

YER

Sayı: 20 Yıl: 11

Aralık 2023

MÜHENDİSLİĞİ



**Ulusal Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik
Sempozyumu - MÜHJEO'2024**

**6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinde faylanma
ve yapılar üzerinde etkileri, çıkarılması gereken dersler**

İmtiyaz Sahibi

Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL

Genel Yayın Yönetmeni - Yazı İşleri Müdürü

Prof. Dr. Mustafa KORKANÇ

Grafik Tasarım

Büşra YURTSEVEN

posta@busrayurtseven.com

Yayın Kurulu

Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL

Prof. Dr. Halil KUMSAR

Dr. Ayhan KOÇBAY

Prof. Dr. Mahmut MUTLUTÜRK

Doç. Dr. Tümay Kadakçı Koca

Prof. Dr. Mustafa KORKANÇ

Mustafa Kemal AKMAN

Yayına Hazırlayan

Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL

Yayın Türü

Yer Mühendisliği Dergisi Türkiye genelinde dağıtılmaktadır.

Basın Kanununa göre "yerel süreli" yayındır.

T.C. yasalarına uygun olarak yılda 2 sayı yayınlanmaktadır.

Yer Mühendisliği Dergisi'nde yayınlanan yazı, harita, fotokopi, illüstrasyon ve konuların tüm hakları Yer Mühendisliği Dergisi'ne aittir.

Yer Mühendisliği Dergisinde yeralan makalelerin içeriğinden yazarları sorumludur.

İzinsiz, kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz.

İÇİNDEKİLER



4 Mühendislik Jeolojisi Derneğinden Haberler

Yönetim Kurulu Toplantıları

Derneğimize Yeni Katılan Üyeler

Prof. Dr. Kemal Erguvanlı'yı Anma Günü ve Mühendislik Jeolojisi Semineri

IAEG Yıllık Konsey Toplantısı - Çin, Chengdu, 2023

MUHJEO'2024 Düzenleme Kurulundan

18 DSİ'den Haberler

DSİ tarafından tamamlanan 369 tesis hizmete alındı

Yusufeli Barajı ve HES'te türbin dönmeye başladı

Samsun 19 Mayıs Barajı İçmesuyu Arıtma Tesisi tamamlandı

Yozgat İnandık Barajı gün sayıyor

22 Üyelerimizden Haberler

ISRM'in 15nci Kongresi ve Genel Kurulu Ekim 2023'te Salzburg (Avusturya)'da yapıldı

24 Tanıtım

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Afet Eğitim ve Yönetimi Uygulama ve Araştırma Merkezi



28 Makale

Alkali Silis Reaktivitesi: Yapısal Hasarın Arkasındaki Kimyasal Süreçler

36 Makale

Orman yangınlarının ardından gelen ikincil tehlike: Kütle hareketleri

44 Tanıtım

Hacettepe Üniversitesi, Doğal Afetler Araştırma ve Uygulama Merkezi (DAUM)

50 Makale

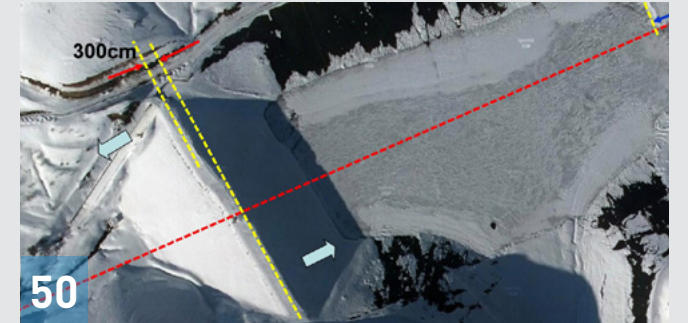
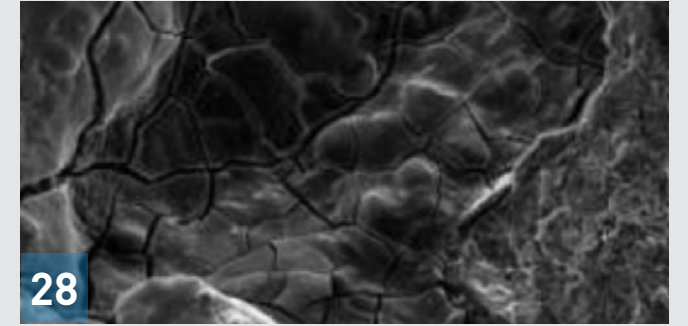
6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinde faylanma ve yapılar üzerinde etkileri, çıkarılması gereken dersler

66 JMO İstanbul Şubesi

Türkiye Cumhuriyeti'nin Yüzüncü Yılı 6. İstanbul'un Jeolojisi Sempozyumu "Sürdürülebilir Bir İstanbul"

68 Ajanda

70 Mühendislik Jeolojisi Derneği Üyeleri



Kapak Fotoğrafı: Yamaç boyunca açılmış kaya oyma yapılar (Çavuşin)

REKLAMLAR

LEGOYAP	ARKA KAPAK	BARKON	27
ENERGO-PRO	2	GÜR MÜHENDİSLİK	43
MUHJEO 2024	17	ZİMER MÜHENDİSLİK	49
TEMELSU	21	ABAD	65
BESSON	26	76. TÜRKİYE JEOLJİ KURULTAYI	67

22 MART DÜNYA SU GÜNÜ ÖDÜLLÜ FOTOĞRAF YARIŞMASI

SU ve CANLILAR

Bilgi için : www.energo-pro.com.tr



ENERGO-PRO, DAİMA EN İYİYİ HEDEFLER



Değerli okurlarımız,

Yeni yıla girerken Yer Mühendisliği dergisinin 2023-2 nolu sayısını sizlere sunmanın kıvancını yaşıyoruz. Uzun bir Covid-19 salgını döneminde dünyada yaşanan durağanlık, Ülkemizde de tüm sektörlerde derinden hissedilmiştir. Diğer yandan küresel iklim değişikliği farklı ülkelerde toplumların yaşam standartlarını olumsuz yönde etkilemektedir. Ülkemizde de ani ve aşırı yağışlar sel ve taşkınlarla kaynaklık edip afetlere dönüşürken, diğer taraftan zirai faaliyetlerin olduğu dönemlerdeki yağışların azlığına bağlı olarak kuraklık; tarımsal üretim, gıda, enerji, ekonomik krizlere neden olmaktadır.

Öte yandan 2023 yılında Kahramanmaraş merkezli depremlerin ülkemizde oluşturduğu can ve mal kayıplarının ardından, insanlarımızı yeniden yaşama döndürmek, yaralarını sarmak, afete dirençli yerleşimler inşa etme çabaları sürdürülmektedir. Ancak yaşanan baş döndürücü doğa olayları sadece deprem bölgesini değil ülke genelinde; gıda, konut, ulaşım, iletişim, eğitim, sağlık, istihdam, sanayi vb. tüm sektörleri de olumsuz etkilemiştir.

Dolayısıyla son yıllarda sıklıkla doğa olaylarının afete dönüştüğüne ve teknolojik afetleri de tetiklediğine tanıklık etmekteyiz. Ülkemizde bu tür olayların tekrar yaşanmaması için mevcut yerleşim alanlarının, alt ve üst yapıların afetlere karşı dirençlerinin artırılması gerekmektedir. Bu kapsamda, mevcut yapıların güçlendirilmesi, yeni gelişme alanlarının planlanması, iklim değişikliğinin etkilerine karşı eylem planlarının belirlenmesi ve uygulamaya geçirilmesi gerekmektedir. Mekansal planlamanın her aşamasında, afetlere karşı yerleşimlerin dirençlerinin artırılması, gelişmeye ve yapılaşmaya yönelik çalışmalarının odağında, yer bilimlerinde şemsiye bir kavram olarak tanımlanan mühendislik jeolojisi biliminin öğretilerinin yer alması bir zorunluluk olarak görülmektedir.

Ülkemizde mühendislik jeolojisinin tanıtılması ve uygulamalarının yaygınlaştırılması amacıyla Mühendislik jeolojisi Derneği kurulmuştur. Derneğimizin tek yayın organı olan “Yer Mühendisliği” dergisinde, güncel sorunların çözümüne ilişkin araştırma bulgularına ve özellikle ülkemizde ve dünyada uygulayıcı kurum ve kuruluşların başarı ile tamamladıkları projelerde kazandıkları deneyimlerini paylaştıkları haber, söyleşi ve makalelere yer vermeyi sürdürmektedir.

Bu sayımızda, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinden çıkarılması gereken dersler, betonda alkali silis reaktivitesi ve orman yangınlarının ardından gelen ikincil tehlike: kütle hareketleri olmak üzere 3 ayrı konuda makale yer almaktadır. Ayrıca, Yönetim Kurulumuzun ve ulusal temsilcisi olduğumuz ‘Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Birliğinin (IAEG) faaliyetlerine ilişkin bilgilendirme de yapılmıştır.

Derneğimiz tarafından periyodik olarak her iki yılda bir düzenlenen Ulusal Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumu’nun 5.si “MÜHJEO’2024”, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü işbirliğinde 6-8 Haziran 2024 tarihleri arasında Nevşehir’de gerçekleştirilecektir. Bilimsel ve teknik anlamda üyelerimiz, akademisyenler, kamu ve özel sektör mensubu meslektaşlarımız arasındaki yararlı iletişimin ve işbirliğinin sürdürülmesi ve yaygınlaştırılmasının hedeflendiği bu Sempozyumda bu kez Nevşehir’de buluşmayı diliyoruz.

Bu vesile ile Yeni Yılınızı kutlar, sağlık, mutluluk ve başarılar dileriz.

Saygılarımla,

Prof. Dr. Remzi Karagüzel
Mühendislik Jeolojisi Derneği
Yönetim Kurulu Başkanı

Yönetim Kurulu Toplantıları

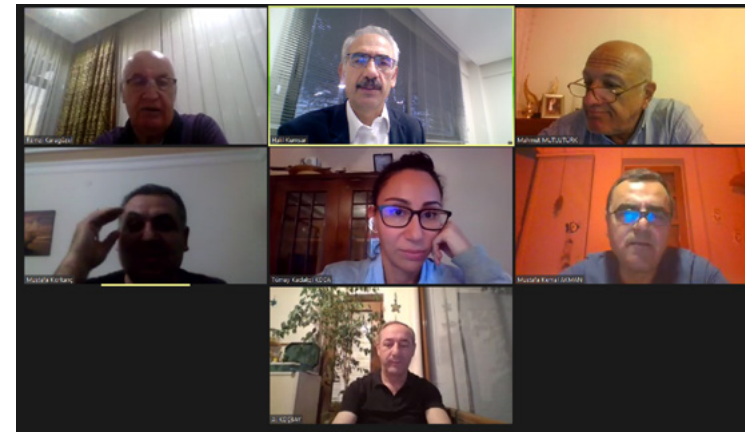
Derneğimiz Yönetim Kurulu, 2023 yılı 2. yarısında 4 toplantı yapmış ve gündemindeki konuları görüşerek karara bağlamıştır. Toplantılar; 10 Ağustos, 12 Eylül ve 7 Kasım tarihlerinde uzaktan katılımı ile internet ortamında gerçekleştirilmiştir. Yönetim kurullarımızın gündeminde MÜHJEO'2024 değişmez konu olarak yerini almıştır. Yönetim Kurulu toplantılarından alınan görüntüler aşağıda verilmiştir.



Derneğimizin 10 Ağustos 2023 tarihinde yapılan Yönetim Kurulu toplantısının ekran görüntüsü

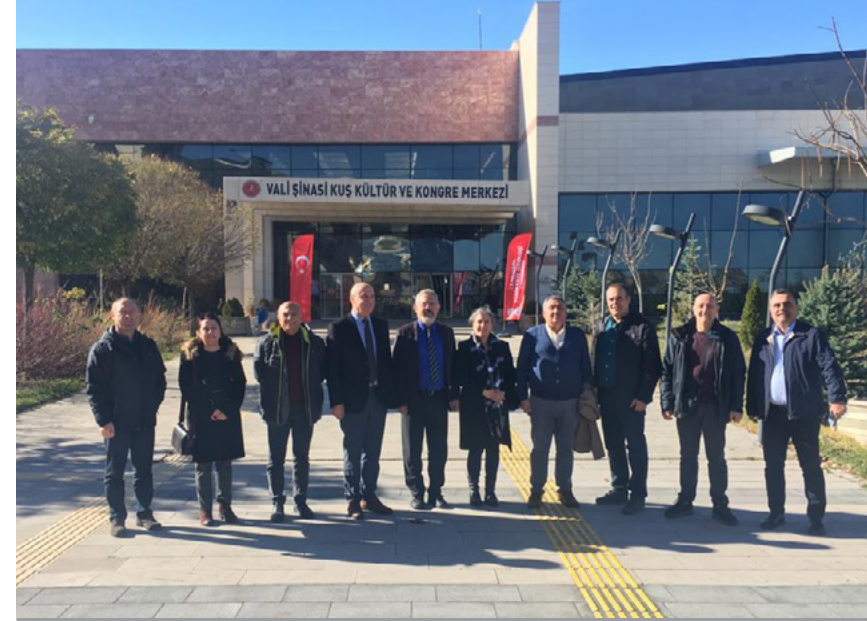


Derneğimizin 12 Eylül 2023 tarihinde yapılan Yönetim Kurulu toplantısının ekran görüntüsü



Derneğimizin 7 Kasım 2023 tarihinde yapılan Yönetim Kurulu toplantısının ekran görüntüsü.

Yılın son Yönetim Kurulu toplantısı 28 Kasım 2023 tarihlerinde Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi'nde gerçekleştirildi. Bu toplantının tek gündem maddesi Nevşehir'de yapılması planlanan MÜHJEO'2024'ün hazırlıkları olduğu için Derneğimiz YK üyeleri ile Sempozyum Düzenleme Kurulu üyelerinin birlikte katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Ortak toplantıda; Sempozyuma ilişkin yapılanlar gözden geçirilmiş, yapılması gereken çalışmalar ayrıntılı olarak görüşülmüştür. Toplantı sonrasında Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Nevşehir Kampüsü, özellikle Kongre Merkezi gezilmiştir. Kongre merkezinin modern mimari ve farklı büyüklüklerde salonları, fuaye, stant ve dinlenme alanları vb. tesisleri ile mükemmel bir toplantı tesisi olduğu görülmüştür.



Mühendislik Jeolojisi Derneği Yönetim Kurulu ve MÜHJEO'2024 Düzenleme Kurulu üyeleri Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Vali Şinasi Kuş Kültür Merkezi'nin önünde

Derneğimize Yeni Katılan Üyeler

Derneğimize iki yeni meslektaşımız üye olarak katılmışlardır. Jeoloji Mühendisi Ali Rıza ÖZDAMAR MJD-186 üye numarası ile, Jeoloji Mühendisi KARAKAŞ MJD-187 üye numarası ile 7 Kasım 2023 tarihli Yönetim Kurulu toplantısı kararı ile üyeliklere kabul edilmişlerdir. Yeni üyelerimize Derneğimize hoş geldiniz der, çalışmalarında başarılar dileriz.

YER MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ

Üyelik aidatları

Derneğin Üçüncü Olağan Genel Kurulu tarafından alınan kararla önümüzdeki iki yıllık dönemde (2021-2023) yıllık aidat, IAEG (Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Birliği) üyeliği de dahil ("Bulletin of Engineering Geology and the Environment" dergisi hariç) olmak üzere, 2024 yılı için 360 TL, 2025 yılı için 480 TL olarak belirlenmiştir. Söz konusu üyelik aidatı, Derneğin Vakıflar Bankası Ankara Yenışehir Şubesi nezdinde açılmış olan TR740001500158007301559247 IBAN No.lu Türk Lirası hesabına yatırılmaktadır.

MühJeoDer web sayfası

MühJeoDer'in web sayfası da oluşturuldu ve sürekli geliştiriliyor. Dernek üyelerinin ve konuyla ilgilenenlerin www.muheoder.org.tr adresinden bu sayfaya girerek; Dernek tüzüğü, üye listesi, üyelik başvuru koşulları ve başvuru formu, duyurular, Dernek Başkanı'nın üyelere yazısı, ilgili bağlantılar vb. bilgilere ulaşmaları mümkündür.

İletişim

Üyelik başvuruları ve diğer hususlar için adresi aşağıda verilen MühJeoDer Genel Sekreteri'ne Prof. Dr. Halil Kumsar (Genel Sekreter) Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kınıklı Yerleşkesi, 20017 - Kınıklı/ DENİZLİ

e-posta: hkumsar@pau.edu.tr

Üyelik aidatları ve IAEG Dergisi için ise, adresi aşağıda verilen MühJeoDer Saymanı'na başvurulması gerekir.

Dr. Ayhan Koçbay (Sayman) Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Jeoteknik Hizmetler Dairesi Başkanlığı, Mustafa Kemal Mahallesi Anadolu Bulvarı No: 9 Çankaya/ANKARA

E-posta: ayhankocbay@gmail.com

Prof. Dr. Kemal Erguvanlı'yı Anma Günü ve Mühendislik Jeolojisi Semineri

Prof. Dr. Kemal ER-GUVANLI'yı Anma Günü 17 Kasım 2023 tarihinde İTÜ Maden Fakültesi'nde gerçekleştirildi. Derneğimiz ile İTÜ Mühendislik Jeolojisi ve Kaya Mekaniği (MJKM) Çalışma Grubu işbirliğinde gerçekleştirilen Anma Günü'nde, merhum hocamızın kabri öğleden önce ziyaret edildi ve dualar okundu.



Öğleden sonra ise "Geleneksel Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi Semineri" ile etkinliğe devam edildi. İTÜ Maden Fakültesi Erguvanlı Dersliği'ndeki seminere merhum hocamızın ailesi, Derneğimizin üyeleri, Hocamızın öğrencileri, sevenleri, öğretim üyeleri ile aralıksız devam ettirilen anma günlerinde gönül bağı kurulan değerli konuklar ve öğrenciler katıldı.

Anma Günü açılış konuşmasını merhum hocamızın son asistanı Doç. Dr. Yılmaz MAHMUTOĞLU yaptı. Hocamızın ilk asistanı Prof. Dr. Erdoğan YÜZER ise Geleneksel Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi Semineri'nin bu yılki davetli konuşmacısı oldu.

Doç. Dr. Yılmaz MAHMUTOĞLU konuşmasında, merhum ER-GUVANLI hoca tarafından bitirme ödevi öğrencisi olarak nasıl seçildiğini, çalışması



sonunda, arazide hoca tarafından nasıl bir sınava tabi tutulduğunu, asistan olarak yakın ilişkilerini, hocanın akademik ve paylaşımcı tutumunu, ülke ve öğrenci sevgisini, kişiliğini ve Erguvanlı öğretisinde öne çıkan unutulmaz insani kavramları **"vicdan, ızan, vefa, fani vb."** örneklemelerle açıkladı.

Prof. Dr. Sayın Erdoğan YÜZER **"Suya Gönül Verenler"** başlıklı sunumunda "Ülkemizde ve dünyada suya erişim ve sudan yararlanma konusunda kamu yararına emek veren bilim insanları ve yöneticilerin yaptıklarını öne çıkaran konuşmasında, Erguvanlı hoca ile birlikte yaptıkları akademik ve uygulamaya (Keban, Dicle, Kralkızı, Ilısu barajları vb. su yapılarına) yönelik projeleri, hocayla olan anılarını, konuşması arasına nasihat ve tecrübelerini de ekleyerek heyecanla anlattı.



Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi Ödül Töreni

2023 Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi Ödülleri 17 Kasım 2023 tarihinde düzenlenen 34. Geleneksel Erguvanlı'yı Anma Günü ve Mühendislik Jeolojisi Semineri öncesinde hak edenlere verildi.

Ödül Törenini yöneten Mühendislik Jeolojisi Derneği Yönetim Kurulu Başkanı Prof. Dr. Remzi Karagüzel, ER-GUVANLI hocamızın Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Birliği (IAEG)'nin kurulmasında komisyonda yer alarak dünyada mühendislik jeolojisinin gelişimine katkısı bulunan öncüler arasında yer aldığını, ayrıca Hocamızın başkanlığında Ülkemizde de IAEG'ye bağlı olarak 1976 yılında "Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi'nin kurulduğunu açıkladı.

Ülkemizde Mühendislik jeolojisinin gelişmesinde önemli katkılar sağlayan Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi, başında Türk takısı bulunan tüm milli komitelerin yasal düzenlemelerle 2012 yılında kapatılmasından sonra gelişimin kesintiye uğratılmadan sürdürülmesi için Mühendislik Jeolojisi Derneği'nin kurulduğunu açıkladı. Erguvanlı hocamızın aramızdan ayrıldığı 1989 yılından bu yana "Mühendislik Jeolojisi ve Kaya Mekaniği Kürsüsü" elemanları ve "Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi" tarafından Erguvanlı Hocayı Anma törenlerini başlatılmıştır. Milli Komite'nin kapatılmasından sonra kurulan Mühendislik Jeolojisi Derneği'nin de geleneksel hale gelen bu anma gününü hocamızın kürsüsü ile birlikte sür-



Soldan sağa: İrfan Yolcubal, Kenan Zorlu, Adil Binal, Erdoğan Yüzer, Remzi Karagüzel

dürmenin kendileri için bir vefa ve kadir bilirlilik olduğunu ve bundan da büyük mutluluk duyduklarını açıkladı. Prof. Karagüzel, bugün 34.cüsü düzenlenen anma töreninin i) Kabristan Ziyareti, ii) “Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi Ödül Töreni” ve iii) “Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi Semineri” olmak üzere 3 aşamalı olduğunu açıkladı. Kabir ziyareti ve mühendislik jeolojisi seminerinin her yıl İstanbul’da yapılmakta olduğunu, Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi Ödüllerinin ise ardışık olarak İstanbul ve her 2 yılda bir farklı illerde düzenlenen “Ulusal Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumu” açılış oturumunda hak edenlere verildiğini açıkladı.

2023 yılında Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi Ödüllerine, 2022 yılında tamamlanan; Bitirme Tasarım Ödevi/Projesi (2 adet), Yüksel Lisans Tezi (1 adet), Doktora Tezi (1 adet) ve Uluslararası Makale (3 adet) kategorilerinde başvurular yapılmıştır. Tüzük gereği herhangi bir kategoride tek başvuru olması durumunda adayın eseri takip eden yıldaki başvurular ile birlikte değerlendirmeye alınmaktadır. Dolayısıyla 2023 yılında tek başvuru yapılan yüksek lisans tezi ve doktora tezi

kategorilerindeki başvurular 2024 yılında değerlendirmeye alınacaktır. Lisans Bitirme ve Uluslararası Makale kategorilerindeki eserler MühJe-oDer Yönetim Kurulu tarafından belirlenen her dalda 3 jüri üyesinin görüşleri doğrultusunda açıklanmıştır.

Bitirme Tasarım Projesi Kategorisinde; Duygu Temizkan, Merve Nur Asma ve Özgenur Akpınar’dan oluşan çalışma takımı **“Tünellerde Stabilitayı Etkileyen Jeolojik Ve Hidrojeolojik Koşullar: Mecidiyeköy- Çağlayan Metro Güzergâhı”** başlıklı tez ile ve uluslararası makale dalında ise Kenan Zorlu ve Adil Binal ortak yazarlığındaki **“A**

cold-binding aggregate production technique and performance evaluation under ageing tests” başlıklı makale ile ödül kazanmışlardır.

Uluslararası makale kategorisinde ödül kazanan Jeol. Yük. Müh. Kenan ZORLU ve Prof. Dr. Adil BİNAL’e plaket ve beratlarını Prof. Dr. Erdoğan YÜZER ve Prof. Dr. İrfan YOLCUBAL tarafından verildi. Ödül kazanan çalışmaların özetleri aşağıda verilmiştir.



Soldan sağa: Mustafa Kumral, Duygu Temizkan, Özgenur Akpınar, Eser Erguvanlı, Okay Eroskay, Merve Nur Asma ve Remzi Karagüzel

Journal of Building Engineering

A cold-binding aggregate production technique and performance evaluation under ageing tests

Kenan Zorlu, Adil Binal

Hacettepe University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, Beytepe Campus, 06800, Ankara, Turkey

<https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.103569>

ABSTRACT: Several critical studies have recently focused on the recycling of industrial waste materials owing to their storage problems. Considering the increase in supply and demand for aggregate and limited natural raw materials, researchers have focused on producing artificial aggregates with low energy usage and environmental friendliness. Therefore, industrial wastes, such as fly ash, are being used for artificial light aggregate production. In this study, fly ash was obtained from a Yatagan thermal power plant used in light-coarse aggregate production. A mould was designed to produce aggregates with an 18-mm diameter geometry between a cube and a sphere using the cold binding method. The mould was designed to generate a fly ash aggregate (FAA) through a pressing way without a sintering process. Aggregate production is based on a homogenous mixture of mainly fly ash, Portland cement, and water. The strength and availability of the aggregates produced in concrete were tested in several ageing tests (freezing-thawing, wetting-drying, and outdoor exposure). In general, it has been found that there are no significant changes in the physico-mechanical values after 160 wetting-drying cycles on FAA concrete samples. In 1080-day outdoor testing, FAA concrete examples performed better than conventional concrete samples. In addition, the density of fly ash aggregates is about 1.83 g/cm³, and that of limestone aggregates is 2.69 g/cm³.

Keywords: Light-coarse aggregate, Utilisation of Turkish fly ash, Cold binding, An aggregate mould, Outdoor exposure test

Bitirme Tasarım Projesi Kategorisinde ödül kazanan; Duygu Temizkan, Özgenur Akpınar ve Merve Nur Asma’ya plaket ve beraatları sırasıyla; Prof. Dr. Mustafa KUMRAL (Dekan), Prof. Dr. Eser ERGUVANLI ve Prof Dr. S. Okay EROSKAY tarafından verildi.

Tünellerde Stabilitayı Etkileyen Jeolojik Ve Hidrojeolojik Koşullar: Mecidiyeköy-Çağlayan Metro Güzergâhı

Hazırlayanlar : Duygu TEMİZKAN, Merve Nur ASMA, Özgenur AKPINAR
Danışman : Prof. Dr. REMZİ KARAGÜZEL
Üniversite Bölüm : İTÜ Jeoloji Mühendisliği

ÖZET

İstanbul Kabataş - Mecidiyeköy - Mahmutbey Metro hattının Mecidiyeköy - Çağlayan istasyonları arasında yer alan makas tüneline nisan 2021'de oluşan ray kabarması sonucunda tren seferleri durdurulmuştur. Bu Jeoloji Mühendisliğinde Tasarım Projesi'nde yeraltı suyunun makas tüneline meydana getirdiği deformasyondan hareketle yeraltı suyunun tünele etkisinin araştırılması, suyun kökeninin tespit edilmesi ve sorunun çözümüne yönelik önlem ve önerilerin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Sorunun gerçekleştiği bölge incelenmiş, projeye konu olan alanın jeolojik, hidrojeolojik ve jeomekanik özellikleri belirlenmiştir. Bu amaç doğrultusunda su kimyası çalışmaları yapılmış, jeolojik kesitler hazırlanmış ve çözüme yönelik öneriler kapsamında sayısal modeller geliştirilmiştir.

İnceleme alanı olan, söz konusu metro tüneli Mecidiyeköy - Çağlayan güzergahının tamamı Trakya Formasyonu içinde bulunmaktadır. Karbonifer yaşlı olan Trakya Formasyonu, kumtaşı, silttaşı ve kiltaşından oluşmaktadır. Bu formasyonun jeolojik ve hidrojeolojik özellikleri detaylı incelenmiştir. Bu kapsamda hasarlı bölgeden ve yüzeyden Nisan 2021 ve Kasım 2021 dönemlerinde temsili su numuneleri alınmış ve majör anyon-kasyon ile ağır metal analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları dikkate alınarak Piper Diyagramı ve Schoeller Diyagramları hazırlanarak deformasyona sebep olan suyun karakterizasyonu ortaya konulmaya çalışılmıştır. Deformasyonun ortaya konulduğu tarihte bölgede İSKİ laboratuvarlarında yaptırılan analizler tasarım projesi kapsamında ray kotunun farklı noktalarında alınan su örneklerinin sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Yapılan tüm hidrojeolojik çalışmalar neticesinde tünel güzergâhında bulunan yeraltısuyunun kökenine bir yaklaşımda bulunmak amaçlanmıştır. Yapılan analizler sonucunda yüzey sularının ve yeraltısularının arasında bazı farklılıklar tespit edilmiştir.

Proje alanına en yakın, mostralarda saha incelemelerinde litolojik tanımlamalar ve süreksizlik ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca, Artson Geoteknik tarafından hazırlanan mühendislik jeolojisi kesiti ve bölgede önceden yapılmış sondaj verileri kullanılarak bölgenin mühendislik jeolojisi kesiti revize edilmiştir.

Tünel kazı çalışmaları öncesi jeolojik birimlerin fiziksel ve mekanik parametrelerinin belirlenmesi amacıyla, açılmış araştırma kuyularında yapılan laboratuvar ve arazi deneylerinden elde edilmiş veriler derlenmiştir. Kuyularda ve laboratuvarlarda yapılan deney sonuçlarından ve süreksizliklerin mühendislik özelliklerinden yararlanılarak Artson Geoteknik tarafından belirlenen kaya kütle özellikleri belirlenmiştir. Bu veriler doğrultusunda sonlu elemanlar yazılımı olan Rocscience RS2 kullanılarak öncelikle problemin olduğu koşullar olan püskürtme beton ve kafes iksa varsayımı ile model çalıştırılmıştır. Bu durumda öngörülen sonlu elemanlar arasındaki iterasyon sayısında beklenen yakınsama toleransları sağlanamamıştır. 1.2 cm'lik deplasmanlardan ötesi sistem tarafından gösterilememektedir. Bununla birlikte ortamın yeraltısuyu içermediği varsayılarak yeni bir çözümleme yapılmıştır. Bu iki çözümün karşılaştırılmasıyla deformasyona etki eden kuvvetin yeraltısuyu olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu Jeoloji Mühendisliğinde Tasarım projesi kapsamında, problemin uzun vadede kalıcı çözümü için tüneline invertinde enjeksiyon ve ankraj uygulamaları ile tüneline mevcut parametrelerinin % 10, % 20 ve % 30 iyileştirme senaryoları analiz edilmiş ve deformasyonlar sırasıyla 0,72-0,71-0,69 cm şeklinde azalmıştır.

IAEG Yıllık Konsey Toplantısı - Çin, Chengdu, 2023

IAEG (Uluslararası Mühendislik Jeolojisi ve Çevre Birliği)'nin Genel Kurulu ve 14'üncü IAEG Kongresi 21-27 Eylül tarihleri arasında Çin'in Chengdu kentinde düzenlenmiştir.

21 Eylül 2023'te düzenlenen IAEG Genel Kurulu'na Mühendislik Jeolojisi Derneği'ni temsilen Prof. Dr. Reşat Ulusay ve Doç. Dr. Tümay Katakçı Koca katılmıştır. ISRM ise, ISRM Başkanı Prof. Dr. Ulusay tarafından temsil edilmiştir. Üyemiz Prof. Dr. Atiye Tuğrul ise Agregasyon Komisyonu (Komisyon-17) başkanı olarak katılmıştır. Toplantıda aşağıda verilen gündem maddeleri görüşüldü.

Toplantı Gündemi Özeti:

1. Açılış Konuşması: Başkan toplantıyı başlattı ve gündem oybirliği ile onaylandı.
2. Genel Sekreter Raporu: Mevcut durum ve gelecek girişimler hakkında detaylı bilgiler sunuldu.
3. Muhasebe Raporu: Sayman tarafından mali durum ve mali raporlar sunuldu.
4. Bölgesel Başkan Yardımcıları Raporları: Bölgesel Başkan Yardımcıları ilgili sorumluluk alanları hakkında raporlarını sundu. Faaliyetleri az olan ulusal gruplar değerlendirildi. Türkiye'nin gerek yıllık rapor gönderim devamlılığı gerekse de ulusal alandaki dergi ve sempozyum düzenleme faaliyetleri sunuma olumlu yansıdı.
5. Web Editörü Raporu: Yeni web editörü, web sitesinde yapılan gelişmeleri ve yenilikleri özetledi.
6. BOEG Dergisi Editörü Raporu: Yayınlar hakkında istatistikleri ve gelecekteki yayın yönetimi hakkında güncellemeler paylaşıldı. Dergiye en çok makale yollayan dördüncü ülkenin Türkiye olduğu görüldü.

7. Genç Mühendislik Jeologları (YEG) grubu Raporu: YEG faaliyetleri ve gelişmeleri hakkında bir rapor sunuldu.

8. IAEG Yaz Okulu Raporu: Her sene İtalya'da gerçekleştirilen ücretsiz yaz okulunun bu sene ki programına 12 ülkeden 22 öğrencinin katıldığı bildirildi ve fotoğrafları paylaşıldı.

9. XIV IAEG Kongresi Raporu: Yaklaşan IAEG Kongresi hakkında bilgiler sunuldu.

10. Teknik Komisyonlar Üzerine Tartışma: Teknik Komisyonlar için stratejiler ve hedefler tartışıldı. Beş adet komisyonun kapatılması ve bir tanesinin de faaliyetlerine FedIGS-ortak komisyonunda devam etmesi önerildi.

11. Gelecekteki IAEG Etkinlikleri İçin Öneriler: 2026'daki 15. IAEG Kongresi'nin Hollanda'da yapılmasına ve tarihlerine karar verildi. Bölgesel konferanslarla ilgili öneriler ulusal gruplar tarafından sunuldu.

12. Önemli Önerilerin Oylanması: YEG grubunu Yürütme Komitesinde temsil edecek bir başkan yardımcısının seçilmesi kabul edildi. "Mühendislikte Kadın" komitesi için ilk adım atıldı. Yeni ödüller ve üyelikler dahil bir dizi kritik öneri oylamaya sunuldu. Pakistan ve Butan olmak üzere 2 ülkenin ulusal grup oluşturma talebi kabul edildi.

13. IAEG'nin 60. Yıl Dönümü Üzerine Tartışma: IAEG'nin 2024'teki 60. Yıl dönümü için sosyal medyada tanıtıcı ve ilgi çekici materyallerin paylaşılacağı, bir sonraki yıllık konsey toplantısının yapılacağı Dubrovnik, Hırvatistan'da, EuroEngeo 2024 Konferansı kapsamında, 8-12 Ekim 2024 tarihlerinde etkinlikler düzenleneceği bildirildi.

14. Diğer Konular: Dilek ve öneriler kısmında Prof. Dr. Reşat Ulusay söz aldı ve Birliğin BOEG ve IAEG web sayfasına ilişkin yapıcı önerilerde bulundu.

Toplantı, fikir alışverişi, stratejik planların oluşturulması ve birliğin geleceği için önemli kararların alındığı bir platform olarak başarıyla tamamlandı. Ardından konsey aile fotoğrafı çekildi. Katılımcılar, konsey toplantısının ardından özel olarak düzenlenmiş kurul yemeğinde tekrar buluştular.



IAEG Genel Kurulundan bir görünüm

14. IAEG Kongresi - 2023

IAEG Dünya Kongresi, Çin'in Chengdu şehrinde, 21-27 Eylül 2023 tarihlerinde gerçekleştirildi. Yıllık Konsey toplantısına, komite toplantılarına, IAEG resmi dergisi olan BOEG oturumuna ev sahipliği yaptı. 22 Eylül'de IAEG açılış konuşmasının ardından, ödül töreni ve Hans Cloos Madalyası sunumları yapıldı. Aralarında üyemiz Prof. Dr. Reşat Ulusay'ın da olduğu dokuz çağrılı konuşmacı bir bilim şölenini başlatmış oldu. Ardından, 22 Eylül'den itibaren, 12 Tema'da, 67 oturumda yaklaşık 350 sunum dünyanın çeşitli yerlerinden gelen katılımcılar tarafından yapıldı.

Kongrede genç meslektaş ve öğrencilerin katılımları dikkat çekti. IAEG faaliyetlerinin el broşürü, poster ve videolar ile tanıtıldığı IAEG standından YEG komite üyelerinden Tümay Kadakci Koca sorumlu oldu. Çinli öğrenciler de sunumlar esnasında büyük gayret göstererek bu görevi üstlendiler.

Sichuan Eyaleti'nin başkenti olan Chengdu'nun 50 km kuzeybatısında 12 Mayıs 2008 yılındaki Mw 7.9 Wenchuan depremi esnasında ve sonrasında doğal afet silsileleri meydana gelmiştir. Taşkınlar, büyük heyelanlar ve moloz akmaları gibi doğal olaylar can ve mal kaybına sebep olmuş; halkın ekonomik ve sosyal yaşantısını derinden etkilemiştir. Bu nedenle, kongrede sunulan çalışmaların büyük çoğunluğunun doğal tehlikelerin önceden tespit edilmesi, önlenmesine yönelik ileri teknoloji gözlem ekipmanları ve

insansız hava araçlarının kullanılması, veri işleme aşamasında yapay zeka yöntemleri konularında yoğunlaştığı gözlenmiştir. Bölgesel heyelan hassasiyet haritalarının geliştirilmesine ve heyelan erken uyarı sistemlerine oldukça önem verdikleri görülmüştür.

Toplam 1200 civarında delegenin izlediği IAEG Kongresi'ne Derneğimiz üyelerinden Reşat Ulusay (çağrılı konuşmacı), Atiye Tuğrul, Candan Gökçeoğlu, Tümay Kadakci Koca ve Aslı Can bilirdi sunarak katılmışlardır.

Kongre, 25 Eylül'de coşkulu bir kapanış töreninin ardından sona erdi. Ertesi gün başlayan, günlük ve konaklamalı teknik arazi gezileri başarıyla gerçekleştirildi. Ev sahipliği hususunda, kongrenin işleyişi ve ince düşünülmüş tüm detaylarıyla Çinli meslektaşlarımız olağanüstü bir çaba harcadı ve katılımcıları büyük bir içtenlikle ağırladı.



Tümay Kadakci Koca'nın sunumu

YEG oturumlarında temsil etti. Tema 12, toplamda 46 sunum içeren dört oturumda gerçekleştirildi. Bu oturumların başlangıcında, Doç. Dr. Tümay Kadakci Koca, YEG hakkında kısa bir tanıtım konuşması yaptı. Oturumlar, öğrenciler ve genç meslektaşlar arasında ilgi çekti ve komiteye olan ilgiyi artırdı. Kongredeki BOEG oturumunda YEG üyesi Prof. Dr. Changdong Li "yılın en iyi hakemi" sertifikasını almaya hak kazandı.

Oturumların ardından, genç mühendisler arasında profesyonel bağlantılar oluşturmayı ve mesleki sohbetleri teşvik etmeyi amaçlayan bir kokteyl düzenlendi. Kokteyl yaklaşık 40 kişi katıldı. Kokteyl sırasında katılımcılar, gelecekteki projelerde potansiyel iş birliklerine ilgi gösterdi. YEG üyesi olma isteklerini dile getirerek paydaş olmayı talep ettiler. Böylelikle 14. IAEG Dünya Kongresi YEG'nin gelişimi üzerinde olumlu etkiler yaratmış oldu.



YEG oturumu ve katılımcıların fotoğrafı



Katılımcılardan toplu bir aile fotoğrafı



IAEG Genel Kurul yemeğinden bir görünüm



Reşat Ulusay'ın sunumundan bir görüntü

14. IAEG Kongresi YEG Raporu-2023

14. IAEG Dünya Kongresi'nde Genç Mühendislik Jeologları grubu (YEG) AO standında IAEG ve YEG'ye ilgi duyan bireylere bilgi broşürleri ve materyaller dağıttı. Dr. Vassilis Marinou, açılış yemeği sırasında YEG faaliyetlerini etkin bir şekilde tanıttı. YEG grubu, kongre boyunca aktif bir rol oynadı ve dört YEG komite üyesi (Afrika temsilcisi: Adebayo Afolabi Olaniyi, LatAm temsilcisi: Alejandro Celli, Asya temsilcisi: Changdong Li ve Avrupa temsilcisi: Tümay Kadakci Koca) YEG grubunu hem standda hem de kongrenin 12. Teması olan



Doç. Dr. Tümay Kadakci Koca

MUHJEO'2024 Düzenleme Kurulundan

Ulusal Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumu (MUHJEO), her iki yılda bir, Mühendislik Jeolojisi Derneği (MühJeoDer) ile bünyesinde Jeoloji Mühendisliği Bölümü bulunan bir üniversitemiz tarafından ortaklaşa düzenlenmektedir. Bu kapsamda, MUHJEO'2015 Karadeniz Teknik Üniversitesi'nde, MUHJEO'2017 Çukurova Üniversitesi'nde, MUHJEO'2019 Pamukkale Üniversitesi'nde ve MUHJEO'2021 İstanbul Teknik Üniversitesi'nde düzenlenmiştir. Adeta bir bilim şöleni ve sosyal etkinliklerde kaynaşma havası için de geçen "Ulusal Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumu" serisine 6 - 8 Haziran 2024 tarihleri arasında Kapadokya'nın merkezi Nevşehir'de devam ediyoruz.

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi'nde gerçekleştirilecek MUHJEO'2024, Ulusal düzeyde düzenlenen ve yürütülen etkili bir işbirliğinin sağlanması için yurt dışından gelecek bildirili katılımcılara da açıktır. Bildiri sunum dili Türkçe ve İngilizce'dir. MUHJEO'2024 sempozyumunda, yer özellikleri ve koşullarının belirlenmesi, dayanım ve davranışlarının araştırılması ve açıklanması, yerkabuğu ile her türden etkileşimin planlanması, projelendirilmesi ve yürütülmesi için temel oluşturan mühendislik jeolojisi ve jeoteknik çalışmaların bilimsel bir ortamda paylaşılması amaçlanmıştır. Sempozyumda, ulusal ve uluslararası düzeyde uygulamaya yönelik sürdürülen araştırmalardan elde edilen teknik ve bilimsel veri ile bulguların sunularak tartışmaya açılması ve bu alanda çalışan akademisyenlerin, araştırmacıların, mühendislerin, uygulayıcı kurum-kuruluş mensuplarının ve öğrencilerin aynı platformda buluşturulması hedeflenmiştir.

Mühendislik Jeolojisi Derneği olarak, MUHJEO'2024'ün Kapadokya'da düzenlenecek olmasını ayrıca önemsemektedir. Mühendislik jeolojisinin farklı uygulamalarının yaygın olarak izlendiği Kapadokya bölgesi, sahip olduğu tarihi, doğal ve kültürel miraslardan dolayı 1985 yılında "Göreme National Park and the Rock Sites of Cappadocia" adıyla UNESCO Dünya Mirası Listesi'nde yer almıştır. Göreme, özellikle 7-13. yüzyıllar arasında baskılardan kaçan

Hristiyanların yerleşmesiyle Hristiyanlığın önemli bir merkezi haline gelmiştir. UNESCO Dünya Miras Listesi'nde içinde, Göreme Milli Parkı, Derinkuyu ve Kaymaklı Yeraltı Şehirleri, Karain Güvercinlikleri, Karlık Kilisesi, Yeşilöz Theodoro Kilisesi ve Soğanlı Arkeolojik Alanı yer almaktadır (webmail.kultur.gov.tr/).

Kapadokya jeolojik unsurlarının hayatın her noktasında hissedildiği ayrıcalıklı bir bölge olup, ülkemizin ve dünyanın önemli jeolojik miraslarından biridir. Bunun en önemli göstergelerinden biri de 2022 yılında Uluslararası Jeoloji Bilimleri Birliği (IUGS) tarafından Kapadokya Bölgesi'nin Dünyanın ilk 100 Jeolojik Miras Alanlarından biri olarak seçilmesidir. Söz konusu jeolojik potansiyelin korunması ve geliştirilmesi ülkemiz açısından oldukça önemlidir. Bu hususta farkındalık oluşturmak ve yeni stratejiler belirlemek MUHJEO'2024'nun önemli hedefleri arasında yer almaktadır.

Son 10 milyon yılda Kapadokya'da çok geniş ve yoğun bir volkanik aktivite meydana gelmiş ve yaklaşık 20 000 km²'lik alanı kaplayan akarsu, göl çökelleri ile ara katkılı ignimbiritler, volkanik küller ve lav akıntılarından oluşan ve yüzlerce metre kalınlığa ulaşan volkano sedimanter bir istif oluşmuştur. Bu jeolojik yapı tarih boyunca yerel sakinler tarafından en iyi şekilde değerlendirilerek barınma, ibadet, sulama ve korunma gibi amaçlar için yüzlerce kayada oyma yapılar hatta yeraltı şehirleri inşa edilmiştir. Bunun sonucu olarak ortaya çıkan mühendislik jeolojisi problemleri ve bunlara karşı geliştirdikleri çözümler, toplumların yaşamlarındaki önemli faaliyetlerden biri olmuştur. Doğal yapı taşlarının işlenmesi, kayada oyma yapıların açılması ve destek sistemlerinin geliştirilmesi, mühendislik jeolojisi çalışmalarından sadece birkaçıdır. Bunun yanında ayrışma, bozunma ve süreksizlikler gibi mühendislik jeolojisinin önemli kavramlarının kontrol ettiği kaya düşmesi, doğal ve yapay yeraltı açıklıklarının çökmesi gibi afetler Kapadokya'nın sahip olduğu doğal, kültürel ve tarihi mirasları da etkilemektedir. Özellikle kaya düşmeleri bölgede birçok önemli tarihi ve güncel yerleşim alanlarını etkilemektedir. Mühendislik



Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Vali Şinasi Kuş Kongre Kültür Merkezi



jeolojisi uygulamalarının ilk örneklerinin izlendiği Kapadokya'da MUHJEO'2024 gerçekleştirilecek olması camiamızı heyecanlandırmaktadır.

Mühendislik jeolojisinin değerli paydaşları, 6-8 Haziran 2024 tarihlerinde Üniversitemiz Vali Şinasi Kuş Kültür Kongre Merkezi'nde gerçekleştirece-

ğimiz, "Ulusal Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumu MUHJEO'2024 oturumlarında ve geçmişten günümüze mühendislik jeolojisi uygulamalarının bulunduğu, tarih ve kültürel ören yerlerine düzenleyeceğimiz teknik gezide buluşmaktan büyük mutluluk duyacağımızı şimdiden belirtmek isteriz.



Yamaç boyunca açılmış kaya oyma yapılar (Çavuşin)



Uçhisar kalesi ve Kapadokya'dan genel görünüm (<https://kapadokyaalan.ktb.gov.tr>)



Göreme ve yakın civarında gözlenen peribacaları (<https://kapadokyaalan.ktb.gov.tr>)



Süreksizlik kontrollü kaya kütle yenilmeleri (Aziz Theodore Kilisesi)



MÜHJEO'2024

ULUSAL MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ VE JEOTEKNİK SEMPOZYUMU
NATIONAL SYMPOSIUM ON ENGINEERING GEOLOGY AND GEOTECHNICS

6-8 HAZİRAN / JUNE 2024

VALİ ŞİNASI KUŞ KÜLTÜR VE KONGRE MERKEZİ / NEVŞEHİR
muhjeo2024.nevsehir.edu.tr

ÖNEMLİ TARİHLER

SEMPOZYUM KAYIT BAŞLANGICI **18.09.2023**

BİLDİRİ ÖZLERİNİN SON GÖNDERİM TARİHİ **04.12.2023**

BİLDİRİ ÖZLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE TAM METİNLERİN İSTENMESİ **31.12.2023**

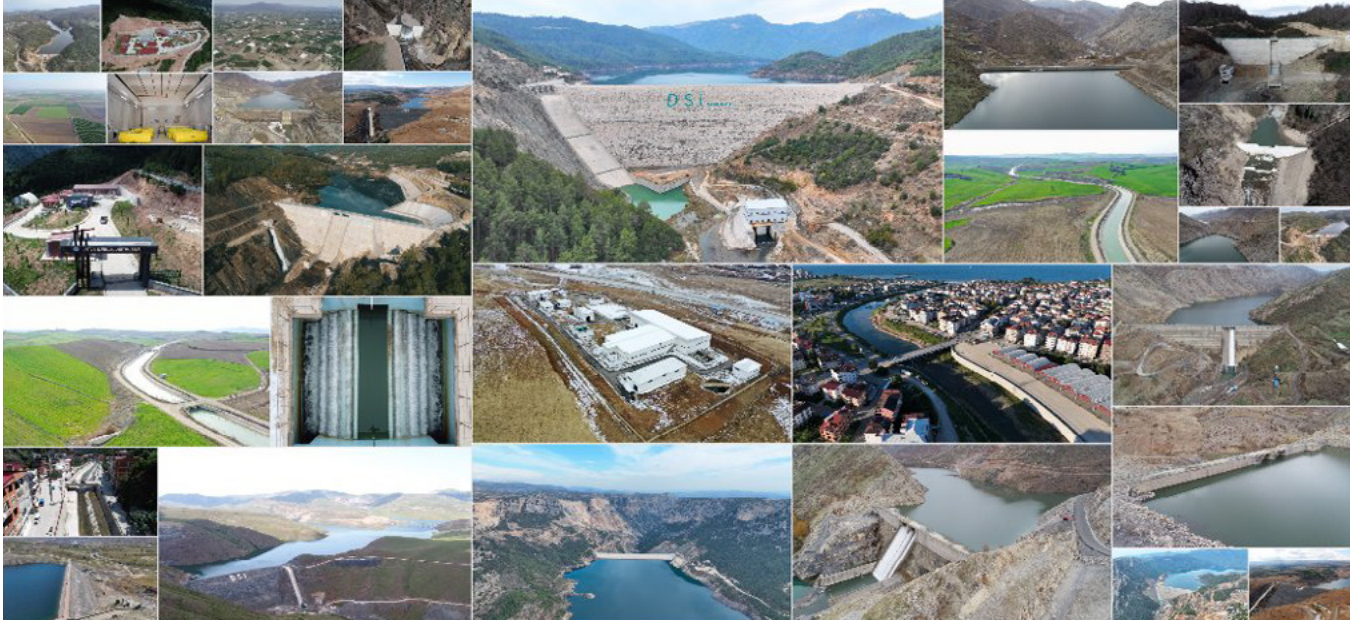
TAM METİNLERİN SİSTEME YÜKLENMESİ **29.01.2024**

HAKEM DEĞERLENDİRMELERİNİN TAMAMLANMASI **01.03.2024**

DÜZELTİLMİŞ TAM METİNLERİN SİSTEME YÜKLENMESİ **01.04.2024**



DSİ tarafından tamamlanan 369 tesis hizmete alındı



Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü ülkemizin su kaynaklarının, tabiatla uyumlu projeler ile ekonomik ve sosyal yaşama kazandırılması yönündeki çalışmalarını aralıksız sürdürüyor. Bu çerçevede tarım, hizmet ve çevre sektörlerinde tamamlanan 369 adet tesis, Cumhurbaşkanı Sayın Recep Tayyip Erdoğan'ın himayelerinde, Tarım ve Orman Bakanı İbrahim Yumaklı'nın katılımlarıyla hizmete alındı. Toplam maliyeti 53 milyar TL olan tesislerin milli ekonomiye yıllık katkısı 5 milyar TL düzeyinde olacaktır.

Toplam yatırım tutarı 53 milyar TL olan 369 adet tesis;

- 88 adet depolama (baraj, gölet, yeraltı depolaması)
- 71 adet sulama,
- 9 adet içme suyu,
- 18 adet arazi toplulaştırma ve tarla içi geliştirme hizmetleri projesi ve

► 183 adet taşkın koruma ve diğer maksatlı tesisin oluşuyor.

Hizmete alınan tesisler ile;

- 1 milyar 85 milyon metreküp su depolama kapasitesi geliştirildi,
- 620590 dekar tarım arazisi sulamaya açıldı,
- Yıllık 66 milyon metreküp içme ve kullanma suyu temin edildi,
- Günlük 71560 metreküp içme suyu arıtma kapasitesi geliştirildi,
- 252 meskûn mahal ve 113300 dekar arazi taşkın zararlarından korundu ve
- 2 milyon 246 bin 420 dekar alanda toplulaştırma ve tarla içi geliştirme faaliyeti tamamlandı.

Yusufeli Barajı ve HES'te türbin dönmeye başladı



22 Kasım 2022 tarihinde su tutulmaya başlanılan Yusufeli Barajı'nda elektrik enerjisi üretimi için ıslak testlere başlandı ve Ünite-3'ün ilk türbin döndürme işlemi başarıyla gerçekleştirildi.

Temelden yüksekliği 275 metre ile ülkemizin en yüksek barajı ve toplam kurulu gücü 558 MW olan Yusufeli Barajı ve HES elektrik üretimi için gün sayıyor. Yıllık ortalama 1 milyar 900 milyon kilovatsaat elektrik enerjisi üreterek yaklaşık 2,5 milyon kişinin ihtiyacını karşılayacaktır.

22 Kasım 2022 tarihinde su tutulmaya başlanılan Yusufeli Barajı'nda elektrik enerjisi üretimi için ıslak testlere başlandı ve Ünite-3'ün ilk türbin döndürme işlemi başarıyla gerçekleştirildi.



Samsun 19 Mayıs Barajı İçmesuyu Arıtma Tesisi tamamlandı

Samsun 19 Mayıs Barajı İçmesuyu Arıtma Tesisi inşaat çalışmaları tamamlandı. 19 Mayıs Barajı İçmesuyu Arıtma Tesisi ile 19 Mayıs ve Bafra ilçeleri ve 72 adet civar yerleşimin, 2050 yılına kadar olan içme ve kullanma suyu ihtiyacı karşılanacak.



Proje kapsamında 48.7 km isale hattı, 2 adet terfi merkezi, 195 adet sanat yapısı, 5 adet yeni depo, 100.000 m³/gün kapasiteli arıtma tesisi bulunmaktadır. 19 Mayıs Barajı'ndan alınan ham suyun laboratuvar ortamında karakteristik özelliklerine bakılarak, gerekli dezenfeksiyon, koagülasyon ve flokülasyon işlemleri yapıp,

arıtılmış suyun içme suyu standartlarına göre uygunluğu laboratuvar ortamında kontrol edildikten sonra yerleşim yerlerine su temini sağlanacaktır.

Yozgat İnandık Barajı gün sayıyor

Tarım ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü, tarımda modern sulamayı yaygınlaştırmak, toplulaştırma çalışmalarıyla tarım arazilerinden en yüksek faydayı sağlamak, musluklara sağlıklı ve içilebilir su ulaştırmak ve yerleşim yerleri ile tarım arazilerini taşkın risklerine karşı korumak için tüm gücüyle çalışırken, sürdürülebilir su yönetimi anlayışıyla da suyun her damlasına sahip çıkmaktadır.



Temelden yüksekliği 73 m olarak projelendirilen Yerköy İnandık Barajının gövdesi silindirik sıkıştırılmış beton (SSB) tipinde olup 31.10 milyon m³ depolama hacmi ile 28.750 dekar arazi sulanabilecektir. Gövde dolgusu tamamlanan ve dolusavak imalatlarının da tamamlanmak üzere olan projede % 97 fiziki gerçekleşme oranı sağ-

lanmış olup su tutulma aşamasına gelinmiştir. 28.750 dekar araziye can suyu verecek İnandık Barajı bölge tarımı için büyük önem taşımaktadır. Baraj sayesinde çiftçiler, modern sulama ile tanışacak, sulama maliyetleri düşecek ve verim artacaktır. Sulu tarıma geçilmesiyle birlikte Yozgatlı üreticiler, 2023 yılı rakamlarıyla yılda yaklaşık 145.274.533 TL daha fazla kazanabilecektir.



temelsu

HAVZA PLANLAMA •

BARAJLAR •

HİDROELEKTRİK SANTRALLER •

SU TEMİNİ VE ARITMA •

ATIKSU •

SULAMA VE DRENAJ •

YAĞMURSUYU DRENAJ •

YOL, OTOYOL •

HAVAALANI •

BORU HATLARI •

TÜNELLER •

DEMİRYOLLARI •

- TÜRKİYE
- AZERBAIJAN
- GÜRCİSTAN
- ÖZBEKİSTAN
- KAZAKİSTAN
- KIRGIZİSTAN
- TACİKİSTAN
- TÜRKMENİSTAN
- SUUDİ ARABİSTAN
- YEMEN
- ÜRDÜN
- LÜBNAN
- PAKİSTAN
- HİNDİSTAN
- UKRAYNA
- MOLDOVA
- ARNAVUTLUK
- KUZAY Makedonya
- KARADAĞ
- LİBYA
- CEZAYİR
- TANZANYA
- ETİYOPYA
- ROMANYA
- MALİ

- MASTER PLAN
- FİZİBİLİTE
- KESİN PROJE
- UYGULAMA PROJELERİ
- TEKNİK ŞARTNAMESLER
- İHALE DOKÜMANLARI
- MÜHENDİSLİK HİZMETLERİ
- İNŞAAT KONTROLLÜĞÜ
- DANIŞMANLIK





ULUSLARARASI MÜHENDİSLİK HİZMETLERİ A.Ş.
 Yıldızevler 4. Cad., 721. Sokak, No:6, Çankaya 06550 Ankara - TÜRKİYE
 Tel: +90 312 442 47 20 • Fax: +90 312 438 52 14
 web:// www.temelsu.com.tr • e-mail: temelsu@temelsu.com.tr



ISRM'in 15nci Kongresi ve Genel Kurulu Ekim 2023'te Salzburg (Avusturya)'da yapıldı



2019-2023 dönemi ISRM Yönetim Kurulu üyeleri ile 2023-2027 dönemi ISRM Başkanı'nın bir aradaki aile fotoğrafı

ISRM (International Society for Rock Mechanics and Rock Engineering – Uluslararası Kaya Mekaniği ve Kaya Mühendisliği Birliği); 1962 yılında Prof. Leopold Müller'in öncülüğünde Avusturya'nın Salzburg kentinde kurulmuş uluslararası bir birlik olup, Prof. Müller Eylül 1966'ya kadar bu birliğin başkanlığını yapmıştır. Kaya mekaniği ve kaya mühendisliği alanı kayaların ve kaya kütlelerinin fiziksel, mekanik, hidrolik, ısı, kimyasal ve dinamik davranışlarıyla ilgili çalışmaları ve jeoloji bilgisini de kullanarak mühendislik işlerini içeren bir bilim ve mühendislik dalıdır. Bu birliğin üyeleri başlıca; inşaat, maden, jeoloji ve jeofizik

mühendislerinden oluşmakta olup, 2023'te birliğin bireysel üye sayısı 9300'ü geçmiş ve birliğe üye ülke sayısı ise 60'a ulaşmıştır.

2019-2023 döneminde ISRM'in Yönetim Kurulu Başkanlığı'na Derneğimizin Kurucu Başkanı ve üyemiz Prof. Dr. Reşat Ulusay seçilmiş olup, üyemiz Prof. Dr. Ömer Aydan da bu dönemde ISRM'in Başkan Yardımcılarından biri olarak görev almıştır. Dört yıllık görev süresini tamamlayan Prof. Ulusay, Prof. Aydan ve ISRM Yönetim Kurulu'nun diğer üyeleri 11-13 Ekim 2023 tarihleri arasında Avusturya'nın Salzburg kentinde ISRM

Genel Kurulu'ndan sonra düzenlenen 15'nci Uluslararası ISRM Kongresi'nin kapanış oturumunda yapılan devir-teslim töreniyle görevlerini 2023-2027 dönemi için seçilen yeni ISRM Başkanı (Prof. Dr. Seokwon Jeon, G. Kore)'na ve Yönetim Kurulu üyelerine devretmişlerdir.

Prof. Ulusay, 2023-2027 döneminde ISRM, IAEG, ISSM-GE ve IGS adlı uluslararası birlikler tarafından temsil edilen Uluslararası Yer Mühendisliği Birlikleri Federasyonu (FedIGS) Yönetim Kurulu üyeliği ile 2006'dan bu yana başkanı olduğu ISRM Deney Yöntemleri Komisyonu'ndaki Komisyon Başkanlığı ve Prof. Aydan ise yine aynı dönem için ISRM Deney Yöntemleri ve Gezegenlerle İlgili Kaya Mekaniği adlı Komis-

yonlarındaki üyelik görevlerini sürdürerek ISRM'e katkıda bulunmaya devam edeceklerdir.

2019-2023 döneminde ISRM Başkanlığı ve Başkan Yardımcılığı görevlerini başarıyla tamamlayan Derneğimiz üyeleri Prof. Dr. Reşat Ulusay'ı ve Prof. Dr. Ömer Aydan'ı uluslararası platformlarda ülkemizi başarıyla temsil etmiş olmalarından dolayı tebrik eder, gelecekteki çalışmalarında başarılar dileriz.



ISRM Genel Kurulu'nda Başkanlık Divanı'ndan bir görünüm



2019-2023 dönemi ISRM Yönetim Kurulu Başkanı ve üyelerinin veda seremonisi



2019-2023 dönemi ISRM Başkanı Prof. Dr. Reşat Ulusay'ın veda konuşması



Prof. Dr. Reşat Ulusay'ın yeni ISRM Başkanı Prof. Dr. Seokwon Jeon'a görevi teslimi

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Afet Eğitim ve Yönetimi Uygulama ve Araştırma Merkezi



Prof. Dr. Mustafa KORKANÇ

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Niğde (mkorkanc@ohu.edu.tr)
Afet Eğitim ve Yönetimi Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürü
(<https://www.ohu.edu.tr/ohuafet>)

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Afet Eğitim ve Yönetimi Uygulama ve Araştırma Merkezi, 8 Ağustos 2021 tarih ve 31582 sayılı Resmi Gazetede ilanı ile kurulmuştur. Merkezin amaçları arasında; Afete yol açan deprem, taşkın, kıtlık, kuraklık, heyelan, çığ, fırtına, orman yangınları, salgın hastalıklar, atmosfer kirliliği, nükleer sızıntı, kimyasal ve endüstriyel kazalar gibi gerek doğal gerekse insan kaynaklı olaylarla ilgili disiplinler arası eğitim ve araştırma faaliyetlerini teşvik etmek ve eşgüdümü sağlamak; bu alanda elde edilen bilgileri ve örnek uygulamaları çeşitli iletişim kaynakları aracılığıyla topluma yaymak gibi çok çeşitli ve önemli amaçları bulunmaktadır.

Kuruluş aşamasını tamamlayan Merkezimiz, amaçları doğrultusunda; Afet konusunda; kurslar, seminerler, sempozyum, konferanslar, kongreler vb. bilimsel toplantılar düzenlemek ve bunlara katılım sağlamak, araştırma ve uygulamaların sonucunda elde edilen bilimsel ve teknik bulguları afet sorununa çözüm önerileri getiren rapor, bülten, proje, kitap, makale, dergi ve benzeri yayınlara dönüştürme konusunda faaliyetlerini sürdürmeye başlamıştır.

Yönetmenliğine uygun olarak konuları ile örtüşen akademisyenlerden “Yönetim Kurulu” ve paydaşlar da gözetilerek yapılan görüşmeler ile “Danışma Kurulu” Ocak 2022’de oluşturulmuştur.

Merkez Yönetim Kurulu toplantısında Niğde Valiliği İl AFAD Müdürlüğü ile işbirliği içinde; semi-

ner, konferans, panel vb. etkinlikler düzenlemesi-ne ve bunların 1-7 Mart 2022 Deprem Haftası’nda başlatılması karar almıştır.

Üniversite Valilik-Afad İl Müdürlüğü işbirliğinde düzenlenen etkinlikler:



1-7 Mart Deprem Haftası

2 Mart 2022 Deprem Konferansı Türkiye’nin Depremselliği

Doç. Dr. Alper GÜRBÜZ
(Jeoloji Mühendisliği Bölümü)

Deprem Yönetmeliği ve Yeni Deprem Haritalarının Hazırlanması

Dr. Öğr. Üyesi Hakan KARACA
(Mimarlık Bölümü)

Deprem Öncesi, Deprem Anı ve Sonrasında Alınması Gereken Önlemler

Selami KILIÇEL
(Niğde AFAD İl Müdürü)

18-19-20 Ekim 2022

Afet Farkındalık Eğitim.

Üniversitemizin bütün bileşenlerine (öğrenci, öğretim elemanı, memurlarına yoğun 3 gün boyunca afet farkındalık eğitimleri verilmiştir. **Bütün bireylerine ulaşan üniversite olmak, afete hazır Türkiye** için oldukça önemlidir.



18-19-20 Ekim 2022 tarihlerinde üniversitemiz paydaşlarıyla gerçekleştirilen etkinlik

Bilindiği gibi Ülkemiz, dünyanın en etkin deprem kuşaklarından biri üzerinde yer almaktadır. Depremi ne zaman nerede olacağını kestirmek zor da olsa her an orta veya yıkıcı büyüklüklerde bir depremin olma olasılığı oldukça yüksektir. Ülkemizde orta büyüklükteki depremlerin bile özellikle kırsal alanda bulunan yapılarda büyük hasarlar ve can kayıpları meydana getirdiğini üzüler de olsa görmekteyiz. 6 Şubat 2023 tarihli Kahramanmaraş merkezli depremlerde ülkemizin son yıllarda gördüğü en büyük yıkımı yaşadık.

Bunun en önemli nedenleri arasında; yer seçimin-den yapı tasarımına, yapı üretimi ve denetimine kadar olan sürecin yeterince iyi kurgulanamamış olması ön plandadır. Son yıllarda bu konularda karar vericilerin önemli adımlar attıkları görülmekle birlikte yer seçimi, yapı tasarımı, üretimi ve denetim süreçlerinde mühendislik bilimlerinin, gereklerinin tam olarak yerine getirilmediği süreçte, meydana gelebilecek depremlerde ciddi mal ve can kayıplarının yaşanacağı unutulmamalıdır.

Depremle iç içe yaşamak zorunda olduğumuz Ülkemizde; Doğa olaylarının afete dönüşmesi, toplumsal acıların tekrar yaşanmaması için, İnsanlarımızın depreme dayanıklı binalarda yaşaması, can ve mal kayıplarının en aza indirilmesi için, imar planına altlık teşkil edecek jeolojik-jeoteknik etütler yapılmadan yeni yerleşim yerleri belirlenmemeli, ada ve parsel bazlı tüm yapılaşmalarda mühendislik hizmeti almayan hiçbir uygulamaya ruhsat verilmemeli, riskli alanlar imara açılmamalı, bilimsel normlara dayalı yer seçimi yapılmalı, niteliksiz yapı üretiminin önüne acilen geçilmelidir.

Doğal olan depremdir, doğal olmayan ise afettir. Depremleri önlemek mümkün değildir, ancak zararlarını ortadan kaldırmak veya azaltmak mümkündür ve bizim elimizdedir. Bu doğa olayı, bilimsellikten, akıl ve teknikten uzak uygulamalar sonucunda birer afete dönüşebilmektedir.

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Afet Eğitim ve Yönetimi Uygulama ve Araştırma Merkezi ile Üniversitemiz Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mü-



Deprem haftasında lise öğrencilerine verilen konferanslardan görünüm

hendisliği Bölümünün birlikte hazırladığı 2023 yılının 1-7 Mart Deprem Haftası etkinliğinde 1 Mart tarihinde Lise Öğrencilerine, 2 Martta ise ortaokul öğrencilerine yönelik Deprem ve Niğde'nin Depremsellliği konularında Doç. Dr. Alper GÜRBÜZ ve Prof. Dr. Mehmet ŞENER tarafından



Konferans sonrasında ortaokul öğrencilerinin merak ettikleri konularda Prof. Dr. Mehmet ŞENER'e sordukları sorular bitmek bilmedi...



Üniversitemiz paydaşlarına yönelik yapılan gönüllülük çalışmasından bir görünüm (soldan sağa 3. sıra: Rektör Prof. Dr. Hasan USLU, Niğde Valisi Mustafa KOÇ ve AFAD İl Müdürlüğü ekipleri)

konferanslar verilmiştir. Yoğun katılımın olduğu oturumlarda öğrenci ve öğretmenler tarafından çok sayıda sorular da cevaplanmaya çalışılmıştır.

BESSON®

SONDAJ EKİPMANLARI / DRILLING EQUIPMENT



www.besltd.com.tr



BES MÜHENDİSLİK MÜŞAVİRLİK TİC.LTD.ŞTİ.

Merkez: Özpetek Sanayi Sitesi 1378.Sk. (Eski 515.Sk.) No:10 Ostim/ANKARA-TURKEY
Tel: +90 312 395 81 71 - Fax: +90 312 395 80 35
Fabrika: Başkent Organize Sanayi Bölgesi 19.Cd. No:6 Malıköy/Sincan-ANKARA
Tel: +90 312 384 23 57
www.besltd.com.tr - info@besltd.com.tr



Yer altında ama el üstünde...

**Atex Sertifikalı Ex-proof
Yer Altı Sondaj Makinelerimiz ile
Patlayıcı Ortamlarda Güvenli Kullanım
Sunuyoruz.**



Türkiye'de üretilen
komple Atex Sertifikalı
"ilk ve tek"
yer altı sondaj
makinesi



BDU400EXC
Yer Altındaki Tecrübe...

Öncelik güvenlik...



barkomas.com

Alkali Silis Reaktivitesi: Yapısal Hasarın Arkasındaki Kimyasal Süreçler



Ogün Ozan VAROL

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Maden Mühendisliği Bölümü, Van, Türkiye, ogunozanvarol@yyu.edu.tr

1. Giriş

Beton agregalarındaki reaktif silisle beton içerisindeki hidroksil alkali iyonlarının etkileşimi, alkali silis reaksiyonu olarak bilinen bir reaksiyona yol açar. Beton, nemin etkisiyle alkali silis jelinin oluşumuna girer. Bu jel oluşumu, betonda genleşmeye ve çekme gerilmelerine neden olarak çatlakların oluşmasına yol açar (Ramyar, 2013). Şu anda bilinen üç farklı alkali-agrega reaksiyonu bulunmaktadır. Alkali silis reaksiyonu (ASR), bu reaksiyonların en yaygın olanıdır, diğer iki tür ise alkali karbonat reaksiyonu ve alkali silikat reaksiyonu olarak adlandırılmaktadır (Andiç, 2007).

Alkali silis reaksiyonunun meydana gelmesi için, agregada reaktif silis bulunmalı ve çimentodaki alkali miktarı, Na_2O olarak %0.6 sınırını aşmalıdır. %0.6'nın altında olan çimentolar, genellikle alkali silis reaksiyonuna yol açmayacak şekilde düşük alkali içeriğe sahip kabul edilir (Aköz ve Çakır, 2004). Bununla birlikte, beton üretiminde alkali içeriği çok düşük olan çimentolar kullanılsa bile, dikkat edilmesi gereken bazı faktörler bulunmaktadır. Aşağıda, göz önünde bulundurulması gereken bazı hususlar sıralanmaktadır:

- Betonda su hareketi sonucunda belirli noktalarda alkali konsantrasyonu oluşuyorsa,
- Agregası aşırı derecede reaktif ise,

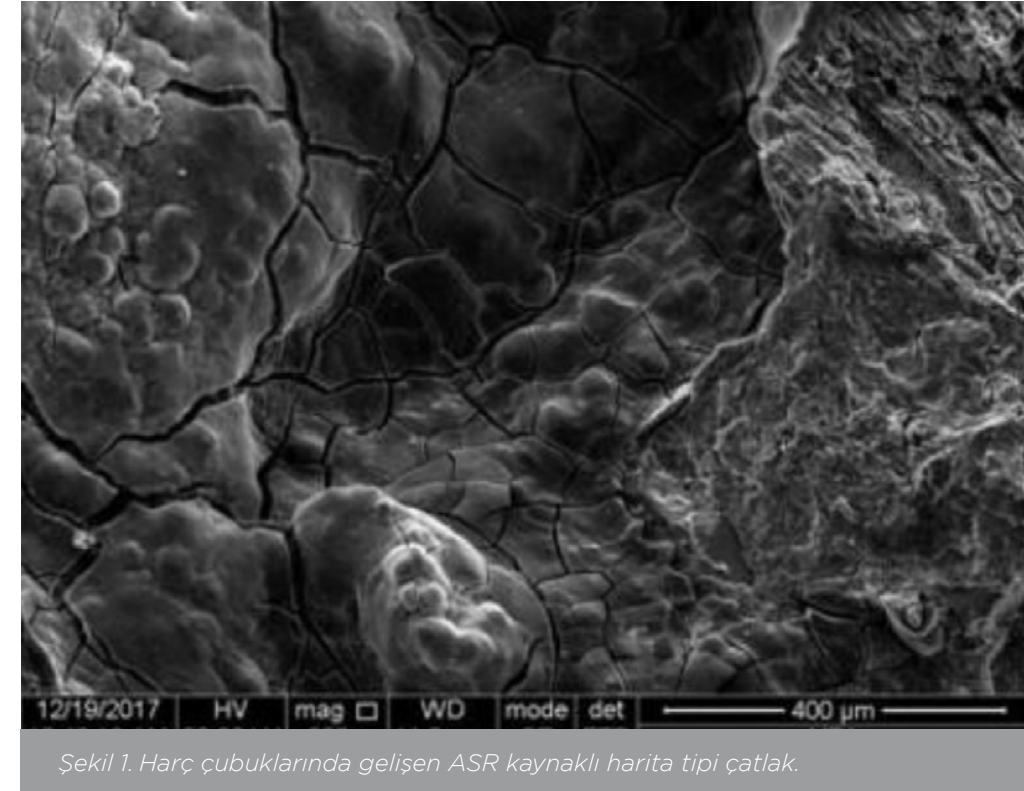
► Betonda kullanılan mineral ve kimyasal katkıları, karışım suyu ve agregadan yeterli miktarda alkali alımı gerçekleşiyorsa,

► Yüksek çimento miktarı nedeniyle betonun alkali seviyesi yükseliyorsa.

Bu durumlarda alkali silis reaksiyonu oluşma olasılığı söz konusu olabilir (Yıldırım ve Tekin, 2014).

Alkali silis reaksiyonu, ilk olarak 1920'li ve 1930'lu yıllarda Amerika Birleşik Devletleri'nin Kaliforniya eyaletindeki betonarme yapıların belirsiz nedenlere bağlı olarak çatlaklarla karşılaşmasıyla ortaya çıkmıştır. Bu raporlarda, yapı malzemelerinin standartlara uygun olduğu, ancak inşaatın tamamlanmasından birkaç yıl sonra çatlakların oluştuğu belirtilmiştir. Raporlarda ayrıca, genellikle "harita çatlakları" (Şekil 1) olarak adlandırılan çatlaklardan jel sızdığı ve betonda patlamalar gibi belirtilerin de gözlendiği ifade edilmiştir (Kurt, 2009). Stanton ise 1940 yılında bu çatlakların kimyasal bir reaksiyon sonucunda meydana geldiğini açıklamıştır (Çapuroğlu vd., 2009).

Stanton'un açıklamasından kısa bir süre sonra, 1941 yılında Parker Barajı'nın betonunda çatlaklar tespit edilmiştir. Araştırmacılar yaptıkları çalışmalar sonucunda, betonun alkali silis reaksiyonuna neden olacak reaktif maddeler içerdiğini belirlemişlerdir. Bu reaktif maddeler altere andezit ve riyolit olarak bilinen toplam agreganın



Şekil 1. Harç çubuklarında gelişen ASR kaynaklı harita tipi çatlak.

%2'sini oluşturuyordu (Bektaş, 2002). Alkali silis reaksiyonu ile ilgili olarak literatürde birçok çalışma yapılmıştır. Bunlar arasında Fookes (1980), Gillott ve ark. (1994), Hobbs (1982), Grattan-Bell (1980) ve Korkanç ve Tuğrul (2005) tarafından yapılan çalışmalar bulunmaktadır.

Korkanç ve Tuğrul (2005) yaptıkları çalışmada, Niğde ve yakın yöresinde bulunan farklı dokusal özelliklere sahip bazaltların agrega olarak kullanılabilirliğini incelemişlerdir. Araştırmacılar çalışmalarında kullandığı, Melendiz Volkanitlerine ait andezit-bazalt arasında bulunan kayaçlar, alkali-silis reaksiyonu oluşturma potansiyeline sahip olduğunu belirlemişlerdir. Bu kayaçlar, lav akıntıları ve volkanik kül birikimleriyle oluşmuş olan volkanik kayalar ifade eder. Melendiz Volkanitleri, genellikle bazaltik bileşimli lavlardan oluşur ve koyu renkte, yoğun ve sert bir yapıya sahiptir. Bu volkanik kayaçlar, Melendiz Dağları bölgesinde yaygın olarak bulunur ve bölgenin jeolojik yapısını oluşturan önemli bir bileşendir. ASTM C1260 (1994) standardına göre, 14 günlük süre içinde uzunluktaki genleşmenin yüzdesi %0.10'un altında olmalıdır. 14 gün içinde %0.10'dan daha düşük genleşmeler genellikle zararsız davranışı gösterir.

%0.10 ile %0.20 arasındaki genleşmeler ise hem zararsız hem de zararlı agregaları içerebilir. Bu durumda, 28 güne kadar karşılaştırmalı ölçümler yapmak da faydalı olabilir. CSA A23.2-94 (1994) standardına göre ise, kaba agregalar için 21 günlük süre içinde genleşmeler %0.10'un altında, ince agregalar için ise %0.15'in altında olmalıdır. %0.10'dan daha düşük genleşmeler (ince agregalar için %0.15'ten düşük) reaktif olmayan agregalarla ilişkilendirilirken, %0.10 ile %0.40 arasındaki genişlemeler (ince agregalar için %0.15-0.45 arası) önemli yavaş alkali-agrega reaksiyonu potansiyeline sahip agregalarla ilişkilidir.

Davies ve Oberholster (1987) ile Hooton ve Rogers (1992) 14 günlük sürede %0.10'dan daha düşük genişlemelerin genellikle zararsız davranış gösterdiğini belirtmiştir. Araştırmacıların yaptığı çalışma neticesinde, çalışmaya konu olan bazalt numunelerinin çoğunun standartlarda belirtilen limitleri aşmadığı, fakat Melendiz bazaltlarının %0.10'dan daha fazla genleşme gösterdiği ortaya konmuştur. Melendiz bazaltlarının 28 günlük genleşme sonuçları ise %0.20'nin altında çıkmıştır. Araştırmacılar, asidik karaktere sahip olan ve volkanik camdan oluşan matrisi olan örneklerin genleşmeye neden olduğunu belirlemişlerdir.

2. Alkali Silis Reaksiyonunun Tespiti için Kullanılan Deneysel Yöntemler

2.1. Kimyasal Yöntem

ASTM C 289 (1994) standardına uygun olarak gerçekleştirilen kimyasal yöntem, hızlı harç çubuğu metoduyla benzerlik gösterir. Ancak, kim-

yasal yöntemde, agreganın reaktivitesini değerlendirmek için harç çubuğu oluşturulmaz ve doğrudan agregalar alkali ortama maruz bırakılır. Alkali silis reaksiyonunun kimyasal yöntemle tespiti için iki farklı metot kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden biri çözünmüş silis miktarının belirlenmesi diğeri ise alkalinite azalmasının ölçülmesi yöntemidir.

2.2. Hızlandırılmış Harç Çubuğu Deneyi

Hızlandırılmış harç çubuğu deneyi, ASTM C 1260 (1994) standardına uygun olarak gerçekleştirilir. Bu yöntem, agrega kullanılarak hazırlanan harç çubuklarının yüksek alkali çözeltide ve yüksek sıcaklıkta muhafaza edilerek boyca genişleme-lerinin ölçülmesi esasına dayanır. Standartta belirlenen elek açıklarından geçirilen agregalar, çimento-
tonun kütlesiyle 2.25 katı oranında kullanılarak su/çimento oranı 0.47 olan harç çubukları oluşturulur. 25x25x285 mm boyutunda kalıplara dökülen harç numuneleri, 24 saat sonra kalıplardan çıkarılarak ilk boy ölçümleri yapılır. Kalıp çıkarılmasından sonra, harç çubukları 14 gün boyunca 80°C'lik NaOH çözeltisinde bekletilir ve 3., 7. ve 14. günlerde periyodik olarak boy ölçümleri yapılır. 14. gün sonunda maksimum %0.1 genişleme değeri temel alınır. Bu değer altında genişleme gösteren harç çubukları "zararsız agregalar" olarak değerlendirilirken, %0.1'den daha büyük genişleme gösteren harç çubukları ise "zararlı agregalar" olarak sınıflandırılır. ASTM C 1260, yavaş reaksiyon gösteren ve ASTM C 227 ile tespit edilemeyen agregaların belirlenmesinde kullanılan zorlu deney koşullarına sahiptir.

2.3. Beton Prizma Deneyi

Beton prizma deneyi, ASTM C 1293 standardına uygun olarak gerçekleştirilir. Bu deney, alkali silis reaksiyonu nedeniyle betonda meydana gelen boyca genleşme ile agregaların reaksiyonu hakkında bilgi sağlar. 75x75x285 mm boyutlarında hazırlanan harç çubukları, sızdırmaz bir kap içinde, su üzerinde %100 bağıl nemde ve 37.8°C sıcaklıkta saklanır. Kullanılan numunelerin su/çimento oranları 0.42 ile 0.47 arasında değişebilir. Belirli koşullarda saklanan numunelerin boyca

genleşme miktarları, birinci gün alınan ölçümlerle karşılaştırılır ve %0.001 hata payıyla ölçümler yapılır. Ölçümler, 7, 28, 56 gün ve ardından 3, 6, 9, 12 ay sonra tekrar alınır. 12 ay sonunda, boyca genleşme miktarı %0.04 veya daha fazla ise potansiyel bir tehlike söz konusu olabilir. Bu yöntem, beton üzerinde uygulandığından daha gerçekçi sonuçlar verir, ancak deneyin uzun sürmesi bir dezavantaj olarak kabul edilmektedir (Çullu vd., 2010).

2.4. Agregaların Petrografik Analizi

Petrografik analiz, kayacın içerdiği minerallerin türü ve yüzde değerlerine göre kayacın adlandırılmasını ifade eden bir işlemdir. Bu analiz, ASTM C 295 (1994) standardına uygun olarak gerçekleştirilir. Agregalardan alınan ince kesitler, optik mikroskop altında incelenerek potansiyel reaktif silis minerallerinin varlığı tespit edilebilir. Ayrıca, çatlama gösteren betonlardan alınan ince kesit örneklerinin incelenmesi sonucunda çatlamanın alkali silis reaksiyonu kökenli olup olmadığı da anlaşılabilmektedir.

3. Van İlinde Bulunan Volkanik Agregaların Alkali-Silis Reaktivitesinin Değerlendirilmesi

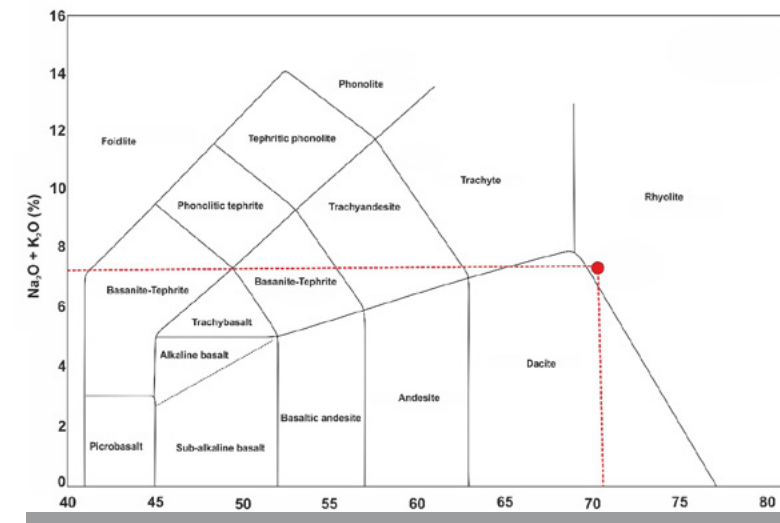
Yapılan çalışma kapsamında, Van ili Erciş ilçesinde bulunan beton agregası olarak kullanılan volkanik agregaların alkali silis reaktivitesi incelenmiştir. Araziden temin edilen numunelerin kimyasal bileşimlerini belirlemek amacıyla Maden Teknik Arama (MTA) Genel Müdürlüğü bünyesinde bulunan laboratuvarıda X-Işınları Floresans Spektroskopisi (XRF) analizleri gerçekleştirilmiştir. XRF sonuçları Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1'den görüldüğü üzere trakiandezit numunesi %71.2 oranında silis içeriğine sahiptir. Yüksek silis içeriğinden dolayı numunelerin agrega olarak kullanılabilirliğine karar vermek için alkali silis reaktivitesini (ASR) belirlemek gerekmektedir. Deneylerde kullanılan numuneler, Le Bas ve ark. (1992) tarafından önerilen TAS diyagramı kullanılarak da analiz edilmiştir. Bu diyagrama göre, numuneler riyolitik kökenlidir (Şekil 2).

Oksitler	İçerik (%)
Al ₂ O ₃	12.7
BaO	0.01
CaO	1.3
Cr ₂ O ₃	<0.01
Fe ₂ O ₃	1.9
K ₂ O	4.7
MgO	0.2
MnO	0.1
Na ₂ O	2.9
NiO	<0.01
P ₂ O ₅	<0.1
Rb ₂ O	0.02
SO ₃	0.03
SiO ₂	71.2
SrO	<0.01
TiO ₂	0.2
V ₂ O ₅	<0.01
Y ₂ O ₃	0.01
ZnO	0.01
ZrO ₂	0.04

Agregaların ASR oranını belirlemek amacıyla araziden alınan numuneler üzerinde ASTM C 1260 (1994) standartlarına göre hızlandırılmış harç çubuğu deneyleri gerçekleştirilmiştir. Bu deney kapsamında araziden blok olarak alınan numuneler Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Maden Mühendisliği, Maden İşletme Laboratuvarında standartta belirtilen elek açıklarına uygun olarak şekilde çeneli kırıcıda kırılarak boyutlandırılmıştır. Harç çubukları hazırlanırken ASTM C 1260 (1994) standardında önerildiği gibi su/çimento oranı 0.47, çimento miktarı 441 g, su miktarı ise 209 ml olarak belirlenmiştir.

Harç çubukları hazırlanırken 25x25x285 mm boyutlarında metal harç kalıpları kullanılmıştır. Hazırlanan harç çubukları %90 nem içeren 23° sıcaklığa sahip kür odasında 24 saat bekletilmiş, daha sonra kalıptan çıkarılmıştır. Kalıplardan çıkarılan harç çubuklarının ilk boyları komperatör ile (hassasiyet yazılabilir) ölçülmüş ve 80° saf su içerisinde 24 saat boyunca bekletilmiştir. Sıcak su içerisinden çıkarılan numuneler 1 mol? NaOH içeren ve 80° sıcaklıkta bulunan ASR tankına alınmıştır. ASTM C 1260 (1994) standardının önerileri doğrultusunda harç çubuklarının boyları 3, 7, 14 ve 28. günlerde periyodik olarak ölçülmüştür. Eşitlik 1’de sunulan formül yardımıyla harç çubuklarının boylarında meydana gelebilen değişimler belirlenmiştir.



$$\% L = (\Delta L / L) \times 100$$

Burada;

% L = Boy uzama miktarını,

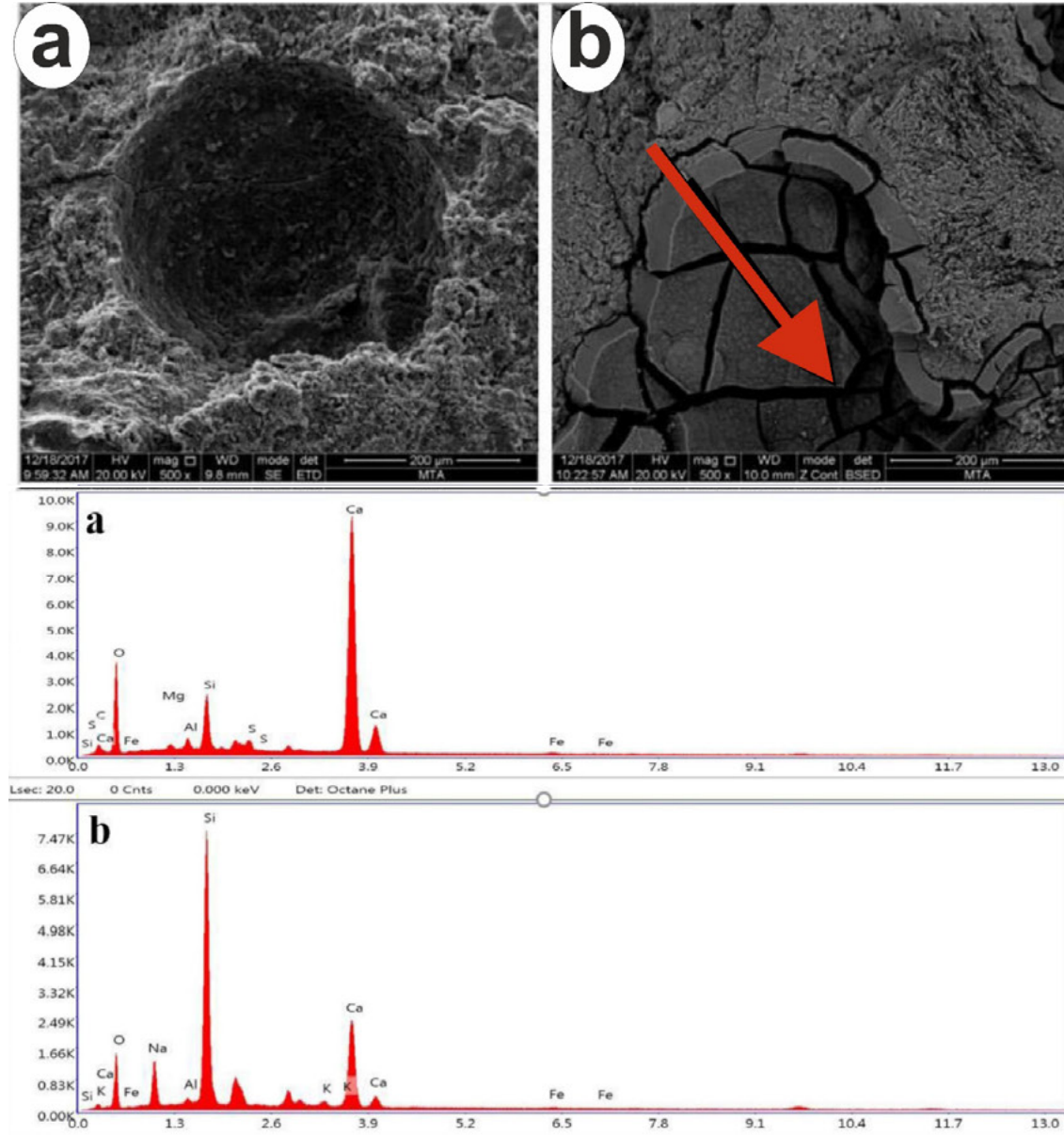
ΔL = Numunede meydana gelen boy değişimini (mm),

L = Numunenin ilk boy uzunluğunu (mm) ifade etmektedir.

Yapılan hızlandırılmış harç çubuğu deneyleri neticesinde numunelerin boy-larında meydana gelen değişimler 28. gün sonunda % 0.215 olarak belirlenmiştir. Bu değer, söz konusu litolojinin beton agregası olarak kullanılması du-

rumunda alkali silis reaktivitesi yönünden olumsuz durumlar oluşturabileceğine işaret etmektedir. Bu kapsamda harç çubuklarında oluşan jel oluşumlarını gözlemleyebilmek amacıyla MTA laboratuvarında Taramalı Elektron Mikroskopisi (SEM) analizleri gerçekleştirilmiştir. 28. gün sonunda harç çubuklarında meydana gelen jel oluşumları net olarak gözlenmiştir (Şekil 3). Hızlandırılmış harç çubuğu deneyine tabi tutulan ve deneye tabi tutulmayan numunelerde olu-

şan mineralleri görmek amacıyla SEM ile birlikte Enerji Ayrımlı X-Işını Analizi (EDX) de yapılmıştır. Şekil 3'te görüldüğü üzere deneye tabi tutulan numunede alkali silis jelinin oluşumu ile birlikte silis içeriği artmış ve kalsiyum içeriği düşmüştür. Bu veriler çalışma kapsamında uygulanan deney neticesinde harç çubuklarında alkali silis jelinin oluştuğunu göstermektedir.



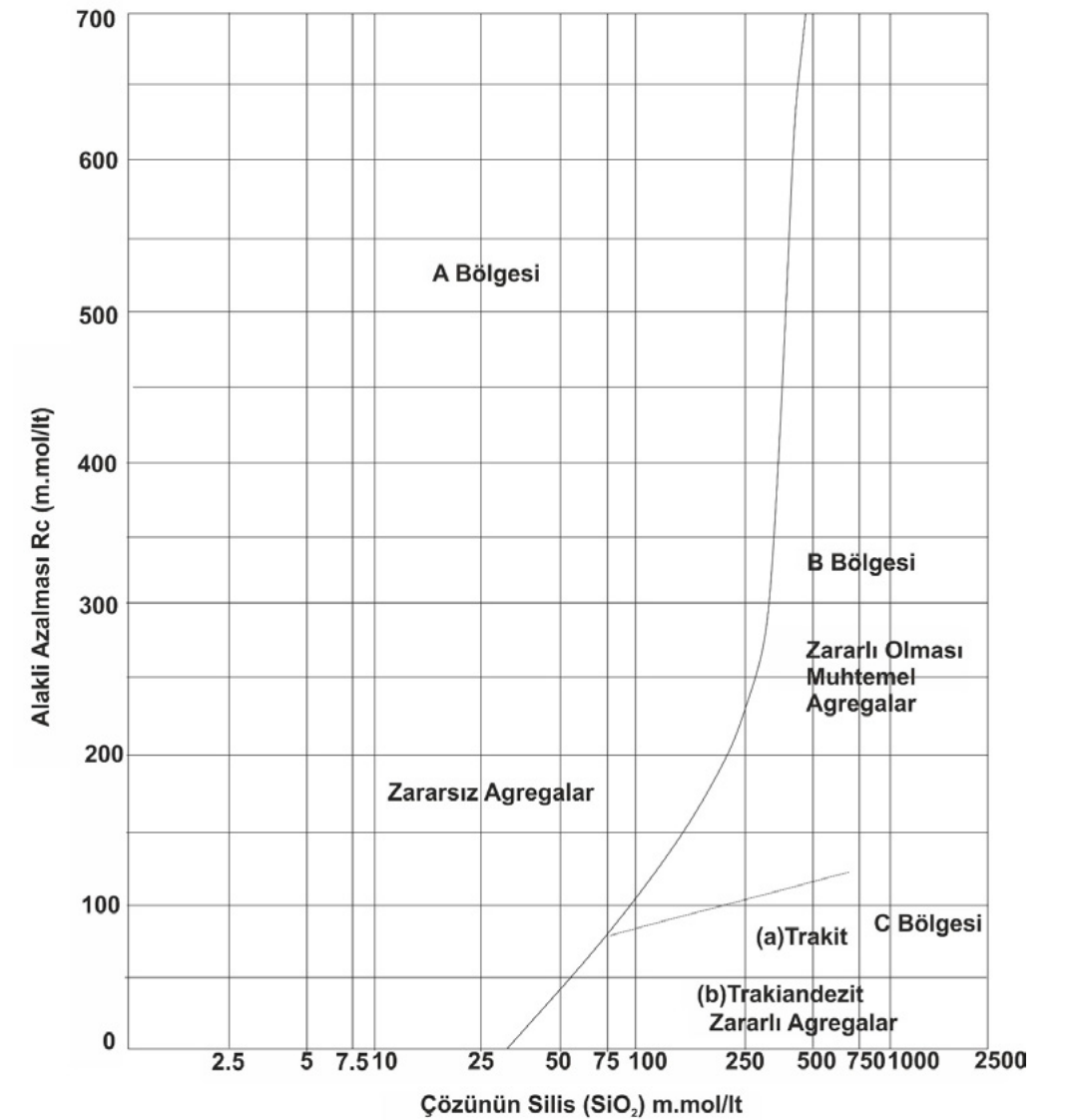
Şekil 3. 28 gün sonunda numunede meydana gelen alkali silis jeli oluşumu. a) Hızlandırılmış harç çubuğu deneyine maruz bırakılmamış numune. b) Hızlandırılmış harç çubuğu deneyine maruz bırakılmış numune.

4. Sonuçlar ve Öneriler

Silis içeriği yüksek olan agregalar daha yüksek dayanım ve yalıtım özellikleri sundukları için beton yapımında tercih edilmektedirler. Doğada oluşması yıllar alan alkali silis jeli laboratuvar ortamında 28 gün gibi kısa bir zamanda hızlı ve doğru bir şekilde belirlenebilmektedir. Alkali silis reaktivitesine neden olabilecek agregaların kullanılmadan önce özelliklerinin iyi bilinmesi oldukça önemli bir konudur. Çünkü yapıda alkali silis jeli kaynaklı yenilmeler başladığında geri dönüşü olmamakta ve yapı servis ömrünü tamamlayamadan yenilmektedir. Bu kapsamda çalışmaya konu olan Van ili Erciş ilçesinde yer alan agregaların yapı malzemesi olarak kullanılmadan önce mutlaka alkali silis reaktivitesine yönelik önlemler alınarak kullanılması gerekmektedir. Bunun için alkali silis reaktivitesine neden olan üç faktörün (yüksek silis içerikli agreg, su ve nem) önlenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda agreg, yerine belirli oranlarda alkali silis reaktivitesi oluşturmayacak agreg, kullanarak silis içeriği düşürülebilmektedir. Alkali Silis Reaktivitesinin belirlenmesinin yanı sıra bunun etkilerinin de azaltılması/ortadan kaldırılması ile ilgili çalışmalar yapılmalıdır.

Varol ve ark. (2018) yılında yaptıkları

çalışmada Van ilinde yer alan ortaçağ volkanik agregalarda alkali silis reaktivitesi etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, yaptıkları çalışmada trakit ve trakiandezit agregalarında alkali silis reaktivitesini belirlemişlerdir. Bu kapsamda ilk olarak agreg, numuneleri üzerinde ASTM C 289 (1994) standardına göre agregaların alkali silis diyagramındaki yerini belirlemişlerdir (Şekil 4). Yapılan analizler neticesinde hem trakit hem de trakiandezit kökenli agregaların alkali silis reaktivitesi oluşturabilecek potansiyele sahip olduğu belirlenmiştir. Bunun üzerine araştırmacılar alkali silis reaktivitesi oluşturabilecek agreg, yerine pomza ikame ederek bu sorunun önüne

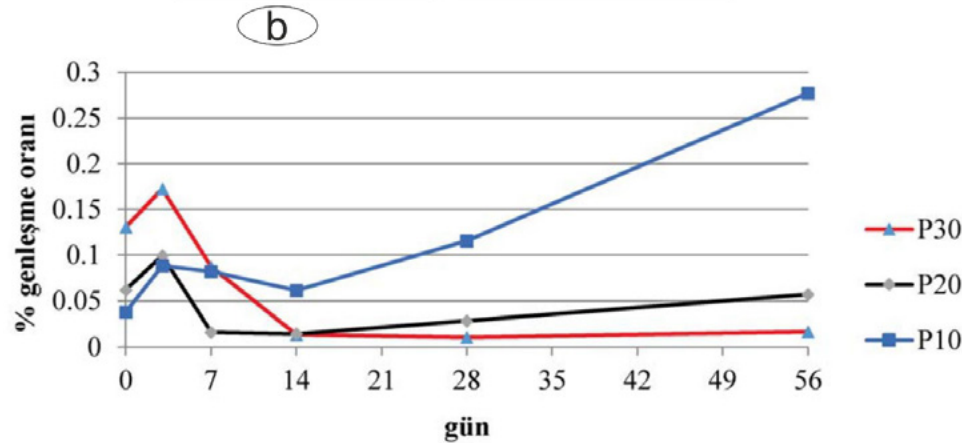
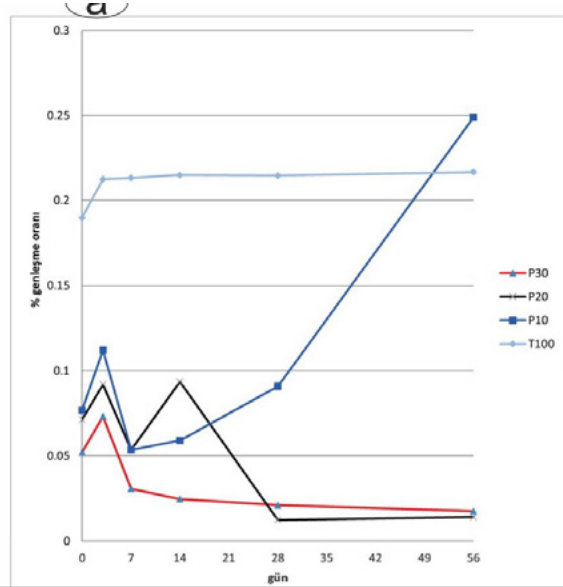


Şekil 4. Trakit ve trakiandezit kökenli agregaların alkali silis diyagramındaki yeri.

geçmeye çalışmış ve belirli oranlarda agrega yerine pomza agregası ikame ederek hızlandırılmış harç çubuğu deneyi ile harç çubuklarında meydana gelen boyca uzama miktarını belirlemişlerdir. Yapılan araştırma neticesinde agrega yerine %20 ve %30 oranlarında pomza ikamesinin harç çubuklarında meydana gelen boyca uzamanın zararsız olarak nitelendirilen uzama miktarlarına kadar düştüğü belirlenmiştir (Şekil 5). Pomzanın yüksek su emme kapasitesine sahip olmasından dolayı alkali silis reaktivitesine neden olan üç unsurdan biri olan su ortamdan çekilince agregalar alkali silis reaksiyonu açısından zararsız hale gelmiştir.

Kaynaklar

- Aköz, F. ve Çakır, Ö. (2004). *Alkali Agrega Reaksiyonunun Betonda Neden Olduğu Hasarların Deneysel Olarak Araştırılması*. İMO 17. Teknik Kongre, İstanbul.
- Andiç, Ö. (2007). *Alkali Agrega Reaksiyonunun Tespitinde Kullanılan Deney Metotlarının İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Sayfa 252.
- ASTM C 1260-94 (1994). *Standart Method for Potential Alkali-Silica Reactivity of Aggregates (Mortar Bar Method)*. Annual Book of ASTM Standards.
- ASTM C 1293. 1994. *Standard Test Method for Determination of Length Change of Concrete Due to Alkali Silica Reaction*. Annual Book of ASTM Standards, Concrete
- ASTM C 227. 1994. *Standart Test Method for Potential Alkali Reactivity of Cement Aggregate (Mortar Bar Method)*. Annual Book of ASTM Standards, Concrete and Mineral Aggregates, Philadelphia, USA, American Society for Testing and Materials.
- ASTM C 289 (1994). *Potential Alkali-Silica Reactivity of Aggregates (Chemical Method)*
- ASTM C 295 (1994). *Petrographic Examination of ASTM Standards*, ASTM, ASTM Publication
- Aydın, E. G. (2012). *Çeşitli Mineral Katkıların Betonda Alkali Silika Reaksiyonuna Etkisi* (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Bektaş, F. (2002). *Preventive Measures Against Alkali-Silica Reaction*. Middle East Technical University, Ankara, Turkey.
- CSA,A23.2-94,1994.*Test method for detection of alkali-silica reactive aggregate by accelerated expansion of mortar bars*. Methods of Test for Concrete. Canadian Standards Association, Ontario, Canada,pp.236-242.
- Çapuroğlu, O., Andiç, Ö., Broekmans, M., Kühnel, R. (2009). *Mineralogy, Geochemistry and Expansion testing of an Alkali-Reactive Basalt From Western Anatolia, Turkey*. Materials characterization. Sayfa 756-766.
- Çullu, M., Subaşı, S. Bolat, H. (2010). *Beton Kanserisi-Alkali Silika Reaksiyonu*. e-Journal of New World Sciences Academy. Volume: 5, Number: 3, Article Number: 1A0103.
- Davies, G., Oberholster, R.E., 1987. *Use of the NBRI accelerated test to evaluate the effectiveness of mineral admixtures in preventing the alkali-silica reaction*. Cement and Concrete Research, 17, 97-107.
- Fookes, P.G., 1980. *An introduction to the influence of natural aggregates on the performance and durability of concrete*. Quarterly Journal of Engineering Geology, 123, 207-229.
- Gillott, J. E. ve Rogers, C. A. 1994. *Alkali aggregate Reaction and Internal Release of Alkalis*. Magazine of Concrete Research, 46 (167): 99-102.
- Grattan-Bellew, P. E. 1980. *Canadian Experience with the Mortar Bar Accelerated Test for Alkali-Aggregate Reactivity*, Engineering Materials Offices, Ministry of Transportation, Downsview, Ont. Report EM-92, pp. 17-34.
- Hobbs, D.W. 1982. *Influence of Pulverised Fuel Ash and Granulated Blast Furnace Slag Upon Expansion Caused by Alkali Silica Reaction*, Magazine of Concrete Research, 34 (119): 83-94.
- Hooton, R.D., Rogers, C.A., "Development of NBRI Rapid Mortar Bar Test Leading to its Use in North America", In 9th ICAAR, London, 1992, pp. 461-67.
- Hooton, R.D., Rogers, C.A., 1992. *Development of the NBRI rapid mortar bar test leading to its use in North America*. Proceedings Ninth International Conference on AAR in Concrete Concrete Society Publication CS104, vol.1, London, pp. 461-467.
- Korkanç, M. ve Tuğrul, A., (2005). *Evaluation of selected basalts from the point of alkali-silica reactivity*, Cement and Concrete Research, (35) 505-512.
- Kurt, D. (2009). *Alkali Silis Reaksiyonunu Önlemek İçin Betonda Puzolanik ve Kimyasal Katkı Kullanmanın Etkilerinin Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale, Sayfa 104.
- Le Bas, M. J., R. W. Le Maitre, A. R. Woolley. 1992. *'The Construction of the Total Alkali-Silica Chemical Classification of Volcanic Rocks'*. Mineralogy and Petrology 46 (1): 1-22.
- Ramyar, K. (2013). *Betonda Alkali Silis Reaksiyonu: Bir Derleme*. Hazır Beton Kongresi, İstanbul, Sayfa 70-82.
- Varol, O. O., Ayhan, M., Oyan, V. (2018). *Van ili kuzeyinde yer alan ortaçağ volkanik agregalarda asr etkilerinin incelenmesi*. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 9(2), 817-827
- Yıldırım, K. ve Tekin, İ. (2014). *Alkali Silis Reaksiyonu Açısından Sakarya Nehri ve Çoruh Nehri Agregalarının Araştırılması*. ISITES 2014, Karabük, Türkiye. Sayfa 801-806.



Şekil 5. a) Trakit yerine pomza ikamesi neticesinde harç çubuklarında meydana gelen boyca uzama miktarı, b) trakiandezit yerine pomza ikamesi neticesinde harç çubuklarında meydana gelen boyca uzama miktarı

Orman yangınlarının ardından gelen ikincil tehlike: Kütle hareketleri



Doç. Dr. Tümay Kadakci Koca

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Muğla

Günümüzde orman yangınları, iklim değişikliğinin etkisiyle giderek artan bir tehdit haline gelmiştir. Bu yangınlar, sadece bitki örtüsünü değil, aynı zamanda toprağı da etkileyerek ekosistem dengesini tehdit etmektedir. Özellikle Amerika Birleşik Devletleri, Kanada ve Avustralya'da yaygın olarak gözlenen orman yangınlarının son yıllarda Akdeniz ülkelerinde de arttığı görülmektedir (Şekil 1).

Orman yangınları sırasında, toprak yüzey sıcaklığı genellikle 150°C ve 700°C arasında seyredip 1150°C'ye kadar yükselebilmektedir. Yüzeyde, organik katmanda ve hemen altındaki mineral toprakta meydana gelen ısı artışları büyük farklılık sunmaktadır. Yangın şiddeti yani bir yangının bi-

rim zamanda açığa çıkardığı ısı enerjisi arttıkça, toprak yüzeyinde büyük ölçekte değişime neden olan sıcaklığın derinlik boyunca iletimi de artar ancak genel olarak 3-5 cm ile sınırlı kalmaktadır. Orta-yüksek sıcaklıklarda toprağın fiziksel, kimyasal, mineralojik ve mekanik özelliklerinde değişiklik meydana gelmektedir. Yangınların toprak özellikleri üzerindeki etkileri, yangın şiddeti, toprak türü ve topraktaki bozunma sonrası toprağın iyileşme yeteneği gibi genetik faktörlere bağlı olarak kısa ve uzun dönemlerde hem olumlu hem de olumsuz yönde olabilmektedir. Böylelikle erozyon ve kütle hareketi potansiyelinin yangın sonrasında arttığı bilinmektedir. Yangın ardından en çok gözlenen erozyon türleri su erozyonlarıdır. Damla (Onda vd., 2008), yüzey (Inbar vd., 1997), oluk (Robichaud vd., 2010) ve oyuntu erozyonu (Moody vd., 2013) olmak üzere dört farklı su erozyonu gözlenebilmektedir. Erozyon genellikle yavaş ve sürekli bir süreçtir, ancak kütle hareketleri daha ani ve büyük ölçekli olaylardır. İkisi arasındaki bağlantı, erozyonun yerin stabilitesini azaltarak kütle hareketi olasılığını artırabilmesidir. Literatürde, yangın sonrasında meydana gelen çamur ve moloz akmaları (Cannon vd., 2010; Santi vd., 2013; Thomas vd., 2021), kaya düşmeleri (DeGraff

vd., 2015; Sarro vd., 2021; Graber ve Santi, 2023), rotasyonel/dairesel kaymalar (Araújo Santos vd., 2020; Rengers vd., 2020) ve karmaşık kütle hareketleri (Lainas vd., 2016) çalışılmıştır (Şekil 2-5).

Yangın sonrasında, toprağın kohezyon direncine katkı sağlayan bitki köklerinin kaybolması ve toprağın yüksek sıcaklık neticesinde dayanımının değişmesi nedeniyle genel olarak kesme dayanımında azalım gözlenecektir. İlksel dayanımı değişen toprak örtüsü, özellikle aşırı yağışlar ile topoğrafik eğimin de etkisiyle yamaç aşağı hareket etmeye başlayacaktır; bu durumu sismik hareketlerin de tetikleyebileceği bilinmektedir (Gabet, 2003). Ancak yangınların ardından erozyon ve kütle hareketi miktarındaki artışın başlıca faktörü aşırı yağışlar olmaktadır (Rengers vd., 2020). Sidle ve Bogaard (2016), ağaç kök direncinin yeniden eski haline dönebilmesi için yangından en az 9 yıl geçmesi gerektiğini savunmuştur. Bu da ilerleyen süreçte erozyon ve kütle hareketi hassasiyetinin değişen ölçülerde devam edeceği anlamına gelmektedir. Benzer bir sonuç, Culler vd. (2021) tarafından kütle hareketlerinin yangından iki veya üç sene sonra gerçekleşebildiği şeklinde bildirilmiştir. Avusturya'da Malowerschnig ve Sass (2014) tarafından yapılan bir çalışmada, yangın sonrası 60 yıl içinde sahanın toplamda %40'ında yeniden ağaç gelişimi olduğu belirlenmiştir. Bu da yanmış alanın daha uzun bir süre yangın öncesi yoğunlukta bitki örtüsüne ulaşamayacağı ve kütle hareketlerine maruz kalacağını göstermektedir. Bu örnekteki gibi 100 yılı



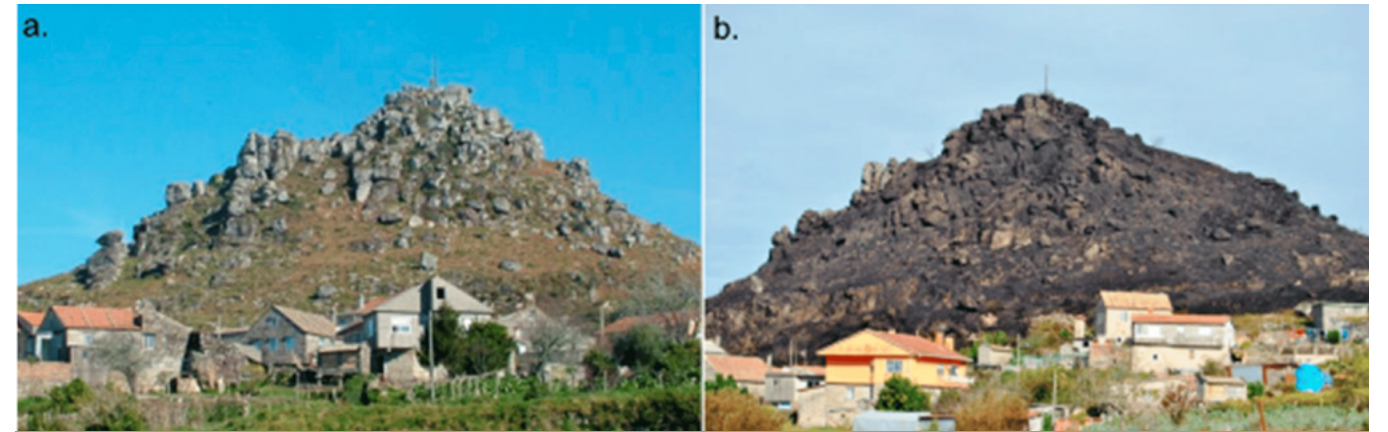
Şekil 2. Yangın sonrası aşırı yağışlar nedeniyle güney Kaliforniya'da gerçekleşen, yolları ve yerleşim alanlarını etkileyen çamur akması (Fotoğraf: Fritz, 2018)



Şekil 3. Arizona Pipeline Yangınının ardından meydana gelen çamur ve moloz akması (Fotoğraf: Petley, 2022)



Şekil 1. 2021 yılı ağustos ayında, Muğla'da eş zamanlı gerçekleşen çeşitli yangınlardan biri olan Kavaklıdere Orman Yangını (Fotoğraf: Kadakci Koca vd., 2023)



Şekil 4. 2017 yılındaki Galicia, İspanya'daki yangının; a) öncesi ve b) sonrasında yanan tepenin görüntüsü ve kaya düşme alanları (Fotoğraf: Sarro vd., 2021)



Şekil 5. São Gião, Portekiz'deki yangının ardından yol üstündeki sığ ve tepedeki derin kaymalar (Fotoğraf: Araújo Santos vd., 2020)

aşan, uzun yenilenme/iyileşme süresini, çok dik yamaç eğimine, sığ toprak gelişimine ve dolomitik kireçtaşı yüzleklerine bağlamışlardır. Lainas

vd. (2016), 2007-2011 yılları arasındaki 4 yıllık periyotta, Yunanistan'da yangından etkilenmiş bir alanda, 122 adet yağışlarla tetiklenmiş kütle hareketi kaydetmişlerdir. Yangın öncesi döneme ait kütle hareketi envanteri ile karşılaştırıldığında, fliš birimi üzerinde kütle hareketi sıklığının %2,63'ten %30,33'e çıktığını belirlemişlerdir. Bu da yangının, kütle hareketleri için hazırlayıcı faktör olduğunu gözler önüne sermektedir. Rengers vd. (2020) ise tekrarlı olarak yangına maruz kalan güney California'daki çalışma alanında, yangın sonrası moloz akmalarının ilk yangından sonraki üç yıl boyunca devam ettiği, daha sonra bölgedeki kütle hareketlerinin çok sığ kaymalara evrildiğini belirlemişlerdir. Tüm bu çalışmalar, yangın sonrasında devam eden ikincil tehlike olan kütle hareketlerine karşı sahanın duyarlılığının ekolojik yenilenmenin hızına ve iklimsel faktörlere göre değişeceğini göstermektedir.

Tablo 1. Farklı zamanlarda ve bölgelerde meydana gelen yangınlar, ikincil afet olarak oluşan kütle hareketleri ve etkileri

Kütle Hareketi Türü/Tarih	Yangın/Tarih	Lokasyon	Etki Alanı (ha)	Sonuçlar
Kaya Düşmesi/ Temmuz 2006	Bear Gulch II Yangını/ Temmuz 2006	Washington/ ABD	303.51	Yollar kapanmıştır.
Kaya Düşmesi/ Nisan 2011	Canyon Yangını/ Eylül 2010	Kaliforniya/ ABD	4002	Yollar kapanmıştır.
Rotasyonel Kayma/ Eylül 2016	Wye River Yangını/ Aralık 2015	Victoria/ Avustralya	2500	Kasabanın 1/3'ü yanmış, yollar kapanmıştır.
Moloz Akması/ Haziran 2018	Milli Yangını/ Ağustos 2017	Oregon/ ABD	9700	Sadece yangın söndürme çalışmaları için 15 milyon dolar harcanmıştır.
Montecito Moloz Akması/2018	Thomas Yangını/ Aralık 2017	Kaliforniya/ ABD	114078	46 kişi yangında, 23 kişi moloz akması nedeniyle ölmüştür.
Coconino Çamur Akması/ Temmuz 2022	Pipeline Yangını/ Haziran 2022	Arizona/ ABD	10737	Çamur akmasının maliyeti 20-30 milyon doları bulmuştur.

Yangın Sonrası Gerçekleşen Kütle Hareketlerinin Etkileri

Orman yangınlarından sonra meydana gelen kütle hareketleri ve hızlandırılmış erozyon süreçleri özellikle ulaşım ağı ve yerleşim alanlarında ciddi sosyo-ekonomik sonuçlara yol açmaktadır (DeGraff vd., 2015; Wall vd., 2020). Bunlardan en etkili olanları Tablo 1'de özetlenmiştir.

Araştırma Yöntemleri

Gartner vd. (2014) yaptıkları çalışmada yangın sonrasında uzaktan algılama ve gözlemsel yöntemlerle belirlenen toprak yanma şiddeti sınıflamasının, sediman taşınım miktarıyla güçlü korelatif ilişkiye sahip olduğunu belirlemişlerdir. Bir başka deyişle, yüksek yanma şiddeti gösteren alanlarda erozyon faaliyeti de artmaktadır. Bu nedenle yangının hemen ardından yürütülen birincil araştırma yöntemi, çeşitli büyüklükteki (lokal veya bölgesel) alanlar için Landsat TM, Landsat ETM, Landsat 8 OLI, Sentinel-2 gibi uydulardan alınan yangın öncesi ve sonrası görüntüler kullanılarak uzaktan algılama yöntemleriyle yanmış bölgenin sınırlarının çizilmesidir. Daha sonra, uydulara ait farklı spektral özelliklere sahip, farklı yüzeyler için farklı yansımaya değerleri veren bantların oranlanması veya tek bir banda ait görüntü kullanılarak, yangın öncesi ve sonrası farkları alınarak sınıflandırılmasıyla yanma şiddeti dağılımı belirlenmektedir. Bir yangın alanı içerisinde yangının şiddeti topoğrafya, bakı, bitki örtüsü, rüzgâr ve jeolojik faktörler nedeniyle eşit dağılım göstermez; bu nedenle de farklı yanma şiddetindeki alanlar ayırt edilmelidir.

Yanma şiddetinin belirlenmesi için en çok kullanılan uydu bantları yakın kızıl ötesi (NIR), kırmızı (RED) ve kısa dalga kızılötesi (SWIR)'dir. Yanan vejetasyon kırmızı, yeşil ve SWIR bantlarında daha yüksek yansımaya değerlerine sahip olurken, NIR spektral bölgesinde yansımaya değerleri düşmektedir. Bu farklar göz önünde bulundurularak, SWIR ve NIR spektral yansımaya değerlerinin bir arada kullanıldığı en yaygın yanma şiddeti indisi Normalize Edilmiş Yanma Şiddeti (NBR)'dir (Miller ve Thode, 2007). Bu indis, yangın sonrası tahrip olmuş bitki örtüsü ve açığa çıkan toprak

yansımaya değerleri arasındaki dengeyi koruyarak yangın şiddetinin değerlendirilmesine olanak sağlar. Öte yandan, yanma şiddetinin belirlenmesinde faydalanan bir diğer indis, Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü İndisi (NDVI)'dir.

Bu indisler kullanılarak elde edilen yanma şiddeti haritalarının geçerliliği ise Key ve Benson (2006) tarafından geliştirilen birleşik yanma indeksi (CBI) gibi arazi gözlemleriyle test edilmektedir. Ancak bu bahsedilen araştırma yöntemleriyle, daha çok vejetasyonda meydana gelen tahribat ortaya konulmaktadır. Halbuki, yangın sonrası toprakta meydana gelen değişimlerin, erozyon ve kütle hareketi potansiyelinin belirlenmesi için toprak yanma şiddetinin araştırılması önem taşımaktadır (Kadakci Koca, 2023a). Parsons vd. (2010) ise erozyona karşı duyarlılığının daha doğru bir şekilde yorumlanabileceği toprak yanma şiddeti haritalarının oluşturulması için, arazi gözlemleriyle topraktaki değişimlerin incelendiği bir rehber oluşturulmuşlardır. Yanmış alan Yansımaya Sınıflaması (BARC) verisini kullanarak, arazi gözlemlerini de dikkate alarak toprak yanma şiddeti haritalamasına öncülük etmişlerdir. Kadakci Koca vd. (2023) ise toprak yanma şiddetinin belirlenmesi için yukarıda bahsedilen yöntemlere ek olarak, deneysel toprak verilerinin de (fiziksel ve mekanik özellikler) mekânsal olarak haritaya işlenmesiyle bütünleşik bir toprak yanma haritası oluşturmuşlardır. Bu sayede, yangın sonrası kütle hareketi ve hızlandırılmış erozyon için potansiyel alanlar tahmin edilebilmektedir.

Orman Yangınlarının Ardından Kütle Hareketlerinin Önlenmesi ve Yönetimi

Hope vd. (2015)'e göre, yangın sonrası risk yönetiminde yanmış alanın 50 hektardan büyük bir alanı kapsamaması, yangının orta-yüksek şiddette olması, yaşam alanlarına, yollara ve havzalara yakın olması gibi durumların değerlendirilmesi gerekmektedir. Zaman içerisinde daha çok sayıda olayın gerçekleşmesi ve bu sayede daha fazla gözlemsel ve ölçümsel verinin elde edilmesi sayesinde yangın sonrası kütle hareketlerinin hangi yağış miktarında veya nerede meydana gelebileceğinin daha iyi tahmin edilmesi mümkün olacaktır (Palmer, 2022). Farklı ölçüm araçlarının kullanımıyla, çamur ve moloz akmalarını tetik-

leyen yağışın yoğunluğu, toprağa ne kadar su sızdığı ne kadarının yüzey akışına geçtiği belirlenerek mevcut risk modelleri geliştirilip, bölgeye özgü modeller oluşturmaya yardımcı olacak diğer kritik değişkenler belirlenebilmektedir. Bu kapsamda, yerel otoriteler, sorunu hızlı uygulama ile çözüme kavuşturmak için çevreye ciddi bir etkisi olmayan önlemleri uygulamaya odaklanırken, Lainas vd. (2021) yangın sonrası envanter oluşturmak ve kütle hareketi potansiyeline sahip alanları belirlemek için mühendislik jeolojisi değerlendirmesi yapılması gerektiğini savunmuştur.

Mühendislik jeolojisi çalışmaları;

(1) Kütle hareketlerini belirlemek ve haritalamak için saha araştırmaları,

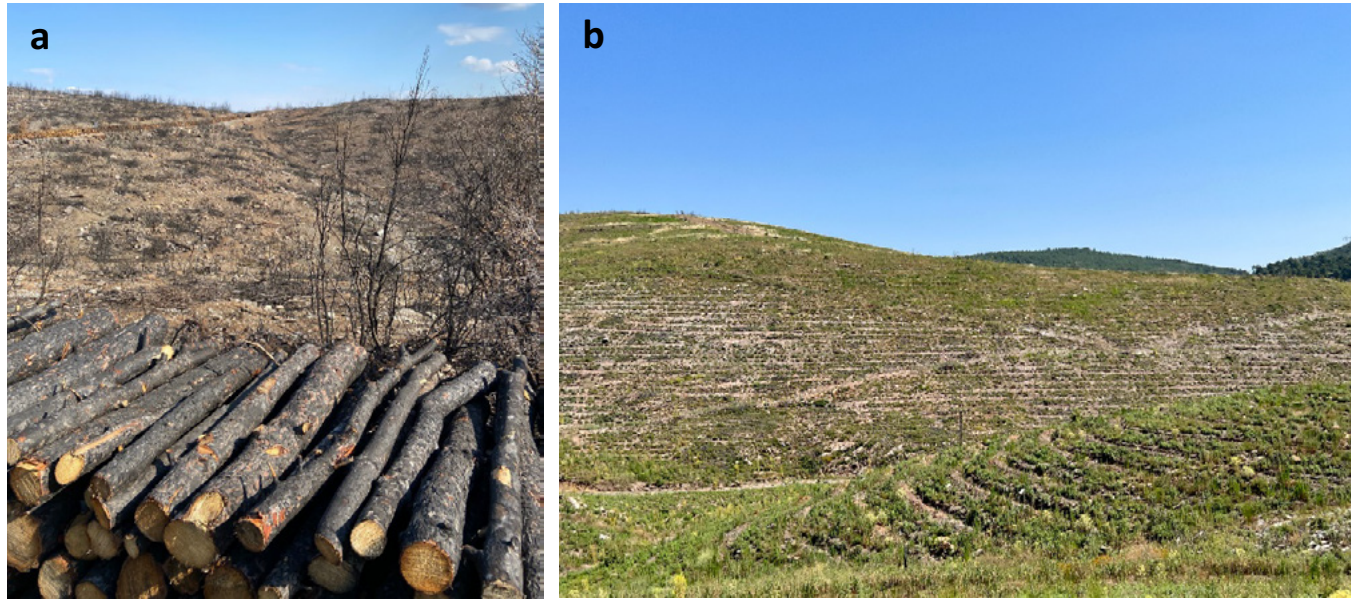
(2) Ciddi sosyo-ekonomik etkisi olan önemli kütle hareketleri için saha incelemesi ve

(3) Uygun şekilde tasarlanmış bir “Kütle Hareketi Envanter Formu” kullanılarak kütle hareketlerinin sistematik olarak kaydedilmesini içermektedir.

Burada bahsedilen mühendislik çalışmalarının içeriği, zaman, ekolojik ve risk faktörlerine göre değişiklik gösterebilir. Kadakci Koca (2023b, c)

ise yanmış toprakların mühendislik özelliklerinin deneysel olarak belirlenerek mekânsal dağılımlarının ortaya konulmasının altını çizmiştir. Multidisipliner çalışmalar neticesinde ise yanmış alanlarda ağaçlandırma ve toprak rehabilitasyonu, su yönetimi stratejileri, bariyer yapıları ve erken uyarı sistemleri geliştirilebilmektedir.

2021 yılında Muğla'daki Kavaklıdere Yangınında yanmış olan Karaçam (*Pinus nigra* L.) ve Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ormanında, Kavaklıdere Orman İşletme Müdürlüğü tarafından bir sene içinde boşaltma kesimleri ve daha sonra ise teraslandırma, dikim ve tohum takviyesi çalışmaları yapılmıştır (Şekil 6). Literatürde her ne kadar boşaltma kesimlerinin toprak özelliklerinde bozulmaya neden olup, toprak iyileşmesini geciktireceği savunulsa da (Lewis vd., 2023), bunun toprak üzerinde etkisi olmadığını savunan çalışmalar da mevcuttur (Kaptanoğlu ve Namli, 2019). Malçlama işlemi de yangın sonrası yüzey akışını azaltmak adına yapılan yaygın işlemlerden biridir (Ebel vd., 2012). Geçici veya kalıcı erozyon kontrol bariyerleri, moloz/çamur akmalarıyla taşınabilecek malzemeleri biriktirmek ve sellenme hızını azaltmak için kanal bariyerleri de ekonomik ve hızlı çözümler olmaktadır (Araújo Santos vd., 2020).



Şekil 6. Yangın sonrası a) ilk yıl gerçekleştirilen boşaltma kesimleri ve b) daha sonra (2. yıl) yapılan teraslandırma çalışmaları (Kavaklıdere, Muğla) (Fotoğraf: Tümay Kadakci Koca)

Sonuçlar

İklim değişikliğiyle birlikte artan orman yangınları, doğanın karmaşık bir gerçeği olup, ekosistem üzerinde geniş kapsamlı ve uzun vadeli etkilere neden olmaktadır. Bu etkiler, sadece bitki örtüsünde değil, toprak ve aynı zamanda su kaynakları, biyoçeşitlilik, iklim ve insan yerleşimleri üzerinde de hissedilmektedir.

Yangın sonrası ikincil afetlere karşı duyarlılığının belirlenmesi için hızlandırılmış erozyon nedeniyle taşınan sediman miktarı, havza morfolojisi, her havza içindeki toprak yanma şiddeti dağılımları, en son yangın tarihi, tetikleyici fırtına veya yağış koşulları ve toprağın mühendislik özelliklerinin araştırılması büyük önem taşımaktadır. İkincil tehlikelerin ne kadar süreyle devam edebileceği de orman ve toprak yenilenme sürecinin süresini belirlemekle mümkündür. Ekolojik, morfolojik ve iklimsel özelliklere bağlı olarak farklı coğrafyalarda yangın sonrası farklı erozyon ve kütle hareketi türleri ve sıklıkları görüldüğü gibi ekolojik yenilenme/iyileşme süresi de farklılık göstermektedir. Böylelikle, yangın sonrası alınacak tedbirlerin yerel karakteristiklere göre tasarlanması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Yerel yönetimler, farklı disiplinlerden bilim insanları ve toplumlar arasında iş birliği, orman yangınlarının uzun vadeli etkilerini anlama ve bu doğal felakete karşı etkili bir şekilde mücadele etme konusunda önemli bir adım olacaktır.

Referanslar

- Araújo Santos, L. M., Correia, A.J.P.M., Coelho, P.A.L.F. 2020. "Post-wildfire slope stability effects and mitigation: a case study from hilly terrains with unmanaged forest", *SN Applied Sciences*, 2, 1883.
- Cannon, S.H., Gartner, J.E., Rupert, M.G., Michael, J.A., Rea, A.H., Parrett, C. 2010. "Predicting the probability and volume of postwildfire debris flows in the intermountain western United States", *GSA Bulletin*, 122, 127-144.
- Culler, E. S., Livneh, B., Rajagopalan, B., Tiampo, K. F. 2021. "A data-driven evaluation of post-fire landslide susceptibility", *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 23(4), 1631-1652.

- De Graff, J.V., Shelmerdine, B., Gallegos, A., Annis, D. 2015. "Uncertainty associated with evaluating rockfall hazard to roads in burned areas", *Environmental & Engineering Geoscience*, 21 (1), 21-33.
- Ebel, B. A., Moody, J. A., Martin, D. A. 2012. "Hydrologic Conditions Controlling Runoff Generation Immediately after Wildfire", *Water Resources Research*, 48 (3), W03529.
- Fritz, A. 2018. *How the harrowing Thomas Fire planted the seed for California's deadly mudslides*. *The Washington Post*. <https://www.washingtonpost.com/news/capital-weather-gang/wp/2018/01/10/how-the-harrowing-thomas-fire-planted-the-seed-for-californias-deadly-mudslides/>
- Gabet, E. J. 2003. "Post-fire thin debris flows: sediment transport and numerical modelling", *Earth Surface Processes and Landforms*, 28, 1341-1348.
- Gartner, J. E., Cannon, S. H., Santi, P. M., 2014. "Empirical models for predicting volumes of sediment deposited by debris flows and sediment-laden floods in the transverse ranges of southern California", *Engineering Geology*, 176, 45-56.
- Graber, A., Santi, P. 2023. "UAV-photogrammetry rockfall monitoring of natural slopes in Glenwood Canyon, CO, USA: background activity and post-wildfire impacts", *Landslides*, 20, 229-248.
- Hope, G., Jordan, P., Winkler, R., Giles, T., Curran, M., Soneff, K., Chapman, B. (eds) 2015. *Post-wildfire natural hazards risk analysis in British Columbia*. British Columbia: Victoria B.C.
- Inbar, M., Wittenberg, L. & Tamir, M. 1997. "Soil erosion and forestry management after wildfire in a Mediterranean woodland, Mt. Carmel, Israel", *International Journal of Wildland Fire*, 7, 285-294.
- Kadakci Koca, T., Küçükuysal, C., Gül, M. 2023. *Mugla-Kavaklıdere'de 2021 Yılı Ağustos Ayında Gerçekleşen Orman Yangını Ardından Toprak Yanma Şiddeti Dağılımının Bütünleşik Yöntem ile Belirlenmesi*. TÜBİTAK-1002 Proje No: 121Y561 Raporu.
- Kadakci Koca, T. 2023a. "A statistical approach to site-specific thresholding for burn severity maps using bi-temporal Landsat-8 images" *Earth Science Informatics*, 16, 1313-1327.

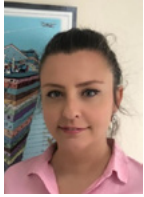
- Kadakci Koca, T. 2023b. "Studying The Effects of Forest Fire on Consistency Limits of Sandy Soils: A Case Study, Kozağaç, Muğla", Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 46(2), 81-97.
- Kadakci Koca 2023c. "Geotechnical properties of burned soils: a case study of a pine-forest fire in southwestern Türkiye", The XIV Congress of the International Association for Engineering Geology and the Environment (XIV IAEG Congress 2023) Bildiri Kitapçığı 1,17.
- Kaptanoğlu, A.S., Namlı, A. 2019. "Orman yangınına ve yangın sonrası boşaltma kesimlerinin toprak özelliklerine etkisi", Ormanlık Araştırma Dergisi, 6 (1), 29-46.
- Key, C. H., Benson, N. C. 2006. "FIREMON- Landscape assessment". FIREMON: Fire effects monitoring and inventory system. Editörler: Lutes, D. C., Keane, R. E., Caratti, J. F., Key, C. H., Benson, N. C., Sutherland, S., Gangi, L. J. Fort Collins, CO: USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Lainas, S., Depountis, N., Sabatakakis, N. 2021. "Preliminary forecasting of rainfall-induced shallow landslides in the wildfire burned areas of western Greece". Land, 10, 877.
- Lainas, S., Sabatakakis, N., Koukis, G. 2016. "Rainfall thresholds for possible landslide initiation in wildfire-affected areas of western Greece", Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 75, 883-896.
- Lewis, S. A., Robichaud, P. R., Archer, V. A., Hudak, A. T., Eitel, J. U. H., Strand, E. K. 2023. "Informing sustainable forest management: Remote sensing strategies for assessing soil disturbance after wildfire and salvage logging", Forests, 14, 2218.
- Malowerschnig, B. and Sass, O. 2014. "Long-term vegetation development on a wildfire slope in Innerzwain (Styria, Austria)", Journal of forestry research, 25(1), 103-111.
- Miller, J. D., Thode, A. E. 2007. "Quantifying burn severity in a heterogeneous landscape with a relative version of the delta Normalized Burn Ratio (dNBR)", Remote Sensing of Environment, 109, 66-80.
- Moody, J., Shakesby, R., Robichaud, P., Cannon, S., Martin, D. 2013. "Current research issues related to post-wildfire runoff and erosion processes", Earth Science Reviews, 122, 10-37.
- Onda, Y., Dietrich, W. E., Booker, F. 2008. "Evolution of overland flow after a severe forest fire, Point Reyes, California", Catena, 72, 13-20.
- Palmer, J. 2022. The devastating mudslides that follow forest fires. Nature. <https://www.nature.com/articles/d41586-022-00028-3>
- Parsons, A., Robichaud, P. R., Lewis, S. A., Napper, C., Clark, J. T. 2010. Field Guide for Mapping Post-Fire Soil Burn Severity. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Petley, D. 2022. Mudflows at the site of the Pipeline Fire in Arizona <https://blogs.agu.org/landslideblog/2022/07/21/pipeline-fire-1/>
- Rengers, F. K., McGuire, L. A., Oakley, N.S., Kean, J. W., Staley, D. M., Tang, H. 2020. "Landslides after wildfire: initiation, magnitude, and mobility", Landslides, 17, 2631-2641.
- Robichaud, P.R., Wagenbrenner, J.W., Brown, R.E., 2010. "Rill erosion in natural and disturbed forests: 1. Measurements", Water Resources Research, 46, W10506.
- Santi, P., Cannon, S., DeGraff, J. 2013. Wildfire and Landscape Change. In Treatise on Geomorphology; Shroder, J.F., Ed.; Academic Press: San Diego, CA, USA.
- Sarro, R., Pérez-Rey, I., Tomás, R., Alejano, L.R., Hernández-Gutiérrez, L.E., Mateos, R.M. 2021. "Effects of wildfire on rockfall occurrence: a review through actual cases in Spain", Applied Sciences, 11, 2545.
- Sidle, R. C., Bogaard, T. A. 2016. "Dynamic earth system and ecological controls of rainfall-initiated landslides", Earth-Science Reviews, 159, 275-291.
- Thomas, M. A., Rengers, F. K., Kean, J. W., McGuire, L. A., Staley, D. M., Barnhart, K. R., & Ebel, B. A. 2021. "Postwildfire soil-hydraulic recovery and the persistence of debris flow hazards", Journal of Geophysical Research: Earth Surface, 126(6), e2021JF006091.
- Wall, S.A., Roering, J.J., Rengers, F.K. 2020. "Runoff-initiated post-fire debris flow Western Cascades, Oregon", Landslides, 17 (5), 1-13.

GÜR MÜHENDİSLİK

JEOTEKNİK - SONDAJ - HARİTA - İNŞ. - MAK.
TAAHHÜT SANAYİ ve TİCARET LTD. ŞTİ.



Hacettepe Üniversitesi, Doğal Afetler Araştırma ve Uygulama Merkezi (DAUM)



Doç. Dr. Gülseren DAĞDELENLER

Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,

H.Ü. Doğal Afetler Araştırma ve Uygulama Merkezi (DAUM) Müdür Yardımcısı (<https://hudam.hacettepe.edu.tr/>)

1. Giriş

Kendi dinamik iç yapısı içinde dünya, oluşumundan beri deprem, heyelan, taşkın gibi aslında birer doğal tehlike olan; ancak, içinde “insan” faktörü içerildiğinde afete dönüşen çok sayıda ve türde olaya sahne olmaktadır. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de doğal tehlikeler ve bunların afete dönüşmesi, ülkemizin en önemli sorunlarından biridir. Son 50 yıllık istatistiklere bakıldığında; afetlerin ülkemizde neden olduğu doğrudan ve dolaylı ekonomik kayıplar oldukça fazladır. 6 Şubat 2023 tarihli Kahramanmaraş merkezli depremler bir kez daha afet gerçeği ile yüzleşmemizin gerekliliğini göstermiştir. Konu ile ilgili olarak özellikle son yıllarda Türkiye’de kamu kurum kuruluşları ve üniversiteler tarafından yapılan son derece önemli çalışmalar ve/veya projeler olmakla birlikte, afet konusunun gündemde tutulması ve çözüm önerilerinin ortaya konulması ile bunların uygulamaya sokulması, afetlerden kaynaklanan zararların azaltılması konusundaki en önemli aşamadır. Doğal afetlerin verdiği zararların gittikçe artmasının en önemli nedenlerinden biri riskli/yüksek riskli bölgelerde kentleşmenin olması ve nüfus artışıdır.



2. Genel Terimler

Afet tanımı, yerel kapasiteyi aşan, ulusal veya uluslararası yardım gerektiren, tahmin edilemeyen ve aniden meydana gelen, büyük ölçüde can ve mal kayıplarına neden olan olay olarak tanımlanmaktadır (Hoyois vd, 2006). Afetlerin doğa olayları öngörülmesi zor olduğu için gerçekleştiği zaman sonuçları da oldukça yıkıcı olmaktadır.

Tehlike, genellikle insanların kontrolü dışında gerçekleşen, mala ve cana zarar verme, çevresel bozulma ile sonuçlanabilecek herhangi bir fenomen, fiziksel olay veya insan davranışıdır (U.N. ISDR, 2004). Öte yandan bir afet tehlikesinin potansiyel sonucudur.

Doğal tehlikeler nelerdir?

- Jeolojik Doğal Tehlikeler
 - Depremler
 - Heyelan
 - Yanardağ patlamaları
 - Kaya düşmesi
- Hidrolojik Doğal Tehlikeler
 - Tsunami
 - Taşkın

► Meteorolojik Doğal Tehlikeler (hava olayları)

- Fırtına
- Sel
- Kasırga
- Çığ
- Kuraklık
- Hortum
- Orman yangını

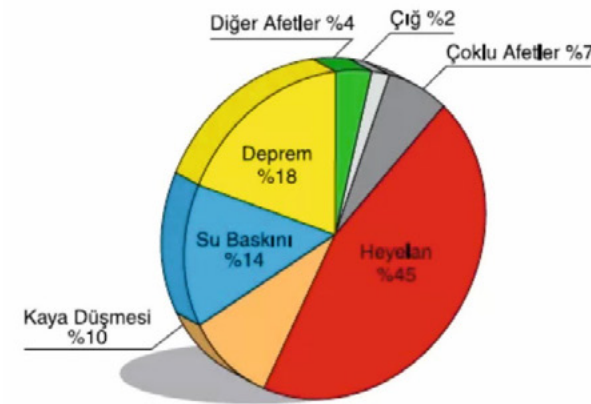
► Teknolojik Doğal Tehlikeler

- Endüstriyel kazalar
- Baraj Patlamaları

Doğal tehlike türleri ve önem sıralamaları ülkelerin içinde bulundukları jeolojik, iklimsel ve topoğrafik özelliklerin değişimine göre farklılık göstermektedir. Ülkemizde en sık görülen meteorolojik karakterli doğal tehlikeler, sel, taşkın, don, orman yangınları, kuraklık, şiddetli yağış, şiddetli rüzgâr, yıldırım, çığ, kar ve fırtınalardır (<https://www.afad.gov.tr/afet-turleri>). Dünya Meteoroloji Örgütüne (WMO) göre sadece 1980’li yıllarda dünyada 700,000 kişi meteorolojik doğal tehlikelerden dolayı hayatını kaybetmiştir (MMO, 1999).

3. Türkiye’nin Afet Potansiyeli

Ülkemizde meydana gelen afetler içinde sayı olarak en fazla olanı heyelandır (Şekil 2a). Afet-

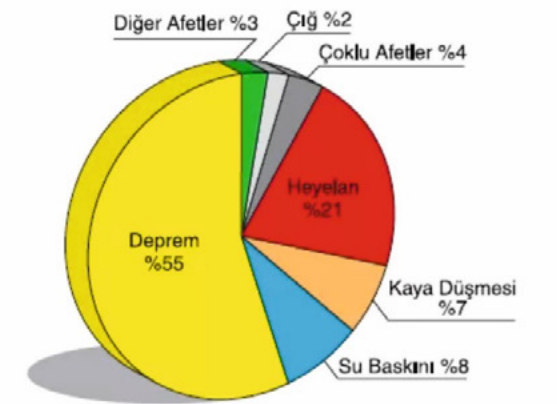


Şekil 2a. Türkiye’de sayı bakımından gerçekleşen afetler (<http://www.afad.gov.tr>)



Şekil 1. Doğal tehlike türlerine ait örnek fotoğraflar (Fotoğraflar: Anadolu Ajansı, AA)

lerden etkilenen insan sayısı bakımından da depremler ilk sırada yer almaktadır (Şekil 2b). Afet gören yerleşim birimi sayısı bakımından ise heyelan ve deprem, yine ilk iki sırayı paylaşmaktadır (<http://www.afad.gov.tr>). Türkiye’de meydana gelen doğal tehlikeler dikkate alındığında, ülkemizin içinde bulunduğu jeolojik ve jeomorfolojik konum itibarıyla doğal tehlikelerin olma olasılıklarının arttığı görülmektedir. Bununla birlikte, çarpık kentleşme ve kontrolsüz nüfus artışı gibi nedenlerle de doğal tehlike kaynaklı kayıpların artmasını tetiklemiştir. (<http://www.afad.gov.tr>).



Şekil 2b. Etkilenen insan sayısı bakımından afetler (<http://www.afad.gov.tr>)

Çizelge 1. 1990-2017 Yılları Arasında Türkiye’de Meydana Gelen Önemli Afetler (Kaynak-Source: AFAD&AİGM)

Olay Türü	İl/Bölge	Tarih	Can Kaybı	Yaralanma
Çığ düşmesi	Güneydoğu Anadolu (14 olay)	1992	328	53
Çığ düşmesi	Doğu ve Güneydoğu Anadolu (31 olay)	1993	135	95
Deprem	Erzincan	13 Mart 1992	653	3.850
Çamur akması	Isparta (Senirkent)	13 Temmuz 1995	74	46
Deprem	Afyon (Dinar)	1 Ekim 1995	94	240
Su baskını	İzmir	4 Kasım 1995	63	117
Deprem	Çorum/Amasya	14 Ağustos 1996	0	6
Su baskını	Batı Karadeniz	21 Mayıs 1998	10	47
Deprem	Adana (Ceyhan)	27 Haziran 1998	145	1.600
Deprem	İzmir Körfezi	17 Ağustos 1999	17.480	43.953
Deprem	Düzce	12 Kasım 1999	763	4.948
Deprem	Afyon (Sultandağ)	3 Şubat 2002	42	327
Deprem	Bingöl	1 Mayıs 2003	177	520
Su baskını/Heyelan	Rize (Merkez)	26 Ağustos 2010	14	-
Deprem	Van (Erciş ve Edremit) (2 olay)	23 Ekim 2011	644	1.966
Su baskını	Samsun (Canik)	3 Temmuz 2012	13	21
Heyelan	Siirt (Şirvan)	17 Kasım 2016	16	-
Deprem**	Kahramanmaraş (Pazarcık-Elbistan)	06 Şubat 2023	50.783	115.353

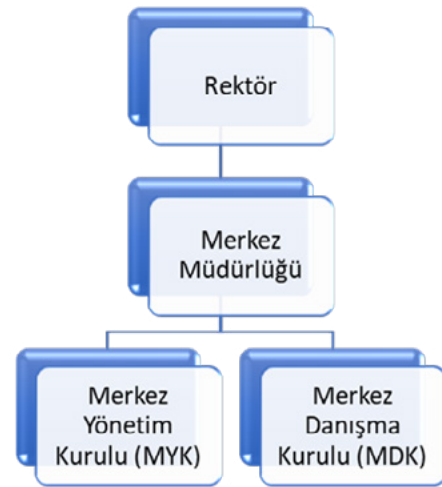
** AFAD (2023) 6 Şubat 2023 Pazarcık-Elbistan Kahramanmaraş depremleri raporundan alınmıştır.

1990 yılından itibaren Türkiye’de meydana gelen önemli afetler incelendiğinde, sel/su baskınları, çığ ve heyelan gibi hem jeolojik hem de iklimsel afetler yaşanırken sayısı on binlere ulaşan can kayıplarına yol açtığı görülmekte ve aynı zamanda yaşanan 1999 İzmit ve Düzce depremleri sonucunda oldukça can ve mal kayıplarının olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde çığ, Karadeniz Bölgesinde sel ve heyelan gibi doğal tehlikeler de dikkat çekmektedir (Çizelge 1).

4. DAUM’un Tarihçesi ve Yönetim Düzeni

Bu konuda hizmet veren merkezlerden biri olan Hacettepe Üniversitesi Doğal Afetler Araştırma ve Uygulama Merkezi (DAUM), Hacettepe Üniversitesi Rektörlüğü bünyesinde 2008 yılında kurulmuştur (<https://hudam.hacettepe.edu.tr/>). Ülkemizin en önemli sorunlarından biri olan afet konusuyla ilgili tüm kurum, kuruluş ve bilim insanlarıyla, çözüm odaklı ortaklıklar ve araştırmalar, DAUM bünyesindeki uzmanlarımızca değerlendirilmekte ve hayata geçirilmektedir.

Merkezimizin yönetim düzeni aşağıdaki şemada verilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Merkez Yönetim Düzen Şeması

Merkezimiz yönetsel olarak H.Ü. Rektörlüğüne bağlıdır. Merkez Müdür ve yardımcısı, Merkez Yönetim Kurulu (MYK)’nın doğal üyeleridir. MYK üyeleri mümkün olduğunca afetlerle ilgili farklı alanlarda uzman akademisyenlerden oluşmaktadır. Merkez Danışma Kurulumuz (MDK) ise, afet

konusu gibi multidisipliner bir konuya yönelik çözümler getirebilmesi için, benzer olarak, afet konusuyla ilgili Sosyal Bilimleri de içine alacak şekilde İstatistik, Sosyoloji, Psikoloji, İnşaat Mühendisliği gibi farklı disiplinlerdeki uzmanların/akademisyenlerin bulunduğu bir kuruldur.

5. DAUM’un Kuruluş Amacı ve Sağladığı Hizmetler

Araştırmalarımızda temel hedefimiz, afetlerden kaynaklanan fiziksel ve sosyal zararların en aza indirgenmesi için projeler üretmek, projelerde yer alarak katkı sağlamaktır.

DAUM olarak misyonumuz;

- ▶ Farklı disiplinlerden, afetler konusunda araştırmalar yapan bilim insanlarını ve uzmanları bir araya getirerek sorunlara çözüm bulmak,
- ▶ Akademik kuruluşların yanı sıra, kamu kurum ve kuruluşları ile özel sektörden gelecek talepler doğrultusunda bilimsel çalışmalar ve projelerde yer alma, bu projelerden yayın yapılmasını sağlamak,
- ▶ Afetler konusunda, ulusal ve uluslararası düzeyde seminer, konferans, kongre, sempozyum gibi çeşitli bilimsel toplantılar ve eğitim programları düzenlemek,
- ▶ Türkiye için çok önemli bir konu olan afet sorununa proje, bilimsel çalışmalar vb. yaparak literatüre katkı koymaktır.

Merkez olarak vizyonumuz ise;

- ▶ Afetler konusunda, yurtiçi ve yurtdışındaki ilgili tüm kurum ve kuruluşlarla işbirliği yapmak;
- ▶ Afetlerle ilgili kamu ve özel kurum ve kuruluşların ve sanayinin araştırma ve geliştirme etkinliklerini desteklemek ve danışmanlık hizmetleri vermektir.

DAUM merkezimiz aşağıdaki konularda hizmet vermektedir:

- ▶ Ulusal ve uluslararası düzeylerde bilimsel araştırma projeleri hazırlamak,
- ▶ Yurtiçi ve yurtdışında faaliyet gösteren kamu kurum ve kuruluşları ile işbirliği yapmak, bu kurum ve kuruluşlarla ortak projeler yürütmek, danışmanlık yapmak,
- ▶ Ulusal ve uluslararası kongre, sempozyum, seminer, kurs vb. bilimsel etkinlikler düzenlemek ve bu tür etkinliklere katılmak,
- ▶ Afetlerle ilgili halkı aydınlatmak,
- ▶ Afet bölgelerine giderek afetlerle ilgili yerinde arazi gözlemleri yapmak, veri toplamak ve elde edilen verileri yayınlayarak ulusal ve uluslararası platformlara taşımak.

Merkez olarak son iki yıl içerisinde AFAD tarafından düzenlenen “Üniversitelerin Afet ve Acil Durumlarla İlgili Araştırma ve Uygulama Merkezleri ile Değerlendirme Toplantısına” katılım sağlanmış olup, yine AFAD bünyesinde TARAP (Türkiye Afet Risk Azaltma Planı)’nın düzenlenmesi ve hayata geçirilmesinde AFAD ile iş birliğimiz olmuştur. Bu çerçevede, 2022-2030 yıllarını kapsayan ve afet risklerini en düşük seviyeye indirebilmek için AFAD koordinasyonunda hazırlanan TARAP, ülkemizdeki afet yönetimi için son derece önemli bir plandır. Bu plan kapsamında merkez personelimiz ülkemizdeki olası tüm afet türlerini dikkate alacak şekilde bu planın yazım, değerlendirme ve hayata geçirilme aşamalarında yer almışlardır. Aynı şekilde, merkez personelimiz afetsellik ve afet farkındalığı konularında konferanslar vererek toplumun afet konusunda bilinçlenmesi yönünde çabalar sarf etmiş, çalıştay, sempozyum gibi toplantılarda yer alarak katkı sunmuştur. Örneğin, Ankara Büyükşehir Belediyesi tarafından düzenlenen “Ankara Afet Farkındalık Konferansları Serisinde” Merkez Müdürümüz Prof. Dr. Murat Ercanoğlu “Türkiye Genelinde Heyelanlara Bakış Açımız” konulu bir konferans vermiştir. Sözü edilen

konferansta Türkiye geneli ve Ankara özelinde heyelan duyarlılık, tehlike ve risk haritalarının önemi vurgulanarak, heyelanlardan kaynaklanan zarar ve kayıpların en aza indirgenmesi için akademisyenler, vatandaşlarımız ve konuyla ilgili tüm kurum ve kuruluşların neler yapması gerektiği vurgulanmıştır.

Merkez personelimizce, ülkemizde düzenlenen afetlerle ilgili sempozyumlara katılarak, günümüze değin üç adet bildiri ile katkı sağlanmaya çalışılmıştır. Örneğin, III. Uluslararası Afet Yönetimi kongresinde Merkez Müdür Yardımcımız Doç. Dr. Gülseren Dağdelenler ve Merkez Müdürümüz Prof. Dr. Murat Ercanoğlu tarafından sunulan bildiride Türkiye'deki heyelanlar ve etkileri, alınması gereken önlemler ve heyelan potansiyeli üzerinde durulmuştur.

Bugüne kadar merkezimizce yapılan en önemli faaliyetlerden birisi de, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleriyle ilgili merkezimizce hazırlanan ön değerlendirme raporudur (https://fs.hacettepe.edu.tr/hudam/dosyalar/DAUM_2023_depremler%20raporu.pdf). Bu raporda, afet değerlendirmesi ve yönetimi gibi farklı disiplinlerin bir arada bulunarak çalışmaların yürütülmesi gerekliliği vurgulanarak, ülkemizde yaşanan en yıkıcı depremlerin başında gelen bu afete yönelik olarak, hem mühendislik hem de sosyolojik açıdan değerlendirmeler ve gözlemler yapılmış, karar vericilerin ve konuyla ilgili araştırmacılar ile vatandaşlarımızın bilgisine sunulmuştur. Söz konusu raporda jeoloji mühendisliği açısından mevcut depremlerin yanı sıra, depremler sonucunda ikincil olarak meydana gelen sivilaşma ve deprem tetikleyicili heyelanlarla ilgili olarak da gözlem ve değerlendirmeler ortaya konulmuştur. Raporun en önemli sonuçlarından biri de, söz konusu depremlerin, çoğu kez göz ardı edilen çevresel ve sosyolojik boyutlarının da ayrıntılı bir şekilde merkez personelimizce değerlendirilip ortaya konulmuş olmasıdır.

Merkezimizin, yukarıda değinilen misyon ve vizyon içeriği dahilinde, verilen hizmetlerin hayata geçirilmesinde, gerek kişisel, gerekse kurumsal olarak gelen talepler doğrultusunda, Yönetim ve Danışma Kurulumuzun değerlendirmeleri sonucunda bir işleyiş sağlanmaktadır. Buradaki temel ilkemiz, bilimsel ölçütler temel alınarak, bu talep-

lerin karşılanması ve hayata geçirilmesidir. Örneğin, Hacettepe Üniversitesi Yer Bilimleri Topluluğu tarafından düzenlenen toplantıda yine 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri ile ilgili olarak merkez personelimizce geniş katılımlı bir sunum gerçekleştirilmiştir. Bu sunumda, merkez personelimizin deprem bölgesinde yapmış olduğu incelemeler, gözlemler ve değerlendirmeler katılımcılarla ayrıntılı olarak paylaşılmıştır.

Merkezimizce en çok önemsenen konulardan birisi de, eğitim faaliyetleridir. Özellikle, ilk ve orta öğretim kurumlarına yönelik bilgilendirme ve eğitim çalışmalarına önem veren DAUM, konferans, seminer ve sempozyum düzenlenmesi ve/veya katılınması konularında da faaliyetlerde bulunmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, talep olması durumunda, mesleki eğitim veya afetlerle ilgili kurs, çalıştay gibi faaliyetlere de destek vermektedir. Bunlara ek olarak, merkezimizin temel faaliyet alanlarından birisi de proje ortaklıklarının kurulmasına yöneliktir. Özellikle, üniversite-sanayi iş birliğinin kurulmasına yönelik kamu ve özel sektör kuruluşlarıyla hali hazırda ortaklıklar devam etmekte ve/veya planlanmakta olup, ülkemizde yaşanması olası doğal tehlikelerin afetlere dönüşmemesi konusunda katkı konulması amaçlanmaktadır.

Kaynaklar

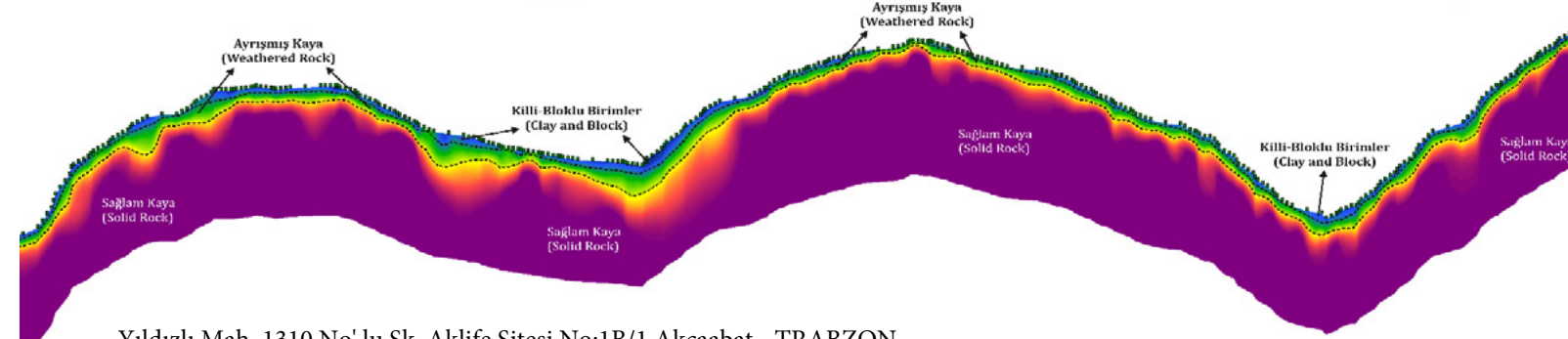
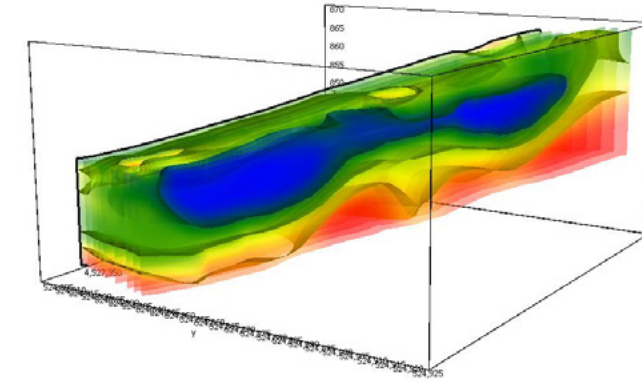
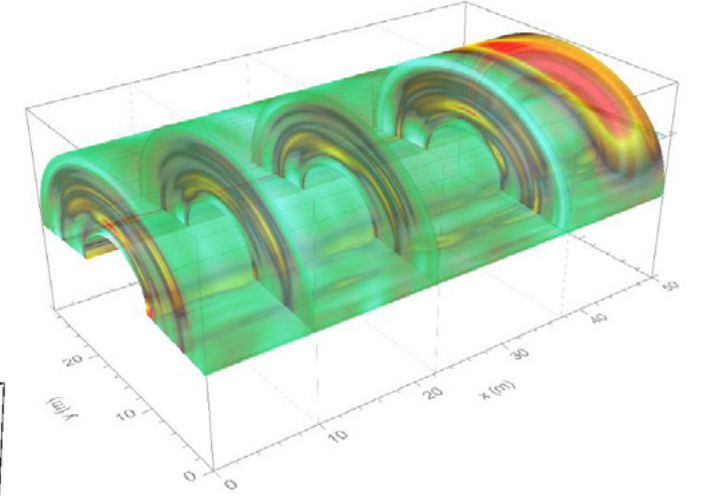
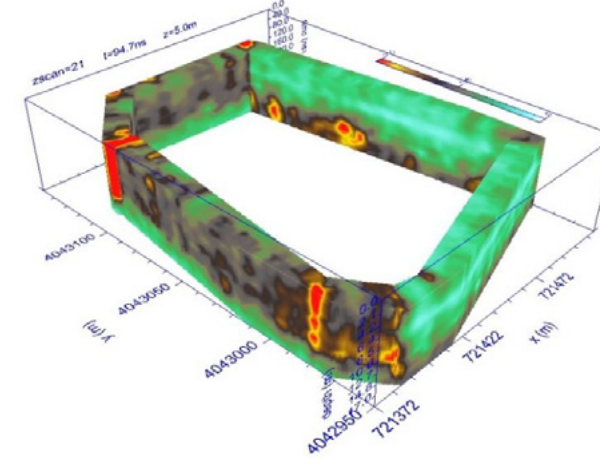
- Hoyois, P., Scheuren, J-M., Below, R., Guha-Sapir, D., 2006. Annual Disaster Statistical Review: Numbers and Trends 2006. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) School of Public Health, Catholic University of Louvain Brussels, Belgium.
- <https://www.aacom.tr>
- <https://www.afad.gov.tr>
- https://fs.hacettepe.edu.tr/hudam/dosyalar/DAUM_2023_depremler%20raporu.pdf
- Meteoroloji Mühendisliği Odası (MMO), 1999. Meteorolojik Karakterli Doğal Afetler ve Meteorolojik Önlemler Raporu.
- U.N. ISDR, 2004. Living with Risk: A Global Review of Disaster Reduction Initiatives. United Nations, Geneva, Switzerland.



ZİMER MÜHENDİSLİK
Müş.Hiz.İnş.Tic.Ltd.Şti.

HİZMETLERİMİZ

- ❖ 3 Boyutlu Zemin ve Yapısal Modellemeler
- ❖ Maden Araştırmaları
- ❖ Arkeolojik Araştırmalar
- ❖ Jeoteknik Çözümler (Tünel-Köprü-Baraj vb.)
- ❖ Zemin ve Temel Etüt Veri Raporu Hazırlama
- ❖ İmar Planına Esas Jeolojik – Jeoteknik Etüt Raporları Hazırlama
- ❖ Mikrobölgeleme Çalışmaları
- ❖ RES-GES VE HES Projeleri Zemin Etüt ve Geoteknik Projeler Hazırlama
- ❖ Altyapı Görüntüleme ve Artırılmış Gerçeklik



Yıldızlı Mah. 1310 No'lu Sk. Aklife Sitesi No:1B/1 Akçaabat - TRABZON
www.zimermuhendislik.com.tr
zimermuhendislik@hotmail.com
0(544) 745 61 61

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinde faylanma ve yapılar üzerinde etkileri, çıkarılması gereken dersler



Ömer Aydan

Ryukyus Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Okinawa, Japonya

Reşat Ulusay

Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

Halil Kumsar

Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Denizli, Türkiye

Giriş

İkiz depremler olarak da anılan iki büyük yıkıcı deprem 6 Şubat 2023'te Kahramanmaraş ili sınırları içinde meydana gelmiştir (Aydan ve Ulusay 2023) (Şekil 1). İlk deprem sabah 4:17'de Pazarcık depremi olarak adlandırılmış ve merkez üssü Atalar beldesine yakındır. Bu depremde öncelikle Ölü Deniz Fay Zonu'nun Kuzey ucu olan Narlı fayı kırılmıştır. Bu kırılma Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ)'nin önce Pazarcık segmentini, daha sonra güneyde Amanos segmentini kırmış ve diğer yandan Gölbaşı ilçesinde çatallanma yaparak KD yönünde Ozan, Harmanlı, Cankara ve Erkenek Göleti üzerinden Çekilhan'a kadar sıçramalı bir şekilde devam etmiş ve kısmen de Adıyaman'ın Tut ilçesine doğru kırılmalara neden olmuştur. Narlı fayı da gözönüne alındığında yüzey kırığının toplam uzunluğu 320-330 km civarındadır.

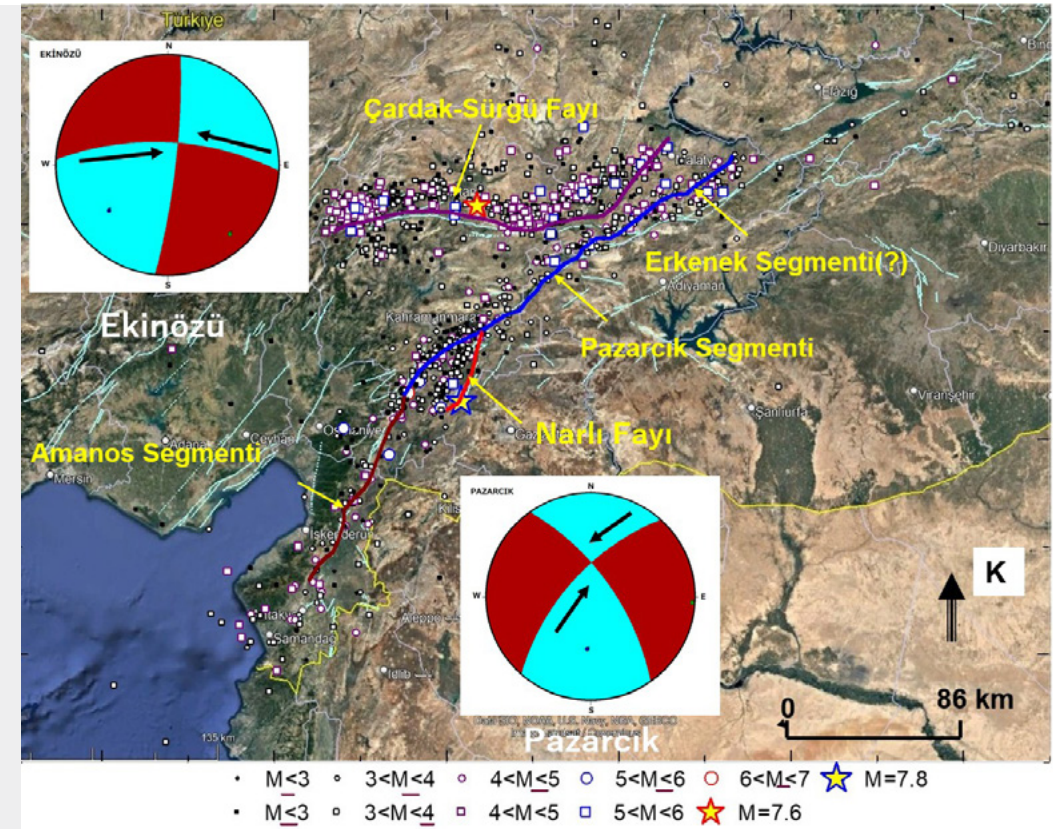
İkinci deprem ise, Ekinözü ilçesinin İçmeler beldesindeki kırılma ile başlamış ve batıya doğru uzanan Çardak fayını kırmıştır. Kırılma Nurhak ilçesinin Barış Mahallesi ile Kullar'a doğru ilerlemiş ve daha sonra yönünü değiştirerek Doğanşehir'e kadar uzanmıştır. Bu kırılmanın toplam uzunluğu ise 140 km dolaylarındadır. Ancak deprem sonrası meydana gelen

artçılarla bu yüzey kırığının daha da uzadığı ve 180 km'ye kadar ulaştığı düşünülmektedir.

Bu ikiz depremler sonucunda resmi rakamlara göre 50,783 can kaybı ve 107,000 yaralı söz konusudur. Bunun yanı sıra, binlerce bina yapısal kusurlar ve yönetmeliklere uygun şekilde inşa edilmemiş olmaları gibi nedenlerle toptan göçmüştür. Sarsıntı ve faylanma sonucu, köprü, otoyol ve demiryollarında ağır hasarlar meydana gelmiştir. Gölbaşı ve İskenderun ilçeleri ile daha geniş çapta birçok tarım alanı zemin sıvılaşmasından etkilenmiştir. Zemin sıvılaşması, eksik bilgiye dayalı bazı haberlerin ve birkaç yerleşimde meydana gelen yapısal etkilerin aksine can kaybına neden olmamıştır. Diğer yandan Topboğazı, Ceceli ve Türkoğlundan doğalgaz boru hattının faylanma sonucu hasar görmesinden dolayı büyük patlamalar ve ayrıca su borularında faylanma ve sıvılaşma gibi olguların etkisiyle kırılma, bükülme ve kopma sonucunda ağır hasarlar meydana gelmiştir.

Yazarlar her iki depremin oluşturduğu yüzey kırıklarını ve faylanmanın neden olduğu yapısal hasarları incelemişlerdir. Depremlerden sonra özellikle yerel basın organlarında faylanmanın neden olduğu hasarların yorumlanması oldukça farklı olmaktadır. Bu yazıda;

halen deforme olmaya devam eden Türkiye gibi yoğun bir diri fay kuşağında yeralan ve pek çok yerde faylardan kaçınmanın mümkün olmadığı bir ülke olarak hasarların en aza indirgenmesi için ne tür yaklaşımlar gerektiği yazarların 1992 yılından bu yana yaptıkları inceleme, deneyim ve hesaplamalarının ve Kahramanmaraş depremlerindeki gözlemlerinin de ışığı altında ana hatlarıyla sunulmuş ve tartışılmıştır.



Şekil 1. Kırılan faylar, ana depremlerin merkez üsleri ile faylanma mekanizması ve artçı depremlerin merkez üsleri (Deprem ve faylanma mekanizması KOERI (2023)'den ve faylar ise MTA'nın diri fay haritasından (Emre vd. 2013) alınmıştır.)

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri ve özellikleri

Şekil 1'de de gösterildiği ve daha önce de belirtildiği gibi, bu ikiz depremler sonucunda uzunluğu 500 km'ye ulaştığı düşünülen yüzey kırıkları meydana gelmiştir. Ana olgu sadece yüzey kırıkları olmayıp, Türkiye ve diğer ülkelerde meydana gelen depremlerde görüldüğü gibi, kalıcı yer değiştirmeler ve buna bağlı kalıcı birim deformasyonlar meydana gelmektedir (Atak vd. 2004; Aydan, 1996, 2003, 2009, 2012, 2023; Aydan vd. 1998, 1999, 2000, 2003, 2009, 2011, 2012, 2018; Aydan ve Hamada 1992; Aydan ve Kumsar, 1997; Aydan ve Ulusay, 2010; Ulusay ve Aydan, 2005, Ulusay vd. 2002, 2003). Pazarcık depreminin oluşum mekanizması ve depremin ana parametreleri AFAD (2023) ve Kandilli Rasathanesi'nin (KOERİ, 2023) yanı sıra uluslararası kurumlar tarafından hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 1'de

verilmiş olup, bu verilerden faylanmanın sol yanal atımlı faylanma sonucu meydana geldiği anlaşılmaktadır. Arazi incelemeleri en yakın faylanma mekanizmasının KOERI (2023) tarafından hesaplanana yakın olduğuna işaret etmektedir. Depremin büyüklüğü Çizelge 1'deki kurumlara göre 7.7 ile 8.0 arasında değişmektedir. Arazide ölçülen en büyük kayma miktarı 5.6 m ve ortalama değeri ise 4 m dolaylarındadır.

Benzer şekilde, Ekinözü Depremi'nin faylanma mekanizması değişik kurumlar tarafından hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Fayın doğrultusu farklı olmakla birlikte, Ekinözü depremi de sol yanal atımlı faylanma sonucu meydana gelmiştir. Bu depremin moment büyüklüğü de 7.6 ve 7.7 arasında değişmektedir. Fayın uzunluğu ve ortalama atım miktarını gözönüne alındığında bu büyüklüğün 7.6 olma olasılığı yüksektir. Arazide ölçülen en büyük kayma miktarı 6.6 m (Çiftlikale) ve ortalama değeri 3 m dolayındadır.

Kurum	M _w	E	B	h (km)	Ana fay			Tali fay		
					D	Eğ	i	D	Eğ	i
GCMT	7.8	37.6	37.5	15	54	70	11	320	80	160
USGS	7.9	37.4	37.8	33	234	79	14	142	76	169
KOERI	7.7	37.1	37.1	10	222	64	-27	324	65	-152
AFAD	7.8	37.2	37.1	18	233	74	18	140	77	168
IPGP	8.0	37.2	37.0	13	230	81	-18	323	72	-171

E: enlem; B: boylam; h: derinlik; D: doğrultu; Eğ: eğim; i: kayma açısı

Kurum	M _w	E	B	h (km)	Ana fay			Tali fay		
					D	Eğ	i	D	Eğ	i
GCMT	7.7	38.1	37.2	12	261	42	-8	358	84	-132
USGS	7.6	38.0	37.2	19	276	82	-6	6	85	-172
KOERI	7.6	38.0	37.3	10	273	67	-9	6	81	-157
ERD	7.6	38.0	37.2	16	174	90	13	358	73	174
IPGP	7.7	38.0	37.2	13	270	60	-9	5	82	-150

E: enlem; B: boylam; h: derinlik; D: doğrultu; Eğ: eğim; i: kayma açısı

Fay	L (km)	Kanamori (1983)			Aydan (2012)
		$\delta_{\max}$ (m)	$\bar{\delta}$ (m)	M_w	M_w
Narlı	52	3.5	2	7.12	6.85
DAFZ	274	5.5	4	7.81	8.05
Pazarcık(Narlı+DAFZ)	274+52	5.5	4	7.86	8.18
Ekinözü	140	6.6	3.5	7.58	7.56

Depremlerin moment büyüklüğünün belirlenmesi için Kanamori (1983) aşağıdaki ilişkiyi önermiştir.

$$M_w = \frac{2}{3} \log_{10} M_o - 6.07 \text{ (Birim } N \cdot m \text{)} \quad (1)$$

Burada M_o sismik moment olup, Aki (1966) tarafından ilk kez aşağıdaki eşitlikle ifade edilmiştir.

$$M_{\theta} = \mu \bar{\delta} S \quad (2)$$

Burada $\mu, \bar{\delta}$ ve S; yer kabuğunun makaslama katılığı veya sertliği (rigidity), ortalama göre-

celi kayma miktarı ve fayın kırılma alanıdır. Yerkabuğunun makaslama katılığı/sertliği elastik makaslama dalga hızı ve ortalama yoğunluktan yararlanarak genelde 30-33 GPa olduğu varsayılmaktadır (Aki, 1966). Yerkabuğunun kırılma derinliğinin 20 km olduğu varsayılırsa, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinin moment büyüklüğü Çizelge 3'te verildiği gibi hesaplanabilir.

Aydan (2012) fayın türünü, uzunluğunu, kırılma alanını ve göreceli kayma miktarını göz önüne alarak bazı görgül ilişkiler önermiştir.

Aydan (2012)'in önerdiği ilişkilerden kırılan fayın uzunluğu ile yanal atımlı fay olduğu düşünülerek hesaplanan depremin moment büyüklüğü de Çizelge 3'te verilmiştir. Sonuç olarak, Pazarcık depreminin oldukça büyük bir deprem olup, değerinin 7.9 ile 8.0'e eşdeğer ve 1939'da meydana gelen Erzincan depremi ile hemen hemen aynı büyüklükte olduğu söylenebilir.

Faylanmalar ve özellikleri

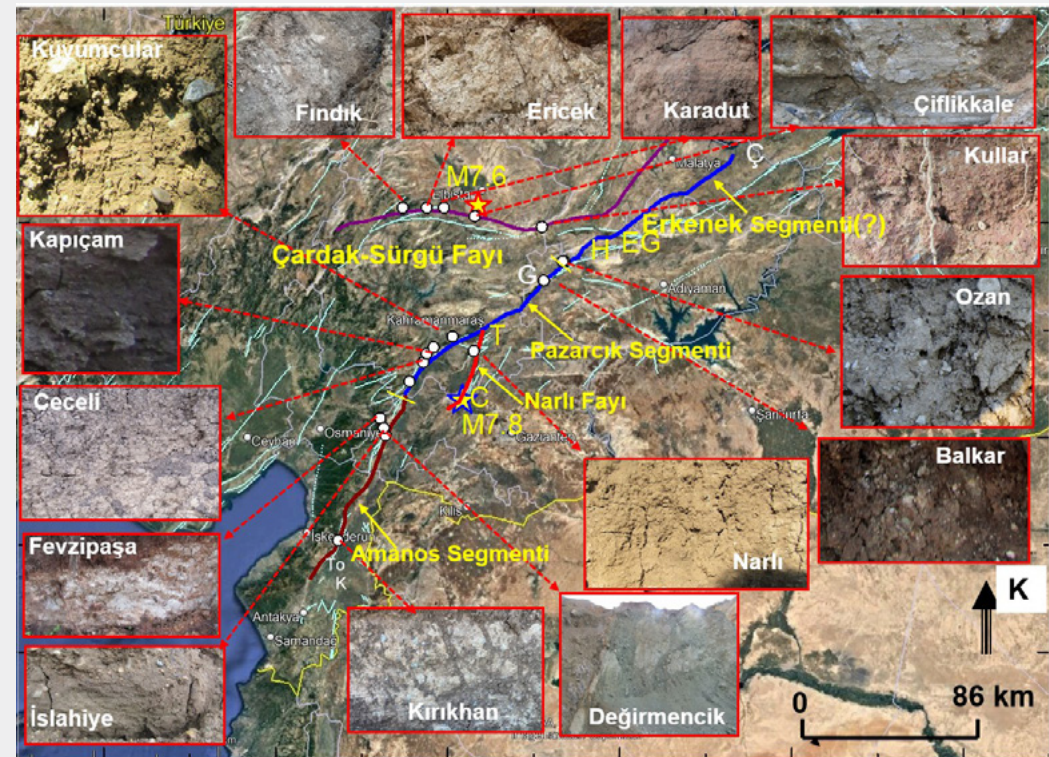
Yazarlar deprem sahasını iki kez incelemişler ve yüzey kırıkları ve yapılara olan etkileri üzerine gözlemler yapmışlardır (Şekil 2). Bu incelemeler sırasında göreceli kayma miktarlarının yanı sıra, fay yüzeylerinin yönleri ve çizikleri de incelenmiştir. Kırılan fayların uzunlukları Amanos segmenti için 100 km, Pazarcık segmenti için 125 km ve Gölbaşı ve Çelikhan arasındaki sekmeli olarak kırılan segmenti için ise yaklaşık 49 km'dir. Kırılan bu parça üzerinde-

ki Erkenek Göleti'nin gövdesi 300 cm'den büyük bir atımla kesilmiştir.

Yüzey kırıkları ve oluşturdıkları çöküntüler genelde 3-4 km'lik bir yayılım göstermekte ve Türkiye'nin diri fay haritası ile genelde çakışmakla birlikte, ayrıntıda çakışmamaktadır. Bu durum, yüzeyde gözlenen kırıkların fayların etkisinin net olarak belirlenmesinde pek anlamlı bir sonuç veremeyebileceğine işaret etmektedir. Örneğin Çin'de 2008'de meydana gelen Wenchuan depreminde gözlemlendiği üzere (Aydan vd. 2011; Aydan 2023), genelde üstte yumuşak malzeme olması nedeniyle yüzey kırıkları zemin üzerindeki yapılarla etkileştiğinde yönlerini değiştirebilmektedir.

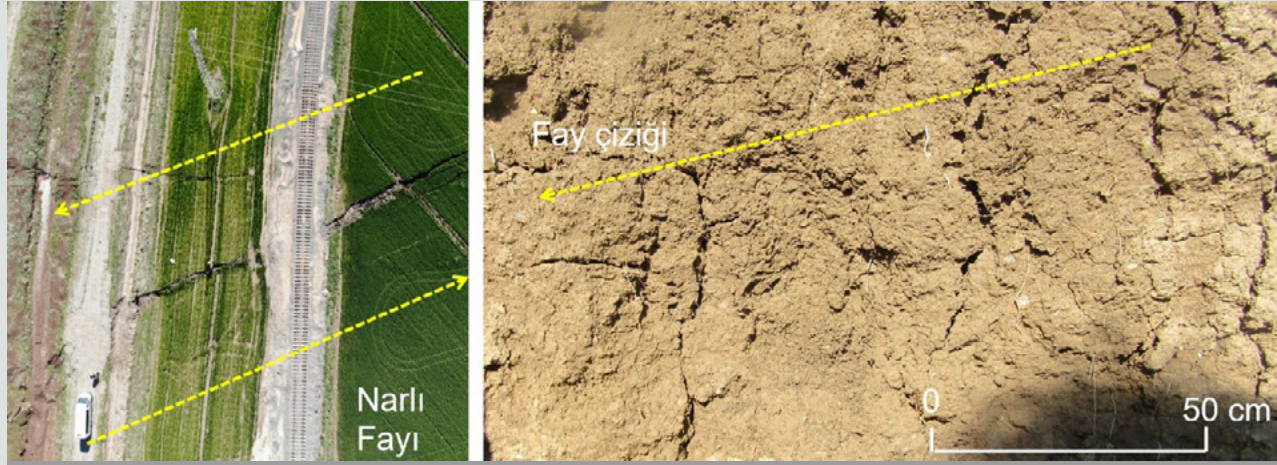
Ekinözü depreminde oluşan yüzey kırıkları 3 parça olarak belirmekte olup, bunlar sırasıyla Aslanbeyli Çiftliği (Göksun) - Ericek (40 km), Ericek-Kullar (60 km) ve Kullar-Do-

ğanşehir (40 km) şeklin-
dedir. Ana
uzunluk top-
lamda 140 km
olmakla birlik-
te, meydana
gelen artçılarla
bu uzunluğun
artarak 180
km'ye ulaştığı
söylenbilir.



Ölüdeniz Fay Zonu'na Ait Narlı Fayı

Depremde hareket eden fayın Atalar beldesi yakınlarında başlayıp Çöceli ve Narlı üzerinden Tetirlik'e ulaştığı ve DAFZ ile kesişerek sonlandığı düşünülmektedir. Bu fayın en belirgin olduğu alan Narlı yakınlarında demiryolunu kesip yaklaşık 250-300 cm'lik bir atımla demiryolu raylarının bükülmesine neden olduğu yerdir (Şekil 3).

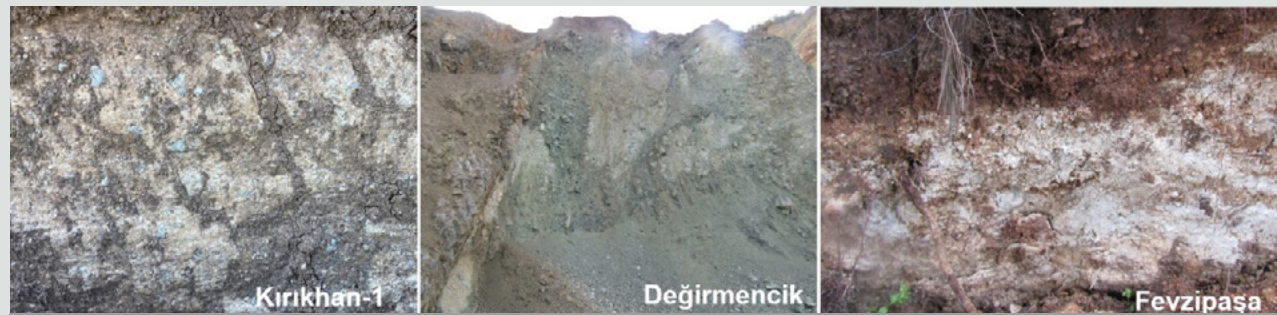


Şekil 3. Narlı fayının demiryolunu kestiği yerin havadan ve yüzeyin yakından görüntüleri

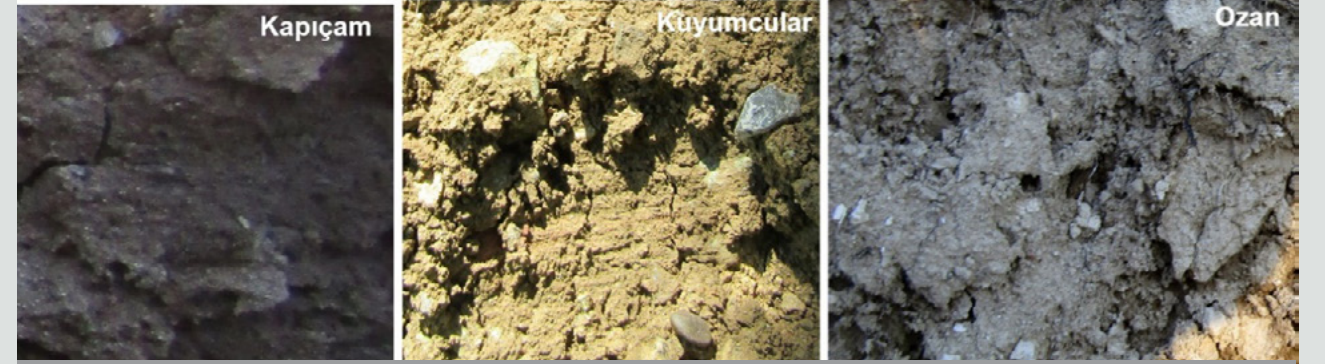
Doğu Anadolu Fay Zonu'nun Amanos, Pazarcık ve Erkenek Segmentleri

Amanos segmentinin kırılması Hatay Havalimanı'nın güney ucundan başlayıp Topboğazı köyü yakınından doğal gaz boru hattının patlamasına neden olduktan sonra Kırıkhan'a ulaşmakta ve kayma miktarı Kırıkhan'dan sonra göreceli olarak artmaktadır. Daha sonra fay Hassa Altınüzüm, Değirmencik, İslahiye ve Fevzipaşa'dan geçerek Nurdağı'nda sonlanmaktadır. Şekil 4'de Amanos segmentinin oluşturduğu fay yüzleklerinin bazıları görülmektedir.

Pazarcık segmenti Nurdağı'nın kuzeyindeki Başpınar'da TAG otoyolunu keserek Şekeroba'ya ulaşmakta, burada köprü ve demiryolunda büyük hasar oluşturduktan sonra Ceceli ve Türkoğlu'nda doğalgaz boru hattının patlamasına neden olmuş, devamında Kuyumcular'a oradan da



Şekil 4. DAFZ'una ait Amanos segmentinin oluşturduğu fay yüzleklerinden örnekler.



Şekil 5. DAFZ'nun Pazarcık ve Erkenek segmentlerinin oluşturduğu fay yüzlekleri.

Tevekkeli, Kapiçam, Çiğli ve Tetirlik'in kuzeyinden geçerek Balkar'a uzanmakta ve Balkar'da kısmen yön değiştirerek Gölbaşı'na ulaşmaktadır.

Gölbaşı Gölü'nün kuzeyinde çatallanan Pazarcık segmentinin bir parçası Ozan Köyü'nün yakınından geçen demiryolu tüneline dikine kesmekte, diğer iki koldan biri Tut'a yönelmekte ve diğer bir kol ise Harmanlı, Cankara, Erkenek Göleti, Kavak ve Mestan üzerinden geçip Çelikhan'da sonlanmaktadır. Ozan-Çelikhan arasında sekmeli olarak gözlenen yüzey kırığı kısmen Erkenek segmentini izlemektedir. Bu yeni yüzey kırığı için yeni bir adlandırma gerekebilir. Şekil 5'te Pazarcık ve Erkenek segmentlerinin oluşturduğu fay yüzlekleri görülmektedir.

Ekinözü Depremi Yüzey Kırıkları

Ekinözü depreminde kırılan Sürgü-Çardak Fay Zonu üzerinde Kullar ve Göksun arasında saha gözlemleri yapılmış olup, Şekil 6'da sahada gözlenen fay yüzlekleri görülmektedir. Çiftlikkale'deki yüzey kırığında en büyük atım gözlenmekte olup, tamamen sol yanallı bir fay özelliğindedir. Bu fay Göksun'a yaklaştıkça yönünü değiştirmekte ve Fındık köyünde normal fayı andıran bir atım göstermektedir.



Şekil 6. Çardak-Sürgü Fay Zonu'nda gözlenen bazı tipik fay yüzlekleri.

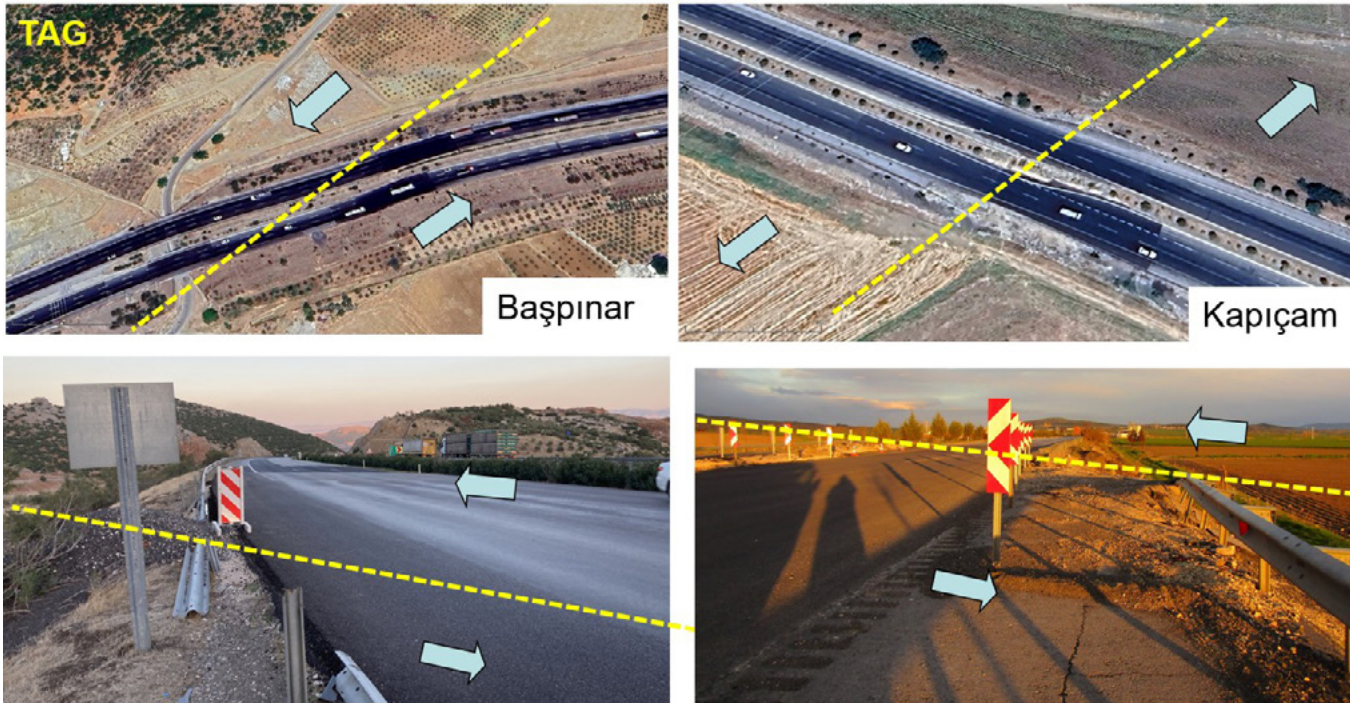
Yüzey kırıklarının yapılara etkileri

Türkiye’de önceki yıllarda meydana gelmiş büyük depremlerde olduğu gibi, bu son depremlerde de, Dünyanın en iyi yönetmeliklerinden biri olan Türkiye deprem yönetmeliklerine göre inşa edilmemiş, yapısal kusur ve ihmalkarlığın olduğu yapıların binlercesinin iskambil kâğıdı gibi yıkılması büyük can ve mal kaybına neden olmuştur. Yazarlar bu konuya ilişkin olarak 1992 yılından beri ve 1999 Kocaeli ve Düzce depremleri, Japonya’daki 1995 Kobe ve 2011 Büyük Doğu Japonya ve 2008 İwate-Miyagi depremleri, Endonezya’daki 2004 Aceh ve 2005 Nias depremleri, Hindistan’daki 2001 Kutch depremi, Pakistan’daki 2005 Kashmir depremi, Yeni Zelanda’daki 2010 Darfield ve 2011 Christchurch depremleri ve İtalya’daki L’Aquila depreminde gözlemlenen olgular ışığı altında sorunun ne olduğunu ve ne tür yaklaşımlar gerektiği o tarihlerde yaptıkları yayınlarda belirtmişlerdir (Aydin 1996, 2003, 2009, 2012, 2023; Aydin et al. 1998, 1999, 2002, 2003, 2009, 2010, 2011, 2018; Ulusay ve Aydin 2005; Ulusay vd. 2002). Bu bölümde; 2023 Kahramanmaraş depremlerinde yazarlar tarafından gözlenen yüzey kırıklarının yapılarda neden ol-

duğu tipik yapı hasarlarından örnekler sunulmuş ve geçmişte Türkiye’de ve diğer bazı ülkelerde meydana gelmiş depremler ve yazarların incelediği hasarlarla birlikte kısaca değerlendirilmiştir.

Otoyollar ve Demiryolları

Bu depremde birçok yerde faylar (yüzey kırıkları) otoyolları ve demiryollarını kesmiş olup, burada seçilmiş birkaç önemli örnek sunularak bu konu değerlendirilmiştir. Bu depremde Başpınar’da fayın kestiği Tarsus-Adana-Gaziantep (TAG) oldukça önemli bir örnektir. (Şekil 7). Geçmişte benzer olgular 1999 Kocaeli ve Düzce depremlerinde de gözlenmiştir. Başpınar köyünde deprem fayı otoyolu verev ve aynı fay Kapıçam’da bir başka ana yolu dikine kesmiştir. Her iki hasarın meydana geldiği yerde otoyollar dolgu yapılarak inşa edilmiştir. 1999 Kocaeli ve Düzce depremlerinde hasar gören TEM’in hasar gören kısımdaki asfalt kaldırılarak tesviye edildikten sonra asfaltlanarak onarılmıştır. Bu yaklaşıma benzer olarak bu depremlerde de söz konusu yerlerde faylanmanın oluşturduğu hasar sonrasında parçalanmış asfalt temizlenmiş ve otoyol tesviye edilerek yeniden asfaltlanmış ve kısa zamanda trafiğe açılmıştır.



Şekil 7. Başpınar ve Kapıçam’da faylanmaya bağlı otoyol hasarları ve onarımları (Uydu resimleri Google-Earth’ten).



Şekil 8. Şekeroba ve Gölbaşı’nda faylanmaya bağlı demiryolu hasarları

Demiryolları Narlı, Şekerobası, Türkoğlu, ve Gölbaşı’nda faylanmadan oldukça ağır hasar görmüştür. Demiryolu raylarının fay ile yaptığı dar açı 30 ile 85° arasında değiştiği için, Şekil 8’den görüldüğü gibi, raylar ‘S’ şeklinde bükülmüştür. Gölbaşı’nda kısmen sivilaşmanın etkisi olmuş olsa da, ray hasarlarının çoğu faylanmadan kaynaklanmıştır. Rayların doğrudan orijinal zemin üzerinde inşa edilmesinden dolayı demiryolu hasarlarına ilişkin onarımlar kısa sürede gerçekleştirilmiştir.

Burada en önemli husus, ana yolların faylı bölgelerde doğrudan zemin üzerine inşa edilmesinin yüzey kırığına bağlı hasarı azaltma açısından etkin bir yöntem olacağını göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, çok gerekli olmadığı takdirde, otoyolların ve demiryollarının viyadüklerle yükseltilmesine özen gösterilmelidir. Bu bağlamda viyadük kullanılarak inşa edilmiş ve 1995’te meydana gelen Kobe (Japonya) depreminde yükseltilmiş Hanshin hızlı otoyolu ile hızlı tren (Shinkansen) ve diğer demiryollarındaki hasarlar ve sonrasında onarım için gereken süreler bu konuda iyi bir örnek oluşturmaktadır. (Aydin 1996, 2003, 2023; Aydin vd. 2011, 2018)

Köprüler ve Viyadükler

Tarsus-Adana-Gaziantep (TAG) yolu üzerinde Türkiye’nin en yüksek Atatürk viyadüğünün yanı sıra, Nurdağı ile Başpınar köyü arasında Turgut Özal, Nurdağı ve Başpınar viyadükleri de bu-

lunaktadır. Atatürk, Turgut Özal, Nurdağı viyadüklerinin çok yakınından (400-500 m), yüzey kırıkları geçmesine ve bu nedenle hiç kuşkusuz oldukça yüksek ivmelerin etkimesine karşın, Başpınar viyadüğü dışındaki diğer viyadükler hasar görmemiştir. Bu viyadüklerin hasar görmemesinin önemli bir nedeni olarak bu yapıların hipersatik şekilde inşa edilmiş olmaları düşünülebilir. Diğer yandan, Nurdağı-Gaziantep üstgeçiş köprüsünün tabliyesi altından geçen otoyolun üzerine düşmüştür. Bunun başlıca nedeni; bu yapının mesnetlerinin yanal yönde ve açılma şeklindeki yerdeğiştirmelere karşı oldukça zayıf olmasıdır. Düşen köprünün bulunduğu alanda kalıcı deformasyonlara bağlı ve dönme şeklinde yerdeğiştirmelerin olduğu da saha incelemelerinde gözlenmiştir. (Şekil 9). Japonya’da son yıllarda bu tür üst geçiş köprülerinin düşmesinin önlenmesi amacıyla köprü ayaklarının oturduğu kısımlarda esneme payını arttıran ve tabliyeleri mesnetlere sabitleyen zincir ve kablolar kullanılarak önlemler alınmaktadır. Benzer önlemler Birinci Boğaz köprüsünde güçlendirme amacıyla uygulanmış olup, bu tür önlemlerin Türkiye’de yaygınlaştırılması gereklidir.

Şekeroba’da demiryolunu kesen yüzey kırığı; aynı yerde demiryoluna paralel otoyol köprüsünü Şekil 9’da görüldüğü üzere yüzey kırığına bağlı olarak hasara uğramasına neden olmuştur. Burada da hasar yüzey kırığının sol yanal ötelemesine bağlı olarak tabliyenin dönmesi ve mesnetlerinden ayrılması ile göreceli yerdeğiştirme sonucu oluşmuştur.



Şekil 9. Nurdağı - Gaziantep kavşak üst geçiş köprüsü ile Şekeroba'da faylanmaya bağlı olarak göçmüş bir köprü.



Şekil 10. Türkoğlu ilçesi ile Varto mezarası arasında ayaklarında hasar meydana gelmiş çatkılı bir demiryolu köprüsü.

Yüzey kırıklarına yakın alanlarda demiryolu köprüleri de hasar görmüş olup, buna ilişkin bir örnek Türkoğlu ilçesi ile Varto mezarası arasında basit kiriş olarak köprü ayaklarına oturtulmuş iki çatkılı (truss) köprüde meydana gelen ağır hasardır (Şekil 10). Bu köprüler kırıklardan yaklaşık 60 ile 150 m uzaklıkta olup, bir önceki örnekte işaret

edildiği gibi üst köprü yapısına yüksek ivmelerin etkidiği durumda ayakların yanıl ve açılmasına karşı önlem alınmaması bu tür hasarlara neden olmuştur. Türkiye'de bu tür hasarların bundan böyle olmaması için, daha önce belirtildiği üzere, Japonya'da uygulananlara benzer önlemlerin alınması gereklidir.

Baraj Hasarları

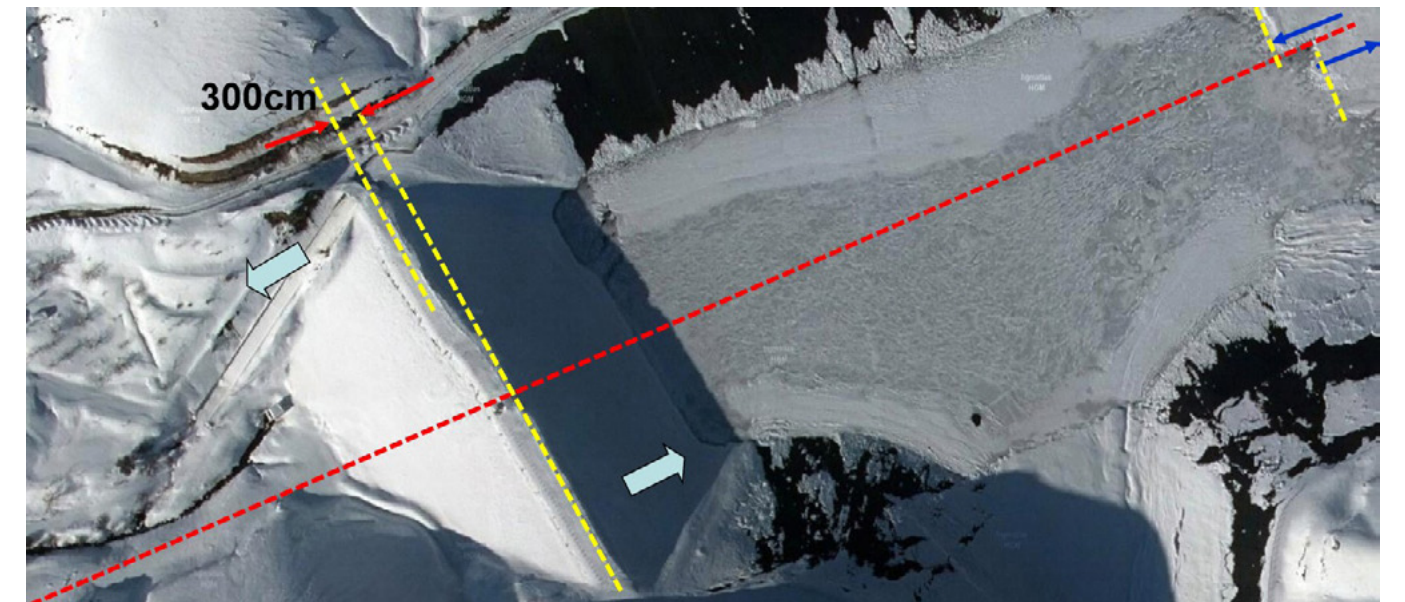
Yıkılması halinde akış aşağı (mansab) kesimindeki yerleşimlerde ve yapılarda ağır hasara ve can kayıplarına neden olacağı için barajların kesinlikle diri fay zonları üzerinde inşa edilmemesi oldukça önemli bir kuraldır. 1999 Chi-chi (Tayvan) depreminde Chelungpu fayının 8 m'lik bindirme atımı nedeniyle Shikang beton ağırlık barajında ve 2016 Kumamoto (Japonya) depreminde Oki-rihata dolgu barajında çok büyük hasar ve sızıntılar meydana gelmiştir (Aydan vd. 2011, 2018; Aydan 2012, 2023). Kahramanmaraş depremlerinden etkilenen bölgede birçok baraj bulunmakta olup, bunlardan bazıları sarsıntıya bağlı rezervuar içindeki dolgu kısmın zemin ile dolgu arasındaki arayüzeyde kaymadan dolayı ağır hasar görmüştür. Bölgedeki Atatürk, Keban ve Karakaya barajları Dünya ölçeğinde büyük barajlardır. Bu barajların hasar görmemesi, örneğin Atatürk barajının depremin merkez üssünden 60 km uzakta bulunması, barajların depremler sırasında güvenliği konusunu daha da önemli hale getirmektedir. Bunun yanı sıra, baraj gölüne çevreden düşebilecek kaya kütleleri ve/veya kütle hareketleri tsunamiye benzer olgulara da neden olabilmektedir. Buna benzer bir olgu Japonya'da 2008'de meydana gelen İwate-Miyagi depreminde Aratozawa Barajı'nda gözlenmiştir

(Aydan, 2015). Kahramanmaraş depremlerinde kırılan fay Erkenek Göleti'nin baraj gövdesinin tam ortasından geçerek 300-340 cm'lik bir yanıl atım oluşmuştur (Şekil 11). Bu barajın gövdesinin kaya dolgu türünde inşa edilmiş ve deprem sırasında rezervuardaki su seviyesinin oldukça düşük olması nedeniyle su sızıntısı meydana gelmediği için herhangi bir sorun oluşmamıştır.

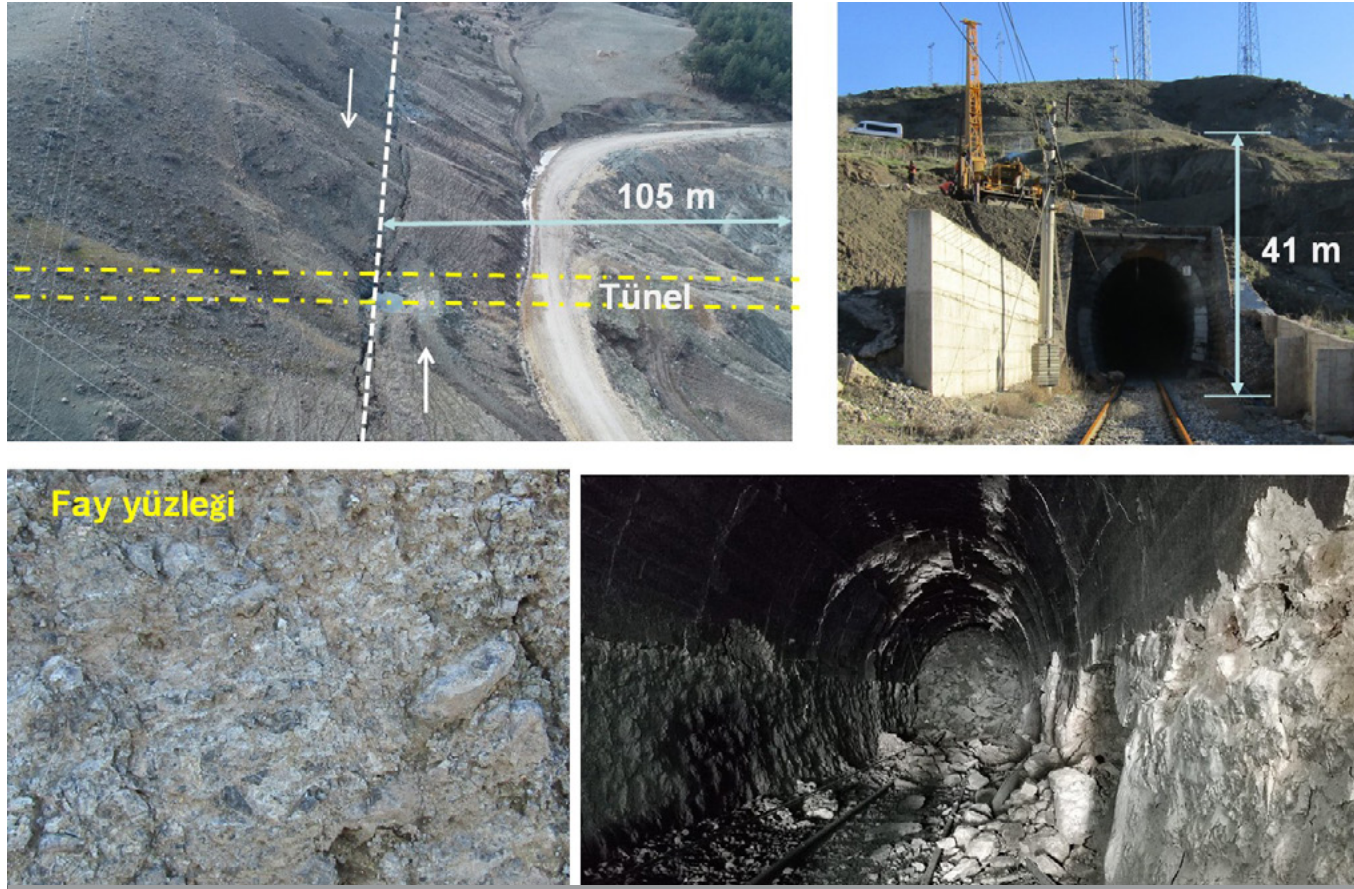
Erkenek Göleti'nin bulunduğu alandan bu depremde kırılmamış ve uzunluğu 65 km olan Erkenek fayı geçmektedir. Bu husus dikkate alındığında, bu fayın 7 büyüklüğünde bir deprem oluşturma olasılığı oldukça yüksektir. Yukarıda değinilen hususlar dikkate alınarak, bu baraj için gereken daha ayrıntılı incelemelerin yapılmasında ve bu incelemelerin sonuçlarının değerlendirilmesinde yarar olacaktır.

Tünel Hasarları

Geçmiş deneyimlerin ışığı altında tünellerde hasarlar belirli bölgelerde oluşmaktadır (Aydan vd., 2010). Bu bölgeler; tünellerin giriş/çıkış ağızları ve fayların tüneli belirli bir açıda kestiği yerlerdir. Tünel giriş/çıkış ağızlarındaki hasarlar genellikle kaya düşmeleri ve/veya şev duyarsızlıkları sonucu oluşmaktadır. Bu depremlerde de hasarlar birçok tünelin giriş/çıkış ağızlarında gözlenmiştir



Şekil 11. Erkenek Göleti'nin gövdesinde faylanmadan dolayı meydana gelmiş 300 cm'lik ötelenme (Uydu görüntüsü ATLAS (2023)'ten).



Şekil 12. Ozan demiryolu tüneline görüntüler ve bu tünelde faylanmaya bağlı hasarlar.

tir. Ancak faylanmaya bağlı hasar Ozan köyü yakınlarından geçen ve Malatya-Gölbaşı hattı üzerindeki demiryolu tüneline meydana gelmiştir. Şekil 12'de görüldüğü gibi, fayın kayma miktarı yaklaşık 230 cm olup, tünel tamamen kapanmış ve göçük yeryüzüne kadar ulaşmıştır. Yüzey kırığı tünel ağzından 105 m uzaklıkta ve örtü kalınlığı 41 m civarındadır.

Günümüzde Türkiye'de farklı yerleşimler arasında inşası düşünülen ve/veya inşasına devam edilen hızlı tren yolu projeleri söz konusu olduğu için, deprem üretebilen faylar tarafından kesilmesi söz konusu olan demiryolları açısından bu konunun üzerinde hassasiyetle durulması gerekmektedir. Olası fayın geçtiği kısımlarda tünel kesitinin geniş tutulması veya segmentli tünel inşasının yanı sıra, sünekliliği yüksek tahkimat sisteminin uygulanması gereklidir. Bu hususlarla ilgili ayrıntılar için Aydan vd. (2010)'ne bakılması önerilir.

Enerji Nakil Hatlarında ve Direklerdeki Hasarlar

Enerji nakil hatları yüksek direkler ile kablolardan oluşmaktadır. Direklerin ayakları arasından yüzey kırığının geçmesi halinde 1999 Kocaeli depremi, 1999 Chichi depremi (Tayvan) ve 1995 Kobe depreminde (Japonya) hasarlar meydana gelmiştir (Aydan vd. 2011, 2018; Aydan 2012, 2023). Benzer şekilde, Ekinözü depreminde Gözpinar köyü (Nurhak) yakınlarında direklerin ayakları arasından yüzey kırığının geçmesinden dolayı direkler yıkılmıştır. Bunun yanı sıra, direklerin arasındaki uzaklığın faylanmayla ilgili ötelenme nedeniyle artması sonucu kablolar gerilmiş ve bu nedenden dolayı da eğilmeye bağlı hasarlar meydana gelmiştir. İlginç iki örnek olarak Narlı fayı yakınında ve Şekeroba'da faydan 5-10 m uzaklıkta yüksek ivme ve kalıcı deformasyonlar nedeniyle direkler bükülmüştür (Şekil 13). Ayrıca Kuyumcular köyünde yerin hareketinin tersi yön-



Şekil 13. Faylanmaya bağlı enerji nakil hatları direklerinde oluşan hasarlar ve bükülmeler

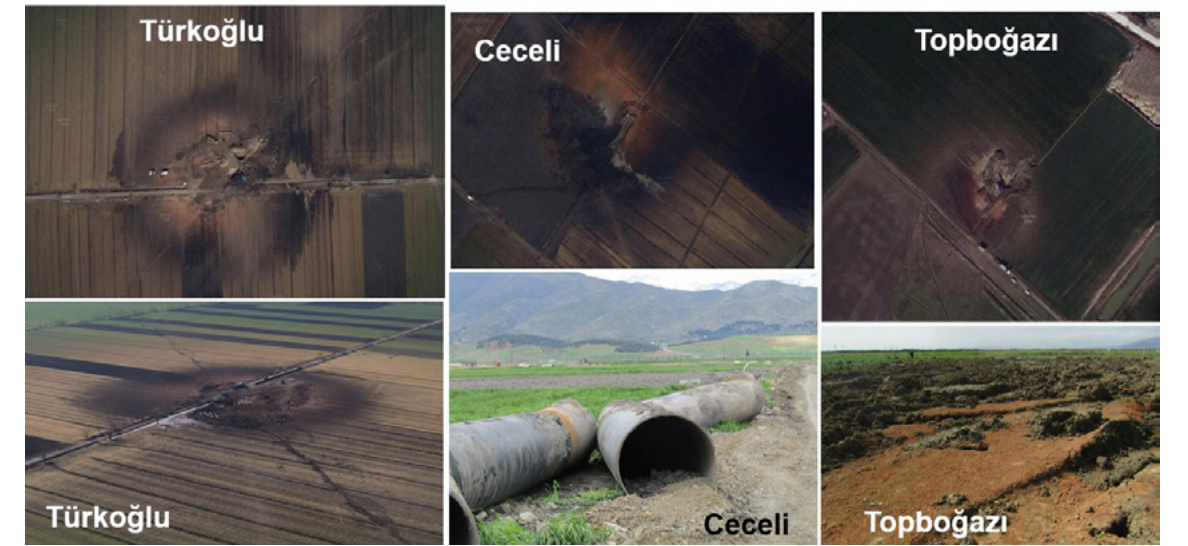
de faydan 1-2 m uzaklıktaki elektrik direklerinin ortalarında bükülme olgusu meydana gelmiştir.

Doğrusal ve Tüp Şeklindeki Yapılar

Petrol, doğal gaz hatları, su boruları ve kanalizasyon sistemleri genelde doğrusal ve tüp şeklinde yapılar olarak sınıflandırılabilir. Bu yapılar kalıcı deformasyona maruz kaldıklarında sıkışma sonucu bükülmeye veya uzamaya bağlı kopma şeklinde hasar görürler. Pazarcık depreminde Türkoğlu, Ceceli ve Topboğazı'nda çapı 82 cm ve et kalınlığı 15 mm civarında olan borulardan oluşan doğal gaz boru hattında faylanmayla ilgili eksenel sıkışma sonucu bükülmeye bağlı hasarlar meydana gelmiş ve doğal gaz bu yerlerde patlayarak borularda ha-

sara neden olmuştur (Şekil 14). Bunun yanı sıra, çevrede (tarım alanlarında) çapı 100 m civarında yanmış bir alan da oluşmuş ve bu alanda kalan ağaçlar da yanmıştır.

Bunun yanı sıra, Gaziantep Belediyesi su ihtiyacı için Kahramanmaraş ilindeki bulunan Düzbaşı su rezervuarından çapı 260 cm olan su boruları ile su pompalamaktadır. Bu boru hattının fayı kestiği yerlerde borularda bükülme veya eklem yerlerinden kopma şeklinde hasarlar meydana gelmiştir. Benzer hasarlar fayın geçtiği yerlerde değişik tür



Şekil 14. Pazarcık depreminde doğalgaz boru hatlarında meydana gelen hasarlar (Uydu resimleri ATLAS 2023'ten)

borularda da gözlenmiştir. Bu hasarları önlemek için faylanmaya karşı uzayabilir eklemler veya Alaska doğalgaz hatlarında kullanıldığı gibi, boruları üzerinde kayabilecekleri kızakların üstünde inşa etmek iyi ve etkin bir önlem olabilir.

Binalar

Faydan en az 20 km uzakta olan Antakya ve Kahramanmaraş'taki ivme davranış spektrumları gözönüne alındığında deprem yönetmeliğine aynen uyulmuş olsa idi, binlerce binanın iskambil kâğıdı gibi göçmemesi beklenirdi. Dünyanın en iyi deprem yönetmeliğine sahip Türkiye'nin deprem yönetmeliklerine uygun inşaatların yapılması ve ilk yazarın 1992 Erzincan depreminden beri gözlemlediği yapısal kusurların ve ihmalkarlığın yıkımın en büyük nedenleri olduğunu söylemek yanlış olmaz (Aydan ve Ulusay 2023). Bu hususa özellikle işaret ettikten sonra altlarından yüzey kırığı geçen ve yapısal hasarın çok az gözlemlendiği veya hemen hemen hiç görülmediği binalara birkaç örnek burada verilecektir (Şekil 15).

Öncelikle, Kırıkhan ilçesinde altından 200 cm atımı olan bir yüzey kırığının geçtiği 2 katlı radye temelli bina örneklerden biri olarak verilmiştir. Bu binanın ağırlık merkezi 0.5 olup, binanın % 55'i hareket etmeyen fay bloğunun üzerinde yer almaktadır (Şekil 15). Bina, deprem sırasında katı (rijit) bir kutu gibi davranış göstermiş olup, kendileriyle yapılan görüşmede, evin sahibi sarsıntı dışında farklı bir şey hissetmediklerini ifade etmişlerdir. Diğer yandan Hassa, Balkar ve Şekeroba'da fayın teğet geçtiği yapılarda ağırlık mer-

kezleri 0.3 ile 1.0 olan radye temelli binalarda da hasar gözlenmemiştir (Şekil 15). İlginç bir gözlem ise Şekeroba'da 3 okul binasının birlikte bulunduğu alanda kalitesiz yapılmış ve yüzey kırığının altından geçtiği tek katlı eski okulun faydan olumsuz etkilendiği, yeni betonarme okul binası ile çelik konstrüksiyon kullanılarak inşa edilmiş 2 katlı okul binası ise hasara maruz kalmamıştır. Ancak 2023 Ekim ayında aynı okul alanı ziyaret edildiğinde, hasarsız betonarme okul binasının yıktırılmış olduğu görülmüş olup, bunun gerekçesi anlaşılamamıştır.

Diğer ilginç iki katlı bir bina örneği Gölbaşı ilçesi yakınlarındaki Ozan köyünde gözlenmiştir (Şekil 15). Bu binanın ağırlık merkezi 1.0 olup radye temel üzerinde inşa edilmiştir. Bina yaklaşık 200 cm ötelenmiş ve 40 cm yükselmiştir. Yapının içi incelenmiş olup, duvarlarında kılcal çatlak da görülmemiştir. Ayrıca bu binanın % 80'i fayın hareket etmeyen bloğu üzerinde bulunmaktadır.

Yukarıdaki paragraflarda belirtilen ve ayrıca geçmişte buna benzer örneklerin varlığı önemli bir hususa işaret etmektedir. Bu sıranmış örneklerle göre; radye temel üzerine inşa edilmiş ve ağırlık merkezleri 1 veya 1'den küçük yapıların katı (rijit) bir kutu gibi hareket etmeleri halinde altlarından atımı birkaç metreye ulaşan fay geçmekle birlikte, yıkılmadan depreme karşı az bir hasarla karşı koymaları, ya da depremi hasarsız atlatalmaları söz konusu olabilmektedir. Bu örnekler; Türkiye gibi aktif fayların etkin olduğu ülkelerde yukarıda değinilen hususların dikkate alınıp üzerinde tartışılmasının hasarların ve kayıpların azaltılması açısından yararlı olacağının göz ardı edilmemesi-

ni göstermektedir. Deprem bölgesinde küçük yerleşimlerde inşa edilmiş ve hasar görmüş 1 veya 2 kattan yüksek ve hatta çok katlı pek çok yapının varlığı, deprem bölgelerinde çok katlı yapılaşmadan kaçınılmasının, dolayısıyla yatay yapılaşmanın ne denli önemli olduğuna işaret etmektedir. Yukarıda değinilen gözlemlerin benzerleri Ekinözü depreminden etkilenen bölgede de gözlenmiştir.

Çıkarılması gereken dersler ve öneriler

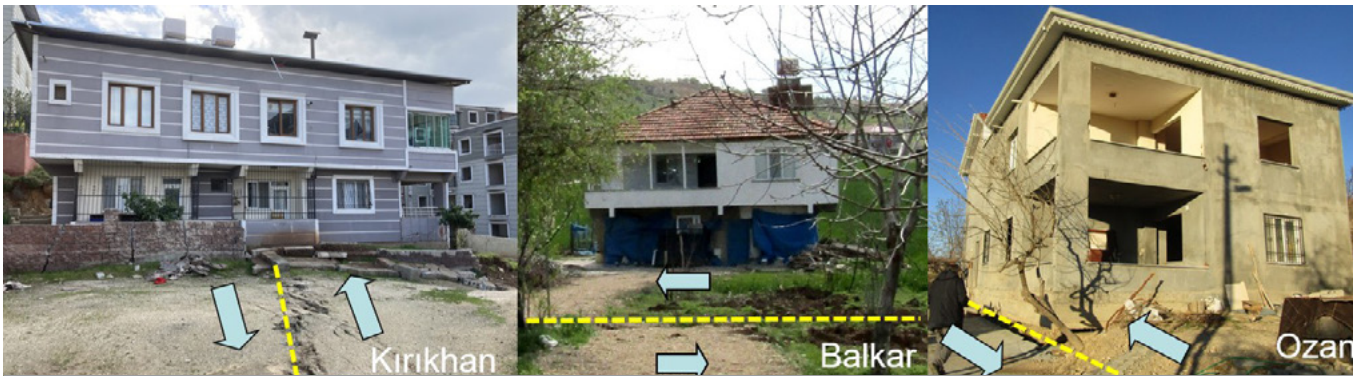
Yazarlar, bu yazıda 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinin neden olduğu yüzey kırıkları ve bunların yapılara olan etkileri ile ilgili saha gözlemlerini, değerlendirmelerini ve çıkarılan bazı dersler ve önerileri aşağıda özetle sunmuşlardır.

1. İnsanoğlunun fayların neden olabileceği yüzey kırıkları ve bunlara bağlı yapısal hasarları engellemesi mümkün değildir. Her şeyden önce, halen devam eden Avrasya ile Arabistan ve Afrika plakaları arasındaki sıkışma sonucu oluşan diri fayların tüm Türkiye çapında gözlemlendiği, diğer bir deyişle fayın geçmediği yerlerin hemen hemen hiç bulunmadığı bilinmesi gereken önemli bir husustur.
2. Perde duvar kullanılarak yapılar rijit kutu türü yapılar şeklinde inşa edilmeli ve yapısal dayanımı çok düşük olan delikli tuğladan yapılmış duvarlardan kaçınılmalıdır. Ayrıca;
 - a) Yapıların ağırlık merkezleri 1 ve 1'den az olmalı ve genelde 0.4-0.5 olması önerilir.
 - b) Yapının temeli radye temel ve faylanma sırasında zemin üzerinde serbestçe hareket edebilir olmalıdır.
3. Aktif faylı bölgelerde otoyollar ve demiryolları doğrudan zemin üzerine inşa edilmeli ve zorunlu olmadıkça viyadük vb. yapılarla yükseltilmemeli, dolayısıyla hasar görmeleri halinde kısa zamanda onarılmalarının mümkün olabilmeleri sağlanmalıdır.

4. Köprü ve viyadükler hiperstatik (redundant) yapı olarak inşa edilmeli ve direkler kesinlikle T-tipi olmamalıdır.
5. Barajlar kesinlikle diri fayların üzerinde inşa edilmemelidir. Ancak bazı nedenlerden dolayı inşa edilmeleri kaçınılmaz ise, kaya dolgu türü baraj tercih edilmelidir.
6. Tüp şeklindeki doğrusal yapılar faylanmadan kaynaklanacak yerdeğiştirmeyi mümkün kılacak şekilde esnek eklem ve üzerinde kaymanın mümkün olduğu kızaklar kullanılarak inşa edilmelidir.
7. Yeraltı yapıları, giriş/çıkış ağızları hariç, genelde sarsıntıya karşı dayanıklı olmalarına rağmen, faylanma halinde hasar görebilirler. Bu hasarlara karşı önlem olarak, fayın geçebileceği yerlerde tünel kesiti genişletilmeli ve tahkimat sistemleri süneklilikleri yüksek olacak şekilde tasarlanmalıdır.
8. Baraj, kule, viyadük, uzun köprülerin ayakları, nükleer santraller gibi önemli yapılar kesinlikle kaya temellere oturacak şekilde inşa edilmeli ve diri faylardan kaçınılmalıdır.

Kaynaklar

- AFAD- TADAS Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Deprem Dairesi Başkanlığı, Türkiye İvme Veri Tabanı ve Analiz Sistemi, <https://tadas.afad.gov.tr/>
- Aki, K., 1966. Generation and propagation of G waves from the Niigata earthquake of June 16, 1964: Part 2. Bull. Earthq. Res. Inst. Tokyo Univ., 44, 73-88.
- Atak, V.O., Aksu, O., Aydan, Ö., Önder, M., Toz, G. (2004). Measurement of ground deformation induced by liquefaction and faulting in the 1999 Kocaeli earthquake area. ISPRS, Paper No. 128, Istanbul. 5 p.
- ATLAS 2023. Deprem bölgesi uydu resimleri. <https://atlas.haritagov.tr/>
- Aydan, Ö. (1996). Faulting and characteristics of earthquake waves in Hyogo-ken Nanbu Earthquake of January 17, 1995 (in Turkish). Jeoloji Mühendisliği, 48, 63-77.
- Aydan, Ö., 2003. Actual observations and numerical simulations of surface fault ruptures and their effects engineering structures. The Eight U.S.-Japan Workshop on Earthquake Resistant Design of Lifeline Faci-



Şekil 15. Kahramanmaraş depremlerinde altlarından ve/veya yakınından fayın yüzey kırığı geçmiş ve hasar görmemiş ve çok az hasarlı yapılara bazı örnekler.

ilities and Countermeasures Against Liquefaction. Technical Report, MCEER-03-0003, 227-237.

- Aydan, Ö. 2009: The 13 March 1992 Erzincan Earthquake and Some Thoughts and Evaluations on its Surface Effects. Bulletin of Engineering Geology, Turkey, No.28-29, 33-56.
- Aydan Ö., (2012) Ground motions and deformations associated with earthquake faulting and their effects on the safety of engineering structures. Encyclopedia of Sustainability Science and Technology, Springer, R. Meyers (Ed.), 3233-3253.
- Aydan, Ö., (2015) Some considerations on a large landslide at the left bank of the Aratozawa Dam caused by the 2008 Iwate-Miyagi intraplate earthquake, Rock Mechanics and Rock Engineering, Special Issue on Deep-seated Landslides. 49(6), 2525-2539, 10.1007/s00603-015-0826-7.
- Aydan, Ö., 2023. Earthquake Science and Engineering, CRC Press, 494p.
- Aydan, Ö. and M. Hamada (1992). The site investigation of the Erzincan (Turkey) Earthquake of March 13, 1992. The 4th Japan-US Workshop on Earthquake Resistant Design of Lifeline Facilities and Countermeasures Against Soil Liquefaction, Honolulu, 17-34.
- Aydan, Ö. and H. Kumsar (1997). A site investigation of Oct. 1, 1995 Dinar Earthquake. Turkish Earthquake Foundation, TDV/DR 97-003.
- Aydan, Ö., Kumsar, H. (2015): Assessment of the earthquake potential of the west Aegean region of Turkey based on seismicity, tectonics, crustal deformation and geo-archaeological evidence and its geotechnical aspects Assessments of earthquake potential of west Aegean region of Turkey. Bull Eng Geol Environ. 7(3), 1037-1055.
- Aydan Ö, Ulusay R (2010) A reconnaissance report on the Darfield (New Zealand) earthquake of September 4, 2010. JSCE Earthquake Disaster Investigation Committee, Tokyo.
- Aydan, Ö., Ulusay, R., 2023. A quick report on Pazarcık and Ekinözü earthquake (Türkiye) of February 2023. https://committees.jsce.or.jp/eec205/system/files/FINA_RU_OA_pazarcik_ekinozu_eqs_qr.pdf
- Aydan Ö, Ulusay R, Kumsar H, Sönmez H, Tuncay E (1998) A site investigation of June 27, 1998 Adana-Ceyhan earthquake. Turkish Earthquake Foundation, İstanbul, Report No. TDV/DR 006-03.
- Aydan, Ö., Ulusay, R., Hasgür, Z. and Hamada, M., 1999, The behaviour of structures built in active fault zones in view of actual examples from the 1999 Kocaeli and Chi-chi Earthquakes. ITU-IAHS International Conference on the Kocaeli Earthquake 17 August 1999: A Scientific Assessment and Recommendations for Re-building, İstanbul, 131-142.
- Aydan, Ö., Ulusay, R., Kumsar, H. and Tuncay, E., 2000. Site investigation and engineering evaluation of the Düzce-Bolu Earthquake of November 12, 1999. Turkish Earthquake Foundation, TDV/DR 09-51, p.220.
- Aydan, Ö., Ulusay, R. and Miyajima, M. (2003): The Bingöl earthquake of May 1, 2003. Japan Society of Civil Engineers. 1-94.
- Aydan, Ö., Kumsar, H., Toprak, S., Barla, G. (2009). Characteristics of 2009 L'Aquila earthquake with an emphasis on earthquake prediction and geotechnical damage. Geotechnical Damage. Journal of Marine Science and Technology, Tokai University, Vol. 7, No. 3, 23-51.
- Aydan, Ö., Ohta, Y., Geniş, M., Tokashiki, N. and Ohkubo, K., 2010, Response and stability of underground structures in rock mass during earthquakes. Rock Mechanics and Rock Engineering, 43(6), 857-875.
- Aydan, Ö., Ohta, Y., Daido, M., Kumsar, H. Genis, M., Tokashiki, N., Ito, T. and Amini, M., 2011, Chapter 15: Earthquakes as a rock dynamic problem and their effects on rock engineering structures. Advances in Rock Dynamics and Applications, Editors Y. Zhou and J. Zhao, CRC Press, Taylor and Francis Group, 341-422.
- Aydan Ö, Ulusay R, Hamada, M and Beetham D. (2012) Geotechnical aspects of the 2010 Darfield and 2011 Christchurch earthquakes of New Zealand and geotechnical damage to structures and lifelines. Bulletin of Engineering Geology and Environment, 71(4): 637-662.
- Aydan, Ö., Nasiry, N.Z., Ohta, Y., Ulusay, R. (2018). Effects of Earthquake Faulting on Civil Engineering Structures. Journal of Earthquake and Tsunami. Vol.12, No.4, 1841001
- Duman, T.Y. and Emre, Ö. (2013) The East Anatolian Fault: geometry, segmentation and jog characteristics. Geological Society of London Special Publication, 372 (1), p. 495-529.
- Emre, Ö., Duman, T.Y., Özalp, S., Elmacı, H., Olgun, Ş., Şaroğlu, F., 2013, Açıklamalı Türkiye Diri Fay Haritası, Ölçek 1:1.250.000. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Özel Yayın Serisi-30, Ankara. ISBN: 978-605-5310-56-1.
- Google-Earth 2023. Uydu resimleri. <http://www.earth.google.com>
- Kanamori, H. 1983. Magnitude scale and quantification of earthquakes. Tectonophysics, 93, 185-199.
- KOERI 2023. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE), Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme Ve Değerlendirme Merkezi (BDTİM) <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/tr/>.
- Ulusay, R., Aydan, Ö., 2005. Characteristics and geo-engineering aspects of the 2003 Bingöl (Turkey) earthquake. Journal of Geodynamics 40: 334-346.
- Ulusay R, Aydan Ö, Hamada M (2002) The Behavior of structures built on active fault zones: examples from the recent earthquakes of Turkey. Structural Eng/Earthquake Eng, JSCE, 19(2), Special Issue, 149-167.
- Ulusay, R., Aydan, Ö., Erken, E., Kumsar, H., Tuncay, E., Kaya, Z. (2003): Site Investigation and Engineering Evaluation of the Çay-Eber Earthquake of February 3, 2002. Turkish Earthquake Foundation, TDV/DR 012-79. 213 p (in Turkish).



Abad Proje; inşaat, altyapı, üstyapı, şehir planlama, harita, imar, turizm, sağlık ve enerji alanlarında; şehircilik, mühendislik, mimarlık, proje, araştırma, teknik yardım, kontrollük ve danışmanlık hizmetleri vermek üzere 2000 yılında Ankara’da kurulmuştur. Kurulduğu günden bugüne insan ve çevre eksenli bir planlama anlayışını benimseyen Abad Proje’nin temel hedefi, yaptığı çalışmalarla hem planlı şehirler ve yaşanabilir çevreler ortaya koymak hem de şehirlere vizyon kazandırmak olmuştur.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü Kahramanmaraş İli 13’üncü Etap Kırsal 495 Adet Deprem Konutu + 134 Adet Ahır Yapım İş, TOKİ Osmaniye İli Merkez İlçesi Raufbey Mahallesi Millet Bahçesi ve Millet Bahçesine Ait Sosyal Donatılar İnşaatları ile Altyapı ve Çevre Düzenlemesi İş, Şanlıurfa İli Akçakale İlçesi Bolatlar (Şeyh Yakup) Mahallesi Millet Bahçesi İle Millet Bahçesine Ait Sosyal Donatılar İnşaatları ile Altyapı ve Çevre Düzenlemesi İş, DSİ 7. Bölge Aydınca Barajı Yapım İş, DSİ 4. Bölge Konya 6 Kısım Arazi Toplulaştırma Hizmetleri, DSİ 4. Bölge Afşar Bağbaşı Hadimi Tüneli İkmal, DSİ GAP 15.Bölge Şanlıurfa Taşbasan Arazi Toplulaştırma Hizmetleri, DSİ 2.Bölge Manisa Kırkağaç Arazi Toplulaştırma Hizmetleri, DSİ 4. Bölge Konya 9. Kısım Arazi Toplulaştırma Hizmetleri, DSİ 24.Bölge Kars Barajı Sulaması Arazi Toplulaştırma Hizmetleri ve DSİ 5. Bölge Ankara Gölbaşı Arazi Toplulaştırma Hizmetleri işleri devam etmektedir.

Sahip olduğu modern planlama ve inşa anlayışı, modern teknik donanımı ve teknolojik gelişmeleri izleyen deneyimli kadrosuyla en iyi hizmeti vermeyi şiar edinmiş bulunan ABAD Proje, şehirlerimizi planlayarak âbâd etmek ve onlara vizyon kazandırarak daha ileriye götürmek için üzerine düşeni itinayla yerine getirmeye devam etmektedir.

Türkiye Cumhuriyeti'nin Yüzüncü Yılı 6. İstanbul'un Jeolojisi Sempozyumu

"Sürdürülebilir Bir İstanbul"



Cumhuriyet'in 100. Yılında 6. İstanbul'un Jeolojisi Sempozyumu 14-15 Aralık 2023 tarihinde İstanbul Kültür Üniversitesi'nde gerçekleştirildi. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası İstanbul Şube-

si tarafından 12 Kasım 2023 tarihinde vefat eden İTÜ öğretim üyesi Prof. Dr. Aral Okay anısına düzenlenen Sempozyuma, İstanbul Büyükşehir Belediyesi her anlamda destek olurken, İstanbul Kültür Üniversitesi tüm olanak ve mekanlarını tahsis etmiştir.

Ana teması "Sürdürülebilir Bir İstanbul" olarak belirlenen Sempozyumda aşağıda konu başlıkları verilen konularda toplam 55 adet bildiri sunulmuştur.

- Sürdürülebilirlik Çalışmalarında Yer Bilimlerinin Rolü (4)
- İstanbul'un Jeolojisindeki Son Gelişmeler (6)
- İstanbul ve Deprem (7)
- Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik (11)
- Kent Jeolojisi ve Kentsel Dönüşüm (5)
- Çevre Jeolojisi, Değişen İklim ve İstanbul (3)
- Jeolojik Miras ve Kültürel Jeoloji (8)
- Doğal Yapı Malzemeleri ve Kaynaklar (5)
- Su Kaynakları ve Yönetimi (4)

Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Oturumuna, ülkemizin yetiştirdiği hocalarımızdan ve Derneğimiz Onursal Üyesi Prof. Dr. S. Okay EROSKAY'ın adı verilmiştir.

Eroskay Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Oturum'unun başında, oturum yürütücüsü ve başkanı Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL tarafından sunulan hocamızın özgeçmişi katılımcılar tarafından ilgiyle izlenmiştir. Ayrıca diğer oturum başkanı ve Kültür Üniversitesi öğretim üyesi Prof. Dr. Nihal SARIER tarafından bir teşekkür konuşması yapılmıştır.

Prof. Dr. S. Okay EROSKAY yaptığı kısa teşekkür konuşmasında dönemindeki akademisyenlik ve üniversiteler hakkında katılımcıların ilgisini çeken açıklamalarda bulundu.

Prof. Dr. S. Okay EROSKAY Hocamız, Türk Yüksek Öğretimine İstanbul Üniversitesi ve İstanbul Kültür Üniversitesi öğretim üyesi olarak akademik ve yönetsel anlamda büyük katkılar sağlamıştır. Hocamızın ağırlıklı olarak su kaynakları ve su yapıları alanındaki araştırma ve uygulama projeleri olmak üzere ülkemizin bayındırlık ve imarına önemli katkıları olmuştur. Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesinin 1976-2004 yılları arasında 28 yıl süreyle Yönetim Kurulu Üyeliği ve Genel Sekreterlik görevlerini yürütmüştür. Derneğimizin Onursal üyesi ülkemizde mühendislik jeolojisi biliminin gelişmesine ve uygulamalarının yaygınlaştırılmasına olan katkılarını halen sürdürmektedir.

EROSKAY Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Oturum'unda; Doç. Dr. Yılmaz Mahmutoglu tarafından sunulan "Sığ ve Çoklu Yeraltı Kazılarına Etkiyen Yer Koşulları" başlıklı çağrılı konuşma ile toplam 11 bildiri sunulmuş ve tartışılmıştır. Sunulan bildiriler biri hariç tamamı İstanbul'un sorunları odaklı olup; yeraltı kaya yapıları, heyelan envanteri, heyelanların zamana bağlı gelişimi, heyelan mekanizmaları, İstanbul'un mega projeleri ve zemin iyileştirme konularında olmuştur.

76th Türkiye Jeoloji Kurultayı With International Participation Geological Congress of Türkiye

15-19 Nisan 2024 / April 15-19, 2024
MTA Genel Müdürlüğü Kültür Sitesi / ANKARA
MTA General Directorate Cultural Center / ANKARA

Afet Dirençli Kentler Disaster Resilient Cities

DUYURU CIRCULAR



**TMMOB
JEOLJİ MÜHENDİSLERİ ODASI**
CHAMBER OF GEOLOGICAL ENGINEERS OF TÜRKİYE

BİLİMSEL TOPLANTILAR

Uluslararası Bilimsel Toplantılar: (2023-2024):

14th Asian Regional Conference

Yer: Kuala Lumpur, Malezya
Tarih: 27-29 Şubat 2024
Web: <https://www.arc14.asia>

8th International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering (8 ICEGE)

Yer: Osaka, Japonya
Tarih: 07-10 Mayıs 2024
Web: <https://confit.atlas.jp/guide/event/icege8/top>

6th International Conference on Natural and Applied Science and Engineering

Yer: Gaziantep, Türkiye
Tarih: 24-26 Mayıs 2024
Web: <http://www.icnasen.org/>

7th International Conference on Geotechnical and Geophysical Site Characterization

Yer: Barselona, İspanya
Tarih: 18-21 Haziran 2024
Web: <https://isc7.cimne.com/>

28th European Young Geotechnical Engineers Conference - EYGEC 2024

Yer: Demir Kapija, Makedonya
Tarih: 25-29 Haziran 2024
Web: <https://eygec2024.net>

The 3rd International Conference on Applied Mathematics in Engineering (ICAME'24)

Yer: Balıkesir, Türkiye
Tarih: 26-28 Haziran 2024
Web: <https://icame.balikesir.edu.tr/>

14th ISL (International Symposium on Landslides) & RSS (Rock Slope Stability) 2024

Yer: Chambéry Savoie, Fransa
Tarih: 5-12 Temmuz 2024
Web: <https://www.isl2024.com/abstracts/>

Eurock 2024

Yer: Alicante, İspanya
Tarih: 15-19 Temmuz 2024
Web: <https://www.eurock2024.com>

XVIII European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering

Yer: Lizbon, Portekiz
Tarih: 26-30 Ağustos 2024
Web: <https://www.ecsmge-2024.com/>

Nordic Geotechnical Meeting (Ngm 2024)

Yer: Göteborg, İsveç
Tarih: 18-20 Eylül 2024
Web: <https://www.ngm2024.se/>

2024 ISRM International Symposium

Yer: New Delhi, Hindistan
Tarih: 22-27 Eylül 2024
Web: <https://arms2024.org>

EuroEngeo 2024

Yer: Dubrovnik, Hırvatistan
Tarih: 8-12 Ekim 2024
Web: <https://www.euroengeo2024.com/>

IRF World Congress 2024

Yer: İstanbul, Türkiye
Tarih: 15-18 Ekim 2024
Web: <https://irfnet.ch/event/irf-world-congress-2024/>

1st international Rock Mass Classification Conference

Yer: Oslo, Norveç
Tarih: 30-31 Ekim 2024
Web: <https://www.rmcc2024.com/>

2nd IAEG Latin-American Regional Conference and XVII Pan-American Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE)

Yer: La Serena, Şili
Tarih: 12-16 Kasım 2024
Web: <https://panamgeochile2024.cl/>

The 2nd Geomandu: Geotechnics for Sustainable Infrastructures

Yer: Kathmandu, Nepal
Tarih: 28-29 Kasım 2024
Web: <https://geomandu.ngeotechs.org/>

5th International Symposium on Frontiers in Offshore Geotechnics (ISFOG)

Yer: Nantes, Fransa
Tarih: 09-13 Haziran 2025
Web: <https://isfog2025.univ-gustave-eiffel.fr/>

2025 ISRM International Symposium: Eurock 2025

Yer: Trondheim, Norveç
Tarih: 16-20 Haziran 2025
E-mail: henki.oedegaard@multiconsult.no

The 15th Asian Regional Conference of IAEG: ARC-2025

Yer: Dhaka, Bangladeş
Tarih: 27-29 Kasım 2025
E-mail: shakhawathos2004@yahoo.com

Ulusal Bilimsel Toplantılar (2023-2024):

Ulusal Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumu (MÜHJEO'2024)

Yer: Nevşehir, Türkiye
Tarih: 6-8 Haziran 2024
Web: <https://muhjeo2024.nevsehir.edu.tr/>

76. Jeoloji Kurultayı

Yer: Ankara, Türkiye
Tarih: Nisan 2024
Web: <https://tjk.jmo.org.tr/>

Mühendislik Jeolojisi Derneği Üyeleri

Derneğimizin üye sayısı Haziran 2020 itibariyle, 177. si asil, 2'si onursal ve biri de kurumsal olmak üzere toplam 180' ulaştı. Bu üye sayısı ile Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Birliği (IAEG)'ne üye Avrupa ülkeleri arasında Türkiye üye sayısı itibariyle 4. sıradaki yer almaya devam ediyor. Derneğimize üye başvuruları devam etmekte olup, üye olarak katkı veren meslektaşlarımıza teşekkür ediyoruz.

AD	SOYAD	ÜNVAN	E-POSTA
Erdoğan YÜZER	(Onursal Üye)	Prof. Dr.	erdoganyuzer@gmail.com
S. Okay	EROSKAY	(Onursal Üye)	seroskay@gmail.com
Reşat	ULUSAY	Prof. Dr.	resat@hacettepe.edu.tr
Mehmet	EKMEKÇİ	Prof. Dr.	ekmekci@hacettepe.edu.tr mekmekci1303@gmail.com
Emre	BALCIOĞLU	Jeo. Yük. Müh.	emrebalcioglu86@gmail.com
Mehmet İrfan	YEŞİLNACAR	Prof. Dr.	iyesilnacar@gmail.com
Yavuz	KAYA	Jeoloji/Jeoteknik Müh.	yavuz.kaya@alacergold.com
Mustafa Kemal	AKMAN	Jeo. Yük. Müh.	mkakman66@hotmail.com
Ergün	TUNCAY	Prof. Dr.	etuncay@hacettepe.edu.tr
Remzi	KARAGÜZEL	Prof. Dr.	karaguzel@itu.edu.tr
Cüneyt Hüseyin	ŞENTÜRK	Jeo. Yük. Müh.	senturkcuneyt@gmail.com
Emre Aytuğ	ÖZSOY	Jeo. Yük. Müh.	eaozsoy@eskisehir.edu.tr
Yılmaz	MAHMUTOĞLU	Doç. Dr.	yilmazm@itu.edu.tr
Ahmet	KARAKAŞ	Doç. Dr.	akarakas@kocaeli.edu.tr
Aziz	ERTUNÇ	Prof. Dr.	aziz.ertunc@toros.edu.tr
Ali	ÖZVAN	Doç. Dr.	aliozvan@gmail.com
Akın	ÖNALP	Prof. Dr.	a.onalp@iku.edu.tr
Cem	KINCAL	Doç. Dr.	cemkincal2@gmail.com
Mehmet Yalçın	KOCA	Prof. Dr.	yalcin.koca@deu.edu.tr
Mustafa	ÖZER	Doç. Dr.	ozerm@gazi.edu.tr
Ayhan	KOÇBAY	Dr.	ayhankocbay@gmail.com
Gülseren	DAĞDELENLER	Arş. Gör. Dr.	gulsrn@hacettepe.edu.tr
Nurkan	KARAHANOĞLU	Prof. Dr.	nurkan@metu.edu.tr
Mahmut	MUTLUTURK	Prof. Dr.	mahmutmutluturk@sdu.edu.tr
Şakir	ŞİMŞEK	Prof. Dr.	ssimsek@hacettepe.edu.tr
Halil	KUMSAR	Prof. Dr.	hkumsar@pau.edu.tr
Alper	BABA	Prof. Dr.	alperbaba@iyte.edu.tr
Adil	BİNAL	Prof. Dr.	adil@hacettepe.edu.tr
Fikret	KAÇAROĞLU	Prof. Dr.	fkacaroglu@mu.edu.tr
Ali	KAYABAŞI	Prof. Dr.	akayabasi@ogu.edu.tr
Ayberk	KAYA	Prof. Dr.	ayberkkaya@hotmail.com
Fikri	BULUT	Prof. Dr.	fbulut@ktu.edu.tr
Hakan	ERSOY	Prof. Dr.	ersoy@ktu.edu.tr
Mutluhan	AKIN	Prof. Dr.	mutluhanakin@gmail.com, mutluhanakin@nevsehir.edu.tr
Müge	AKIN	Doç. Dr.	mugeakink@gmail.com mugeakink@agu.edu.tr
Eray	ÖZGÜLER	Dr.	yeryapi@gmail.com
Nihat Sinan	IŞIK	Prof. Dr.	ni hatsinan@gmail.com
Nihat	DİPOVA	Prof. Dr.	ndipova@akdeniz.edu.tr
Özkan	CORUK	Doç. Dr.	corukozkan@yahoo.com.tr
Yasemin	LEVENTELİ	Doç. Dr.	leventeli@akdeniz.edu.tr

AD	SOYAD	ÜNVAN	E-POSTA
Özgür	AKTÜRK	Dr. Öğr. Üyesi	akturko@akdeniz.edu.tr
Atiye	TUĞRUL	Prof. Dr.	tugrulatiye@gmail.com
İbrahim	KUŞKU	Dr.	ibrahim@istanbul.edu.tr
Murat	YILMAZ	Doç. Dr.	yilmazm@istanbul.edu.tr
Ömer	ÜNDÜL	Doç. Dr.	oundul@itu.edu.tr
Nilsun	HASANÇEBİ	Dr.	nhasancebi@irisgeoteknik.com.tr
Barış	HASANÇEBİ	Jeo. Müh.	barishasancebi@gmail.com; bhasancebi@promotagrup.com
TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası			jmo@jmo.org.tr
Levent	SELÇUK	Prof. Dr.	lselcuk@yyu.edu.tr
Hakan	ELÇİ	Doç. Dr.	hakan.elci@deu.edu.tr
Ömer	AYDAN	Prof. Dr.	aydan@tec.u-ryukyu.ac.jp
Işık	YILMAZ	Prof. Dr.	isik.yilmaz@gmail.com
Recep	KILIÇ	Prof. Dr.	rkilic@ankara.edu.tr
Tülay	EKEMEN KESKİN	Prof. Dr.	tulayekemen@karabuk.edu.tr
İnan	KESKİN	Doç. Dr.	inankeskin@karabuk.edu.tr
Dursun	ERİK	Dr.	dursunerik@gmail.com
Hasan	ÖZASLAN	Jeo. Müh.	hozaslan@yukseproje.com.tr
Koray	ULAMIŞ	Doç. Dr.	ulamis@ankara.edu.tr
Kemal	KARAKUŞ	Jeo. Müh.	kkarakus@dsi.gov.tr
Orhan	TANER	Jeo. Müh.	taner@jeodizayn.com.tr
Hasan	ARMAN	Prof. Dr.	Hasan.arman@gmail.com
Sedat	TÜRKMEN	Prof. Dr.	sturkmen@cu.edu.tr
Tolga	ÇAN	Prof. Dr.	tolgacan@cu.edu.tr
Orhan	ŞİMŞEK	Dr.	o.simsek@fugrosial.com.tr
Niyazi	ŞENNAZLI	Jeo. Müh.	n.sennazli@fugrosial.com.tr
Mustafa	YILDIRIM	Prof. Dr.	yildir@yildiz.edu.tr
Tamer	TOPAL	Prof. Dr.	topal@metu.edu.tr
Şule	TÜDEŞ	Prof. Dr.	studes@gazi.edu.tr
Celalettin	ŞİMŞEK	Prof. Dr.	celalettin@deu.edu.tr
Okay	GÜRPINAR	Prof. Dr.	okaygurpinar@gmail.com
Cavit	ATALAR	Prof. Dr.	cavitatalar@hotmail.com; cavit.atalar@neu.edu.tr
Serdar	AKER	Dr.	srdkr@gmail.com
Onur	KÖROĞLU	Jeo. Yük. Müh.	korogluonur@hotmail.com
Mustafa	KORKANÇ	Prof. Dr.	mkorkanc@ohu.edu.tr
Hidayet	TAĞA	Doç. Dr.	htaga@mersin.edu.tr; hitaga@gmail.com
Cüneyt	GÜLER	Prof. Dr.	cuneytguler@gmail.com
Kıvanç	ZORLU KENDİR	Prof. Dr.	zorlukivanc@gmail.com
Nazlı	TUNAR ÖZCAN	Araş.Gör.Dr.	ntunar@hacettepe.edu.tr
Doğacan	ÖZCAN	Jeo. Yük. Müh.	dogacan.ozcan@istanbul.edu.tr
Aycan	KALENDER	Araş. Gör.Dr.	aycancoskun@hacettepe.edu.tr
Tümay	KADAKÇI KOCA	Doç. Dr.	tumaykoca@gmail.com
Arzu	FIRAT ERSOY	Prof. Dr.	firat@ktu.edu.tr
Evren	POŞLUK	Jeo. Müh.	evrenposluk@gmail.com
Hasan	KARAKUL	Prof. Dr.	hkarakul@gmail.com
Elif	AVŞAR	Doç. Dr.	eavsar@ktun.edu.tr
Gürhan Rahmi	KOÇBAY	Jeo. Yük. Müh.	gur@gurmuhendislik.com
Mehmet	MESUTOĞLU	Mad. Yük. Müh.	mehmetmesutoglu@selcuk.edu.tr

AD	SOYAD	ÜNVAN	E-POSTA
İhsan	ÖZKAN	Prof. Dr.	ozkani@selcuk.edu.tr, iozkan@ktun.edu.tr
Hüseyin Hüsnü	AKSOY	Prof. Dr.	haksoy@hacettepe.edu.tr
Emine Mercan	ÖNÜR	Jeo. Müh.	mercanonur@yahoo.com
Candan	GÖKÇEOĞLU	Prof. Dr.	candan.gokceoglu@gmail.com
Hakan Ahmet	NEFESLİOĞLU	Doç. Dr.	hanefeslioglu@hacettepe.edu.tr
Hakan	TANYAŞ	Jeo. Yük. Müh.	htanyas@hotmail.com
Murat	BEREN	Jeo. Müh.	murat.beren@istanbul.edu.tr
Candan	ALPTEKİN BİLEN	Araş. Gör. Dr.	candanalptekin@gmail.com
Ömer Faruk	APAYDIN	Jeo. Müh.	omerfaruk.apaydin@hotmail.com
Selman	ER	Dr. Öğr. Üyesi	selmaner@gmail.com
Sinem	ERİŞİS	Jeo. Müh.	sinemerisis@gmail.com
Seyfettin	ATMACA	Jeo. Müh.	seyfettin.server@gmail.com
Ertan	ER	Jeo.Yük.Müh.	ertaner@gmail.com
Seyfi	KULAKSIZ	Prof. Dr.	seyfi@hacettepe.edu.tr
Mete	ALBAYRAK	Jeo. Yük. Müh.	info@istanbulmuhendislikltd.com.tr
Dilek	KARAPINAR	Jeo. Yük. Müh.	dilekkarapinar@yandex.com
Muharrem	İNANLI	Jeo. Müh.	m_inanli@hotmail.com
Serhat	DEMİR	Jeo. Müh.	serhatdemir@gmail.com
İsmail	DİNÇER	Prof. Dr.	idincer@gmail.com
Atakan	SÜLER	Jeo. Müh.	atakansuler@gmail.com
Evrin	SOPACI	Dr.	evrimsopaci@gmail.com
Özkan	COŞKUN	Jeo. Müh.	coskunozkan@yahoo.com
Fazıl	KIRAN	Jeo. Müh.	fazilk@stfa.com
Aykut	AKGÜN	Prof. Dr.	aykut.akgun@ktu.edu.tr
Ahmet	ORHAN	Dr. Öğr. Üyesi	ahmet.orhan@nevsehir.edu.tr
Ersin	KOLAY	Doç. Dr	ersin.kolay@bozok.edu.tr
Mesut Gökhan	GÜMRÜK	Jeo. Müh.	mg-gumruk@hotmail.com
Merve	ŞAHİN	Jeo. Müh.	mrvesahn_@hotmail.com
Sina	KIZIROĞLU	İnş. Yük. Müh.	sina.kiziroglu@gmail.com
Serhat	DAĞ	Doç. Dr	serhatdag@gumushane.edu.tr
Selçuk	ALEMDAĞ	Doç. Dr	selcukalemdag@gmail.com
Melis	ALDEMİR	Jeo. Müh.	melisaldemir@jemas.com.tr
Fatma	GÜLTEKİN	Prof. Dr.	fatma@ktu.edu.tr
Meral ERDOĞAN	TOPÇUOĞLU	Dr.	erdoganmer@itu.edu.tr
Eylem	GÖKYAY	Hidrojeo. Müh.	eylem.gokyay@suyapi.com.tr
Mete	GÜRLER	Hidrojeo. Müh.	metegurler@gmail.com
Erkil Onur	TARI	Jeo. Müh.	erkilonur@gmail.com
Onur	ÖZDEMİR	Jeo. Müh.	oozdemir.muh@gmail.com
Mehmet	BAŞALMA	Jeo. Müh.	mehmetbasalma@gmail.com
Aydın	ALPTEKİN	Jeo. Müh.	aydinalptekin@mersin.edu.tr
Muhammet Oğuz	SÜNNETÇİ	Dr.	moguzsunnetc@ktu.edu.tr
Murat	KARAHAN	Dr.	muratkarahan21@gmail.com
Sabri Cansu	AKBAY	Jeo. Müh.	s.cansu_akbay@hotmail.com
Zülfü	GÜROCAK	Prof. Dr.	zgurocak@gmail.com
Mustafa Özgehan	ÜNAL	Jeoloji Mühendisi	muozgehan@gmail.com
Serdar	ERDOĞAN	Jeoloji Mühendisi	serdarerdogan25@hotmail.com
Meryem	BAŞARAN	Jeoloji Yük. Müh.	meryem@sumermuhendislik.com.tr
Semih	ÇAKICI	Jeoloji Yük. Müh	semihcakici@egetemel.com
Murat	SARIDEDE	Jeoloji Yük. Müh	saridedemurat@hotmail.com

AD	SOYAD	ÜNVAN	E-POSTA
Pınar Damla	ANLAR	Hidrojeoloji Müh	danlar@gulermakyse.com
Serdar	AYDOĞAN	Jeoloji Müh.	saydogan@emay.com
Gizem	ŞENOL UYSAL	Jeoloji Yük. Müh	gizemmsenoll@gmail.com
Burcu	SELEN	Jeoloji Müh.	burcu.selen@emay.com
Emin Alper	TEKYILDIZ	Jeoloji Müh	eatekyildiz@emay.com
Gaye	ALAN JATTA	Jeoloji Müh.	galan@emay.com
Sitem	ALDOĞAN	Jeoloji Müh.	saldogan@emay.com
Ezgi	GÜLBAR	Jeoloji Yük. Müh	ezgigulbar@gmail.com
Sefer Beran	ÇELİK	Doç. Dr.	scelik@pau.edu.tr
Erdi	Avcı	Araş. Gör. Dr.	erdiavci@istanbul.edu.tr
Ramazan Haslet	DİLLİ	Jeoloji Müh	haslet@geoteknikmuhendislik.com.tr
Ali Bahadır	YAVUZ	Prof. Dr.	bahadir.yavuz@deu.edu.tr
Aydın	DURUKAN	Jeoloji Mühendisi	adurukan@gmail.com
Engin Merter	BİLGİN	Jeoloji Mühendisi	embilgin@dsi.gov.tr
Mehmet Önder	ATAY	Jeoloji Mühendisi	monderatay@dsi.gov.tr
Uğraş	YILMAZ	Jeoloji Mühendisi	ugrasyilmaz@jemas.com.tr
Erkin	TOPUZ	Jeoloji Mühendisi	erkintopuz@jemas.com.tr
Hüseyin Baykal	YAŞAR	Jeoloji Mühendisi	huseyinyasar@jemas.com.tr
Ahmet	BARDAKÇI	Jeoloji Mühendisi	ahmetbardakci@jemas.com.tr
Taylan	USTA	Jeoloji Mühendisi	taylan_usta@yahoo.com
Buse	ÖZMEN	Jeoloji Mühendisi	buseozmen@jemas.com.tr
Doğukan	HALICIOĞLU	Jeoloji Mühendisi	dogukan.halicioglu@gmail.com
Tamer Yiğit	DUMAN	Doç. Dr.	duman.tamer@gmail.com
Erkan	BOZKURTOĞLU	Dr. Öğr. Üyesi	erkan@itu.edu.tr
Mehmet	ÖZDEMİR	Jeoloji Mühendisi	info@yeralti.com.tr
Bilgehan	KUL YAŞI	Jeoloji Müh. Dr.	bilgehankul@hotmail.com, bilgehankul@ktu.edu.tr
Cemal	YILDIZ	Jeoloji Yük. Müh.	cemalyildiz@dsi.gov.tr
Emre	ALTINTAŞ	Jeoloji Yük. Müh.	emrejeo@hotmail.com
Mehmet	YAKUT	Jeoloji Yük. Müh.	mehmetyakut90@gmail.com
Gülçin	TÜRKKAN KARAOĞLU	Jeoloji Yük. Müh.	gulcin.karaoglu@ibb.gov.tr
Hazel	ALAN	Jeoloji Yük. Müh.	hazelalan03@gmail.com
Senem	TEKİN	Doç. Dr.	senemtekin@adiyaman.edu.tr
Ali	BOZDAĞ	Doç. Dr.	abozdag@ktun.edu.tr
İsmail	İNCE	Doç. Dr.	iince@ktun.edu.tr
Kardelen	TOLUN	Jeoloji Mühendisi	tolunkardelen@gmail.com
Hüseyin Mert	BAŞER	Jeoloji Mühendisi	geoteknikmert@gmail.com
Gökhan	UZ	Jeoloji Mühendisi	guz@limak.com.tr, uzgokhan.41@gmail.com
Sami Serkan	İŞOĞLU	Jeoloji Yük. Müh.	samiserkanisoglu@gmail.com
Zülfükar ONUR	GEÇGİL	Jeoloji Mühendisi	onurge@demirexport.com
Bahadır	GÜLER	Jeoloji Mühendisi	bahadirg@demirexport.com
Tuğba	SARAYKÖYLÜ	Jeoloji Yük. Müh.	tsaraykoylu@dsi.gov.tr, tugbasaraykoylu@hotmail.com
Nail Özkan	SAMUR	Jeoloji Müh.	nosamur@gmail.com
Recep Kemal	AYDIN	Jeofizik Yük. Müh.	kemalaydin@dsi.gov.tr
Yılmaz	RÜZGAR	Jeoloji Yük. Müh.	yilmazruzgar@gmail.com
Ali Rıza	ÖZDAMAR	Jeoloji Mühendisi	arozdamar@gmail.com
Karaca	KARAKAŞ	Jeoloji Mühendisi	karacakarakas@gmail.com

Prefabrikte

Sağlam Temel, Sağlam Projeler



LEGOYAP

LEGOYAP İNŞAAT PREFABRİK YAPI ELEMANLARI SAN. VE TİC. A.Ş.

📍 Balıkesir 2. Organize Sanayi Bölgesi Haddeciler 4 Sok. No:4, D:2 Altıeylül / BALIKESİR

☎ 0 266 224 19 04

✉ info@legoyap.com.tr

📱 legoyap

🌐 www.legoyap.com.tr