

Investigation of Drinking Water Infrastructure Hazards in 6 February 2023 Kahramanmaraş Earthquakes and an Earthquake Scenario for Yedisu Segment

Enes Tuncbilek ¹ , Goksen Capar ² 

¹ Ankara University, Graduate School of Natural Sciences, Department of Integrated Water Management, 06135 Ankara, Türkiye

² Ankara University, Water Management Institute, Department of Water Management, 06135 Ankara, Türkiye

Keywords

Disaster, Infrastructure, Earthquake, Drinking water, Water management

Highlights

- * Investigation of drinking water infrastructure hazards during earthquakes
- * Disaster preparedness through integrated water management
- * Infrastructure damage analysis for Yedisu segment earthquake scenario

Aim

This study aims to investigate infrastructure hazards in 6 February 2023 Kahramanmaraş Earthquakes

Location

This study was implemented in Kahramanmaraş Earthquake area

Methods

Field study, examination of water infrastructure, mapping of Yedisu segment fault line and water distribution pipeline

Results

Serious damage occurred to the drinking water pipeline systems. The possible damage locations of the transmission lines were determined for Yedisu segment.

Supporting Institutions

The authors declared that this study has used data from the Mineral Research and Exploration Directorate (MTA)

Financial Disclosure:

This study has been conducted with no financial support.

Peer-review

Externally peer-reviewed

Conflict of Interest:

The authors have no conflicts of interest to declare

How to cite:

Tuncbilek E., Capar G., 2025. Investigation of Drinking Water Infrastructure Hazards in 6 February 2023 Kahramanmaraş Earthquakes and an Earthquake Scenario for Yedisu Segment, Turk Deprem Arastirma Dergisi 7(3), 521-530, DOI:10.46464/tdad.1675840.

Manuscript

Research Article

Received: 14.04.2025

Revised: 28.07.2025

Accepted: 29.08.2025

Printed: 30.12.2025

DOI

10.46464/tdad.1675840



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International Non-Commercial License

Corresponding Author

Goksen Capar

Email: gcapar@ankara.edu.tr



Figure
Pumping station raised by the earthquake

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremlerinin İçme Suyu Altyapı Hasarları Bakımından İncelenmesi ve Yedisu Segmenti için Bir Deprem Senaryosu

Enes Tunçbilek¹ , Gökşen Çapar² 

¹ Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Entegre Su Yönetimi Anabilim Dalı, 06135 Ankara, Türkiye

² Ankara Üniversitesi, Su Yönetimi Enstitüsü, Su Yönetimi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

ÖZET

Afetler, fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplara yol açan, toplumun kırılganlığına bağlı yıkıcı olaylardır. Türkiye, deprem riski yüksek bir bölgede yer alır; 2023 Kahramanmaraş depremleri (Mw 7.7 ve 7.6), 11 ilde büyük yıkıma ve altyapı hasarlarına neden olmuştur. Bu çalışma, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremlerinde meydana gelen içme suyu altyapı hasarlarını incelemektedir. Boru kırılmaları, sıvılaşma ve fay hareketlerinden kaynaklanan deformasyonlar, su kaynaklarının bulanıklaşması ve debi kayıplarına neden olmuştur. Özellikle korozyona uğramış çelik borular ve kırılmalarda malzemeler (asbest, pik döküm) büyük hasar görmüştür. Ayrıca, senaryo çalışması olarak Yedisu Segmenti (Mw 7.3 potansiyelli) incelenmiş, Bingöl ve Erzincan'daki su hatlarının olası kırılma noktaları belirlenmiştir. Ardından, entegre su yönetimi planlarıyla afetlere hazırlık için öneriler sunulmuştur. Çalışma, su yönetiminin afetlerdeki kritik rolünü vurgulayarak, hasarları minimize etmeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler

Afet, Altyapı, Deprem, İçme suyu, Su yönetimi

Öne Çıkanlar

- * Depremlerde içme suyu altyapı hasarlarının incelenmesi
- * Entegre su yönetimi ile deprem afetine hazırlık
- * Yedisu segmenti deprem senaryosunda altyapı hasar analizi

Makale

Araştırma Makalesi

Geliş: 14.04.2025

Düzeltilme: 28.07.2025

Kabul: 29.08.2025

Basım: 30.12.2025

DOI

10.46464/tdad.1675840

Sorumlu yazar

Gökşen Çapar

E-posta:

gcapar@ankara.edu.tr

Investigation of Drinking Water Infrastructure Hazards in 6 February 2023 Kahramanmaraş Earthquakes and an Earthquake Scenario for Yedisu Segment

Enes Tunçbilek¹ , Goksen Capar² 

¹ Ankara University, Graduate School of Natural Sciences, Department of Integrated Water Management, 06135 Ankara, Türkiye

² Ankara University, Water Management Institute, Department of Water Management, 06135 Ankara, Türkiye

ABSTRACT

Disasters are destructive events that cause physical, economic, and social losses, depending on a society's vulnerability. Turkey is located on a high-risk seismic zone; 6 February 2023 Kahramanmaraş Earthquakes (Mw 7.7 and 7.6) caused massive destruction and infrastructure damage across 11 provinces. This study examines the damage to drinking water infrastructure caused by these earthquakes. Pipe ruptures, liquefaction, and deformations due to fault movements led to water source turbidity and flow rate losses. Corroded steel pipes and brittle materials (asbestos, cast iron) suffered significant damage. Additionally, a scenario-based analysis of the Yedisu Segment (with an Mw 7.3 potential) was conducted, identifying vulnerable points in water lines in Bingöl and Erzincan. Finally, recommendations for integrated water management plans were proposed to enhance disaster preparedness. The study highlights the critical role of water management in disasters and aims to minimize future damage.

Keywords

Disaster, Infrastructure, Earthquake, Drinking water, Water management

Highlights

- * Investigation of drinking water infrastructure hazards during earthquakes
- * Disaster preparedness through integrated water management
- * Infrastructure damage analysis for Yedisu segment earthquake scenario

Manuscript

Research Article

Received: 14.04.2025

Revised: 28.07.2025

Accepted: 29.08.2025

Printed: 30.12.2025

DOI

10.46464/tdad.1675840

Corresponding Author

Goksen Capar

Email:

gcapar@ankara.edu.tr

1. GİRİŞ

Afet, insan yaşamını, toplumu ve doğal düzeni olumsuz etkileyen, fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplara yol açan olayların sonuçlarıdır. Bir olayın afet olarak tanımlanabilmesi için iki temel unsur gereklidir: olayın yıkıcı etkisi ve toplumun bu olay karşısındaki kırılganlığı (Uluğ 2009). Örneğin, gelişmiş kentsel yağmur suyu altyapısına sahip bir toplumda yoğun yağışlar sel tehlikesi oluşturmazken, aynı miktardaki yağışlar kentsel yağmur suyu altyapısına sahip olmayan veya zayıf olan bir toplumda sel ve taşkın gibi afetlere neden olabilir. Bu da toplumun benzer doğa olaylarında farklı kırılganlığa sahip olduğuna örnek verilebilir.

Ülkemizde en yaygın görülen afetlerden biri olan deprem, yerkabuğunu oluşturan levhaların hareketleri sonucu oluşmuş olan aktif faylar üzerinde biriken deformasyon enerjisinin elastik geri sekme teorisine bağlı olarak boşalması sonucunda meydana gelen yer değiştirmenin neden olduğu elastik ve karmaşık dalga hareketidir (USGS 2025). Depremler şehirlerin üstyapılarına hasar verdiği kadar şehrin hayatta kalmasını sağlayan en önemli unsurlardan olan altyapı sistemlerine de ağır hasarlar vermektedir. Üstyapı hasarlarına bağlı can ve mal kaybı olacağı gibi, deprem sonrası meydana gelen altyapı hasarları kaynaklı hastalıklar, salgınlar ve hijyen problemleri de meydana gelebilir.

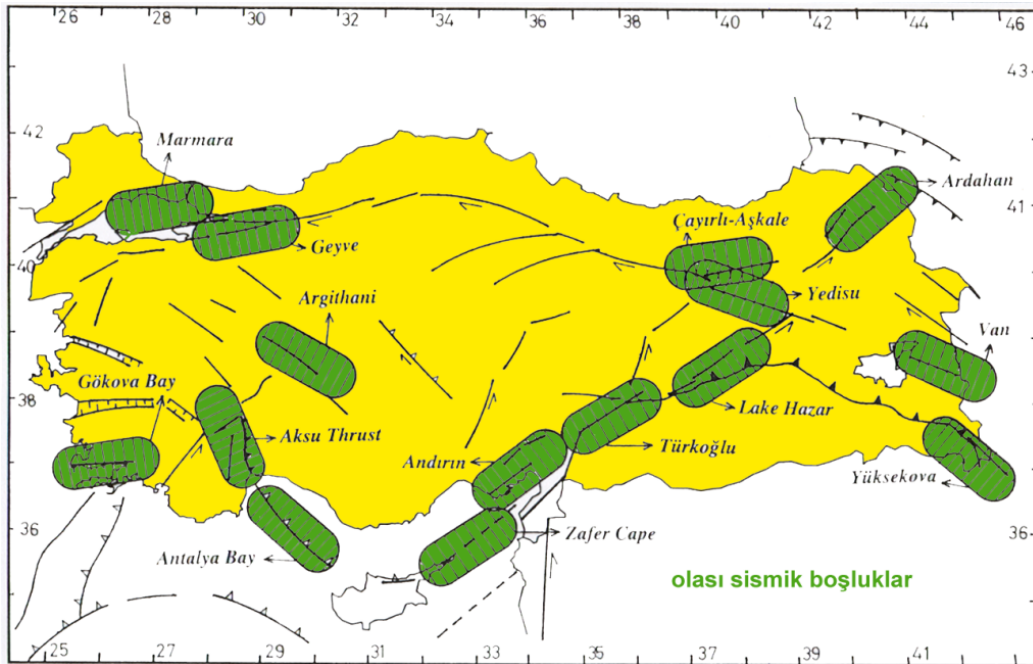
1.1) Türkiye’de Depremler

Türkiye, sismik olarak aktif bir bölgede yer almakta olup tarih boyunca birçok büyük deprem yaşamıştır. Ülkemizde son yıllarda çok fazla kayıp yaşatan depremler arasında; 1939 yılında 7.9 büyüklüğünde Erzincan Depremi, 1976 yılında 7.5 büyüklüğünde Van Muradiye’de Çaldıran Depremi, 1999 yılında birkaç ay arayla büyük kayıplara neden olan 7.4 büyüklüğünde Gölcük Depremi ve 7.2 büyüklüğünde

Düzce Depremi, 2003 yılında 6.4 büyüklüğünde Bingöl Depremi, 2011 yılında 7.2 büyüklüğünde Van Depremi, 2020 yılında 6.8 büyüklüğünde Elazığ Depremi ve 2020 yılında 6.6 büyüklüğünde İzmir Seferihisar Depremi yer almaktadır (Akdaş ve Eren 2023).

6 Şubat 2023 tarihinde gerçekleşen depremler ise Türkiye’nin en büyük felaketlerinden biri olmuştur. Aynı gün içinde birbirini izleyen Mw 7.7 ve Mw 7.6 (AFAD 2023) büyüklüğündeki iki büyük deprem, 11 ilimizi kapsayan geniş bir bölgeyi etkilemiş ve on binlerce can kaybına ve milyonlarca insanın hayatının altüst olmasına yol açmıştır. Bu depremle birlikte afet ve acil durumlarda su yönetiminin ne kadar önemli olduğu görülmüştür.

Türkiye ve Anadolu, tarih boyunca büyük hasarlar meydana getiren depremler yaşamıştır. Eski depremlere ait veriler; tarihsel ve aletsel kayıtlar haricinde paleosismolojik çalışmalar ile elde edilmekte ve aktif faylar tanım gereği son 10.000 yılda gerçekleşmiş (Holosen Fayı) depremler olarak ifade edilmektedir. Paleosismolojik araştırmalarla fayların ayrıntılı bir şekilde (geometrisi, stratigrafisi, segmentasyonu ve sedimantasyonu) incelenmesi sonucu; fayların ve diri fayların belirlenmesi, yaş tayinleri ile deprem tekrarlanma aralıklarının tespiti ve segmentlerin ayırt edilmesiyle deprem modellerinin yapılması sağlanır. Bu modeller neticesinde; geçmişte deprem yaşamamış ve gelecekte deprem potansiyeli yüksek olan sismik boşluklar belirlenebilmiştir (Şekil 1) (Demirtaş ve Yılmaz 1996). Şekil 1’de yeşil elipsler ile belirtilen bölgeler tekrarlanma sürelerini tamamlamış deprem üretme potansiyeli olan sismik boşluklardır. Ancak bu sismik boşluklardan bir kısmı bu süreç içerisinde (1996-2024) deprem üretmek kapanmıştır. Örneğin; Van civarında görülen sismik boşluğun 23 Ekim 2011 yılındaki 7.2’lik depremle kapandığı düşünülmektedir (AFAD 2012).



Şekil 1: Türkiye sismik boşluk haritası (Demirtaş ve Yılmaz 1996)
Figure 1: Map showing seismic gaps of Türkiye (Demirtaş and Yılmaz 1996)

1.2) Türkiye’de Afet Yönetimi

Afet yönetimi; ilk müdahale ve onarım çalışmalarının toplumun tüm kesimini kapsayacak şekilde planlanması, hazırlıkların desteklenmesi ve koordine edilmesi, gerekli kanuni zorunlulukların yapılması veya revize edilmesi ile verimli bir müdahale yapılabilmesi için toplumun tüm kurum ve kuruluşlarıyla, kaynaklarını bu plan doğrultusunda yönetmesi olarak tanımlanabilir (Kadıoğlu 2008).

Kadıoğlu (2008)’e göre afet yönetimi dört ana başlık olmak üzere sekiz evreden oluşurken, AFAD (2018)’e göre dört süreç, Gülkan ve diğ. (2003)’e göre ise dört temel ilkedir. Çalışma kapsamında afet yönetimi için afet öncesinde ve sonrasında yapılacaklar olarak dört evrede (Şekil 2) incelenmiştir.

Bu evreler birbiriyle ilişkili ve birbirini tamamlayacak şekildedir. Bu çalışmada bütünlük afet yönetimi olarak da tanımlanabilen bu süreç aşağıdaki evrelerden oluşmaktadır.

1. Planlama ve Hazırlık: afetlerin olası etkilerini azaltmak için yapılan çalışmalar
2. Risk ve Zarar Azaltma: afet sonrası oluşacak tehlike ve olumsuz koşulların ortaya çıkaracağı zarar ve kayıpları en aza indirme çalışmaları
3. Müdahale: can ve mal kurtarma, sağlık, işe, ibate, güvenlik, mal ve çevre koruma, sosyal ve psikolojik destek hizmetlerinin verilmesine yönelik çalışmalar
4. İyileştirme: afetten etkilenen bir topluluğun veya toplumun geçim kaynaklarının ve sağlığının yanı sıra ekonomik, fiziksel, sosyal, kültürel ve çevresel varlıklarının, sistem ve faaliyetlerinin eski haline getirilmesi veya iyileştirilmesi



Şekil 2: Afet yönetiminin evreleri
Figure 2: Stages of disaster management

Yüksek afet riski taşıyan bölgelerde öncelikle afet türlerine özgü risk haritalarının oluşturulması gerekmektedir. İstanbul’da beklenen depremin yol açabileceği can ve mal kayıplarını en aza indirmek amacıyla risk azaltma çalışmalarına devam edilmesi ve altyapı tesislerinin dayanıklılığının artırılması hedeflenmektedir. Ayrıca, afet sonrası kullanılacak geçici barınma alanlarının kapasitelerinin ihtiyaca göre genişletilmesi planlanmaktadır (Şahin 2019).

1.3) Altyapı Hasarlarının Tespiti

Fan ve diğ. (2024) tarafından 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremlerinin fay üzerinden geçen içme suyu altyapı boru hasarlarının analizi yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında

önce jeolojik yapısı ve üstünde bulunduğu fay hatlarından bahsedilmiş olup 6 Şubat depremlerinin sismik tasarımları hakkında bilgiler verilmiştir. Örnek olarak deprem bölgesinde Doğu Anadolu fayının tam üstüne inşa edilmiş İslahiye Devlet Hastanesi içme suyu altyapı şebekesi (Şekil 3) incelenmiştir. Deprem sonrası şebeke hattında iki noktada hasar tespit edilmiştir. İncelemeler sonrasında hasar alan boruların fay hattı üzerinde geçtiği noktalarda kırılmaların olduğu tespit edilmiştir (Fan ve diğ. 2024).

DÜMF Mühendislik Dergisi’nde 2019 yılında yayımlanan bir diğer çalışmada isale hatlarında deprem riskinin olasılıksal hesabı yapılmıştır. Bu çalışmada literatürden gömülü boru hatları için hasar bağlantısı hesaplanarak, İstanbul’da meydana gelmesi beklenen depreme göre Ø2200mm çapındaki örnek bir isale hattı için borularda meydana gelebilecek hasar sayıları ve yerleri belirlenmiştir (Çalım ve diğ. 2019). Çalışmada Alibeyköy barajından alınan suyun terfi istasyonu ve arıtma tesisi arasında önemli rol oynayan Ø1000 ve Ø2200 lük çelik hatlardaki olası hasar sayıları hesaplanmıştır.

Yang ve diğ. (2025) afet kaynaklı altyapı hizmet kesintilerinin toplumsal etkilerini incelemiştir. Çalışmada içme suyu, kanalizasyon ve ulaşım gibi kritik kentsel altyapı sistemlerinin afete bağlı işlevsellik kaybının, bireylerin günlük yaşamları, kamu kurumları (örneğin hastaneler, acil hizmetler) ve sosyal yapı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Toplam dört modelleme yaklaşımı analiz edilmiştir: a) dayanıklılığa odaklanan altyapı uzantılı modeller, b) ampirik gözlem tabanlı çalışmalar, c) ajan-tabanlı simülasyonlar ve d) büyük veri destekli analizler. Her yöntem; veri ihtiyaçları, kapsadığı etki türleri, avantaj ve sınırlamaları bakımından karşılaştırılmıştır. Makalede, bu yöntemlerin karma kullanımıyla çok disiplinli afet yönetim stratejilerinin geliştirilmesi gerektiği vurgulanarak, veri entegrasyonu, sistemler arası bağımlılık analizi ve toplumsal uyum süreçlerinin modellenmesinde karşılaşılan zorluklar belirtilmiş; gelecekteki çalışmalar için entegre yaklaşımlar önerilmiştir.

Yıldız (2015) tarafından hazırlanan “Beklenen İstanbul Depreminde Su Temini ve Sanitasyon İhtiyacı” Raporu’nda büyük ölçekli depremlerin ardından kentlerdeki içme suyu ve kanalizasyon altyapılarında oluşabilecek hasarların boyutu ve bu hasarların toplumsal etkileri çok yönlü olarak ele alınmıştır. Çalışmada, yer altı su şebekesi ve atık su hatlarının deprem sırasında kırılma, yer değiştirme ve sızdırma gibi yapısal bozulmalara açık olduğu; bu durumun özellikle afetin hemen sonrasında hijyen koşullarını tehdit ederek halk sağlığını tehlikeye attığı ifade edilmektedir. Ayrıca, acil müdahale ve yangın söndürme faaliyetlerinde kullanılacak suyun temininde yaşanabilecek aksamaların, afetin ikincil etkilerini ağırlaştırabileceği vurgulanmıştır. Afetlere karşı dayanıklı altyapı planlamasının yalnızca mühendislik değil, yönetim ve toplumsal organizasyon açısından da ele alınması gerektiği savunulmakta; yerel yönetimler, kamu kurumları ve sivil toplumun birlikte çalıştığı çok aktörlü bir kriz yönetimi modeli önerilmektedir. Bu kapsamda, su temininde alternatif kaynakların hazırlanması, acil su dağıtım noktalarının önceden belirlenmesi ve altyapı sistemlerinin periyodik olarak gözden geçirilmesi gibi önlemler önerilmektedir. Raporda öne çıkan bir diğer önemli vurgu ise, afet sonrası yeniden yapılanma sürecinde fiziksel onarım kadar kurumsal kapasite ve hazırlık düzeyinin artırılmasının da yaşamsal olduğudur.

Diğer örnek ise merkez üssü İzmit'in 11 km güneybatısındaki Gölcük yakınlarında 17 Ağustos 1999 tarihinde D-B uzanımlı sağ yanal atımlı Kuzey Anadolu Fayı üzerinde gerçekleşen İzmit depremine aittir (Zhang ve Chen 2000). Bu deprem sonrası Yuvacık Barajı'ndan Kullar suyu arıtma tesisine giden 5 km'lik hatta yerinde incelemeler yapılmış ve fay karakterinin bir sonucu olarak çelik boruda hasarlar tespit edilmiştir. Ayrıca, boru hattının fayın 124.5°'lik geniş açıyla üstünden geçtiği belirlenmiştir.

Yaşamın en temel kaynağı olan su, depremlerle birleştiğinde, hem hayat kurtaran bir güç hem de yıkıcı bir tehlike haline dönüşebilir. Doğa kaynaklı afetlerin etkileri, su kaynaklarının varlığı ve yönetimiyle felaketin büyüklüğünü azaltan veya artıran bir unsur olabilmektedir. Ülkemizde yaşanan çok sayıda afet sonrası afet yönetimi hakkında ve yaşanan iklim ve su krizlerine karşı önlem amaçlı su yönetimi hakkında tez hazırlanmış olmasına rağmen afet sonrası içme ve kullanma suyunun yönetilmesi kapsamında literatürde boşluk bulunmaktadır.

Bu çalışmada, 6 Şubat 2023 depremleri sonrası bölgede yapılan aktif saha çalışmaları ve gözlemleri ile belirlenen içme suyu problemleri, su sıkıntıları, içme suyu hatlarında oluşan arızalar ve içme suyu sistemlerini oluşturan yapılarda meydana gelen hasarlar incelenmiştir. Senaryo çalışma olarak belirlenen Yedisu Segmenti üzerinde ise deprem sonrası hasar alma olasılığı yüksek olan noktaların tespiti yapılarak o bölgelerde temiz suya erişim problemlerine karşı bu olası hasarların analizleri yapılarak sebepleri ve çözüm önerileri sunulmuştur. Ayrıca, bütüncül olarak da deprem öncesi, anı ve sonrasında su yönetimine dair önerilere yer verilmiştir.



Şekil 3: İslahiye Devlet Hastanesi fay izi ve boru hasarı
Figure 3: İslahiye State Hospital fault trace and pipe damage

2. YÖNTEM

Çalışmanın ilk aşamasında, 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Kahramanmaraş depremlerinden etkilenen bölgelerde saha incelemesi gerçekleştirilmiştir. Deprem felaketinin yaşanmasından 24 saat sonra deprem bölgesine ulaşılarak, öncelikle insani yardım çalışmalarına destek verilmiş, ardından su kaynakları ve altyapıya ilişkin sorunlar üzerinde yerinde incelemeler yapılmıştır.

Deprem bölgesinde yürütülen saha çalışmaları kapsamında; içme suyu kaynaklarındaki değişimler, isale hatları ve şebeke boru hatlarındaki hasarlar ile içme suyu sistemlerine ait mekanik ve elektrik ekipmanlarda meydana gelen hasarlar yerinde incelemeler yapılarak; fotoğraf belgeleri, GPS tabanlı konum haritalaması ve uzman saha gözlem formları aracılığıyla belgelenmiştir. Erişilebilen yerlerde suyun debisinde azalmayı tespit etmek için debimetreler kullanılmıştır. Bu tespitler, deprem sonrası su yönetimi ve altyapı sorunlarının anlaşılmasına yönelik önemli veriler sağlamıştır.

Çalışmanın ikinci kısmında, verilerin güncelliği ve ulaşılabilirliği, çeşitli araştırmalarda Yedisu segmentinin sismik boşluk olarak nitelendirilmesi ile 6 Şubat 2023 depremlerinin etkilerinin net bir şekilde belirlenmesi ve kaynak oluşturması sebebiyle Yedisu segmenti üzerinden bir senaryo yapılmıştır. Yedisu segmenti fayları Bingöl Merkez ve Erzincan Altınbaşak ilçelerini etkileyecektir. İsale hatları ile fay hatlarının kesiştiği alanlardan Bingöl Merkez ile Erzincan Altınbaşak ilçeleri seçilmiştir.

Bu doğrultuda, altyapı hasarlarının en yaygın olanlarından isale hatlarındaki kırılma ve patlamaların o bölgeden geçen fay hatlarıyla ilişkisi detaylı olarak incelenmiştir. Kuzey Anadolu fayının kolu olan Yedisu segmentinin fayları yanal atımlı faylardır. Şekil 5'te de görüleceği gibi bu fay hareketi ile isale hatlarının kesiştiği noktalarda sağ veya sol yönlü atım hareketi sebebiyle kırılmalar ve patlamalar meydana gelmesi beklenmektedir. Aktif fay hatları ile su iletim altyapısının çakıştırma analizi, WGS 84 (World Geodetic System 1984) koordinat referans sistemiyle gerçekleştirilmiştir. Fay hatları, MTA tarafından hazırlanan 1/25.000 ölçekli diri fay haritalarından sayısallaştırılmıştır.

Bu incelemede muhtemel deprem oluşturabilecek stres birikimi içeren diri fay hatları Google Earth üzerine işlendikten sonra İLBANK ve Belediyelerden alınan sayısal işletme haritaları ile Google Earth üzerinde çakıştırılarak üst üste denk gelen noktalarda hasar alması beklenen isale hatlarının lokasyonları belirlenmiştir. Bu doğrultuda muhtemel deprem etkisi altında bulunan bölgelerde yapılması gereken hazırlıklar öneri olarak sunulmuştur. Yapılan çalışmalarda ve tahminlerde, MTA Genel Müdürlüğü bünyesinde hazırlanan (Emre ve diğ. 2013) 1/25.000 ölçekli Türkiye Diri Fay Haritaları ve sayısal veri tabanı ".kmz" dosyası temel alınarak kullanılmıştır.

Çalışmanın iki aşamasında da altyapı zafiyetleri ve deprem sonrası müdahale çalışmaları hakkında uzman görüşlerini toplamak amacıyla belediyelerin fen işleri mühendisleri ve saha teknisyenleri ile DSİ, MTA ve İLBANK'ta konuyla ilgili çalışan yetkili uzmanlarla görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

3. BULGULAR

3.1) Saha Çalışması ve Gözlemler

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri sonucunda Adana, Adıyaman, Elazığ, Diyarbakır, Gaziantep, Hatay, Kahramanmaraş, Kilis, Malatya, Osmaniye ve Şanlıurfa şehirleri depremden etkilenmiş ve bu 11 ilin içme suyu boru hattı sistemleri üzerinde ciddi hasarlar meydana gelmiştir. Deprem sonrası oluşan boru hasarları kaynaklı içme ve kullanma suyunda yaşanan problemler altyapı sistemlerinin önemini bir kez daha ortaya koymuştur. Bölgede oluşan boru hasarlarının çok büyük bir kısmı deprem sonucu gelişen sivilaşma ve farklı oturmalarından kaynaklanmıştır.

Deprem bölgesinde yapılan tespitlere göre, deprem etkisiyle birçok içme suyu kaynağının suyu bulanıklaşmış (Şekil 4), su debisinde azalmalar veya yön değiştirmeler gözlemlenmiştir. Deprem öncesinde arıtma gereksinimi bulunmayan Şekil 4'te örnek olarak verilen Adıyaman Sugözü kaynağından beslenen yerleşimlere, afet sonrası suyun bulanıklaşması nedeniyle arıtma ihtiyacı doğmuş ve bu durum barajlar ile su hatlarındaki mekanik ekipmanlarda tıkanmalara yol açmıştır. Bu etkiler, hem su temini hem de altyapı işleyişi açısından ciddi zorluklar yaratmıştır.

Koçbulut ve diğ. (2024), 6 Şubat 2023 Ekinözü depreminin (Mw 7.6), Malatya-Doğanşehir arasındaki Çıglık Fayı boyunca ~11 km uzunlukta yüzey kırığı oluşturduğunu ve maksimum 95 cm sol yanal, 75 cm düşey atım gözlemlendiğini belirtmiştir. Burdan da anlaşılacağı üzere deprem, gömülü boru hatlarında dalgaların geçişi esnasında oluşan zeminin dinamik tepkisinden veya deprem sonrasında zeminde oluşan yer değiştirmelerden kaynaklı hasar oluşturur. Fay hareketleri sonrası içme suyu isale boru hatlarında fayın hareketi yönünde (Şekil 5) deformasyonlar görülmüştür. Çelik isale hatlarında ulaşımın zor olduğu yerlerde katodik koruma sisteminin bakımı zaman içerisinde yapılamadığından ciddi manada korozyona maruz kalmasının da etkisiyle ve deprem sonrası çok sayıda patlak ve kırılma gözlenmiştir. Kırılğan boru tiplerinde (Asbest, uPVC, Pik Döküm, vb.) ve eski çelik borularda deprem veya depremin sebep olduğu kaya düşmeleri kaynaklı patlaklar oluşmuştur. Su kaynağının ulaşımının sorunlu olduğu yerlerde deprem etkisiyle heyelan oluştuğundan hem arıza noktası tespiti hem de tamiri mümkün olmaz hale gelmiştir. Deprem sonrası yıkılan binalara su iletimi sağlayan hatlarda patlaklar meydana geldiği ve enkazlara su dolduğu (Şekil 6) gözlenmiştir.



Şekil 4: Adıyaman Sugözü kaynağının a) depremden önceki ve b) sonraki durumu

Figure 4: The condition of the Adıyaman Sugözü spring a) before the earthquake and b) after the earthquake



Şekil 5: Fay hareketi yönlü kırılma örneği
Figure 5: Example of a directional fracture caused by a fault movement



Şekil 6: Enkaza basan su örneği
Figure 6: Example to flooding by water to debris

Depremden su kaynakları ve gömülü boru sistemleri gibi bu sistemlerin sorunsuz çalışmasını sağlayan mekanik elektrik ekipmanlarının oluşturduğu sanat yapıları da zarar görmüştür. Bu yapılar depremin yarattığı sismik hareketlerden, zemin sivilaşmasından ve zemin kaymalarından etkilenecek büyük hasar görmüş ve yapıları bozulmuştur. Şekil 7'de görüleceği gibi keson terfi merkezlerinde deprem dalgası etkisiyle yukarı kalkmalar gözlenmiştir. Yukarı kalkma ve çökme neticesinde sistemdeki çelik borularda kırılmalar meydana gelmiştir. Sanat yapıları olarak teşkil edilmiş hat vanaları deprem etkisiyle yer değiştirmiş ve deprem sonrası hatların kapatılması ile enkazlara suyun dolması ve can kayıpları azaltılmak istenmiş ancak vana yerlerinin bulunmasında çok vakit kaybedildiği için problemler yaşanmıştır. Sanat yapısı içine yerleştirilmemiş vanalar aranırken veya meydana çıkarmaya çalışılırken bu yapılar hasar görmüş ve kullanılamaz hale gelmiştir. Suyun kontrolü amacıyla yerleştirilen hat vanaları proje dışı bağlantılar nedeniyle kullanılamaz hale gelmiş ve deprem sonrası vanalar kapansa bile su akımı devam etmiştir. Şebeke gözlemlerinin ayrılması amaçlı kullanılan vanaların fazla olmasından dolayı suyun kontrol edilmesinin zorlaştığı gözlenmiştir.



Şekil 7: Deprem etkisiyle yükselmiş terfi merkezi
Figure 7: Elevated transfer centre due to earthquake effects

3.2) İçme Suyu İsale Hatlarındaki Risklerin Değerlendirilmesi

Şekil 1'deki harita üzerinde Türkiye'deki sismik boşluklar belirtilmekte olup bunlardan ikisi; farklı faylar üzerinde olmak üzere 1509, 1754, 1756, 1766a-b, 1912 ve 1999 tarihli depremler (Yalıtırak 2015) üretmiş olan Marmara denizi ve bölgesi, diğeri ise en son 23 Temmuz 1784 yılında 7.4 büyüklüğünde deprem üreten Yedisu segmentidir. 241 yıldır deprem üretmemiş olan bu segment Üzümlü (Erzincan doğusu) ile Yedisu (Bingöl) arasında yer almaktadır (Akdaş ve Eren 2023). Bu segmentin batısında 13 Mart 1992 Mw 6.8 Erzincan depremi ve doğusunda 17 Ağustos 1949 Mw 6.9 Karlıova depremleri gerçekleşmiş ama bu fayda kırılma olmadığından enerjisi daha çok artmıştır. Bu segmentte tekrarlanma periyodu 250-300 yıl aralığındadır ve KAFZ (Kuzey Anadolu Fay Zonu) üzerindeki en önemli sismik boşluğu temsil etmektedir. Bu sebepten yakın gelecekte Marmarada beklediği gibi büyük bir deprem de Yedisu fayında beklenmektedir.

Kürçer ve Özalp (2022) KAFZ'nin doğusunda bulunan ve kırılması beklenen Yedisu Fayı'nı 1784'ten beri 241 yıldır kırılmadığı için önemli sismik boşluklardan biri olarak değerlendirmektedir (Şekil 1). Altınbaşak Erzincan ile Yedisu Bingöl arasındaki 77 km'lik bu hat kırıldığında Mw 7.3 deprem üretme potansiyeline sahiptir.

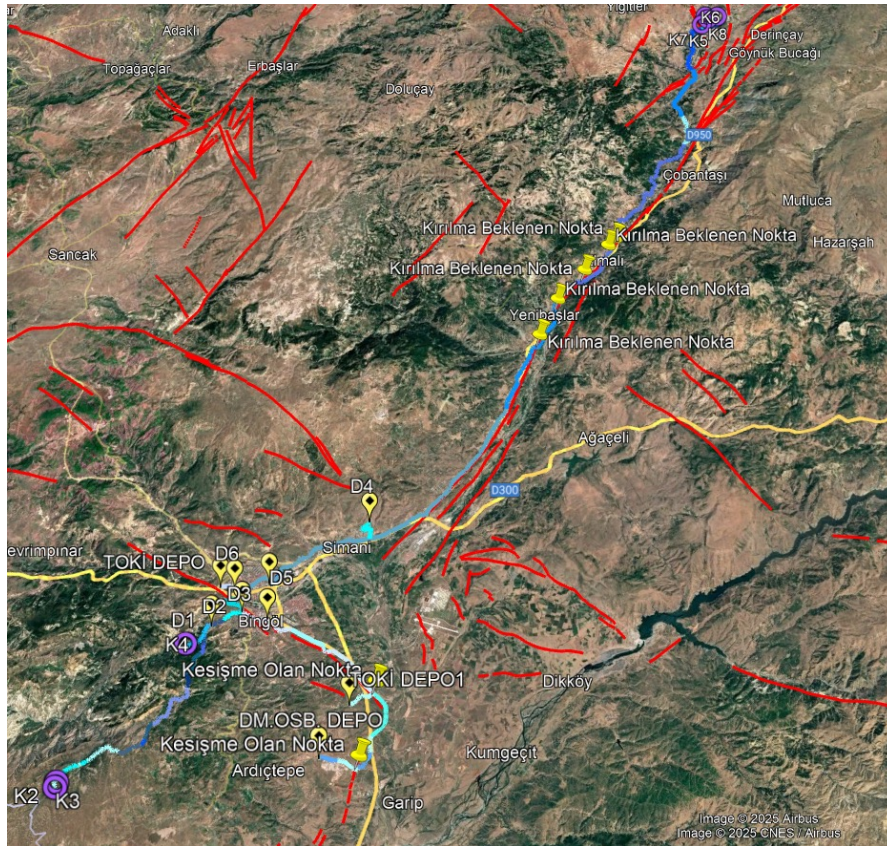
Bu çalışmada, Bingöl Merkez ve etkilenmesi beklenen diğer şehir olan Erzincan'ın Altınbaşak ilçesine iletim yapan isale

hatlarındaki kırılması beklenen lokasyonlar tahmin edilmiştir. Bu doğrultuda altyapı hasarlarının en yaygın olanlarından isale hatlarındaki kırılma ve patlamaların o bölgeden geçen fay hatlarıyla ilişkisi detaylı olarak incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda muhtemel deprem oluşturabilecek stres birikimi içeren aktif fay hatları, İLBANK ve Belediyelerden alınan sayısal işletme haritaları ile Google Earth üzerinde çakıştırılarak hasar alması beklenen lokasyonlar belirlenmiştir.

3.2.1) Bingöl Merkez İçme Suyu İsale Hattı

Bingöl Merkez'e içme suyu için kullanılan suyun getirildiği isale hattı güzergahları İller Bankası (İLBANK) sayısal işletme haritalarından ve dijital arşivinden alınmıştır. Su, Bingöl Merkez'e sekiz farklı su kaynağı noktasından isale hatları yardımıyla şebekelere dağıtılmadan önce depolara getirilmektedir. Depolardan da cazibeli ve terfili sistemlerle il şebekesine verilmektedir. Yapılan çalışmada ve tahminlerde, MTA Genel Müdürlüğü bünyesinde hazırlanan 1/25.000 ölçekli Türkiye Diri Fay Haritaları (Emre ve diğ. 2013) ve sayısal veri tabanı "kmz" dosyası temel alınarak kullanılmıştır.

Şehrin güneyindeki isale hatları üzerindeki TOKİ depo ve OSB depo olarak belirtilen bölgelerden gelen isale hatlarıyla fay hatları arasında kesişmeler görülmektedir. Güneybatısından gelen hatlarda ise aktif diri fay hatları ile şehrin su kaynağı olan K2 ve K3 kaptajlarından depolara giden hatlarda ise bir kesişme görülmemektedir (Şekil 8).



Şekil 8: Örnek İsale hattı ile fay hattı çakıştırılması (İçme suyu isale hatları mavi çizgilerle, bölgedeki diri faylar kırmızı çizgilerle (Emre ve diğ. 2013), su kaynakları mor yuvarlaklarla, depolar damla nokta işareti şeklinde ve isale hatları ile fay hatlarının kesişim yerleri ise iğneli nokta işaretiyle belirtilmiştir.)

Figure 8: Example of overlaying water supply lines with fault lines (Drinking water supply lines are shown in blue, active faults in the region in red (Emre et al. 2013), water sources are indicated by purple circles, reservoirs are indicated by drop symbols, and the intersections of water supply lines and fault lines are indicated by pinpoint symbols.)

TOKİ deposundan gelen isale hattı ile aktif diri fay hattının 90° açı ile kesiştiği nokta Şekil 9'da görülmektedir. Hat PE boru ile teşkil edilmiştir. PE borular, esnek yapıları sayesinde özellikle deprem dalgalarının yarattığı titreşim ve zorlamalara karşı diğer rijit boru malzemelerine kıyasla daha dayanıklı olarak bilinmektedir. Ancak, fay hattındaki doğrudan yer değiştirme hareketleri söz konusu olduğunda, isale hattının fay hattını kestiği noktalarda kırılma veya patlakların meydana gelmesi beklenmektedir. Bu bölge için deprem sonrası ulaşımı kolaylaştıracak şekilde lojistik ve tamir ekip, ekipmanlarının planlanması önerilmektedir.



Şekil 9: TOKİ depo hattındaki kesişme noktası (İçme suyu isale hatları mavi çizgilerle, bölgedeki diri faylar kırmızı çizgilerle (Emre ve diğ. 2013), depolar ev işareti şeklinde ve isale hatları ile fay hatlarının kesişim yerleri ise iğneli nokta işaretiyle belirtilmiştir.)

Figure 9: The intersection point on the TOKİ reservoir line (drinking water supply lines are marked with blue lines, active faults in the area are marked with red lines (Emre et al. 2013), reservoirs are marked with house symbols, and the intersections of supply lines and fault lines are indicated with pinpoint symbols.)

Şekil 10'da Organize Sanayi Bölgesini (OSB) besleyen depo hattındaki kesişme noktası görülmektedir. Bu noktanın depremden sonra çalışabilir durumda olması afet sonrası kriz yönetimi açısından büyük öneme sahiptir. Sanayi; özellikle enerji, gıda, su ve sağlık ekipmanlarının üretimi

ve dağıtımında kritik bir rol oynamakta ve ihtiyaç olacak ürünler burada üretilmektedir. Gıda üretimi yapan tesisler, depremedelerin beslenme ihtiyaçlarını karşılarken, su arıtma ve dağıtım tesislerinin çalışması temiz suya erişimi sağlar ve salgın hastalıkların önüne geçer.



Şekil 10: OSB depo hattındaki kesişme noktası (İçme suyu isale hatları mavi çizgilerle, bölgedeki diri faylar kırmızı çizgilerle (Emre ve diğ. 2013), depolar ev işareti şeklinde ve isale hatları ile fay hatlarının kesişim yerleri ise iğneli nokta işaretiyle belirtilmiştir.)

Figure 10: The intersection point on the OSB reservoir line (drinking water supply lines are marked with blue lines, active faults in the area are marked with red lines (Emre et al. 2013), reservoirs are marked with a house symbol, and the intersections of supply lines and fault lines are indicated with a pinpoint symbol).

3.2.2) Erzincan Altınbaşak İçme Suyu İsale Hattı

Altınbaşak, Erzincan ilinin Üzümlü ilçesinin beldesidir. Bu bölge, fay hatları ile kesiştiği ve Yedisu fayı sismik boşluğu incelenirken depremden en çok etkileenecek yerlerden biri olduğu için seçilmiştir. Yedisu fay segmentinin batısında yer almaktadır. Şekil 11'de Altınbaşak'ta yer alan PE isale hatları ile bir adet su deposu ve ilçeyi besleyen üç tane farklı su kaynağı görülmektedir. Su kaynaklarından terfi merkezine ve depolara iletim isale hatlarıyla sağlanmaktadır. Depodan gelen isale hattı fayı ilk noktada 90° açı ile kesmektedir. Bu noktada hasar oluşması beklenilmektedir.



Şekil 11: Altınbaşak isale ve fay haritası (İçme suyu isale hatları mavi çizgilerle, bölgedeki diri faylar kırmızı çizgilerle (Emre ve diğ. 2013), su kaynakları pembe yuvarlaklarla, terfi merkezleri mavi kare şeklinde, depolar ev şeklinde ve isale hatları ile fay hatlarının kesişim yerleri ise iğneli nokta işaretiyle belirtilmiştir.)

Figure 11: Altınbaşak water supply and fault map (Drinking water supply lines are marked with blue lines, active faults in the region are marked with red lines (Emre et al. 2013), water sources are indicated by pink circles, pumping stations are indicated by blue squares, reservoirs are indicated by house shapes, and the intersections of supply lines and fault lines are indicated by pinpoint symbols.)

Deprem sonrası meydana gelecek su kesintilerine müdahale için hasar alması beklenen Şekil 11'deki kesişme olan diğer noktalara yönelik de lojistik ve ulaşım planları önceden yapılmalıdır. K2 su kaynağı aktif fay hattına yakın konumda yer almakta olup deprem sonrası muhtemel su kaybı, bulanıklaşma ve azalma gibi durumlar yaşanabilir. Bu durumlar için alternatif su kaynakları düşünülmesi gerekmektedir. Son kesişme noktası olan K1 su kaynağından terfi merkezine gelen isale hattında fay ile 90° kesişme görülmektedir. Bu noktadaki isale hattında da patlakların meydana gelmesine bağlı olarak bu bölge için de lojistik ve ulaşım planları gereklidir.

4. SONUÇLAR

Çalışma kapsamında sahada yapılan gözlemler, resmi kurumların raporları ve literatürden incelenen makaleler ile afette su yönetimine dair veriler elde edilmiş ve öneriler sunulmuştur. Bu verilerle ülkemizde olabilecek deprem afetlerinde su yönetimindeki eksiklikler ve boşluklar tespit edilmiştir.

Deprem etkisine maruz kalan altyapı sistemlerinin performanslarının değerlendirilmesi ve risk analizlerinin yapılması gelecekte olması muhtemel depremlere karşı altyapı sistemlerinin güvenilirliğinin sağlanmasına olanak vermektedir. Çalışma kapsamında 6 Şubat 2023 depreminin etkilediği afet bölgesi detaylı değerlendirilmiş, bölge ile ilgili deprem sonrası yapılan keşif çalışmaları ile veri seti oluşturulmuştur. Yapılan araştırmalar ve bu araştırmalar sonucu elde edilen bulgular birçok farklı bölgede benzer boru hattı sistemleri bulunmasından dolayı o bölgeler için de kullanılmaya elverişli olacaktır.

Bu çalışma ile ayrıca Yedisu fay segmentinin kırılması senaryosu üzerinden isale hatlarındaki patlakların lokasyonlarının tahmini ve genel afet durumunda yapılması gerekenler belirtilmiştir. Bu çalışma Yedisu fayından etkilenen diğer ilçeler için de genişletilmelidir.

Deprem afetinde başarılı bir kriz yönetimi için yerel yönetimlerin, kamu kurumlarının ve sivil toplumun birlikte çalışması gerekmektedir (Yıldız 2015). Kriz yönetimine ek olarak ülkemizde can ve mal kayıplarının minimize edilmesi için risk yönetiminde de ilerleme kaydedilmesi önem arz etmektedir.

Saha araştırmaları ve senaryo çalışması üzerinden belirlenen öneriler; afet öncesi, anı, sonrası ve içme suyu temini sistemini geliştirmeye yönelik olarak dörde ayrılmıştır.

Afet öncesinde;

- AFAD erken uyarı sistemine entegre olarak deprem anında depoların, pompaların ve hatların otomasyon tarafından kapanması sağlanarak depreme karşı içme suyu tesisi sistemleri daha hazırlıklı ve korunaklı olmalıdır. Ayrıca, fay hareketi sonucu patlak oluşması beklenen lokasyonlara yakın kamu kurumlarına hasar alması beklenen isale hattını oluşturan boru tipi, çapı ve ek parçalarından stoklar yapılması müdahaleyi kolaylaştıracaktır.
- Ulusal ve yerel düzey afet müdahale planları güncel tutularak afet riskleriyle mücadelede tüm ilgili kurumlarla birlikte bütüncül bir yaklaşım tercih edilmelidir. Altyapı sistemleriyle ilgili olarak kurumlarda, afet müdahale planlarına uygun yeterli teknik personel bulundurulmalı

ve bu ekiplerin deprem sonrası için koordineli şekilde hareket etmesi sağlanmalıdır.

- Su kanal idarelerindeki mobil müdahale ekipleri (jeneratör, kaynak makinesi, dalgıç pompa vb. içeren personeli araçlar) sayıları gözden geçirilmeli ve gerekmesi halinde artırılmalıdır. Depremlerden önce bu envanterin gözden geçirilerek tatbikat yapılması daha uygun olacaktır.
- Büyükşehir ve il belediyeleri için havza bazlı alternatif su kaynakları belirlenmelidir. İlerleyen süreçlerde diğer yerleşim yerlerinde de (belde, mahalle, köy vs.) benzer çalışmalar yapılmalıdır. Afet sonrası geçici barınma noktası olarak kullanılacak bölgelerin altyapı sistemlerinin projeleri, planlanan nüfus kapasitesine göre hazırlanarak inşa edilmelidir.

Afet anında;

- Hazırlanan planların uygulaması kontrol edilmeli, bu süreci yönetecek bir afet koordinasyon merkezi kurulmalıdır.
- Altyapı çalışmaları için gelecek ekipleri organize etme ve farklı noktalardaki arızalara doğru ve yeterli şekilde müdahale için plan ve koordinasyon yapılmalıdır.
- AFAD erken uyarı sistemiyle entegre çalışacak olan depoların, pompaların ve hatların kapatılmasını sağlayacak sistem kontrol edilmelidir.
- Bölgeye kurulmuş olan stok sahası ve yakındaki şantiyelerde bulunan malzeme (boru ve ek parçaları) ve envanter listeleri güncellenip afet bölgesine sevkiyatları yönetilmelidir.

Afet sonrasında;

- Geçici çözümlerin planlanması kapsamında seyyar su depoları afet bölgesine gönderilmelidir. Su iletiminde hatlarda yaşanan sorunlar giderilene kadar taşıma ile (arazöz, su tankeri vs.) problemler çözülmelidir.
- Enkaz atıklarının su kaynaklarından yeterli mesafede uzak olmasına dikkat edilmelidir. Yeraltı ve yerüstü su kaynaklarına atıkların karışması engellenmelidir (Duruel ve Duruel 2024).
- Kalitesi bozulan suların halka kullanım ve içme amaçlı iletilmesi için seyyar içme suyu arıtma tesisi kurulmalıdır. Temel ihtiyaç gereksinimlerinden olan lavabo ve banyolar için afet bölgesine seyyar WC ve banyo konteynerleri gönderilmeli ve altyapısı kurulmalıdır. Depolara su iletimi sağlandıktan sonra şebeke tamiratları yapılmalı ve enkaz bölgelerine ihtiyatlı olarak su verilmelidir.
- Uzun vadeli yatırım önerisi olarak riskli görülen mevcut altyapılar için risk değerlendirme raporları hazırlanmalıdır. Ömrünü tamamlamış veya riskli bulunan altyapılar için yerel yönetimlere teknik ve finansal destek sağlanmalıdır.

İçme suyu temini sisteminin geliştirilmesinde;

- İsale hatları planlanırken bölgenin fay hatları incelenmelidir. Fay hatlarında olabilecek kırılma tiplerine göre etütler yapıp fay hatlarıyla kesişmeden ve belirli bir mesafe uzağından geçirilmelidir. Eğer geçmeme şansı yoksa gelişmiş boru teknolojilerinden olan esnek borular ve hareket edebilir borular (Denali fayı üzerinde bulunan Trans-Alaska Petrol Boru Hattı örneği gibi) tercih edilmelidir.
- Saha çalışmalarında hasarların birçoğunun katodik bakımları yapılmamış çelik boruların deforme olmasından kaynaklandığı belirlenmiş olup çelik boru hatlarında katodik korumanın bakımına önem verilmelidir.

- Uzun vadeli yatırım kapsamında yenilenmesi planlanan deprem bölgelerindeki içme suyu tesislerinin borularında kırılğan tip (asbest, CTP, uPVC, pik döküm, vb.) boruların kullanımından kaçınılmalıdır.
- Yeni yapım aşamasında projeye bağlı olarak yapılan borulama sistemine sistemin kontrolünü zorlaştıran proje dışı imalatlar yapılmamalıdır. Bitirilen projelerin sayısal işletme planları işletmeye alındıktan sonra aplikasyonları güncel olmalıdır. Ulaşımın zor olduğu isale hatlarında HDPE boru ile çelik boru maliyet farkı deprem etkisi de göz önünde bulundurularak doğru tercih yapılmalıdır.
- Yıkılan binaların şebeke vanalarının enkaz altında kalmasından dolayı suyun kontrolü zor yapılmış ve enkazlarda kurtarma çalışmasının bitmesinin ardından

suyun geri verilmesi konusunda problemler yaşanmıştır. İçme suyu şebekelerinde az sayıda vana ile bölgesel olarak suyun kontrollü verilebilmesi için asgari iki noktadan beslenecek şekilde izole alt bölgeler oluşturulmasına dikkat edilmeli, şebeke vanaları mümkün mertebe baca/oda içerisinde yapılmalı ve bakım kontrolleri düzenli yapılmalıdır.

- Sık rastlanan hasarlardan biri olan depodaki sorunlar için ise manevra odası borularında ve armatürlerinde paslanabilecek envanterden kaçınılmalıdır. Manevra odaları ve hazne tavanları neme karşı korunmalıdır.
- İçme suyu tesislerinde bulunan sanat yapılarının (depo, terfi merkezi, kaptaj vb.) betonarme hesapları yapılırken kullanılan güvenlik katsayıları yüksek tutulmalı ve emniyetli tarafta kalınmalıdır.

KAYNAKLAR

AFAD, 2012. Birlikte Başardık: Van Depremi, TC Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı, Eylül 2012, Ankara.

AFAD, 2018. Türkiye'de Afet Yönetimi ve Doğa Kaynaklı Afet İstatistikleri, T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Erişim adresi: https://www.afad.gov.tr/kurumlar/afad.gov.tr/35429/xfiles/Turkiye_de_Afetler.pdf.

AFAD, 2023. 06 Şubat 2023 Pazarcık-Elbistan Kahramanmaraş (Mw: 7.7- Mw: 7.6) Depremleri Raporu, T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Erişim adresi: https://deprem.afad.gov.tr/assets/pdf/Kahramanmara%C5%9F%20Depremi%20%20Raporu_02.06.2023.pdf.

Akdas E., Eren T., 2023. Assignment and Scheduling of Search and Rescue Teams: Example of Possible Bingöl Earthquake, Turk Deprem Arastirma Dergisi, 5(2), 128-147, <https://doi.org/10.46464/tdad.1288213>.

Çalm G., Bal İ.E., Gülay G., 2019. İsale hatlarında deprem riskinin olasılıksal hesabı ve bir örnek uygulama, Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 10(1), 397-408.

Demirtaş R., Yılmaz R., 1996. Türkiye'nin sismotektoniği. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Yayınları, Ankara, 37.

Duruel H.E.E., Duruel M.C., 2024. Depremden Sonra Ortaya Çıkan Bir Diğer Felaket: Sucul Kirlilik, I. Uluslararası İstiklal Sempozyumu.

Emre Ö., Duman T.Y., Özalp S., Elmacı H., Olgun Ş., Şaroğlu F., 2013. Active Fault Map of Turkey with an Explanatory Text, 1:1.250.000 scale. Ankara, Türkiye: General Directorate of Mineral Research and Exploration, Special Publication Series-30.

Fan X., Zhang L., Wang J., Ren Y., Liu A., 2024. Analysis of faulting destruction and water supply pipeline damage from the first mainshock of the February 6, 2023 Türkiye earthquake doublet, Earthquake Science, 37(1), 78-90.

Gülkan P., Balamir M., Yakut A., 2003. Afet yönetiminin stratejik ilkeleri: Türkiye ve dünyadaki politikalara genel bakış, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Afet Yönetimi Uygulama ve Araştırma Merkezi, 30, 32.

Kadioğlu M., 2008. Modern, bütünleşik afet yönetimin temel ilkeleri, Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri, 1.

Kocbulut F., Softa M., Akgun E., Kosaroglu S., Otlu N., 2024. Analysis of Surface Fault-Rupture Characteristics Resulting from the February 6, 2023 (Mw:7.6) Ekinozu Earthquake along the Ciglik Fault (Malatya-Dogansehir-Eskikoy), Turk Deprem Arastirma Dergisi, 6(2), 387-404, <https://doi.org/10.46464/tdad.1467421>.

Kürçer A., Özalp S., 2022. Yedisu Segmenti'nin Yaklaşık Son 4000 Yıllık Paleosismik Tarihçesi, Kuzey Anadolu Fayı, Türkiye. Aktif Tektonik Araştırma Grubu Yirmibeşinci Çalıştayı (ATAG-25).

Sahin S., 2019. The Disaster Management in Turkey and Goals of 2023, Turk. J. Earthq. Res., 1(2), 180-196.

Uluğ A., 2009. Nasıl bir afet yönetimi, TMMOB İzmir Kent Sempozyumu, 1-18.

USGS, 2025. Reid's Elastic Rebound Theory, Earthquake Hazard Program USGS, Erişim adresi: <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/events/1906calif/18april/reid.php>.

Yaltırak C., 2015. Marmara Denizi ve çevresinde tarihsel depremlerin yerleri ve anlamı, İTÜ Vakıf Dergisi, 56-62.

Yang Y., Liu H., Mostafavi A., Tatano H., 2025. Review on modeling the societal impact of infrastructure disruptions due to disasters, Reliability Engineering & System Safety, 110879.

Yıldız D., 2015. Beklenen İstanbul Depremi Sonrasında Acil Su Temini ve Sanitasyon İhtiyacı, İnceleme Raporu, Su Politikaları Derneği, 26s, Erişim adresi: https://api2.kmo.org.tr/uploads/portal/resimler/ekler/f0a6e278541794e_ek.pdf.

Zhang M.Z., Chen H.R., 2000. Strong motion and damage caused by the Izmit earthquake, Int Earthq Dyn, 1(2000), 13-15.

ARAŞTIRMA VERİSİ (Research Data)

Çalışma kapsamında kullanılan veriler; AFAD Deprem Dairesi Başkanlığı'ndan (deprem verisi-TDVM, deprem tehlike haritası-TDTH kullanımı), MTA Deniz Araştırmaları-Jeofizik-Jeolojik-Sondaj Dairesi Başkanlığı'ndan (Türkiye Diri Fay-Gravite-Manyetik Haritası veri kullanımı) ve İLBANK Altyapı Uygulama Dairesi Başkanlığı'ndan (harita üzerindeki hatların verisi) temin edilmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI / İLİŞKİSİ (Conflict of Interest / Relationship)

Araştırmada yer alan bilgilerin herhangi bir kişiyle ve/veya kurumla çıkar çatışması/ilişkinine neden olmak gibi bir amacı bulunmamaktadır.

YAZARLARIN KATKI ORANI BEYANI (Author Contributions)

- Çalışmanın tasarlanması (Designing of the study): E.T., G.Ç.
- Literatür araştırması (Literature research): E.T.
- Saha çalışması, veri temini/derleme (Fieldwork, collection/ compilation of data): E.T.
- Verilerin işlenmesi/analiz edilmesi (Processing/analysis of data): E.T.
- Şekil/Tablo/Yazılım hazırlanması (Preparation of figures/ tables/software): E.T., G.Ç.
- Bulguların yorumlanması (Interpretation of findings): E.T.
- Makale yazımı, düzenleme, kontrol (Writing, editing and checking of manuscript): E.T., G.Ç.