının, iletim hatlarına kıyasla daha ağır hasar aldığı tespit edilmiştir. Ortaya çıkan şebeke hasarlarının konumları şehrin eski yerleşim yerlerinde yoğunlaşmaktadır. Ekinözü ilçesinde, fay hareketi nedeniyle içme suyu pompa istasyonunda önemli hasar meydana gelmiş ve bağlantı boruları kırılmıştır. Hem yatay hem de düşey fay hareketleri gözlenmiş, bu da su temini altyapısında aksamalara yol açmıştır (Toprak vd., 2024a).

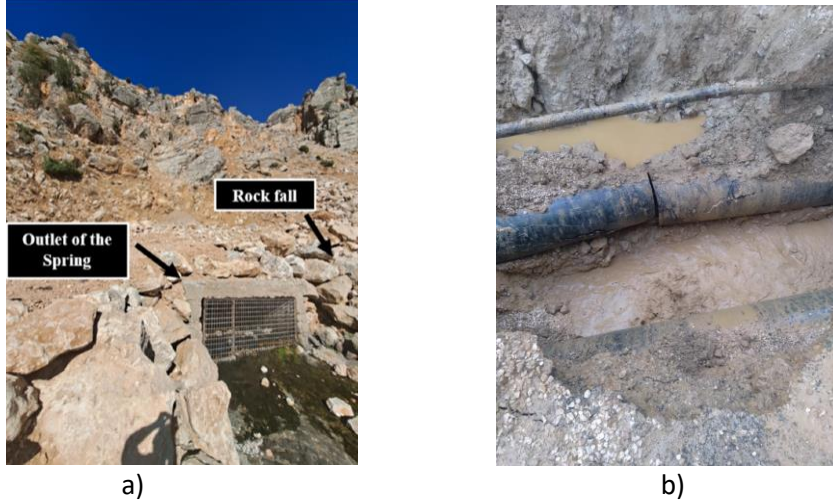
5. ADIYAMAN SU VE KANALİZASYON SİSTEMLERİ

Adıyaman ilini besleyen başlıca 4 adet su kaynağı bulunmaktadır: Havşeri, Koru-Palanlı, Gürlevik ve Tut-Medetsiz. Adıyaman il merkezi civarında deprem etkisiyle meydana gelen heyelanlardan dolayı su kaynaklarında ve bu kaynaklardan şehre su taşıyan isale hatlarında ciddi hasarlar meydana gelmiştir. Şekil 1'de Gürlevik kaynağında heyelandan dolayı meydana gelen hasarın konumu görülebilmektedir. Şekil 5a'da ise bu kaynakta meydana



gelen heyelan görülebilmektedir. Ek olarak Gürlevik isale hattında 25 noktada deprem kaynaklı ciddi hasarlar meydana gelmiştir. Bu boru hasarlarında çekme, burkulma problemleri, bükülme kırılmaları gibi farklı türde hasarlar meydana gelmiştir (Toprak vd., 2024a). Şekil 5b’de, meydana gelen 25 hasardan biri verilmiştir. Söz konusu 500 mm çaplı boru, çelik malzeme özelliklerine sahip olmakla birlikte, zaman içerisinde meydana gelen korozyon problemlerinden dolayı orijinal malzeme özelliklerini kaybetmiş, ayrıca et kalınlığında da azalma meydana gelmiştir. Gürlevik hattının eski olması ve korozyon oluşması sonucu deprem öncesinde de su iletiminde problemler oluşmaktaydı. Bu yüzden uluslararası MADAD projesi kapsamında Maraş depremleri öncesinde 35 km’lik düktil demir boru Gürlevik içme suyu isale hattı projesine 2021 yılında başlanmış, deprem öncesinde proje kapsamındaki boru imatları bitirilmiş sanat yapıları ise (depo yapıları, vanalar vs) henüz sonlandırılmamıştı. Bu yeni hatta da kaya düşmesi sonucu hasarlar meydana gelmiştir. Meydana gelen kaya düşmesi kaynaklı hasarların giderilmesinin ardından söz konusu hat gerekli işlemler yapılarak devreye sokulmuş ve deprem sonrasında kısa sürede su temini yapılmasına katkı sağlamıştır.

Adıyaman’ın Gölbaşı ilçesi de su temini konusunda ciddi hasarlar tecrübe etmiştir. Gölbaşı ilçesi, mühendislik açısından uygun olmayan zemin koşullarına sahip olmakta ve buna ek olarak da fay hattı da doğrudan şehir merkezinden geçmektedir. İlçenin eskimiş altyapı sistemi, faylanma ve uygun olmayan zemin koşulları etkisiyle birlikte neredeyse tamamen kullanılmaz hale gelmiştir. Bu doğrultuda, asbest, PVC ve polietilen borulardan oluşan Gölbaşı ilçesi şebeke hattı depremden sonraki 1.5 yıllık dönem içerisinde tamamen polietilen tipi borularla yenilendi (Gölbaşı Belediyesi).



Şekil 5 a. Gürlevik kaynağında meydana gelen heyelan (Toprak vd., 2024c) b. Gürlevik hattındaki 500 mm çapındaki boru hasarı

6. SONUÇLAR

Kahramanmaraş'ta meydana gelen depremlerin sebep olduğu fay kırığı ve hareketleri, sivilaşma, heyelan problemleri, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş ve Adıyaman dahil olmak üzere deprem bölgesindeki illerde su ve kanalizasyon sistemlerinde kesintilere neden olmuş, bu durum altyapı sistemlerinin dayanıklı ve hazırlıklı olmasının ne kadar hayati olduğunu ortaya koymuştur. Yaşanan tüm aksaklıklar, deprem bölgesindeki birçok



alandaki zayıflıkları ve güçlü yanları gün ışığına çıkarmış, depreme dayanıklı tasarımların ve proaktif planlamanın gerekliliğini vurgulamıştır. Altyapısı yenilenmiş bölgelerde sonuçlar gözle görülür şekilde daha iyi olmuş, bu durum da su şebekelerinin depreme dayanıklı olacak şekilde yenilenmesi ya da iyileştirilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Bu çalışmada, Kahramanmaraş depremlerinde boru hatlarında zeminden dolayı meydana gelen hasarların başlıca sebepleri olarak fay hareketleri, sıvılaşma ve heyelan belirlenmiştir. Deprem sebebiyle, Gaziantep'te Düzbağ isale hattında olduğu gibi fay hattının geçtiği noktalarda bazı borular fay hareketi nedeniyle hasar görmüştür. Bu durum, fay hareketine karşı ayrı bir değerlendirme yapılmasını, çözüm olarak farklı sistemlerin kullanılmasını öne çıkarmıştır. Diğer taraftan özellikle Hatay ve Adıyaman'da meydana gelen heyelanlar sonucunda isale hatlarında ciddi hasarlar meydana gelmiş ve aynı şekilde yerleşim bölgelerine su temininde problemler ortaya çıkmıştır. Bu durum, boru hatlarının projelendirilmesinde heyelan durumunun da göz önüne alınmasının ve heyelan ihtimali yüksek alanlarda güzergah değişikliği başta olmak üzere heyelana karşı birtakım önlemlerin alınması gerektiğini göstermiştir. Deprem bölgesinde zeminle ilgili diğer bir problem olan sıvılaşma sonucunda meydana gelen oturmalar, özellikle Adıyaman Gölbaşı ve İskenderun sahil kısımlarında altyapı sistemlerine ağır hasar vermiş, boruların seçilirken zemin etkileşimlerinin de dikkate alınması gerektiğini ortaya koymuştur. Ayrıca pompa istasyonları gibi su teminini etkileyen kritik altyapıların inşasında zemin etüdünün ve gerekirse uygulanacak zemin iyileştirme yöntemlerinin güvenilir ve doğru bir şekilde proje çiziminin ve arazide uygulamasının önemli olduğu düşünülmektedir. Bu olaylardan çıkarılacak ana sonuç, afetlere hazırlıklı toplumlar ve depremlere karşı dayanıklı temel altyapı sistemleri inşa etmenin gerekliliğidir. Yaklaşan sismik olayların etkisi, sağlam altyapıya ve kapsamlı afet hazırlık stratejilerine yatırım yaparak önemli ölçüde azaltılabilir, hayat kurtarabilir ve masrafları azaltılabilir.

TEŞEKKÜR

Depremden etkilenen bölgelere yaptığımız çeşitli seyahatlerde ekiplerimize kurumsal ve bireysel düzeyde yardımcı olan çok sayıda kişiye minnettarlığımızı ifade etmek isteriz. Tüm yardımları ve destekleri için minnettarız. Saha ziyaretleri sırasında ihtiyaç duyulan tüm bilgi ve lojistik desteği sağlayan Kahramanmaraş Su ve Kanalizasyon İdaresi (KASKİ), Hatay Su ve Kanalizasyon İdaresi (HATSU), Gaziantep Su ve Kanalizasyon İdaresi (GASKİ) ve Adıyaman Su ve Kanalizasyon (ASKİM) Müdürlüklerine özel olarak teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- İnan, S., Çetin, H. ve Yakupoğlu, N. (2024), "Spring water anomalies before two consecutive earthquakes (Mw 7.7 and Mw 7.6) in Kahramanmaraş (Türkiye) on 6 February 2023", Nat. Hazards Earth Syst. Sci., Vol 24, 397–409. <https://doi.org/10.5194/nhess-24-397-2024>.
- GASKİ (Gaziantep Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü) (2024), "2023 Faaliyet Raporu".
- KASKİ (Kahramanmaraş Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü) (2024), "2023 Faaliyet Raporu".



- Över, S., Büyüksaraç, A., Bekta, Ö. ve Filazi, A. (2011), "Assessment of potential seismic hazard and site effect in Antakya (Hatay Province), SE Turkey", *Environ Earth Sci*, Vol 62, 313–326.
- Rızaoğlu, T., Bağcı, U. ve Parlak, O. (2019), "Yarpuz-Kaypak (Amanoslar, Osmaniye) yöresindeki ofiyolitik kayaların jeokimyası ve tektonik önemi", *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, Vol 159, 101-119.
- SBB (T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı) (2024), "Kahramanmaraş ve Hatay Depremleri Yeniden İmar ve Gelişme Raporu".
- Şimşek, C., Akıncı, G., Fıstıkoğlu, O., Canlı, K. ve Sözbilir, H. (2024), "Response of Water Resources to the Kahramanmaraş Earthquakes (Mw 7.7 and Mw 7.6) that Occured on February 6, 2023, on the East Anatolian Fault Zone (Türkiye)" *Turkish Journal of Earth Sciences*, Vol 33, No. 1, Article 6. <https://doi.org/10.55730/1300-0985.1899>.
- Toprak, S., Nacaroglu, E. ve Koc, A.C. (2015), "Seismic response of underground lifeline systems". In: Ansal, A. (Ed.), *Perspectives on European Earthquake Engineering and Seismology, Geotechnical, Geological and Earthquake Engineering*, 39, pp. 245–263. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16964-4_10.
- Toprak, S., Zulfikar, C., Mutlu, A., Tugsal, U.M., Nacaroglu, E., Karabulut, S., Ceylan, M., Ozdemir, K., Parlak, S., Dal, O. ve Karimzadeh, S. (2024a), "The aftermath of 2023 Kahramanmaraş earthquakes: evaluation of strong motion data, geotechnical, building, and infrastructure issues", *Nat Hazards*. <https://doi.org/10.1007/s11069-024-06890-w>.
- Toprak, S., Wham, B., Nacaroglu, E., Ceylan, M., Dal, O. ve Senturk, A.E. (2024b), "The Effects of February 6, 2023 Kahramanmaraş Earthquakes on Pipelines". 18th World Conference on Earthquake Engineering, Milan, Italy.
- Toprak, S., Wham, B. P., Nacaroglu, E., Ceylan, M., Dal, O. ve Senturk, A.E. (2024c), "Impact of Seismic Geohazards on water supply systems and pipeline performance: Insights from the 2023 Kahramanmaraş Earthquakes", *Engineering Geology*, Vol 340, 107681. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2024.107681>.
- Toprak, S., Wham, B. P., Nacaroglu, E., Ceylan, M., ve Dal, O. (2024d), "Performance of water systems during the february 6th Kahramanmaraş earthquakes", *Earthquake Spectra*.
- Toprak, S., Nacaroglu, E., Wham, B., Sakamoto, M., Uckan, E., Güldür Erkal, B., Dal, O., Ceylan, M., Kaya, E. S., Bayraktar, M., Senturk, A. E. ve Cappa, R. (2024e), "Impacts and lessons from the February 2023 earthquakes on urban infrastructure systems", *February 2023 Earthquakes Symposium from the Perspective of Civil/Earthquake Engineering*, Adana, Türkiye.
- Uckan, E., Aksel, M., Atas, O., Toprak, S. ve Kaya, E.S. (2024), "The performance of transmission pipelines on February 6th, 2023 Kahramanmaraş earthquake: a series of case studies", *Bulletin of Earthquake Engineering*, 1-20. <https://doi.org/10.1007/s10518-024-01973-2>.
- Unal, E.O., Kocaman, S. ve Gokceoglu, C. (2024), "Impact assessment of geohazards triggered by 6 February 2023 Kahramanmaraş Earthquakes (Mw 7.7 and Mw 7.6) on the natural gas pipelines", *Engineering Geology*, Vol 334, 107508 <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2024.107508>.
- Wang, X., Han, J., Kang, A., El Naggat, M. H., Miao, H. ve Xu, C. (2024), "Seismic fragility analysis of buried pipelines under Kahramanmaraş ground motions", *Engineering Geology*, 107596. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2024.107596>.

