

**2023 KAHRAMANMARAŞ-TÜRKİYE  
DEPREMLERİ  
ULUSLARARASI ANMA KONFERANSI**

**INTERNATIONAL CONFERENCE  
COMMEMORATING THE 2023  
KAHRAMANMARAS-TURKIYE EARTHQUAKES**

**6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
GÖLBAŞI- ADIYAMAN-TÜRKİYE**



**6 ŞUBAT 2023 KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİ: BİZE  
NELER OLDU?**

**FEBRUARY 6, 2023, KAHRAMANMARAS EARTHQUAKES:  
WHAT HIT US?**

**[www.2023turkiyeeqs.metu.edu.tr](http://www.2023turkiyeeqs.metu.edu.tr)**

## DÜZENLEME KURULU / ORGANIZATION COMMITTEE

Dr. Kemal Önder Çetin, Orta Doğu Teknik Üniversitesi / Middle East Technical University

Dr. Seyhan Fırat, Gazi Üniversitesi / Gazi University

Dr. David Frost, Georgia Teknoloji Enstitüsü / Georgia Institute of Technology

Dr. Candan Gökçeoğlu, Hacettepe Üniversitesi / Hacettepe University

Dr. Nihat Sinan Işık / TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası / The Union of Chambers of Turkish Engineers and Architects - Chamber of Geological Engineers

Dr. Hasan Mandal, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Başkanı / President of the Scientific and Technological Research Council of Türkiye

Dr. Orhan Tatar, AFAD Deprem ve Risk Azaltma Genel Müdürü / Disaster and Emergency Management Presidency

TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası / The Union of Chambers of Turkish Engineers and Architects- Chamber of Civil Engineers

## BİLİM KURULU / SCIENTIFIC COMMITTEE

|                      |                     |                     |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| Vesile Hatun Akansel | Seyhan Okuyan Akcan | Özgenç Akın         |
| Hamdi Alkan          | Fikret Atalay       | Barış Ateş          |
| Ali Erden Babacan    | Özcan Bektaş        | Murat Bıkçe         |
| Ertan Bol            | İlknur Bozbey       | Erdin Bozkurt       |
| Aydın Büyüksaraç     | Erdem Canbay        | Alp Caner           |
| Tolga Çan            | M. Çekinmez         | Kemal Önder Çetin   |
| Özer Çinicioğlu      | Gözde Güney Doğan   | Kübra Nur Eroğlu    |
| Seyhan Fırat         | Candan Gökçeoğlu    | Murat Gül           |
| Hasan Gökhan Güler   | Işıkhan Güler       | Ayhan Gürbüz        |
| Ebru Harmandar       | Nihat Sinan Işık    | Okan İlhan          |
| Alper İlki           | Rıfat Kahyaoğlu     | Özkan Kale          |
| Hakan Karılı         | Osman Kaya          | Nuretdin Kaymakçı   |
| Kubilay Keleşoğlu    | Sultan Kocaman      | Aşkın Özocak        |
| Sadık Öztoprak       | Eren Pamuk          | Menzer Pehlivan     |
| Onur Pekcan          | Selman Sağlam       | Abdullah Sandıkkaya |
| Sinan Sarğın         | Erdim Sarıtepe      | Altuğ Saygılı       |
| Sedat Sert           | Taha Taşkırın       | Erhan Tekin         |
| Senem Tekin          | Gökçe Tönük         | Berna Unutmaz       |
| Bora Uzel            | Deniz Ülgen         | Ahmet Cevdet Yalçın |
| Özgür Yaman          | A. Can Zülfikar     |                     |

## ULUSLARARASI BİLİM KURULU / INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE

|                          |                      |                     |
|--------------------------|----------------------|---------------------|
| Cody Arnold              | Patrick Bassal       | Scott Brandenburg   |
| Tristan Edward Buckreis  | Jonathan Bray        | David Frost         |
| Evangelia Garini         | George Gazetas       | Christos Giarlelis  |
| Takaaki Ikeda            | Takashi Kiyota       | Ethan Kubatko       |
| Jun Kurima               | Ari Lashgari         | Jorge Macedo        |
| Vassilios Marinos        | Marina Moretti       | Diane M. Moug       |
| Robb Moss                | Suranjan Nepal       | Vassiliki Palieraki |
| Aristidis Papachristidis | Elena Papageorgiou   | Dimitris Pitolakis  |
| Renmin Pretell           | Max Mahdi Roozbahani | Anastasios Sextos   |
| Masataka Shiga           | Sotiria Stefanidou   | Jonathan Stewart    |
| Pavlos Thanopoulos       | Tetsuo Tobita        | Charles Toth        |
| George Tsiatas           | Panos Tsopelas       | Kristin Ulmer       |
| Elizabeth Vintzileou     | Emmanouil Vougioukas | Christos Zeris      |
| Nikolay Milev            |                      |                     |

## KONFERANS SEKRETERYASI/CONFERENCE SECRETARIES

Elife Çakır, Orta Doğu Teknik Üniversitesi / Middle East Technical University

Berkan Söylemez, Orta Doğu Teknik Üniversitesi / Middle East Technical University

Bilal Umut Ayhan, Orta Doğu Teknik Üniversitesi / Middle East Technical University

# KONFERANS PROGRAMI – CONFERENCE PROGRAM

6 ŞUBAT 2024 SALI / FEBRUARY 6, 2024 TUESDAY

|   |  |
|---|--|
| 04:17-04:30   | <b>Açılış /Opening</b><br><b>Pazarcık-Kahramanmaraş Depremi Anma Töreni</b>  |
| <b>OTURUM I: ULUSLARARASI ARAŞTIRMACI SUNUMLARI - SESSION I: INTERNATIONAL CONTRIBUTIONS</b><br>Oturum Başkanları/Chair: Kemal Önder Çetin-Seyhan Fırat |  |
| 04:30-04:45   | <b>Engineering Attributes of Ground Motions from February 2023 Türkiye Earthquake Event Sequence</b><br><b>Tristan E. Buckreis</b> , Renmin Pretell, Abdullah Sandıkkaya, Özkan Kale, Scott Brandenburg, Ayşegül Aslan and Jonathan P. Stewart<br>(Çevrimiçi-Online)   |
| 04:45-05:00   | <b>GEER Phase 2 Team: Observations of Ground Failure</b><br><b>Kristin Ulmer</b> , Jorge Macedo, Menzer Pehlivan, and David Frost<br>(Çevrimiçi-Online)  |
| 05:00-05:15   | <b>Liquefaction Ground Deformations and Cascading Coastal Flood Hazard in the 2023 Kahramanmaraş Earthquake Sequence</b><br><b>Patrick Bassal</b> , Elena Papageorgiou, Diane M. Moug, Jonathan D. Bray, K. Onder Cetin, Arda Şahin, Ethan Kubatko, Suranjan Nepal, Charles Toth, Sena B. Kendir, Murat Bikçe, and Jorge Macedo<br>(Çevrimiçi-Online)                            |
| 05:15-05:30   | <b>Surface Fault Displacement Uncertainty and Its Effects on Probabilistic Fault Displacement Hazard using Data from the 2023 M7.8 Pazarcık, Türkiye Earthquake</b><br><b>Domniki Asimaki</b> , Grigorios Lavrentiadis, Benjamin H. Mason, Alexandra E. Hatem, Christopher B. DuRoss, Nadine G. Reitman, Chris Milliner, Melike Karakaş, and Bahadır Seçen<br>(Çevrimiçi-Online) |
| 05:30-05:45   | <b>Ejecta Observations after the 2023 Kahramanmaraş Earthquake Sequence</b><br><b>Cody Arnold</b> , Diane Moug, Jorge Macedo, Jonathan Bray, and Patrick Bassal<br>(Çevrimiçi-Online)  |
| 05:45-06:00   | <b>Estimating Liquefaction-induced Building Settlements - Preliminary Assessments after the 2023 Kahramanmaraş Earthquake Sequence</b><br><b>Jorge Macedo</b> , Jonathan Bray, Cody Arnold, Diane Moug, David Frost, Patrick Bassal, Fiket Atalay, Murat Bikçe, and Kristin Ulmer<br>(Çevrimiçi-Online)  |
| 06:00-06:15   | <b>Liquefaction-Induced Ground and Building Interactions in İskenderun from the 2023 Kahramanmaraş Earthquake Sequence</b><br><b>Diane Moug</b> , Jonathan Bray, Patrick Bassal, Jorge Macedo, Kristin Ulmer, K. Önder Cetin, Sena Begüm Kendir, Arda Şahin, Cody Arnold, and Murat Bikçe<br>(Çevrimiçi-Online)  |
| 06:15-06:30   | <b>Damage Analysis of Earth Dams from the Feb 6<sup>th</sup> Turkiye Earthquakes</b><br><b>Robb Moss</b> and Ari Lashgari<br>(Çevrimiçi-Online)  |
| 06:30-06:45   | <b>Evaluation of Seismic Building Settlements in Iskenderun during the 2023 Kahramanmaraş, Türkiye Earthquake Sequence</b><br><b>Tugce Baser</b> , Ozgun Alp Numanoglu, and Renmin Pretell<br>(Çevrimiçi-Online)   |

|  |  |
|--|--|
| 06:45-07:00  | <p><b>Liquefaction-induced Damage in İskenderun and Gölbaşı and Geotechnical Investigation after the Kahramanmaraş Earthquake</b><br/> <b><u>Nikolay Milev</u></b>, Masataka Shiga, Özer Çinicioğlu, Gökçe Tönük, Takashi Kiyota, Tetsuo Tobita, Takaaki Ikeda, and Jun Kurima<br/> <i>(Çevrimiçi-Online)</i></p>  |
| 07:00-07:15  | <p><b>Central Role of Technology in Revealing the Symbiotic Relationship Between Türkiye and US Earthquake Sequences</b><br/> <b><u>I. David Frost</u></b>, Onur Pekcan, Emre Duman, M. Mahdi Roozbahani, and Serhat Erinmez<br/> <i>(Yüz Yüze-In Person)</i></p>  |
| 07:15-07:30  | <p><b>Kahve Arası / Coffee break</b></p>   |
| <p><b>OTURUM II: GEOTEKNİK MÜHENDİSLİĞİ SAHA GÖZLEMLERİ VE GEO-YAPILARININ PERFORMANSI- I</b><br/> <b>SESSION II: GEOTECHNICAL FINDINGS AND THE PERFORMANCE OF GEO-STRUCTURES-I</b><br/> Oturum Başkanları/Chair: Nihat Sinan Işık-Kemal Önder Çetin</p> |  |
| 07:30-07:45  | <p><b>Digital Data Management for Post-Earthquake Field Studies</b><br/> <b><u>Onur Pekcan</u></b>, Ahmet Bahaddin Ersöz, Türker Teke, Özgür Aydoğmuş, Furkan Aydoğan, Murat Altun, Mehmet Türkezer, Ediz Karaali, Serhat Erinmez, Yunus Eren Kaya, Muzaffer Ata Özbilen, and Görkem Kılıç<br/> <i>(Yüz Yüze-In Person)</i></p>  |
| 07:45-08:00  | <p><b>6 Şubat Depremleri Sonrası İskenderun'da Gözlemlenen Zemin Yenilmeleri</b><br/> Ertan Bol, Aşkın Özocak, <b><u>Sedat Sert ve Eylem Arslan</u></b><br/> <i>(Yüz Yüze-In Person)</i></p>   |
| 08:00-08:15  | <p><b>6 Şubat Depremleri Sonrası Geoteknik Değerlendirmeler, Adıyaman-Gölbaşı İncelemesi</b><br/> Deniz Ülgen, Selman Sağlam, Murat Gül, M. Rifat Kahyaoğlu, Altuğ Saygılı, <b><u>Onur Toygar</u></b>, Selda Durmaz Demir, Süleyman Arda Güler ve Ahmet Özbek ve Hasan Engin<br/> <i>(Yüz Yüze-In Person)</i></p>  |
| 08:15-08:30  | <p><b>6 Şubat Kahramanmaraş Depremleri Sonrası Depolamalı Tesislerinin Durumu ve Baraj ve Göletlerin Sismik Performansları</b><br/> <b><u>Faik Cüceoğlu</u></b>, Seçkin Aydın, Muhsin Açar, Sefa Yıldırım, Sarper Demirdöğen, İbrahim Akdemir, Murat Ekrem Çoban, Kadir Özmen, Çağatay Kent, Ömer Faruk Sak, <b><u>Yasemin Er</u></b><br/> <i>(Yüz Yüze-In Person)</i></p> |
| 08:30-08:45  | <p><b>Damage Distribution Survey and Micro-Tremor Measurements in Iskenderun and Golbasi After the 2023 Kahramanmaraş Earthquakes</b><br/> <b><u>Gökçe Tönük</u></b>, Masataka Shiga, Özer Çinicioğlu, Takashi Kiyota, Tetsuo Tobita, Nikolay Milev, Takaaki Ikeda, and Seda Torisu<br/> <i>(Yüz Yüze-In Person)</i></p>   |
| 08:45-09:00  | <p><b>Kahve Arası / Coffee break</b></p>   |
| <p><b>OTURUM III: SAYGI DURUŞU - İSTİKLAL MARŞI - SESSION III: OPENING CEREMONY</b></p>  |  |
| 09:00-09:10  | <p><b>Adıyaman-Gölbaşı Belediye Başkanı</b><br/> İskender Yıldırım<br/> <i>(Yüz Yüze-In Person)</i></p>  |
| 09:10-09:30  | <p><b>Jeoloji Mühendisleri Odası Adına</b><br/> Prof. Dr. Nihat Sinan Işık<br/> <i>(Yüz Yüze-In Person)</i></p>  |
|  | <p><b>Jeofizik Mühendisleri Odası Adına</b><br/> Prof. Dr. Hakan Karşlı<br/> <i>(Yüz Yüze-In Person)</i></p>   |

|   |   |
|---|---|
|   | <p style="text-align: center;"><b>İnşaat Mühendisleri Odası Adına</b><br/>Taner Yüzgeç<br/><i>(Yüz Yüze-In Person)</i></p>  |
| 09:30-09:40   | <p style="text-align: center;"><b>AFAD Deprem ve Risk Azaltma Genel Müdürü</b><br/>Prof. Dr. Orhan Tatar<br/><i>(Yüz Yüze-In Person)</i></p>  |
| 09:40-09:50   | <p style="text-align: center;"><b>Tübitak Başkanı</b><br/>Prof. Dr. Hasan Mandal<br/><i>(Yüz Yüze-In Person)</i></p>  |
| 09:50-10:00   | <p style="text-align: center;"><b>Adıyaman-Gölbaşı Kaymakamı</b><br/>Tarık Buğra Seyhan<br/><i>(Yüz Yüze-In Person)</i></p>   |
| 10:00-10:15   | <p style="text-align: center;"><b>Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakan Yardımcısı</b><br/>Vedad Gürgen<br/><i>(Yüz Yüze-In Person)</i></p>  |
| <p><b>OTURUM IV: BÖLGESEL TEKTONİZMA, SİSMİK KAYNAK ve KUVVETLİ YER HAREKETLERİ</b><br/><b>SESSION IV: REGIONAL TECTONICS AND SEISMIC SOURCE &amp; ANALYSIS OF STRONG GROUND MOTION CHARACTERISTICS</b></p> <p>Oturum Başkanları/Chair: Candan Gökçeoğlu-Nihat Sinan Işık</p> |   |
| 10:15-10:30   | <p><b>2023 Kahramanmaraş Deprem İkilisinin Özellikleri ve Bölgesel Tektonizma Açısından Önemi</b><br/><b>Arda Özacar</b>, M. Emin Ayhan, Bora Uzel, Nuretdin Kaymakçı, Bora Rojay, Zeynep Gülerce, Eyüp Sopacı, Seyid Tanvir Shah ve H. Bora Okay<br/><i>(Yüz Yüze-In Person)</i></p> |
| 10:30-10:45   | <p><b>Gölbaşı Havzası Derin Yapısının Jeofizik Yöntemlerle Belirlenmesi ve Sismotektonik Çıkarımlar</b><br/><b>Aydın Büyüksaraç</b>, Özcan Bektaş, Eren Pamuk, Barış Ateş ve Erdim Sarıtepe<br/><i>(Yüz Yüze-In Person)</i></p>   |
| 10:45-11:00   | <p><b>6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri Sonrası Jeofizik Yöntemlerle Zemin Özelliklerinin ve İvme Kayıtlarının İncelemesi</b><br/><b>Hakan Karslı</b>, Ali Erden Babacan ve Özgenç Akın<br/><i>(Yüz Yüze-In Person)</i></p>   |
| 11:00-11:15   | <p><b>6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Ana Şoklarının Stres Etkileşimi ve Artçı Şok Dağılımlarının Potansiyel Alan Verileri ile Korelasyonu</b><br/>Hamdi Alkan, Aydın Büyüksaraç ve <b>Özcan Bektaş</b><br/><i>(Yüz Yüze-In Person)</i></p>  |
| 11:15-11:30   | <p><b>Gölbaşı Havzasını Kontrol Eden Fayların Kinematik Özellikleri ve Havzanın 3 Boyutlu Geometrisi</b><br/><b>Nuretdin Kaymakci</b>, Bora Uzel, A. Arda Özacar, Aydın Büyüksaraç, Özcan Bektaş ve Barış Ateş<br/><i>(Yüz Yüze-In Person)</i></p>                                    |
| 11:30-11:45   | <p><b>6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremlerinde Kaydedilen Yer Hareketleri ve Bölgesel Sismik Tehlike Seviyeleri Hakkında Değerlendirmeler</b><br/>Abdullah Altındal ve <b>Aysegül Askan</b><br/><i>(Çevrimiçi-Online)</i></p>   |

|   |  |
|---|--|
| 11:45-12:00   | <b>2023 Kahramanmaraş Depremleri'nden Etkilenen Bazı Kuvvetleri Yer Hareketi İstasyonlarında Gözlenen Zemin Etkileri: Ön Değerlendirme</b><br><b><u>Okan İlhan</u></b> , A. Can Zulfikar, Taha Taskiran, Kubra Nur Eroglu, Seyhan Okuyan Akcan ve Hilal A. Ugurlu<br><i>(Çevrimiçi-Online)</i>   |
| 12:00-12:15   | <b>6 Şubat Kahramanmaraş Depremlerinden Sonra Altyapı Sistemlerinde Değerlendirmeler</b><br><b><u>Selçuk Toprak</u></b> , Brad Wham, Engin Nacaroğlu, Muhammet Ceylan, Oğuz Dal, Adem Eren Şentürk<br><i>(Yüz Yüze-In Person)</i>  |
| 12:15-13:24   | <b>Öğle yemeği/Lunch</b>   |
| 13:24-14:00   | <b>Ekinözü-Elbistan Depremi Anma Töreni</b>  |
| <b>OTURUM V: JEOTEKNİK MÜHENDİSLİĞİ SAHA GÖZLEMLERİ VE JEO-YAPILARININ PERFORMANSI- II</b><br><b>SESSION V: GEOTECHNICAL FINDINGS AND THE PERFORMANCE OF GEO-STRUCTURES - II</b><br>Oturum Başkanları/Chair: Ayhan Gürbüz- Candan Gökçeoğlu |  |
| 14:00-14:15   | <b>Hatırladıklarımız-Öğrendiklerimiz, Doğrularımız,Yanlışlarımız, Yapmamız Gerekenler</b><br><b><u>Kemal Önder Çetin</u>, <u>Elife Çakır</u>, <u>Berkan Söylemez</u>, <u>Bilal Umut Ayhan</u></b> , Soner Ocak, <b><u>Faik Cüceoğlu</u></b> , Ahmed ElSuhayli, Moutasem Zarzour, <b><u>Alaa Elsaid</u></b> , Arda Şahin, Ahmet Seyit<br><i>(Yüz Yüze-In Person)</i>  |
| 14:15-14:30   | <b>Gölbaşı Basen Yapısı ve Basenlerin Deprem Yer Hareketi Üzerindeki Etkileri</b><br><b><u>Nihat S. Işık</u></b> , Seyhan Fırat, Berna Unutmaz, Ayhan Gürbüz, Kemal Ö. Çetin ve Erhan Tekin<br><i>(Yüz Yüze-In Person)</i>   |
| 14:30-14:45   | <b>Gölbaşı Zeminlerinin CPT Tabanlı Sıvılaşma Analizleri</b><br><b><u>Seyhan Fırat</u></b> , N. Sinan Işık, Berna Unutmaz, Ayhan Gürbüz, Kemal Önder Çetin, Erhan Tekin, Halis Serkan Tezer<br><i>(Yüz Yüze-In Person)</i>   |
| 14:45-15:00   | <b>Gölbaşı İlçesinde 6 Şubat Depremleri Sonrasında Gözlenen Yapısal Hasarların Geoteknik Veriler Eşliğinde Değerlendirilmesi</b><br><b><u>Emirhan Altınok</u></b> , M.Kubilay Keleşoğlu, İlknur Bozbey, Sadık Öztoprak ve Sinan Sarğın<br><i>(Yüz Yüze-In Person)</i>  |
| 15:00-15:15   | <b>6 Şubat 2023 Depremlerinde Tetiklenen Heyelanların Envanterinin Fotogrametrik Yöntemlerle Oluşturulması</b><br><b><u>Sultan Kocaman</u></b> , Gizem Karakas, Nazlı Tunar Ozcan, Sinem Cetinkaya, V. Emre Karakas, Erdin. Ö. Ünal, Recep Can ve Candan Gokceoglu<br><i>(Yüz Yüze-In Person)</i>  |
| 15:15-15:30   | <b>Learning from Major Earthquakes: International Collaboration after the Feb. 6, 2023, Karhanmanmaras-Turkey Earthquake Sequence</b><br><b><u>Anastasios Sextos</u></b> , Zeris C, Vougioukas E., Vintzileou E., Tsopelas P., Tsiatas G., Thanopoulos P., Stefanidou S., Pitolakis D., Papachristidis A., Palieraki V., Moretti M., Marinos V., Giarlelis C., Gazetas G., Garini E., and Cekinmez M.<br><i>(Yüz Yüze-In Person)</i> |
| 15:30-15:45   | <b>Kahve molası/Coffee break</b>   |



| <b>OTURUM VI: BETONARME YAPILAR - SESSION VI: R/C STRUCTURES</b> |  |
|--|--|
| Oturum Başkanları/Chair: Erdem Canbay – Kemal Önder Çetin        |  |
| 15:45-16:00  | <b>Yapılarda Türk ve Japon Deprem Hasar Tespit Yaklaşımları – 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremleri</b><br>Alper İlki, Koichi Kusunoki, Masaki Maeda, Seitaro Tajiri, <b>Cem Demir</b> , Hasan Hüseyin Aydoğdu, Ömer Halici, Kurtuluş Atasever, Alex Shegay, Liu Hong, Jonathan Monical<br><i>(Yüz Yüze-In Person)</i> |
| 16:00-16:15  | <b>Kahramanmaraş Depremlerinde Ön Değerlendirme Yöntemlerinin Ele Alınması</b><br><b>Vesile Hatun Akansel</b> , Ebru Harmandar ve Osman Kaya<br><i>(Çevrimiçi-Online)</i>  |
| 16:15-16:30  | <b>Deprem Sonrası Bilirkişilik Problemi</b><br><b>Erdem Canbay</b><br><i>(Yüz Yüze-In Person)</i>  |
| 16:30-16:45  | <b>Depremde Yıkılmış Bir Binadan Karot Numunesi Alınır mı?</b><br>Levent Mazılıgüney ve <b>Özgür Yaman</b><br><i>(Yüz Yüze-In Person)</i>  |
| 16:45-17:00  | <b>Tarihi Yapıların Deprem Hasarı Mekanizma ve Sebepleri</b><br><b>Ahmet Türer</b><br><i>(Çevrimiçi-Online)</i>  |
| 17:00-17:15  | <b>6 Şubat 2023 Depremleri, Kıyı Yapıları Hasar Ve Performansları; Tsunami Değerlendirmeleri</b><br>Ahmet Cevdet Yalçınar, <b>Işıkhan Güler</b> , Gözde Güney Doğan ve Hasan Gökhan Güler<br><i>(Yüz Yüze-In Person)</i>   |
| 17:15-17:30  | <b>6 Şubat Depremleri Sonrası Endüstriyel Sektörden Gelen Hasar Bildirimleri ve Geliştirilen Çözüm Önerileri</b><br>Altuğ Bayram, <b>Aras Kalyoncuoğlu</b> , Cemal İçel, Kenan Özyürek, Mustafa Yılmaz<br><i>(Yüz Yüze-In Person)</i>  |
| 17:30-17:45  | <b>6 Şubat 2023 Türkiye Depremleri Sırasında İki Demiryolu Sanat Yapısının Sismik Performansı ve rehabilitasyon Çalışmaları</b><br><b>Servet Karahan</b> , F. Burak Büyükdemirci, Candan Gokceoglu<br><i>(Yüz Yüze-In Person)</i>  |
| <b>OTURUM VII: KAPANIŞ - SESSION VII: CLOSING REMARKS</b>        |  |
| 17:45-18:00  | <b>Kapanış – Closing Remarks</b><br>Seyhan Fırat, Kemal Önder Çetin, Candan Gökçeoğlu, Nihat Sinan Işık  |
| <b>19:00</b>   | <b>Akşam Yemeği/Dinner</b>   |



# İÇİNDEKİLER – TABLE OF CONTENTS

## **ENGINEERING ATTRIBUTES OF GROUND MOTIONS FROM FEBRUARY 2023 TÜRKİYE EARTHQUAKE EVENT SEQUENCE**

Tristan E. Buckreis, Renmin Pretell, Abdullah Sandikkaya, Ozkan Kale, Scott J. Brandenburg, Aysegul Askan, and Jonathan P. Stewart .....1

## **GEER PHASE 2 TEAM: OBSERVATIONS OF GROUND FAILURE**

Kristin Ulmer, Jorge Macedo, Menzer Pehlivan, David Frost .....2

## **LIQUEFACTION GROUND DEFORMATIONS AND CASCADING COASTAL FLOOD HAZARD IN THE 2023 KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKE SEQUENCE**

Patrick Bassal, Elena Papageorgiou, Diane M. Moug, Jonathan D. Bray, K. Onder Cetin, Arda Şahin, Ethan J. Kubatko, Suranjan Nepal, Charles Toth, Sena B. Kendir, Murat Bikçe, Jorge Macedo .....3

## **QUANTIFYING SURFACE FAULT DISPLACEMENT UNCERTAINTY USING DATA FROM THE 2023 M7.8 PAZARCIK, TÜRKİYE EARTHQUAKE**

Domniki Asimaki , Grigorios Lavrentiadis, Benjamin H. Mason, Alexandra E. Hatem, Christopher B. DuRoss, Nadine G. Reitman, Chris Milliner, Melike Karakaş, Bahadır Seçen .....4

## **EJECTA OBSERVATIONS AFTER THE 2023 KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKE SEQUENCE**

Cody Arnold, Diane Moug, Jorge Macedo, Jonathan Bray, Patrick Bassal, and Kemal Onder Cetin .....5

## **ESTIMATING LIQUEFACTION-INDUCED BUILDING SETTLEMENTS- PRELIMINARY ASSESSMENTS AFTER THE 2023 KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKE SEQUENCE**

Jorge Macedo, Jonathan Bray, Cody Arnold, Diane Moug, David Frost, Patrick Bassal, Fikret Atalay, Murat Bikçe, Kristin Ulmer .....6

## **LIQUEFACTION-INDUCED GROUND AND BUILDING INTERACTIONS IN İSKENDERUN FROM THE 2023 KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKE SEQUENCE**

Diane Moug, Jonathan D. Bray, Patrick Bassal, Jorge Macedo, Kristin Ulmer, K. Önder Cetin, Sena Begüm Kendir, Arda Şahin, Cody Arnold, Murat Bikçe .....7

## **DAMAGE ANALYSIS OF THE EARTH DAMS AFFECTED BY THE 2023 TURKIYE EARTHQUAKES**

Robb Moss, Ali Lashgari .....8

## **EVALUATION OF SEISMIC BUILDING SETTLEMENTS IN İSKENDERUN DURING THE 2023 KAHRAMANMARAŞ, TURKIYE EARTHQUAKE SEQUENCE**

Tugce Baser, Ozgun Alp Numanoglu, and Renmin Pretell .....9

## **LIQUEFACTION-INDUCED DAMAGE IN İSKENDERUN AND GÖLBAŞI AND GEOTECHNICAL INVESTIGATION AFTER THE KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKE**

Masataka Shiga, Gokce Tonuk, Ozer Cinicioglu, Takashi Kiyota, Tetsuo Tobita, Nikolay Milev, Takaaki Ikeda, Seda Torisu .....10

## **CENTRAL ROLE OF TECHNOLOGY IN REVEALING THE SYMBIOTIC RELATIONSHIP BETWEEN TURKIYE AND US EARTHQUAKE SEQUENCES**

J. David Frost, Onur Pekcan, Emre Duman, M. Mahdi Roozbahani, and Serhat Erinmaz .....12

## **DEPREM SONRASI ARAZI ÇALIŞMALARI İÇİN DİJİTAL VERİ YÖNETİMİ**

Onur Pekcan, Ahmet Bahaddin Ersöz Türker Teke, Özgür Aydoğmuş, Furkan Aydoğan, Murat Altun, Mehmet Türkezer, Ediz Karaali, Serhat Erinmez, Yunus Eren Kaya, Muzaffer Ata Özbilen, Görkem Kılıç .....14

## **6 ŞUBAT DEPREMLERİ SONRASI İSKENDERUN'DA GÖZLEMLENEN ZEMİN YENİLMELERİ**

Ertan Bol, Aşkın Özocak, Sedat Sert, Eylem Arslan.....16

## **6 ŞUBAT 2023 DEPREMLERİ SONRASI GEOTEKNİK DEĞERLENDİRMELER, GÖLBAŞI-ADİYAMAN İNCELEMESİ**

Deniz Ülgen, Selman Sağlam, Murat Gül, Mehmet Rifat Kahyaoğlu, Altuğ Saygılı, Onur Toygar, Selda Durmaz Demir, Süleyman Arda Güler, Ahmet Özbek, Hasan Engin .....17

## **6 ŞUBAT 2023 KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİ SONRASI DEPOLAMALI TESİSLERİN DURUMU BARAJ VE GÖLETLERİN SİSMİK PERFORMANSLARI**

Faik Cüceoğlu, Seçkin Aydın, Muhsin Açar, Sefa Yıldırım, Sarper Demirdöğen, İbrahim Akdemir, Murat Ekrem Çoban, Kadir Özmen, Çağatay Kent, Ömer Faruk Sak, Yasemin Er .....19

## **DAMAGE DISTRIBUTION SURVEY AND MICRO-TREMOR MEASUREMENTS IN İSKENDERUN AND GOLBASİ AFTER THE 2023 KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKES**

Gökçe Tönük, Masataka Shiga, Özer Çinicioğlu, Takashi Kiyota, Tetsuo Tobita, Nikolay Milev, Takaaki Ikeda, Seda Torisu.....20

## **2023 KAHRAMANMARAŞ DEPREM İKİLİSİNİN ÖZELLİKLERİ VE BÖLGESEL TEKTONİZMA AÇISINDAN ÖNEMİ**

Arda Özacar, M. Emin Ayhan, Bora Uzel, Nuretdin Kaymakcı, Bora Rojay, Zeynep Gülerce, Eyüp Sopaçı, Seyid Tanvir Shah ve H. Bora Okay .....22

## **GÖLBAŞI HAVZASI DERİN YAPISININ JEOFİZİK YÖNTEMLERLE BELİRLENMESİ VE SİSMOTEKTONİK ÇIKARIMLAR**

Aydın Büyüksaraç, Özcan Bektaş , Eren Pamuk, Barış Ateş Erdim Sarıtepe.....24

## **6 ŞUBAT 2023 KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİ SONRASI JEOFİZİK YÖNTEMLERLE ZEMİN ÖZELLİKLERİNİN VE İVME KAYITLARININ İNCELENMESİ**

Hakan Karşlı, Ali Erden Babacan, Özgenç Akın .....25

## **6 ŞUBAT 2023 KAHRAMANMARAŞ ANA ŞOKLARININ STRES ETKİLEŞİMİ VE ARTÇI ŞOK DAĞILIMLARININ POTANSİYEL ALAN VERİLERİ İLE KORELASYONU**

Hamdi Alkan, Aydın Büyüksaraç, Özcan Bektaş.....27

## **GÖLBAŞI HAVZASINI KONTROL EDEN FAYLARIN KİNEMATİK ÖZELLİKLERİ VE HAVZANIN 3 BOYUTLU GEOMETRİSİ**

Nuretdin Kaymakcı, Bora Uzel, A. Arda Özacar, Meryem Dilan İnce, Aydın Büyüksaraç, Özcan Bektaş ve Barış Ateş .....28

## **6 ŞUBAT 2023 KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİNDE KAYDEDİLEN YER HAREKETLERİ VE BÖLGESEL SİSMİK TEHLİKE SEVİYELERİ HAKKINDA DEĞERLENDİRMELER**

Abdullah Altındal, Ayşegül Askan.....30

## **2023 KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİ'NDEN ETKİLENEN BAZI KUVVETLİ YER HAREKETİ İSTASYONLARINDA GÖZLENEN ZEMİN ETKİLERİ**

Okan İlhan, A. Can Zulfikar, Taha Taşkiran, Kübra Nur Eroğlu, Seyhan Okuyan Akcan, Hilal A. Uğurlu.....31

## **6 ŞUBAT KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİNDEN SONRA ALTYAPI SİSTEMLERİNDE DEĞERLENDİRMELER**

Selçuk Toprak, Brad Wham, Engin Nacaroglu, Muhammet Ceylan, Oguz Dal, Adem Eren Senturk .....32

## **HATIRLADIKLARIMIZ-ÖĞRENDİKLERİMİZ, DOĞRULARIMIZ, YANLIŞLARIMIZ, YAPMAMIZ GEREKENLER**

Kemal Önder Çetin, Elife Çakır, Berkan Söylemez, Bilal Umut Ayhan, Soner Ocak, Faik Cüceoğlu, Ahmed ElSuhayli, Moutasem Zarzour, Alaa Elsaid, Arda Şahin, Ahmet Seyit Aksoy .....33

## **GÖLBAŞI BASEN YAPISI VE BASENLERİN DEPREM YER HAREKETİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

Nihat Sinan Işık, Seyhan Fırat, Berna Unutmaz, Ayhan Gürbüz, Kemal Önder Çetin, Erhan Tekin .....35

## **GÖLBAŞI ZEMİNLERİNİN CPT TABANLI SIVILAŞMA ANALİZLERİ**

Seyhan Fırat, Nihat Sinan Işık, Berna Unutmaz, Ayhan Gürbüz, Kemal Önder Çetin, Erhan Tekin ve Halis Serkan Tezer .....36

## **GÖLBAŞI İLÇESİNDE 6 ŞUBAT DEPREMLERİ SONRASINDA GÖZLENEN YAPISAL HASARLARIN GEOTEKNİK VERİLER EŞLİĞİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ**

Emirhan Altınok, M. Kubilay KeleşoğluSinan Sarğın, Sadık Öztoprak İlknur Bozbey, Alessandro Flora, Federico Valtucci.....37

## **ŞUBAT 2023 DEPREMLERİNDE TETİKLENEN HEYELANLARIN ENVANTERİNİN FOTOGRAMETRİK YÖNTEMLERLE OLUŞTURULMASI**

Sultan Kocaman, Gizem Karakaş, Nazlı Tunar Özcan, Sinem Çetinkaya, V. Emre Karakaş, Erdiç Ö. Ünal, Recep Can, Candan Gökçeoğlu .....38

## **LEARNING FROM MAJOR EARTHQUAKES: INTERNATIONAL COLLABORATION AFTER THE FEB. 6 2023 KAHRAMANMARAŞ -TÜRKİYE EARTHQUAKE SEQUENCE**

Sextos A., Zeris C. , Vougioukas E. , Vintzileou E. , Tsopelas P. , Tsiatas G., Thanopoulos P. , Stefanidou S. , Pitilakis D. , Papachristidis A. , Palieraki V. , Moretti M. , Marinou V. , Giarlelis C. , Gazetas G. , Garini E. , and Cekinmez M. ....39

## **BİNALAR İÇİN TÜRK VE JAPON DEPREM SONRASI HASAR TESPİT YAKLAŞIMLARI – 6 ŞUBAT 2023 KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİ**

Alper İlki, Koichi Kusunoki, Masaki Maeda, Seitara Tajiri, Cem Demir, Hasan Hüseyin Aydoğdu, Ömer Halıcı, Kurtuluş Atasever, Alex Shegay, Liu Hong, Jonathan Monical .....40

## **KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİNDE ÖN DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİNİN ELE ALINMASI**

Vesile Hatun Akansel, Ebru Harmandar, Osman Kaya.....42

## **DEPREM SONRASI BİLİRKİŞİLİK PROBLEMİ**

Erdem Canbay .....43

## **DEPREMDE YIKILMIŞ BETONARME BİR BİNADAN BETON KAROT NUMUNESİ ALINIR MI?**

Levent Mazılıgüney, İsmail Özgür Yaman .....44

## **KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİNDE TARİHİ YAPILARDA HASAR OLUŞUM NEDENLERİ VE ÖNERİLER**

Ahmet Türer .....46

## **6 ŞUBAT 2023 DEPREMLERİ KIYI YAPILARI HASAR VE PERFORMANSLARI; TSUNAMİ DEĞERLENDİRMELERİ**

Ahmet Cevdet Yalçın, Işıkhan Güler, Gözde Güney Doğan ve Hasan Gökhan Güler .....48

## **6 ŞUBAT DEPREMLERİ SONRASI ENDÜSTRİYEL SEKTÖRDEN GELEN HASAR BİLDİRİMLERİ VE GELİŞTİRİLEN ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

Altuğ Bayram, Aras Kalyoncuoğlu, Cemal İçel, Kenan Özyürek, Mustafa Yılmaz.....50

## **6 ŞUBAT 2023 TÜRKİYE DEPREMLERİ SIRASINDA İKİ DEMİRYOLU SANAT YAPISININ SİSMİK PERFORMANSI VE REHABİLİTASYON ÇALIŞMALARI**

Servet Karahan, F. Burak Büyükdemirci ve Candan Gökçeoğlu .....51

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## ENGINEERING ATTRIBUTES OF GROUND MOTIONS FROM FEBRUARY 2023 TÜRKİYE EARTHQUAKE EVENT SEQUENCE

**Tristan E. Buckreis<sup>1</sup>, Renmin Pretell<sup>2</sup>, Abdullah Sandıkkaya<sup>3</sup>, Ozkan Kale<sup>4</sup>, Scott J.  
Brandenberg<sup>5</sup>, Aysegul Askan<sup>6</sup>, and Jonathan P. Stewart<sup>7</sup>**

### ABSTRACT

The 2023 Türkiye earthquake sequence includes the February 6 M7.8 mainshock followed approximately nine hours later by a M7.7 aftershock, and many smaller aftershocks including M6.8 and M6.3 events on February 6 and 20, respectively. These events occurred in a region near the plate boundary of the East Anatolian Fault, in the proximity of which numerous ground motion recordings sites had been installed north of the Türkiye-Syria border. As a result, the events were well recorded both near the fault and at rupture distances up to 570 km. We describe the available recordings and component-specific data processing performed with the aim of optimizing usable bandwidth. The resulting database includes 310, 351, 291, and 229 usable three-component recordings from the M7.8, M7.7, M6.8, and M6.3 events, respectively. We also present source, path, and site metadata that was compiled according to uniform protocols. Comparisons to a global ground motion model (GMM) for active tectonic regions and a local, Türkiye-specific model demonstrate the existence of complex path effects that result in relatively poor fits between the GMMs and observed data at large distances (generally  $R_{JB} > 200$  km). Under-predictions at some stations may be influenced by directivity and/or basin effects that affect the ground motions but that are not accounted for directly in the GMMs. We present analysis of spatial variability of several intensity measures for the M7.8 mainshock. The residual maps produced from these analyses demonstrate that the global GMM over-predicts on the Anatolian block and under-predicts on the Arabian block, which is suggestive of distinct crustal attenuation features.

**Keywords:** *Ground motions, Attenuation, Near-fault effects, Data processing*

---

<sup>1</sup> Postdoctoral scholar, UCLA, Los Angeles, CA, [tristanbuckreis@ucla.edu](mailto:tristanbuckreis@ucla.edu)

<sup>2</sup> Asst. Prof. University of Nevada, Reno, [rpretell@unr.edu](mailto:rpretell@unr.edu)

<sup>3</sup> Assoc. Prof. Hacettepe University, Türkiye, [abdullahsandikkaya@hacettepe.edu.tr](mailto:abdullahsandikkaya@hacettepe.edu.tr)

<sup>4</sup> Assoc. Prof. TED University, Türkiye, [ozkan.kale@tedu.edu.tr](mailto:ozkan.kale@tedu.edu.tr)

<sup>5</sup> Prof., UCLA, Los Angeles, CA, [sjbrandenberg@g.ucla.edu](mailto:sjbrandenberg@g.ucla.edu)

<sup>6</sup> Prof. Middle East Technical University, Türkiye, [aaskan@metu.edu.tr](mailto:aaskan@metu.edu.tr)

<sup>7</sup> Prof., UCLA, Los Angeles, CA, [jstewart@seas.ucla.edu](mailto:jstewart@seas.ucla.edu) (corresponding author)

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## GEER PHASE 2 TEAM: OBSERVATIONS OF GROUND FAILURE

**Kristin Ulmer<sup>1</sup>, Jorge Macedo<sup>2</sup>, Menzer Pehlivan<sup>3</sup>, David Frost<sup>4</sup>**

### ABSTRACT

Following the February 6<sup>th</sup> 2023 M7.8 and M7.6 Pazarcık and Kahramanmaraş Türkiye earthquakes, the Geotechnical Extreme Event Reconnaissance (GEER) organization worked with local universities and organizations to dispatch multiple teams to the area to gather data related to geotechnical failures such as liquefaction-induced settlement, lateral spreading, foundation damage, and other ground failures. The Phase 2 team surveyed areas in and around Gölbaşı, Pazarcık, Dörtiyol, Iskenderun, and Türkoğlu from February 28 – March 4, 2023.

In Gölbaşı, we observed significant building settlement and lateral spread displacements in the northern area of the city near the lake, including a lateral spread feature on a university campus on the southern shore of the lake (37.794N, 37.649E). Using satellite imagery, we see that the network of ground cracks is over 260 m long. Area to the north of the crack moved north and settled, inundating the area with water from the lake. Crack depths in the plaza were on the order of 80 cm, with some vertical and horizontal offsets up to 1 m.

In Dörtiyol, we observed several instances of lateral spread, soil ejecta, and building settlement in areas along the coast of the Mediterranean. In particular, we saw a large network of ground cracks and significant soil ejecta in a tangerine orchard near the shore (36.8173N, 36.1820E). Using satellite imagery, we see that the network of ground cracks runs roughly parallel to the shoreline and is over 400 m long. Several cracks (widths 10 cm to 3 m, depths up to 1.5 m) throughout the orchard were accompanied by liquefaction ejecta, with some silty sand boils as large as 10.5 m x 2.5 m.

In Türkoğlu, we observed significant gravelly ejecta in a paved area by the Türkoğlu Lojistik Merkezi railyard (37.372N, 36.861E). The paved area is over 1km long and over 200 m wide with no large structures except the entrance building. We observed large cracks in the pavement that were several meters long, as well as gravelly and sandy ejecta, particularly near cracks and joints between slabs.

These observations, along with ground motion intensity estimates and geotechnical site investigation data, are crucial to improving our understanding of liquefaction and its effects. Ongoing efforts to document, publish, and share this information (e.g., through community resources such as the Next Generation Liquefaction database) will make a significant impact in the liquefaction research community.

**Keywords:** *Ejecta, Kahramanmaraş earthquake, Liquefaction, Lateral spread*

---

<sup>1</sup> Dr., Senior Research Engineer, Southwest Research Institute, Geosciences and Engineering Department, [kulmer@swri.org](mailto:kulmer@swri.org) (corresponding author)

<sup>2</sup> Assistant Prof. Dr., Georgia Tech, School of Civil and Environmental Engineering, [jorge.macedo@gatech.edu](mailto:jorge.macedo@gatech.edu)

<sup>3</sup> Dr., Regional Lead, Jacobs, U.S. NW Tunnel and Ground Engineering Team, [menzer.pehlivan@gmail.com](mailto:menzer.pehlivan@gmail.com)

<sup>4</sup> Prof. Dr., Georgia Tech, School of Civil and Environmental Engineering, [david.frost@ce.gatech.edu](mailto:david.frost@ce.gatech.edu)

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## LIQUEFACTION GROUND DEFORMATIONS AND CASCADING COASTAL FLOOD HAZARD IN THE 2023 KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKE SEQUENCE

Patrick Bassal<sup>1</sup>, Elena Papageorgiou<sup>2</sup>, Diane M. Moug<sup>3</sup>, Jonathan D. Bray<sup>4</sup>, K. Onder Cetin<sup>5</sup>,  
Arda Şahin<sup>6</sup>, Ethan J. Kubatko<sup>7</sup>, Suranjan Nepal<sup>8</sup>, Charles Toth<sup>9</sup>, Sena B. Kendir<sup>10</sup>, Murat  
Bikçe<sup>11</sup>, Jorge Macedo<sup>12</sup>

### ABSTRACT

The 2023 Kahramanmaraş earthquake sequence produced extensive liquefaction-induced ground deformations and ongoing flooding along the shoreline of the Mediterranean port city of İskenderun, Türkiye. Historic insights, field observations, available field data, and remote sensing analyses are used to investigate whether earthquake-induced liquefaction was a significant factor for increasing the flood hazard in İskenderun. Geotechnical reconnaissance observations following the earthquakes included seaward lateral spreading, settlement beneath buildings, and failures of coastal infrastructure. Lateral spreading case histories indicate consistent ground deformation patterns with areas of reclaimed land. Persistent Scatterer Interferometry (PSI) measurements from Synthetic Aperture Radar (SAR) imagery identify a noticeably greater rate of pre- and post-earthquake subsidence within the İskenderun coastal and urban areas relative to surrounding regions. The PSI measurements also indicate subsidence rates accelerated following the earthquakes and were typically highest near observed liquefaction manifestations. These evaluations suggest that while the liquefaction of coastal reclaimed fill caused significant ground deformations in the shoreline area, ongoing subsidence of İskenderun and other factors likely also exacerbated the flood hazard. This presentation will provide an overview of these observations and findings in İskenderun to suggest the importance of evaluating liquefaction and cascading flood consequences for enhancing the resilience of coastal cities.

**Keywords:** *Liquefaction, Lateral spreading, Coastal flooding, Subsidence, Remote sensing, Multi-hazard performance, Kahramanmaraş earthquake*

---

<sup>1</sup> Assist. Prof. Dr., The Ohio State University, Department of Civil, Environmental, and Geodetic Engineering, [bassal.3@osu.edu](mailto:bassal.3@osu.edu) (corresponding author)

<sup>2</sup> Adj. Lect. Dr., Aristotle University of Thessaloniki, Department of Physical & Environmental Geography

<sup>3</sup> Assistant Prof. Dr., Portland State University, Department of Civil and Environmental Engineering

<sup>4</sup> Prof. Dr., University of California, Civil and Environmental Engineering Department, Berkeley

<sup>5</sup> Prof. Dr., Middle East Technical University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering

<sup>6</sup> Graduate Student, University of California, Civil and Environmental Engineering Department, Los Angeles

<sup>7</sup> Assoc. Prof. Dr., The Ohio State University, Department of Civil, Environmental, and Geodetic Engineering

<sup>8</sup> Graduate Student, The Ohio State University, Department of Civil, Environmental, and Geodetic Engineering

<sup>9</sup> Prof. Dr., The Ohio State University, Department of Civil, Environmental, and Geodetic Engineering

<sup>10</sup> Engineer, Zemin Etüd ve Tasarım A.Ş., İstanbul

<sup>11</sup> Prof. Dr., İskenderun Technical University, Civil Engineering Department, 31200 İskenderun, TR

<sup>12</sup> Assist. Prof. Dr., Georgia Tech, School of Civil and Environmental Engineering

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## QUANTIFYING SURFACE FAULT DISPLACEMENT UNCERTAINTY USING DATA FROM THE 2023 M7.8 PAZARCIK, TÜRKİYE EARTHQUAKE

**Domniki Asimaki<sup>1</sup>, Grigorios Lavrentiadis<sup>1</sup>, Benjamin H. Mason<sup>2</sup>, Alexandra E. Hatem<sup>2</sup>,  
Christopher B. DuRoss<sup>2</sup>, Nadine G. Reitman<sup>2</sup>, Chris Milliner<sup>1</sup>, Melike Karakaş<sup>3</sup>, Bahadır  
Seçen<sup>4</sup>**

### ABSTRACT

The  $M_w$  7.8 mainshock and  $M_w$  7.5 aftershock caused surface fault rupture along the East Anatolian and Narlı faults as well as the Çardak fault, respectively. Following a satellite-based fault rupture reconnaissance effort, we performed ten days of field work near the intersection of the East Anatolian and Narlı faults. The field work consisted of line mapping of fault rupture not easily observed by satellite-based or drone-based surveys as well as fault displacement measurements. In this talk, I will give an overview of the surface fault rupture, talk about our satellite-based fault rupture mapping, provide details about our field aims, methods, and observations, consider the importance of probabilistic fault displacement hazard analysis (PFDHA) for the earthquake geology and earthquake engineering fields, and introduce a software developed to estimate fault displacement measurement uncertainty rapidly. The software characterizes the measurement uncertainty in surface fault displacement of Global navigation satellite system (GNSS) fault-perpendicular profiles of offset features and ranks the contribution of each component. For every iteration, both sides of the surveyed feature are extended into the rupture zone based on a principal component projection, and the displacement is measured parallel to the strike of the rupture. Considered components of uncertainty include: (1) location error in the horizontal and vertical direction, (2) rupture location uncertainty, (3) rupture azimuth uncertainty, and (4) interpretation uncertainty on which survey points are used to project the feature into the fault zone. Using the software and data from the 2023 M7.8 Pazarcık earthquake as an example, we compared the distribution of estimated displacements against field-based methods and evaluated the impact of displacement uncertainty in the development of fault displacement models (FDMs). I will close by describing the implications that our field work has on PFDHA, and will give reasons for why earthquake geologists and earthquake engineers should perform more post-earthquake reconnaissance work together.

**Keywords:** *Probabilistic fault displacement, Rupture, Line mapping, Uncertainty*

---

1 California Institute of Technology, Pasadena, California, USA

2 U.S. Geological Survey, Golden, Colorado, USA

3 Istanbul Technical University, Istanbul, Türkiye

4 Hacettepe University, Ankara, Türkiye



6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## EJECTA OBSERVATIONS AFTER THE 2023 KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKE SEQUENCE

**Cody Arnold<sup>1</sup>, Diane Moug<sup>2</sup>, Jorge Macedo<sup>3</sup>, Jonathan Bray<sup>4</sup>, Patrick Bassal<sup>5</sup>, and Kemal Onder Cetin<sup>6</sup>**

### ABSTRACT

The state of practice for earthquake-induced liquefaction assessment relies on case histories where liquefaction is known to have occurred via surface manifestations (i.e., ejecta). However, the liquefaction case history database is generally limited to non-plastic natural soils with less than 35% fine contents. The town of Gölbaşı in the Adıyaman province of Türkiye experienced intense shaking during the M7.8 and M7.6 Pazarcık and Ekinözü-Elbistan Kahramanmaraş earthquakes. Post-earthquake reconnaissance observations of ejecta, ejecta sampling, and index testing suggest liquefaction in fine-grained plastic soils. Current efforts are investigating these reconnaissance observations considering the characterization of recovered soil samples (potential liquefied soil and ejecta), laboratory testing, and cone penetration testing (CPT). Specifically, oedometer and index testing of samples from boreholes is underway to better identify critical layers based on the conducted CPT tests and field observations of ejecta. Preliminary field and laboratory testing of subsurface soil near ejecta sites indicates unique subsurface conditions for ejecta manifestation. Notably, the subsurface conditions of Gölbaşı in these areas support the post-earthquake observations that liquefaction occurred in mostly fine-grained plastic soils in the upper 10 m. As such, case histories from Gölbaşı could be significant as they lie at the boundary of knowledge for current databases. This presentation provides an overview of sites in Gölbaşı where ejecta was observed, preliminary results of laboratory testing, and representative collected field information.

**Keywords:** *Ejecta, High plasticity clay, Kahramanmaraş earthquake, Liquefaction*

---

<sup>1</sup> Graduate Student, Georgia Institute of Technology, Department of Civil and Environmental Engineering, [Cody.Arnold@gatech.edu](mailto:Cody.Arnold@gatech.edu) (corresponding author)

<sup>2</sup> Assistant Professor, Portland State University, Department of Civil and Environmental Engineering, [cdmoug@pdx.edu](mailto:cdmoug@pdx.edu)

<sup>3</sup> Assistant Professor, Georgia Institute of Technology, Department of Civil and Environmental Engineering, [jorge.macedo@gatech.edu](mailto:jorge.macedo@gatech.edu)

<sup>4</sup> Distinguished Professor, University of California, Berkeley, Department of Civil and Environmental Engineering, [jonbray@berkeley.edu](mailto:jonbray@berkeley.edu)

<sup>5</sup> Assistant Professor, The Ohio State University, Department of Civil Environmental and Geodetic Engineering, [bassal.3@osu.edu](mailto:bassal.3@osu.edu)

<sup>6</sup> Prof. Dr., Middle East Technical University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, [ocetin@metu.edu.tr](mailto:ocetin@metu.edu.tr)

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## ESTIMATING LIQUEFACTION-INDUCED BUILDING SETTLEMENTS- PRELIMINARY ASSESSMENTS AFTER THE 2023 KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKE SEQUENCE

Jorge Macedo<sup>1</sup>, Jonathan Bray<sup>2</sup>, Cody Arnold<sup>3</sup>, Diane Moug<sup>4</sup>, David Frost<sup>5</sup>, Patrick Bassal<sup>6</sup>,  
Fikret Atalay<sup>7</sup>, Murat Bikçe<sup>8</sup>, Kristin Ulmer<sup>9</sup>

### ABSTRACT

The 2023 Kahramanmaraş Earthquake Sequence caused significant liquefaction and liquefaction-induced building damage. Engineers often estimate the amount of liquefaction-induced building settlements as a performance proxy to assess damage; hence, the post-earthquake observations after the 2023 Kahramanmaraş earthquake sequence are expected to advance the seismic performance design of buildings when liquefaction is a critical performance mechanism.

This presentation will discuss the mechanisms of liquefaction-induced damage in buildings, including shearing, volumetric, and ejecta mechanisms. A performance-based procedure for estimating liquefaction-induced building settlements will also be discussed, highlighting its applicability in engineering practice. Lastly, the presentation will showcase the preliminary application of the discussed procedure to assess the liquefaction-induced damage on a selected case history after the 2023 Kahramanmaraş Earthquake Sequence.

*Keywords: Ejecta, Kahramanmaraş earthquake, Liquefaction, Site characterization*

---

<sup>1</sup>Assistant Professor, Georgia Institute of Technology, Department of Civil and Environmental Engineering, [jorge.macedo@gatech.edu](mailto:jorge.macedo@gatech.edu)

<sup>2</sup>Distinguished Professor, University of California, Berkeley, Department of Civil and Environmental Engineering, [jonbray@berkeley.edu](mailto:jonbray@berkeley.edu)

<sup>3</sup>Graduate Student, Georgia Institute of Technology, Department of Civil and Environmental Engineering, [Cody.Arnold@gatech.edu](mailto:Cody.Arnold@gatech.edu) (corresponding author)

<sup>4</sup>Assistant Professor, Portland State University, Department of Civil and Environmental Engineering, [cdmoug@pdx.edu](mailto:cdmoug@pdx.edu)

<sup>5</sup>Elizabeth & Bill Higginbotham Professor, Georgia Institute of Technology, Department of Civil and Environmental Engineering, [david.frost@ce.gatech.edu](mailto:david.frost@ce.gatech.edu)

<sup>6</sup>Assistant Professor, The Ohio State University, Department of Civil Environmental and Geodetic Engineering, [bassal.3@osu.edu](mailto:bassal.3@osu.edu)

<sup>7</sup>Professor of Practice, Georgia Institute of Technology, Department of Civil Environmental and Geodetic Engineering, [ft.atalay@gmail.com](mailto:ft.atalay@gmail.com)

<sup>8</sup>Professor, İskenderun Teknik Üniversitesi, Department of Civil Environmental and Geodetic Engineering, [murat.bikce@iste.edu.tr](mailto:murat.bikce@iste.edu.tr)

<sup>9</sup>Senior Research Engineer, Southwest Research Institute, [Kristin.ulmer@swri.org](mailto:Kristin.ulmer@swri.org)

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## LIQUEFACTION-INDUCED GROUND AND BUILDING INTERACTIONS IN İSKENDERUN FROM THE 2023 KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKE SEQUENCE

Diane Moug<sup>1</sup>, Jonathan D. Bray<sup>2</sup>, Patrick Bassal<sup>3</sup>, Jorge Macedo<sup>4</sup>, Kristin Ulmer<sup>5</sup>, K. Önder Cetin<sup>6</sup>, Sena Begüm Kendir<sup>7</sup>, Arda Şahin<sup>8</sup>, Cody Arnold<sup>9</sup>, Murat Bikçe<sup>10</sup>

### ABSTRACT

Significant and widespread liquefaction occurred in İskenderun, Hatay due to the 2023 moment magnitude 7.8 mainshock of the Kahramanmaraş earthquake sequence. Liquefaction and building damage were concentrated in the Çay District and in other areas of reclaimed land and near the historic shoreline. Liquefaction-induced building settlements from 0 to 740 mm were measured in İskenderun by the Geotechnical Extreme Events Reconnaissance (GEER) team at 26 buildings. Building settlement and ground deformation surveys were performed with terrestrial lidar scans and hand laser-level measurements. Liquefaction-induced building settlements were concentrated at mid-rise buildings that are five to six stories high; 21 of the surveyed buildings were midrise buildings and had settlements from 130 mm to 740 mm. Liquefaction-induced building settlement affected the patterns of ground deformation observed adjacent to many structures. Often the building settlement appeared to drag the ground downwards for over several meters from the building perimeter in a convex deformation pattern called hogging. In one case, a single-story structure was distorted by hogging ground deformation between two nearby midrise buildings. This presentation will provide an overview of GEER building surveys in İskenderun including liquefaction-induced building settlement, hogging ground deformation and other building-ground interactions. Ongoing efforts of subsurface investigation and case study development will also be presented.

**Keywords:** *İskenderun, Liquefaction building settlement, Hogging ground deformation, Building-ground interaction*

---

<sup>1</sup> Assistant Professor, Portland State University, Department of Civil & Environmental Engineering, [dmoug@pdx.edu](mailto:dmoug@pdx.edu) (corresponding author)

<sup>2</sup> Distinguished Professor, University of California, Berkeley, Department of Civil and Environmental Engineering, [jonbray@berkeley.edu](mailto:jonbray@berkeley.edu)

<sup>3</sup> Assistant Professor, The Ohio State University, Department of Civil, Environmental and Geodetic Engineering, [bassal.3@osu.edu](mailto:bassal.3@osu.edu)

<sup>4</sup> Frederick Olmsted Early Career Professor, Georgia Institute of Technology, School of Civil and Environmental Engineering, [jorge.macedo@ce.gatech.edu](mailto:jorge.macedo@ce.gatech.edu)

<sup>5</sup> Senior Research Engineer, Southwest Research Institute, [kristin.ulmer@swri.org](mailto:kristin.ulmer@swri.org)

<sup>6</sup> Prof. Dr., Middle East Technical University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, [ocetin@metu.edu.tr](mailto:ocetin@metu.edu.tr)

<sup>7</sup> Geotechnical Project Engineer, ZEMİN ETÜD vs TASARIM A.Ş., [begum.kendir@zeminas.com.tr](mailto:begum.kendir@zeminas.com.tr)

<sup>8</sup> Graduate Student, University of California, Los Angeles, Civil and Environmental Engineering, [arda120222@g.ucla.edu](mailto:arda120222@g.ucla.edu)

<sup>9</sup> Graduate Student, Georgia Institute of Technology, School of Civil and Environmental Engineering, [cody.arnold@gatech.edu](mailto:cody.arnold@gatech.edu)

<sup>10</sup> Professor, İskenderun Technical University, Department of Civil Engineering, [murat.bikce@iste.edu.tr](mailto:murat.bikce@iste.edu.tr)

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## DAMAGE ANALYSIS OF THE EARTH DAMS AFFECTED BY THE 2023 TURKIYE EARTHQUAKES

Robb Moss<sup>1</sup>, Ali Lashgari<sup>2</sup>

### ABSTRACT

The earthquake sequence that occurred on 6 February 2023 in Türkiye caused significant damage to various infrastructure including geostuctures such as dams. A total of 17 earth dams within a 200-km radius of the earthquake epicenter experienced varying degrees of damage, ranging from minor (~2 cm) to major (up to ~150 cm) deformations. A study of these reveals that the damaged dams are located within the closest distance to the fault of less than 30 km, with an average value of ~12 km. This study specifically focuses on the seismic displacement analysis of the 17 damaged dams, utilizing the sliding block methods. The recorded motion data was analyzed using the kriging technique to estimate the spectral response at the dam sites. Moreover, the recorded ground motions were scaled to the resonant period of the dam site to estimate acceleration time history. The findings reveal that the rigid block analysis can provide an average estimation of seismic displacement with a relative error of less than 44%. The results of the damage analysis indicate that seven dams reached the ultimate limit-state, and two dams experienced the serviceability limit-state. Univariate and multivariate fragility functions are developed to estimate seismic probabilistic analysis of earth dams based on the observed data and the limit-states. The results show that the selection of a single intensity measure (IM) and a combination of IMs can affect the predicted probability of failure.

**Keywords:** *Earth dam, Deformation, Limit-state, Fragility*

---

<sup>1</sup>Professor, Dept. Civil & Environmental Engineering, Cal Poly, San Luis Obsipo, CA, 93401, USA. [rmoss@calpoly.edu](mailto:rmoss@calpoly.edu)

<sup>2</sup>Research assistant, International Institute of Earthquake Engineering and Seismology, Tehran, Iran, [ali.lashgari@alum.semnan.ac.ir](mailto:ali.lashgari@alum.semnan.ac.ir)

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## EVALUATION OF SEISMIC BUILDING SETTLEMENTS IN ISKENDERUN DURING THE 2023 KAHRAMANMARAS, TURKIYE EARTHQUAKE SEQUENCE

Tugce Baser<sup>1</sup>, Ozgun Alp Numanoglu<sup>2</sup>, and Renmin Pretell<sup>3</sup>

### ABSTRACT

Two subsequent reconnaissance campaigns after the February 6th, 2023, the Kahramanmaras earthquake sequence were performed to document various engineering problems, including the poor seismic performance of several systems originated by the site effects, seismic-induced liquefaction, and localized deformations. In this presentation, we focus on observations on seismic building settlements on the reclaimed areas of the City of Iskenderun. A series of Cone Penetration Tests (CPTs) were performed along the coastal Iskenderun to characterize free-field, near-field, and Soil-structure-interaction. The data was used to perform a CPT based settlement analysis. The results show that the simplified methods used together with the cone penetration test results provide first order estimate for several different mechanisms that contributed to the total seismic settlement of the buildings. However, large-scale soil – multi-structure interaction observations indicate a need for improvement in empirical correlations and consideration of advanced dynamic soil-structure interaction analyses. Ongoing investigations will provide more thorough understanding and conclusive findings on the observations discussed. The findings emphasize the need for considering local sub-soil properties in seismic risk assessments for urban areas.

**Keywords:** *Seismic performance, Settlement, CPT, Liquefaction, Risk assessment*

---

<sup>1</sup>Assistant Professor, University of Illinois at Urbana-Champaign, Department of Civil and Environmental Engineering, 205 N Mathews Urbana, IL 61801, [tbaser@illinois.edu](mailto:tbaser@illinois.edu)

<sup>2</sup>Project Engineer, Schnabel Engineering, Seattle, [onumanoglu@schnabel-eng.com](mailto:onumanoglu@schnabel-eng.com)

<sup>3</sup>Assistant Professor, University of Nevada Reno, Department of Civil and Environmental Engineering

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## LIQUEFACTION-INDUCED DAMAGE IN İSKENDERUN AND GÖLBAŞI AND GEOTECHNICAL INVESTIGATION AFTER THE KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKE

Masataka Shiga<sup>1</sup>, Gokce Tonuk<sup>2</sup>, Ozer Cinicioglu<sup>3</sup>, Takashi Kiyota<sup>4</sup>, Tetsuo Tobita<sup>5</sup>, Nikolay Milev<sup>6</sup>, Takaaki Ikeda<sup>7</sup>, Seda Torisu<sup>8</sup>

### ABSTRACT

Following the Mw 7.8 earthquake that struck southeastern Türkiye on February 6, 2023, a Turkish-Japanese-Bulgarian research team conducted three damage surveys in İskenderun and Gölbaşı on March 29-April 2, May 6-9, and October 15-20, 2023. The aim was to assess the impact of soil properties on the observed building damages in these cities, both of which experienced severe geotechnical issues such as subsidence and uneven settlement. İskenderun, a coastal city previously bordered by wetlands and old waterway, now features reclaimed land where the team noted settlement and tilting damage to buildings. This damage could be particularly common on the reclaimed land along the coast, where shear wave velocities were low (100~140m/s from the surface to G.L.-2m), according to the MASW results. PDCPT tests supported these findings, with converted SPT-N values lower than 10 up to G.L.-2m, however, this contradicts existing borehole data, which suggest stiffer soil conditions. The reclaimed areas, formerly marshlands, also demonstrated a relatively long predominant period, coinciding with substantial damage in mid- and high-rise buildings compared to the old town center with shorter periods, while the value itself should be further investigated. In Gölbaşı, situated on an alluvial fan and the Paleo Gölbaşı Lake's deposits, building damage was particularly severe closer to the lake. MASW results indicated a layer with low shear wave velocity (120~140m/s) between G.L.-2m and -4m, but the layer's thickness and depth varied across survey lines. Substantial liquefaction-related settlement damage occurred in the city's northeast, where buildings, especially mid-rises, were heavily affected due to the low shear wave velocity and penetration resistance. Earthquake faults observed in the city center also led to collapses and structural damages along the fault lines. The study concludes that local sub-soil characteristics significantly influenced the pattern of building damage. However, the predominant period values measured were notably lower than expected from the shear wave velocity and several

---

<sup>1</sup>Assistant Professor, Nagaoka University of Technology, [shiga@vos.nagaokaut.ac.jp](mailto:shiga@vos.nagaokaut.ac.jp) (corresponding author)

<sup>2</sup>Assistant Professor, MEF University, [gokce.tonuk@mef.edu.tr](mailto:gokce.tonuk@mef.edu.tr)

<sup>3</sup>Professor, Bogazici University, [ozercinicioglu@boun.edu.tr](mailto:ozercinicioglu@boun.edu.tr)

<sup>4</sup>Professor, University of Tokyo, [kiyota@iis.u-tokyo.ac.jp](mailto:kiyota@iis.u-tokyo.ac.jp)

<sup>5</sup>Professor, Kansai University, [tobita@kansai-u.ac.jp](mailto:tobita@kansai-u.ac.jp)

<sup>6</sup>Chief Assistant Professor, University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, [n.milev@yoda-bg.com](mailto:n.milev@yoda-bg.com)

<sup>7</sup>Professor, Nagaoka University of Technology, [ikeda@vos.nagaokaut.ac.jp](mailto:ikeda@vos.nagaokaut.ac.jp)

<sup>8</sup>Engineer, Obayashi co. ltd., [sedasendir@gmail.com](mailto:sedasendir@gmail.com)

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

penetration testing data. This discrepancy calls for a deeper examination of the microtremor data to refine the understanding of the soil's impact on earthquake-induced damages, which is crucial for future urban planning and earthquake resilience strategies. The findings emphasize the need for considering local sub-soil properties in seismic risk assessments for urban areas.

**Keywords:** *Kahramanmaraş earthquake, Gölbaşı, İskenderun, Subsoil property, Microtremor, MASW, PDCPT*



6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## CENTRAL ROLE OF TECHNOLOGY IN REVEALING THE SYMBIOTIC RELATIONSHIP BETWEEN TURKIYE AND US EARTHQUAKE SEQUENCES

J. David Frost<sup>1</sup>, Onur Pekcan<sup>2</sup>, Emre Duman<sup>3</sup>, M. Mahdi Roozbahani<sup>4</sup>, and Serhat Erinmez<sup>5</sup>

### ABSTRACT

Observation of the performance of infrastructure systems following major earthquakes and the subsequent collection of perishable data is a critical component in learning from these significant events. Equally well, given that events may occur infrequently on a given fault, it is often useful to study consequences in one tectonic region that can be valuable in understanding potential impacts in another similar tectonic setting. In this context, study of the 1999 M7.6 Kocaeli earthquake sequence on the North Anatolian Fault and the 2023 M7.8 and M7.6 Pazarcık and Ekinözü-Elbistan Kahramanmaraş earthquake sequence on the East Anatolian Fault are of significant potential value in understanding hazard on the San Andreas and other active faults in California, USA.

This contribution presents why the study of Türkiye earthquakes is of significant importance to understanding the potential seismic activity in California. In particular, similarities between earthquakes on various faults with different slip rates are presented. Against this backdrop, the impacts of both the 1999 and 2023 events on infrastructure is compared. While there are significant similarities in some of the damage observed, the development of new high-resolution data collection technologies has resulted in the ability to collect higher fidelity information in the immediate aftermath of an event. Further, the ability to integrate disparate data sets from different data collection systems is enabling much more rapid access to important observational data so that individuals working in the field under challenging post-event conditions can do so more safely and efficiently.

In the same manner that the 1999 Kocaeli earthquakes was one of the first occasions that GPS technology and digital cameras were used as part of the reconnaissance toolbox, the 2023 Kahramanmaraş earthquake is being recognized as an event where handheld data collection technologies were used to collect in near real-time, images that were immediately ingested and made available to others in the field to facilitate their reconnaissance activities. Powerful data collection and integration tools such as SiteEye and Filio were highly effective in avoiding duplication of effort and in allowing for

---

<sup>1</sup>Professor, School of Civil Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta, USA. [david.frost@ce.gatech.edu](mailto:david.frost@ce.gatech.edu) (corresponding author).

<sup>2</sup>Assoc. Prof. Dr., Middle East Technical University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, [opekcan@metu.edu.tr](mailto:opekcan@metu.edu.tr)

<sup>3</sup>Graduate Research Assistant, School of Civil Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta, USA. [eduman8@gatech.edu](mailto:eduman8@gatech.edu)

<sup>4</sup>Chief Technology Office, Filio Corporation, Atlanta, USA. [mahdi@filio.io](mailto:mahdi@filio.io)

<sup>5</sup>Serhat Erinmez, Head of Site Operations, i4Works Incorporated, Ankara, Türkiye. [serhat.erinmez@i4.com](mailto:serhat.erinmez@i4.com)

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

immediate access to data being collected by large teams with various platforms including satellite, airborne, drone, terrestrial and handheld technologies. The benefits of such technology integration are described.

**Keywords:** *North and East Anatolian Faults, San Andreas and California Faults, Liquefaction, Lateral spreading, Settlement, Tilting, Slope failure, Data collection technologies*

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## DEPREM SONRASI ARAZİ ÇALIŞMALARINI İÇİN DİJİTAL VERİ YÖNETİMİ

**Onur Pekcan<sup>1</sup>, Ahmet Bahaddin Ersöz<sup>2</sup> Türker Teke<sup>3</sup>, Özgür Aydoğmuş<sup>4</sup>, Furkan Aydoğan<sup>5</sup>,  
Murat Altun<sup>6</sup>, Mehmet Türkezer<sup>7</sup>, Ediz Karaali<sup>8</sup>, Serhat Erinmez<sup>9</sup>, Yunus Eren Kaya<sup>10</sup>,  
Muzaffer Ata Özbilen<sup>11</sup>, Görkem Kılıç<sup>12</sup>**

### ÖZET

İnsan hayatı, yapı çevre ve altyapı için ciddi bir tehdit oluşturan depremlerin sebep olduğu hasarın hızlı ve doğru bir şekilde ortaya konabilmesi, afetler sonrasında gerek arama ve kurtarma gerekse yeniden yapım çalışmalarında etkili çözümler üretebilmek adına büyük önem taşımaktadır. Deprem sonrası çalışmaların ilk ve en önemli aşamalarından biri, hasarın büyüklüğü, coğrafi dağılımı ve etkilenen bölgedeki yapısal performans hakkında çok değerli bilgiler içeren verileri toplamak, yönetmek ve son kullanıcılarla paylaşmaktır. Toplanan verinin kalitesi, depremlerin yaratabileceği sonuçların daha iyi anlaşılmasına katkı sağlamakla beraber, tasarım şartnamelerinin gerektiğinde iyileştirilmesine ve risk azaltmaya dair geliştirilen yeni yaklaşımların geliştirilmesine yardımcı olmaktadır.

Bu çalışma, yaklaşık 10 yıldır geliştirilmekte olan 3 boyutlu modelleme yazılımı SahaGözü'nün (SiteEye) bir parçası olarak tasarlanan ve deprem araştırmaları için gönüllü olarak geliştirilen dijital veri yönetim aracı "SahaGözü Afet" eklentisini anlatmaktadır. 6 Şubat depremlerinin ardından, farklı disiplinlerden birçok araştırmacı, etkilenen bölgelerdeki hasarı gözlemlemek üzere ivedi şekilde harekete geçmiştir. Araştırmacılar, SahaGözü Afet ara yüzü ve mobil uygulamasını kullanarak, 11 ilden afet sonrası hasarı ortaya koyan resim ve videolar toplanmıştır. Bu veriler, SahaGözü'nün harita

<sup>1</sup>Doçent Doktor, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [opekcan@metu.edu.tr](mailto:opekcan@metu.edu.tr) (sorumlu  
corresponding)

<sup>2</sup>Dr. Araştırma Görevlisi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [abersoz@metu.edu.tr](mailto:abersoz@metu.edu.tr)

<sup>3</sup>Yüksek İnşaat Mühendisi ve Yazılımcı, i4 İnşaat Yazılım Ar-Ge Ltd. Şti., ODTÜ Teknokent, [turker.teke@i4.com.tr](mailto:turker.teke@i4.com.tr)

<sup>4</sup>İnşaat Mühendisi ve Yazılımcı, i4 İnşaat Yazılım Ar-Ge Ltd. Şti., ODTÜ Teknokent, [ozgur.aydogmus@i4.com.tr](mailto:ozgur.aydogmus@i4.com.tr)

<sup>5</sup>İnşaat Mühendisi ve Yazılımcı, i4 İnşaat Yazılım Ar-Ge Ltd. Şti., ODTÜ Teknokent, [furkan.aydogan@i4.com.tr](mailto:furkan.aydogan@i4.com.tr)

<sup>6</sup>Doktora Adayı, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [mualtun@metu.edu.tr](mailto:mualtun@metu.edu.tr)

<sup>7</sup>Doktora Öğrencisi, The University of Texas at Austin, Department of Civil, Architectural and Environmental Engineering, [mehmet.turkezer@utexas.edu](mailto:mehmet.turkezer@utexas.edu)

<sup>8</sup>Yüksek İnşaat Mühendisi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [ediz.karaali@metu.edu.tr](mailto:ediz.karaali@metu.edu.tr)

<sup>9</sup>Saha Operasyonları Sorumlusu, i4 İnşaat Yazılım Ar-Ge Ltd. Şti., ODTÜ Teknokent, [serhat.erinmez@i4.com.tr](mailto:serhat.erinmez@i4.com.tr)

<sup>10</sup>Yüksek Lisans Öğrencisi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [yunuserenkaya1@gmail.com](mailto:yunuserenkaya1@gmail.com)

<sup>11</sup>Yüksek Lisans Öğrencisi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [muzafferozbilen@gmail.com](mailto:muzafferozbilen@gmail.com)

<sup>12</sup>Yüksek Lisans Öğrencisi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [gorkem.kilic@metu.edu.tr](mailto:gorkem.kilic@metu.edu.tr)

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

altyapısıyla birleştirilmiş, karşılaşılan hasarlar, geoteknik, yapı ve kıyı mühendisliği uzmanlarının yardımıyla, hasar tiplerine göre etiketlenmiştir.

SahaGözü yazılımı içinde, 6 Şubat Depremleri Hasar Dağılımı modeli oluşturularak, fay hatları, yüzey kırıkları, deprem ivme ve hız dağılımları gibi bilgiler, ayrı katmanlar halinde araştırmacıların erişimine sunulmuştur. Araştırmacılara göre gruplandırılan ve işaretleyiciler aracılığı kümelenebilen veriler, hasar dağılımını anlamak amacıyla kolaylıkla analiz edilebilmektedir. SahaGözü Afet eklentisi ayrıca kullanıcıların, etiketlenmiş görüntüleri, yapı, hasar türü ve veri toplama tarihine göre incelemelerini sağlayan bir dizi filtreleme seçeneği de sunmaktadır. Verilerin haritalar üzerinde görselleştirilmesi, deprem etkilerinin yorumlanmasını kolaylaştırarak karar vericilerin güvenlik önlemlerini etkin bir şekilde almasını sağlayabilmektedir. Son olarak, sürekli olarak toplanan veriler sayesinde, deprem sonrası hasarlı alanlardaki değişikliklerin izlenmesi sağlanmaktadır.

Sonuç olarak, SahaGözü Afet eklentisi, 6 Şubat Depremlerinde toplanan verilerin her yerden erişilebilirliğine olanak tanımış; arama, filtreleme ve kategorize etme özellikleri aracılığıyla büyük miktarda veriyi düzenleme ve depolama imkanı sunmuş ve etkileşimli veri görselleştirme sağlamıştır. Bu verileri depremle ilgili çeşitli harita katmanlarıyla sorunsuz bir şekilde entegre ederek, organize ve verimli bir şekilde yönetmiş ve veri analizi yoluyla hasar yorumlamasını kolaylaştırmıştır. Halen geliştirilmeye devam edilen yazılım, yüklenen görüntülerin hasar seviye ve türlerini oldukça kısa sürede ve doğru bir şekilde tahmin etmek için bilgisayarla görme ve yapay zeka yaklaşımlarını uygulamaktadır. Bu tür geliştirmeler afet müdahale çalışmalarını daha da destekleyecek ve gelecekteki depremlerin altyapı ve insan yaşamı üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmaya katkıda bulunacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Kahramanmaraş depremleri, SahaGözü, Dijital veri, Veri yönetimi, Bulut bilişimi, Mobil uygulama

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## 6 ŞUBAT DEPREMLERİ SONRASI İSKENDERUN'DA GÖZLEMLenen ZEMİN YENİLMELERİ

Ertan Bol<sup>1</sup>, Aşkın Özocak<sup>2</sup>, Sedat Sert<sup>3</sup>, Eylem Arslan<sup>4</sup>

### ÖZET

6 Şubat 2023'te Türkiye'nin Kahramanmaraş ilinde, moment büyüklükleri ( $M_w$ ) 7.8 ve 7.6 olan yıkıcı iki deprem meydana gelmiştir. Çok geniş bir alanda hissedilmiş olan bu depremler Kahramanmaraş ve çevre illerinde büyük hasarlara neden olmuştur. Özellikle birinci deprem Hatay ilinde çok şiddetli bir sarsıntı yaratmış ve bunun sonucunda Hatay'ın sahil ilçelerinden biri olan İskenderun'da yoğun geoteknik problemlerin belirmesine yol açmıştır. Bu çalışmada depremler sonrasında Hatay'ın İskenderun ilçesinde yürütülmüş kapsamlı bir arazi çalışması ile bölgede oluşan zemin yenilmeleri tespit edilmiştir. Saha gözlemleri sonucunda özellikle sahile yakın kesimlerde yaygın bir şekilde zemin sıvılaşmasının hakim olduğu belirlenmiştir. Ayrıca sıvılaşma kaynaklı yanal yayılma gösteren alanlarla da sıkça karşılaşmıştır. Bu çalışmada, sıvılaşma emareleri ve yanal yayılma gösteren alanlar tespit edilmiş ve raporlanmıştır. İskenderun sahilindeki sıvılaşmanın hem yapı kenarları boyunca, hem de boş arazilerde kum konisi şeklinde yaygınlık gösterdiği, dolayısıyla ciddi oturmalara neden olduğu görülmüştür. Yapılardaki oturmaların büyüklüklerinin 30 ila 50 cm arasında seyrettiği ve üniform şekilde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Sahilin boş kesimlerinde oluşan sıvılaşma emarelerinin ise genellikle kum konileri ile belirdiği gözlemlenmiştir. Bu konilerden yüzeye çıkış yapan yoğun kum ve yer altı suyunun sahilde bir taşkına sebep olduğu belirlenmiştir. Arazide yapılan gözlem ve incelemeler esnasında edinilen veriler sonucunda zemin iyileştirmesinin yapılmış olduğu binaların zemin kaynaklı herhangi bir hasar almadığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla özellikle dinamik koşullarda yapılarda oluşabilecek hasarların en aza indirilmesi konusunda zemin iyileştirmesinin önemi, bu çalışma ile bir kez daha vurgulanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** İskenderun, Kahramanmaraş depremleri, Sıvılaşma, Zemin iyileştirmesi

<sup>1</sup> Prof. Dr., Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [ebol@sakarya.edu.tr](mailto:ebol@sakarya.edu.tr)

<sup>2</sup> Prof. Dr., Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [aozocak@sakarya.edu.tr](mailto:aozocak@sakarya.edu.tr)

<sup>3</sup> Prof. Dr., Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [sert@sakarya.edu.tr](mailto:sert@sakarya.edu.tr)

<sup>4</sup> Doktora Öğrencisi, Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [eylemarslan@sakarya.edu.tr](mailto:eylemarslan@sakarya.edu.tr) (sorumlu  
corresponding)

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## 6 ŞUBAT 2023 DEPREMLERİ SONRASI GEOTEKNİK DEĞERLENDİRMELER, GÖLBAŞI-ADIYAMAN İNCELEMESİ

**Deniz Ülgen<sup>1</sup>, Selman Sağlam<sup>2</sup>, Murat Gül<sup>3</sup>, Mehmet Rifat Kahyaoğlu<sup>4</sup>, Altuğ Saygılı<sup>5</sup>, Onur Toygar<sup>6</sup>, Selda Durmaz Demir<sup>7</sup>, Süleyman Arda Güler<sup>8</sup>, Ahmet Özbek<sup>9</sup>, Hasan Engin<sup>10</sup>**

### ÖZET

6 Şubat 2023'te Kahramanmaraş Pazarcık ve Kahramanmaraş Ekinözü-Elbistan'da meydana gelen depremler ile Türkiye'nin güneydoğusundaki 13 il yıkıma uğramıştır. Bu çalışmada, Adıyaman-Gölbaşı'nda gözlenen deprem kaynaklı zemin problemleri incelenmiştir. İnceleme alanından geçen Doğu Anadolu Fay Zonunun, Pazarcık segmenti, bilimsel literatürde uzun zamandır sismik boşluk olarak sınıflanmaktaydı. Depremler sonrasında, Gölbaşı-Balkar civarında, yüzeyde gözlenen kırık hattı üzerinde yapılan gözlemlerde; fayın K29°D doğrultulu olduğu, yaklaşık 4-5 m'lik deformasyon zonu oluşturduğu, yaklaşık 50 cm'lik düşey atımlı 2-3 basamak yapısı oluşturduğu, fayın kestiği yol ve çitlerden yaklaşık 3,80 m sol yanal atım yaptığı tespit edilmiştir. Sol yönlü doğrultu atımlı faylardan ibaret olan Pazarcık segmentinin karakterine bağlı olarak, fay hattı boyunca başta Gölbaşı olmak üzere çok sayıda çek-ayır (pull-apart) havza ve göl alanları gelişmiştir. Dar ve uzun çek-ayır havzalar, alüvyal yelpaze, akarsu ve gölsel ortamda çökelmiş, çoğunlukla gevşek ve ince tane boylu kırıntılı çökeller ile doldurulmaktadır. Oldukça değişken geometriye sahip çökellerle dolu bu havzalarda yeraltı su seviyesi yüksektir. Bu nedenlere ek olarak depremlerin moment büyüklükleri ve inceleme alanının yüzey kırıklarına olan mesafesi de göz önünde bulundurulduğunda, bölgede çok sayıda ve çeşitlilikte zemin kaynaklı probleme rastlanılmıştır.

Literatürde, depremden önce yapılan çalışmalarda, Gölbaşı'nın zemin özellikleri incelenmiş ve bölgenin sıvılaşma potansiyeli ortaya konmuştur. Ayrıca Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu'nun (USGS) yayınladığı sıvılaşma risk haritasında da bu bölgenin sıvılaşma riskinin olduğu alan içerisinde yer aldığı görülmüştür. Deprem sonrası yerinde yapılan incelemelerde, zemin deformasyonları ve zemin kaynaklı yapısal deformasyonlar ölçülmüştür. İlçe merkezinde, yollarda 5-20 cm aralığında yanal yayılmalar gözlenirken ilçe merkezi kuzeybatısındaki göle yakın yerlerde

<sup>1</sup> Prof. Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [denizulgen@mu.edu.tr](mailto:denizulgen@mu.edu.tr) (sorumlu yazar)

<sup>2</sup> Prof. Dr., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [ssaglam@adu.edu.tr](mailto:ssaglam@adu.edu.tr)

<sup>3</sup> Prof. Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [muratgul@mu.edu.tr](mailto:muratgul@mu.edu.tr)

<sup>4</sup> Doç. Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [rkahyaoglu@mu.edu.tr](mailto:rkahyaoglu@mu.edu.tr)

<sup>5</sup> Doç. Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [saygili@mu.edu.tr](mailto:saygili@mu.edu.tr)

<sup>6</sup> Arş. Gör. Dr., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [onurtoygar@mu.edu.tr](mailto:onurtoygar@mu.edu.tr)

<sup>7</sup> Arş. Gör., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [seldadurmaz@mu.edu.tr](mailto:seldadurmaz@mu.edu.tr)

<sup>8</sup> İnş. Müh., Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [suleymanardaguler@gmail.com](mailto:suleymanardaguler@gmail.com)

<sup>9</sup> Prof. Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, [ozbeka@ksu.edu.tr](mailto:ozbeka@ksu.edu.tr)

<sup>10</sup> İnş. Yük. Müh., TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, Manisa Şubesi, Salihli Temsilciliği, [hasan.engin@hotmail.com](mailto:hasan.engin@hotmail.com)

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

yaklaşık 30 cm'lik yanal yayılmalar tespit edilmiştir. İlçe merkezinde, sıvılaşmanın en önemli göstergelerinden olan kum/silt konilerine rastlanılmış ve civardaki yapılarda düşeyde 150 cm'ye varan oturmalar ile 3-15° eğilmeler tespit edilmiştir. Ayrıca çok sayıda yapıda, zemin deformasyonları nedeniyle batma, eğilme ve farklı oturma kaynaklı hasarlar gözlenmiştir. Deformasyon ölçümü yapılan gözlem noktalarının için Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne (TBDY-2018) göre sahaya özel zemin davranışı analizi yapılmıştır. Deprem Yer Hareketi Düzeyi-1 (DD1) ve Deprem Yer Hareketi Düzeyi-2 (DD2) durumlarında, tek boyutlu, nonlineer, zemin tepki analizleri gerçekleştirilmiş, yüzeydeki spektrum kullanılarak zemin deformasyonları ampirik yöntemlerle tahmin edilmiştir. Saha gözlemleri ile ampirik yöntemlerden elde edilen deformasyonlar karşılaştırılarak geoteknik değerlendirmelerde bulunulmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Kahramanmaraş depremleri, Gölbaşı, Sıvılaşma, Zemin deformasyonları



6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## 6 ŞUBAT 2023 KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİ SONRASI DEPOLAMALI TESİSLERİN DURUMU BARAJ VE GÖLETLERİN SİSMİK PERFORMANSLARI

Faik Cüceoğlu<sup>1</sup>, Seçkin Aydın<sup>2</sup>, Muhsin Açar<sup>2</sup>, Sefa Yıldırım<sup>2</sup>, Sarper Demirdöğen<sup>2</sup>, İbrahim Akdemir<sup>2</sup>, Murat Ekrem Çoban<sup>2</sup>, Kadir Özmen<sup>2</sup>, Çağatay Kent<sup>2</sup>, Ömer Faruk Sak<sup>2</sup>, Yasemin Er<sup>2</sup>

### ÖZET

6 Şubat 2023 Türkiye-Kahramanmaraş depremleri, bölgede bulunan 140 adet depolamalı tesisi (baraj veya gölet) etkilemiştir. Bu tesislerin birçoğu, Joyner ve Boore'un belirttiği fay kırığına mesafesi (R<sub>jb</sub>) 50 km olan bölgelerde bulunmaktadır. Fay kırığına benzer mesafelerdeki tesislere etki eden zemin yer ivmeleri, Pazarcık depreminde 0.1 ile 1.3 g arasında değişirken Elbistan depreminde 0.15 ile 0.45 g arasındadır. Bu bağlamda, barajların orta ile yüksek seviyelerde deprem etkilerine maruz kaldığı söylenebilir. Deprem sonrasında tüm depolamalı tesisler su tutmaya devam etmiştir. Ancak bazıları orta ile büyük ölçekli kalıcı yer değiştirmelere maruz kalmıştır. Bunlardan ikisi olan Sultansuyu Barajı ve Arıklıkaş Göletinin su seviyeleri acil müdahalenin bir parçası olarak kontrollü bir şekilde düşürülmüştür. 6 Şubat Depremlerinin hemen ardından, bu bildirinin yazarları -Devlet Su İşleri (DSİ) mühendisleri-, etki bölgesindeki tüm barajlarda öncü saha gözlemlerini yapmak ve baraj güvenliğini değerlendirmek amacıyla baraj ve gölet yerlerine intikal etmişlerdir. Saha gözlemleri ve bulgular, faya yakın ve yüksek yer ivmeli sarsıntı bölgelerinde, toprak ve kaya dolgu baraj ve göletlerin beton baraj ve göletlere göre daha fazla hasar gördüğünü göstermiştir. Ayrıca, kalıcı yer değiştirmelerin, baraj/gölet yüksekliği ile tutarlı bir şekilde arttığı gözlemlenmiştir. Çalışma kapsamında, bölgedeki barajların sismik performansları birer vaka analizi olarak değerlendirilmiştir. Bu sayede raporlanan vakalar, basitleştirilmiş kalıcı yer değiştirme modellerinin yanı sıra ileri sayısal analiz tekniklerinin kalibrasyonu ve doğrulanması açısından da önem arz etmektedir. Büyük kalıcı yer değiştirmelerin gözlemlendiği Arıklıkaş ve Sultansuyu barajlarında rehabilitasyon projesi çalışmaları devam etmekte olup hasar gören diğer tesislerin bir kısmının rehabilitasyon inşaatı tamamlanmış, bir kısmında ise inşaat çalışmaları devam etmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Barajlar, Depremler, Kalıcı yer değiştirme, Saha gözlemleri

<sup>1</sup> İnşaat Mühendisi, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Barajlar ve HES Dairesi Başkanlığı, [faikc@dsi.gov.tr](mailto:faikc@dsi.gov.tr) (sorumlu yazar)

<sup>2</sup> İnşaat Mühendisi, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Barajlar ve HES Dairesi Başkanlığı, [saydin@dsi.gov.tr](mailto:saydin@dsi.gov.tr), [muhsinacar@dsi.gov.tr](mailto:muhsinacar@dsi.gov.tr), [sefayildirim@dsi.gov.tr](mailto:sefayildirim@dsi.gov.tr), [sarperdemirdogen@dsi.gov.tr](mailto:sarperdemirdogen@dsi.gov.tr), [iakdemir@dsi.gov.tr](mailto:iakdemir@dsi.gov.tr), [ecoban@dsi.gov.tr](mailto:ecoban@dsi.gov.tr), [kozmen@dsi.gov.tr](mailto:kozmen@dsi.gov.tr), [cagataykent@dsi.gov.tr](mailto:cagataykent@dsi.gov.tr), [ofsak@dsi.gov.tr](mailto:ofsak@dsi.gov.tr), [yaseminer@dsi.gov.tr](mailto:yaseminer@dsi.gov.tr)

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbasi-Adıyaman-Türkiye

## DAMAGE DISTRIBUTION SURVEY AND MICRO-TREMOR MEASUREMENTS IN ISKENDERUN AND GOLBASI AFTER THE 2023 KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKES

Gökçe Tönük<sup>1</sup>, Masataka Shiga<sup>2</sup>, Özer Çinicioglu<sup>3</sup>, Takashi Kiyota<sup>4</sup>, Tetsuo Tobita<sup>5</sup>, Nikolay Milev<sup>6</sup>, Takaaki Ikeda<sup>7</sup>, Seda Torisu<sup>8</sup>

### ABSTRACT

An international team of researchers from Turkey, Japan, and Bulgaria conducted two surveys in Iskenderun and Golbasi after the major earthquakes that struck the southeast of the country in February 2023. The first survey was conducted in March/April, and the second survey was conducted in October. The surveys involved damage distribution assessment and micro-tremor measurements. The results of the surveys revealed that the damage patterns and their distribution are correlated with the soil characteristics in both cities. In order to conduct this study, first, the damage was assessed and classified into two patterns: structural damage and settlement/tilting damage, and the distribution of damage was mapped. Then, MASW, PDCPT and comprehensive microtremor measurements were carried out to obtain the shear wave velocity, penetration resistance and the predominant period extracted from the H/V spectra throughout both cities.

In Iskenderun, settlement/tilting damage is more frequent on reclaimed land along the coast, where shear wave velocity and penetration resistance are relatively low. This is thought to be due to a loss of bearing capacity associated with soil liquefaction. In addition, the reclaimed ground in areas of former marshland exhibited a relatively long predominant period, with both more significant structural and settlement/tilting damages occurring in several mid- and high-rise buildings than in the old town area, where the predominant period of the ground is shorter. In Golbasi, building damage occurred in areas closer to Golbasi Lake. Settlement/tilting damage with severe liquefaction occurred on many mid-rise buildings, particularly in the north-east of the city, where shear wave velocity and penetration resistance are relatively low. On the other hand, earthquake faults appeared in the center of the city and many buildings collapsed or suffered structural damage along the fault line.

Overall, it was observed that in areas with mainly structural damage or little damage, the predominant period was relatively short, while the predominant period tended to be longer in areas with a lot of settlement/tiling damage. Thus, our

---

<sup>1</sup>Assistant Professor, MEF University, [gokce.tonuk@mef.edu.tr](mailto:gokce.tonuk@mef.edu.tr) (corresponding author)

<sup>2</sup>Assistant Professor, Nagaoka University of Technology, [shiga@vos.nagaokaut.ac.jp](mailto:shiga@vos.nagaokaut.ac.jp)

<sup>3</sup>Professor, Bogazici University, [ozercinicioglu@boun.edu.tr](mailto:ozercinicioglu@boun.edu.tr)

<sup>4</sup>Professor, University of Tokyo, [kiyota@iis.u-tokyo.ac.jp](mailto:kiyota@iis.u-tokyo.ac.jp)

<sup>5</sup>Professor, Kansai University, [tobita@kansai-u.ac.jp](mailto:tobita@kansai-u.ac.jp)

<sup>6</sup>Chief Assistant Professor, University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, [n.milev@yoda-bg.com](mailto:n.milev@yoda-bg.com)

<sup>7</sup>Professor, Nagaoka University of Technology, [ikeda@vos.nagaokaut.ac.jp](mailto:ikeda@vos.nagaokaut.ac.jp)

<sup>8</sup>Engineer, Obayashi co. ltd., [sedasendir@gmail.com](mailto:sedasendir@gmail.com)

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

investigations show that the soil properties are qualitatively consistent with the damage pattern. However, the values of the predominant period obtained from the raw data are considerably smaller than those assumed from the measured shear wave velocity and penetration resistance. Further analysis of the microtremor data is necessary.

**Keywords:** *Kahramanmaras earthquakes, Building damage, Micro-tremor, MASW, PDCPT*

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## 2023 KAHRAMANMARAŞ DEPREM İKİLİSİNİN ÖZELLİKLERİ VE BÖLGESEL TEKTONİZMA AÇISINDAN ÖNEMİ

Arda Özacar<sup>1</sup>, M. Emin Ayhan<sup>2</sup>, Bora Uzel<sup>3</sup>, Nuretdin Kaymakcı<sup>2</sup>, Bora Rojay<sup>2</sup>, Zeynep Gülerce<sup>4</sup>, Eyüp Sopaçlı<sup>5</sup>, Seyid Tanvir Shah<sup>6</sup> ve H. Bora Okay<sup>2</sup>

### ÖZET

Geniş bir alanda büyük hasara ve çok sayıda can kaybına neden olan 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Pazarcık (Mw 7.9) ve Kahramanmaraş Ekinözü-Elbistan (Mw 7.7) deprem ikilisi sol yanal Doğu Anadolu Fay Zonu'nun uzun zamandır büyük deprem üretmemiş kesiminde meydana gelmiştir. İlk deprem, ikincil derecede önemli Narlı Fayı'nda başlamış ve Doğu Anadolu Fay Zonu'nun ana koluna atlayarak kuzeyde Pazarcık ve Erkenek segmentleri, güneyde ise Amanos Segmenti boyunca gelişmiş ve 300 km'yi aşan bir hat boyunca yüzey kırığı oluşturmuştur. İkinci deprem ise ana kolun batısında yer alan Çardak ve Doğanşehir fayları üzerinde gerçekleşmiş olup yaklaşık 140 km uzunluğunda bir hattı kırmıştır. İki deprem de doğrultu atımlı faylanma mekanizmasına sahip olup, yüzeyde 8 m'ye ulaşan sol yanal ötelenme meydana getirmiş ve iki yönlü, yer yer kesme dalgası hızının üzerine çıkan kırık yayılımı göstermişlerdir. İlk deprem, ikinci depremin merkez üstünde statik ve dinamik stresi önemli ölçüde artırarak, sismik döngüsünün sonunda ki Çardak Fayı'nı 9 saat gecikmeli olarak tetiklemiştir. Benzer deprem tetiklemeleri, yanal atımlı faylarda yaygın olarak gözlenir. Bu kapsamda, 2023 Kahramanmaraş deprem ikilisinden elde edilen veriler, bu tip deprem tetiklemesini kontrol eden ana etkenlerin daha iyi anlaşılmasına imkân sağlayacaktır.

2023 Kahramanmaraş deprem ikilisine ait yüzey kırıkları ile deprem öncesinde haritalanan aktif faylar konumsal açıdan kıyaslandığında genel anlamda oldukça örtüşmektedir. Ancak, özellikle güncel havzalarda fayların konumlarının iyi bilinmediği, bazı kesimlerde ise aktif fayların haritalanmadığı ya da inaktif faylar olarak haritalandığı belirlenmiştir. Özellikle ilk deprem sırasında, yönelimleri farklı fay segmentleri birlikte kırılarak, önceki sismik tehlike çalışmalarında ki öngörülerini aşan büyüklükte bir deprem meydana getirmiştir. Örneğin, yüzey kırığı birlikte kırılması öngörülme-yen Pazarcık ve Amanos segmentlerini keskin bir dönüş yaparak kat etmektedir. Keskin dönüş gözlenen bölgenin batısında, Düziçi-Türkoğlu arasında yaptığımız arazi çalışmalarında, yüzeyde aktif faya rastlanmamıştır fakat GPS ölçümleri düşük miktarda yanal bir hareketin varlığını destekler niteliktedir. Statik stres artışı gözlenen Türkoğlu'ndan Karataş'a kadar devam eden bir fay hattının varlığı, olası kilitli fay bölümünü uzatarak maksimum deprem büyüklüğünü önemli ölçüde arttıracığından, Adana ve Osmaniye bölgesindeki deprem tehlikesini yükseltme potansiyeli mevcuttur. Ayrıca, 2023

<sup>1</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü (sorumlu corresponding: [ozacar@metu.edu.tr](mailto:ozacar@metu.edu.tr))

<sup>2</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

<sup>3</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

<sup>4</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

<sup>5</sup>Centre national de la recherche scientifique (CNRS), Laboratoire G'eoazur, Fransa

<sup>6</sup>Abdul Wali Khan Üniversitesi Jeoloji Bölümü, Pakistan

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

Kahramanmaraş deprem ikilisi ardından bu bölgede sismik boşluk özelliği taşıyan Savrun, Malatya ve Antakya faylarında da statik stres artmıştır.

*Anahtar kelimeler: Doğu Anadolu Fayı, Deprem tetiklemesi, Yüzey kırığı, Aktif fay, Sismik tehlike*

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## GÖLBAŞI HAVZASI DERİN YAPISININ JEOFİZİK YÖNTEMLERLE BELİRLENMESİ VE SİSMOTEKTONİK ÇIKARIMLAR

Aydın Büyüksaraç<sup>1</sup>, Özcan Bektaş<sup>2</sup>, Eren Pamuk<sup>3</sup>, Barış Ateş<sup>4</sup> Erdim Sarıtepe<sup>5</sup>

### ÖZET

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremlerden en çok etkilenen yerleşim birimlerinden biri olan Gölbaşı (Adıyaman)'nda yaşanan temel sorun zeminin yüzeye yakın kesimlerinde çalkalanma sonrasında sivilaşma sonrası binalarda gözlenen devrilme, yan yatma vb. hasar etkilerinin varlığının kökeninde Gölbaşı'nın gölgesel bir çek-ayır havza yapısının yattığı bilinmektedir. Bu çalışmada Gölbaşı Havzası'nın derin yapısı mikrogravite, dairesel dizilim mikrotremor (SPAC), sismik yansıma, tek istasyon 24icrotremor ve PS loglama yöntemleriyle incelenmiştir. Elde edilen verilerin değerlendirilmesiyle havzanın geometrik yapısı tanımlanmış, kayma dalgası hızına bağlı olarak anakaya/mühendislik kayası derinliği ( $V_s > 700$  m/s) elde edilmiş ve haritalanmıştır.  $V_s$  -derinlik kesitleri yüzeyden itibaren 250 m derinliğe kadar farklı seviyelerde haritalanmış, baskın periyot, zemin büyütme faktörü ve hasar görülebilirlik ( $K_g$ ) parametreleri hesaplanmıştır. Gölbaşı'nın özellikle güney-güneybatı kesiminin oldukça kalın alüvyon katmanlardan oluştuğu, güneydoğu-doğu tarafına doğru alüvyonun sığlaştığı görülmüştür. Gömülü faylar 2 boyutlu derinlik gravite ve sismik yansıma kesitlerinde işaretlenmiştir. Derinlik kesitlerinde görülen süreksizlik yapılarının gölgesel alüvyon malzemesinin uyumsuzlukla temel kaya üzerine yerleştiğini göstermektedir. Gölbaşı civarında meydana gelen depremler incelendiğinde ortalama deprem odak derinliklerinin 3 km civarında olduğu görülmektedir. Ancak aletsel dönemde Gölbaşı odaklı deprem gözlenmemektedir. Bu durum çalışma alanındaki gömülü süreksizliklerin aktivite göstermediğini ifade edebilir.

**Anahtar kelimeler:** Jeofizik, Mikrogravite, Dizilim mikrotremor (SPAC), Sismik yansıma, PS loglama

<sup>1</sup>Prof. Dr., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çan Meslek Yüksek Okulu, [absarac@comu.edu.tr](mailto:absarac@comu.edu.tr)

<sup>2</sup> Prof. Dr., Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Böl., [ozcanebektas@gmail.com](mailto:ozcanebektas@gmail.com)

<sup>3</sup>Doç. Dr., MTA Genel Müdürlüğü Jeofizik Etütler Dairesi, [pamukeren001@gmail.com](mailto:pamukeren001@gmail.com)

<sup>4</sup>ProJeo Mühendislik Ltd. Şti, Ankara, [jeofizikcib@gmail.com](mailto:jeofizikcib@gmail.com)

<sup>5</sup>Geophydev Ltd. Şti. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Teknokent, [saritepee@gmail.com](mailto:saritepee@gmail.com)

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## 6 ŞUBAT 2023 KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİ SONRASI JEOFİZİK YÖNTEMLERLE ZEMİN ÖZELLİKLERİNİN VE İVME KAYITLARININ İNCELENMESİ

Hakan Karşlı<sup>1</sup>, Ali Erden Babacan<sup>2</sup>, Özgenç Akın<sup>3</sup>

### ÖZET

Bu çalışma 6 Şubat 2023 tarihinde Türkiye'de Kahramanmaraş-Pazarcık (Doğu Anadolu Fay Zonu'nda (EAFZ) 37.288° K- 37.043° D, TSİ 4.17'de Mw=7.7) ve Kahramanmaraş-Ekinözü'nde (Çardak Fayı'nda (ÇF) 38.089° K-37.239° D, TSİ 13.24'de Mw=7.6) meydana gelen iki büyük depremin ardından 123D016 Nolu TÜBİTAK 1002C Doğal Afetler Odaklı Saha Çalışması Acil Destek Programı Hızlı Destek Projesi kapsamında 19-23 Şubat 2023 tarihlerinde Malatya, Hatay, Gaziantep ve Kahramanmaraş illerinde sismik kırılma tomografisi (SRT), aktif kaynaklı çok kanallı yüzey dalgası analizi (MASW) ve mikrotremör yatay/düşey spektral oran (HVSR) yöntemlerini içeren jeofizik ölçümlerini ve ölçüm profillerine yakın istasyonlarda kaydedilen maksimum ivme (PGA) değerlerinin değerlendirmesini içermektedir. Jeofizik veriler her ilde 2 adet olmak üzere toplam 8 profilde toplanmış ve her ölçüm yönteminin kendi ilkeleri doğrultusunda analiz edilmiştir. SRT, MASW ve HVSR teknikleri sırasıyla, P-dalgası 2B hız-derinlik modellerinin, 1B-Vs derinlik profillerinden  $V_{S30}$  (30 m derinlikte ortalama kayma dalgası hızı) değerlerinin ve zemin hakim titreşim periyot değerlerinin elde edilmesini sağlamıştır. Böylece, zemin geometrisi, zemin sınıfı, zemin büyütmesi, hakim titreşim periyodu ve zemin dinamik elastik parametreleri hesaplanmıştır. Zemin sınıfları, ZD (Malatya-1, Hatay-1, Kahramanmaraş-1) ve ZC (Malatya-2, Hatay-2, Gaziantep-1,2, Kahramanmaraş-2) olarak belirlenmiştir. SRT kesitlerinden üç tabakalı yeraltı modelleri elde edilmiştir. Sondaj verisine dayalı olmamakla birlikte, jeofizik bulgulara göre, genellikle  $Z \geq 15$  m derinlik seviyelerinde dayanımı orta sağlam nitelikte olan gözenekli ( $V_p/V_s > 2.5$ ,  $\sigma > 0.35$ ,  $q_a < 1.0$  MPa), ayrılmış tortul kayaların ve bunların üzerinde, çoğunlukla zayıf dayanımlı çok gevşek zemin malzemelerin (kil, silt, kum, çakıl ve bunların karışımı) yer aldığı anlaşılmaktadır. Diğer yandan, zemin sınıfından bağımsız olarak, ölçüm profiline yakın istasyon bilgilerine göre, birbirine yakın episantral uzaklıklarda ancak fayların hareket yönüne paralel zon içindeki istasyonlarda, dik zonlar içindekilere göre daha yüksek ivme değerleri olduğu gözlenmiştir. Bu gözlemler deprem dalgalarının yayılımında bir yönelim etkisinin olduğuna işaret etmektedir. Bu çalışma kapsamındaki tüm bulgular, yapı imalat malzeme kalitesizliği, yapılara sonradan yapılan müdahaleler ve yapı kusurlarının dışında, meydana gelen hasar ve ileri derece hasarların, yapı tasarımlarında/statik projelerinde deprem-yer-yapı ilişkisinin tam ve doğru olarak yansıtılmamış olduğuna işaret etmektedir. Bununla birlikte,

<sup>1</sup>Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, [hkaršli@ktu.edu.tr](mailto:hkaršli@ktu.edu.tr) (sorumlu corresponding)

<sup>2</sup> Doç. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, [a.babacan@ktu.edu.tr](mailto:a.babacan@ktu.edu.tr)

<sup>3</sup> Doç. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, [a.babacan@ktu.edu.tr](mailto:a.babacan@ktu.edu.tr)



6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

yeni jeofizik veri setleri ve daha derin jeolojik yapıları görüntülemeye yönelik yapılacak jeofizik ölçümler deprem sonrası zemin ve yapılarla ilgili tartışılan gözlemlere ilişkin daha detaylı bilgiler ve açıklayıcı sonuçları sunacaktır.

*Anahtar kelimeler: Kahramanmaraş depremleri, SRT, MASW, HVSR, PGA*

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## 6 ŞUBAT 2023 KAHRAMANMARAŞ ANA ŞOKLARININ STRES ETKİLEŞİMİ VE ARTÇI ŞOK DAĞILIMLARININ POTANSİYEL ALAN VERİLERİ İLE KORELASYONU

Hamdi Alkan<sup>1</sup>, Aydın Büyüksaraç<sup>2</sup>, Özcan Bektaş<sup>3</sup>

### ÖZET

Aletsel ve tarihsel dönemde bir çok büyük/yıkıcı depremin meydana geldiği fakat uzun bir süredir büyük bir deprem üretmeyen Doğu Anadolu Fay Zonunun güneybatı segmentleri, 6 Şubat 2023'de Pazarcık segmentinde moment magnitüdü  $M_w=7.7$  olan yıkıcı bir deprem üretmiştir. Aynı gün ilk ana şoktan yaklaşık olarak 9 saat sonra moment magnitüdü  $M_w=7.6$  olan bir başka yıkıcı deprem Ekinözü-Elbistan'da (Kahramanmaraş) meydana gelmiştir. Bu iki büyük depremi takiben, aynı gün aletsel büyüklükleri  $M_w=6.6$  (Nurdağı, Gaziantep),  $M_w=5.9$  (Göksun, Kahramanmaraş) ve  $M_L=5.7$  (Yeşilyurt, Malatya) olan üç deprem ve 20 Şubat 2023'de  $M_w=6.4$  olan bir başka yıkıcı deprem Defne'de (Hatay) meydana gelmiştir. Bu depremlerin fay mekanizmaları dikkate alındığında, farklı segmentlerde meydana gelen farklı ana şoklar olarak dikkate alınabilir. Bu olağandışı sismik aktivite sonucunda, bir çok yapı yıkılmış, bir çok hayat sona ermiş (~55,000) ve 11 şehir ve bu şehirlere bağlı kasabalar ve köyler ciddi maddi zararlar ile karşı karşıya kalmışlardır. KOERI ve AFAD gibi enstitülerin deprem kataloglarına göre, geçen bir yıllık sürede (6 Şubat 2023-6 Şubat 2024) yaklaşık olarak 54,000 civarında artçı şok meydana gelmiştir ve bunların yaklaşık olarak 620 tanesinin aletsel büyüklüğü  $M \geq 4.0$ 'dür.

Bu çalışmada, ilk olarak bu 6 büyük depremin birbiri ile olan Coulomb stres transferi ilişkisi incelenmiştir. Depremlerin Coulomb stres transferleri ile ilişkili olarak, meydana gelen artçı şokların derinlik dağılımı ve 6 büyük depremin episantr noktası/hiposantr derinliklerinin birbirleri ile ilişkisi yorumlanmıştır. İkinci olarak, gravite-manyetik anomalileri ile artçı şokların episantr noktaları ve hiposantr derinliklerinin kullanılmasıyla bölgedeki aktif fay zonları ve tektonik yapılar ile korelasyonu araştırılmıştır. Coulomb stres analizi sonuçlarına göre, kuzey-doğuda Malatya ve Adıyaman, kuzey-batıda Elbistan ve Göksun, güneyde Hatay-Suriye sınırı ve güney-batıda İskenderun körfezi civarında pozitif stres lobları (~1 bar) gözlenmiştir. Ayrıca, iki ana şokun ( $M_w=7.7$  ve  $M_w=7.6$ ) odak mekanizması çözümlerinin yatay yer değiştirme vektörleri de derinlikle ilişkili Coulomb stres dağılımının doğruluğunu desteklemektedir. Diğer taraftan, elde edilen sonuçlara göre, sığ depremler pozitif gravite anomalileri ile ve derin depremler negatif gravite anomalileri ile uyumlu olduğu gözlenmiştir. Manyetik anomaliler ise bölgedeki faylar ile uyumlu çizgisellik göstermektedir. Sonuç olarak, gravite-manyetik anomalileri ve artçı şok dağılımları özellikle ilk ana şokun ( $M_w=7.7$ ) Doğu Anadolu Fay Zonunun kırılmamış segmentinde meydana geldiğini ve yüksek enerjili diğer ana ve artçı şokların gerilme transfer süresini kısalttığını ortaya çıkartmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Güney Anadolu, Deprem, Stres analizi, Potansiyel alan

<sup>1</sup>Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, [hamdialkan@yyu.edu.tr](mailto:hamdialkan@yyu.edu.tr) (sorumlu yazar)

<sup>2</sup>Prof. Dr., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çan Meslek Yüksek Okulu, [absarac@comu.edu.tr](mailto:absarac@comu.edu.tr)

<sup>3</sup>Prof. Dr., Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, [obektas@cumhuriyet.edu.tr](mailto:obektas@cumhuriyet.edu.tr)

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## GÖLBAŞI HAVZASINI KONTROL EDEN FAYLARIN KİNEMATİK ÖZELLİKLERİ VE HAVZANIN 3 BOYUTLU GEOMETRİSİ

**Nuretdin Kaymakcı<sup>1</sup>, Bora Uzel<sup>2</sup>, A. Arda Özacar<sup>3</sup>, Meryem Dilan İnce<sup>3</sup>, Aydın Büyüksaraç<sup>4</sup>,  
Özcan Bektaş<sup>5</sup> ve Barış Ateş<sup>6</sup>**

### ÖZET

Gölbaşı Havzası, Geç Miyosen'den itibaren Anadolu Bloğu'nun batıya kaçışını denetleyen ve onu Arap Plakasından ayıran Doğu Anadolu Fay Zonu içerisinde yer almaktadır. Sol yanal atımlı, bir kıta içi transform fayı olan Doğu Anadolu Fay Zonu, Gölbaşı civarında yaklaşık 1.5 km sola sıçrayarak iki farklı kola ayrılır. Sol yönlü bir fay zonu içerisinde meydana gelen bu sol yönlü sıçrama, arada kalan alan ve civarında yerel bir genişlemeye dolayısıyla iki fay kolu arasında kalan alanın çökmesine neden olur. Gölbaşı Havzası dışında Doğu Anadolu Fay Zonu üzerinde, Hazar ve Amik havzası gibi bir çok çek-ayır havzası olarak çöküntü alanı mevcuttur. Günümüzde, Gölbaşı kent merkezi ve civarı her ne kadar genel olarak Arap Platformuna ait faylar üzerinde yer alıyor olsa da, kent merkezi Arap Plakası üzerinde, kuzey kısmı ise Anadolu Bloğu üzerinde yer almaktadır.

Bölgede yüzeyleyen kaya toplulukları Arap Platformu'nun bir ön ülke havzası olduğu Geç Miyosen öncesine ait Koçali ve Karadut karmaşıkları ile Germav ve Hoya formasyonları ile daha genç dönemlere ait, Doğu Anadolu Fay Zonu ile ilişkili genelde gevşek tutturulmuş Geç Miyosen ve sonrası dönemde çökelmiş olan gölsel ve flüviyal ortama ait birimlerdir. Koçali ve Karadut karmaşıkları genelde okyanusal bir ortama ait litolojiler olup, dalma-batma ve kıtasal çarpışma süreçleri ile ilgili yığışım karmaşığı ve ofiyolitik melanj özellikleri gösterirler. Germav ve Hoya formasyonları ise genel olarak denizel ortamda çökelmiş baskın olarak karbonat ve diğer ince taneli kırıntılardan oluşmaktadır. Geç Miyosen ve sonrasında çökelmiş birimler, literatürde eski ve yeni alüvyon olarak sınıflandırılmış olup bunların altında gevşek tutturulmuş Geç Miyosen-Pliyosen mevcuttur.

Gölbaşı Havzası içerisinde gerçekleştirmiş olduğumuz çalışmalar, havzayı güneyde İpek Yolu Asfaltını kesen ve yol boyunca devam edip Gölbaşı'nın hemen kuzeyine kadar devam eden kol ile Gölbaşı Gölünün kuzey kenarı boyunca kuzeydoğu yönünde Ozan'a doğru ilerleyen iki fayın denetlediğini ortaya koymuştur. 6 Şubat Depremleri yüzey kırıkları bu iki fay arasındaki çek-ayır alanı içinde ve faylar boyunca meydana gelmiştir. Bu alan dışında, Gölbaşı-Akçakaya yoluna paralel, yaklaşık D-B yönünde, daha önceki haritalarda inaktif olarak haritalanmış, Karadut Karmaşığını kuzeyden sınırlayan fay boyunca da, baskın normal bileşene sahip yüzey kırıkları olduğu saha çalışmalarımız ile belgelenmiştir. 6

<sup>1</sup> ODTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara (sorumlu: [kaymakci@metu.edu.tr](mailto:kaymakci@metu.edu.tr))

<sup>2</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü

<sup>3</sup> ODTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara

<sup>4</sup> Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çan Meslek Yüksekokulu

<sup>5</sup> Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü

<sup>6</sup> Projeo Mühendislik Ltd. Şti, Çankaya, Ankara

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

Şubat Depremlerine neden olan gerilme sistemleri dikkate alındığında, ters bileşenli olması beklenen bu yapıların genişleme kökenli olması, bölge için daha önce öne sürülen tektonik modellerin, yeniden gözden geçirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

*Anahtar kelimeler: Doğu Anadolu Fayı Zonu, Gölbaşı Havzası, Çek-Ayır havza, Fay segmentasyonu, Fay sıçraması*

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## 6 ŞUBAT 2023 KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİNDE KAYDEDİLEN YER HAREKETLERİ VE BÖLGESEL SİSMİK TEHLİKE SEVİYELERİ HAKKINDA DEĞERLENDİRMELER

Abdullah Altındal<sup>1</sup>, Ayşegül Askan<sup>2</sup>

### ÖZET

Bu çalışmada, öncelikli olarak 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri sırasında kayıt alan istasyonlarda kaydedilen kuvvetli yer hareketleri, zaman ve frekans uzayında çeşitli büyüklük parametreleri cinsinden detaylı olarak irdelenmiştir. Daha sonra, kaydedilen yer hareketleri ampirik yer hareketi tahmin denklemleri ile ortalama değerler ve artık hata oranları cinsinden karşılaştırılmıştır. Yine bu büyük depremlerde kaydedilmiş olan yer hareketleri, global veritabanlarında yer alan dünyadaki benzer büyük depremlere ait kayıtlar ile spektral ivmeler cinsinden karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Son olarak, bölgede olasılıksal sismik tehlike analizleri gerçekleştirilerek, bu büyük depremlerin moment büyüklükleri ve ortaya çıkardıkları yer hareketlerinin meydana gelme olasılıklarının, bölgesel tehlike analizlerinden elde edilen sonuçlar ile detaylı bir değerlendirilmesi yapılmıştır. Sonuçlar, varsayımlar ve model belirsizlikleri ile birlikte irdelenerek, ileriye yönelik önerilerde bulunulmuştur.

*Anahtar kelimeler:* Kahramanmaraş depremleri, Yer hareketleri, Olasılıksal sismik tehlike analizleri

---

<sup>1</sup>Doktora Adayı, ETH Zurich, İsviçre, [abdullah1altindal@gmail.com](mailto:abdullah1altindal@gmail.com)

<sup>2</sup> Prof. Dr., Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği ve Deprem Çalışmaları Bölümleri, [aaskan@metu.edu.tr](mailto:aaskan@metu.edu.tr) (sorumlu)

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## 2023 KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİ'NDEN ETKİLENEN BAZI KUVVETLİ YER HAREKETİ İSTASYONLARINDA GÖZLENEN ZEMİN ETKİLERİ

Okan İlhan<sup>1</sup>, A. Can Zulfikar<sup>2</sup>, Taha Taşkiran<sup>3</sup>, Kübra Nur Eroğlu<sup>4</sup>, Seyhan Okuyan Akcan<sup>5</sup>,  
Hilal A. Uğurlu<sup>6</sup>

### ÖZET

Bu çalışma, 2023 Şubat Kahramanmaraş/Türkiye depremlerden etkilenen bölgelerdeki yerel zemin etkilerinin bir öncül sunmaktadır. Kahramanmaraş, Hatay ve Adana'da bulunan 17 istasyonda kaydedilen güçlü yer hareketi (GH) verileri kullanılarak bir tepki spektrumu site amplifikasyon modeli geliştirilmiştir. Önerilen model, kısa periyot (0.2 s) için düşük rijitliğe sahip sahalarda (ör.,  $V_{S30} = 250$  m/s), Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY, 2019) tarafından önerilen yerel zemin katsayılarına nazaran daha yüksek değerler önermekte, ancak bu gözlem diğer zemin koşulları ve periyot değerleri için tersine dönmektedir. Sonuç olarak, sunulan bulguların, Batı Amerika Birleşik Devletleri'nin deprem ve saha özellikleri tarafından domine edilen GH veri setleri kullanılarak elde edilen TBDY (2019) yerel site faktörlerinin detaylı bir değerlendirmesinin gerekliliğini gösterdiği düşünülmektedir.

*Anahtar kelimeler:* Kahramanmaraş depremleri, Zemin etkisi, Zemin büyütmesi

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [okan.ilhan@aybu.edu.tr](mailto:okan.ilhan@aybu.edu.tr) (sorumlu corresponding)

<sup>2</sup> Doç. Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi, Afet Yönetimi Enstitüsü, Afet ve Acil Durum Yönetimi [can.zulfikar@gmail.com](mailto:can.zulfikar@gmail.com)

<sup>3</sup> Prof. Dr., Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [ttaskiran@aybu.edu.tr](mailto:ttaskiran@aybu.edu.tr)

<sup>4</sup>Yüksek Lisans Adayı, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü [16050611013@ybu.edu.tr](mailto:16050611013@ybu.edu.tr)

<sup>5</sup> Doktora Adayı, Boğaziçi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü [okuyanseyhan@gmail.com](mailto:okuyanseyhan@gmail.com)

<sup>6</sup>Yüksek Lisans Adayı, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü [ugurluha@gmail.com](mailto:ugurluha@gmail.com)

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## 6 ŞUBAT KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİNDEN SONRA ALTYAPI SİSTEMLERİNDE DEĞERLENDİRMELER

Selçuk Toprak<sup>1</sup>, Brad Wham<sup>2</sup>, Engin Nacaroglu<sup>3</sup>, Muhammet Ceylan<sup>4</sup>, Oguz Dal<sup>5</sup>, Adem Eren Senturk<sup>6</sup>

### ÖZET

Bu çalışmada, toplum için büyük bir öneme sahip olan kentsel altyapı sistemlerinin Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremler sonrasındaki performansları değerlendirilmiştir. En az 11 şehri etkileyip geniş bir tesir alanına sahip olan bu depremler, altyapı sistemleri üzerinde de kayda değer etki sahibi olmuştur. Afettede toplumların yaşayabileceği su temini, ısınma, haberleşme ve ulaşım ile ilgili problemlerin en kısa zamanda giderilmiş olması önemlidir. Bu yüzden, enerji iletim sistemleri, ulaşım altyapısı, su ve kanalizasyon hatlarını içeren kentsel altyapı sistemlerinin afetler sonrasında çalışabilir durumda olması esastır. Bu sistemlerin zarar görmüş olması durumunda ise bir an önce onarılıp istenen performans seviyesine geri döndürülmesi toplum için büyük önem taşımaktadır. Deprem dizilerinin etki ettiği bölgede yer alan altyapı sistemleri, pek çok lokasyonda meydana gelen hasarlardan ötürü farklı seviyelerde kesintiye uğramış, kısmen veya tamamen işlevselliğini yitirmiştir. Bölgede bulunan altyapı sistemlerinin maruz kaldığı olumsuz etkiler ve meydana gelen hasarların pek çok noktada birbirinden farklı boyutlarda olduğu gözlemlenmiştir. Bu altyapı sistemlerinin sismik etkilere karşı göstermiş olduğu davranış, sistemlerin bulunduğu alandaki deprem şiddeti, alandaki mevcut zemin koşulları, söz konusu mevcut sistemlerin depreme karşı olan dirençliliği gibi faktörlerden önemli ölçüde etkilenmiştir. Bahsedilen olumsuz süreçleri yaşamamak ve bu zorlu durumlarla başa çıkabilmek için gelecekteki olası afetlere karşı altyapı sistemlerini daha dirençli hale getirmek esastır. Bu çalışmada, Şubat 2023 depremlerinin etki ettiği bölgelerde farklı zamanlarda ve farklı lokasyonlarda incelemeler sonucu elde edilen bulgular geniş bir perspektifte çalışma içerisinde sunulmuştur. Çalışma kapsamında yapılan incelemelerde, altyapı sistemlerinin deprem sonrasındaki performansları, sistemlerde meydana gelen hasarlar ve altyapı sistemlerinin işleyişini etkileyen bu hasarların olası sebepleri detaylıca değerlendirilmiştir. Ayrıca bu değerlendirmeler, söz konusu bölgedeki kentsel altyapı sistemlerinde meydana gelen bazı örnek hasar vakalarıyla desteklenmiştir. Bu bağlamda, altyapı sistemlerinin işleyişinin kavranması ve sismik etkilere karşı koruma sağlayacak önlemlerin uygulanması, dayanıklı altyapı sistemlerinin geliştirilmesinde büyük önem taşımaktadır.

*Anahtar kelimeler:* Kahramanmaraş depremleri, Altyapı sistemleri, Gaz, İçme suyu ve kanalizasyon şebekesi, Boru hatları

<sup>1</sup>Prof. Dr., Gebze Teknik Üniversitesi, Kocaeli, [stoprak@gtu.edu.tr](mailto:stoprak@gtu.edu.tr) (sorumlu corresponding)

<sup>2</sup>Assistant Research Professor, University of Colorado, A.B.D., [brad.wham@colorado.edu](mailto:brad.wham@colorado.edu)

<sup>3</sup>Dr. Öğr. Üyesi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, [enacaroglu@pau.edu.tr](mailto:enacaroglu@pau.edu.tr)

<sup>4</sup>Doktora Adayı, Gebze Teknik Üniversitesi, Kocaeli, ve Öğr. Gör., Gelişim Üniversitesi, İstanbul, [m.ceylan2020@gtu.edu.tr](mailto:m.ceylan2020@gtu.edu.tr)

<sup>5</sup>Arş. Gör., Gebze Teknik Üniversitesi, Kocaeli, [odal@gtu.edu.tr](mailto:odal@gtu.edu.tr)

<sup>6</sup>YL Öğrencisi, Gebze Teknik Üniversitesi, Kocaeli ve Arş. Gör., Maltepe Üniversitesi, İstanbul, [a.senturk2022@gtu.edu.tr](mailto:a.senturk2022@gtu.edu.tr)

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbasi-Adiyaman-Türkiye

## HATIRLADIKLARIMIZ-ÖĞRENDİKLERİMİZ, DOĞRULARIMIZ, YANLIŞLARIMIZ, YAPMAMIZ GEREKENLER

**Kemal Önder Çetin<sup>1</sup>, Elife Çakır<sup>2</sup>, Berkan Söylemez<sup>2</sup>, Bilal Umut Ayhan<sup>2</sup>, Soner Ocak<sup>2</sup>, Faik Cüceoğlu<sup>2</sup>, Ahmed ElSuhayli<sup>2</sup>, Moutasem Zarzour<sup>2</sup>, Alaa Elsaid<sup>2</sup>, Arda Şahin<sup>2</sup>, Ahmet Seyit Aksoy<sup>2</sup>**

### ÖZET

Doğu Anadolu fayı üzerinde gerçekleşen 6 Şubat 2023 Pazarcık- ve Ekinözü-Kahramanmaraş depremleri güney-doğu Türkiye ve kuzey-batı Suriye'yi kapsayan geniş bir coğrafyada 55,000'nin üzerinde can kaybı yaşanması, 15 milyonu aşkın bir nüfusun etkilenmesi, 820,000'den fazla konutun kullanılamaz hale gelmesi sonucunu doğurmuştur. Her iki deprem sırasında da çoklu fay segmentlerinin kırılmış olması, 9 saat gibi kısa süre aralığında moment büyüklüğü 7.8 ve 7.6 olan iki tasarım depreminin gerçekleşmiş bulunması, tasarıma esas sismik tehlike senaryoları açısından beklentilerin dışında bir senaryo olarak değerlendirilmiştir. Pazarcık deprem sarsıntıları fay kırığına 100 km mesafede yer alan 71 kuvvetli yer hareketi istasyonunda sağlıklı şekilde kaydedilebilmiştir. Bu mesafe aralığı içinde kaydedilen en yüksek yer ivmesi seviyelerinin sıklıkla kullanılan ulusal veya uluslararası en yüksek yer ivmesi tahmin denklemlerinin öngörülerinin üzerine çıktığı anlaşılmıştır. Faya 100 km ve ötesindeki kayıtlarda ise bu değerlerin mesafe ile öngörülenden daha hızlı azalarak tahmin edilen değerlerin altına düştüğü belirlenmiştir. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği en yüksek yer ivmesi DD-1 ve DD-2 seviyeleri sırası ile 5 ve 22 kuvvetli yer hareketi istasyonunda aşılmıştır. Pazarcık ve Ekinözü deprem kayıtlarının öngörülenden farklı şiddet, frekans ve süre karakteristiği gösterdikleri sonucuna varılmıştır.

Depremler sonrasında Geoteknik Mühendisliği ilgi alanına girebilecek tüm vaka örnekleri ile karşılaşılmıştır. Zemin sıvılaşması yüzey izleri Adiyaman-Gölbasi, İskenderun başta olmak üzere Hatay büyükşehir belediyesi sınırları içinde en fazla olmak üzere, 428 farklı sahada belirlenmiştir. İskenderun-Çay mahallesi ile Adiyaman-Gölbasi, sıvılaşmanın yapı temellerine etkilerinin en yoğun gözlemlendiği bölgelerdir. 11 ilde meydana gelen 2 bin 826 heyelan ve kaya düşmesi sebebiyle 92 can kaybı yaşanmıştır. Viyadükler, köprüler gibi lojistik bakımdan yüksek öneme sahip, mühendislik yapıları depremler sonrasında sınırlı müdahalelerle hizmet vermeye devam etmiştir. 7 köprüde ağır hasar tespit edilmiş, Demirköprü ve Karasu köprülerinde ağır hasarın temel zeminlerinin sıvılaşması ile ilişkilendirilebileceği anlaşılmıştır. Deprem bölgesinde yer alan 169 km uzunluğundaki içme suyu isale hattı, 135.000 m<sup>3</sup>/gün kapasiteli içme suyu arıtma tesisi, 10.000 m<sup>3</sup> depolama hacmine sahip su depoları, fay kırığı, zemin sıvılaşması ve sismik yer hareketi vb. mekanizmalar sebebiyle hasar görmüştür. Özellikle İskenderun'da yer alan bazı liman yapılarında yangın ve zemin sıvılaşması sebebiyle ağır hasarlar rapor edilmiştir. Depremlerden bölgede bulunan 140 baraj değişik hasar seviyelerinde etkilenmiş, tüm barajlar yer yer

<sup>1</sup> Prof. Dr., Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [ocetin@metu.edu.tr](mailto:ocetin@metu.edu.tr)

<sup>2</sup> M.Sc., Doktora Adayı, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 06800, Ankara



6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

maruz kaldıkları yüksek sarsıntı seviyelerine rağmen su tutma kapasitelerini korumuştur. Kalıcı yer değiştirmelerin bir metrenin üzerine çıktığı Sultansuyu ve Arıklıkış barajlarının su seviyeleri kontrollü bir şekilde düşürülmüştür. Gölbaşı-Malatya hattında hizmet veren taş kaplamalı demiryolu tünelindeki kısmi göçük haricinde tünellerde göçük yaşanmamış olup, kaplamalarda sismik yer hareketi sebebiyle dökülme ve kabuk atımı gibi hasarlar rapor edilmiştir. Dayanma yapılarında geniş aralığa yayılan hasar dağılımları gözlenmiş olup, hasarın taş duvarlarda yoğunlaştığı, toprakarme duvarların maruz kaldıkları yüksek ivmeler altında dahi iyi performans gösterdiği görülmüştür. .

**Anahtar kelimeler:** Kahramanmaraş, Depremler, Geoteknik, Sivilaşma, Barajlar, Köprüler, Dayanma yapıları, Tüneller, Limanlar

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## GÖLBAŞI BASEN YAPISI VE BASENLERİN DEPREM YER HAREKETİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Nihat Sinan Işık<sup>1</sup>, Seyhan Fırat<sup>2</sup>, Berna Unutmaz<sup>3</sup>, Ayhan Gürbüz<sup>4</sup>, Kemal Önder Çetin<sup>5</sup>,  
Erhan Tekin<sup>6</sup>

### ÖZET

Depremlerde yeryüzünde oluşan sarsıntının şiddeti ve süresi fayın kırılma mekanizmasına, sismik dalgaların yol aldığı kabuk yapısına ve yüzey zemin yapısına bağlıdır. Dünyada ve ülkemizde olan birçok depremde merkez üssünden uzakta olmasına rağmen şiddetli sarsıntılar ve yoğun yapısal hasarların olduğu alanlar gözlenmiştir. Yüzeğe yakın zemin tabakaları, deprem yer hareketinin süresini, dalgaların frekans içeriğini ve genliklerini önemli ölçüde değiştirmektedir. Yüzey zeminlerinin deprem yer hareketi üzerindeki etkileri bir boyutlu empedans farkı ve rezonans etkileri ile iki ve üç boyutlu yer altı yapısı etkileri nedeniyle oluşur. Basen etkileri terimi, konveks rijit birimler üzerine birikmiş olan yumuşak çökeltilerde hapsolmuş ve yankılanan deprem dalgalarını ifade eder. Frekans içeriğini, genliği ve süreyi önemli ölçüde değiştiren bu etkiler basen kenarında oluşan yüzey dalgaları, basen şekli nedeniyle deprem dalgalarının odaklanması gibi mekanizmalar sebebiyle oluşmaktadır.

6 Şubat 2023 tarihinde 9 saat ara ile Kahramanmaraş Pazarcık ve Kahramanmaraş Elbistan'da AFAD'a göre moment büyüklükleri 7.7 ve 7.6 olan iki deprem meydana gelmiştir. Bu depremler Adıyaman ili Gölbaşı ilçesinde yaygın zemin deformasyonları ve yapı hasarları oluşturmuştur. Gölbaşı ilçesi, Doğu Anadolu Fay Zonu üzerinde yer almakta olup, bu fay zonunun Erkenek ve Pazarcık segmentlerinin geçiş alanında oluşan bir çöküntü havzasıdır. Havza kuzeyinde Eosen, güneyinde Kretase yaşlı kaya birimler ile sınırlanmış pekişmemiş suya doygun göl ve alüvyon çökeltilerinden oluşmaktadır. Bu çalışmada basen yapılarının deprem yer hareketi üzerindeki etkileri ile Gölbaşında yapılan mikrogravite, SPAC, derin sondaj ve kuyu içi sismik hız ölçümleri çalışmaları sonucunda oluşturulmuş Gölbaşı basen yapısı ve basen içindeki yumuşak birimlerin kayma dalgası hız yapıları ve fiziksel özellikleri değerlendirilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Kahramanmaraş depremleri, Gölbaşı, Zemin büyütmesi, Basen yapısı

<sup>1</sup>Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [nihtsinan@gazi.edu.tr](mailto:nihtsinan@gazi.edu.tr), (sorumlu corresponding)

<sup>2</sup>Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [sfirat@gazi.edu.tr](mailto:sfirat@gazi.edu.tr)

<sup>3</sup>Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü [berna.unutmaz@hacettepe.edu.tr](mailto:berna.unutmaz@hacettepe.edu.tr)

<sup>4</sup>Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü [agurbuz@gazi.edu.tr](mailto:agurbuz@gazi.edu.tr)

<sup>5</sup>Prof. Dr., Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [ocetin@metu.edu.tr](mailto:ocetin@metu.edu.tr)

<sup>6</sup>Dr., Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü [etekin@gazi.edu.tr](mailto:etekin@gazi.edu.tr)

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## GÖLBAŞI ZEMİNLERİNİN CPT TABANLI SIVILAŞMA ANALİZLERİ

Seyhan Fırat<sup>1</sup>, Nihat Sinan Işık<sup>2</sup>, Berna Unutmaz<sup>3</sup>, Ayhan Gürbüz<sup>4</sup>, Kemal Önder Çetin<sup>5</sup>,  
Erhan Tekin<sup>6</sup> ve Halis Serkan Tezer<sup>7</sup>

### ÖZET

6 Şubat 2023 tarihinde yaklaşık 9 saat ara ile Kahramanmaraş Pazarcık ve Kahramanmaraş Ekinözü-Elbistan'da moment büyüklükleri 7,7 ve 7.6 olan iki deprem meydana gelmiştir. Depremlerin ardından büyüklükleri 6,7 Mw 'e kadar varan 45 binden fazla artçı sarsıntılar kaydedilmiştir. Bu depremler çok geniş bir alanda yıkıma sebep olmuştur. Pazarcık merkezli ilk deprem, Türkiye ve Suriye'nin yanı sıra Lübnan, Kıbrıs, Irak, Ürdün, İran ve Mısır'ın da yer aldığı geniş bir coğrafyada hissedilmiştir. İki büyük deprem, yaklaşık 350.000 km<sup>2</sup> alanda, Almanya'nın toplam yüz ölçümü kadar bir bölgede hasara yol açmış ve yaklaşık 15 milyon kişiyi etkilemiştir. Türkiye'de birçok tarihi yapı da dahil 36.983 bina yıkılmış ve 311.000 bina ise kullanılamayacak derecede hasar almıştır. Afet sonrası 2 milyondan fazla kişi barınma sorunu yaşarken en az 5 milyon kişi farklı bölgelere göç etmiştir.

Bu çalışmada Adıyaman ili Gölbaşı ilçesi zeminlerinin sıvılaşma potansiyelleri CPT verilerine göre değerlendirilmiştir. Gölbaşı ilçesi 6 Şubat depremlerinde en çok etkilenen bölgelerden biridir. Coğrafi konumu, zeminlerinin oluşumu ve Doğu Anadolu Fay hattının ilçenin yerleşim alanlarından geçmesi bu hasarların nedenleri arasındadır. İnceleme alanındaki zemin araştırma çalışmaları kapsamında EN ISO 22476-1 (elektrikli koni ve piyezokon sistemler) ve ASTM 5778-20 (Zeminlerde Elektronik Sürtünme Konu ve Piezokon Penetrasyon Testi Standart Test Metodu) standartları uyarınca 20 ton baskı kapasiteli, kamyon üzerine monteli Vertek Hogentogler marka hidrolik CPT ekipmanıyla 88 adet CPT ve 37 adet sismik CPT (SCPT) çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmaların sonucunda Gölbaşı İlçesi için zemin sıvılaşması tetiklenme potansiyeli haritaları elde edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Kahramanmaraş depremleri, Sıvılaşma, CPT, SCPT

<sup>1</sup>Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [sfirat@gazi.edu.tr](mailto:sfirat@gazi.edu.tr), (sorumlu)

<sup>2</sup>Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [nihatsinan@gazi.edu.tr](mailto:nihatsinan@gazi.edu.tr)

<sup>3</sup>Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [berna.unutmaz@hacettepe.edu.tr](mailto:berna.unutmaz@hacettepe.edu.tr)

<sup>4</sup>Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [agurbuz@gazi.edu.tr](mailto:agurbuz@gazi.edu.tr)

<sup>5</sup>Prof. Dr., Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [ocetin@metu.edu.tr](mailto:ocetin@metu.edu.tr)

<sup>6</sup>Dr., Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [etekin@gazi.edu.tr](mailto:etekin@gazi.edu.tr), (sorumlu)

<sup>7</sup>Jeoloji Mühendisi, Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü, [serkan.tezer@uab.gov.tr](mailto:serkan.tezer@uab.gov.tr)

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## GÖLBAŞI İLÇESİNDE 6 ŞUBAT DEPREMLERİ SONRASINDA GÖZLENEN YAPISAL HASARLARIN GEOTEKNİK VERİLER EŞLİĞİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Emirhan Altınok<sup>1</sup>, M. Kubilay Keleşoğlu<sup>2</sup>, Sinan Sargın<sup>3</sup>, Sadık Öztoprak<sup>4</sup>, İlknur Bozbey<sup>5</sup>,  
Alessandro Flora<sup>6</sup>, Federico Valtucci<sup>7</sup>

### ÖZET

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremlerden ciddi bir şekilde etkilenen Gölbaşı ilçesi, binalarda oluşan sıvılaşma ve aşırı boşluk suyu basıncı artışı kaynaklı temel/yapısal hasarlar nedeniyle, uluslararası ölçekte özgün ve gerçek boyutlu bir araştırma alanıdır. Farklı bölgelerde inşa edilmiş çok sayıda binada farklı mertebelerde zemin ve yapı kaynaklı hasarlar görülmüştür. Depremlerin hemen ardından ekibimiz tarafından Atatürk Bulvarının kuzeyinde, göle yakın bir konumda yer alan ve çeşitli seviyelerde hasar gören binalar incelenmiştir. Birbirine yakın mesafede konumlanan binalarda, sıvılaşma kaynaklı oturma ve dönme değerlerinin farklı olabildiği gözlenmiştir. Genel değerlendirmeler neticesinde binaların hasar durumlarını, geometrik özelliklerini ve kent nizamı içerisindeki konumlarını içeren geniş bir veri tabanı oluşturulmuştur. Ekibimiz tarafından belirli bölgelerde, yeterli sayıda yapılan sondaj, SPT ve CPT deneyleri sonucunda ilk yirmi metrede hakim olan zemin yapısının silt-kil ardalı ve yer yer kumlu alüvyon birim olduğu gözlemlenmiştir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 2023 yılında hazırlanan mikrobölgeleme çalışması kullanılarak ilçede sıvılaşma potansiyeli yüksek olan zemin tabakalarının olduğu bölgeler tespit edilmiş ve sıvılaşma kaynaklı bina hasarlarının bu bölgelerde yoğunlaştığı doğrulanmıştır. Sıvılaşma kaynaklı bina oturmalarını hesaplamak için önerilen mevcut yöntemler kullanılarak sıvılaşma kaynaklı hasarın yoğun olarak gözlemlendiği Gazi Caddesindeki bina deplasmanları incelenmiş ve yöntemlerin tahmin performansları değerlendirilmiştir.

Bu çalışma, ekibimiz tarafından yapılan arazi ve laboratuvar çalışmalarına ait sonuçların, Gölbaşı ilçesi genelinde ve hasarın yoğun olarak gözlemlendiği bazı bölgelerdeki yapılar özelinde değerlendirilmesini ve elde edilen sonuçların mevcut bilgiler ışığında yorumlanmasını içermektedir. TÜBİTAK tarafından desteklenen bir proje kapsamında, Gölbaşı ilçesindeki arazi çalışmaları devam etmektedir. Laboratuvar deneyleri ve sayısal modelleme çalışmaları aynı proje kapsamında ilerleyen süreçte gerçekleştirilecektir.

**Anahtar kelimeler:** Kahramanmaraş depremleri, Gölbaşı, Sıvılaşma, Yapısal hasar, CPT

<sup>1</sup>Doktora Adayı, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [emirhanaltinok@iuc.edu.tr](mailto:emirhanaltinok@iuc.edu.tr) (sorumlu  
corresponding)

<sup>2</sup>Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [kelesoglu@iuc.edu.tr](mailto:kelesoglu@iuc.edu.tr)

<sup>3</sup>Dr., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [ssargin@iuc.edu.tr](mailto:ssargin@iuc.edu.tr)

<sup>4</sup>Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [ocetin@metu.edu.tr](mailto:ocetin@metu.edu.tr)

<sup>5</sup>Prof. Dr., İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [oztoprak@iuc.edu.tr](mailto:oztoprak@iuc.edu.tr)

<sup>6</sup>Prof. Dr., University of Napoli Federico II, Department of Civil, Architectural and Environmental Engineering, [flora@unina.it](mailto:flora@unina.it)

<sup>7</sup>Doktora Adayı, University of Napoli Federico II, Department of Civil, Architectural and Environmental Engineering, [federico.valtucci@unina.it](mailto:federico.valtucci@unina.it)

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## ŞUBAT 2023 DEPREMLERİNDE TETİKLENEN HEYELANLARIN ENVANTERİNİN FOTOGRAMETRİK YÖNTEMLERLE OLUŞTURULMASI

Sultan Kocaman<sup>1</sup>, Gizem Karakaş<sup>1</sup>, Nazlı Tunar Özcan<sup>2</sup>, Sinem Çetinkaya<sup>1</sup>, V. Emre Karakaş<sup>3</sup>, Erdiñç Ö. Ünal<sup>1</sup>, Recep Can<sup>1</sup>, Candan Gökçeoğlu<sup>2</sup>

### ÖZET

6 Şubat 2023'te meydana gelen Kahramanmaraş depremleri (7,7 Mw ve 7,6 Mw), yaklaşık 100 bin km<sup>2</sup>'lik geniş bir alanda heyelanlar dahil çok sayıda ikincil tehlikeyi tetiklemiştir. Depremlerin ardından bölgede hem Harita Genel Müdürlüğü hem de sivil kuruluşlar ve insiyatif grupları tarafından geniş çaplı bir konumsal veri toplama çalışması başlatılmıştır. Bu verilerden özellikle İnsansız Hava Aracı (İHA) ve uçaklardan alınan bindirmeli (stereo) görüntüler, depremde tetiklenen heyelanların belirlenmesi için önemli bir veri kaynağı olmuştur. Uçaklarla uçuşlar 7 Şubat 2023 günü başlatılmış, olumsuz hava koşulları nedeniyle tüm sahanın görüntü alımları bir hafta sürmüştür. Anca bu veriler sayesinde, sonradan saha da gözlenemeyecek pek çok olay görüntülenmiş ve hem manuel hem de otomatik yöntemlerle belirlenmesine olanak sağlayan kıymetli bir veri seti oluşturulmuştur. Diğer yandan, Harita Genel Müdürlüğü ve Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü'nün düzenli olarak yürüttüğü hava fotogrametrisi görevleri sayesinde, sahada 2020 yılı ve sonrasında çekilen deprem öncesi görüntüler de 20 cm – 30 cm çözünürlükte mevcuttur. Bu sunumda, hava fotoğrafları ve bunlardan elde edilen 3 boyutlu (3B) sayısal yüzey modelleri kullanılarak manuel olarak oluşturulan, depremde tetiklenen heyelan envanteri sunulacaktır. 2611 heyelandan oluşan envanterde, bölgedeki yaygın heyelan tipinin dairesel heyelan olduğu gözlenmiş, ancak düzlemsel heyelanlar, kaya çıkırları ve akma tipi heyelanlar da belirlenmiş ve haritalanmıştır. Haritalanan heyelanların bir kısmı saha gözlemleri ile denetlenmiştir. Bu sunumda, heyelanların 3B fotogrametrik verilerden elde edilmesi yaklaşımı dışında, oluşturulan envanterin çevresel ve jeolojik özellikleri de sunulacaktır. Ayrıca sahanın bir bölümü için oluşturulan heyelan duyarlılık haritasının üretim yaklaşımı, kalitesi ve etken parametre seti açıklanacaktır.

**Anahtar kelimeler:** 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri, Heyelan envanteri, Fotogrametri, 3B model, Heyelan duyarlılığı

<sup>1</sup> Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü

<sup>2</sup> Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

<sup>3</sup> Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## LEARNING FROM MAJOR EARTHQUAKES: INTERNATIONAL COLLABORATION AFTER THE FEB. 6 2023 KAHRAMANMARAŞ - TÜRKİYE EARTHQUAKE SEQUENCE

Sextos A.<sup>1,2</sup>, Zeris C.<sup>3</sup>, Vougioukas E.<sup>4</sup>, Vintzileou E.<sup>5</sup>, Tsopelas P.<sup>6</sup>, Tsiatas G.<sup>7</sup>, Thanopoulos P.<sup>8</sup>, Stefanidou S.<sup>9</sup>, Pitilakis D.<sup>10</sup>, Papachristidis A.<sup>11</sup>, Palieraki V.<sup>12</sup>, Moretti M.<sup>13</sup>, Marinos V.<sup>14</sup>, Giarlelis C.<sup>15</sup>, Gazetas G.<sup>16</sup>, Garini E.<sup>17</sup>, and Cekinmez M.<sup>18</sup>

### ABSTRACT

This paper presents the international collaboration activities between the Hellenic Association for Earthquake Engineering and National Technical University of Athens with AFAD, EERI and GEER following the major earthquake events that occurred in Greece and Turkey in 2020 and 2023 with emphasis on the *Kahramanmaraş* earthquake sequence of February 6<sup>th</sup>, 2023. The efforts of organizing multi-disciplinary teams of seismologists, geologists, structural and geotechnical engineers as well as coordinating international groups in challenging conditions are presented. Discussion is made on the role of central coordination by EERI and GEER, the development and implementation of common protocols for information gathering and sharing, new technologies used and good practices in maximizing impact while minimizing the time and effort required to deploy teams and assist local authorities towards quick recovery. The paper concludes with suggestions on how to further strengthen international collaboration between Türkiye, Greece and other countries, as well as on developing open policies and repositories for knowledge and data management.

**Keywords:** *Reconnaissance mission, Kahramanmaraş earthquake, Türkiye-Greece collaboration*

---

<sup>1</sup> National Technical University of Athens, Greece  
<sup>2</sup> University of Bristol, UK  
<sup>3</sup> National Technical University of Athens, Greece  
<sup>4</sup> National Technical University of Athens, Greece  
<sup>5</sup> National Technical University of Athens, Greece  
<sup>6</sup> National Technical University of Athens, Greece  
<sup>7</sup> National Technical University of Athens, Greece  
<sup>8</sup> National Technical University of Athens, Greece  
<sup>9</sup> Hellenic Association for Earthquake Engineering, Greece  
<sup>10</sup> Aristotle University of Thessaloniki, Greece  
<sup>11</sup> Hellenic Association for Earthquake Engineering, Greece  
<sup>12</sup> National Technical University of Athens, Greece  
<sup>13</sup> National Technical University of Athens, Greece  
<sup>14</sup> National Technical University of Athens, Greece  
<sup>15</sup> Hellenic Association for Earthquake Engineering, Greece  
<sup>16</sup> National Technical University of Athens, Greece  
<sup>17</sup> National Technical University of Athens, Greece

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## BİNALAR İÇİN TÜRK VE JAPON DEPREM SONRASI HASAR TESPİT YAKLAŞIMLARI – 6 ŞUBAT 2023 KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİ

**Alper İlki<sup>1</sup>, Koichi Kusunoki<sup>2</sup>, Masaki Maeda<sup>3</sup>, Seitaro Tajiri<sup>4</sup>, Cem Demir<sup>5</sup>, Hasan Hüseyin Aydoğdu<sup>6</sup>, Ömer Halıcı<sup>7</sup>, Kurtuluş Atasever<sup>8</sup>, Alex Shegay<sup>9</sup>, Liu Hong<sup>10</sup>, Jonathan Monical<sup>11</sup>**

### ÖZET

Hasar tespit çalışmaları, meydana gelen depremler sonrasında kalıcı barınma ihtiyacının belirlenmesi, binaların yeniden kullanıma açılması, meydana gelen hasarlar neticesinde kullanımı can ve mal güvenliği açısından risk bulunduran binaların kullanımının engellenmesi ve hayatın hızlı bir şekilde normale dönebilmesi için kritik öneme sahiptir. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri 11 ilde etkili olmuş ve milyonlarca vatandaşımızın barındığı çok sayıda binada ve kamu binalarında çeşitli seviyelerde hasarlar ve yıkımlar meydana getirmiştir. Bu durum, meydana gelen hasar düzeylerine bağlı olarak milyonlarca binanın yeniden iskan edilemeyeceğinin, eğer yeniden iskan edilebilecekse bunun için ne tür müdahalelere ihtiyaç duyulduğunun (basit onarım, kapsamlı onarım/güçlendirme) hızlı ve güvenilir bir şekilde tespit edilebilmesi ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Depremler sonrasında yapıların hasar tespit çalışmalarının objektif, nicel ve sistemli bir şekilde yapılabilmesi için dünyanın çeşitli ülkelerinde hasar tespit yöntemleri geliştirilmiştir. Ülkemizde de bu konuda çalışmalar yapılarak hasar tespit yaklaşımları geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Kocaeli ve Düzce 1999 depremlerini takip eden süreçte 2002 yılında DASK tarafından kullanılacak olan hasar tespit yöntemi olan DASK-HTM-2002 geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntemin ihtiyaçlara göre şekillenen versiyonları ülkemizde yaşanan çok sayıda deprem sonrasında (2011 Van, 2011 Kütahya, 2019 İstanbul, 2020 Elazığ, 2020 İzmir) binaların hasar tespitinde kullanılmıştır. Yöntem, literatürdeki güncel deneysel ve teorik bilimsel çalışmalar ve depremler sonrasında edinilen saha tecrübeleri ışığında 2015 ve 2020 yıllarında iyileştirilmiştir. 2023 Kahramanmaraş depremleri sonrasında Türkiye’de ve Japonya’da kullanılan hasar tespit yöntemlerini karşılaştırmak üzere Türkiye ve Japonya’dan araştırmacıların katıldığı ortak bir çalışma grubu oluşturulmuş ve afet bölgesinde çok sayıda betonarme binada her iki yöntem kullanılarak hasar tespit çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Her iki hasar tespit yönteminde de betonarme taşıyıcı sistem elemanlarına deprem etkilerinden

<sup>1</sup>Prof. Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [ailki@itu.edu.tr](mailto:ailki@itu.edu.tr) (sorumlu)

<sup>2</sup>Prof. Dr., Tokyo Üniversitesi, Tokyo, Japonya, [kusunoki@eri.u-tokyo.ac.jp](mailto:kusunoki@eri.u-tokyo.ac.jp)

<sup>3</sup>Prof. Dr., Tohoku Üniversitesi, Sendai, Japonya [maeda@archi.tohoku.ac.jp](mailto:maeda@archi.tohoku.ac.jp)

<sup>4</sup>Associate Prof. Dr., Tokyo Üniversitesi, Tokyo, Japonya [tajiri@arch1.t.u-tokyo.ac.jp](mailto:tajiri@arch1.t.u-tokyo.ac.jp)

<sup>5</sup>Dr., İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [demirce@itu.edu.tr](mailto:demirce@itu.edu.tr)

<sup>6</sup>İnş.Y.Müh., İstanbul Büyükşehir Belediyesi, [huseyin.aydogdu@ibb.gov.tr](mailto:huseyin.aydogdu@ibb.gov.tr)

<sup>7</sup>Dr.Ö.Ü., İstanbul MEF Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [halicio@mef.edu.tr](mailto:halicio@mef.edu.tr)

<sup>8</sup>Dr., Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, [kurtulus.atasever@msgsu.edu.tr](mailto:kurtulus.atasever@msgsu.edu.tr)

<sup>9</sup>Assistant Prof. Dr, Tokyo Teknoloji Enstitüsü, Yokohama, Japonya, [shegay.a.aa@m.titech.ac.jp](mailto:shegay.a.aa@m.titech.ac.jp)

<sup>10</sup>Assistant Prof. Dr., Tokyo Bilim Üniversitesi, Yokohama, Japonya, [liu\\_hong@rs.tus.ac.jp](mailto:liu_hong@rs.tus.ac.jp)

<sup>11</sup>Postdoctoral Researcher, Tohoku Üniversitesi, Sendai, Japonya, [jmonical@rcl.archi.tohoku.ac.jp](mailto:jmonical@rcl.archi.tohoku.ac.jp)

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

kaynaklanan yapısal hasarlar dikkate alınarak hasar sınıfları atanmaktadır. Yöntemlerde belirli bir hasar sınıfındaki eleman sayısının bina içindeki sayıca dağılımı, eleman hasar sınıfına bağlı olarak yapısal elemanlara atanan hasar çarpanı ve elemanların kesit alanları uyarınca hesaplanan Ağırlıklı Hasar Yüzdesi ve Artık Sismik Kapasite gibi değerler hesaplanmakta/tahmin edilmekte ve binaların hasar seviyesi bu parametrelere bağlı olarak belirlenmektedir. Bu çalışmada, Türk ve Japon hasar tespit yöntemlerinde kullanılan eleman hasar sınıfı tanımları ve binaların hasar seviyelerinin belirlenmesinde kullanılan hasar tespit algoritmaları genel hatları ile açıklanmıştır. Sonrasında ortak çalışma grubu olarak yapılan hasar tespit çalışmaları kapsamında incelenen farklı seviyelerde hasar görmüş olan üç adet binada her iki hasar tespit yöntemi uyarınca elemanlara atanan hasar sınıfları ve hasar tespit algoritmaları uyarınca binalar için belirlenen hasar sınıfları sunulmuştur. Elde edilen bulgular ışığında her iki yöntemin ulaştığı sonuçlar karşılaştırılmıştır.

*Anahtar kelimeler: Deprem, Hasar tespit, Kahramanmaraş depremleri*



6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbasi-Adiyaman-Türkiye

## KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİNDE ÖN DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİNİN ELE ALINMASI

Vesile Hatun Akansel<sup>1</sup>, Ebru Harmandar<sup>2</sup>, Osman Kaya<sup>3</sup>

### ÖZET

6 Şubat 2023'te Kahramanmaraş Pazarcık ve Kahramanmaraş Ekinözü-Elbistan'da moment büyüklükleri Mw 7.8 ve 7.6 olan iki deprem meydana gelmiştir. Bu depremleri takiben 20 Şubat 2023 tarihinde Hatay, Defne merkezli moment büyüklüğü Mw 6.4 olan üçüncü büyük depremle Kahramanmaraş, Hatay, Adiyaman, Gaziantep, Malatya ve Adana başta olmak üzere 11 il ciddi şekilde etkilenmiştir. Toplamda 55 bin üzerinde can kaybı meydana gelmiş, 35 milyon üzerinde insan etkilenmiş ve 75 bin üzerinde bina ağır/orta hasar almıştır. Bu çalışma çerçevesinde RYTEİE (2019)'a göre sokak tarama yöntemi ile toplanan veriler üzerinden performans puanları hesaplanmış ve bu puanlarla binaların hasar durumları arasındaki ilişki incelenmiştir. Sınır değerlerin belirlenmesi noktasında literatürde bulunan farklı ön değerlendirme yöntemlerinin tutarlılığı ve RYTEİE (2019) ile aralarındaki ilişki incelenmiştir. Kalibrasyon ve sınır değer belirleme noktasında 06 Şubat 2023 depremlerinde hasar gören binalar gerek saha çalışmaları gerekse sahada çalışma yapmış araştırmacıların verilerinden derlenerek oluşturulmuştur. Ayrıca, 24 Ocak 2020 Mw 6.7 Elazığ depreminde hasar gören binalar da incelenmiştir. Kahramanmaraş depremlerinde bölgedeki istasyon verileri dikkate alınarak yapıların performans puanları mevcut spektrum verileri ile karşılaştırılmış ve RYTEİE (2019) için hem betonarme yapılar hem de yığma yapılar için sınır değer önerisinde bulunulmuştur. Yapılan çalışma sonunda betonarme ve yığma binalar için hesaplanan performans puanları taban puanı ve yapı sistem puanı toplamına oranlanarak normalize edilmiş ve ağır hasarlı binalarda % 90 üzeri doğruluk oranı elde edilecek şekilde sınır değerler belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** RYTEİE (2019), Ön değerlendirme, TDTH (2018), Sınır değerler

<sup>1</sup>Dr. Öğr. Üyesi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [vesileakansel@mu.edu.tr](mailto:vesileakansel@mu.edu.tr) (sorumlu corresponding)

<sup>2</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [eburharmandar@mu.edu.tr](mailto:eburharmandar@mu.edu.tr)

<sup>3</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [osmankaya@mu.edu.tr](mailto:osmankaya@mu.edu.tr)

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbasi-Adiyaman-Türkiye

## DEPREM SONRASI BİLİRKİŞİLİK PROBLEMİ

**Erdem Canbay<sup>1</sup>**

### ÖZET

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinin etkileri Türkiye açısından büyük bir coğrafyada tam bir felaketle sonuçlanmıştır. Bu depremler sonrasında muazzam sayıda mahkeme açılmıştır. Bu mahkemeler toptan göçen binalarda hayatını kaybeden insanların yakınları tarafından veya kamu davası olarak savcılar tarafından açılmaktadır. Ayrıca hasar gören bina sakinlerinin müteahhitlere açtığı maddi dava sayıları da azımsanmayacak kadar yüksektir. Deprem ve bina göçmesi uzmanlık isteyen konular olduğundan çok fazla sayıda bilirkişilere ihtiyaç doğmuştur.

Ülkemizde inşaat mühendisliği alanında maalesef bilirkişilik için uzmanlık aranmamakta, inşaat mühendisliği diploması yeterli olmaktadır. Bunun olumsuzluğunun bir yansıması ise ön yargılı ve birbirleriyle çelişen bilirkişi raporlarının hâkimlerin hatalı ve geri döndürülemez kararlar vermesine sebep olmaktadır. Çok sayıda suçsuz tasarım mühendisi günah keçisi olarak ağır cezalar almaktadırlar.

Bilirkişi raporlarının inşaat mühendisleri için değil hukukçular için yazıldığı unutulmamalı ve çok dikkatli ve özenli hazırlanmalıdır. Bulunan hataların, proje olsun uygulama olsun, göçmeye etkisi mutlaka irdelenmelidir. Bilirkişi raporları imar, zemin, tasarım ve uygulama açısından bütüncül bir yaklaşımla ele alınmalıdır. Neden-sonuç ilişkisi teknik olarak ortaya konmalıdır. Mahkemenin sorulan tüm sorularına cevap verecek biçimde raporlar hazırlanmalıdır. Bilirkişinin uzmanlık alanına girmeyen, sorunun çözümüne doğrudan etkili olmayan konularda kesinlikle herhangi bir belirleme yapılmamalı ve görüş açıklanmamalıdır. En önemlisi bilirkişi, raporunda kesinlikle takdiri değerlendirmelerde bulunmamalı, somut olayı tüm açıklığı ile raporunda anlattıktan sonra olayın yorumunu ve takdirini hâkime bırakmalıdır. Raporların iyi hazırlanamamasının bir sebebi de delil toplama ve delil tespiti konularında yetersiz kalınmasıdır. Ne yazık ki hızlı bir şekilde yapılan enkaz kaldırma çalışmaları sırasında uzman olmayan bilirkişilerin yer aldığı inceleme ekipleri ile doğru delil toplama ve delil tespiti yapılamadığından mahkeme süreçlerinde doğru karar verilemeyecek durumlarla karşılaşılacaktır.

Türkiye için artık Adli Mühendisliğin konuşulması zamanı gelmiştir. Elbette bu konu Yetkin Mühendislik ile paralel yürütülmesi gereken bir kavramdır.

*Anahtar kelimeler: Bilirkişilik, Adli mühendislik*

---

<sup>1</sup> Prof. Dr., Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [ecanbay@metu.edu.tr](mailto:ecanbay@metu.edu.tr)

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## DEPREMDE YIKILMIŞ BETONARME BİR BİNADAN BETON KAROT NUMUNESİ ALINIR MI?

Levent Mazılıgüney<sup>1</sup>, İsmail Özgür Yaman<sup>2</sup>

### ÖZET

6 Şubat'ta Kahramanmaraş'ta meydana gelen ikiz depremlere, 20 Şubat'taki Hatay depreminin eklenmesiyle birlikte Ülkemiz cumhuriyet tarihi boyunca yaşanan en büyük deprem felaketiyle karşı karşıya kalmış durumdadır. Bu depremler, geçmişte yaşadığımız yüzlerce deprem felaketinin ardından yapılan hatalardan ders almadığımızı bizlere bir kez daha gösterdi. Bu depremlerde yıkılan yüzbinlerce betonarme binanın yıkılmasının ardındaki kök neden veya nedenleri belirlemeye çalışmak ve neden sağlıklı bir yapı sistemi kuramadığımızı sorgulamak ve bunu nasıl kuracağımızı araştırmamız birinci önceliğimiz olmalıdır. Ancak, bunun yerine kişisel suçluları arama eğilimimiz devam etmektedir. Yıkılan binalar çoğunlukla betonarme binalar olduğu için de ilk şüpheli olarak betonu suçlu bulma eğilimindeyiz.

Bu bağlamda, makale başlığında sorduğumuz sorunun cevabını en baştan söylemek gerekirse; depremde yıkılmış betonarme bir binadan beton karot numunesi elbette alınabilir! Ancak, alınacak olan bu karot numunesi üzerinde yapılacak inceleme ve değerlendirmelerin ne amaçla yapılacağı çok önemlidir. Eğer amaç depremde yıkılan bir betonarme binada, yıllar önce bina yapımında kullanılan betonun basınç dayanımını belirlemekse, alınan karot veya karotların bu amaca hizmet etmeyeceği çok açıktır. Dolayısıyla da depremde yıkılmış bir betonarme binadan beton karot numunesi alınabilse de bu numuneden yola çıkarak betonun yapım aşamasındaki basınç dayanımını bulamayacağımızı net bir şekilde söyleyebiliriz!

Bu aşamada “betonun basınç dayanımı” kavramını da açmak yerinde olacaktır. Betonun basınç dayanımını etkileyen birçok parametre vardır. Bunlardan ilki betonun maruz kaldığı gerilme dağılımıdır. Betonarme yapıların tasarımında betonun tek eksenli bir yükleme altındaki basınç dayanımının belirlenmesi istenir. Bu nedenle, betonun basınç dayanımı dendiğinde esasen tek eksenli bir basma yükü altında maksimum taşıyabileceği basıncın belirlenmesi kastedilmektedir. Ancak, bu noktada betonun “doğru (*true*)” basınç dayanımının esasen belirlenemeyeceğini de belirtmek yerinde olacaktır. Zira, beton oldukça heterojen bir malzemedir ve heterojen malzemelerde karşılaştığımız ve boyut etkisi olarak adlandırdığımız kavram nedeniyle, betonun basınç dayanımı onu elde etmek için kullanılan numune boyutlarına ve geometrisine göre değişkenlik gösterir. Bunlara ilave olarak betonun basınç dayanımı, betonu oluşturan bileşenlerinin özelliklerinden ve karışım oranlarından da etkilenir. Bu nedenlerle belirli bileşenlerle belirli bir oranda karıştırılarak elde edilen bir beton karışımının, “doğru” basınç dayanımından ziyade “potansiyel (*potential*)” basınç dayanımından söz etmek gerekir. Son olarak betonun basınç dayanımı, karıştırma, yerleştirme, sıkıştırma gibi üretim süreçlerinden ve dayanımın

<sup>1</sup> Dr. İnş. Müh. ve Av., Mazılıgüney Hukuk ve Danışmanlık, [info@maziliguneyhukuk.com](mailto:info@maziliguneyhukuk.com)

<sup>2</sup> Prof. Dr., Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [ioyaman@metu.edu.tr](mailto:ioyaman@metu.edu.tr)

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

belirlendiği yaşa kadar maruz kaldığı yüklemeye, sıcaklık ve nem koşullarından büyük oranda etkilenir. Betonun potansiyel basınç dayanımını belirleyebilmek içinse beton dökümü sırasında belirli boyutlardaki beton numuneler hazırlanır ve bu numuneler belirli sıcaklık ve nem koşullarında, genellikle de buna uygun havuzlarda bekletilerek 28 gün sonraki “potansiyel” basınç dayanımı belirlenir. Ancak, betonarme yapı elemanlarını beton numuneleri gibi bir havuz içinde belirli bir sıcaklık ve nem koşuluna maruz bırakmak mümkün olmayacağından, betonun “yerindeki (*in-situ*)” dayanımını bu kez “asıl (*actual*)” basınç dayanımı olarak belirtmek yerinde olacaktır. Betonun asıl dayanımı potansiyel dayanımından genellikle daha küçük olması beklendiğinden, betonarme tasarımında kullanılacak beton basınç dayanımı bir katsayısı kullanılarak küçültülür ve böylece güvenli tarafta kalınmak istenir. Dolayısıyla, pratikte “betonun basınç dayanımı” diyerek üstün körü geçiştirilen değerden ne kastedildiğinin, yani “potansiyel dayanım” veya “yerindeki asıl dayanım” kavramlarından hangisi olduğunun da bilerek kullanılması gerekmektedir.

Öte yandan, betonun kullanıldığı betonarme bina bir depremde bırakın yıkılmayı bir miktar hasar gördüyse yukarıda açıklamaya çalıştığımız kavramlara bir de malzemelerde gözlenen “yorulma dayanımı” kavramını eklemek gerekmektedir. Bir malzemenin tek bir defada uygulanan yük sonucunda (monotonik yüklemeye) elde edilen dayanım değeri, tekrarlama yükünün miktarına bağlı olarak tekrarlı yükler neticesinde elde edilecek olan yorulma dayanımından çok daha fazladır. Bir başka deyişle yorulma dayanımı, monotonik yüklemeye elde edilen dayanım değerinden düşüktür. Dolayısıyla, bir beton numunesinde deprem etkisinde olduğu gibi tekrarlı bir yüklemeye durumu oluşursa uygulanan yükün miktarına bağlı olarak, betondaki mikro-çatlakların ilerleme durumuna göre betonun basınç dayanımı değerinde bir azalma meydana gelecektir. Bu durumda da yıkılmış bir binadan alınan beton karot numunesi üzerinde yapılan tek eksenli basınç dayanım deneyini ve elde edilen değeri anlamsız kılmaktadır.

Sonuç olarak, betonarme bir binadan beton karot numunesi almak çok ama çok kolaydır. Alınan bu karot numunesi üzerinde çeşitli anlamlı adli (*forensic*) incelemeler de yapılabilir. Ancak, bunlardan biri olan petrografik incelemeler oldukça karmaşıktır, özel ekipmanlar ve o alanda uzmanlaşmış nitelikli elemanlar tarafından yapılabilir. Öte yandan, bu karot numunesi üzerinde bir basınç dayanımı deneyini yapmak oldukça kolay olmakla birlikte, elde edilen sonucu değerlendirmek çeşitli zorluklar içermektedir. Hele de bu karot yıkılmış bir binadan alınmışsa, elde edilen değer malzemenin yorulma dayanımı da göz önüne alındığında bir anlamı olmayacağı açıktır. Dolayısıyla, yıkılmış bir binadan alınan beton karot numunelerinden elde edilecek basınç dayanımı değerlerinin, o binada kullanılan betonun ilk baştaki basınç dayanım değerini yansıtmayacağı bilinmelidir. Bu nedenlerle, böylesi bir durumda TS EN 13791’e veya Deprem Yönetmeliğine göre karotlar üzerinde yapılacak değerlendirmelerin dikkatli bir şekilde mühendislik öngörüsü kullanılarak yapılması gerekmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Deprem, Betonarme binalar, Karot numunesi

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbasi-Adiyaman-Türkiye

## KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİNDE TARİHİ YAPILARDA HASAR OLUŞUM NEDENLERİ VE ÖNERİLER

Ahmet Türer<sup>1</sup>

### ÖZET

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli depremlerde, modern yöntemlere göre inşa edilmiş olması gereken çoğunlukla betonarme yapıların birçoğunun ağır hasar görmesine ilaveten tarihi yapıların da çeşitli mekanizmalarla hasar gördüğü ve birçoğunun yıkıldığı gözlemlenmiştir. Bu tarihi yapıların bazılarının yakın zamanda restorasyon ve güçlendirme çalışmalarından geçmiş olması ise birçok kişide endişe ve olumsuz görüşler uyandırmıştır. Mevcutta bulunan “Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu” teknik bilgilerden çok idari konuları kapsamaktadır. Tarihi ve kültürel değeri olan tescilli yapıların ve anıtların deprem etkisi altında değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi bu Deprem Yönetmeliğinin (Deprem Etkisi Altında Binaların Tasarımı için Esaslar) kapsamı dışındadır. Bu konuda ülkemizdeki en güncel doküman VGM tarafından “Tarihi Yapılar için Deprem Risklerinin Yönetimi Kilavuzu” olup genel olarak zemin, malzeme ve yapısal ölçeklerde bilgi toplama, modelleme, müdahale ve acil konularda şimdye kadar uygulamada konu olan en iyi yöntemleri teknik açıdan özetlemektedir. T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı ve altındaki kurum ve kuruluşlar ile üniversitelerimizde çeşitli bölümlerinde konu ile ilgili yapılan araştırma ve çalışmalar, uzmanlardan oluşturulan “bilim” ve “koruma” kurulları, ülkemizde bu konuda otorite konumunda olup her yapı özelinde ve genel olarak kuralları tanımlar, tavsiye ve karar verici niteliktedir. Uluslararası arenada bu konuda sözü geçen çalışmalar yapan köklü kuruluşlar arasında UNESCO (Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü), ICOMOS (Uluslararası Anıtlar ve Sitler Konseyi), ICCROM (Uluslararası Kültürel Mirasın Korunması ve Restorasyonunun İncelenmesi Merkezi), World Monuments Fund (Dünya Anıtlar Fonu), ICBS (International Cultural and Building Studies) sayılabilir. Tarihi yapıların korunması ile ilgili uluslararası şartlara (charters) örnek olarak Atina 1931, Venedik 1964, Burra 1979, Nara 1994, Riga 2000 ve Viyana 2005 sayılabilir. Fakat bu bilgilerin tümünün 6 Şubat 2023 depremlerinden sonra mutlaka yeniden gözden geçirilmesi ve yeniden değerlendirilmesi gerekli olduğu görülmektedir.

Kültür varlıklarının özellikle binalar köprüler gibi tarihi eserlerin korunmasında aşırı tutucu yaklaşımlar da (örneğin “...yıkılsın yeniden yaparız”), aşırı basitleştirme (kabuk elemanlarla doğrusal sonlu elemanlar, vb), hatalı uygulama örnekleri de (düşük harç dayanımı, hatalı fiber malzeme, yetersiz ankraj vb), zemin-yapı etkileşimi göz önünde bulundurulurken, yeni bir bakış açısına ihtiyaç duyduğu görülmektedir.

Bu sunumda, sektördeki uzmanların, yöneticilerin, araştırmacıların, uygulamacıların çoğunlukla bildiği, deprem hasarına sebep olan tarihi yapıların deprem hasar mekanizmaları genel hatlarıyla ve 6 Şubat 2023 depreminden örnekler vererek

<sup>1</sup>Prof. Dr., Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, [aturer@metu.edu.tr](mailto:aturer@metu.edu.tr)

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

açıklanacaktır. Anastilosis kavramı ve programın elverdiğince, özellikle yıkılan tarihi yapılarda benzer depremlerde benzer yıkımların yeniden yaşanmaması için temel öneriler listelenerek paylaşılacaktır.

*Anahtar Kelimeler: Tarihi yapılar, Kahramanmaraş Depremleri*

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## 6 ŞUBAT 2023 DEPREMLERİ KIYI YAPILARI HASAR VE PERFORMANSLARI; TSUNAMİ DEĞERLENDİRMELERİ

Ahmet Cevdet Yalçiner<sup>1</sup>, Işıkhan Güler<sup>1</sup>, Gözde Güney Doğan<sup>1</sup> ve Hasan Gökhan Güler<sup>1</sup>

### ÖZET

6 Şubat 2023 (01:17 UTC) tarihinde Kahramanmaraş'ta meydana gelen Mw=7,7 depremi, merkez üssünün (37.1123K 37.1195D) en yakın kıyı bölgesine yaklaşık 90 km uzaklıkta olmasına ve kırılan fayın doğrultu atımlı karakterde olmasına rağmen Doğu Akdeniz'de dört farklı mareograf istasyonu ölçümlerinde (Arsuz, Erdemli, Gazimagusa ve Girne) tespit edilen küçük genlikli bir tsunami oluşmasına sebep olmuştur. Öte yandan, deprem kaynaklı olarak bölgede limanlarda ve kıyı koruma yapılarında çeşitli hasarlar oluşmuştur. Deprem sonrasında kıyılarda gözlenen su seviyesi değişimleri, akıntılar ve kıyı yapılarındaki hasarların incelenmesi amacıyla bölgede üç ayrı saha çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada gerçekleştirilen saha çalışmalarındaki tsunami ve kıyı yapısı hasarları odaklı gözlemler, mareograf istasyonundan elde edilen su seviyesi değişimlerinin incelenmesi sonucu elde edilen bilgiler ve tsunami dalgasını oluşumu ve ilerlemesi ile ilgili gerçekleştirilen sayısal modelleme çalışmaları tartışılmaktadır.

Deprem sonrasında gerçekleştirilen saha çalışmalarında İskenderun Körfezi'nde yer alan Karataş, Yumurtalık, İskenderun, Dört Yol, Konacık ve Samandağ Çevlik Balıkçı Barınakları ile diğer kıyı alanlarında tsunami dalgasının limanlarda yarattığı akıntı ve çalkantı gibi etkiler ile ilgili bilgi toplanmıştır. Ayrıca, tsunami dalgalarının kıyı şeridinde ilerleme miktarıyla ilgili ölçümler gerçekleştirilmiştir. Limanlarda ve kıyı şeridinde yapılan gözlemler sırasında kıyı yapılarında oluşan hasarlar detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bu çalışmalarda ve ölçümlerde deprem sırasında balıkçı barınaklarında ve kıyı şeridinde bulunan görgü tanıkları ile gerçekleştirilen görüşmelerden yararlanılmıştır.

Doğu Akdeniz'de bulunan dört farklı mareograf istasyonundan alınan su seviyesi ölçümleri, deprem öncesindeki ölçümler ve gel-git gibi su seviyesi değişimleri de göz önüne alınarak dalgacık (wavelet) ve spektral yöntemler kullanılarak analiz edilmiş ve dalgaların istasyonlara varış zamanları, bu istasyonlarda tespit edilen en yüksek pozitif genlikler ve hakim dalga periyotları belirlenmiştir. Buna göre Arsu, Erdemli, Gazimagusa ve Girne istasyonlarına dalgaların sırasıyla yaklaşık olarak 25, 48, 36 ve 48. dakikalarda ulaştığı, bu istasyonlarda en yüksek pozitif dalga genliklerin sırasıyla 14, 14, 17 ve 10 cm olduğu ve hakim dalga periyotlarının ise bu istasyonlarda 10-20 dk arasındaki değerlerde olduğu belirlenmiştir. Depremi merkez üssünün karada olması, gerçekleşen tsunaminin kaynağının su altı toprak kayması olabileceğine işaret etmektedir. Saha gözlemleri ve mareograf istasyonlarından elde edilen verinin analiz sonuçları ışığında tsunamiyi oluşturan toprak kaymasının gerçekleştiği muhtemel bölge belirlenmiş, toprak kaymasının boyutlarının ve tsunami dalgasının ilerleyişinin anlaşılabilmesi için çeşitli senaryolar oluşturularak sayısal modelleme çalışmaları yürütülmüştür. Sayısal

<sup>1</sup> Prof. Dr., Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kıyı ve Deniz Mühendisliği Dalı, Türkiye  
[yalciner@metu.edu.tr](mailto:yalciner@metu.edu.tr)

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

modelleme çalışmalarının ön sonuçlarına göre deniz tabanı toprak kaymasının Samandağ açıklarında olduğu düşünülmektedir

*Anahtar kelimeler: Kahramanmaraş depremleri, Tsunami, Kıyı yapısı hasarı, Doğu Akdeniz*



6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## 6 ŞUBAT DEPREMLERİ SONRASI ENDÜSTRİYEL SEKTÖRDEN GELEN HASAR BİLDİRİMLERİ VE GELİŞTİRİLEN ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Altuğ Bayram<sup>1</sup>, Aras Kalyoncuoğlu<sup>2</sup>, Cemal İçel<sup>2</sup>, Kenan Özyürek<sup>2</sup>, Mustafa Yılmaz<sup>2</sup>

### ÖZET

6 Şubat 2023 tarihinde yaşadığımız doğal afetler, ülkemizdeki deprem ve deprem ile yaşama zorunluluğu gerçeğini yeniden bizlere hatırlatmıştır. Onbinlerce konutun yıkıldığı, yüzbinlercesinin hasar gördüğü bu depremlerde maddi zarar milyarlarca dolardır. Depremler Türkiye'nin güneyindeki 11 ilde bulunan sanayi tesislerinde geniş çaplı hasara yol açmıştır. Birçok fabrika ve depo tamamen yıkılırken, diğerleri ciddi yapısal hasara uğramışlardır.

Depremler sonrasında, endüstriyel sektör için öncelikle mevcut endüstriyel yapıların hasar tespitleri yapılmış, sonrasında mevcut durum analiz raporları oluşturulmuştur. Rapor sonuçlarına göre kontrollü hasarlarının onarımı ve yapıların gelecek depremlere karşı güçlendirilmesi üzerine çok ciddi bir talep olmuştur. Artçı depremlerin uzun bir süre devam etmesi, bu talepleri sadece güney/güneydoğu bölgesiyle sınırlı bırakmamış, aynı işletme sahipleri İstanbul ve Batı Anadolu bölgesindeki tesislerinin de tahkik ve güçlendirmesini istemiştir. Bu zinciri, yine bölgedeki diğer endüstriyel işletmeler takip ettirmiştir.

Endüstriyel yapıların klasik ve konvansiyonel yöntemlerle güçlendirilmesi çok maliyetli ve zaman alıcı olmaktadır. Güçlendirme süresince yapılacak işlemlerde üretimin durdurulmak istenmemesi, tesislerin onarımının zaman alması gibi nedenlerle yenilikçi yöntemlerin geliştirilmesi ve uygulanması şart olmuştur.

Sunumda, deprem sonrası endüstriyel yapılarda uygulanmış farklı analiz metotları ve güçlendirme yöntemlerinden örnekler verilmektedir. Enerji, yakıt dolum tesisleri, hangar yapıları, küre tanklar için sismik sönümleyiciler sayesinde yapılardaki deplasmanları ve deprem talebini azaltan çözümler anlatılmaktadır.

Ayrıca, geçen bir yıl süreç içerisinde sektörden gelen talep tipleri ve yoğunlukları tecrübelerimiz çerçevesinde histogram olarak paylaşılacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Kahramanmaraş depremleri, Deprem, Dairesel sürtünmeli sönümleyiciler, Endüstriyel yapılar, Sismik sönümleyiciler, Küre tank, Enerji yapıları

<sup>1</sup> Yüksek İnşaat Mühendisi, Promer Müşavirlik Mühendislik A.Ş., [abayram@promerengineering.com.tr](mailto:abayram@promerengineering.com.tr) (sorumlu yazar)

<sup>2</sup> Yüksek İnşaat Mühendisi, Promer Müşavirlik Mühendislik A.Ş.

6 ŞUBAT 2024 / FEBRUARY 6, 2024  
Gölbaşı-Adıyaman-Türkiye

## 6 ŞUBAT 2023 TÜRKİYE DEPREMLERİ SIRASINDA İKİ DEMİRYOLU SANAT YAPISININ SİSMİK PERFORMANSI VE REHABİLİTASYON ÇALIŞMALARI

Servet Karahan<sup>1</sup>, F. Burak Büyükdemirci<sup>1</sup> ve Candan Gökçeoğlu<sup>2</sup>

### ÖZET

Merkez üssü Kahramanmaraş olan ve 11 ili etkileyen 6 Şubat 2023 tarihli depremleri sırasında Malatya-Narlı Demiryolu üzerinde yer alan T3 Tünelinde göçük oluşmuş, yine aynı hat üzerinde yer alan ve Alman Köprüsü olarak bilinen köprüünün ayaklarında hasarlar meydana gelmiştir. Toplam uzunluğu 650 metre olan T3 Tünelinin çıkış kesiminde Erkenek fay segmentinin kesmesi sonucu yaklaşık 145 metrelik bölgede tünel tamamen hasar görmüş, taş kaplama yıkılmış ve tünel ulaşımına kapanmıştır. Tünel üzerinde 11 adet jeoteknik sondaj ve buna ek olarak jeofizik etütler yapılarak tünel içerisindeki durum, fay-tünel ilişkisi, birim geçişleri, yeraltı suyu gibi parametreler belirlenmiştir. Elde edilen veriler ışığında tünelin rehabilitasyon projesi tasarlanmış ve ardından giriş kesiminden ayna iyileştirmeleri yapılarak kazı destekleme imalatlarına başlanılmıştır. Tünelin fayı kesen çıkış kesiminin aynı zamanda heyelan bölgesi içinde kalması sebebiyle, detaylı bir projelendirme çalışması yapılmıştır. Fayın bulunduğu kesimde tünel üzerinden konsolidasyon enjeksiyonu yapılarak göçüğün belli bir kesimi ayrıca iyileştirilmeye çalışılmıştır. Aynı anda çıkış kısmında tünele güvenli girebilmek için kazıklı aç-kapa ve strut imatları tamamlanarak tünel kazı destekleme imatlarına başlanılmıştır. Bu imalatlar sırasında ise yeni heyelan hareketleri meydana gelmiş olup, bu heyelanı durdurmak içinde ilaveten 2-3 sıralı heyelan önleme kazıkları yapılmıştır. Her iki aynadan da kazı destekleme imatları yapılarak 170 metrelik kesim rehabilite edilmiş ve açılmıştır. Depremin hemen ardından gerek araştırma gerekse uygulama sırasında sürekli olarak ihtiyaca göre projeler oluşturulmuş ve hedeflenen süre içerisinde imalatlar güvenli bir şekilde tamamlanmıştır. Bunun yanı sıra Yapımı 1929 yılında tamamlanan 246 metre uzunluğundaki Tarihi Alman Köprüsünde ise yaşanan deprem nedeni ile 6 ayakta ciddi hasarlar meydana gelmiştir. Yerinde yapılan incelemeler neticesinde hazırlanan güçlendirme projelerine göre hasar gören ayaklar betonarme manto içerisine alınarak imalatlar tamamlanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Kahramanmaraş depremler, Demiryolu, Tüneller, Sismik performans

<sup>1</sup> Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları, Demiryolu Yapım Dairesi Başkanlığı

<sup>2</sup> Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

## **NOTLAR - NOTES**

## DESTEK VERENLER / SPONSORS



TÜRKİYE CUMHURİYETİ  
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE  
İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI



T.C. GÖLBAŞI  
KAYMAKAMLIĞI



TÜBİTAK



GÖLBAŞI BELEDİYESİ  
Bu Sevgi ve Hizmet Hiç Bitmeyecek



TMMOB İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI



TMMOB  
JEOLOJİ  
MÜHENDİSLERİ  
ODASI



FİZİK MÜHENDİSLERİ ODASI  
1986  
TMMOB



GEO DESTEK



ProMer M<sup>TR</sup>  
Müşavirlik Mühendislik A.Ş.  
Consultancy Engineering Inc.



TUOGE PROJE



KEBELİ  
YAPI İNŞAAT EMLAK



UĞUR  
KEBAP SALONU



ECZANE  
LALE



GÖLBAŞI YAŞAM İNŞAAT  
MİMAR UĞUR YÜCEL



MAVİGAZ  
kimya



KRAM

*Kıyı Restaurant*