

# YER

Sayı: 19 Yıl: 11

Haziran 2023

## MÜHENDİSLİĞİ



**6 Şubat 2023 Kahramanmaraş  
depremlerinin Mühendislik jeolojisi  
açısından ön değerlendirilmesi**

## 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 yer alan makalelerin içeriğinden yazarları sorumludur.**

**İzinsiz, kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz.**



6

## 4 Mühendislik Jeolojisi Derneğinden Haberler

Yönetim Kurulu Toplantıları Yapıldı

Derneğimiz Faaliyetleri ve Harcamaları Denetlendi

IAEG-Genç Mühendislik Jeologları (YEGs) için Kısa Makale Çağrısında Bulunuldu

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Pazarcık ve Ekinözü Depremleri Ön Değerlendirme Raporu Hazırlandı

Erguvanlı 2022 Mühendislik Jeolojisi Ödülleri Duyurusu Yapıldı

Mühendislik Jeolojisi Derneği 4. Olağan Genel Kurul Ankara'da Yapıldı

Dernek Web Sayfası ve Sosyal Medya Hesaplarından Güncellemeler Paylaşıyor

Vefat

Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumu - MÜHJEO'2024 hazırlıkları devam ediyor

## 9 YEG Faaliyetleri

Genç Mühendislik Jeologları (YEG)'nin 2022-2023 dönemindeki faaliyetleri

## 10 Makale

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinin Mühendislik jeolojisi açısından ön değerlendirilmesi



10

## 24 DSİ'den Haberler

Hidroelektrik santraller (HES) Ülkemizin enerji ihtiyacının karşılanmasına büyük katkı sağlıyor

Kırşehir (Özbağ) İçmesuyu Arıtma Tesisinde sona doğru

Yusufeli Barajı ve HES Projesinde elektrik üretimi için geri sayım başladı

Kızlaryolu Barajı gün sayıyor

## 27 Komisyonlar

## 28 Makale

Sanal su, su ayak izi ve madencilik

## 36 TCK'dan Haberler

Türkiye'nin ve Avrupa'nın en uzun çift tüplü karayolu tüneli: Zigana Tüneli

Dünyanın en uzun orta açıklıklı asma köprüsü: 1915 Çanakkale Köprüsü

## 38 Makale

Biyo-aşınmanın mekanizması ve falez duraylılığına etkileri

## 48 Ajanda

## 50 Mühendislik Jeolojisi Derneği Üyeleri



24



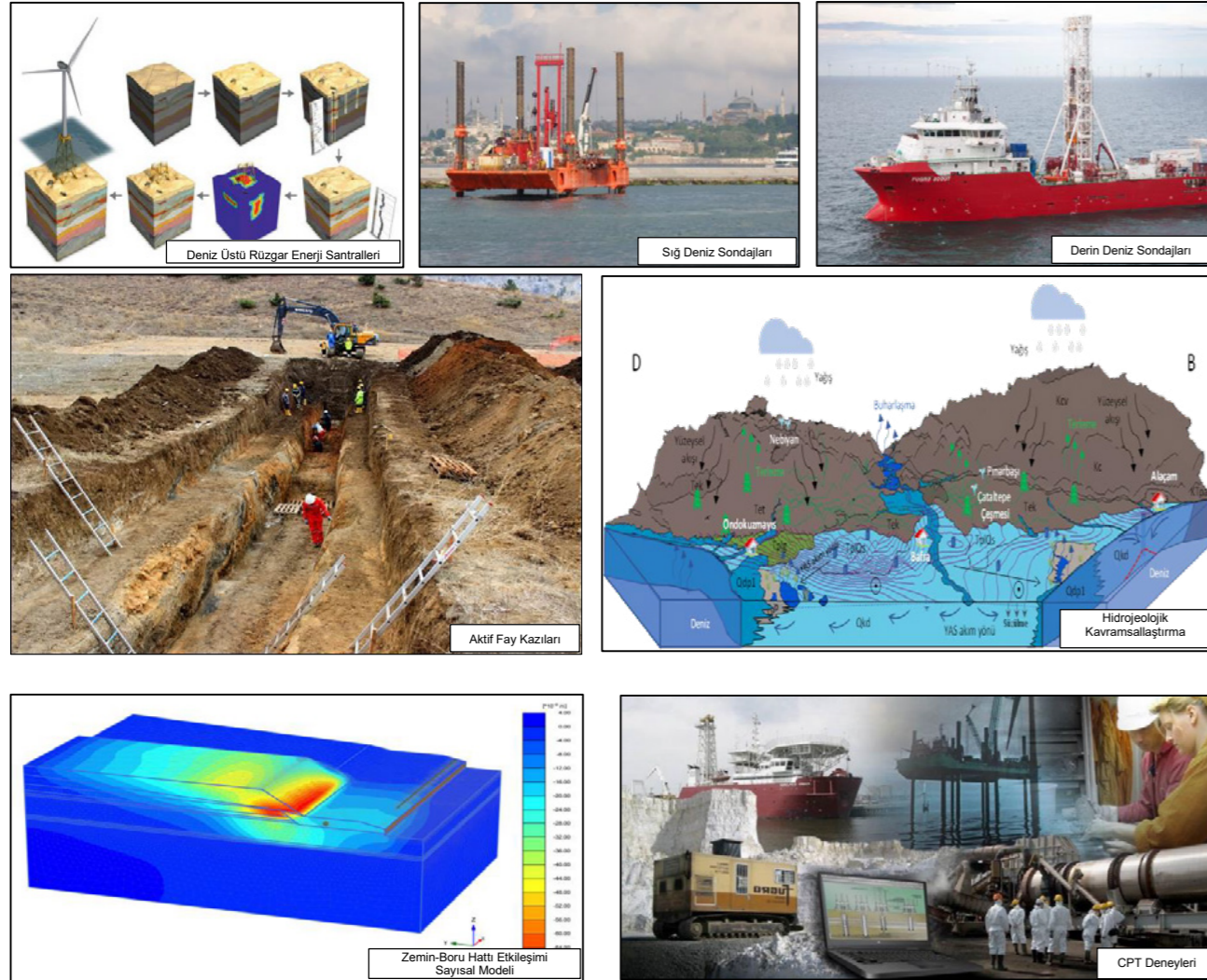
26



36



38



### FAALİYET ALANLARI

#### Jeolojik, Jeoteknik ve Jeomorfolojik Araştırmalar

- Baraj ve hidroelektrik santralleri
- Nükleer enerji santralleri
- Karayolu ve demiryolu güzergahları
- Tünel (karayolu, demiryolu ve su temin)
- Köprüler ve viyadükler
- Atık depolama tesisleri
- Boru hatları
- Altyapı projeleri
- Maden ocak ve tesisleri
- Jeotehlike etüt ve önlemleri

#### Hidrojeolojik Araştırmalar

- Havza ve etüt sahası ölçeğinde hidrojeolojik etüt
- Numerik Yeraltısu akım ve taşınım modellemesi
- Maden sahaları su temini ve susuzlaştırma projeleri

#### Tünel Tasarımı

- Karayolu, demiryolu ve su tünelleri için jeoteknik modelleme
- FLAC 3D, PLAXIS ve PHASE 2D kullanarak sayısal modelleme
- Kazı ve iksa tasarımı

#### Jeoteknik / Geoteknik Tasarım İşleri

- Dolgu ve temel zemin iyileştirme
- Şev stabilitesi önlemleri
- Jeoteknik deprem mühendisliği hizmetleri
- FLAC 3D Dynamic kullanarak zemin yapısal etkileşim analizleri

#### Sondaj, CPT, Jeofizik Etüt ve Yerinde Deneyler

- Kara sondajları
- Deniz sondajları
- Batimetrik etütler
- 2B / 3B yüksek çözünürlüklü jeofizik etütler ve GPR
- Havadan ve karadan LİDAR etütleri

#### Deprem Mühendisliği

- Sismotektonik modelleme çalışmaları
- Karada ve denizde jeolojik araştırmalar
- Jeolojik ve jeomorfolojik haritalama
- Paleosismolojik araştırmalar, hendek açılması
- Deterministik ve olasılıksal sismik tehlike analizleri
- Deprem tehlike analizleri
- Sıvılaşma analizleri
- Dinamik zemin-yapı etkileşim analizleri
- Zemin iyileştirme ve tesis tasarım parametreleri danışmanlığı



### Değerli okurlarımız,

Yer Mühendisliği dergimizin 2023 yılına ait ilk sayısını sizlere sunmanın kıvancını yaşıyoruz.

Daha önce de duyurulduğu üzere, derneğimiz genel kurulu 3 Haziran 2023 tarihinde çoğunluk aranmaksızın toplanmış ve gündemindeki konuları görüşerek karara bağlamıştır. Genel kurulda yönetim kurulu ve denetim kurullarının faaliyet raporları sunularak tartışmaya açılmış, üyelerimizin görüş ve önerileri alınmış ve oy birliği ile ayrı ayrı onanmıştır. Ayrıca,

2023-2026 dönemi yönetim ve denetim kurullarının asil ve yedek üyeleri seçilmiştir. Yeni seçilen kurul üyelerimizi tebrik eder, yeni dönemde derneğimizi amaçları doğrultusunda daha da ileri düzeye taşıyacakları inancıyla çalışmalarında başarılar dilerim.

Yönetim kurulumuz tarafından, derneğimizin kuruluş hedefine uygun olarak ülkemizde mühendislik jeolojisi uygulamalarını geliştirmek amacıyla yeni dönemde tematik komisyonların kurulmasına karar verilmiştir. Komisyonlara ilişkin ön görüşlerimizin ayrıntıları dergimizin bu sayımızda yer almaktadır.

Yer Mühendisliği Dergisi'nin bu sayısında; 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Merkezli Depremler konusundaki makale ile akademisyenler tarafından hazırlanan popüler nitelikli makalelere yer verilmiştir. Yönetim kurulumuz tarafından üyelerimiz ve sektördeki meslektaşlarımızla daha etkin bir iletişim kurmak ve okur sayısının artırılması için Yer Mühendisliği Dergisi'ne yeni bir yayın kurulu oluşturulması kararı alınmıştır. Yayın Kurulu'nda görev almak isteyen meslektaşlarımızın Prof. Dr. Mustafa KORKANÇ ile iletişim kurmalarını rica ederiz.

Derneğimiz tarafından iki yılda bir gerçekleştirilen Ulusal Mühendislik jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumu - MÜHJEO'2024'ün, derneğimiz ile Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi (NEVÜ) işbirliğiyle, 6-8 Haziran 2024 tarihinde Nevşehir'de yapılması planlanmıştır. MÜHJEO'2024 hazırlıkları sürdürülmekte olup, sempozyum takvimi ve diğer ayrıntılar derneğimiz ve NEVÜ web sayfalarında ve basılı olarak duyurulacaktır. Hazırlık aşamasında olduğumuz MÜHJEO'2024'den beklenti ve önerilerinizi bizimle paylaşmanızdan onur duyarız.

Derneğimiz faaliyetlerine katkılarınız için içten teşekkürlerimizi sunar, gelecek sayılarda tekrar buluşmayı dileriz.

Saygılarımızla.

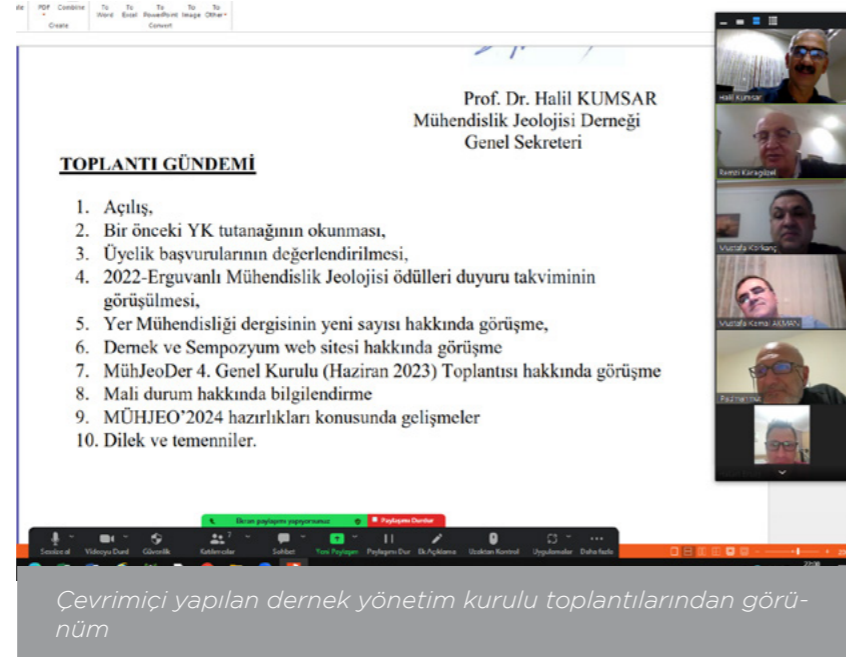
### Prof. Dr. Remzi Karagüzel

Mühendislik Jeolojisi Derneği  
Yönetim Kurulu Başkanı

## Yönetim Kurulu Toplantıları Yapıldı

Derneğimizin yönetim kurulu gündemdeki konuları görüşmek üzere 2023 yılında 01 Şubat, 16 Nisan ve 31 Mayıs tarihlerinde olmak üzere Prof. Dr. Remzi Karagözel başkanlığında 3 kez toplanmıştır.

MühJeoDer yönetim kurulumuzun 2023 yılında yapılan 1 Şubat ve 16 Nisan 2023 tarihli toplantılarında; MÜHJEO'2024 gündemde yerini aldı. 16 Nisan tarihli toplantısında Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi ile Mühendislik Jeolojisi Derneği'nin ortaklaşa katkılarıyla 6-8 Haziran 2024 tarihinde Nevşehir'de yapılması karara bağlandı ve anılan üniversite ile derneğimiz arasında bir protokol imzalandı. Böylece sempozyum hazırlıkları hız kazandı.



## Derneğimiz Faaliyetleri ve Harcamaları Denetlendi

Derneğimiz faaliyetleri ve harcamaları, İçişleri Bakanlığı Sivil Toplumla İlişkiler Genel Müdürlüğü-Ankara İl Müdürlüğü tarafından denetlenmiştir.

Denetleme, görülen küçük eksikler de tamamlanarak başarıyla tamamlanmıştır.

## Derneğimiz Üye Sayısı Artıyor

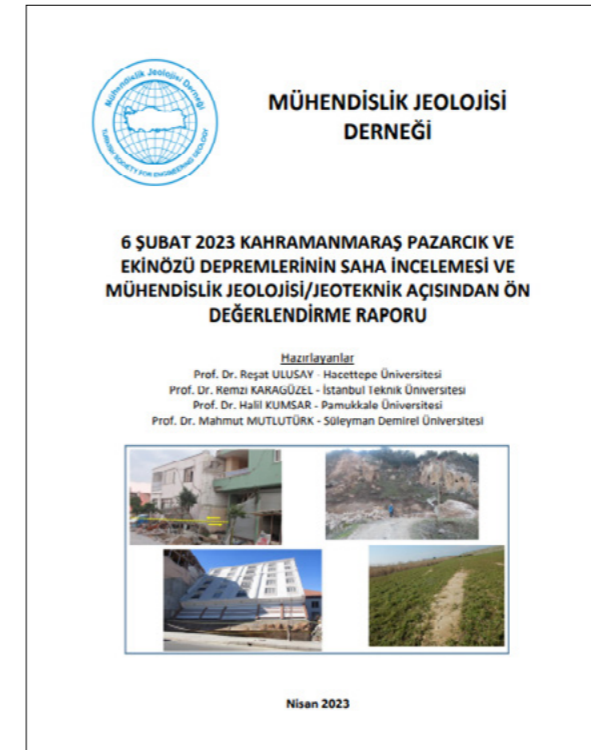
Derneğimizin 26 Haziran 2021 tarihi itibarı ile 177 aktif, iki onursal ve bir adet kurumsal üyesi bulunmaktadır.

## IAEG-Genç Mühendislik Jeologları (YEGs) için Kısa Makale Çağrısında Bulunuldu

IAEG'nin tüm dünyadaki üyelerine (5200+ üye, 59 ulusal grup) e-posta yoluyla dağıtılan haftalık bültende, ayda bir olmak üzere "makale köşesi" oluşturuluyor. Bu sayede gençlerin, tüm dünyada okunan haber bülteninde fikir, görüş ve çalışmalarını kısaca paylaşma fırsatı doğuyor. Bunun için tüm genç üyelere mühendislik jeolojisi, jeoteknik ve hidrojeoloji konularında bilimsel olmayan, olay tanıtımı veya deneyim ve fikirlerini yazacakları en fazla 2 sayfalık makaleler için çağrıda bulunulmuştur. Uluslararası YEG komitesi tarafından ön değerlendirmesi yapılacak olan makalelerin tumaykoca@gmail.com adresine gönderilmesi gerekmektedir.

## 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Pazarcık ve Ekinözü Depremleri Ön Değerlendirme Raporu Hazırlandı

Mühendislik Jeolojisi Derneği yönetim kurulu tarafından oluşturulan bir teknik ekip tarafından 21-25 Şubat 2023 tarihleri arasında deprem bölgesinde belirli bir güzergâh boyunca ve sürenin elverdiği ölçüde yapılan gözlem ve incelemelere ilişkin hususlar ile bazı ön değerlendirmeleri ve önerileri içeren rapor hazırlanmıştır. Raporun tamamı MühJeoDer'in web sayfasından üyelerimiz ve okurlarımız ile paylaşılmıştır. Hazırlanan rapor Ankara Valiliği Dernekler Dairesi Başkanlığı kayıtlarına da geçmiştir.



## Erguvanlı 2022 Mühendislik Jeolojisi Ödülleri Duyurusu Yapıldı

2022 yılında mühendislik jeolojisi konularında tamamlanmış Lisans Bitirme Ödevi/Tasarım Projesi, Yüksek Lisans Tezi, Doktora Tezi ve Yayınlanmış Uluslararası Makale' ye verilen Erguvanlı 2022 Mühendislik Jeolojisi Ödülleri duyurusu yayınladı.

Duyuru; derneğimiz üyelerine, jeoloji mühendisliği bölüm başkanlıklarına, ilgili kurum ve kuruluşlara, ilgili meslek odalarına ve derneklere gönderildi.

Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi Ödüllerine; "Lisans Bitirme Ödevi/Tasarım Projesi" ve "Uluslararası Makale" kategorilerinde birden fazla başvuru yapılmış olup, hakemlik değerlendirme sürecindedir.

2022 Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi ödülleri verilen başvuru sürecinde "Yüksek Lisans" ve "Doktora" tezleri kategorilerinde birer başvuru yapılmış olup, ödül yönergesi gereği bu tezler 2023 yılındaki başvurular ile birlikte değerlendirmeye alınacaktır.



## Mühendislik Jeolojisi Derneği

### 4. Olağan Genel Kurul Ankara'da Yapıldı

► Mühendislik Jeolojisi Derneği IV. Olağan Genel Kurulu Toplantısı, 3 Haziran 2023 tarihinde Ankara'da yapılmıştır. Genel kurul gündemindeki konular görüşülmüş; yeni yönetim ve denetim kurulları seçilmiştir.

Yapılan gizli oy açık tasnif neticesinde, aşağıda adı ve soyadı yazılı üyeler yönetim kurulu ve denetleme kurulu asil ve yedek üyeliklerine seçilmişlerdir.



MühJeoDer 4. Olağan Genel Kurul Toplantısı'ndan bir görüntü

#### YÖNETİM KURULU

ASİL	YEDEK
Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL	Doç. Dr. Hidayet TAGA
Prof. Dr. Halil KUMSAR	Dr. Nazlı TUNAR ÖZCAN
Dr. Ayhan KOÇBAY	Doç. Dr. Elif AVŞAR YILMAZ
Prof. Dr. Mahmut MUTLUTÜRK	Sabri Cansu AKBAY
Prof. Dr. Mustafa KORKANÇ	Dr. M. Oğuz SÜNNETÇİ
Jeoloji Yük. Müh. Mustafa Kemal AKMAN	Jeoloji Yük. Müh. Cemal YILDIZ
Doç. Dr. Tümay KADAKÇI KOCA	Doç. Dr. Sefer Baran ÇELİK

#### DENETİM KURULU

ASİL	YEDEK
Prof. Dr. Ergün TUNCAY	Dr. Dursun ERİK
İnş. Yük. Müh. Sina KIZIROĞLU	Dr. Öğretim Üyesi Özgür AKTÜRK
Aydın DURUKAN	Erkil Onur TARI

Genel kurul toplantısında, derneğe üyelik aidatlarının 2024 yılı için 360 TL, 2025 yılı için ise 480 TL olmasına oy birliğiyle karar verilmiştir.

► Yeni seçilen yönetim kurulu üyeleri 11 Haziran 2023 tarihinde Zoom programı üzerinden en yaşlı üye Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL başkanlığında ilk toplantısını gerçekleştirmiştir. Yönetim kurulunun görev dağılımının aşağıdaki gibi olması kararlaştırılmıştır.

**Başkan:** Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL  
**Genel Sekreter:** Prof. Dr. Halil KUMSAR  
**Sayman:** Dr. Ayhan KOÇBAY  
**Üyeler:** Prof. Dr. Mahmut MUTLUTÜRK  
 Prof. Dr. Mustafa KORKANÇ  
 Doç. Dr. Tümay KADAKÇI KOCA (IAEG-YEG Türkiye Temsilcisi)  
 Mustafa Kemal AKMAN

► Yönetim kurulunun 26 Temmuz 2023 tarihinde yine uzaktan erişim ile yapılan toplantısında; MÜHJEO'2024 hazırlıklarını, Yer Mühendisliği Dergisi 2023/2 sayısını ve Dergi Yayın Kurulu konularını gündemine almıştır.



Yeni yönetim kurulunun 11 Haziran 2023 tarihinde yapılan ilk toplantısından bir görüntü

## Dernek Web Sayfası ve Sosyal Medya Hesaplarından Güncellemeler Paylaşıyor

Derneğimizin internet sayfası [www.muheoder.org.tr](http://www.muheoder.org.tr) sürekli yenilenmektedir. Yeni duyurular Dernek web sayfasından takip edilebilmektedir.

Derneğimizin sürekli güncellenen Facebook sayfasına (<https://www.facebook.com/M%C3%BChendislik-Jeolojisi-Derne%C4%9Fi-1101693886529965/>) web adresinden erişim sağlanmaktadır.

Genç üyelerin etkileşim ve haberleşmesini kolaylaştırmak amacıyla LinkedIn hesabı (<https://www.linkedin.com/groups/9155271/>) kullanılmaktadır.

## Vefat

**Jeol. Müh. Fazıl KIRAN**  
(1966 -2023)

Üyemiz Fazıl Kiran 9 Ağustos 2023 tarihinde vefat etmiştir. Merhum üyemize Allah'tan rahmet, kederli ailesine sabırlar ve sevenlerine başsağlığı dileriz.



Fazıl Kiran 01.03.1966 tarihinde Sivas Suşehri'nde doğdu. İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden 1988 yılında mezun oldu. 2011 - 2012 Koç Üniversitesi EMBA, 2012 yılında Londra Ekonomi ve Siyaset Bilimi Okulu (LSE) LSE SERTİFİKA PROGRAMI programına ve 2016 yılında Harvard Business School / İşletme Yüksek Lisans (M.B.A.) Kıdemli Yöneticiler için Liderlik LSE Programı'na katıldı.

1988 - Nisan 2023 arasında STFA Temel Araştırma ve Sondaj A.Ş.'de üst kademe yönetici, proje müdürü, saha mühendisi ve ofis yöneticiliği görevlerinde bulundu. Bu görevi sırasında çok sayıda ulusal ve uluslararası projeyi yönetti, sahada görev aldı. Nisan 2023 tarihinde ARSAN Grup'a CEO olarak atandı. İleri derecede İngilizce ve Arapça bilen KIRAN evli ve iki çocuk babasıdır.

## Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumu - MÜHJEO'2024 hazırlıkları devam ediyor

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi ile Mühendislik Jeolojisi Derneği'nin ortaklaşa katkılarıyla 6-8 Haziran 2024 tarihinde Kapadokya'da ve Nevşehir'de yapılacak olan Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumu - MÜHJEO'2024'ün hazırlık çalışmaları başladı. Bu kapsamda derneğimiz yönetim kurulu üyeleri ile Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği öğretim üyeleri arasında 26 Temmuz 2023 tarihinde Zoom programı üzerinden çevrimiçi bir toplantı gerçekleştirildi.



## 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 Yenişehir 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](http://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](mailto: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:5/1 Çankaya/ANKARA

E-posta: [ayhankocbay@gmail.com](mailto:ayhankocbay@gmail.com)

## Genç Mühendislik Jeologları (YEG)'nin 2022-2023 dönemindeki faaliyetleri

IAEG'nin alt yapılanması olan Genç Mühendislik Jeologları (YEGs) komitesinin üyesi ve aynı zamanda Türkiye temsilcisi olan Tümay Kadakcı Koca, ulusal derneğin genç üyelerini içeren bir e-posta grubu ve LinkedIn sosyal medya platformunda bir grup oluşturmuştur. Belirli aralıklarla IAEG ile ilgili güncel bilgi ve paylaşımlarda bulunmaktadır. 2022-2023 döneminde aşağıda sıralanan uluslararası faaliyetler gerçekleştirilmiştir.

- ▶ 9-14 Ekim 2022'de Lagos, Nijerya'da hibrit olarak düzenlenen IAEG 3. Afrika Bölgesel Kongresi'ndeki YEG oturumunda, Tümay Kadakcı Koca davetli konuşmacı olarak "Engineering Geology for a Safe Design" isimli çevrimiçi sunum yapmıştır.
- ▶ IAEG e-gazetesinde ayda bir kez yayınlanmak üzere genç üyelerden kısa (maksimum 2 sayfa) makaleler talep edilmiştir. Gelen makaleler editoryal düzenleme sonrasında IAEG e-gazetesinde yayınlanacaktır.



- ▶ 2 Mayıs 2023'te Paris'te yüz yüze IAEG-YEG komite toplantısı yapılmıştır. Burada, IAEG yaz okuluna katılmak isteyen genç üyeler her sene verilmesi planlanan "Seyahat Bursu"nu kazanan iki kişi belirlenmiştir. Tüm dünyada genç üyelerle bağlantı ve aktiviteler için IAEG bölgesel ve ulusal başkanlarla güncel ve sürekli iletişim halinde olunması karara bağlanmıştır.
- ▶ 5-8 Haziran 2023'te, Viyana'da gerçekleştirilmiş olan 84. EAGE Konferans ve Fuarı'nda, Tümay Kadakcı Koca, fuar standında YEG temsilcisi olarak firma, bireysel çalışan ve meslek gruplarıyla etkileşimde bulunmuştur.
- ▶ 21-27 Eylül 2023'te Çin'de düzenlenecek olan 14. IAEG Kongresi'nde Genç Mühendislik Jeologları için ayrı bir oturum açılmıştır. Bu oturumda farklı konularda genç araştırmacılar bir araya gelerek bilgi paylaşımları yapacaktır.



Doç. Dr. Tümay Kadakcı Koca (YEG Komisyon Üyesi) ve Dr. Vassilis Marinos (IAEG Başkanı)

## 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinin Mühendislik jeolojisi açısından ön değerlendirilmesi



### Reşat Ulusay

Hacettepe Üniversitesi, Ankara

### Remzi Karagüzel

İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul

### Halil Kumsar

Pamukkale Üniversitesi, Denizli



### Mahmut Mutlutürk

Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta

### Giriş

6 Şubat 2023'te merkez üssü Kahramanmaraş'ın Pazarcık ilçesi civarında saat 04.17'de Mw 7.7 olan bir deprem meydana gelmiştir. Bu depremi aynı gün saat 13:24'de merkez üssü Ekinözü olan Mw 7.6 büyüklüğündeki ikinci bir deprem izlemiştir. Bu yıkıcı depremler Doğu Anadolu Fay Zonu'na ait segmentlerin hareketiyle oluştuğu anlaşılmıştır. Toplam 10 ilimizi etkileyen depremlerde Çevre ve Şehircilik Bakanlığının (2023) resmi kayıtlarına göre; 50.000'nin üzerinde vatandaşımız yaşamını yitirmiş ve 107.000 dolayında vatandaşımız da yaralanmıştır. Deprem sırasında toptan göçmüş ve ağır hasar nedeniyle yıkılacak bina sayısı 61.722 olarak kayıtlara geçmiştir (Ulusay vd., 2023). Kahramanmaraş merkezli bu depremlerde ulaşım (hava alanı, tünel, köprü, yaklaşım dolguları, demiryolları ve karayolları) yapıları, sanayi tesisleri, enerji hatları, alt yapı elemanları ve diğer yapılar da farklı derecelerde

hasar görmüştür. Ayrıca heyelan, kaya düşmesi vb. kütle hareketleri, zemin sıvılaşması ve yanıl yayılma gibi yüzeydeki ve gömülü konumdaki yapıları olumsuz şekilde etkileyen zemin yenilmeleri meydana gelmiştir.

Bu yazıda, söz konusu depremlerin genel karakteristikleri sunulmuş ve ağırlıklı olarak bunların etkileri mühendislik jeolojisi açısından ana hatlarıyla değerlendirilmiştir.

### Bölgesel Jeoloji

Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) olarak bilinen fay zonu içinde ve yakınında bulunan bir bölgede yer almakta olup, güncel tektonik açılarından oldukça aktif olan bu bölgede tektonik ve genel jeoloji konularında pek çok çalışma yapılmıştır. Bu alt bölümde, ağırlıklı olarak, Herece (2008) tarafından yayımlanan Doğu Anadolu Fayı (DAF) Atlası ile 1/500.000 ölçekli MTA (1964) Türkiye Jeoloji Haritası'ndan yararlanılarak sahanın genel jeolojik özelliklerine kısaca değinilmiştir.

Deprem bölgesinde temelde Prekambriyen-Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı Güneydoğu Anadolu Otoktonu ya da Arap Platformu olarak adlandırılmış olan platform çökelleri yer alır. Şist, gnays, mermer, kireçtaşı, kumtaşı, kuvarsit ve şeyl kaya birimlerinden oluşan platform çökelleri üzerinde Üst Kretase sonrası bölgeye yerleşen allokon (taşınmış) konumlu ofiyolit birimleri, volkanik birimler ile derin deniz çökellerini kapsayan karmaşık birimler bulunmaktadır. Asi Nehri Havzası kalınlığı 300 m'ye ulaşan alüvyon ve Pliyo-Kuvaterner çökellerin tabanında temel kayaları bulunmaktadır (DSİ, 1975; Alfar, 2017). Temel kayaları Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı magmatik, metamorfik ve çökel kayalardan oluşmakta olup, görece sağlam jeolojik birimleri oluştururlar. Temel kayalarının üzerindeki Tersiyer yaşlı çökel kayalar kireçtaşı, kiltası, kumtaşı ve konglomeralar ile temsil edilirken, güncel çökeller ise doğal bir bağlayıcıyla tutturulmamış kil, silt, kum ve çakıl boyutundaki doğal malzemelerin ardalanmasından oluşan alüvyonlar ve yamaç molozlarıyla temsil edilmektedir. Özellikle Amik Gölü'nün tabanında bulunan killer havzanın bu kesiminde bir göl oluşmasını sağlamıştır.

6 Şubat 2023 Ekinözü merkezli Mw 7.6 büyüklüğündeki depremin en fazla etkilediği Elbistan-Afşin-Göksun bölgesindeki ovalarda DSİ tarafından yapılan sondajlarda zayıf tutturulmuş kumtaşı, çakıltaşı ve üzerindeki; kil, silt, kum ve çakıl tane boyutundaki malzemenin farklı kompozisyonlarından oluşan Pliyo Kuvaterner Kuvaterner çökellerinin 250 m'ye yakın kalınlığa ulaştıkları belirlenmiştir (Hidroline ve Temelsu, 2015).

### Hidrojeoloji

Deprem bölgesinde bünyesinde yeraltısuyu bulunduran taneli akiferler Hatay ile Kahramanmaraş arasında uzanan ve K-G doğrultulu bir çöküntü alanında yaygın olarak bulunmaktadır. Doğudan ve batıdan aktif faylarla sınırlanan bu çöküntü koridorunda yer alan ovalar, (Amik, Reyhanlı, Türkoğlu, Sağlık, Narlı, Kahramanmaraş Merkez) yer yer topoğrafik yükseltilerle ayrılırlar da birbirleriyle benzer özellikler göstermektedir. Deprem bölgesinin temel kayalar üzerindeki zayıf çimentolu Neojen

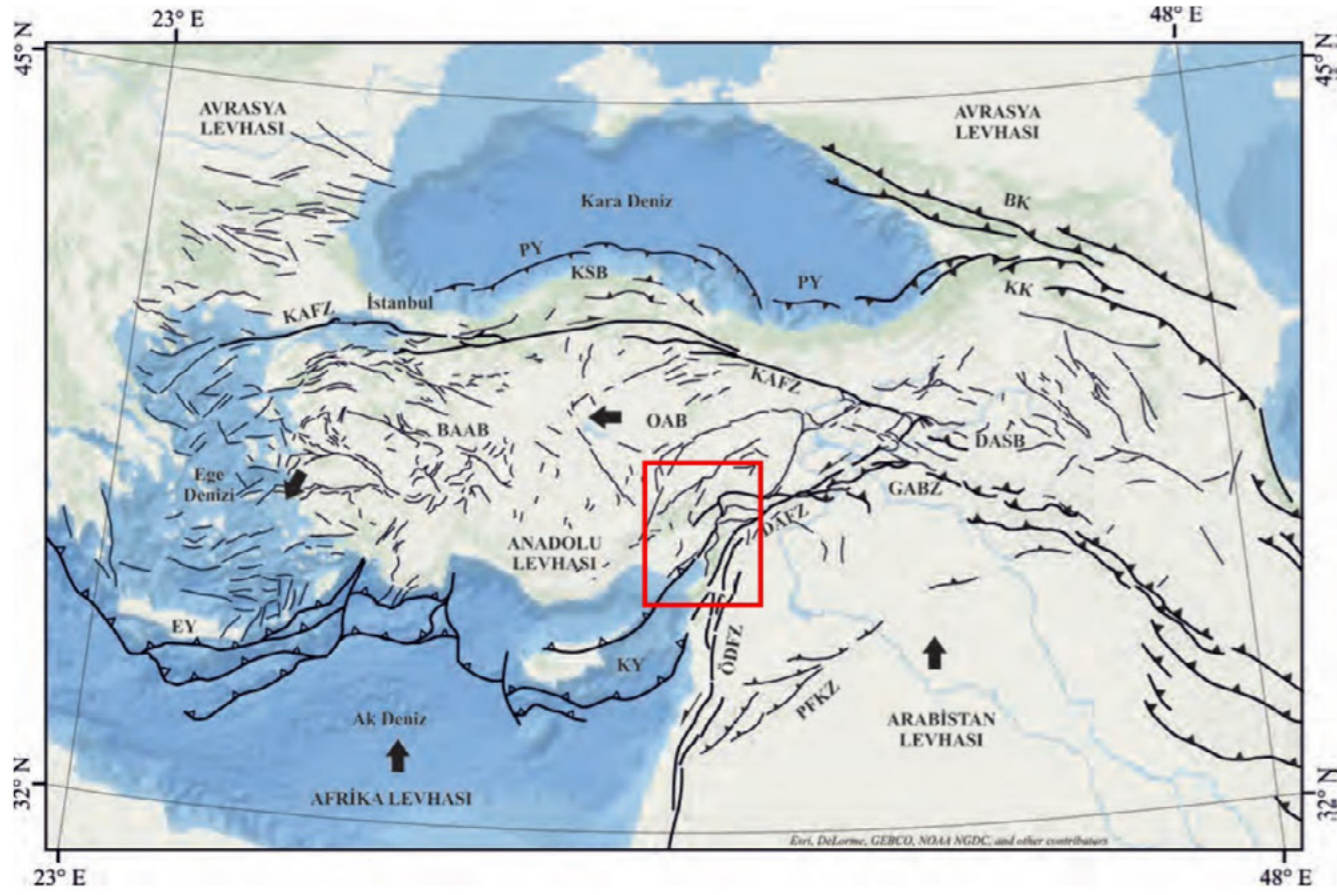
çökeller ve alüvyonlar suya doygun olup, kalınlıkları 150-200 m arasında değişmektedir. Bu ovalarda serbest akiferlerdeki yeraltısuyu seviyesinin 0.5 m ile 20 m arasında, basınçlı akiferlerde ise -20 ile +8 m arasında değişmektedir (DSİ, 1973; Alfar, 2017; Hidroline ve Temelsu, 2015). Bu jeolojik-hidrojeolojik özellikleri ile tanımlanan genç çökeller deprem yükleri altında zemin büyütmesi ve sıvılaşması gibi olgularla en zayıf zemin koşullarını oluşturmaktadır.

Ovaların kenarlarında bulunan yüksek debili kaynaklardan boşalan sular da bu kesimdeki başlıca Asi, Afrin ve Karasu nehirleri ile bunların yan kollarına boşalmaktadır. Bu havzadaki tüm yüzeysel akışlar genç çökellerin içinde kendi akış yataklarını geliştirerek çevrelerine göre daha düşük kotlu kanallar oluşturmuşlardır. Bu tür doğal akış kanallarına bataklıkları kurutmak için yapılan drenaj kanalları da eklenmiştir.

Narlı Alt Havzası'nda Gölbaşı (Adıyaman) ilçesinin sınırları içinde birbirleriyle bağlantılı; Gölbaşı Gölü, Azaplı Gölü ve İnekli Gölü bulunmaktadır. Bu üç göl DSİ tarafından açılan kanallarla birbirine bağlanmıştır. Narlı Ovası'nda kalınlığı 100 m'ye ulaşan alüvyon akiferde açılan toplam 9 adet kuyudan 7'sinde statik su seviyelerinin yüzeyden derinliği 0.5 m ile 12 m arasında değişmektedir. (Hidroline ve Temelsu, 2015).

Adıyaman kent merkezi ve yakın çevresindeki tutturulmamış jeolojik ortamda açılan su sondajı kuyularında yeraltısuyu tablasının yüzeyden derinliği 1 m ile 13 m arasında değişmektedir (Hidro Dizayn, 2017).

Göksun Havzası'ndaki Pliyo-Kuvaterner yaşlı çökellerde yapılan tüm sondajlardan yeraltısuyu tablasının yüzeyden derinliği 1 m ile 5 m arasındadır. Afşin-Elbistan alt havzasındaki Pliyo-Kuvaterner yaşlı istifle açılmış sondaj kuyularından alınan veriye göre yeraltısuyu tablasının yüzeyden derinliği 2.5 m ile 23 m arasında değişmektedir (Hidroline ve Temelsu, 2015).



Şekil 1. Türkiye ve Yakın Çevresinin Yenilenmiş Diri Fay Haritası; 1/250 000 (MTA, 2013). Kırmızı çerçeve DAFZ Şubat 2023 deprem bölgesi.

## Tektonik Özellikler ve Depremsellik

Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ), Doğu Akdeniz Bölgesi'nin en önemli aktif tektonik yapılarından birisidir. Sol yanal doğrultu atımlı fay özelliklerine sahip DAFZ ile sağ yanal doğrultu atımlı fay niteliğindeki KAF birlikte Anadolu Mikro Levhası'nın batıya doğru itilmesini sağlamaktadır (Şekil 1). DAFZ yanal atımlı fay olarak ilk kez Arpat ve Şaroğlu (1972) tarafından tanımlanmıştır. Arpat ve Şaroğlu (1975) ayrıca, DAFZ boyunca Maraş ve Antakya bölgesindeki fay zonlarının Arap Bloğu'nun KD'ya hareketi sonucunda meydana gelebileceğine değinmişler, bu hareket sonucunda Antakya-Kahramanmaraş bölgesinin önemli gerilmelerin etkisi altında kaldığını ve fay zonu içinde pek çok kent harabesinin bulunduğunu belirtmişlerdir.

DAFZ, tarafından birbirini izleyen birden fazla sayıda fay segmentinden oluşan biri "ana kol"

diğeri ise "kuzey kol" olmak üzere iki kısım halinde değerlendirilmektedir. Bu iki ana kol ile bunları oluşturan fay segmentlerinin (parçalarının) konumları Şekil 1'deki haritada görülmektedir. Kahramanmaraş bölgesinde DAFZ yaklaşık 500 yıllık bir suskunluktan sonra harekete geçmiştir.

Türkiye'de aletsel dönemden (1900'den) günümüze değin büyüklüğü 7'nin üzerinde 20 deprem meydana gelmiştir. Bu depremler arasında can kaybı ve hasar açısından en büyük deprem 23 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri olup, bu depremleri 1939 Erzincan ve 1999 Kocaeli depremleri izlemektedir.

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinin etkilediği ve DAFZ'nun da bulunduğu bölgede meydana gelmiş olan depremler, tarihsel ve aletsel dönem olmak üzere, iki ana grup halinde ele alınarak kısaca aşağıda verilmiştir.

Şubat 2023 Pazarcık (P) ve Ekinözü (E) depreminin farklı kuruluşlar tarafından hesaplanan büyüklük, derinlik ve hızlı fay düzlemi çözümü parametreleri (Ulusay vd., 2023)

Kuruluş	Adı	M <sub>w</sub>	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Fay yüzeyi			İkinci yüzey		
						Doğrultu	Eğim	Kayma açısı	Doğrultu	Eğim	Kayma açısı
QMCT	P	7.8	37.6	37.5	15	54	70	11	320	80	160
	E	7.7	38.1	37.2	12	261	42	-8	358	84	-132
USGS	p	7.9	37.4	37.8	33	234	79	14	142	76	169
	E	7.6	38.0	37.2	17	276	82	-6	6	85	-172
KOERI	P	7.7	37.1	37.1	10	222	64	-27	324	65	-152
	E	7.6	38.0	37.2	10	273	67	-9	6	81	-157
*AFAD (ERD)	P	7.8	37.2	37.1	18	233	74	18	140	77	168
	E	7.7	38.0	37.2	16	174	90	13	358	73	174
IPGP (2023)	P	8.0	37.2	37.0	13	230	81	-18	323	72	-171
	E	7.7	38.0	37.2	13	270	60	-9	5	82	-150

\*Koyu rakamlarla İtalik yazılmış değerler, ilgili kuruluş tarafından daha sonra düzeltilmiş değerler olup, bunlar geçerlidir.

1900'lü yılların başına kadar olan tarihsel dönemde birçok büyük depreme kaynaklık eden DAFZ, özellikle 19'uncu yüzyılda da sismik olarak aktif bir dönem geçirmiştir. Bölge, 1905 Malatya depreminden sonra günümüze değin geçen sürede görece daha sakin bir döneme girmiş gibi gözükse de, 22 Mayıs 1971 Bingöl (M<sub>s</sub>=6.8), 5 Mayıs 1986 (M<sub>s</sub>=5.8) ve 6 Mayıs 1986 (M<sub>s</sub>=5.6) Doğanşehir depremleri son yüzyılda DAFZ'nun ürettiği orta büyüklükteki depremlerdir (AFAD 2023). 20'nci yy.'da 7'den daha büyük deprem üretmemiş olan DAFZ 2000'li yıllarda daha aktif bir döneme girmiş ve üzerinde sırasıyla; 1 Mayıs 2003 Bingöl (M<sub>w</sub> 6.3), 14 Mart 2005 Karlıova-Bingöl (M<sub>w</sub> 5.8), 21 Şubat 2007 Doğanlı-Malatya (M<sub>w</sub> 5.7), 8 Mart 2010 Kovancılar Elazığ (M<sub>w</sub> 6.1), 24 Ocak 2020 Sivrice-Elazığ (M<sub>w</sub> 6.8), 14 Haziran 2020 Karlıova-Bingöl (M<sub>w</sub> 5.7) hasar yapıcı depremleri meydana gelmiştir (AFAD, 2023).

## Kahramanmaraş Depremlerinin Sismik Özellikleri

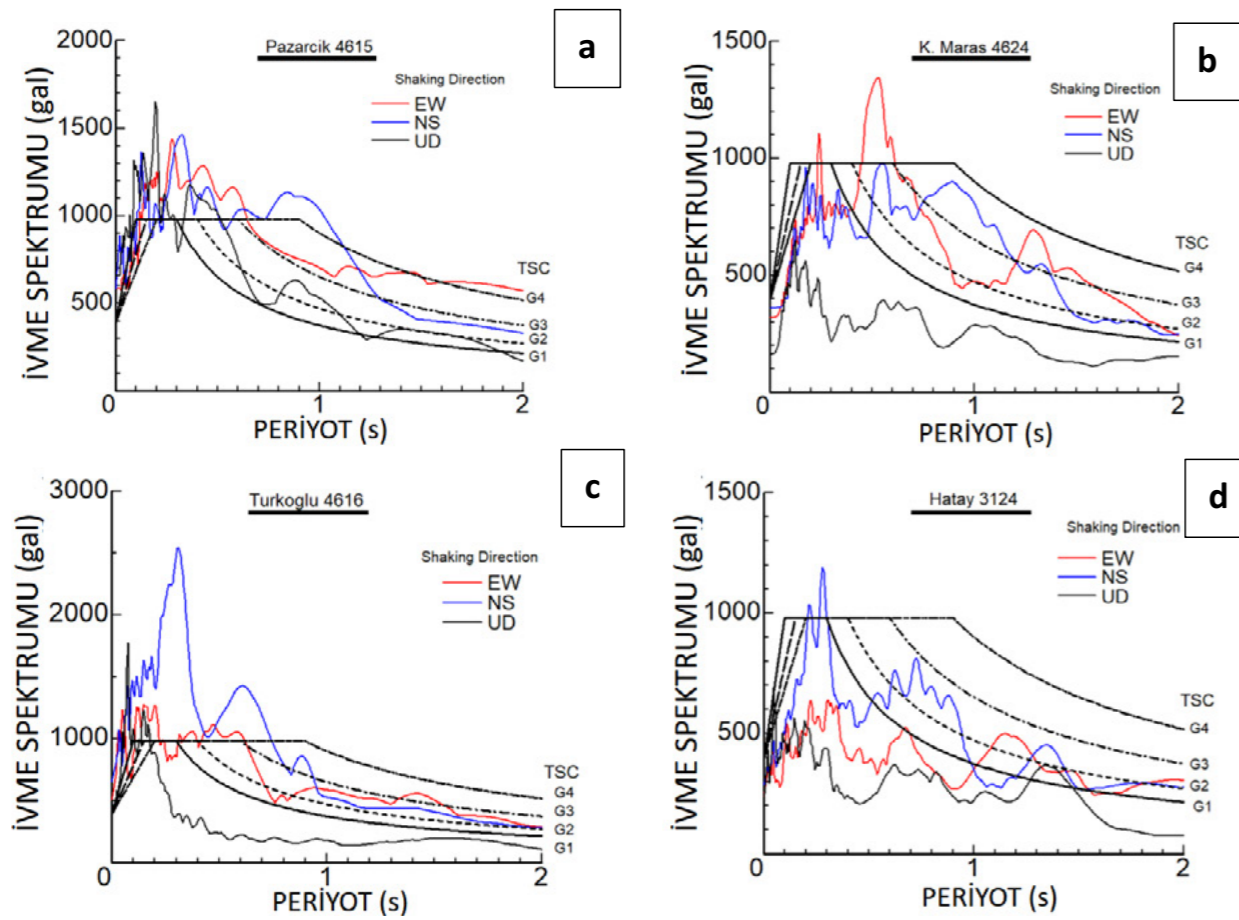
Kahramanmaraş merkezli depremlerin farklı kurum ve kuruluşlar tarafından belirlenen; büyüklük, odak derinliği ve fay düzlemi çö-

zümleri Çizelge 1'de verilmiştir. Kandilli ve AFAD başta olmak üzere diğer uluslararası deprem araştırma kurumları tarafından her iki depremin de sol yanal (doğrultu) atımlı bir faylanma mekanizmasına göre meydana geldiğini göstermektedir. Bunların içinde Kandilli'nin faylanma çözümleri saha gözlemleri ile uyumludur.

## Kuvvetli Yer Hareketi Kayıtları

Kahramanmaraş depremleri bölgede kurulmuş olan AFAD ve KOERI'ye ait kuvvetli yer hareketi istasyonları tarafından kaydedilmiş olup, AFAD-TADAS (Türkiye Kuvvetli Yer Hareketi Network Ağı) tarafından sağlanan ivme kayıtlarına ulaşılması mümkün olmuştur. Deprem bölgesinde yoğun şekilde etkilenmiş ve yüzey kırıklarına yakın yerlerdeki yerleşimlerdeki istasyonlardan Aydan ve Ulusay (2023) tarafından seçilmiş veriyle hazırlanan ivme davranış spektrumları ile Türkiye'de esas alınan Deprem Yönetmeliği (TBDY, 2018)'ndeki tasarım spektrumları karşılaştırılmıştır (Şekil 2). Buradan faya yakın istasyonlarda ivme değerlerinin Yönetmelik'teki değerlerden yüksek olduğu ve faydan 20 km





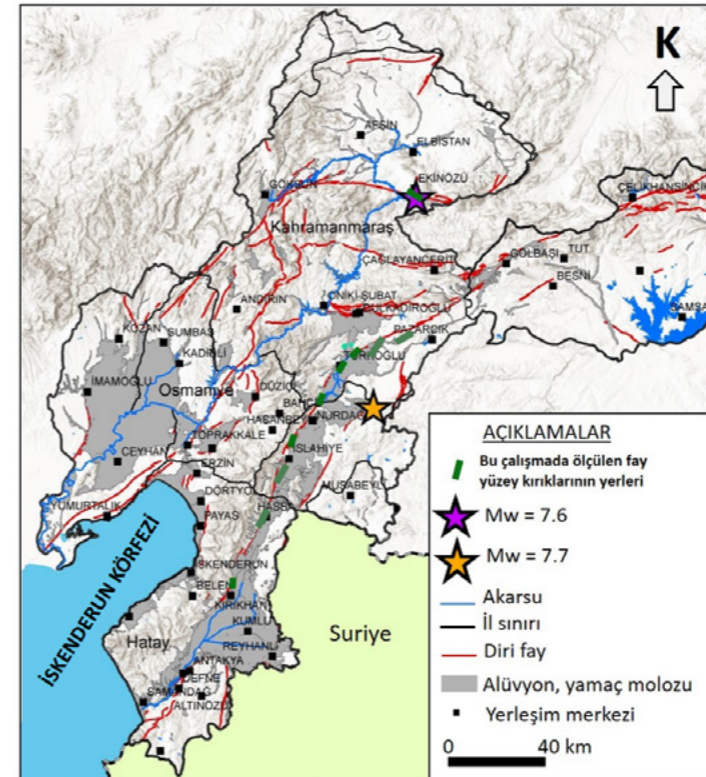
Şekil 2. Yeni Deprem Yönetmeliği (TBDY, 2018)'ne göre tasarım ivme spektrumu ile deprem bölgesindeki 4 farklı yerleşimde alınmış kayıtların ivme spektrumlarının karşılaştırılması (a,c Faya yakın; b,d faydan uzak) (Aydan ve Ulusay, 2023'ten)

uzaklıkta Kahramanmaraş ve Antakya gibi uzak istasyonlarda yönetmelikle uygun olduğu görülmüştür. Bu durumda faya yakın yerlerde mevcut Yönetmeliğin yeterliliğinin yeniden değerlendirilmesi ve gerekli düzenlemelerin yapılması zorunlu görülmektedir (Ulusay vd., 2023).

### Yüzey Kırıkları

Bu çalışma kapsamında, yazarların deprem bölgesindeki inceleme süresi ve esas aldıkları güzergah boyunca karşılaştıkları Pazarcık depreminin oluşturduğu yüzey kırıklarında incelemeler yapılmış olup, faylanma doğrultusu KD olarak, fay düzlemlerindeki sol yanal atımları da 0.5 ile 3.7 m arasında ölçülmüştür. Ekinözü depremine

neden olan Çardak Fayı'nın yüzey kırığının doğrultusu içmeler mevkiinde K45B olarak ölçülmüştür. Sahada gözlenen yüzey kırıklarının diri fay haritası üzerindeki yerleri ölçülen doğrultularına uygun şekilde ve kalın yeşil çizgiyle Şekil 3'te gösterilmiştir. Yüzey kırığı Amanos segmenti boyunca Kırıkhan, Hassa, İslahiye, Nurdağ kesimlerinde ana kayaya daha yakın bir konumda gözlenirken, Nurdağ'dan sonra KD'ya gidildikçe genellikle zayıf alüvyal çökellerin olduğu ovalik kesimde gözlenmekte ve yer yer birden fazla kırıklar halinde bir zon görünümünde ilerlemektedir (Ulusay vd., 2023). Saha çalışmaları sırasında incelenen yüzey kırıklarından bazılarının görüntüleri Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 3. Pazarcık ve Ekinözü depremlerine neden olan DAF'ın ilgili fay segmentlerine (Amanos, Pazarcık, Çardak) ait gözlenen yüzey kırıklarının diri fay haritası üzerindeki yerleri (yüzey kırıkları ölçümlerinin alındığı yerlerdeki kırık doğrultularına uygun şekilde kalın yeşil çizgiyle gösterilmiştir (Ulusay vd., 2023). Haritada gri ile gösterilen alanlar alüvyon alanlara karşılık gelmektedir. Taban haritası Emre vd. (2013) tarafından hazırlanan MTA Diri Fay Haritası'ndan yararlanılarak çizilmiştir).

### Sıvılaşma ve Yanal Yayılmanın Etkileri

Jeoloji-Hidrojeoloji bölümlerinde genel hatlarıyla tanımlanan yerel zemin koşulları depremlerden kaynaklanan dinamik yüklerin etkisi altında sıvılaşma ve yanal yayılma açısından hassas jeolojik ortamlara işaret etmektedir.

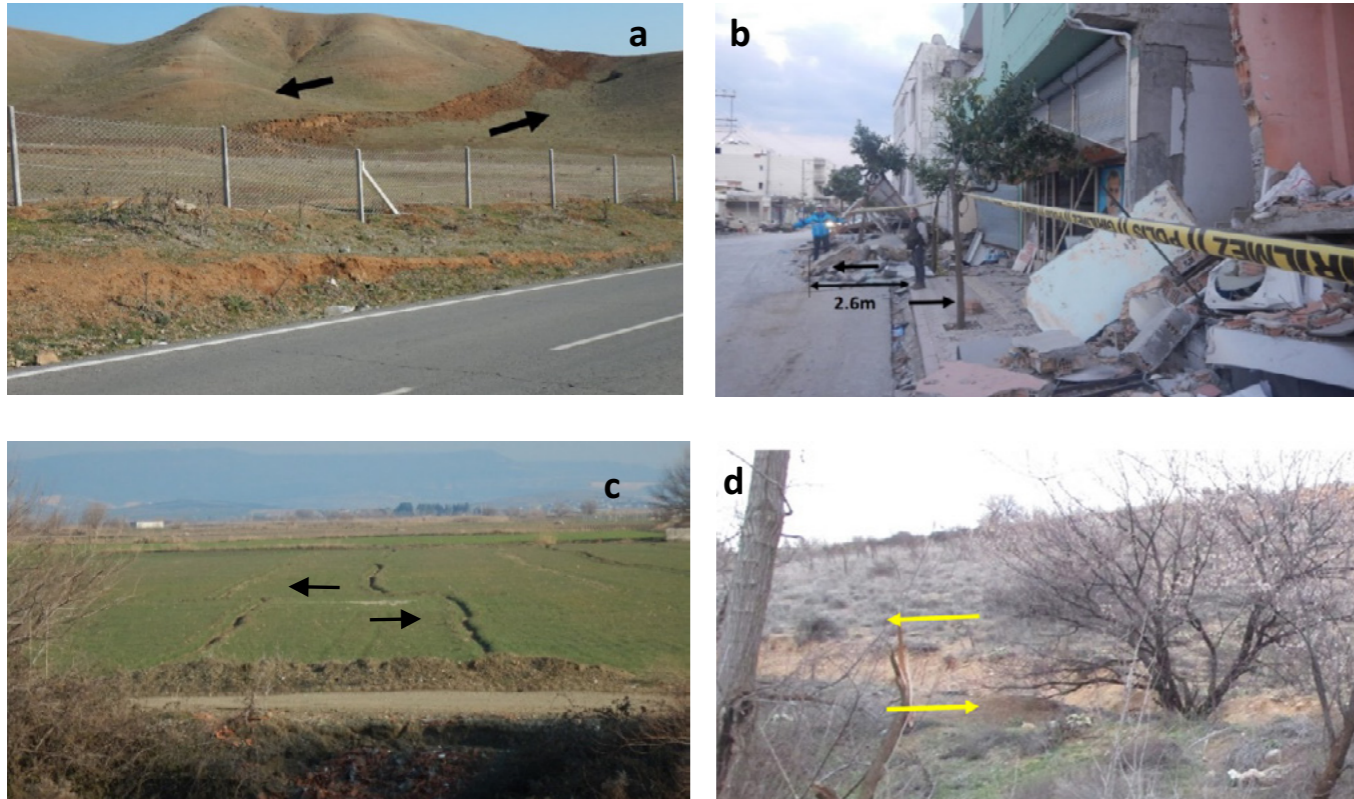
Yazarların saha çalışmalarında, Hatay İskenderun ilçesi, Amik ovası ve Kahramanmaraş'ın güney kesimlerine kadar uzanan alüvyon ovalar ile Adıyaman Gölbaşı ilçesinde sıvılaşma ve ilgili yanal yayılma olgularında incelemelerde bulunmuşlardır. Bu incelemelere ilişkin değerlendirmeler aşağıda verilmiştir.

Yazarların İskenderun kent merkezindeki incelemeleri, sıvılaşma ve yanal yayılma türü zemin hasarlarının yaygın olmasından dolayı kıyı şeridinde yoğunlaşmıştır. Bu kesimde yapıların çevresinde gözlenen kum konisi ve kum kaynaması, yapılarda; batma/oturma, düşeyden sapma (Şekil 5a), gömülü yapıların (logar) yükselmesi (Şekil 5b) vb. yapı hasarları zemin sıvılaşmasına işaret etmektedir (Şekil 5a-c-d). Ayrıca, kıyıya paralel sistematik ayrılma/çekme çatlakları zemin sıvılaşması ve yanal yayılma izleri görülmüştür (Şekil 5d). Ayrıca yol kaplama asfaltları ve sahilde taş/karo kaplama ve duvarlarda kıyıya dik olarak oluşan sistematik çatlaklar izleri gözlenmiştir. Bu çatlakların arasındaki kütleler deniz yönünde hareket etmiştir. Özellikle kıyıya paralel çatlakların ayrılma açıklıklarına 40-50 cm'ye ulaşan kum yerleşmiştir (Şekil 5d).

Hatay Eğitim ve Araştırma Hastanesi (Şekil 6a) ile Alaatin Mahallesi arasında kalan ova kesimindeki tarlalarda sıvılaşma yarıkları ve kum konileri gelişmiştir (Şekil 6ab). Buradaki sıvılaşma yarıklarının doğrultuları tarlaların kenarından geçen bir su kanalına paralel yönde dizilmiştir.

Demirköprü Mahallesi (Hatay), Antakya'nın doğusunda Reyhanlı ilçesine giden yolun üzerinde ve Asi Nehri'nin kıyısında yer almakta olup, ovanın üzerinde kurulmuştur. Mahallede yaygın bir sıvılaşma meydana gelmiş ve buna bağlı olarak yanal yayılma da gelişmiştir (Şekil 7a). Mahalle'nin mezarlığı yanal yayılma nedeniyle 20-30 m kadar Asi Nehri'ne doğru hareket etmiştir. Ayrıca kıyı boyunca inşa edilmiş eski ve yeni tek ve iki katlı yapılar da yanal yayılma hareketinden etkilenerek zemine batmış ve ayrıca geriye kaykılmışlar ve nehre doğru 2-3 m arasında hareket ederek hasara maruz kalmışlardır (Şekil 7a-b).

Adıyaman-Gölbaşı ilçesinin içinden geçen ana yolun kenarında depremden etkilenen bir binada tipik bir hasar tespit edilmiştir (Şekil 8a). Yerel halk tarafından alt katında otopark da bulunduğu belirtilen 5 katlı bu bina göl yönünde diğer bir binanın üzerine doğru devrilmiş olup, dış cephesinde herhangi bir hasar görülmemiştir. Gölbaşı ilçesindeki diğer sıvılaşma ve yanal yayılmaya bağlı hasarlar Şekil 8b 'de verilmiştir.



Şekil 4. Yüzey kırıkları (a) Tevekkelli ve Kocalar mahalleleri arasındaki karayolunun KB'sindeki yamaçların eteklerinde gözlenen K45D doğrultulu sol yanal atımlı yüzey kırığının görünümü, (b) Hassa ilçesinde sol yanal atımlı yüzey kırığından ve ötelenmelerine neden olduğu komşu konumlu iki evden bir görünüm, (c) alüvyon ortamında drenaj kanalını öteleyen yüzey kırığını ve (d) Cardak fayı üzerinde yamaçta gözlenen yüzey kırığından bir görünüm



Şekil 5. İskenderun Atatürk Bulvarı'nda (a) Sıvılaşma sonucunda binaların ve yer kaplamalarının zemine batması, (b) gömülü yapıların sıvılaşmaya bağlı yükselmesi (c) yarıktaki su ve kapak zemininin görünümü ve (d) yanal yayılma yarığını doldurmuş sıvılaşmış zemin

### Sıvılaşmış Zeminlerin Özellikleri

Saha çalışmaları sırasında sıvılaşmış zeminlerden alınan örneklerin tane boyu dağılımı eğrileri Şekil 9'da karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Bu şekildeki grafikte ayrıca Port and Harbour Reserach Institute of Japan (1997) tarafından önerilmiş olan ve uygulamada yaygın şekilde kullanılan "en kolay sıvılaşan" ve



Şekil 6 (a-c) Hatay Eğitim ve Araştırma Hastanesi ile Alaatin Mahallesi arasındaki tarlalarda gözlenen sıvılaşma yarıkları ve tarlalarda su baskınları

### Kütle Hareketleri

### Kaya Düşmeleri

Kahramanmaraş depremlerinde oldukça yüksek ivmelerin gerçekleşmiş olması, bu depremlerde daha fazla sayıda ve daha iri blokların hareket ettiği kaya düşmelerine neden olmuştur. Düşen kaya bloklarının boyutları özellikle Sakçagöz Mahallesi'nde 5-6 m'ye kadar ulaşmaktadır (Şekil 10a).



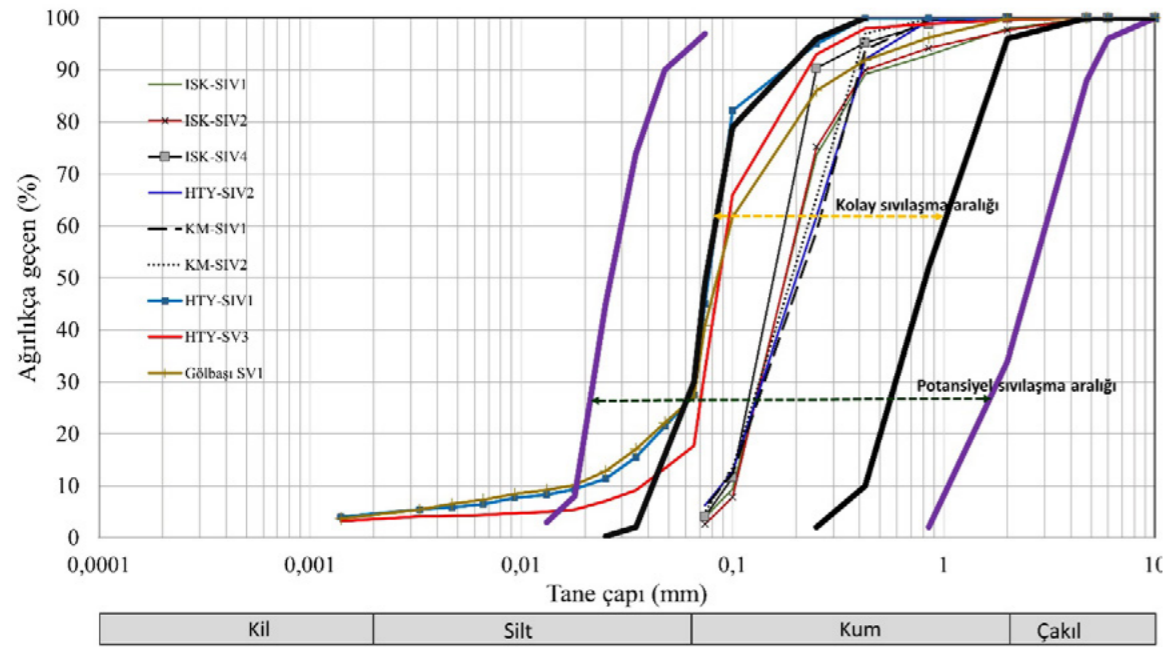
Şekil 7. Demirköprü Mahallesi'nde sıvılaşma ve Asi Nehri kıyısındaki binaların yanal yayılma sonucuna nehrine doğru hareketi (Ulusay vd., 2023)



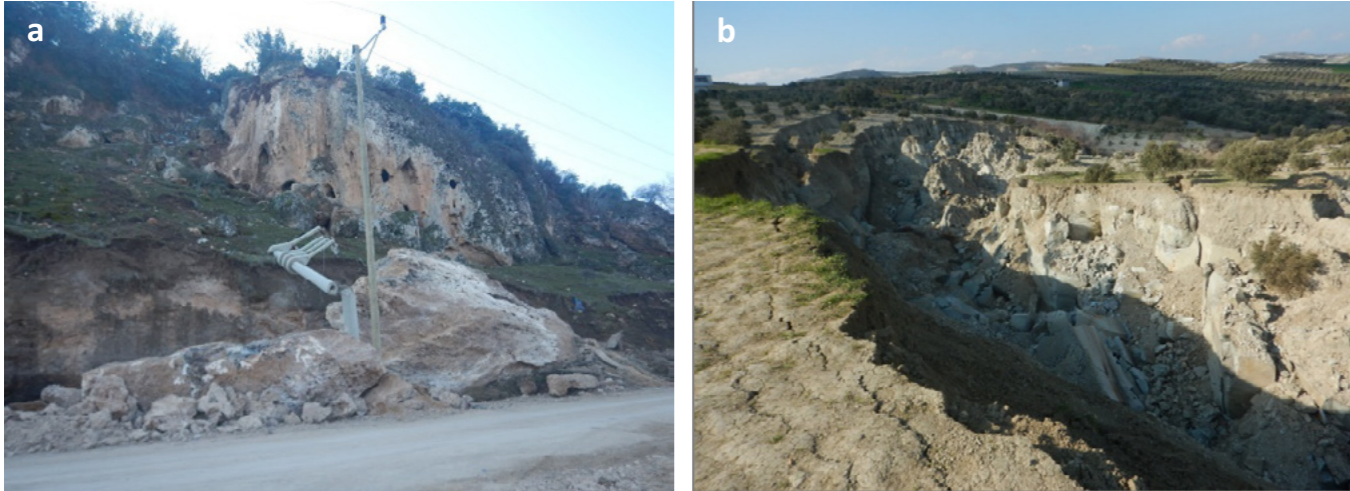
Şekil 8. Gölbasi İlçe merkezinde (a) sıvılaşma ve yüksek yatay ivme sonucu devrilme etkisine maruz kalmış bir bina, (b) sıvılaşma nedeniyle binalarda batma/oturma ve eğilmelerden örnekler

### Tepehan Heyelanı

Antakya ile Altınözü ilçesi Tepehan köyü yakınında ilk deprem sırasında meydana gelmiştir (Şekil 10b). Arazi gözlemlerinden bu heyelanın marn birimi içinde eğim/eğim yönü  $8^{\circ}$ - $10^{\circ}$ / $150^{\circ}$  olan tabakalanma düzlemi üzerinde düzlemsel kayma şeklinde gelişmiş olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 10b).



Şekil 9. Sıvılaşmış zeminlere at örneklerin tane boyu dağılım eğrilerinin Port and Harbour Research Institute of Japan (1997) tarafından önerilmiş sıvılaşabilir kumlar için bilinen tane boyu dağılımı sınırlarıyla karşılaştırılması (Ulusay vd., 2023)

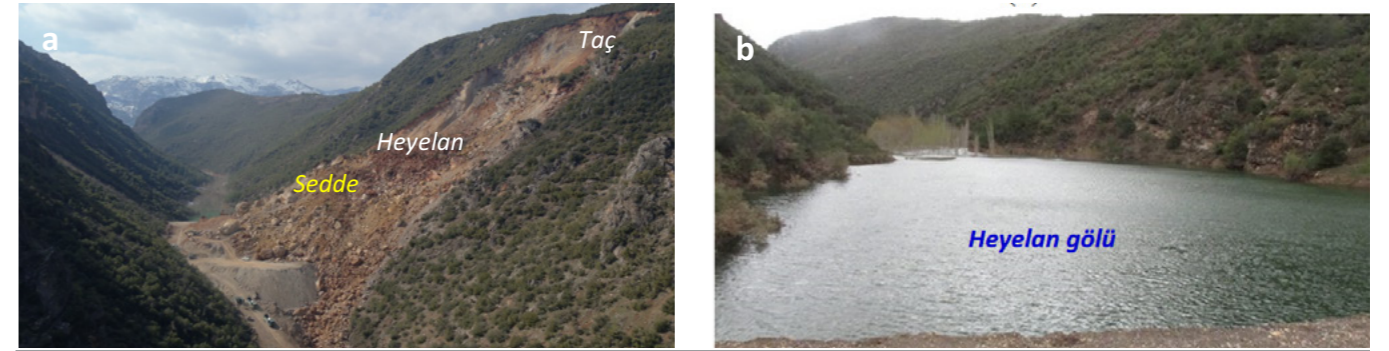


Şekil 10. Kahramanmaraş depremleri sırasında meydana gelen; a) Sakçagöz kaya düşmesi, b) Tepehan (Altınözü-Hatay) heyelanının

### Değirmencik (İslahiye) Heyelanı

İslahiye ilçesinin hemen güneyindeki Değirmencik Mahallesi'nin batısındaki vadinin kuzey yamacında deprem sırasında oldukça büyük bir heyelan (Şekil 11a) meydana gelmiş olup, bu heyelan bir derenin önünü tıkararak bir heyelan gölünün de

oluşmasına neden olmuştur (Şekil 11a-b). Heyelanın tepe noktası ile topuk arasında 500 m mesafe olup, dere yatağında biriken heyelan malzemesi 60-70 m yüksekliğindeki bir sedde oluşturmuştur. Bu heyelan oldukça karmaşık bir mekanizmaya sahip olup, bloklu bir kireçtaşı ile kısmen bozunmaya maruz kalmış kısmen de iyi derecede bağlanmış bir yamaç molozu ile içinde gelişmiştir.



Şekil 11. (a) Değirmencik heyelanı ve (b) heyelan sonrası oluşan heyelan gölü

### Yapı Hasarları

6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş ilinde 9 saat arayla meydana gelen 2 büyük yıkıcı deprem, sığ derinlikte ve uzun salınım süresine sahip olmalarından dolayı çok geniş bir alanda yüksek ivmeler üretmiştir. Bunun bir sonucu olarak bu depremler, can kayıpları ve yapı hasarları ile toplumsal yaşamı her alanda derinden etkilemiş ve ülkemizin yaşadığı en büyük afet olarak kayıtlara geçmiştir. Özellikle yapı hasarlarında her türlü alt yapı tesisleri ve üst yapılar da farklı derecelerde hasarlar oluşmuştur. Kuş-

kusuz bu tür hasarlara ilişkin ayrıntılı değerlendirmeler inşaat mühendisliği disipliniyle yakından ilgilidir. Bu amaçla, yazarların incelemeleri sırasında izledikleri güzergah boyunca görebildikleri hasarlara ilişkin tematik görseller aşağıda sunulmuştur (Şekil 12-17).



Şekil 12. Kubbeli ve minareli yapılar olarak deprem bölgesinden: (a) İslahiye'de minaresi devrilmiş ve hasarlı bir cami ve (b) Göksun tarihi Ulu Cami (Ulusay vd., 2023)



Şekil 13. Deprem bölgesinden yumuşak kat olgusu nedeniyle toptan göçen veya hasara uğramış binalardan görüntüler (Ulusay vd., 2023)



Şekil 14. Hasarlı ve göçmüş pre-fabrik betonarme çerçeveli yapılardan bazı görüntüler (Ulusay vd., 2023)



Şekil 15. Yazarlar tarafından incelenen (a) karayolu hasarı, (b) demiryolu hasarından görüntüler (Ulusay vd., 2023)



Şekil 16. Hatay Eğitim ve Araştırma Hastanesi yakınındaki yıkılmış ve diğeri hasarsız köprü (Ulusay vd., 2023)



Şekil 17. Deprem bölgesinde (a) hasarsız ve (b-c) hasarlı silolardan seçilmiş görüntüler (Ulusay vd., 2023)

## Sonuçlar

Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) Zonu üzerinde Türkiye'de ender olan 6 Şubat 2023'te Türkiye'nin Kahramanmaraş Pazarcık saat 04.17'de moment büyüklüğü (Mw) 7.7 olan bir deprem meydana gelmiş ve 9 saat sonra merkez üssü Ekinözü olan Mw7.6 büyüklüğündeki ikinci yıkıcı bir deprem izlemiştir. Bu depremlerin Türkiye'de günümüze değin oluşan diğerlerinden farklı yanı; aynı günde en büyük 2 yıkıcı depremin gerçekleşmiş olması; sığ derinlikte meydana gelmiş, uzun salınım süresine sahip ve çok geniş bir alanda kuvvetli yer hareketlerine neden olmuş olmalarıdır.

Bu depremlerde; sıvılaşma, yanal zemin yayılma hareketi, büyük çaplı heyelanlar, çok fazla ve yaygın şekilde kaya düşmeleri meydana gel-

mekle birlikte, günümüze değin meydana gelen depremlerdekine göre en geniş alan etkilenmiş, en fazla can kaybı ve en büyük yapısal hasarlar meydana gelmiştir.

Deprem bölgesinin farklı yerlerinden alınmış sıvılaşmış zemin örneklerinde yapılan tane boyu dağılımı analizlerinden zeminlerin en kolay sıvılaşabilir zeminler ve ağırlıklı olarak "kum" ve kısmen de "siltli kum" oldukları anlaşılmaktadır. Sıvılaşmadan etkilenmiş yerleşimlerde inşa edilmiş özellikle çok katlı binaların taşıyıcı sistemleri zemine batmış ve/veya yüksek yanal ivmeden dolayı yana eğilerek kullanılamaz hale gelmiştir. Ancak geniş bir alanda yayılım göstermekle birlikte sıvılaşma, genellikle tarım alanlarında gelişmiş olup, sadece iki ilçe (İskenderun ve Gölbaşı) ile bir mahallede yapılarda neden olduğu hasarla sınırlı bir etki göstermiştir.

Kahramanmaraş depremlerinin önceki depremlere göre bir başka farkı, zemin sıvılaşması olgusunun günümüze değin gerçekleştiği odak noktasından uzaklık sınırı olan 120 km'yi aştığı yerlere kadar ulaşıp olmasıdır.

Kahramanmaraş depremlerine ait ivme davranış spektrumları ülkemizde esas alınan güncel deprem yönetmeliğindeki tasarım spektrumları karşılaştırılmıştır. Bu durumda faya yakın yerlerde mevcut Yönetmeliğin yeterliliğinin yeniden değerlendirilmesi ve gerekli düzenlemelerin yapılması büyük önem taşımaktadır.

Ayrıca depremde sıvılaşmaya ve yanal yayılmaya bağlı yeraltısuyu boşalımı, özellikle basınçlı akiferlerin zemin sıvılaşması ile yüzeyde su baskınına/taşına etkisi ayrıntılı olarak araştırılmalıdır.

## Kaynaklar

- AFAD, 2023. 06 Şubat 2023 Pazarcık (Kahramanmaraş) Mw 7.7 Elbistan (Kahramanmaraş) Mw 7.6 depremlerine ilişkin ön değerlendirme raporu. Deprem Dairesi Başkanlığı, 11s.
- ALFAR, 2017. Asi Nehri Havzası Master Plan Raporu hazırlama işi; Asi Nehri Havzası Hidrojeoloji Raporu. Ankara, 2076 s.
- Arpat, A.E., Şaroğlu, F., 1972. Doğu Anadolu Fayı ile ilgili bazı gözlemler ve düşünceler. MTA Bülteni, 78, 44-50.
- Arpat, A.E., Şaroğlu, F., 1975. Türkiye'de önemli genç tektonik olaylar. TJK Bülteni, 18, 44-50.
- 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\\_ekinözü\\_eqs\\_qr.pdf](https://committees.jsce.or.jp/eec205/system/files/FINA_RU_OA_pazarcik_ekinözü_eqs_qr.pdf)
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2023. <https://csb.gov.tr/hasar-tespit-calismasi-kapsaminda-263-bin-800-bagimsiz-birimin-acil-yikilmasi-gereken-agir-hasarli-ve-yikik-oldugu-tespit-edildi-bakanlik-faaliyetleri-38431>

- DSİ, 1973. Maraş ovaları hidrojeolojik etüt raporu. DSİ Matbaası, Ankara.
- DSİ, 1975. Asi Havzası hidrojeolojik etüt raporu. DSİ Matbaası, Ankara.
- Emre, Ö., Duman, T.Y., Özalp, S., Elmacı, H., Olgun, Şaroğlu, F., 2013. Türkiye Diri Fay Haritası. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara, Özel Yayın Serisi-30, 89 s.
- Herece, E., 2008. Doğu Anadolu Fayı (DAF) Atlası. MTA Genel Müdürlüğü, Ankara, Özel Yayın Serisi No. 13, 359 s.
- Hidroline ve Temelsu, 2015. Ceyhan Havzası Master Plan Çalışmaları İş; Ceyhan Havzası Hidrojeoloji Raporu. Ankara 1269 s.
- Hidro Dizayn, 2017. Fırat Alt Havzası Master Plan Raporu Yapım İşi Havza Hidrojeoloji Nihai Raporu. Ankara, 630 s.
- KOERİ, 2023. 06 Şubat 2023 Sofalaca Şehitkamil Gaziantep Depremi Basın Bülteni. B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi, İstanbul Şubat 2023, 4 s.
- MTA, 1964. 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası. MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.
- MTA, 2013. 1/250.000 ölçekli Türkiye ve Yakın Çevresinin Yenilenmiş Diri Fay Haritası, Ankara.
- Port and Harbour Research Institute of Japan, 1997. Handbook of Liquefaction Remediation of Reclaimed Land. Taylor and Francis, UK.
- TBDY, 2018. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Resmi Gazete, 18 Mart 2018, Sayı: 30364.
- Ulusay, R., Karagüzel, R., Kumsar, H., Mutlutürk, M., 2023. 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Pazarcık ve Ekinözü Depremlerinin Saha İncelemesi ve Mühendislik Jeolojisi/Jeoteknik Açısından Ön Değerlendirme Raporu, Mühendislik Jeolojisi Derneği, Teknik Rapor 1, 106s, Ankara

# limit

Teknik Araştırma, Proje, Uygulama, Müşavirlik,  
Sanayi ve Ticaret A.Ş.

İvedik OSB 1354.Cad 1395.Sok No:1  
06378 Yenimahalle – ANKARA – TÜRKİYE  
Tel : (0.312) 394 53 63 Faks : (0.312) 394 53 64  
www.limitteknik.com info@limitteknik.com

## Hizmet Alanlarımız

- ❖ Jeoloji
  - ❖ Jeoteknik
  - ❖ Mühendislik Jeolojisi
  - ❖ Hidrojeoloji
  - ❖ Jeofizik
  - ❖ Harita
  - ❖ İnşaat
  - ❖ Geoteknik
  - ❖ Deprem Mühendisliği
- konularında; araştırma, proje, uygulama, müşavirlik ve kontrollük.



## Arazi ve Laboratuvar Çalışmaları

- ❖ Yer seçimi etüdüleri
- ❖ Zemin etüdüleri
- ❖ Zemin ve kaya sondajları
- ❖ Numune çukurları
- ❖ Arazi deneyleri
- ❖ Numune alımları
- ❖ Sismik ve rezistivite çalışmaları
- ❖ Mini kazık, ankraj, enjeksiyon
- ❖ Harita alımı
- ❖ Toprak – kaya – malzeme – su laboratuvar deneyleri

## Proje ve Müşavirlik Çalışmaları

- ❖ Şev duraylılık analizleri
- ❖ Heyelan araştırmaları
- ❖ Derin kazı destek sistemleri
- ❖ Kazıklı temel dizaynı
- ❖ Zayıf zemin araştırmaları
- ❖ İyileştirme projeleri
- ❖ Drenaj projeleri
- ❖ Tünel projeleri

## Hidroelektrik santraller (HES)

### Ülkemizin enerji ihtiyacının karşılanmasına büyük katkı sağlıyor



Ülkemizin elektrik kurulu gücünün kaynaklara göre dağılımı; %30,2 hidroelektrik, %24,4 doğalgaz, %10,8 rüzgâr, %10 ithal kömür, %9,7 linyit, %9,7 güneş, %1,6 jeotermal, %3,6 diğer şeklinde sıralanmaktadır.

Ülkemizde 2023 yılının ilk yarısında üretilen toplam 145 milyar 372 milyon kilovatsaatlik elektrik enerjisinin, %22,73'üne karşılık gelen 33 milyar 44 milyon kilovatsaatlik kısmı HES'lerden elde edilmiştir. Hidroelektrik santrallerden elde edilen elektrik enerjisinin 20 milyar 259 milyon kilovatsaatlik kısmı barajlı, 12 milyar 785 milyon kilovatsaatlik kısmı ise nehir tipi santrallerden üretilmiştir. HES'ler, enerji üretim sürecinde hiçbir atık maddeye ve karbon salınımına neden olmamaktadır.

Yeşil enerji olarak tanımlanan HES'ler; küresel ısınmaya karşı mücadelede önemli ve etkin

rol oynamakta, aynı zamanda iklim değişikliği ile sıklığı, şiddeti artan ve etki alanı genişleyen taşkın ve kuraklık gibi afetlerin zararlarının azaltılmasında da önemli katkılar sağlamaktadır. Depolamalı HES'ler sel sularını rezervuarda (gölünde) tutarak taşkın afetlerini engellemekte ve olumsuz etkilerini de azaltmaktadır. Nehir tipi santraller ise taşkın akımlarını düzenleyerek regülatör yapıları vasıtasıyla taşkın yıkıcı etkilerini arttıran iri malzemeleri (kaya, ağaç gövdesi, kütük vb.) tutmaktadır. Depolamalı HES'ler, yağışlı dönemlerde biriktirdiği suyu, kurak periyotlarda kullanıcıların hizmetine sunarak su azlığından kaynaklanan sıkıntıları da gidermektedir.

Hidroelektrik santrallerin, diğer yenilenebilir enerji santrallerine göre, depolamalı tesislerinden sulama, su ürünleri yetiştiriciliği, turizm ve su yolu taşımacılığı gibi ilave yararları bulunmaktadır.

## Kırşehir (Özbağ) İçmesuyu Arıtma Tesisinde sona doğru



Kırşehir (Özbağ) İçmesuyu Arıtma Tesisinde Paket Arıtma Binası, Trafo-Jeneratör Binası, Isı Merkezi, Dekantör Binası, Çamur Yoğunlaştırma Tankı, Filtre Geri Kazanım Yapısı, Fosseptik Yapısı, Giriş Debimetre Odası, Difüzörlü Havalandırma Yapısı inşaat, mekanik ve elektrik işleri tamamlandı. Projede temmuz 2023 itibarı ile son aşamaya geçilmiş olup, 1. Aşama Performans Testlerine başlanmıştır, ayrıca tesisin SCADA ve otomasyon sistemlerini kısa bir süre içerisinde

Kırşehir (Özbağ) İçmesuyu Arıtma Tesisinde çalışmalarda sona yaklaşıldı. Günlük arıtma kapasitesi 21 bin 600 metreküp olan tesiste fiziki gerçekleştirme oranı %99 seviyesine ulaştırıldı.

tamamlanacak ve Kırşehir'in 2055 yılına kadar olan içme suyu ihtiyacı büyük oranda temin edilmiş olacaktır.

## Yusufeli Barajı ve HES Projesinde elektrik üretimi için geri sayım başladı

Temelden 275 metre gövde yüksekliği ile kemer baraj sınıfında Türkiye'nin birinci, dünyanın 5'inci en yüksek barajı olarak inşa edilen Yusufeli Barajı ve HES'te 22 Kasım 2022 tarihinde tutulmaya başlanan su seviye kontrollü şekilde yükseltilmektedir. Su yüksekliğinin 166,50 metreyi geçmesiyle birlikte 2023 Ağustos ayı içerisinde elektrik üretimine başlanması bekleniyor.



Üç farklı ünitelerdeki toplam 558 megavat kurulu gücüyle yıllık 1 milyar 888 milyon kilovatsaat enerji üretimi kapasitesine sahip Yusufeli Barajı

ve HES'te üretilen elektrik enerjisiyle ülke ekonomisine yıllık 5 milyar lira katkı sağlanması öngörülmektedir.

## Kızlaryolu 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 çıkıyor.

Çankırı ili Devrez Çayı üzerinde inşası sürdürülen Kızlaryolu Barajı için geri sayım başladı. Temelden yüksekliği 91.5 m, kret kotu 1104,50 m olan baraj gövde inşaatında 1080 kotuna yükseltilecek

fiziki gerçekleşme oranı %74,32 oranına ulaşmıştır. Gövde inşaatına paralel olarak enjeksiyon imatları da devam etmektedir. 1018 kotunda bulunan Alt Galeri ve T1, T2 tünellerinde bulunan 119 kuyudan enjeksiyon imalatı tamamlanmıştır.

Kızlaryolu Barajı 114 560 000 m<sup>3</sup> depolama hacmine sahip olup, Çankırı ilinde 58 660 dekar, Kastamonu ilinde 60 645 dekar ve Çorum ilinde 24 555 dekar olmak üzere toplam 143 860 dekar tarım arazisi sulanacaktır. Ayrıca, kurulu gücü 5 MW olan santrale sahip barajdan 15 GWh/yıl enerji üretilmesi planlanmıştır.

## Komisyonlar

Ülkemizde mühendislik jeolojisi ve jeoteknik alanında jeologlar ve mühendisler arasında ulusal ve uluslararası iş birliğini teşvik etmek amacıyla komisyonların kurulmasına karar verilmiştir. Komisyonların amacı, farklı/tematik alanlarda bilgili kişileri ve seçkin uzmanları bir araya getirerek ülkemizdeki farklı kurum ve sektörlerdeki deneyimler ile dünyadaki güncel araştırma yöntemleri ve teknolojik gelişmeleri incelemek ve uygulama deneyimlerini tartışmak mevzuata yönelik önerilerde bulunarak mühendislik jeolojisi biliminin ve uygulamanın gelişmesine katkı sağlamaktır.

Mühendislik Jeolojisi Derneği bünyesinde kurulacak komisyonların Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Birliği (IAEG) ile uyum içinde çalışmalarını teşvik edilecektir. IAEG bünyesinde aktif olarak çalışan komisyonlar aşağıda verilmiştir.

**Komisyon 01** (Commission 01): Mühendislik Jeolojisi Karakterizasyonu ve Görselleştirilmesi (Engineering geological characterization and visualization)

**Komisyon 04** (Commission 04): Eğitim ve Öğrenme (Education and Training)

**Komisyon 10** (Commission 10): Yapı Taşları ve Süs Taşları (Building stones and ornamental rocks)

**Komisyon 16** (Commission 16): Mühendislik Jeolojisi ve Antik Anıtların ve Arkeolojik Alanların Korunması (Engineering Geology and the protection of ancient monuments and archeologic sites)

**Komisyon 17** (Commission 17): Agregalar (Aggregates)

**Komisyon 19** (Commission 19): Yerbilimde 3D Karasal Lazer Tarama Teknolojisi (3D terrestrial laser scanning technology in the geosciences)

**Komisyon 20** (Commission 20): Riske dayalı Kirlenmiş Arazi Yönetimi (Risk based contaminated land management)

**Komisyon 21** (Commission 21): Permafrost Bölgelerinin Mühendislik Jeolojisi (Engineering Geology of Permafrost Regions)

**Komisyon 24** (Commission 24): Neotektonik ve Jeo-Tehlike (Neotectonics and Geo-hazard)

**Komisyon 25** (Commission 25): Mühendislik Jeolojisi Modellerinin Kullanımı (Use of engineering geological models)

**Komisyon 28** (Commission 28): Büyük Mühendislik Projelerinde Jeolojik Model Güvenilirliğinin Sayısallaştırılması (Reliability quantification of the geological model in large civil engineering projects)

**Komisyon 29** (Commission 29): Kaya ve Zeminlerin Yapısı ve Davranışı (Structure and Behavior of Rock and Soil)

**Komisyon 32** (Commission 32): Mühendislik Jeolojisi ve Kırsal Altyapı (Engineering geology and rural infrastructure)

**Komisyon 34** (Commission 34): Deniz Mühendislik Jeolojisi (Marine engineering geology)

**Komisyon 35** (Commission 35): Mühendislik Jeolojisi Uygulamalarında İzleme Yöntemleri ve Yaklaşımları (Monitoring methods and approaches in engineering geology applications)

**Komisyon 36** (Commission 36): Atık Tasfiyesi için Mühendislik Jeolojisi (Engineering geology for waste disposal)

**Komisyon 37** (Commission 37): Heyelan Terminolojisi (Landslide nomenclature)

**Komisyon 38** (Commission 38): Kaya Şev Tehlikeleri Üzerine Kaya Kütle Karakterizasyonu (Rockmass characterization with emphasis in rock slope hazards)

**Komisyon 39** (Commission 39): Doğal ve Yapay Tehlikelerin Tanımlanması, Değerlendirilmesi ve Azaltılması (Identifying, assessing, and mitigating NOA and EMP hazards)

Bu komisyonlar içerisinde "Agregalar" komisyon kurulu başkanı olarak üyelerimizden Prof. Dr. Atiye Tuğrul ve sekreter olarak Doç. Dr. Murat Yılmaz görev almaktadır. Ayrıca, Uluslararası Jeo-Mühendislik Toplulukları Federasyonu (Federation of International Geo-engineering Societies- FedIGS) çatısı altında faaliyet gösteren üç ortak teknik komite (JTC), IAEG, IGS, ISRM ve ISSMGE Kardeş Topluluklarının faaliyetlerine katkı sağlamaktadır. Bu ortak komiteler aşağıdaki gibidir.

**JTC 1** – Doğal Şevler ve Heyelanlar Üzerine Ortak Teknik Komite (Joint Technical Committee on Natural Slopes and Landslides)

**JTC 2** – Elektronik Formatta Jeo-Mühendislik Verilerinin Gösterimi (Representation of Geo-engineering Data in Electronic Form)

**JTC 3** – Eğitim ve Staj (Education and Training)

Yukarıda verilen komitelerin ülkemiz ihtiyaç ve olanakları dikkate alındığında, ülkemiz içerisinde mühendislik jeolojisi faaliyetlerine katkıda bulunabilecek, aşağıda verilen iki komisyonun kurulması yönetim kurulumuz tarafından öncelikli olarak önerilmiştir. Komisyonların hükümler ve yönergeleri üzerinde çalışmalar devam etmektedir.

- ▶ Mühendislik Jeolojisi Eğitim Komisyonu
- ▶ Jeo-Tehlikelerin Tespiti ve Önlenmesinde Mühendislik Jeolojisi Modellerinin Kullanımı

Önerilen komisyonlarda görev almak, başka komisyonlar kurmak isteyen veya bu konuda görüş/önerileri bulunan meslektaşlarımızın yönetim kurulumuz ile iletişim kurmaları önem taşımaktadır.

# Sanal su, su ayak izi ve madencilik



**Mahmut Mutlutürk**

Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta

Ülkemizde bir insanın içme ve kullanma suyu olarak ortalama şehir şebekelerinden günlük kullandığı su miktarı ortalama 228 litredir (TÜİK, 2021). Ancak bu ortalama kişi başına günlük tüketim içinde, günlük hayatta kullandığımız tarımsal ve endüstriyel ürünler, madencilik ve benzeri faaliyetler için harcanan su miktarları bulunmaktadır. Bu yazıda kişisel ihtiyaçlar dışında, bir ürünün üretiminden kullanımına kadar geçen süreçte ihtiyacı olan ve **Sanal Su** olarak tanımlanan su miktarı ile kullanılan suyun türünün ifade edildiği **Su Ayak İzi** kavramlarından bahsederek bu kavramların madencilik ile ilgili çalışmalarda nasıl değerlendirilebileceği konularında da bilgi vermeye çalışacağız.

**Sanal Su**, bir ürün hammaddesi de dahil olmak üzere üretiminden tüketilmesine kadar geçen süre içinde kullanılan suyun toplam miktarını ifade etmektedir. Allan (1993) tarafından bazı ülkelerdeki su azlığı çalışmaları sırasından ortaya konan bu kavram, suyun sadece anlık ihtiyaçlarda kullanılan bir meta olmadığı, insanların içtiğinde ya da kullandığında değil diğer bütün tüketim alanlarında da su kullandığı şeklinde ifade edilmiştir. Bu kavram suyun ticaretinin dolaylı yollardan yapılabileceğini ve uluslararası gizli bir su ticaretinin olduğunu ortaya koymaktadır. Sanal Su ile ilgili çalışmalar başlangıçta tarımsal ve hayvancılık ile ilgili ürünler için yoğun bir ilgi görmüş ve yapılan hesaplamalarda oldukça ilginç sonuçlar elde edilmiştir (Çizelge 1).

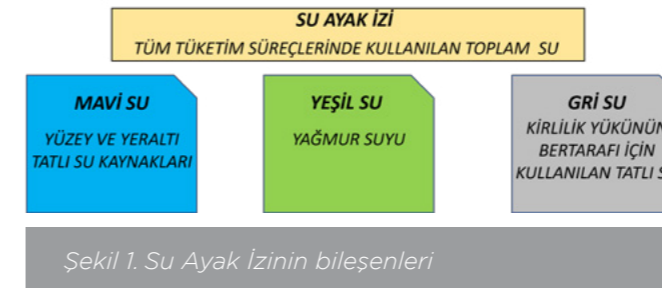
Çizelge 1. Bazı ürünlere ait Sanal Su miktarları (Chapagain ve Hoekstra, 2004)

ÜRÜN	SANAL SU (litre)
1 Bardak Süt (200 ml)	200
1 Fincan Kahve (125 ml)	140
1 Fincan Çay (250 ml)	35
1 Dilim Ekmek(30 gr)	40
1 Patates (100 gr)	25
1 Elma(100 gr)	70
1 Pamuklu T-Shirt (500gr)	4100
1 Hamburger (50 gr)	2400
1 Çift Ayakkabı ( Deri)	8000
1 Microchip (2 gr)	32

1993 yılında Allan tarafından ortaya atılan ve ticari bir önemi olduğu ortaya çıkan Sanal Su ve buna bağlı olan su ticareti konusu, küresel iklim değişikliği de dikkate alındığında su kaynaklarının kullanımı açısından birçok ülke üzerinde baskı oluşturmaktadır.

**Su Ayak İzi** ile Sanal Su kavramları toplamda aynı miktarları ifade eden birbirlerine yakın kavramlardır. Sanal Su, bir meta içindeki gömülü olan suyu tarif ederken, Su Ayak İzi, bu suyun kaynağının ne olduğuna, temiz su miktarına dikkat çekmekte ve doğrudan ve dolaylı su miktarlarını analiz etmektedir (Hoekstra ve Hung, 2002).

Su Ayak İzi bir meta için tüketilen suyun miktarının ve niteliğinin bir ölçüsüdür ve kullanılan suyun kalitesini tarif etmek için mavi, yeşil ve gri su ayak izi olarak üç bileşenlidir (Şekil 1).



**Mavi Su Ayak İzi**, yüzey ve yeraltı tatlı su kaynaklarını, **Yeşil Su Ayak İzi**, yağmur suyunu, **Gri Su Ayak İzi**, kirlilik yükünün bertaraf edilmesi ya da azaltılması için kullanılan tatlı su miktarını ifade etmektedir. Gri Su ayrıca, Gri Su (Kanalizasyonla temas etmemiş evsel atık su), Siyah Su (kanalizasyon suyu) ve Koyu Gri Su (Kanalizasyonla temas etmemiş düşük kaliteli evsel atık su) olarak üç bölüme ayrılarak da ifade edilmekte ve pek çok ülkede arıtma sistemleri ile ya da direkt olarak kullanılabilir (Allen vd, 2010).

Birçok tesiste üretimde kullanılan suyun büyük bir bölümü geri kazanımla tekrar kullanılmaktadır ve bu Gri Su olarak tanımlanabilmektedir (Mutlutürk, 2018).

Dünyadaki su kaynaklarının %97.5'i okyanus ve denizlerde bulunan tuzlu sulardan, %2.5'i canlıların kullanımına uygun tatlısu kaynaklarından oluşmaktadır. Ancak bu tatlı suyun da yaklaşık %0.3'ü canlıların kullanımına elverişlidir. Bunların

dışında kalan tatlısu kaynakları kutuplar, buzullar ve yeraltında bizim çıkaramayacağımız derinliklerde tutulmuş durumdadırlar.

Türkiye tatlısu varlığı açısından zengin bir ülke değildir ve toplam kullanılabilir su potansiyeli 112 km<sup>3</sup>'tür (Çizelge 2).

Çizelge 2. Türkiye'nin su kaynakları potansiyeli (DSİ, 2023)

Yıllık ortalama yağış	574 mm/yıl
Yıllık yağış miktarı	450 km <sup>3</sup>
Yıllık yüzey akışı	186 km <sup>3</sup>
Kullanılabilir yüzey suyu	94 km <sup>3</sup>
Çekilebilir yeraltısuyu	18 km <sup>3</sup>
Toplam kullanılabilir net tatlı su	112 km <sup>3</sup>

Bu toplam suyun 44 km<sup>3</sup>'ü sulamada, 13 km<sup>3</sup>'ü içme-kullanma ve sanayide olmak üzere 57 km<sup>3</sup>'ü kullanılmaktadır (DSİ, 2021). Çizelgede verilmiş olan değerler toplam kullanılabilir net tatlı su değerimiz olmasına rağmen ülke olarak kullanılan toplam suyu tam olarak ifade etmemektedir. Bu suyu kullanarak üretilen bazı ürünleri ihraç ederken, üretmediğimiz bazı ürünleri de ithal etmekteyiz. Bu nedenle üretilen ve tüketilen, ihraç edilen ve ithal edilen ürünlerin su ayak izleri ayrı ayrı değerlendirilmektedir (Çizelge 3). Dolayısıyla ile ihraç ettiğimiz ürünlerdeki saklı olan suyu yurt dışına satarken, ithal ettiğimiz ürünlerdeki saklı olan suyu da satın almaktayız. Bu anlamda

Çizelge 3. Su Ayak İzi'nin üretim, tüketim ve ticari bileşenleri

Üretim su ayak izi	Bir ülke içerisinde üretilen tüm ürünler için gereken toplam yeşil, mavi ve gri su miktarıdır.
İhracatın su ayak izi (Sanal su ihracatı)	Bir ülkenin ihraç ettiği mal ve hizmetlerin üretimi için gereken toplam yeşil, mavi ve gri su miktarıdır.
İthalatın su ayak izi (Sanal su ithalatı)	Bir ülkenin ithal ettiği mal ve hizmetlerin üretimi için gereken toplam yeşil, mavi ve gri su miktarıdır.
Tüketimin su ayak izi	Ülke içerisinde tüketilen mal ve hizmetlerin üretimi için kullanılan toplam yeşil, mavi ve gri su miktarıdır.





su kullanımının ulusal anlamdaki boyutu ve uluslararası ticaretteki detayları, ürün bazında su ayak izinin hesaplanması ile ortaya çıkarılabilecektir. Genel hatları ile hesaplanmış olan Türkiye'de üretim ve tüketimdeki Su Ayak İzleri ve sektörlere göre dağılımları Şekil 2 ve Şekil 3'teki gibidir (WWF, 2014).

Diğer taraftan 1996-2005 verilerine göre dünyada kişi başına düşen ortalama Su Ayak İzi 1.385 m<sup>3</sup>/yıl, Türkiye'de ise 1.642 m<sup>3</sup>/yıl ve dünya ortalamasının biraz üzerindedir (Şekil 4). Bu şekilde dikkat çeken bir diğer nokta ise Türkiye'nin mavi su ayak izinin ortalamasının üstünde olmasıdır. Bu durumun yeşil su ayak izinin azlığına bağlı mavi su ayak izinin artmış olmasıdır.

Türkiye'nin su ayak izi raporunda (WWF, 2014) 1996-2005 yıllarına ait veriler kullanılarak yapılan hesaplamada ise Türkiye'de kişi başına düşen su ayak izi 1.977 m<sup>3</sup>/yıldır. Bu verilere göre Sanal Su dikkate alındığında Türkiye'de kişi başına düşen günlük su tüketimi 5.416 litre olmaktadır.

Su ile ilgili bu verilere bağlı olarak, 228 litre olan günlük kişisel su tüketim miktarımızın, sanal su dikkate alındığında 5.416 litre olması su kullanımının sadece kişisel değil, başta tarımsal olmak üzere endüstriyel ve evsel tüketime bağlı olduğunu göstermektedir. Suyun ticari boyutunu da göz önüne aldığımızda, ürettiğimiz her ürünün içinde gömülü olan Sanal Su miktarının ne olduğu, Su Ayak İzi açısından bileşenlerinin dağılımlarının ne olduğu daha çok önem kazanmaktadır.

**Su** bütün üretim süreçleri için miktar ve türü farklı olsa da olmazsa olmaz bir girdidir. Tarımsal üretimde mavi ve yeşil su kullanımı ön plana çıkarken madencilik sektöründe gri su önem kazanmaktadır. Diğer taraftan bazı endüstriyel ürünlerin üretimi tarımsal üretim ile ilişkilidir. İmalat sektörünün büyük bir

bölümü madencilik faaliyetleri ile üretilmiş olan hammaddeler ile sağlanmaktadır. Dolayısı ile boyutu ne olursa olsun her türlü üretim, tarım, hayvancılık, orman ya da madencilik faaliyetlerinden biri ya da birkaçı ile ilişkilidir.

### Madencilik Faaliyeti ve Su Ayak İzi

**Maden** yeryüzünde bulunan doğal yollarla oluşmuş ekonomik öneme sahip petrol, doğal gaz, jeotermal dışında kalan her türlü madde olarak tanımlanmaktadır. **Madencilik** ise ekonomik öneme sahip olan her türlü maddenin her aşamasındaki üretimini kapsayan genel bir kavramdır. Madencilik, araştırma aşamaları dışında, yeraltında-yerüstünde, açık-kapalı üretimi, üretilen madenin hazırlanması-zenginleştirilmesi, zenginleştirilen madenin mamul hale getirilmesi aşamalarının her birini ya da bir bölümünü az ya da çok kapsar.

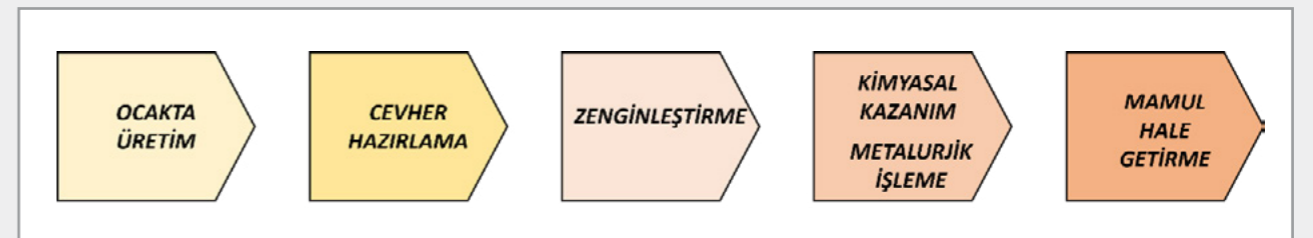
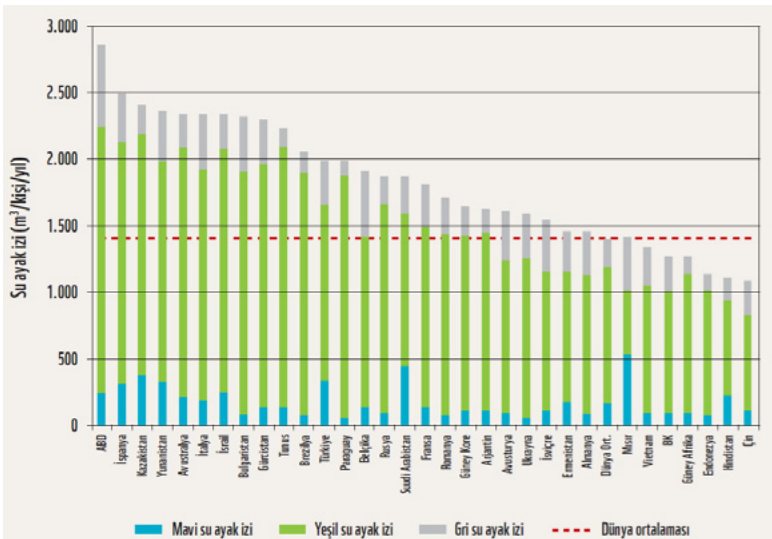
**Üretim** ise, genel anlamda bir ya da birden çok maddenin bir araya getirilmesi ile faydalı başka bir madde ya da alet/cihaz gibi insanların kullanabileceği yeni ürünler oluşturma işleridir.

Üretimde her bir ürün içindeki değişik maddelerin ayrı ayrı üretiminden gelen saklı suyu da beraberinde taşır ve bu da o ürünün toplam saklı suyunu oluşturur. Bu nedenle herhangi bir ürünün üretim aşamalarında kullanılan su tüketimi, o ürünün üretimde kullanılan bütün maddelerin saklı su miktarları ile ele alınır. Bu da üretimdeki o maddeye ait Sanal Su ya da Su Ayak İzi'dir. Herhangi bir metanın üretimindeki Su Ayak İzinin hesaplanması, o metanın ticaretinin su kaynakları üzerindeki etkisinin belirlenmesi açısından önemlidir.

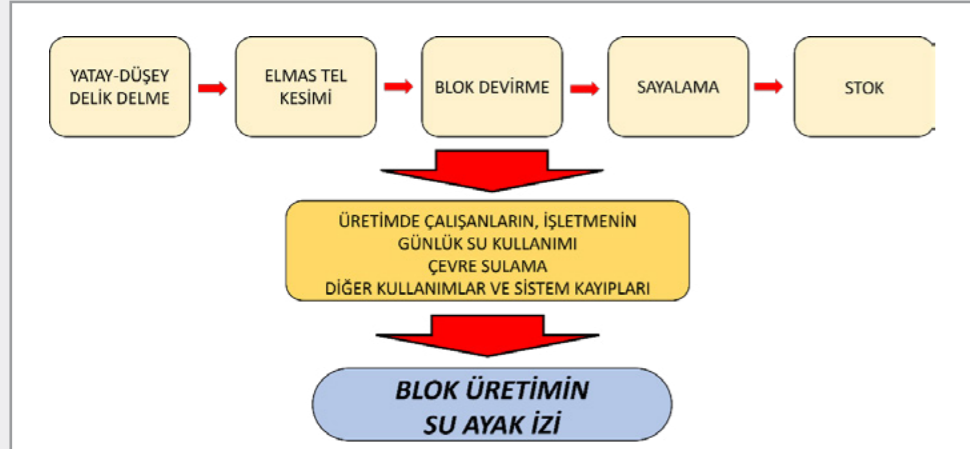
Üretimde mamul halde ve son ürün aşamasında kullanılan değişik özelliklerdeki madenler, doğadan saf halde elde edilmeyip farklı proseslerden geçirilerek kullanıma uygun hale getirilmektedirler. Bu madenlerin mamul hale getirilmesi için genel olarak 5 temel prostesten geçirilmesi gerekmektedir (Şekil 5).

Bu genel aşamalardan üretilen madene ait uygun yöntemlere göre oluşturulan bir şema ile su ayak izi belirlenmesi çalışmalarına başlanılabilir ve her bir aşama için su ayak izi ayrı ayrı belirlenebilir.

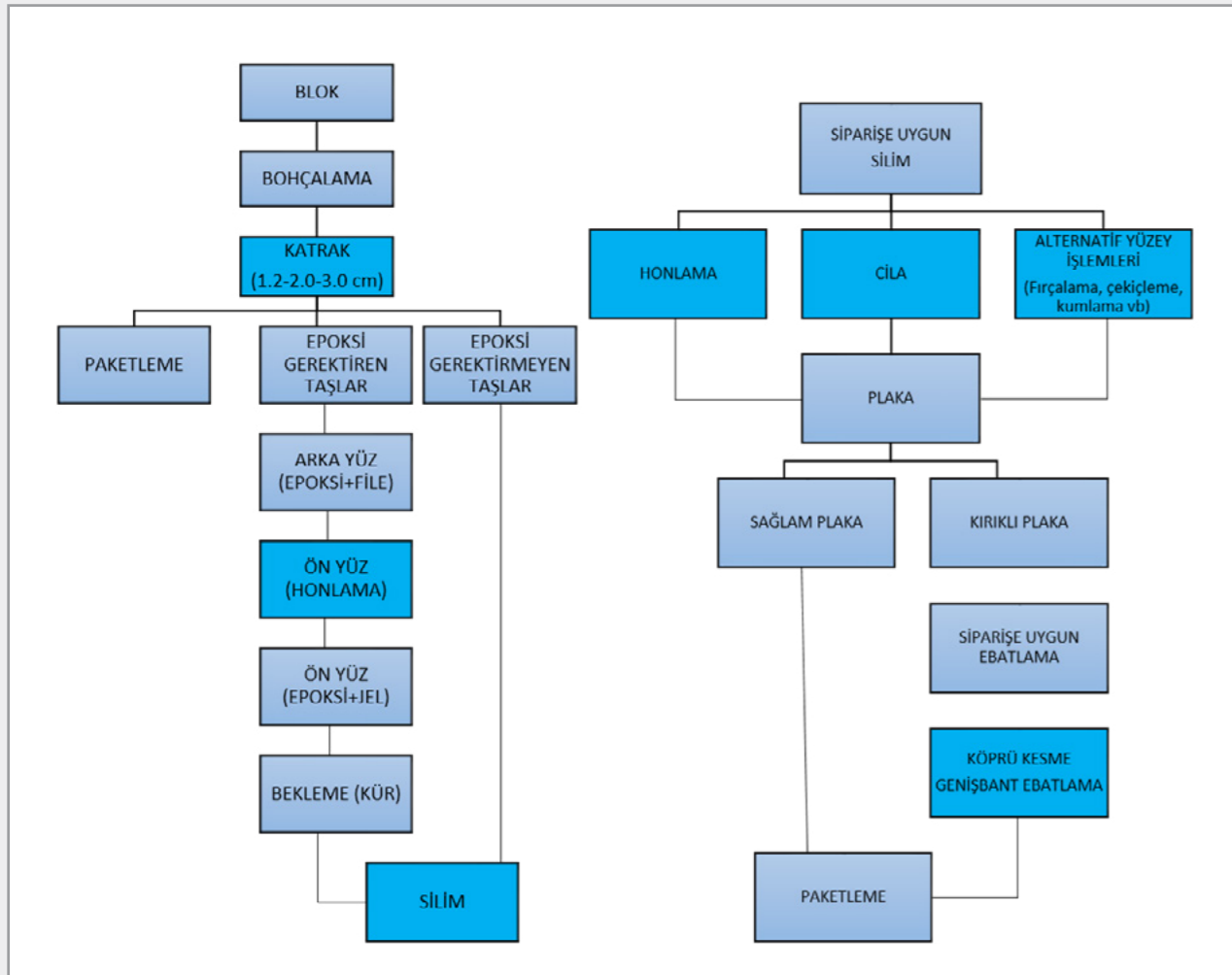
Örnek olarak doğaltaş öncelikle ocakta blok olarak üretilmekte ve bu hali ile istenilen özelliklerde son ürün olarak değerlendirilmektedir. Blok olarak üretim yapılmakta olan bir doğaltaş ocağında Su Ayak İzinin belirlenmesi için hesaplamada uygulanan aşamalar Şekil 6'daki gibidir. Bu aşamada taşın ihrac edileceği dikkate alınır Su Ayak İzinin hesaplanmış olması gereklidir. Blok halinde üretim sonrası ise yapılacak değişik işlemlerin her biri dikkate alınarak Su Ayak İzi hesaplanmalıdır. Şekil 7'de blok üretimi sonrası ebatlı-eatsız genel plaka üretim aşamaları yer almaktadır. Bu aşamalarda da talebe göre değişik kesim işlemleri uygulanmakta, yurtiçi/yurtdışı satışlar söz konusu olmaktadır. Yurtdışı satışlarda ihracatın Su Ayak İzi söz konusu iken, yurtiçi satışlarda ise plaka halinde satılan doğaltaşın satış sonrası uygulama aşamasındaki su kullanım serüveni devam etmektedir.



Şekil 5. Maden üretim ve mamul elde etme genel aşamaları



Şekil 6. Bir doğaltaş ocağında Su Ayak İzi üretim aşamaları (Mutlutürk, 2018).



Şekil 7. Blok üretimi sonrası ebatlı-ebatsız plaka üretim aşamaları (Mutlutürk, 2018). (Koyu mavi kutucuklar su kullanım aşamalarını göstermektedir)

Çizelge 4. Blok ve Plaka Üretiminde Sanal Su ve Su Ayak İzi Miktarları (Mutlutürk, 2018)

PAZARLANAN ÜRÜN	SANAL SU (Litre)	SU AYAK İZİ (Litre)	
		MAVİ SU	GİRİ SU*
Ham Blok, m <sup>3</sup>	630	630	-
Katrak Plaka, m <sup>2</sup>	2.670	534	2.136
Katrak Plaka Honlu, m <sup>2</sup>	4.170	834	3.336
Katrak Plaka Cilalı, m <sup>2</sup>	6.370	1.274	5.096
Katrak Plaka Cilalı Ebatlı, m <sup>2</sup>	6.650	1.330	5.320

(\* Gri Su; İşletmede kullanılan geri dönüşüm suyudur)



Şekil 8. Hazır Beton Su Ayak İzi üretim aşamaları (Engin, 2015).

Bu aşamaların her birinde yapılan iş, tüketilen su ve suyun niteliği ölçülmekte, üretimin her aşamasındaki diğer su kullanım miktarları da eklenerek sonuçta nihai ürün için toplam tüketilen su birim ölçekte hesaplanmaktadır (Çizelge 4).

Beton, agrega, çimento ve su karışımı gibi basit bir üretim gibi gözükse de agrega ve çimento üretiminde su tüketimi önemli bir yer tutmaktadır. Agreganın üretimi, ocak işletmesi sonrası yıkama-eleme ya da kırma-eleme-yıkama süreçlerini kapsamaktadır. Çimento ise, kireçtaşı, marn, jips, demir, tras, kömür gibi farklı hammaddelerin ocak işletmesi ve zenginleştirilmesi sonrası fabrika üretim aşamalarını içermektedir.

Şekil 8'de hazır beton için yapılmış olan bir örnek verilmiştir. Bu örnekte de agrega ve çimento üretimi Su Ayak İzi ayrıca belirlendikten sonra beton üretimi Su Ayak İzi hesaplamalarına devam edilmekte olduğu görülmektedir. Kullanılan su miktarlarını in-

teraktif bir çizelge ile de veren Engin(2015), bu çalışmanın daha detaylı bir analize gereksinim duyduğunu da ifade etmektedir (Hesaplama sonuçları Çizelge 5'te basitleştirilerek verilmiştir). Bütün bu aşamalar beton üretimindeki Su Ayak İzi'nin büyük bir bölümünü agrega ve çimento kapsadığını göstermektedir.

Çizelge 5. Hazır Beton Üretiminde 1 m<sup>3</sup> Beton Üretimi için Kullanılan Sanal Su Miktarları (Engin, 2015'ten basitleştirilerek)

BİLEŞEN	SU AYAK İZİ (Litre)
Çimento,	290
Agrega,	1.900
Karışım Suyu,	175
Kimyasal Katkı,	3
Transmikser Yıkama Suyu,	50
Üretimde Harcanan Su,	10
Geri Dönüşüm Suyu,	30
1 m <sup>3</sup> Hazır Beton Su Ayak İzi, litre	2.398

## Sonuçlar

Bütün sektörlerde üretimde kullanılan su, ulusal düzeyde su kaynaklarının kullanımını direkt ilgilendirirken, uluslararası düzeyde dolaylı bir ticaretin konusu olmaktadır. Ülkeler, uluslararası ticarette su kaynaklarını kontrollü kullanmak adına bazı ürünlerin üretiminde kısıtlamalara gitmeyi de düşünmektedirler. Bu konularda verilecek kararlarda herhangi bir ürün için hangi miktarda ve hangi özellikte su kullanıldığının bilinmesi gerekmektedir.

İçme ve kullanma, tarımsal sulama, sanayi, madencilik, enerji ve diğer sektörlerde kullanılan suyun kullanım sonrası başta kimyasal olmak üzere birçok özelliklerinde değişiklikler meydana gelmekte teknik olarak kirlenmektedir. Bu ise kirliliğin de bertarafı için su tüketimi ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır.

Toplumların gelişmişlik düzeylerine göre tüketim ve özellikle lüks tüketimin artması ile artan üretim, su tüketiminin de artmasını sonuçlandırmaktadır. Özellikle küresel bir iklim değişikliğinin yaşandığı, bizi nasıl bir geleceğin beklediğini tahmin bile etmekte zorlandığımız dünyamızda, evsel, tarımsal ve endüstriyel tüketimlerimizin neler olduğunun, bu tüketim için hangi miktar ve niteliklerde su harcadığımızın bilinmesi gerekmektedir.

Evsel ve tarımsal kullanım dışında en temel yaşamsal girdi olan madenlerin hammaddesini su oluşturmaktadır. Bu nedenle, her türlü madenin, aranması, işletilmesi, zenginleştirilmesi ve hammadde haline getirilmesi su kullanımı ile ilişkilidir. Buna bağlı olarak elde edilen hammaddenin endüstriyel üretimdeki kullanımında da su vazgeçilmez bir girdidir.

Evsel ve tarımsal kullanım dışında, doğadan elde edilen her türlü hammaddenin, insan yaşamının her aşamasında kullanılan endüstriyel ürünlere dönüşmesinde tüketilen suyun her aşamasındaki miktar ve niteliklerinin belirlenmesi, Sanal Su ve Su Ayak İzlerinin ortaya konması biz yerbilimcileri için bir kat daha önem kazanmaktadır. Elde edilecek sonuçlar doğal kaynaklarımızın ekonomik kullanımı yanında, sektörel anlamda başta su tasarrufu olmak üzere, yeni üretim geri kazanım tekniklerinin gelişmesine katkı sağlayacaktır.

## Kaynaklar

- Allan, J. A., 1993. *Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible. Priorities for water resources allocation and management*, 13(4), 26.
- Allen, L., Christian-Smith, J., Palaniappan, M., 2010. *Overview of Greywater Reuse: The Potential of Greywater Systems to Aid Sustainable Water Management. Pacific Institute. Pages 40.*
- Chapagain, A.K. Hoekstra, A.Y. 2004. *Water Footprints of Nations. Volume 1 Main Report, Value of Water Research Report Series No.16.*
- DSİ, 2023. *Toprak Su Kaynakları. http://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/754*
- Engin, Y. 2015. *Su ayak izi ve Hazır Beton. https://www.betonvecimento.com/beton-2/su-ayak-izi-ve-hazir-beton*
- Hoekstra, A.Y., Hung, P.Q., 2002. *Virtual Water Trade: A Quantification of Virtual Water Flows Between Nations in Relation to International Crop Trade, Value of Water Research Report Series No:11, UNESCO-IHE, Delft, The Netherland, Pages 116*
- Mutlutürk M., 2018. *Doğaltaş Üretimi ve Su İlişkisi. TMMOB, Maden Mühendisleri Odası, Bilimsel Madencilik Dergisi Özel Sayısı, 135-142*
- TÜİK, 2021. *Su ve Atıksu İstatistikleri, 2020. TÜİK Haber Bülteni, S 37197*
- WWF.2014, *Türkiye'nin Su Ayak İzi Raporu Su, Üretim ve Uluslararası Ticaret İlişkisi. Kaynak: http://www.wwf.org.tr/2720*



Mavi Nokta Yeraltısuyu Mühendislik ve Muşavirlik Ltd. Şirketi 26 yıllık bir mesleki deneyimin üzerine 2017 yılında kurulmuştur.

Şirketin kurucusu ve Müdürü Jeo.Yük. Mühendisi Alim Murathan bütün mesleki deneyimini Devlet su işlerinde (DSİ) yeraltısuları üzerine çalışarak gerçekleştirmiştir.

Mavi Nokta Yeraltısuyu Mühendislik şirketi sadece "Yeraltısuyu Mühendisliği" üzerine çalışmayı ve yeraltısuları üzerine her türlü ihtiyacı, mühendislik sorununu çözmeyi hedefleyen planlama, proje ve bir uygulama şirkettir.

Havza, Ova, akifer ve münferit hidrojeolojik etüt çalışmaları, yeraltısuyu barajları- yapay beslenme ve akiferlerde yeraltına su depolama projeleri, Yeraltısularının miktar ve kalite özellikleri, yeraltısuyu ve yerüstü suyu yönetimi, Maden işletmeleri ve tünellerde susuzlaştırma çalışmaları, su temini ve yeraltısuyundan sulama çalışmaları, içme suyu koruma alanları, yeraltısuyu kirliliği, Su sondajları, Yüzey suyu-Yeraltısuyu etkileşimli Göl bütçeleri, Yeraltı suyu modelleme çalışmaları ve su sondajları, jeotermal kaynakların Hidrojeolojik Etütleri ve yeraltısularının çevre sorunları konularında önemli bir deneyim ve birikime sahiptir.



## YERALTISUYU MÜHENDİSLİK ve MÜŞAVİRLİK LTD. ŞTİ.

Yukarı Kızılca Merkez Mah. Kemalpaşa Yolu Doğakent 7K Kemalpaşa-İZMİR

Tel: 0533 211 74 57 Mail: alim.murathan66@gmail.com

<https://www.yeraltisuyumuhendisligi.com/>

## Türkiye'nin ve Avrupa'nın en uzun çift tüplü karayolu tüneli: Zigana Tüneli



Türkiye'nin ve Avrupa'nın en uzun çift tüplü karayolu tüneli olma özelliğine sahip Zigana Tüneli, Mayıs 2023'te hizmete açıldı. Trabzon-Gümüşhane arasındaki tünelle, aynı zamanda dünyanın da 3. en uzun çift tüplü karayolu tünelidir. Zigana Tüneli, Doğu Karadeniz'in merkezi konumundaki Trabzon'u Gümüşhane üzerinden Bayburt, Aşkale ve Erzurum'a bağlayan güzergahta inşa edilmiştir. Tarihi İpek Yolu hattında yer alan Trabzon-Aşkale Yolu, günümüzde de Doğu Anadolu ile Güneydoğu'nun yanı sıra, Ortadoğu ve İran'ın Karadeniz'e ulaşımını sağlaması bakımından önemini korumakta ve oldukça yüksek yoğunlukta bir trafik yükü taşımaktadır.

Yeni Zigana Tüneli Projesi, Trabzon-Aşkale Yolu'nun 44. km'sindeki Maçka/Başarköy mevkiinde başlayıp, yaklaşık 67. km'de yer alan Köstere-Gümüşhane Yolu'na köprülülük kavşak ile bağlanmaktadır.

Proje bünyesinde sol tüpü 14.448 m, sağ tüpü 14.481 m uzunluğunda olmak üzere çift tüp tünelle ve tünelle çıkışında bir adet farklı seviyeli kavşak bulunmaktadır.

Yeni Zigana tünelle bağlantı yolları ile birlikte 15,1 km uzunluğundaki yeni güzergahın inşasıyla; kültürel ve sosyal açıdan çok önemli bir konumda olan 12 m genişliğindeki mevcut devlet yolunun bölünmüş yol standartlarına çıkartılarak 2x2 şeritli yol haline getirilmesi ve mevcut tünelle göre yaklaşık 560 m daha düşük kottan geçerek yaklaşık 8 km kısaltılması hedeflenmiştir.

Hizmete açılan Yeni Zigana Tüneli yurtiçi karayolu ulaşımıyla uluslararası ticaretin daha hızlı ve güvenilir yapılmasına büyük katkıda bulunacaktır. Yoğun trafik yükü taşıyan ve özellikle kış şartlarında zaman zaman kesintiye uğrayan güzergahın geometrisi iyileştirilerek, trafiğin, Karadeniz sahil kesimindeki merkezlere ve limana sorunsuz akışı sağlanacaktır.

Ayrıca, mevcut Trabzon-Gümüşhane hattında bulunan keskin virajlar, rampalar ile birlikte dik yamaçlarda yaşanan kaya düşmesi vb. sorunlar çözülecek, yol kullanıcılarına daha konforlu ve güvenli ulaşım imkanı sağlanacaktır.

## Dünyanın en uzun orta açıklıklı asma köprüsü: 1915 Çanakkale Köprüsü



1915 Çanakkale Köprüsü ve Malkara-Çanakkale Otoyolu, Çanakkale Zaferi'nin 107. yıldönümünde hizmete sunuldu. Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. Kuruluş Yılı'nı sembolize eden 2.023 metrelik orta açıklıklı ile "Dünyanın En Uzun Orta Açıklıklı Asma Köprüsü" unvanına sahiptir. Yan açıklıkları 770 m, köprü'nün uzunluğu 3.563 m, yaklaşım viyadükleri 365 m ve 680 m olmak üzere toplam geçiş uzunluğu 4.608 metreye ulaşmaktadır. Trafiğe 2x3 şeritli hizmet veren köprü'nün çelik kule yüksekliği 318 m olup, Seyit Onbaşı Top Mermisi Figürleri ile yüksekliği 334 metreye ulaşmaktadır.

1915 Çanakkale Köprüsü; Marmara Otoyol Ringinin bir parçası olan 325 km uzunluğundaki Kınalı-Tekirdağ-Çanakkale-Savaştepe Otoyolu Projesi'nin 89 km otoyol, 12 km bağlantı yolu olmak üzere toplam 101 km'lik Malkara-Çanakkale kesiminde yer almaktadır.

1915 Çanakkale Köprüsü ve Trakya üzerinden uluslararası otoyol ağına entegrasyonu sağlayan Malkara-Çanakkale Otoyolu'nun tamamlanmasıyla İstanbul'u Çanakkale'ye, sonrasında da Ege'ye bağlayacak olan ülkemizin en prestijli projelerinden Kınalı-Tekirdağ-Çanakkale-Savaştepe Otoyolu'nun ilk bölümü hayata geçirilmiş oldu.

1915 Çanakkale Köprüsüyle tarihte ilk defa Çanakkale Boğazı'nda kesintisiz karayolu geçişi

sağlandı. Kentin önemi ve dinamiğini artırarak, estetik ve çağdaş bir asma köprü ile taçlandırılan proje, Çanakkale karayolunda, mevcut yol uzunluğuna kıyasla yaklaşık 40 km'lik kısalma sağladı. Özellikle bayram ve tatil dönemlerinde saatlerce sürebilen feribot bekleme süreleri ile yaklaşık 1,5 ila 5 saati bulan Çanakkale Boğazı geçiş süresi 6 dakikaya indi.

Otoyol ve 1915 Çanakkale Köprüsü, Türkiye ekonomisinin en gelişmiş bölgesi olan ve nüfusun önemli bir bölümünün yaşamakta olduğu Marmara ve Ege bölgelerindeki limanlar, demir yolu ve hava ulaşım sistemlerinin karayolu ulaşım projeleriyle entegrasyonunu sağlayarak, bu bölgelerde sanayinin ihtiyaç duyduğu dengeli bir planlama ve yapılanma imkanı oluşturuldu. Daha hızlı ve daha düşük maliyetli yük taşımacılığı, üretken nüfus barındıran bu bölgelerimizin sadece ekonomik faaliyetlerini değil, sosyal bağlarını da güçlendirecek.

Avrupa ülkeleri, Balkanlar ve özellikle Yunanistan ve Bulgaristan ile ticari ilişkilerin canlanmasıyla kültürel etkileşim artacak. Kınalı-Tekirdağ-Çanakkale-Savaştepe Otoyolu'nun, İstanbul-İzmir Otoyolu'na Balıkesir civarında bağlanmasıyla İzmir, Aydın, Antalya gibi turizm merkezlerinin Avrupa ülkeleri ile arasındaki mesafe kısalacak ve turizm sektöründe gelişme sağlanacaktır.

# Biyo-aşınmanın mekanizması ve falez duraylılığına etkileri



**Sinem Uğur**

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Bornova, İzmir, Türkiye



**Ömer Aydan**

University of the Ryukyus, Okinawa, Japonya

## 1. Giriş

Kaya ve toprak zeminlerde aşınma (erozyon) olgusu sıkça rastlanmakta olup, yerçekimi altında akan sular, rüzgar, minerallerin erimesi, çevrimli donma ve çözülme, denizdeki dalgalar, sıcaklık değişimi ve çevrimli ıslanma ve kuruma gibi fiziksel ve kimyasal etmenler aşınmanın belli başlı nedenleridir.

Bu etmenlerin yanı sıra akarsu ve deniz kıyılarında canlı kaynaklı aşınma (bio-erozyonun) olgusunun da etkili olabileceğine işaret edilmiştir. Biyo-aşınma olgusunun incelenmesi biyoloji bilimini de ilgilendirdiği için farklı bilim dallarının birlikte bu olguya bakmasını gerektirmektedir. Fakat bu konuda yapılmış çalışmalar oldukça kısıtlıdır.

Bu makalede, Ryukyu Takımadalarında kıyı falezlerini oluşturan; kireçtaşı, kumtaşı, tüff, şist ve çörtler üzerinde biyo-aşınma olgusu incelenmiş, nedenlerinin ve mekanizmasının anlaşılmasına yönelik biyolojik ve mühendislik çalışmaları yürütmüştür. Özellikle Ryukyu Takım Adaları sahillerinde biyo-aşınma izlenen kaya birimlerinin boşluk oranı, mekanik özellikleri vb. mühendislik özellikleri belirlenmiş ve falezlerde görülen duraysızlıklara canlıların (biyolojik) etkisi tartışılmıştır.

## 2. Bio-ayrışmaya neden olan canlılar ve özellikleri

### 2.1 Çift Kabuklular (Bivalves)

Çift Kabuklular (Bivalves) suyu emerek suda bulunan gıdalardan beslenen ve 2 kabuktan oluşan su canlısıdır. Çift kabuklular, suyu filtre ederek beslenen organizmalardır (Şekil 1). Bu su canlılarının dışkılarının neden olduğu kimyasal etkiden dolayı kayalar da delinmektedir. Bu canlılar sudan besinlerini sifon aracılığıyla almakta ve kimyasal olarak çözülen kaya parçaları dışarı atılmaktadır. Değişik tür yüzeylere açılan deliklerinin organizmanın soluma sifonlarına karşılık gelen açıklıkları işaret ettiği ve canlının büyüdükçe açtıkları delikleri genişleterek ana kayanın genel hacmini içeriden yavaş yavaş azaltmaktadır. Ek olarak, deliklerin eliptik açıklıkları, kabuk ve yumuşak dokunun açıkça görülebileceği kadar büyük olabiliyorken,

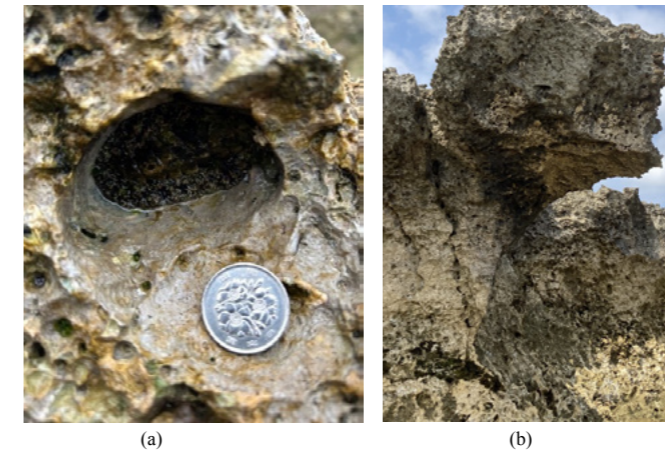


Şekil 1. Okinawa adasında gözlenen çift kabuklulara bazı örnekler.

yerleşik çift kabuklunun tam çap boyutundan daha küçük olabilmektedir. Bu su canlıların şekli elipsoid'e benzer olup boyutları 80-100 mm ve en geniş çapı 20-30 mm arasında değişmektedir.

### 2.2 Su köftesi (Kiton-Chitons)

Kazıyıcı olarak bilinen su köftesi veya kiton olarak adlandırılan su canlısı kayaç yüzeyini kazıyarak kayalarda aşınmaya neden olmaktadır. Kitonlar, gelgit ve gelgit üstü bölgelerde görünen en bariz aşındırıcılarından biridir: türe bağlı olarak değişkenlik göstermeksizin genellikle 7-8 adet plaka ile birbirine bağlı kabukları ve renkli bir yumuşak doku kenar kısmı, onları birçok yerde göze çarpar hale getirir (Şekil 2(a)). Kalsiyum karbonat katmanlarını ve benzer özelliğe sahip yüzeyleri kolayca aşındırabilen, son derece sert manyetit başlıklı dişlerden oluşan radulaya sahiptirler. Kayaların yüzeylerindeki biyolojik tabakayı oluşturan epilitik algler ile beslenme veya otlama aktivitesi sırasında kaya yüzeylerini gözle görülür şekilde aşındırmaktadırlar. Uzun vadeli etkileri sonucu genellikle elips yapıda oyulmuş, paralel yarım ay şekilli törpü izleri gözlemlenmektedir. Ayrıca dışkılarında %96 oranında tespit edilen  $\text{CaCO}_3$ , beslenme faaliyeti sırasında gayri ihtiyari mikro kaya parçalarını yuttuklarının bir göstergesidir. Önden arkaya kadar olan toplam uzunluğu 360 mm'ye kadar ulaşabilmektedir. Araziye kitonlar kaya çatlakları içine girerek çatlakların genişlemesine neden olduğu gözlenmiştir (Şekil 2(b)).



Şekil 2. Su köftelerine (kitonlara) bazı örnekler. (a) Ryukyu kireçtaşını oyan bir su köftesi (paranın çapı 22.5 mm) ve (b) Çatlakları oyan su köfteleri

### 2.3 Limpetler

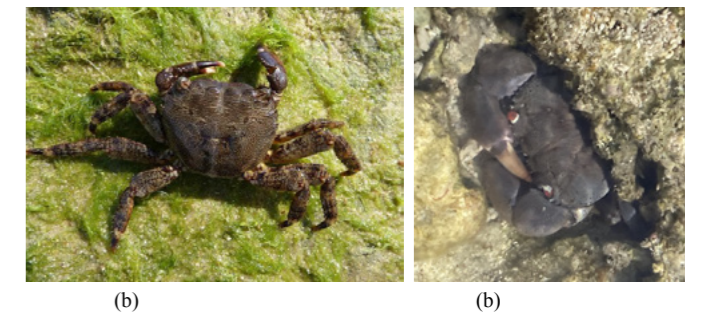
Konik şekilli, kıvrılmamış düz veya girintili çıkıntılı bir kabuğa ve geniş bir ayağa sahip canlılardır. Kayalara sıkıca tutunmalarıyla tanınan limpetler, kitonlar gibi gelgit ve dalga hareketi nedeniyle ıslak, gelgit üstü bölgelerde sert yüzeylere yapışık olarak bulunabilirler (Şekil 3). Kaya yüzeyindeki su yosunlarını (algleri) silika içeren radula dişlerini kullanarak törpüleyip beslenmektedirler. Kaya yüzeylerindeki limpet aktivitesi, genellikle bir bireyin kabuğunun boyutuna ve şekline tam olarak karşılık gelen törpüleme izleriyle gözlemlenebilmektedir. Beslenme eylemi yoluyla küçük kaya parçacıklarını yutarak tortul kayalarda biyolojik aşınmaya neden olduğu bilinmektedir.



Şekil 3. Limpetlere bazı örnekler. (a) kaya yüzeyinde birden fazla limpetler, (b) kayayı oyan bir limpetin görünümü

### 2.4 Yengeçler

Bazılarının biyofilm tabakasındaki su yosununu (algleri) tüketmek için kireçtaşı yüzeyleri aşındırdığı bilinmesine rağmen, yengeçler genellikle biyo-aşınma üzerinde önemli bir etki olarak gö-

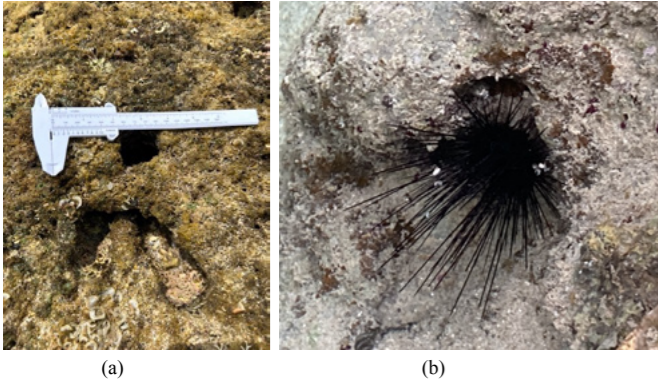


Şekil 4. Yengeçlere bazı örnekler. (a) Su yosunundan elenen bir yengeç, (b) oyuk içinde bir yengeç

rülmezler. Ancak grapsid yengeçleri, gelgit üstü alanları kaplayan biyofilm tabakalarında görünür işaretler bırakabilmektedir. Zaman zaman ana kayadaki izler çıplak gözle görülmese de, yüksek CaCO<sub>3</sub> içerikli, açık renkli dışkı toprakları faaliyetlerini işaret etmektedir (Şekil 4).

## 2.5 Deniz Kestanesi

Deniz kestaneleri, kalsit dişleri sayesinde makroalgler ve kaya yüzeyinde dağılım gösteren biyofilm tabakasıyla beslenirler ve faaliyet sırasındaki kazıma aktivitesinin yanı sıra diken ışınların yardımıyla ana kayayı törpüleyebilirler. Özellikle gelgit bölgelerde dağılım gösteren bazı cinsler etkili biyolojik aşındırıcılar olarak kabul edilmektedir. Beslenme sürecinin bir parçası olarak dolaylı yollarla kaya yüzeylerini törpülemeye ek olarak, avcılarında saklanmak ve sert hava koşullarından korunmak adına "V" şekilli yuva kazma eğilimi de göstermektedirler (Şekil 5). Yuvalar zamanla genişleyip derinleşebilir ve daha geniş yüzeyler halinde birleşebilmektedir. Kazılan yuvalarda yaşayan denizkestanelerinin bağırsağında %60-95'inin kalsiyum karbonat çöktülerinden oluştuğu tespit edilmiştir.

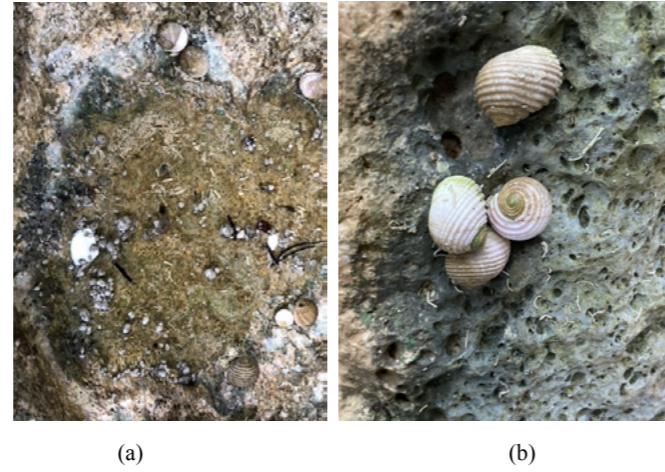


Şekil 5. Deniz kestanelerine bazı örnekler. (a) V şeklindeki deniz kestanesinin açtığı oyuk, (b) Deniz kestanesinin bir görünümü

## 2.6 Salyangozlar

Salyangozlar kayalık kıyı şeritlerinin her bir katmanında yaygın olarak görülen ve açıkta kalan yüzeylerdeki biyofilmleri kazıma yoluyla beslendiği bilinmektedir. Radulaları ile kayayı dolaylı

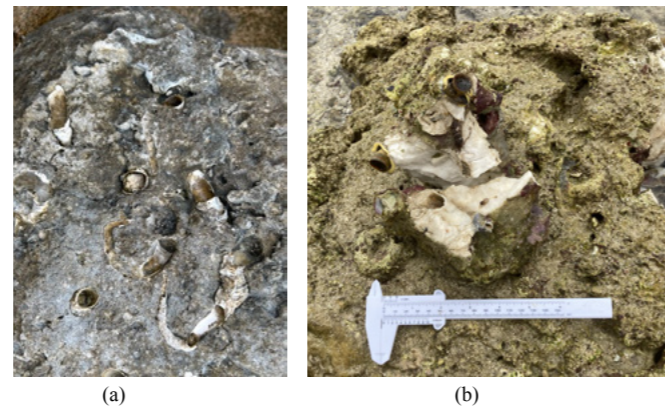
olarak törpülemelerinin haricinde endolitik organizmaları da tüketebilmektedir. Çıplak gözle görülebilen aşınma izleri bırakmasalar da, genel biyolojik aşınma sürecine katkıda bulunurlar. Genellikle otlama faaliyeti sonrası geride bırakılan CaCO<sub>3</sub> açısından zengin dışkı toprakları, salyangozların görüldüğü ana kayanın tahribatına dair kanıtlara işaret edebilmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Salyangozlara bazı örnekler a) Bir kaya yüzeyinde salyangozlar ve (b) Salyangozların bir yakın görünümü

## 2.7 Kurtlar (Poliketler)

Kurtlar (poliketler), kayalar, mercanlar ve çift kabuklular gibi kalkerli yapıların bir diğer biyo-aşındırıcılarıdır. Türe ve olgunluğa bağlı olarak de-

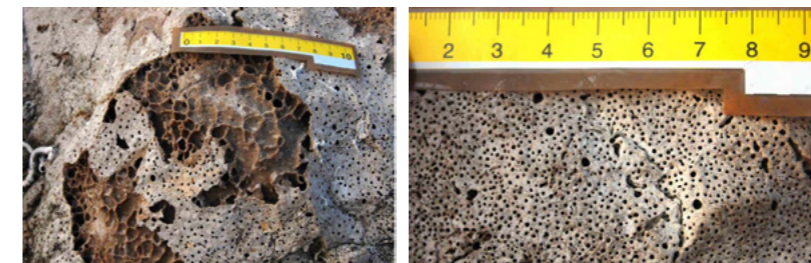


Şekil 7. Kurtlara bazı örnekler, Bir kaya yüzeyinde kurtlar ve açtıkları delikler ve (b) Kurtların açtığı oyukların bir yakın görünümü

ğişmeksizin sert alt katmanda dairesel, siğ oyuklar ve/veya kıvrımlı, dallı şeklinde bir ağ oluşturarak ayrılmasına neden olmaktadır (Şekil 7). Bu durum kayalık tabanların şekillenmesinde ve mercan resiflerinin yapısal bütünlüğünde değişkenliklere yol açarak yapının dinamik direncinin düşmesine bağlı yıkıcı sonuçlar doğurabilmektedir.

## 2.8 Süngerler

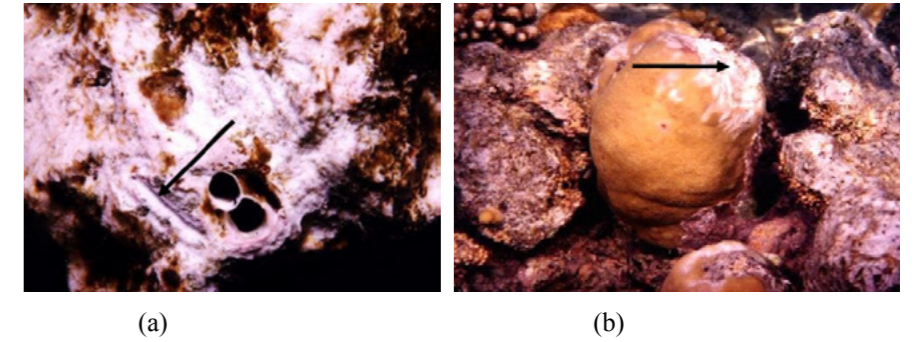
Süngerler, kutuplardan tropik sulara kadar hemen hemen tüm sucul ortamlarda dağılım gösteren, gelgit bölgelerinden ışısız bölgelere kadar çeşitli tabakalarda yaşayabilen sesil organizmalardır (Şekil 8). Yaşam alanı olarak sert zeminli bölgeleri tercih etseler bile kumlu ve çamurlu yumuşak diplerde yaşayabilen türlerin varlığı da bilinmektedir. Biyoaşındırıcı olarak bilinen bazı sünger cinslerinin ise, karbonat ağırlıklı deniz ekosistemlerinde en iyi bilinen endolitik canlılardan biri olduğu kabul görmektedir. Özellikle Cliona cinslerinin kaya, çift kabuklu ve gastropod kabukları gibi kalkerli yüzeylere nüfuz ettiği ve genel morfolojisi süngerin kendi anatomisini anımsatan, petek benzeri pürüzsüz çukurlar, eşmerkezli derin ve ince olukları içeren birbirine bağlı iç ağ odacıklar oluşturduğu bilinmektedir. Ayrıca bu cinslerin canlı iken kaya yüzeyini tamamen kaplayarak erozyona uğrattığı açıklıkları gizlediği ancak ölümünden sonra sert bir cisimle kırılan yüzeyin çok sayıda karmaşık, küçük iç ağ odacıkları görülebilmektedir. Bu durum endolitik aktivitenin tipik bir yüzey ifadesidir ve bu doğrultuda kalkerli yüzeyleri, suda çözülmüş mineraller ve serbest kalker parçaları haline getirebilmektedirler.



Şekil 8. Süngerlere bazı örnekler (Kázmér and Taborosi 2013)

## 2.9 Balıklar

Bazı resif balıkları özel diş yapıları sayesinde kalkerli kayalar üzerinde kazıma ve koparma gibi gözle görülebilir törpü izleri bırakmaktadır (Şekil 9). Özellikle Scaridae ailesinin üyeleri hem canlı hem de ölü mercanların yüzeyinde oluşan makro ve mikrofilm tabakasıyla beslenme faaliyeti sırasında mercanları ısırarak gagalarını, ısırılan mercanları çiğnemek ve öğütmek için ise yutak (farinks) dişlerini kullandıkları bilinmektedir. Bu durum papağan balıklarının biyo-aşınmaya sebep olan bir diğer canlı grubu olarak kabul görülmesine sebep olmaktadır.



Şekil 9. Balıklara bazı örnekler (Alwany vd., 2009)

## 3. Biyo-aşınmanın mekanizması ve etkiye şekilleri

Bu bölümde biyo-aşınma olgusunun meydana gelmesinde etkin rol oynayan canlılar (organizmalar) kaya içinde değişik şekillerde farklı derinliklere ulaşan oyuklara (boşluk) ve kaya dış yüzeyinde aşınmalara neden olmaktadır (Şekil 11). Bu oyukların oluşmasında canlıların fiziksel ve kimyasal olarak etkisi büyük rol oynamaktadır. Bu oyuklar canlı türüne bağlı olarak dairesel, elips veya oval ağ sarmalı gibi şekiller alabilmektedir. Dolayısıyla biyo-aşınma sonucu yüzeyden belirli bir derinliğe kadar boşluk oranı yüksek bir katman oluşmakta ve bu zayıf katman özellikle rüzgar ve/veya deniz dalgalarının meka-

nik etkisi sonucu kırılarak aşınmaktadır. Bu aşınma süreci çevrimsel bir şekilde meydana geldiği kıyı falezlerinde oluşan oyuklar ilerleyen süreçte askıda kalan kısmın kırılarak düşmesine neden olmaktadır. Yerçekiminin yanı sıra deprem vb. dinamik etkilerin yarattığı sarsıntılar da kırılma olgusuna neden olabilmektedir.

Bölüm 2'de sözü edilen canlıların, kıyılardaki gel-git olgularına bağlı gelişen en yüksek ve en düşük su seviyelerine bağlı yaşam ortamları Şekil 11'de gösterilmiştir. Çift kabuklular, deniz kestanesi ve kurtlar tamamen su içinde yaşayacakları için en düşük gelgit seviyesinin altında bulunacaklardır. Balıklar ise su seviyesinin durumuna bağlı olarak değişkenlik göstermeksizin etkileri her zaman su seviyesinin altında görülecektir. Kiton ve limpetler ise gelgit su seviyesinin üzerinde kendilerine besin olabilecek su yosunu (alg)'larının yetiştiği bölgeye kadar olacaktır. Ryukyu Takım Adalarındaki arazi gözlemlerinde kiton ve limpetlerin bulabileceği seviye en yüksek gelgit su seviyesinin üzerinde 2-3 m yüksekliğe kadar erişmektedir. Salyangozların ise deniz dalgalarının oluşturduğu en yüksek köpüklü çalkantının erişebileceği seviyelerde yaşayabildikleri görülmüştür.



Şekil 11. Falezlerde biyo-aşınmaya neden olan canlıların yaşam zonları

## 4. Falez duraylılığı ve bio-erozyonun etkisi

### 4.1 Falez Duraysızlık Şekilleri

Falezlerin duraysızlığı ve mekanizması üzerine ikinci yazar ve ekibi tarafından uzun süre fiziksel model ve yerinde gözlemlerin yanı sıra analitik ve sayısal analizler yapılmıştır. Şekil 12 Ryukyu Takım Adalarında gözlenen yenilme durumları hakkında bazı yerinde örnekleri göstermektedir. Yenilmelerin büyük kısmı eğilmeden kaynaklanmaktadır.

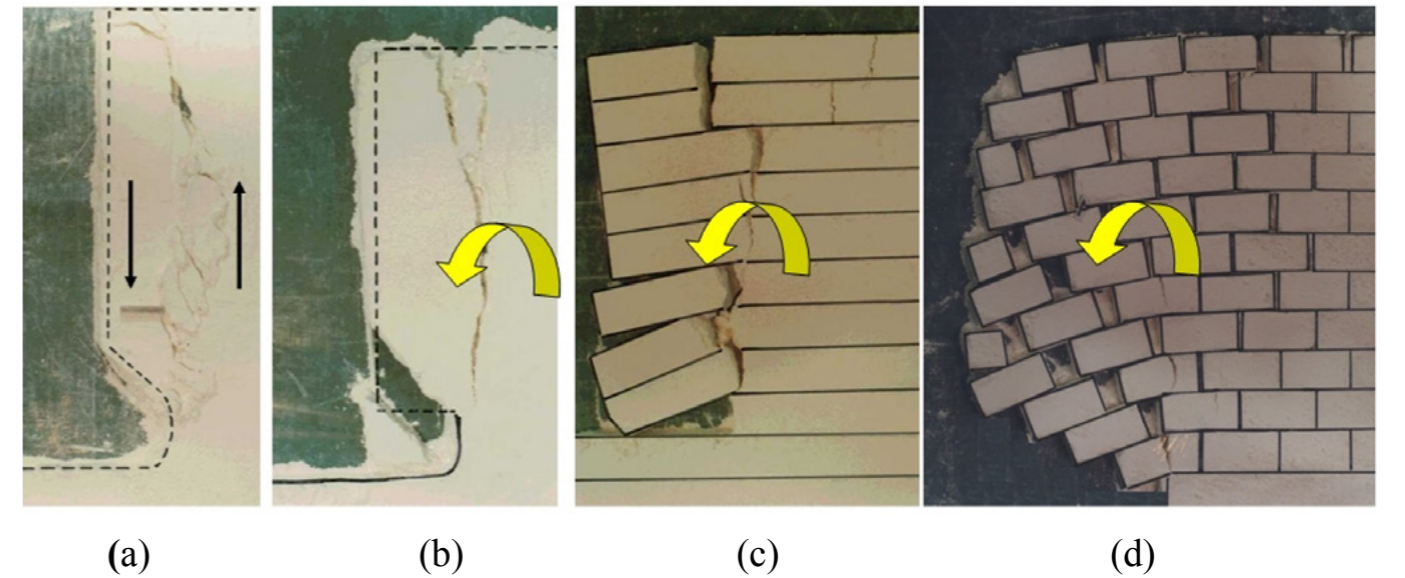
Şekil 13'te model deneylerinde gözlenen yenilme şekilleri gösterilmiştir. Ana yenilme şekli kesme veya eğilme sonucu oluşmaktadır. Kayada jeolojik olarak var olan süreksizlikler yenilmenin gelişiminde bazı etkileri olmakla birlikte ana yenilme şekli pek değişmemektedir. Şekil 14 fotoelastisite deneylerinde topuk aşınmasının durumuna bağlı olarak yenilme sırasında gerilme değişimini göstermektedir (Aydan 2020). Özellikle topuk aşınması varlığı kırılma olgusunu daha da hızlandırmaktadır. Bunun yanı sıra falezin üstündeki çekme çatlağının varlığı da önemli bir etkidir.

Yerçekimi altında topuk aşınmasının derinliğine bağlı falezin duraylılığı model deneyleri aracılığıyla incelenmiştir. Şekil 15'teki model falezin yüksekliği 160 mm ve genişliği 120 mm'dir. Topuktaki aşınma derinliği 71 mm'ye ulaşıncaya yerçekimi altında devrilme şeklinde yenilme meydana gelmiştir.

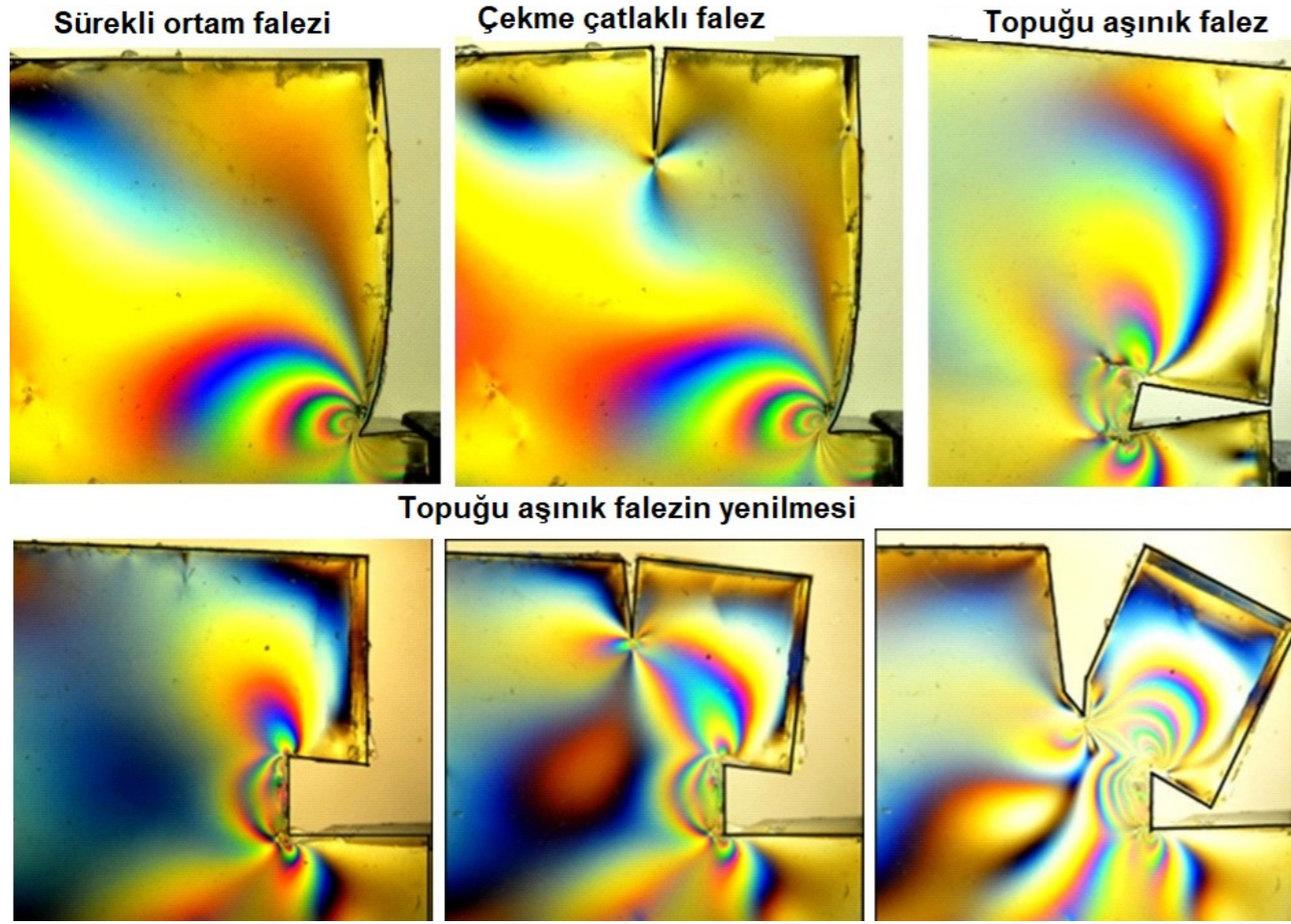
Şekil 16'da deprem yükünün etkilediği bir model deneyin sarsıntı sırasındaki durumu ve deney sırasında uygulanan ivmeler gösterilmiştir. Elastik durumda sabit ivme altında deprem dalgasının frekansının değişimine bağlı olarak falez üst yüzeyinde ivme yükselmesinin meydana geldiği gözlenmiştir. Deprem dalgasının frekansının 5Hz olduğu durumda yaklaşık 1100 g'lık bir sarsıntı sonrasında model falez eğilme sonucu yenilmiştir. Bu model deneylerinden de anlaşılacağı üzere falezlerin deprem sonucu yenilme olasılığının olduğu söylenebilir.



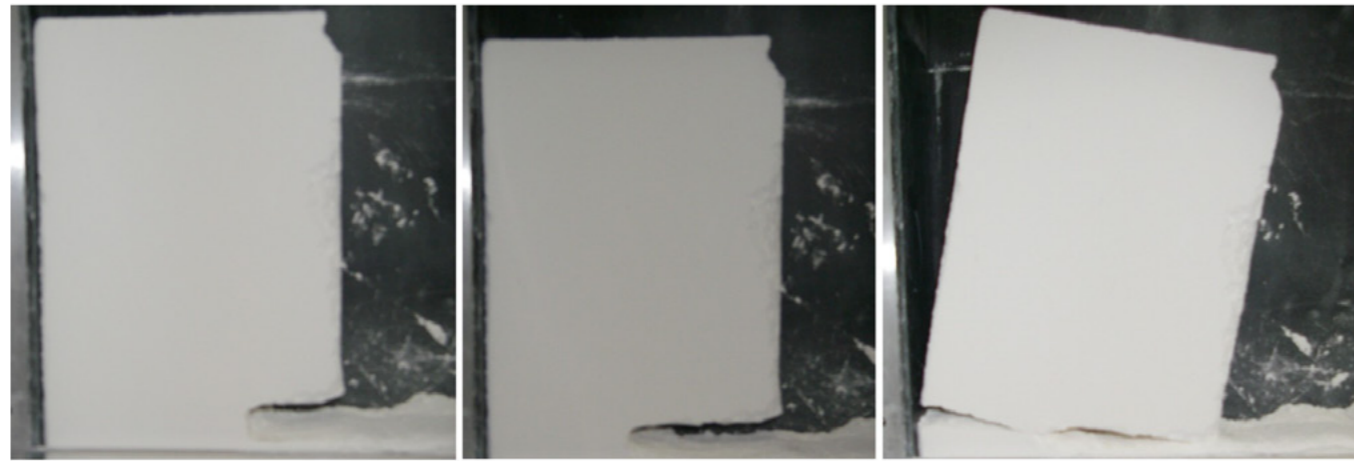
Şekil 12. Ryukyu Takım Adaları'nda gözlenen falez yenilme örnekleri



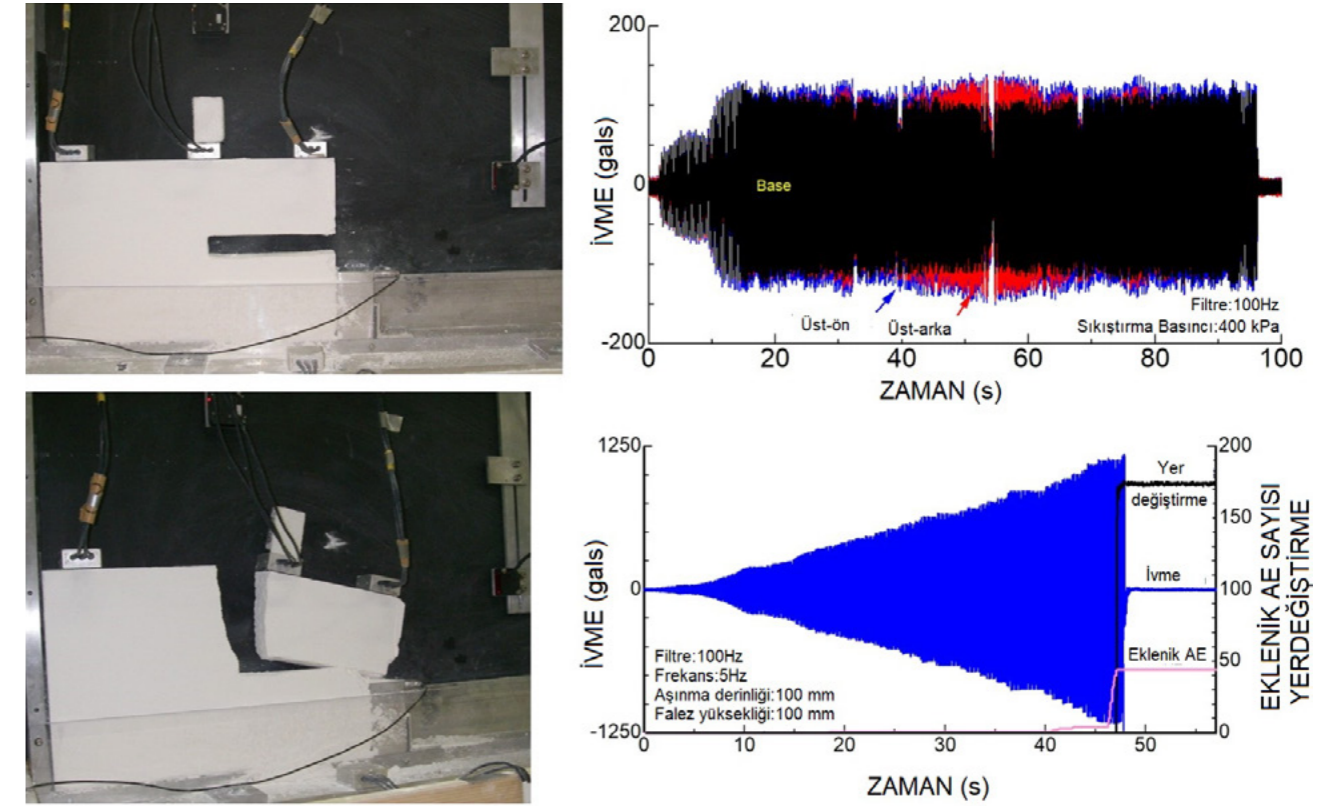
Şekil 13. Model deneylerinde gözlenen yenilme şekilleri, a) Kesme yenilmesi, b) Eğilme yenilmesi c) Tabakalı kayalarda eğilme yenilmesi, d) Çatlaklı kayalarda eğilme yenilmesi (Aydan, 2020)



Şekil 14. Foto-elastisite model deneylerinde çatlak gelişimine bağlı olarak gerilme durumunun değişimi



Şekil 15. Topuktaki aşınmaya bağlı olarak model falezin yenilme süreci



Şekil 16. Deprem sarsıntısının etkilediği model falezin davranışı ve duraylılığı

#### 4.2 Falez Duraysızlık Mekanizmasının Matematiksel Modeli

Aydan (2020) falezlerin duraylılığını değerlendirmek üzere Şekil 17'de gösterilen matematiksel modeli düşünerek bazı ilişkiler geliştirilmiştir. Deprem yükü etki-  
mediği durumda aşınma derinliği ( $L$ ) ile askıdaki falezin yüksekliği ( $H$ ) arasındaki ilişki eğilme ve kesme durumunda aşağıda verildiği gibi bulunabilir.

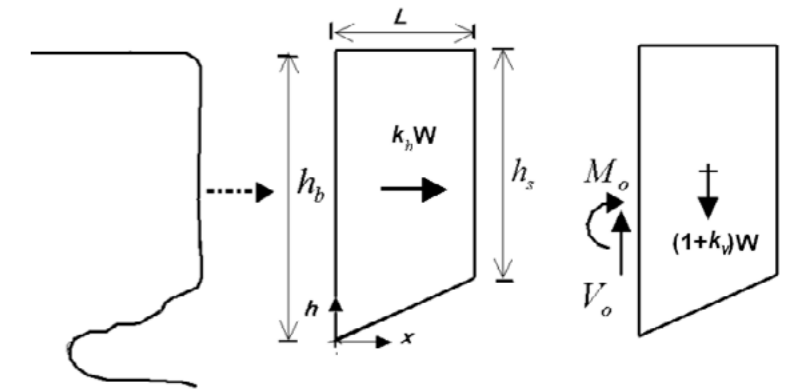
Eğilme yenilmesi

$$L > H \sqrt{\frac{\sigma_t}{3\gamma H}}$$

Kesme yenilmesi

$$L > \frac{c}{\gamma}$$

Burada  $\gamma, c, \sigma_t$  kaya kütlelerinin birim ağırlığı, kohezyonu ve çekme dayanımıdır. Deprem yükü altında ise yenilme olasılığı daha da artacaktır (daha detaylı bilgi için Aydan (2020)'e bkz).



Şekil 17. Falezlerin deprem yükü altında matematiksel modellenmesi



### 4.3 Biyo-aşınmanın kıyı falezleri duraysızlığına etkisi ve matematiksel modellenmesi

Daha önce belirtildiği gibi biyo-aşınma falezlerin topuk dalga aşındırma derinliğini artırdığı olarak düşünülebilir. Özellikle falezin deniz dalgaları ve gelgit zonlarında etkileştiği bölgede biyo-aşınma toplam aşınma hızını artırmaktadır. Başka bir ifade ile dalgaların meydana getirdiği mekanik etkinin yanı sıra biyo-aşınma çevrimsel bir şekilde zamanla aşınma derinliğini artırmaktadır. Şu anda biyo-aşınma hızının değişik kayalarda niceliksel olarak değerlendirilmesi için çok az çalışma bulunmaktadır. Niceliksel olarak aşınma hızı ( $I$ ) aşağıdaki gibi bir ilişki ile hesaplanabilir.

$$I = \lambda \cdot t$$

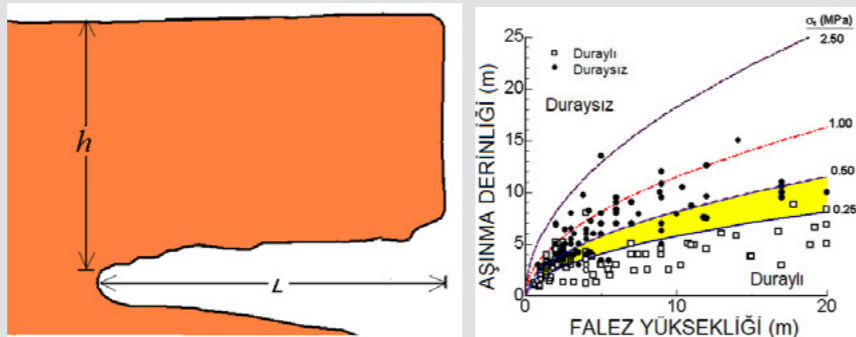
Burada  $\lambda, t$  kayanın türüne bağlı bir katsayı ve zamandır.

Bunun yanı sıra kaya kütlelerinin çekme dayanımı boşluk oranının ( $n$ ) artmasına bağlı olarak değişecektir. Bu amaçla Aydan (2020) tarafından önerilmiş ilişki kullanılabilir.

$$\frac{\sigma_{tm}}{\sigma_{ti}} = \frac{RMQR}{RMQR + \beta(100 - RMQR)} \cdot \left(1 - \frac{n}{n + \alpha(100 - n)}\right)$$

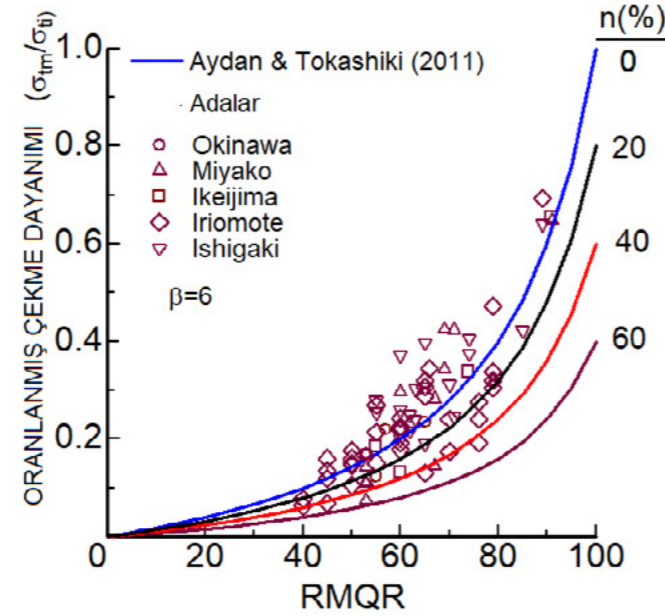
### 5. Japonya - Ryukyu Takım Adalarından Bazı Örnekler

Şekil 12'de de gösterildiği gibi, Tokashiki ve Aydan (2010) Ryukyu Takım Adalarında yaptıkları gözlem sonuçları Şekil 19'da gösterilmiştir. Yapılan değerlendirmelerde kaya kütlelerinin çekme dayanımının yaklaşık 0.5-1.0 MPa arasında değiştiğini göstermektedir. Başka bir deyişle kaya kütlelerinin dayanımı sağlam kayanın 1/5 ile 1/10 arasında değişmektedir. Bu azalım kaya kütlelerinin



Şekil 19. Ryukyu Takım Adaları'nda gözlenen falez yenilmelerinden elde edilen çekme dayanımı

Burada RMQR Aydan vd. (2014)'te önerdikleri kaya kütlelerinin tanımlayan kaya kütle sınıflama puanıdır. Şekil 18 Ryukyu Takım Adalarında kaya kütlelerinin çekme dayanımı üzerine yapılan bir değerlendirme sonucunu göstermektedir.



Şekil 18. Ryukyu Takım Adalarında kaya kütlelerinin çekme dayanımının boşluk oranına göre değişimi

içerdiği çatlaklar ve boşluk oranından kaynaklanmaktadır.

### 6 Sonuçlar

Canlıların aşınmaya etkisi mekanik, kimyasal veya birleşik mekanik ve kimyasal olarak belirlemekte veya kayaların tek eksenli basınç dayanımı 25 MPa'yı geçmektedir. Canlıların oluşturduğu deliklerin boyu genellikle 50-150 mm ve çapı 1-25 mm dolaylarındadır.

Falezlerde canlıların etkisi özellikle gel-git olgusunun görüldüğü kısımda gözlenmektedir. Bunun yanı sıra kasırga ve tayfun gibi kuvvetli rüzgarların neden olduğu deniz dalgaları falezlerde darbe etkileri oluşturmaktadır.

Özellikle canlıların oluşturduğu delikli yapıdan kaynaklı açılan boşluklar dayanım kaybı ve çevrimsel bozunma, bio-erozyonun bir etkisi olarak göz önüne alınabilir.

Bu çalışma ayrıca biyoloji ve kaya mekaniği dallarının arasında disiplinler arası bir çalışma için ilk örneklerden biri olup özellikle erozyon hızının niceliksel olarak belirlenmesi için ek gözlemlere ve ölçümlere gerek duyulmaktadır.

### Kaynaklar

- Alwany, A. Magdy, A., Ellen Thaler and Michael Stachowitsch (2009). Parrotfish bioerosion on Egyptian Red Sea reefs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 371, 170-176.
- Aydan, Ö. (2020). *Rock Mechanics and Rock Engineering: Applications. Vol.2, CRC Press, Taylor and Francis Group, 379p, ISBN 978-0-367-42162-5.*
- Aydan, Ö. and Tokashiki, N. (2011): A comparative study on the applicability of analytical stability assessment methods with numerical methods for shallow natural underground openings. *The 13th International Conference of the International Association for Computer Methods and Advances in Geomechanics, Melbourne, Australia, 663-668.*

- Aydan, Ö., Ulusay, R. & Tokashiki, N. 2014. A new rock mass quality rating system: Rock Mass Quality Rating (RMQR) and its application to the estimation of geomechanical characteristics of rock masses. *Rock Mech Rock Eng* 47: 1255-1276.
- KÁZMÉR, Miklós and Danko TABOROŠI (2012). Bioerosion on the small scale - examples from the tropical and subtropical littoral. *Monostori Jubilee Volume, Hantkeniana* 7, 37-94, Budapest.
- Tokashiki, N. Aydan, Ö. (2010): The stability assessment of overhanging Ryukyu limestone cliffs with an emphasis on the evaluation of tensile strength of Rock Mass. *Journal of Geotechnical Engineering, JSCE, Vol. 66, No. 2, pp.397-406.*

**8th International Symposium on Deformation Characteristics of Geomaterials**

Yer : Porto, Portekiz  
Tarih : 3-6 Eylül 2023  
Web : <https://web.fe.up.pt/~is-porto2023>

**10th Nordic Grouting Symposium**

Yer : Stockholm, İsveç  
Tarih : 11-13 Eylül 2023  
Web : <https://www.ngs2023.se>

**XIV Congress of International Association for Engineering Geology and the Environment (IAEG 2023)**

Yer : Chengdu, Çin  
Tarih : 21-27 Eylül 2023  
Web : <https://www.iaeg2023.org/>

**Second Mediterranean Symposium on Landslides (MSL 2023)**

Yer : Hammamet, Tunus  
Tarih : 5-7 Ekim 2023  
Web : <https://msl-2023.webnode.fr/>

**15th International ISRM Congress**

Yer : Salzburg, Avusturya  
Tarih : 9-14 Ekim 2023  
Web : <https://www.isrm2023.com/en/>

**2023 International Geomechanics Symposium**

Yer : Al Khobar, Suudi Arabistan  
Tarih : 30 Ekim-2 Kasım 2023  
Web : <https://www.igsevent.org/>

**1st Chilean Congress in Rock Mechanics**

Yer : Santiago, Şili  
Tarih : 22-24 Kasım 2023  
Web : <https://www.congresomecanicarocas.cl/>

**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>

**7th International Conference on Geotechnical and Geophysical Site Characterization**

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

**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.iaeg.info/event/euroengeo-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/>

**Ulusal Bilimsel Toplantılar (2023-2024):****19. Ulusal Kil Sempozyumu (Kil'2023)**

Yer : Eskişehir  
Tarih : 6-9 Eylül 2023  
Web : <https://kil2023.eskisehir.edu.tr/>

**RCG 2023 Regional Conference on Geomorphology**

Yer : Nevşehir  
Tarih : 12-14 Eylül 2023  
Web : <https://rcg2023.info/home-1>

**Her Yönüyle Deprem Sempozyumu**

Yer : Edirne  
Tarih : 19-20 Ekim 2023  
Web : <https://deprem.trakya.edu.tr/>

**Türkiye 28. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi (IMCET 2023)**

Yer : Antalya  
Tarih : 28 Kasım-01 Aralık 2023  
Web : <https://www.imcet.org.tr/>

**Ulusal Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumu (MÜHJEO'2024)**

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

**76. Jeoloji Kurultayı**

Yer : Ankara  
Tarih : Nisan 2024

## Mühendislik Jeolojisi Derneği Üyeleri

Derneğimizin üye sayısı Haziran 2020 itibarıyla, 162'si asil ve 2'si onursal üye olmak üzere, toplam 164'e ulaştı. Bu üye sayısı ile Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Birliği (IAEG)'ne üye Avrupa ülkeleri arasında Türkiye üye sayısı itibarıyla 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)	Prof. Dr.	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.	nihatsinan@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.	inaneskin@karabuk.edu.tr
Dursun	ERİK	Dr.	dursunerik@gmail.com
Hasan	ÖZASLAN	Jeo. Müh.	hozaslan@yükselproje.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.	cavitalar@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 Hüsni	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.	dilekrapinar@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.	moguzsunneci@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@ktu.edu.tr
İsmail	İNCE	Doç. Dr.	iince@ktu.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



# MÜHJEO'2024



## ULUSAL MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ VE JEOTEKNİK SEMPOZYUMU

## ENGCEO'2024 NATIONAL SYMPOSIUM ON ENGINEERING GEOLOGY AND GEOTECHNICS



### SEMPOZYUM KONULARI

- PLANLAMA VE PROJE TASARIMINDA MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ
- JEOMEKANİK
- JEODİNAMİK SÜREÇLER
- YERALTI AÇIKLIKLARI
- KENT VE ÇEVRE JEOLJİSİ
- MÜHENDİSLİK JEOLJİSİNDE JEOFİZİK YÖNTEMLER
- KAYA VE ZEMİNLERİN MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİ
- YAMAÇ VE ŞEV DURAYLILIĞI
- JEOTEKNİK ÖLÇÜM VE İZLEME TEKNİKLERİ
- SU TUTMA YAPILARI
- MÜHENDİSLİK JEOLJİSİNDE TEHLİKE VE RİSK
- DOĞAL YAPI MALZEMELERİ
- YÜZEY VE YERALTISULARI

### ÖNEMLİ TARİHLER

- SEMPOZYUM KAYIT BAŞLANGICI  
18.09.2023
- BİLDİRİ ÖZLEMLERİNİN SON GÖNDERİM TARİHİ  
04.12.2023
- BİLDİRİ ÖZLEMLERİNİN 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

6-8 HAZİRAN  
2024  
NEVŞEHİR

NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ  
VALİ ŞINASI KUŞ KÜLTÜR VE KONGRE MERKEZİ /NEVŞEHİR  
<https://muhjeo2024.nevsehir.edu.tr>