

YER

Sayı: 21 Yıl: 11 Haziran 2024

MÜHENDİSLİĞİ

<http://www.muheoder.org.tr/>



**Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik (MÜHJEO'2024)
Sempozyumu 6-8 Haziran 2024 tarihleri arasında
başarı ile gerçekleştirildi**

İmtiyaz Sahibi

Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL

Genel Yayın Yönetmeni - Yazı İşleri Müdürü

Prof. Dr. Mustafa KORKANÇ

Kapak Fotoğrafı: Tuğba Sarayköylü

Grafik Tasarım Uygulama

İlhan ULUSOY

ilhanulusoy@gmail.com

Yayın Kurulu

Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL

Prof. Dr. Halil KUMSAR

Dr. Ayhan KOÇBAY

Prof. Dr. Mahmut MUTLUTÜRK

Doç. Dr. Tümay KADAKÇI KOCA

Prof. Dr. Mustafa KORKANÇ

Mustafa Kemal AKMAN

Yayına Hazırlayan

Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL

Yayın Türü

Yer Mühendisliği Dergisi Türkiye genelinde dağıtılmaktadır.

Basın Kanununa göre "yerel süreli" yayındır.

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

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

Yer Mühendisliği Dergisinde yeralan makalelerin içeriğinden yazarları sorumludur.

İzinsiz, kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz.



6 Mühendislik Jeolojisi Derneğinden Haberler

7 IAEG'den Haberler

8 Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumu (MÜHJEO'2024) 6-8 Haziran 2024 tarihleri arasında başarıyla gerçekleştirildi

13 2023 Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi Ödülleri

15 Panel Günümüzde Mühendislik Eğitimi ve Mesleki Uygulamalar Açısından Jeoloji Mühendisliği Eğitimi Üzerine Düşünceler

30 MÜHJEO'2024 Teknik Gezisi Düzenlendi



35

35 DSİ'DEN Haberler

35 Makale
Obruk Envanter Çalışmaları ve
Araştırma Yöntemleri

35 Makale
Kaya Kütle Deformasyon ve
Elastisite Modülü Eldesi İçin
Yerinde Deney Uygulamaları ve
Probex Kaya Presiyometre Deneyi

65 Ajanda

67 Mühendislik Jeolojisi Derneği
Üyeleri



30



41



50



Değerli okurlarımız,

Yer Mühendisliği dergisinin 2024 yılı birinci sayısını sizlere sunabilmekten kıvanç duyuyoruz. 2014 yılında yayın hayatına başlayan ve Derneğimizin tek yayın organı olan Yer Mühendisliği Dergisi 10. Yılı'nı tamamlamıştır. Günümüze kadar geçen zaman içinde Ülkemizin gelişmesine katkı sağlayan mühendislik projelerini tanıtmaya, sorun odaklı pratik çözümlere ilişkin örnekler ile yer mühendisliğinin değişik konularındaki yenilikleri okuyucularımıza ulaştırmaya özen gösterildi.

Dergimizin bu sayısında da okurlarımız tarafından beğeni ile okunan popüler makale yayınları; “kaya kütlelerinin deformasyon ve elastisite modülünün belirlenmesi” ile “obruk envanter çalışmaları ve araştırma yöntemleri” konularındaki iki adet çalışma ile sürdürüldü.

Mühendislik Jeolojisi Derneği tarafından iki yılda bir düzenlenen Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumu MÜHJEO'2024 Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi (NEVÜ) ile Mühendislik Jeolojisi Derneği'nin ortaklaşa katkılarıyla 6-8 Haziran 2024 tarihleri arasında Vali Şinasi Kuş Kongre Merkezi'nde gerçekleştirildi. Adeta bir bilim şölenine dönüşen Sempozyum kapsamındaki; bilimsel, kültürel ve sosyal etkinliklere Dergimizin bu sayısında geniş yer verdik. MÜHJEO 2024 programında, bir adet çağrılı konuşma olmak üzere toplam 54 adet sözlü sunum yapıldı. Sunulan çalışmaların tam metinleri Sempozyum Bildiriler Kitabında yayımlandı ve ayrıca web sayfamızda da erişime açıldı.

Sempozyumun teknik oturumları sonunda gerçekleştirilen panelde, konusunda uzman kurum ve kuruluş temsilcisi panelistler günümüzde mühendislik eğitimi ve mesleki uygulamalar açısından jeoloji mühendisliği eğitimi üzerine düşüncelerini paylaştılar. Mesleğimize ve meslektaşlarımıza olan ilginin giderek azaldığı gerçeği ile yüzleştığımız panelde, jeoloji mühendisliği eğitiminin sorunları yeterince vurgulandı ve çözüme yönelik öneriler de getirildi. Bu sayımızda panelde tartışılan konulara da ayrıntılı olarak yer verildi.

Üyelerimizin ve okurlarımızın Yer Mühendisliği Dergisine olan etkin desteklerinin artarak devam edeceğine inanıyor, katkılarınız için şimdiden içten teşekkürlerimizi sunuyoruz.

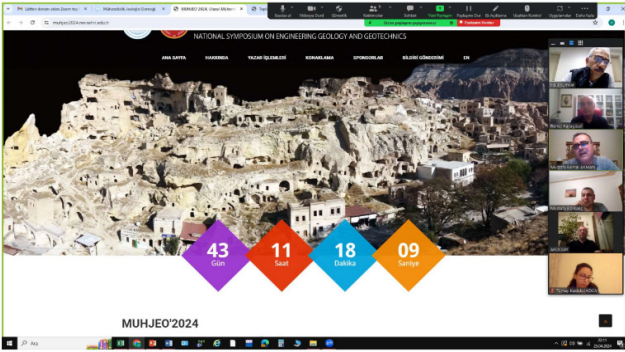
Saygılarımla,

Prof. Dr. Remzi Karagüzel

Yönetim Kurulu Başkanı

Yönetim Kurulu Toplantıları (Ocak-Haziran 2024 Dönemi)

Mühendislik Jeolojisi Derneği Yönetim Kurulu, 2024 yılının ilk yarısında zoom programını kullanarak internet ortamında gerçekleştirdi. Bu toplantılar; 25 Ocak, 19 Şubat, 23 Nisan ve 18 Temmuz 2024 tarihlerinde gerçekleştirildi. Yönetim kurullarımızın gündeminde 6-8 Haziran 2024 tarihlerinde yapılan MÜHJEO'2024 değişmez konu olarak yerini almıştır. Yönetim Kurulu toplantılarından alınan görüntüler aşağıda verilmiştir.



23 Nisan 2024 tarihli YK toplantısı

Derneğimize yeni katılan üyelerimiz

Derneğimize beş yeni meslektaşımız üye olarak katılmışlardır.

Jeoloji Mühendisi Batuhan TERLİ MJD-188 üye numarası ile 19 Şubat 2024 tarihinde,

Jeoloji Mühendisi Tayfun GÜL MJD-189,

Jeoloji Yüksek Mühendisi Bilgehan TOKSOY EDİŞ MJD-190, J

Jeoloji Mühendisi Aysu DAĞ MJD-191 ve Jeoloji Yüksek Mühendisi

Mehmet İNCE MJD-192 üye numaraları ile 23 Nisan 2024 tarihli Yönetim Kurulu kararı ile üyeliklere kabul edilmişlerdir. Yeni üyelerimize Derneğimize hoş geldiniz der, çalışmalarında başarılar dileriz.

Üyelik aidatları

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

MÜHJEODER web sayfası

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

İletişim

Üyelik başvuruları ve diğer hususlar için adresi aşağıda verilen MuhJeoDer Genel Sekreteri'ne Prof. Dr. Halil Kumsar (Genel Sekreter)

Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kınıklı Yerleşkesi, 20017 - Kınıklı/ DENİZLİ

e-posta: hkumsar@pau.edu.tr

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

Dr. Ayhan Koçbay (Sayman)

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Jeoteknik Hizmetler Dairesi Başkanlığı, Mustafa Kemal Mahallesi Anadolu Bulvarı No: 9 Çankaya/ANKARA

E-posta: ayhankocbay@gmail.com

Prof. Dr. Reşat Ulusay 2024'te IAEG'nin Onursal Üyeliği ile Ödüllendirildi

Derneğimizin Kurucu Başkanı ve üyemiz Prof. Dr. Reşat ULUSAY'ın, IAEG 2024 Yılı Onursal Üyelik Ödülünü almaya hak kazandığı IAEG Başkanı Dr. Vassiliss P. MARINOS tarafından Dernek Başkanlığımıza tebliğ edilmiştir.

Prof. Dr. Reşat ULUSAY hocamıza Onursal Üyelik Ödülü, Hırvatistan'ın Dubrovnik kentinde 8-12 Ekim 2024 tarihlerinde yapılacak olan IAEG 4th EuroEngeo Conference etkinliğinde verilecektir.

IAEG Onursal Üyelik ödülünü kazanmasından dolayı Prof. Dr. Reşat ULUSAY hocamızı kutlar, başarılarının devamını dileriz.

MühJeoDer
Yönetim Kurulu



2024 Yılı IAEG Ödüllerini Kazananlar Açıklandı

2024 Onursal Üyelik sahipleri:

Resat Ulusay, Türk Ulusal Grubu tarafından aday gösterildi.

Ann Williams, Yeni Zelanda Ulusal Grubu tarafından aday gösterildi.

2024 Marcel Arnould Madalyası sahibi:

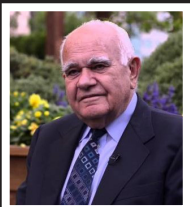
Fred Baynes, IAEG Avustralasya Başkan Yardımcısı tarafından aday gösterildi.

2024 Hans Cloos Madalyası sahibi:

Niek Rengers, Hollanda Ulusal Grubu tarafından aday gösterildi.

2024 Paul Marinos Seçkin Dünya Ders Turu:

Xuanmei Fan, Çin Ulusal Grubu ve Mühendislik Jeolojisi Kadın Komitesi



Kaya mekaniği ve mühendisliği alanında öncü Dr. Evert Hoek, 6 Temmuz 2024 Cumartesi sabahı huzur içinde vefat etti. Alanında ve yaşamında gerçek bir duayen olan Hoek, çok özlenecek.

Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumu (MÜHJEO'2024)

6-8 Haziran 2024 tarihleri arasında başarıyla gerçekleştirildi

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi (NEVÜ) ve Mühendislik Jeolojisi Derneği iş birliğinde düzenlenen "Ulusal Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumu (MÜHJEO'2024)" 6-8 Haziran 2024 tarihleri arasında başarıyla gerçekleştirildi.

NEVÜ Vali Şinasi Kuş Kültür ve Kongre Merkezi'nde gerçekleştirilen Sempozyumun açılış törenine; NEVÜ Rektörü Prof. Dr. Semih Aktekin, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Altyapı Yatırımları Genel Müdürü Dr. Yalçın Eyigün, NEVÜ Rektör Yardımcıları, Jeoloji Mühendisleri Odası Yönetim Kurulu Başkanı Hüseyin Alan, protokol üyeleri, kurum ve kuruluşlarda, özel sektörlerde görev yapan jeoloji mühendisleri, inşaat mühendisleri, maden mühendisleri, bilim insanları, öğrenciler ve davetliler katıldı.

Sempozyum açılış töreni öncesinde gösterilen NEVÜ Sinevizyon videosu ve Eğitim Fakültesi Müzik Eğitim Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof. Dr. Emin Erdem Kaya, Doç. Dr. Özlem Kılınçer ve Dr. Öğr. Üyesi Özge Kaya tarafından icra edilen müzik dinletisi izleyenlerin büyük beğenisini kazandı.





Sempozyumun açılışında konuşan NEVÜ Rektörü Prof. Dr. Semih Aktekin, Yükseköğretim Kurulu (YÖK) tarafından Doğal ve Kültürel Miras Turizmi alanında ihtisaslaşan üniversite olarak gerek üniversite-şehir, gerekse ulusal ve uluslararası düzeydeki iş birlikleri ile birçok proje ve çalışmaya öncülük ettiklerini söyledi.

Rektör Aktekin, UNESCO'nun Dünya Kültür Mirası Listesinde yer alan Kapadokya Bölgesi'nin sahip olduğu doğal ve kültürel güzelliklerin yanı sıra coğrafi ve jeolojik yapısı gereği kaya düşmeleri, mağara çökmeleri ve tıbbi jeolojik olumsuzluklar gibi çok çeşitli risklerle karşı karşıya kaldığına dikkat çekti. Üniversitenin Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğretim üyeleri tarafın-

dan bölgenin sahip olduğu bu doğal ve kültürel mirasın korunması ve iyileştirilmesine yönelik kayda değer bilimsel çalışma ve projeler ortaya koyduklarını belirtti. Aktekin konuşmasının sonunda Sempozyumun hayırlı olmasını dileyerek, emeği geçenlere teşekkür etti."

Mühendislik Jeolojisi Derneği Yönetim Kurulu Başkanı Prof. Dr. Remzi Karagüzel, Jeoloji Mühendisleri Odası Yönetim Kurulu Başkanı Hüseyin Alan, Sempozyum Başkanlarından ve NEVÜ Rektör Yardımcısı Prof. Dr. Mutluhan Akın ve Sempozyum Düzenleme Kurulu adına ise NEVÜ Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. İsmail Dinçer birer konuşma yaparak düzenlenen Sempozyumun önemine ve çıktıklarına değindiler.



Prof. Dr. Emin Erdem Kaya, Doç. Dr. Özlem Kılınçer ve Dr. Öğr. Üyesi Özge Kaya tarafından icra edilen müzik dinletisi izleyenlerin büyük beğenisini kazandı.



Semih Aktekin



Remzi Karagüzel



Mutluhan Akın



Hüseyin Alan



İsmail Dinçer



Halil Kumsar

Sempozyum Çağrılı Konuşması



Prof. Dr. Aziz Ertunç

Prof. Dr. Aziz Ertunç, 1967-1985 yılları arasında Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE)'nde mühendis ve yönetici olarak görevde bulunmuştur. Kurumda görev yaptığı sırada doktora ve doçentlik tezlerini tamamlayarak doçentlik unvanını almıştır. 1985 yılından sonra sırasıyla Süleyman Demirel Üniversitesi, Çukurova Üniversitesi ve Toros Üniversitesinde öğretim üyesi ve yönetici (Bölüm Başkanı, Dekan, Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü ve Rektör Yardımcısı) olarak görev yapmıştır.

Elektrik İşleri Etüt İdaresi, faaliyette olduğu süre içerisinde ülkemizin su havzalarında enerji üretimine yönelik hidrolojik, jeolojik, mühendislik jeolojisi ve jeoteknik konularında; baraj ve hidroelektrik santrallerinin planlanması ve projelendirilmesine yönelik incelemeler yapmıştır. Kurum, 2 Kasım 2011 tarihli 662 sayılı KHK ile kapatılarak görev ve yetkileri "Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü" ne devredilmiştir.

Prof. Dr. Aziz Ertunç, Sempozyumun açılış konuşmasında, EİE projelerinin odağında bulunan, kendisinin de görev aldığı projeler ile ilgili mühendislik jeolojisi sorunlarını ve getirilen çözüm önerilerini anlattı. Katılımcılar, zorlu arazi ve yaşam koşullarının geçerli olduğu bir dönemde, meslektaşlarımızın bazen at sırtında bazen de akarsularda kendilerinin yaptıkları araçlar (kelek) ile hareket ederek yürüttükleri mühendislik jeolojisi incelemelerini ve ülkemizin bayındırlık ve imarına nasıl katkı sağlandığını büyük bir keyif ile dinlediler.

Sayın Ertunç hocamızın konuşmasının özeti Sempozyum Bildiriler Kitabında yayımlanmıştır. Prof. Dr. Sayın Aziz Ertunç hocamıza mesleğimize ve ülkemize tüm katkıları için şükranlarımızı sunar, sağlıklı bir yaşam dileriz.

Sponsorlara Teşekkür Plaketi

Sponsorlara Teşekkür Plaketi

Ayrıca Sempozyumun gerçekleştirilmesine Sponsor olarak katkı sağlayan kurum ve kurulu-

luşlara da MühJeoDer Yönetim Kurulu Başkanı Prof. Dr. Remzi Karagüzel tarafından plaket verildi.



Sempozyumun gerçekleştirilmesine Sponsor olarak katkı sağlayan kurum ve kuruluşlara plaket verildi.

MÜHJEODER Yönetim Kurulu Üyeleri ve MÜHJEO'2024 Sempozyum Düzenleme Kurulundan NEVÜ Rektörü Aktekin'e Ziyaret

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi (NEVÜ) ve Mühendislik Jeolojisi Derneği iş birliğinde gerçekleştirilen "Ulusal Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumu (MÜHJEO'2024)" Başkanı ve Mühendislik Jeolojisi Derneği Yönetim Kurulu Başkanı Prof. Dr. Remzi Karagüzel, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi (NEVÜ) Rektörü Prof. Dr. Semih Aktekin'i makamında ziyaret etti. Ziyaret sırasında Sempozyumun düzenlenmesinde vermiş oldukları destek ve katkılarından dolayı Rektör Aktekin ve yönetimine teşekkür plaketi takdim etti.

Başkan Prof. Dr. Remzi Karagüzel, uluslararası düzeyde yer bilimleri mühendisliği alanında ve özellikle mühendislik jeolojisi ile jeoteknik ko-

nularında yapılan araştırma ve uygulamalardan elde edilen bilimsel bulguların ve teknik gelişmelerin ele alındığı Sempozyum hakkında Rektör Aktekin'e bilgi verdi.

Ziyaretlerinden dolayı Sn. Karagüzel ve heyete teşekkür eden Rektör Sn. Aktekin, (YÖK)'ün belirlediği 'Bölgesel Kalkınma Odaklı Üniversiteler' arasında 'Doğal ve Kültürel Miras Turizmi' alanında ihtisaslaşan üniversite olarak kurumlar arası ortak proje ve çalışmalara büyük önem verdiklerini söyledi. Rektör Aktekin bu kapsamda üniversite olarak böylesi önemli bir Sempozyumun içerisinde yer almaktan ve ev sahipliği yapmaktan dolayı da ayrıca memnuniyet duyduklarını ifade etti.



NEVÜ Rektörü Prof. Dr. Semih Aktekin'e plaket takdimi.
Soldan sağa; Prof. Dr. Mustafa Korkanç, Prof. Dr. Reşat ULUSAY, Prof. Dr. Recep Kılıç,
Prof. Dr. Semih Aktekin, Prof. Dr. Remzi Karagüzel, Prof. Dr. Mutluhan Akın, Prof. Dr. Halil Kumsar,
Prof. Dr. Mahmut Mutlutürk

Sempozyum Oturumları

Sempozyum Oturumları

Yapılan açılış konuşmalarının ardından 6-8 Haziran 2024 tarihleri arasında NEVÜ Vali Şinasi

Kuş Kültür ve Kongre Merkezi Konferans Salonlarında 13 oturumda toplam 54 sunum gerçekleştirildi.



2023 Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi Ödülleri

Mühendislik Jeoloji Derneği tarafından mühendislik jeolojisi konularında yapılan çalışmaları özendirmek amacıyla her yıl düzenlenen 'Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi Ödülleri' ne 2023 yılında; yüksek lisans ve doktora tezi kategorilerinde başvurular yapıldı. 2023 Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi ödülleri kazananlar jüri görüşleri doğrultusunda MühJeoder Yönetim Kurulu tarafından belirlendi.

Doktora Tezi

Dr. Arzu Arslan KELAM

Tez Başlığı: Engineering Geological Characterization of the Rock Masses and Their Evaluation by Spatial Analyses, Determination of the Rock Slope Failure Susceptibility Zones and Hazard Assessment of Mudurnu (Bolu/Türkiye).

Danışman: Prof. Dr. Haluk AKGÜN (Ortadoğu

Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü).

Yüksek Lisans Tezi

Jeol. Yük. Müh. Mustafa Özgehan ÜNAL

Tez Başlığı: Kaya Şevlerinde Duraylılık Araştırması, Yusufeli Baraj Yerinde Çalışma Örneği (Artvin/Türkiye).

Danışmanı: Prof. Dr. Ali KAYABAŞI (Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü).

MÜHJEO'2024 Sempozyumu açılış oturumundan sonra Prof. Dr. Halil Kumsar yönetiminde yapılan ödül töreninde, Dr. Arzu Arslan Kalem ve Jeol. Yük. Müh. Mustafa Özgehan Ünal'a ödülleri NEVÜ Rektörü Prof. Dr. Semih Aktekin verdi.



2023 Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi Ödül Töreni

(Soldan sağa; Prof. Dr. Mutluhan Akın, Jeol. Yük. Müh. Mustafa Özgehan Ünal, NEVÜ Rektörü Semih Aktekin, Dr. Arzu Kelam, Prof. Dr. Remzi Karagüzel, Prof. Dr. Halil Kumsar)

ENGINEERING GEOLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE ROCK MASSES AND THEIR EVALUATION BY SPATIAL ANALYSES, DETERMINATION OF THE ROCK SLOPE FAILURE SUSCEPTIBILITY ZONES AND HAZARD ASSESSMENT OF MUDURNU (BOLU)

Arslan Kelam, Arzu

Doctor of Philosophy, Geological Engineering

Mudurnu County, which is settled in a valley, is affected by regional rock slope instabilities especially due to precipitation, temperature changes, wind and earthquake activity. While units located on the eastern side of the valley are susceptible to rock falls, units at the western side are susceptible to planar, wedge or toppling failures. The presence of different rock mass properties makes Mudurnu an attractive and distinctive site for the investigation of rock mass failure. The rock slope failures tend to create an important hazard in and around the settlement area and generate regional risk due to exposure of the elements at risk (i.e., human life, houses, buildings and small industrial facilities) in Mudurnu. Moreover, instabilities create a risk to the historically valuable structures by which Mudurnu has been nominated as a candidate for the UNESCO World Heritage List. The purpose of this dissertation is to characterize the rock masses that have the potential to create a hazard in the Mudurnu county center through geomechanical evaluation of the slope instability problems under static and dynamic loading conditions and to identify the hazard zones in the Mudurnu Valley with a focus on the western side of the valley. To that end, the engineering geological and geomechanical properties of the region were assessed through a 3D point cloud generated by an unmanned aerial vehicle (UAV) along with scan-line survey field studies of the physically accessible locations. Then, the data were evaluated statistically to define the discontinuous rock mass characteristics. Accordingly, the western side of the Mudurnu Valley was delineated into 11 geomechanical sectors. The stability analysis demonstrated that the rock mass is prone to planar, wedge, and toppling failures in the area. Moreover, the discontinuity sets can create complex kinematic failures that cause the study area to be a unique case study since it is difficult to separately identify the order or frequency of events originating from the different failure modes forming the complex failure. The hazard potential of the different modes of failures was assessed and hazard zonation maps were generated by considering the conditioning parameters (i.e., lithology, degree of weathering, block size, slope angle, aspect, surface water) along with travel distance and temporal frequency. In addition, the seismic loading was taken into account as a triggering factor. The combined hazard map composed of the planar, wedge and toppling failure potentials concluded that Sectors 6 and 8 were most critical in terms of high hazards. Under dynamic loading conditions, the most critical high-hazard sectors were determined as Sectors 2, 4, 6, 8, and 10.

Keywords: Rock Mass Characterization, Spatial Analysis, Rock Slope Failure Susceptibility, Hazard Assessment, Mudurnu

Kaya Şevlerinde Duraylılık Araştırması, Yusufeli Baraj Yerinde Çalışma Örneği (Artvin/Türkiye)

Mustafa Özgehan Ünal

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yusufeli Barajı'nda oluşturulan kaya şevlerinin süreksizlik kontrollü olması sebebiyle ekonomik ve emniyetli destekleme yöntemleri araştırılmıştır. Patlatmalı açılan şevler ve tünel/galeri haritaları, temel sondaj çalışmaları, arazi ve laboratuvar deneyleri gibi çalışmalar sonucu jeolojik ve jeoteknik veri havuzu elde edilmiştir. Bu verilerin tamamı değerlendirilerek, Yusufeli Barajı gövde tasarımı ve şev analizlerinde kullanılması amacıyla, özel bir puanlama sistemi geliştirilmiştir. Şev stabilitesi analizlerinde öncelikle, baraj aksı ve çevresinde yapılan şev ve tünel/galeri haritalama çalışmaları sonucu 3 adet hâkim süreksizlik seti stereografik projeksiyon yöntemiyle belirlenmiştir. Bu süreksizlik setlerinin özellikle düzlemsel kayma ve kama tipi kayma yenilme düzlemleri oluşturabileceği tespit edilmiştir. Kaya şevlerinde uygulanacak destekleme tasarımının belirlenmesinde limit denge analiz hesapları yapan paket program kullanılmıştır. En olumsuz durum olan süreksizliklerin kohezyonsuz durumu ve dinamik koşullar gözetilerek analiz yapılmıştır. Belirlenen destekleme tasarımı daha sonra sonlu elemanlar analizi yapan başka bir paket programda kontrol edilmiştir. Analizler sonucu uygun görülen destekleme tasarımı sahada birebir uygulanmıştır. Tasarıma uygun olarak inşa edilen şalt sahası kazı ve destekleme çalışmalarından hemen sonra inklinometre ve yük hücreleri yerleştirilmiştir. Bu ölçüm aletleri marifetiyle kaya şevlerinin aletsel ve gözlemsel takibi baraj işletme süresi boyunca yapılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Yusufeli Barajı, Kaya Şev Duraylılığı, Süreksizlik Setleri, Öngermeli Ankraj, Kinematik Analiz

Moderatör**Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL**

İstanbul Teknik Üniversitesi - Jeoloji Müh. Bölümü) Mühendislik Jeolojisi Derneği (MühJeoDer) YK Başkanı

Günümüzde Mühendislik Eğitimi ve Mesleki Uygulamalar Açısından Jeoloji Mühendisliği Eğitimi Üzerine Düşünceler

**Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL**

Değerli meslektaşlarım,

“Günümüzde Mühendislik Eğitimi ve Mesleki Uygulamalar Açısından Jeoloji Mühendisliği Eğitimi Üzerine Düşünceler” başlıklı panele hoş geldiniz. Eğitim ve Öğretim; Yüksek Öğretim Kurumu ile üniversitelerin ilgili fakülteleri ve bölümlerinin işidir. Ancak bizler; Mühendislik Jeolojisi Derneği'nin üyeleri, akademisyenler, kamu ve özel sektörde mesleğin uygulayıcıları olarak eğitim kurumlarının da paydaşlarıyız. Bu gerçeğe bağlı kalmak kaydıyla, başta değerli panelistlerimiz ve siz değerli katılımcılar/dinleyicilerimiz ile jeoloji mühendisliği eğitiminde mevcut durumun bir değerlendirmesini yapmak ve yetkililere önerilerde bulunma hakkımızı kullanmak istiyoruz.

Şimdi sizlere değerli panelistlerimizi konuşma sıralarına göre tanıtmak istiyorum.

Panelistler	Temsil Ettiği Kurum ve Kuruluş
Jeol. Yük. Müh. Hüseyin ALAN	TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası
Dr. Ayhan KOÇBAY	DSİ Jeoteknik Hizmetler Dairesi Başkanı Kamu Kurumu
Dr. Orhan ŞİMŞEK	Fugro-Sial Yerbilimleri Müh. Müşavirlik Ltd. Şti. Özel Sektör
Prof. Dr. Mehmet EKMEKÇİ	Hacettepe Üniversitesi (Hidrojeoloji Müh. Böl.) - HİDRRODER
Prof. Dr. Reşat ULUSAY	Hacettepe Üniversitesi (Jeoloji Müh. Böl.) ISRM

Türkiye'de ise sayıları 34'e ulaşan bölümlerimizin tamamında aynı müfredat/ders planı uygulanmaktadır. Tüm bölümlerde mezunlara “Geo-

loji Mühendisi” unvanı verilmektedir. Mezunların yetkinlikleri üniversitesi ile akademisyenlerinin deneyimine bağlı olarak farklılaşmaktadır.

Ülkemizde plansız eğitim politikaları nedeniyle jeoloji mühendislerinin sayıları giderek artmış, işsizlik büyük sorun haline gelmiştir. Sonuçta jeoloji mühendisliği bölümleri, üniversite kapılarında bekleyen gençler tarafından tercih edilmez hale gelmiştir.

Oysa günümüzde toplumların yaşamını güvence altına almak ve refah düzeyini yükseltmeye yönelik alt yapıya ihtiyaç duymaktadır. Zorlu jeolojik koşulların geçerli olduğu (yüzey ve yeraltı) alanlarda, boyutları giderek artan mühendislik yapılarının inşası zorunlu hale gelmektedir. Bu durumda mühendislik yapılarının etkileme ve etkilenme alanları giderek karmaşık hale gelmektedir. Geline durumda doğal ortamı, sistem büyüklüğü içindeki ortam koşullarını koordinatlara bağlı olarak kavramsallaştıran, analiz eden, yapay hedeflere hazırlayan, uygulamanın kritik tarafını görerek tasarımı yönlendiren, projelerin her aşamasını izleyen ve bir sonraki adımı yönlendiren profesyonellere ihtiyaç vardır.

Bazen şaşırıyoruz; ihtiyacımız olan mühendislik mi? yoksa teknik mi veya yapay zekâ mıdır? diye... Üzerinde durulması gereken esas konu eğitimidir. Eğitim, Yüksek Öğretim Kurumu ile üniversitelerin ilgili fakülteleri ve bölümlerinin işidir.

Mühendislik Jeolojisi Derneği'nin üyeleri; akademisyenler, kamu ve özel sektörde mesleğin uygulayıcıları olarak eğitim kurumlarının da paydaşlarıdır. Bu gerçeğe bağlı kalmak kaydıyla, panelistlerimiz ve siz değerli katılımcılar ile mevcut durumun bir değerlendirmesini yapmak ve çıkan sonuçları ilgililere ve yetkililere iletme hakkımızı kullanmak istiyoruz.

Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL

Türkiye’de geçmişten günümüze sürdürülen Jeoloji (Lisans) ve Jeoloji Mühendisliği (lisans) bölümlerinden mezun meslektaşlarımızın sayısı 10 binlerle ifade edilmektedir. Meslektaşlarımız ne yapıyorlar? İstihdam durumlarını ve görev aldıkları sektörlerle göre dağılımları vb. hususlarda mevcut durumun bir analitik değerlendirmesini yapar mısınız?

Jeol. Yük. Müh. Hüseyin ALAN

Ülkemizde, jeoloji bölümlerine ilişkin eğitim süreçlerine bakıldığında 1956 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi bünyesinde Jeoloji Kürsüsü kuruldu. 1961 yılında Jeoloji Mühendisliği bölümüne dönüştü. 1961 yılına kadar Ankara ve İstanbul üniversitelerinde jeoloji bölümleri “Jeolog” unvanıyla mezun yetiştirdiler. 1965’ de Karadeniz Teknik ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi Jeoloji Yüksek Mühendisi unvanlı diplomalar verdi. Ardından, 1968 yılında Hacettepe ve Dokuz Eylül üniversitelerinde Jeoloji Mühendisliği bölümleri açıldı. 1975 yılına kadar Ankara, İstanbul, Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeolog unvanlı mezunlar vermeye devam etti. 1977 yılında Çukurova, Selçuk ve Fırat üniversitelerinin de katılımıyla birlikte Jeoloji Mühendisliği Bölüm sayısı 10’a ulaştı. Özellikle 1974 yılında Jeoloji Mühendisleri Odasının kurulması ve mühendislik diplomasına sahip çıkması nedeniyle de 1980 yılına geldiğimizde jeolog unvanlı meslektaşlarımızın çoğu fark dersler olarak mühendis unvanına hak kazandılar. 1982 yılında YÖK ile jeoloji mühendisliği bölümlerinde “Jeoloji Mühendisi” unvanlı meslek insanı yetiştirilmeye başlandı. Böylece meslekte çok tartışma konusu olan çift unvan ve unvan tartışmaları da 1980’li yıllarda son buldu. Ardından, 1980-2012 arasında 24 bölüm daha açılarak toplam sayı 34’e yükseldi. Bunlara 14 üniversitemizde başlatılan ikinci öğretim programları da eklenince pratikte bölümlerin sayısı 48’e yükseltilmiş oldu. Ayrıca bu bölümlerde öğrenci sayısının 2012 yılında zirve yaparak toplam 3300’e ulaşmıştır. 2012 yılından itibaren ise kontenjanların giderek düşmüş ve 2023 yılına gelindiğinde sadece 7 bölüme toplam 311 öğrenci kayıt yaptırmıştır. Aslında 1980 ve 2023 yıllarında bölümlerimize alınan öğrenci sayıları karşılaştırdığında 1980’li yıllardaki öğrenci potansiyelimize geri dönmüş durumda olduğumuzu söyleyebiliriz.

Mesleki alandaki gelişmelere bakıldığında ise özellikle Cumhuriyetin kuruluşuyla birlikte Türkiye’de yeterli insan kaynağının, tecrübe ve sermaye birikiminin olmaması nedeniyle yeni bir arayış ve ekonomik model benimsenmiş ve yine bilindiği gibi, devletçiliğe dayalı bir ekonomik politika söz konusudur. Cumhuriyetin ilanı ile birlikte aslında meslek alanımıza ilişkin kurumsal yapılanmalar da başladı. Devlet Demiryol-

ları ve limanları, Petrol ve Altın İşletme Genel Müdürlüğü gibi kurumlar daha sonra kapatılıp 1935'te Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü'ne dönüştürüldü. 1933 yılında çok büyük bir yapılanmaya sahip olan Sümerbank, daha sonra Etibank ve 1935'te EİE kuruldu. MTA Enstitüsü'nün kuruluşundan sonra aslında jeolojinin temel amacı, jeoloji haritalarının hazırlanması ve kaynak aramalarına yönelik bir sürecin işlemeye başlamasıdır. Yani 1923 ile 1950 yılları arasındaki Cumhuriyet dönemini dikkate aldığımızda, meslek alanımızda temel jeoloji haritalarının hazırlanması, hammadde ve maden kaynakları arama süreçlerinde uzmanlaştığımızı görüyoruz. Özellikle doğa kaynaklı afetlerin ülke genelinde 1940'lı yıllarda yarattığı tahribat nedeniyle bu alanda yavaş da olsa bazı gelişmelerin yaşandı. Türkiye'de ilk deprem tehlike haritası 1945 yılında, Türkiye Deprem Tehlike Haritası ise 1961'de hazırlandı ve bugüne kadar 7-8 kez değiştiğini biliyoruz.

Meslek alanımızda devam eden gelişmeler, İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra 1950 yılında Karayolları Genel Müdürlüğü ve 1954'te DSİ Genel Müdürlüğü'nün kurulmasıdır. Ardından yine 1954 yılında Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, 1955 yılında ise Demir-Çelik işletmeleri kuruldu. 1956 yılında ilk İmar Kanunu'nun çıkarılması, İmar ve İskan Bakanlığı'nın kurulması, Afet İşleri Genel Müdürlüğü'nün buna bağlı bir yapılanma olarak çıkarılması ve bugünkü 7264 sayılı kanunlar da dahil olmak üzere bu süreç içerisinde meslek alanımız ile ilgili bazı talepler, beklentiler oluşmaya başladı.

Özellikle 1940'lı yıllarda elektrik idaresi ve tesislerin kurulması ve 1950'li yıllardan sonra üniversitelerimizde Tatbiki Jeoloji kürsülerinin oluşturulması, daha sonra hidrojeoloji, mühendislik jeolojisi ve hidrolik çalışmalar ülkemizde hız kazandı. 1960'lı yıllara geldiğimizde enerji, maden, petrol, hammadde ve kaynak aramaları, temel jeoloji ve mühendislik jeolojisi uygulamaları temel çalışma alanımız haline geldi. Bu arada 1969 sayılı kanunun 1959 yılında kabul edilmesinden sonra da jeoloji hizmetleri kentsel planlamanın da yavaş yavaş bir parçası haline gelmeye başladı. 1980'lere geldiğimizde, özellikle 70'li yıllardan sonra Avrupa'da çevre koruma bilincinin gelişmesi, 90'lı yıllardan sonra ülkemize de yansdı.

1985 yılında İmar Kanunu'nda değişiklik yapıldı ve bugün halen yürürlükte olan 3194 sayılı kanun çıkarıldı. 2000 yılına geldiğimizde jeoloji mühendisliği ilgi alanları temel jeoloji, maden, hammadde ve enerji kaynakları, mühendislik jeolojisi ve jeoteknik, hidrojeoloji araştırmaları, doğa kaynaklı afetler ve çevre jeolojisi çalışmaları temel çalışma alanımız haline geldi. Elbette 2000'li yıllardan sonra da epey değişiklikler meydana geldi. Bugüne baktığımızda temel jeoloji, maden ve enerji kaynakları, mühendislik jeolojisi ve jeoteknik, hidrojeolojik araştırmalar, doğa kaynaklı afetler, çevre jeolojisi, tıbbi jeoloji, jeolojik koruma ve bilgi teknolojilerine yönelmiş durumdayız. Mesleki alandaki gelişimimizi de bu şekilde hızlı bir şekilde özetlemiş oluyorum. Buna ilişkin olarak, 2023 yılında Modern Yer Bilimleri'nin Türkiye Girişi adlı kitabımızda Prof. Dr. Emre Dölen tarafından yazıldı. Bu kaynağı da bütün üyelerimizin ve meslek camiamızın hizmetine de sunduk.

Üye profilindeki değişime bakacak olursak, 1980 öncesindeki kamu ağırlıklı bir meslek odası olmamıza rağmen 2023 sonu itibarıyla bakıldığında üyelerimizin yaklaşık yüzde 73'ünün özel sektörde çalıştığını görüyoruz. Üye profili açısından, kamuda 2620 üye, akademide 659, özel sektörde 7373 ve yaklaşık 2000 emekli meslektaşımız bulunmaktadır. 6780 üyenin ise iş bilgisi vermediğini belirtmeliyim. Büro ve şirket sayılarında da hızlı bir değişiklik söz konusudur.

2023 yılı itibarıyla özel sektörde çalışan jeoloji mühendisi sayısı, yani serbest jeoloji, mühendislik, müşavirlik hizmeti üreten kişi sayısınının 4302 civarındadır. Kadın erkek üyeler arasındaki profil değişimi de daha önceleri erkek egemen bir topluluk olmamıza rağmen yüzde %25 kadın, %75 erkek oranına ulaşmış bulunuyoruz. Bugün sempozyumun temel konusu olduğu için, 6479 meslektaşımızın mühendislik ve teknik alanda hizmet vermekte olduğunu belirtebilirim. İkinci sırada ise hidrojeoloji bulunmaktadır. Sonuç olarak, meslektaşlarımızın önemli bir bölümü bugün mühendislik jeolojisi, jeoteknik, madencilik, jeotermal enerji kaynakları alanlarında çalışıyorlar.

Geleceğe ilişkin beklentilerimize bakıldığında, 2014 yılında, herkesin erişimine de açık olan, "Jeolojide Öngörü Çalışması" gerçekleştirdik. Yaptığımız bu çalışmada, ülkenin jeoloji hizmetleri açısından kapasitesinin artırılması ile mes-

lek etkinliğimizin de artacağı görülmektedir. Bu da ülke insanının yaşam kalitesine doğrudan olumlu etkide bulunacaktır. Bu kapsamda, anket çalışması, toplantılar ve bir çalıştay gerçekleştirirdik. Bugün, bu öngörümüz çerçevesinde de Jeoloji Mühendisleri Odası olarak çalışmalarımızı devam ettiriyoruz.

Belediyelerde Yeraltı Suları Daire Başkanlığı, Atık Sular Daire Başkanlığı, Afet Daire Başkanlığı'nın kurulması vb. birçok çalışmamız var. Tabii ki burada hepsini tek tek anlatmayacağım ama örgütsel faaliyetlerimizin önemli amaçlarından bir tanesi de kurumsal yapılar içerisindeki hizmetlerin etki alanını genişletmektir.

Eğitim sistemimizin yeniden yapılanması konusunda da çabalarımız var. 2006 yılından beri jeoloji mühendisliği bölüm başkanlarımızın üyesi olduğu "Eşgüdüm Kurulu"muz yılda bir toplantılar gerçekleştiriyor. Bu çalışmalar pandemi nedeniyle hız kaybetmiş olsa da yönetmelikte de yeniden düzenleme yaparak önümüzdeki süreçte toplantılarımızı gerçekleştireceğiz. Jeoloji Mühendisliği eğitiminin geleceği konusunda yaptığımız toplantıdan sonra bu süreç içerisinde bir çalıştay da planlanmış durumdayız. Yaklaşık yirmi beşe yakın mesleki uzmanlık/yetkinlik alanımız söz konusu ve bu bilgilere odamızın bilimsel teknik kurulunu inceleyerek erişebilirsiniz. Planlamamızı sürekli güncel tutmaya çalışıyoruz. Örneğin, 2023 yılında burada tanımladığımız meslek uzmanlık alanlarımızı, YÖK tarafından doçentlik uzmanlık alanlarına eklenmesi sağlandı.

Önümüzdeki yüzyılda iki farklı alanda önemli atılımlar bekleniyor. Bunlar uzay araştırmaları ve kıta kabuğu araştırmalarıdır. Bunlar Türkiye'nin temel çalışma alanları arasında yerini alacaktır. Bu doğrultuda 2018 yılında Uzay Araştırmaları birimi oluşturuldu ve bu araştırma konusu doğrudan jeoloji mühendisliği hizmet alanlarıyla ilgilidir. Ülkemizi geleceğe hazırlayacak bu iki alanda mutlaka temel yapılanmaya gitmek zorundayız. Önümüzdeki 100 yılda tüm dünya, kıta kabuğunun ilk 20 kilometresini araştırıp, buradaki kaynakları toplum yararına sunmak için çalışacak. AB derin deniz araştırma topluluğunun 2014'te İTÜ'de düzenlediği Kıyı Deniz Araştırmaları Çalıştayı'nda derin deniz araştırma bulgularını sunduklarını biliyoruz. Geçtiğimiz günlerde, JMO olarak, ARGE Daire

Başkanlığı içinde Kıta Kabuğu Araştırmaları konusunda bir birim kurulmasını talep ettik.

Bölüm başkanlarımız, meslek örgütlerimiz ve camiamızla birlikte, önümüzdeki süreçteki gelişmeleri ve mesleki ilgi alanımızın genişliğini dikkate alarak eğitim müfredatının yenilenmesi gerektiğini düşünüyoruz. Güncel duruma baktığımızda, birçok alanda yetersizlikler var. Örneğin, son teknolojiler önemli araştırma alanlarından biri olmasına rağmen, birçok meslektaşımız bunları tanımlamakta zorlanıyor. Uzay araştırmaları konusunda henüz başlangıç aşamasındayız. NASA 2019'da Ay'ın ikinci versiyon jeoloji haritalarını hazırladı. Biz ise henüz ülkemizin jeoloji haritalarının ikinci versiyonunu hazırlayıp gündeme sokamadık. Bu eksiklikleri gidermek için çalışmaya devam edeceğiz.

Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL

Sayın Dr. Koçbay, şüphesiz büyük/mega projeleri yönlendirebilmek büyük deneyim gerektirir. Yeni mezun bir meslektaşın temel bilgileri güncel olsa da henüz görgü ve deneyim eksiktir. İşte bu noktada yeni başlayanlar için hizmet içi ve sürekli eğitimler zorunlu görülmektedir. Bunun için de temel eğitimin kuvvetli olması gerekir. DSİ özelinde yeni mezun jeoloji mühendislerinin yetişmişlikleri ile kurumsal beklentileriniz örtüşüyor mu?

Dr. Ayhan KOÇBAY

Tüm katılımcıları şahsım ve Kurumun adına saygıyla selamlıyorum. Yaklaşık 12 yıl Ankara Üniversitesi'nde araştırma görevlisi, 22 yıldır ise Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nde mühendislikten mevcuttaki Daire Başkanlığı görevime kadar çeşitli kademelerde çalışmış biri olarak hem akademik hem de kamu tarafında jeoloji mühendisliğinin eğitim ve tecrübe gereksinimlerini deneyimledim. Jeoloji Mühendisliği eğitimine gerek üniversite gerek kamu gerekse özel sektör tarafından gerekli önemin verilmediğini ve hem başarılı öğrenciler tarafından tercih edilmede hemde buna bağlı olarak başarıyı elde etmede çok daha fazla zorlandığımızı, bu nedenle sebepleri başka yerlerde aramak yerine çuvaldızı öncelikle kendimize batırmamız gerektiğine inanıyorum. Türk Dil Kurumu'nun mühendis tanımını üzerinden, kamu, üniversite ve özel sek-

törde çalışan mühendislerin birbirleriyle iç içe çalıştığını ve kurumların jeoloji mühendisliği mezunlarından beklentilerini değerlendireceğim. Mezunların üniversitede aldığı temel eğitimin ardından, hangi kurumda çalışacaklarsa o kurumda teknik ve idari anlamda meslek içi eğitimlerin verilmesi çok önemlidir. Teknik kapasiteden çok, çalışma ortamı ve çalışma arkadaşlarıyla uyumlu, toplumla birlikte çalışabilen, gece gündüz demeden çalışma hevesi duyan, araziye çıkmaktan çekinmeyen, bilgisayar programlarını kullanmaya açık ve ilgili mezunların arandığını söyleyebilirim. Böylelikle daha verimli bir çalışma ortamı sağlanabilir.

Meslek odasının ve üniversitelerin mesleki eğitim eşgüdüm toplantılarında tüm paydaşların bir araya gelmesi önem taşıyor. Aksi takdirde kapsamlı ve iş hayatındaki ihtiyaçları karşılayabilen bir eğitim programı ortaya koymak zor olacaktır. Buna örnek olarak, temel eğitimde sondaj tekniği gibi önemli bir dersi almadan, laboratuvar görmeden mezun olunmasını ve üniversiteler arasında ortak bir eğitim çıktısının olmamasını verebiliriz. Meslek odasına kayıtlı olan kişilerin birinci sırada mühendislik jeolojisi ve jeoteknik alanında iş hayatında yer aldığını ve bu nedenle lisans müfredatının bu yönde güncellenmemesi durumunda teknik yeterlilik açısından zayıf kalınacağını ifade etmek isterim.

Son olarak, iş hayatında gerek teknik kapasitesini artırma yönünden eksik kalan gerekse çalışma prensip ve adabına göre kendini yetiştirmeyen çalışanlar diğerlerinden ayırt edilirse, sonradan gelen mezunların bu konularda daha ehemmiyetli ve özenli olacağını altını çizmek istiyorum.

Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL

Mühendislik yapılarına Ulusal ve uluslararası alanda; Yer Bilimsel Mühendislik ve Müşavirlik hizmeti veren bir firmanın (FUGRO) Genel Müdürü Dr. Sayın Orhan ŞİMŞEK bulunmaktadır. Sayın Dr. Şimşek, üniversitemizin jeoloji mühendisliği bölümlerinden yeni mezun mühendislerin nitelikleri ile global düzeyde hizmet veren firmanızın onlardan beklentileri örtüşüyor mu? Hangi nitelikleri taşıyan mühendisler sizinle çalışma şansı bulur?

Dr. Orhan ŞİMŞEK

Konuşmama Ayhan Koçbay'ın değindiği noktadan ele alarak başlamak isterim. Uluslararası bir firmada jeoloji mühendisi olarak çalışabilecek mezunların hangi özelliklere sahip olması gerektiğinden ve bu konuda firma olarak neler yaptığımızdan bahsedeceğim. Fugro Sial, 60'tan fazla ülkede faaliyet gösteren global bir firma ve 11.000 çalışanın %20'si yer bilimleri disiplinlerinden geliyor. İstihdam edeceğimiz kişilerin sadece Türkiye değil, aynı zamanda global ölçekte bir kalitede olmaları gerekiyor. Bu kapsamda baktığımız özellikler arasında iletişim becerisi, dil yetkinliği ve takım çalışmasına uygunluk bulunuyor. Özellikle mühendislik jeolojisi projelerinin hata kabul etmiyor olması nedeniyle, mesleğin tıp kadar zor bir meslek olduğunu düşünüyorum. Ancak üniversite sınavlarında düşük not alan öğrencilerin bu bölümü seçtiğini görüyoruz ve mezunların mesleği icra etmek konusunda istekli ve kararlı olmalarının önemi mesleki gelişimimiz açısından çok önemli. Bu istek ve azme sahip mezunları, iki yıl boyunca teknik bilgi ve deneyim edinmeleri için sunum yapma ve iletişim kurma niteliklerini güçlendirebilecekleri eğitimler vererek sahada sorumluluk alabilecek seviyeye ulaştırıyoruz.

Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL

Sayın Prof. Dr. Ekmekçi, Yüksek Öğretim Kurumlarının mensupları olarak, sektörün beklentilerini hep birlikte dinledik. Biz üniversitemizin jeoloji mühendisliği bölümlerinde sektörün ihtiyaç duyduğu mühendisleri yetiştirebiliyor muyuz? Bir başka ifade ile... "Jeoloji Mühendisi yetiştirmekte yetersiz mi kalıyoruz, jeolog eğitim müfredatı ile jeoloji mühendisi yetiştirmeye mi çalışıyoruz?"

Prof. Dr. Mehmet EKMEKÇİ

Konuşmama, başkanın sorusuna fen bilimci ve mühendis arasındaki farkları açıklayarak başlayacağım. Mühendisler, problemleri belirli bir program ve bütçe içerisinde başarılı bir şekilde çözmeye çalışırlar ve en önemlisi, işlerlik göstermek zorunda oldukları asıl ortam fiziksel değil, insanlardan oluşan ortam, yani toplumdur.

Jeoloji, hem anlamayı gerektiren bir bilim dalı hem de açıklanan veriyi uygulayarak topluma yansıtmayı gerektiren bir mühendislik alanıdır. Bu haliyle, makine veya inşaat mühendisliği gibi bölümlerden ayrılır; kullanılan bilgiyi üreten ve aynı zamanda uygulamaya koyan bir mühendislik alanıdır. Bu nedenle, mühendislik eğitimi verilirken toplumsal kalkınmaya katkı açısından nasıl bir jeoloji mühendisliği eğitimi verilmesi gerektiğine odaklanmamız gerekiyor. Toplumsal kalkınma ve sürdürülebilirliğin gerçekleşmesi için dört temel alan vardır: 1) bilim düzeyi, 2) bilimin teknolojik kapasiteye ne kadar dönüştürülebildiği ve 3) bunu destekleyecek kurumsal yapı ve makro politikalar ile 4) mali güçtür.

Dünyadan örneklerle devam edeyim. UNESCO'nun yaklaşık beş yılda bir yayınladığı bilim raporlarının değerlendirilmesine yönelik ben de katkı sundum ve dünyanın son yıllarda toplumsal kalkınma için bilimi ön plana çıkardığını gözlemledim. Artık bilmek ve öğrenmek için değil, kalkınmak için bilime bütçe ayrılıyor ve bilim bakış açısı bu şekilde evriliyor. Böylelikle, bilimin teknoloji üretme şekli değişiyor ve bu durumda eğitim-öğretimin de evrilmeden var olan problemin çözümüne ulaşamıyor.

Türkiye'nin 17 adet güncel kalkınma hedeflerinin çoğunda yer bilimlerine ihtiyaç var ve hepsi birer " karmaşık problem " olduğu için mevcut çalışma modelleriyle çözümleri mümkün değil. " Transdisipliner " yaklaşımlarla bunun üstesinden gelinebilir ve öğrencileri bu şekilde eğitmeliyiz. Doğa olaylarına çözüm üretebilmek için matematiksel modelin tanımlanması gerekiyor, ancak farklı yer mühendislik problemlerini çözerken kullanılan zaman boyutu ana bilim dalları arasında farklılık gösterir. Örnek olarak, malzemenin davranış biçimi araştırılırken saat, gün gibi bir zaman boyutu kullanılır ve bu, jeolojik zamandan oldukça farklıdır.

Son olarak, jeoloji mühendisliği eğitimi konusundaki önerimi açıklamam gerekirse, çekirdek müfredatın elbette yer bilimi yani jeoloji olduğu bunun yanı sıra matematik, temel bilimler, istatistik/veri analizi, mühendislik tasarımı, alt alana özgü jeoloji müfredatı (program bazında), etkileşen sistem bilgisi ve disiplinler yaklaşım gözetilmelidir. Yabancı dil, ekonomi, etik ve iletişim konuları da göz ardı edilmemelidir. Bu modelin lisans mı lisansüstü mü olacağı konu-

su, gelen öğrencinin düzeyi ve ne ölçüde bu eğitimin verilebileceği tartışılabilir. Bu noktada, öğrenci eğitim amaçları, eğitim çıktıları, eğitim planındaki iyileştirmeler için karar alma süreçlerini yönetecek öğretim kadrosu, alt yapı ve mali kaynaklar gereklidir. Bunlar mikro ölçekte şu an olduğu gibi tartışılabilir ancak asıl önemli olan siyasi irade ve makro plandır. Bu yaklaşımda, Hacettepe Üniversitesi'nde yürütülen Hidrojeoloji Mühendisliği Programının bu açıdan incelenmesinin yararlı olacağını belirterek konuşmamı sonlandıracağım.

Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL

Sayın Prof. Dr. Reşat ULUSAY, Üniversiteler evrensel olup, nitelikli meslek profesyonelleri yetiştirmek zorundadır. Farklı mühendislik dalları olsa da mühendisliğin olmazsa olmaz bir temel eğitimi vardır. Bu gerçekten hareketle Türkiye'de Jeoloji Mühendisliği özelinde nasıl bir eğitim öğretim planı hazırlamak gerekiyor? Bu konuya ilişkin düşüncelerinizi paylaşır mısınız?

Prof. Dr. Reşat ULUSAY

Değerli meslektaşlarım, konuşmama tarihsel olarak biraz geriye gidip Jeoloji Mühendisliği kavramının ve mesleğinin hangi süreçlerden geçerek geliştiği konusuna kısaca değinerek başlamak istiyorum.

İnşaat Mühendisliği bölümleri kurulduğunda (19. Yüzyılın sonları) eğitimde zemin özellikleri ve davranışı hakkında çok sınırlı bilgi veriliyor ve genellikle yumuşak zeminlerde inşa edilen yapıların temellerine ilişkin konulara değiniliyordu. Tünel, kanal, demiryolu, karayolu ve dolgu inşasında bilimsel girişimden yoksun ve ağırlıklı olarak deneyime dayalı olarak bilgi verilmekte idi. O dönemde Jeoloji eğitiminde dersler, Jeoloji'nin doğal unsurlarına (paleontoloji, mineraloji, petrografi, jeomorfoloji, jeolojik harita alımı vb.) odaklanılmıştı. Matematik, fizik, kimya konularında ise sınırlı bilgi veriliyor ve jeoloji öğrencilerine hiçbir mühendislik arka planı sağlanmıyordu. Teknik gereksinimler arttıkça ve yapı-zemin etkileşimi daha önemli hale geldikçe jeoloji bilgisine olan gereksinim de arttı, İnşaat Mühendisliği eğitimine jeoloji dersi kondu ve jeologlarla iş birliği başladı.



20. Yüzyıl'ın başları; büyük projelerde jeolojik girişimin kaçınılmaz olarak kabul edildiği, ancak JEOLJİ ve MÜHENDİSLİK arasında köprü kurma becerisine sahip profesyonellerin eksik olduğu bir dönem olarak bilinmektedir. 20. Yüzyıl'ın ikinci yarısında İnşaat Mühendisliği, Maden Mühendisliği ve Jeoloji Bölümlerinin bulunduğu birçok üniversitede; mühendislik ve jeoloji eğitimleri arasında bir uzlaşmaya varmayı amaçlayan ve ABD'de gelişen bir kavramla mühendislik ve temel jeoloji konulu derslerin sayısı arasında bir denge sağlanarak "Jeoloji Mühendisliği" eğitimi de başlatılmıştır.

20. yüzyılın başlarında "Mühendislik Jeoloğu" uygulamalı bir jeolog olup, "Mühendislik Jeolojisi" 20. yüzyılın ikinci yarısında inşaat mühendislerine danışmanlık yapacak jeoloji uzmanlarına olan talep arttıkça geniş çapta kabul görmüş ve Jeoloji Mühendisi ise, geniş bir uygulamalı jeoloji bilimi anlayışına sahip bir mühendis olarak eğitilmiş profesyoneldir. İlk bakışta "mühendis-

lik jeologu" ve "jeoloji mühendisi" terimleri eş anlamlı gibi görünmektedir. Çünkü bu iki terim, temelde aynı iki kelimeyi-"jeoloji" ve "mühendislik"- ters sırayla kullanılmaktadır. Ancak bu kullanımın, karışıklık yaratma potansiyeli taşıdığı gözardı edilmemelidir.

Erken dönem Jeoloji Mühendisleri; daha çok "Maden Mühendisleri" ve "Petrol Mühendisleri" ile birlikte arama ve üretim projelerinde çalışıyordu. II. Dünya savaşı sonrasında büyük inşaat projelerindeki artışla birlikte mühendislik jeolojisi deneyimine sahip Jeoloji Mühendislerine olan talep de arttı. Birçok Jeoloji Mühendisliği Eğitim Programı, bu talebe yanıt olarak, genellikle 'Mühendislik Jeolojisi', 'Maden Arama ve Geliştirme', 'Petrol Arama ve Geliştirme' gibi başlıklar altında başlıca üç seçeneği öğrencilere sunmaya başladı.

Türkiye'de ilk Jeoloji Mühendisliği programları İTÜ Maden Fakültesi'nde 1961 ve ODTÜ Mü-

hendislik Fakültesi'nde 1968 yılında açılmıştır. Ülkemizde toplam 208 üniversitenin ilgili fakültelerinde jeoloji mühendisliği bölümlerinin sayısı 32'ye yükselmiştir. Bununla birlikte, bölüm sayılarının da artmasıyla diğer bazı mühendislik bölümlerinde olduğu gibi, Jeoloji Mühendisliği bölümlerine olan talep giderek dikkat çekici şekilde azalmaya başlamış ve en son 2022- 2023 eğitim-öğretim yılında öğrenci alabilen bölüm sayısı 9'a ve kontenjanını dolduran bölüm sayısı ise 3'e düşmüştür. Bu son dönemde bölümlere toplam 322 öğrenci kayıt yaptırmış olup, tahsis edilen toplam kontenjan doldurulamamıştır.

Jeoloji Mühendisliği kavramının doğduğu ülke olan ABD'ne bakıldığında; Directory of Geology Departments / Department of Earth and Climate Sciences (tufts.edu)'ın Mayıs 2024 kayıtlarına göre günümüzde 342 milyon nüfusa sahip ABD'de Jeoloji Bölümlerinin sayısının 400'ün üzerinde olduğunu ve sadece 13 adet Jeoloji Mühendisliği bölümünün bulunduğunu görüyoruz. ABD'de ilk Jeoloji Mühendisliği Bölümü Colorado School of Mines (1936) ve son bölüm olan University of Texas at Austin ise 1998'de açılmıştır.

39 milyon nüfusa sahip Kanada'da ise, 24 adet Jeoloji bölümünde ve 8 adet Jeoloji Mühendisliği bölümünde eğitim-öğretim sürdürülmektedir. Kanada'nın farklı üniversitelerinde "Jeoloji Mühendisliği Bölümleri"nde okutulmakta olan dersler aşağıdaki dağılımı göstermektedir:

Jeoteknik mühendisliği (%5-10), Hidrojeoloji (%3-12), Jeomekanik (%3-14), Çevre Mühendisliği (%2-8), Jeofizik (%2-12), Kaynaklar (%3-12), Temel Mühendislik (%14-36), Matematik (%8-16), Temel Jeoloji (%12-32), Mühendislik ve Toplum (%2-5), İletişim (%2-6)

ABET akreditasyon kurumunun Jeoloji Mühendisliği Müfredat Gereksinimleri'ne göre esas aldığı derslerle ilgili ana konuların yüzde dağılımı da aşağıdaki gibidir.

- | | |
|---|-------|
| o Matematik/Temel Bilimler | %25 |
| o Mühendislik Bilimi | %25 |
| o Mühendislik Tasarımı | %12.5 |
| o Sosyal Bilimler | %12.5 |
| o Yeterlilik (bilgisayar, bilimsel laboratuvar araştırmaları, yazılı ve sözlü iletişim) | %25 |

Programın en az %20'si "Temel Jeoloji" (Fiziksel Jeoloji, Petrografi, Yapısal Jeoloji, Stratigrafi, Sedimentoloji,

Deprem Jeolojisi) derslerinden oluşmaktadır.

Jeoloji Mühendisliği eğitim programlarının,

- Jeoloji ve mühendislik konulu dersler arasında bir denge oluşturularak,
- Öğrencilerin beklentileri (diğer bir ifadeyle ders, laboratuvar ve arazi çalışması gibi konular arasında denge sağlanarak ve öğrenci beklentileri, öğretimin kalitesi ve istihdam beklentisi),
- Jeoloji Mühendisi istihdam eden işverenlerin beklentileri ve
- Ülke koşulları ve dünyadaki gelişmeler dikkate alınarak

hazırlanması halinde, Jeoloji Mühendisliği çeşitli kariyer fırsatları sunan dinamik bir meslek olarak hak ettiği ilgiyi daha çok çekebilir.

Jeoloji Mühendisliğinin günümüzde mühendislik uygulamalarındaki başlıca konularından biri "**Mühendislik Jeolojisi ve Yer Tekniği (Jeoteknik)**" tir. Bu konular inşaat, maden (maden jeotekniği), çevre ve petrol-doğal gaz (rezervuar mühendisliği) mühendisliği uygulamalarında yaygın bir kullanım alanı bulmuştur. Uçaklar havada, gemiler ise denizlerde görevlerini yerine getirirler bile, sonuçta yerdeki havalimanlarına inmek ve kıyılarda inşa edilmiş limanlara yanaşmak gibi durumlarının olduğu dikkate alındığında, mühendislik yapılarının yer yüzünde veya içinde inşa edilmelerinin zorunluluğu, dolayısıyla mühendislerin yapıların tasarımı, korunması ve hatasız şekilde inşa edilmeleri için jeoloji ve yerle ilgili mühendislik bilgilerinden yararlanmaları, dolayısıyla Jeoloji Mühendisleriyle birlikte çalışmaları gerekmektedir.

"**Hidrojeoloji**"; inşaat, maden (maden hidrojeolojisi) ve çevre mühendisliği uygulamalarında; insanoğlunun temel gereksinimlerinden biri olan suyun yeraltından çıkarılması, baraj, gölet vb. su yapılarından kaçak ve sızmaya karşı önlemlerin alınması, derin (temel, maden vb.) kazılardan suyun uzaklaştırılması ve suyun neden olduğu olumsuz durumlarda çözüm amacıyla başvurulmuş Jeoloji Mühendisliği'nin diğer başlıca alanlarından biridir. Ancak; Jeoloji Mühendisliği eğitim programlarında tek bir hidrojeoloji

dersinin verilmesi yeterli olmayıp, bu alana yönelmek isteyen öğrenciler için konuyla ilgili ders seçeneklerinin arttırılmasının hem gerekli hem de çok yararlı olacağı göz ardı edilmemelidir.

“Petrol- doğal gaz arama ve geliştirme” konusunda öğrencilerin bu alanda iş bulma olanaklarını sağlamak amacıyla daha geniş bir jeoloji mühendisliği temeli sağlanmalı, denizde ve karada petrol arama, jeotermal enerji vb. mühendislik problemlerinin çözümünde destek olunmalıdır.

“Mineral kaynaklarının aranması, geliştirilmesi ve ekonomisi”, Jeoloji Mühendisliği'nin metalik mineraller, endüstriyel hammaddeler, kaya agregalarının ve katı fosil yakıt yataklarının aranması ve geliştirilmesine odaklanan bir alanıdır. Başlangıçta bu konuyu öğretenlerin çoğu jeoloji ve mineral kaynakları deneyimine sahipti. Ancak daha sonra araştırma alanlarını mineral kaynaklarının geliştirilmesine ve ekonomisine de kaydirdılar. Bu gelişmenin bir sonucu olarak, günümüzde maden yatakları ve madencilik alanlarında **‘KAYNAK MÜHENDİSLİĞİ’** kavramı gelişmiş olup, mesleğin bu alt alanında verilen başlıca dersler olarak; Maden Yatakları ile ilgili dersler, Temel Madencilik, İstatistik, Matematik, Ekonomi vb. sayılabilir. Bu açıdan; ‘Mineral Kaynak Ekonomisi’ adlı dersin günümüzde Çin'deki tüm jeoloji bölümleri tarafından sunulan önemli bir ders olarak yerini aldığını da belirtmek isterim.

Dünyadaki gelişmelere ve yeni koşullara bakıldığında; Teknolojik İlerlemeler'e, Çevresel Kaygılar'a ve Toplumun Değişen Gereksinimleri'ne bağlı olarak Jeoloji Mühendisliğiyle de ilgili olan alanlara yenilerinin eklendiği görülebiliyor. İleriyeye bakıldığında, bu dinamik alanın gelecekteki yolunu belirleyecek bazı yeni birkaç eğilim ve gelişmeden kısaca örnek vermekte yarar görüyorum.

Küresel mineral ve doğal kaynak talebi giderek artmakta ve bu kaynakların sürdürülebilir çıkarım/kazanım yöntemlerine olan gereksinim de artış göstermektedir. Bu nedenle Kaynakların Sürdürülebilir İşletilmesi giderek önem kazanmış olup, bu kapsamda çevresel etkiyi en aza indiren yeni yöntemler ve yaklaşımların geliştirilmesine, daha verimli sondaj yöntemlerinin veya yer kabuğunun derinliklerinde ya da deniz tabanının altındaki kaynakların araştırılmasına

da gereksinim duyulmaktadır.

Giderek artan ve insanlığı oldukça hissedilir şekilde tehdit etmeye devam eden “iklim değişikliği etkileri”ne karşı; örneğin yükselen deniz seviyelerine karşı kıyı savunma stratejileri ve karbondioksitin yeraltında güvenli bir şekilde tutulduğu depolama projeleri gibi projeler önem kazanmaktadır. Bu tür projelerde Jeoloji Mühendisliği'nin biraz önce belirttiğim alt dallarının pek çoğundan yararlanılmasının gerektiği kuşkusuz yadsınamaz.

Jeoloji Mühendisliği eğitiminin ve eğitim programlarının değerlendirilmesi kapsamında eğitiminin ve eğitim programlarının geliştirilmesini ve güncellenmesini etkileyen başlıca faktörlerin de değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Bunlardan biri,

“Bölümlerin geliştirilmesiyle ilgili bölümler tarafından duyulan kaygının düzeyi” olup, birbirleriyle ilişkili olan diğer ikisi ise;

“Ülkenin ihtiyacı olan Jeoloji Mühendisi sayısı konusunda yeterli değerlendirme ve planlama yapılmaksızın farklı yerleşimlerdeki üniversitelerde Jeoloji Mühendisliği bölümlerinin açılması ve bunların sayısının kontrolsüz şekilde arttırılması” ve “Bu bölümlerde daha verimli ve etkin bir eğitimin yapılabilmesi amacıyla kontenjanların azaltılması, laboratuvar, derslik ve araştırma olanaklarının geliştirilmesi ve akademik personel gereksinimi yönünde bölümlerce yapılan taleplerin dikkate alınmaması” olarak sıralanabilir.

Burada “Bölümlerin geliştirilmesiyle ilgili bölümler tarafından duyulan “kaygının düzeyi” ifadesinde “kaygı” sözcüğüyle vurgulamak istediğim husus “endişe” anlamında olmayıp, aksine bölüm akademik personelinin bölümlerinin geliştirilmesi, teknolojik gelişmelere ayak uydurabilecek içerikte bir eğitim programına sahip olması vb. gibi olumlu koşullara zaman yitirilmeden ulaşılabilmesi amacıyla sergileyecekleri çabalar kastedilmektedir. Bu amaçla bazı ülkelerde akreditasyon çalışmalarını yürüten, örneğin ABD'de ABET gibi kuruluşlar, faaliyet göstermektedir. Ülkemizde de benzer şekilde Mühendislik Bölümlerinin akreditasyonu amacıyla 2002 yılında MÜDEK (Mühendislik Eğitim Programları Değerlendirme ve Akreditasyon Derneği) kurulmuş ve üniversitelerce talep edilmesi halen mühendislik bölümleriyle ilgili ak-



reditasyon çalışmalarını yürütmektedir. Ancak bölümlerin geliştirilmesinde her bölümün bu konuda ne kadar istekli olduğu, yani bölüm akademik kadrosunun iyileştirme kaygısının hangi düzeyde olduğu önemlidir. MÜDEK öncesinde bu konuda Jeoloji Mühendisleri Odası'nın Jeoloji Mühendisliği Bölüm başkanlarını davet ederek ilkinin Ürgüp'te yaptığı konuyla ilgili toplantı ve devamında bir konsensus sağlanamadığı hafızalarımızdadır. Yine MÜDEK öncesinde herhangi bir akreditasyon kurumuna başvurulmadan bazı bölümlerde bu konuda girişimler olmuşsa da toplantılar sırasında "verilen ders sayısının ve saatinin azalacağı" ve "diğer nedenlerden" dolayı eğitimin geliştirilmesi konusundaki kaygılar yerini kişisel kaygılara bırakmış, dolayısıyla bölümlerin doğrudan kendisi tarafından yapılan bu girişimler sonuçsuz kalmıştır.

Bu üç faktörün yanı sıra, bir süredir Jeoloji Mühendisliği bölümlerine dikkat çekici şekilde düşük sayıda öğrencinin kaydolmasına etki eden

faktörlerden aşağıda sıralamak mümkündür.

- o Orta öğretimde 1970'lere değin verilen "Jeoloji" dersinin artık verilmiyor olması nedeniyle de "Ortaöğretim öğrencilerinin Jeoloji ve Jeoloji Mühendisliği konusunda bilgilerinin olmaması sonucu Jeoloji Mühendisliği Bölümlerini tercih eden öğrencilerin yaklaşık %60'ından fazlasının üniversitedeki ilk yıllarının sonuna kadar bu meslek hakkında net bir fikre sahip olmamaları,
- o İşverenlerin ve bu bölüme girecek öğrencilerin jeoloji mühendisliğinde çoklu disipline sahip bir eğitimin söz konusu olduğu ve mezunların çalışabilecekleri alanlar hakkındaki bilgi eksikliği,
- o Yüksek teknolojiyi konu alan mühendislik programlarının (örneğin, elektrik, bilgisayar ve makine mühendislikleri gibi) daha yüksek profile sahip olmaları ve öğrencileri daha çok cezbetmeleri.



Bu panele konu olan Jeoloji Mühendisliğinde Eğitim Programlarının sınırlı sürede gerçekleştirilmesi gereken bir panelde çözülmesini beklemek kuşkusuz mümkün değildir. Ancak uzun yıllardır bu konunun çeşitli platformlarda tartışılmasına rağmen, beraberinde öğrencilerin Jeoloji Mühendisliği Bölümlerine olan ilginin önemli düzeyde azalmış olması probleminin de eklenmesiyle sorunun daha büyük boyutlara eriştiği açıktır. Bu sorunlara çözüm getirci çalışmaların daha yoğun şekilde gerçekleştirilmesi dileğiyle, başarılı bir Jeoloji Mühendisliği eğitim programının; gerekli mühendislik ve jeoloji derslerinin yanı sıra, “JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ EĞİTİMİNİN TAŞIYICI KOLONLARI” olarak kabul edilen “kaya”, “zemin” ve “suyun” malzeme özellikleri ile farklı koşullar altındaki davranışlarının iyi anlaşılmasını sağlayacak şekilde kurgulanması gerektiğini hatırlatarak sözlerimi burada bitiriyorum.

Beni dinlediğiniz ve sabrınız için teşekkür ediyorum.

Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL

Değerli panelistlerimizin söyledikleri, salondaki

farklı yaşlardan ve sektörden katılımcılar ile üniversite öğretim üyelerinin görüş ve önerilerine göre kısa bir değerlendirme yapacağım. İnanıyorum ki panelde jeoloji mühendisliği eğitiminin sorunları yeterince vurgulandı ve çözüme yönelik öneriler de getirildi. Önümüzdeki dönemde buradan çıkan görüşleri bir rapor haline getirip bu toplantıya katılamayan meslektaşlarımızla paylaşmak, görüşlerini almak, meslek odamızın da desteğini alarak gerekirse başka platformlarda bu konuyu cesaretle ve eleştirel olarak tartışarak olgunlaştıralım istiyorum.

Jeoloji Mühendisliğinin hem üniversite kapısında bekleyen gençler açısından hem de toplumdaki algısı ile diğer meslek grupları arasında albenisi azaldı. Bu tespite katılır mısınız bilemiyorum, ama cazibesini yitirmiş bir mesleğin mensupları olduğumuz bir gerçektir.

Bu duruma gelinmesinin nedenlerini panelistler ve katılımcılar tarafından;

- o Cumhuriyet döneminin başlangıç yıllarında gelişmeye başlayan ve övünç kaynağı üniversitelerimizin sayılarının artmasıyla niteliğin düşmesi,
- o Ülkemizde; bazen sayıları yetersiz öğre-

- tim kadrosu, bazen yetersiz altyapı ile çok sayıda üniversite ve bölümlerin açılması,
- o Öğrencilerin özellikle özel üniversitelerde düşük puanlarla cazibesi daha yüksek bölümleri tercih etmesi,
 - o Jeoloji mühendisliği ve yerbilimlerinin diğer bölümlerinde nitelikte zafiyetlerin oluşması, dolayısıyla, sektörün beklentileri ile mühendisin yetişmişliğinin örtüşmemesi,
 - o Aşırı mezun sayısı, meslektaşlarımızın yüksek işsizlik oranı,
 - o Çalışma koşullarının zor ve ücretlerin aynı sektörde çalışan diğer mühendislik disiplinlerine göre düşük olması,
 - o Kamuda ve özel sektörde istihdam edilen yerbilimleri mühendislerinin sayısının giderek azalması.
 - o İnşaat sektöründe istikrar eksikliği ve yeni mezunlara şans verip yetiştirme vizyonu eksikliği,
 - o Yerbilimlerinin kendi ve diğer meslek grupları arasında yetkinlik tartışması vb.

olarak gösterilmiştir.

Kanımca bu nedenler arasında öncelikle üzerinde durulması gereken konu; Sevgili Mehmet Ekmekçi hocamızın yönelttiği soru; Bölümler açıldı da altını doldurduk mu? ... ve yine kullandığı kavram; “Bilimsel Eğitim”... Bilimsel eğitimi veren eğitimciler var mı? Bilimsel eğitim nedir? Bilimsel eğitim ezberci eğitimden ziyade, öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini geliştirmeyi, veri üretmeyi, veriyi analiz etmeyi ve bilgiye dönüştürmeyi, bilgiyi uygulamaya aktarmayı ve proje yapmayı öğreten bir eğitimdir. Bunun da altyapısı ve koşulları vardır. Üniversitelerimizin jeoloji mühendisliği bölümlerinde bilimsel eğitim yapmak zorundayız.

Geleneksel Jeoloji eğitiminden Jeoloji mühendisliği eğitimine olan talep ve giden yol Sayın Reşat Ulusay hocamız tarafından farklı ülkelerden örneklerle açıklandı. Ülke olarak; paydaşlarımızın beklentileri, mevcut bölümlerimizin eğitim-öğretim alt yapısı, akademik kadrosu ve bölgesel dinamikleri de göz önüne alarak, jeoloji mühendisliği eğitimini güçlendirmeliyiz.

Günümüzde üniversitelerimizde 34 jeoloji mühendisliği bölümü bulunmakta olup, bildiğim kadarıyla henüz kapanan bölüm yoktur. YÖK kapattım demeden mevcut akademik kadrolarının da bölümlerinin aktif hale çözüm alterna-

tifleri üretmesi beklenmektedir. Ama önce şu soruyu kendimize yöneltmeliyiz... “bizim ne kadar jeoloji mühendisine ihtiyacımız var?” Sorusunun gerçek yanıtına göre bir değerlendirme yapmamız gerekiyor. Eğer jeoloji mühendisliği bölümlerine karar verilirse yeni ders planları hazırlanmalıdır. Panelistlerimiz de söylediler. Bölüm ders planında %20-25 oranında temel mühendislik ve temel jeoloji dersleri olmadan mühendislik olamaz. Yer biliminin yanına temel mühendislik dersleri ve paydaş kurum ve kuruluşların farklı sorunlarını gerçek anlamda çözmeye yönelik derslerin planda yer alması gerekir. Örneğin; maden kaynaklarının aranması ve kazanımı, doğal afetlere dirençli kentler ve mühendislik yapıları, mekansal planlama, mühendislik jeolojisi, jeoteknik ve çevresel jeoloji vb. konularda ihtisaslaşmış jeoloji mühendisliği bölümlerine ihtiyacımız olduğunu anlaşılmaktadır. Jeoloji mühendisliği bölümleri içerisinde bazı bölümlerde dünyadaki gelişmeleri izleyip onlara uygun şekilde eğitim-öğretim planlarını yenileyip ilgili kurumlara, makamlara iletirsek sonuç alabiliriz diye düşünüyorum. Ama hiç kimse kendi bölümünü ve kendi geleceğini öncelememelidir. Dinleyicilerden bir arkadaşımızın “... kendi çocuğunuzu jeoloji mühendisliği bölümüne gönderir misiniz” şeklinde bir yaklaşımı çok yerindeydi. Üniversite evrenseldir. Evrensel ihtiyaçları gözeterek mevcut imkânlarla bölümlerimizde neler yapılabileceğini ayrıntılı olarak düşünelim ve ortak bir görüş oluşturalım.

Bu aşamada öncelikle derlenen bu panel raporunu Yer Mühendisliği dergimiz de yayınlamak sempozyuma katılmayan meslektaşlarımızın da görüşlerini almayı hedefliyoruz. İlerleyen zamanda bir komisyon kurularak jeoloji mühendisliği bölümleri ile ilgili kamu kurumları ile özel sektörün de görüşlerini alarak jeoloji mühendisliği eğitimine ilişkin geniş katılımlı bir görüş oluşturmak istiyoruz.

Değerli panelistlerimize ve siz değerli meslektaşlarımıza katılım ve katkılarınız için çok teşekkür ediyoruz.

Stant Açarak Sempozyuma Destek Olan Kurum ve Kuruluşlar

IAEG, YEG ve MühJeoDer'in standı

6-8 Haziran tarihlerinde Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi'nde gerçekleştirilen MÜHJEO'2024 Sempozyumu kapsamında, Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Birliği (IAEG), Mühendislik Jeolojisi Derneği (MühJeoDer) ve Genç Mühendislik Jeologları (YEG) için önemli bir buluşma noktası olmuştur.

Sempozyum kapsamında, IAEG, YEG ve MühJeoDer'in tanıtımı ve desteklenmesi amacıyla özel olarak kurulan stand büyük ilgi toplamıştır. Bu stand özellikle genç mühendislik jeologlarının bir araya gelip etkileşimde bulunabileceği önemli bir platform olmuştur. Standta, genç meslektaşlar dernekle ilgili daha fazla bilgi edinme fırsatı bulmuş, derneğin faaliyetleri hakkında detaylı bilgilendirme yapılmış, broşür ve hediyelikler dağıtılmıştır. Sempozyum boyunca standta farklı yaş grubundan katılımcılar arasında aktif bir iletişim ortamı sağlanmıştır. Kıdemli meslektaşlar ve hocalarımız sektördeki deneyimlerini paylaşıırken, genç mühendislerin karşılaştığı zorluklar da tartışılmıştır. Bu sayede, sektördeki yenilikler ve kariyer olanakları konusunda bilgi alışverişi yapılmış ve gençlerin mesleki gelişimine katkıda bulunulmuştur.

Etkinlik ardından, YEG Türkiye LinkedIn hesabından MÜHJEO'2024 Sempozyumu'na dair fotoğraflar paylaşılmıştır. Bu sayede, etkinlikteki atmosferi ve derneğin etkinliklere katılımını sosyal medya üzerinden de duyurulmuştur.

MÜHJEO'2024 Sempozyumu'na katılan ve herkese teşekkür ederiz. Önümüzdeki etkinliklerde bir araya gelmek dileğiyle.



IAEG, YEG ve MühJeoDer Standı





GEOGRUP Standı



Dimin Madencilik standı



Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Kültürel Miras Dijital Belgeleme Eğitim, Uygulama ve Araştırma Merkezi



Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü standı

MÜHJEO'2024

Teknik Gezisi Düzenlendi

Sempozyumun üçüncü günü (8 Haziran 2024, Cumartesi) Kapadokya bölgesinin görece daha az bilinen fakat bölge açısından oldukça önemli olduğunu düşündüğümüz Soğanlı Vadisi, Derinkuyu Yeraltışehri ve Kayaşehir duraklarından oluşan bir rota üzerinde teknik gezi düzenlenmiştir. Söz konusu rota tarihi, kültürel ve doğal miraslarda karşılaşılan mühendislik jeolojisi problemlerinin de yerinde görme imkânı sağladığından ayrıca önemlidir.

Soğanlı Vadisi

Sempozyum Teknik Gezi programının kapsamında 8 Haziran 2024 günü öğleden önce Nevşehir, Kayseri ve Niğde il sınırlarının kesişimin de yer alan Soğanlı Vadisi ziyaret edilmiştir. Kayse-

ri'ye 80 kilometre uzaklıkta, binlerce yıldır farklı hayatlara tanıklık eden yeşillikler içerisindeki Soğanlı Vadisi, güvercinlik, mağara, barınak, kilise ve manastır olarak kullanılan ilginç kaya oluşumlarına ev sahipliği yapmaktadır. Soğanlı Vadisi'nde sayılan 50'ye yakın kaya içerisindeki mağaralarda kiliseler bulunmaktadır. İki kısımdan oluşan Soğanlı Vadisi'ne Roma döneminden itibaren devamlı olarak yerleşilmiştir. Vadi yamaçlarında yer alan kaya konilerini Romalılar mezarlık, Bizanslılar da kilise olarak kullanmışlardır. Kilise freskleri açısından 9.- 13. yüzyıllara tarihlendirilmektedir. Coğrafi olarak çok ilginç bir yapısı olan Soğanlı vadisinin en ünlü kiliseleri; Aziz Barbara (Tahtalı), Karabaş, Kubbeli ve Yılanlı kiliseleridir (www.kayserikulturturizm.gov.tr). Tarihi ve kültürel özelliklerinden ötürü, Soğanlı Ören Yeri sit sınırları içerisinde yer almaktadır.



Soğanlı Ören Yeri Genel Görünümü



Soğanlı Ören Yeri ve Teknik Gezi Heyet

Bölgede meydana gelen kaya düşmelerinden dolayı farklı dönemlerde afete maruz bölge kararları alınmış ve Soğanlı ören yerinde yaşayan bölge sakinleri tahliye edilmiştir. Dik ignimbirit yamaçlarından kaynaklanan kaya düşmeleri ve zayıf kaya kütleleri içerisinde açılmış olan çeşitli boyutlardaki yeraltı boşluklarında meydana gelen çökmeler başlıca afet nedenlerini oluşturmaktadır.

Bu noktada katılımcılara Kapadokya bölgesinde birçok tarihi ve kültürel mirası tehdit eden kaya

düşmelerinin oluşum mekanizmaları ve mühendislik jeolojisi açısından etkileri hakkında bilgi verilmiştir. Soğanlı ören yeri ve yakın çevresinin jeolojisini Alt Pliyosen-Üst Miyosen yaşlı piroklastik ve volkanosedimanter kayalar oluşturmaktadır. Soğanlı vadisini oluşturan yamaçların en üst kesimleri Kızılkaya ignimbiritleri ile temsil edilmektedir. Kızılkaya ignimbiritleri yaklaşık 30 m yüksekliğinde ve düşeye yakın bir morfoloji sunmaktadır. Düşey soğuma çatlaklarının yoğun olarak gözlemlendiği Kızılkaya ignimbiritleri bölgede ana kaya düşmesi kaynak zonunu oluş-



Teknik Gezi Heyeti Yürüyüş Sırasında



Teknik Gezi Heyeti ve Soğanlı Ören Yeri



Saklı Kilise ve kalın volkano-sedimanter istif içerisindeki Kızılkaya İgnimbiritleri (Soğanlı Vadisi)

turmaktadır. Bu kaynak alandan ayrılan bloklar soğanlı vadisinin nerdeyse tamamında ciddi bir risk oluşturmaktadır.

Daha sonra Teknik Gezi Heyeti, tarihi köyün içerisinden geçen rotayı takip ederek bir yürüyüş gerçekleştirmiştir. Bu yürüyüş sırasında öncelikle Saklı ve Kubbeli kilise ziyaret edilmiş, daha sonra Yılanlı ve Karabaş kiliseleri görülmüştür.

Derinkuyu

Teknik Gezinin ikinci durağı Nevşehir ilinin Derinkuyu ilçesi olmuştur. Öncelikle öğle yemeği için ilçenin 7.0 km batısında yer alan Suvermez kasabasında yer alan NEVÜ Derinkuyu Emine-



Derinkuyu Emineana ve Yaşar Ertaş Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu Ziyareti

ana ve Yaşar Ertaş Tarım ve Hayvancılık Meslek Yüksekokulu ziyaret edilmiştir. Teknik Gezi Heyeti burada Sayın Hamza ERTAŞ tarafından karşılanmış ve kendisi teknik gezi heyetine öğle yemeği ikramında bulunmuştur. Öğle yemeği sonrası Derinkuyu YeraltıŞehri ziyaret edilmiştir.

Asur Kolonilerinin de izlerini taşıyan Derinkuyu Yeraltı Şehri'nde II. yüzyılda Roma zulmünden kaçıp Mezopotamya üzerinden Kayseri'ye, oradan da Kapadokya'ya gelen ilk Hristiyanların yaşadığı biliniyor. 1830'lara kadar Kapadokya Derinkuyu bölgesinde yer üstünde bile yerleşim yokmuş. Bir tesadüf eseri 1963 yılında bulunan ve 1967 yılında ziyarete açılan Derinkuyu Yeraltı Şehri adını 60-70 metre derindeki 52 içme



Derinkuyu YeraltıŞehri Ziyareti



Kayaşehir girişinde yetkililer tarafından yapılan bilgilendirme



Teknik Gezi Heyeti Suvermez Kasabasında

suyu kuyusundan almış. O tarihten bu yana toplamda 4 kilometrekarelik alanın sadece 2,5 kilometrekarelik 8 katı temizlenip ziyarete açılmış. Ziyarete açılan 8 katın derinliği 50 metreyken, tüm katlarının temizlenmesi halinde derinliğin 85 metreyi bulacağı ve kat sayısının 12-13'e ulaşacağı tahmin ediliyor (<http://www.nevsehir.gov.tr>). Burada Derinkuyu YeraltıŞehri ile ilgili birçok çalışması olan ve derneğimiz üyesi Prof. Dr. Ömer AYDAN tarafından katılımcılara bazı aktarımlarda bulunulmuştur.

Kayaşehir

Teknik gezinin son durağı Nevşehir kent merkezinde yer alan ve 2014 yılında kentsel dönüşüm çalışmaları sırasında açığa çıkarılan yeraltı şehri ziyaret edilmiştir. Kayaşehir olarak adlandırılan bölge, 437 bin metre karelik bir alanı kapsayan dünyanın en büyük kaya oyma yamaç yerleşim merkezi olarak kabul edilmektedir. Kayaşehir 6. yüzyıldan günümüze taşıdığı yaşam izleriyle, içinde kaya oyma bezirhaneler, şirahaneler, tüneller, mezar odaları, su yolları, kamusal alanlar, yaşam alanları, iş atölyeleri (işlik), havalandırma



Kayaşehir genel görünüm

tünelleri, kaya oyma kilise ve manastırı barındırmaktadır. Bölgedeki en kötü kaya kütle kalitesine sahip ignimbirit ve volkano-sedimanter seviyeler içerisine açılmış olan yeraltı şehri taşımış olduğu risklerden dolayı kısmen ziyarete açılmış olup, teknik gezi heyeti tarafından izin alınarak gezi rotası dışında kalan ve önemli mühendislik

jeolojisi problemleri sergileyen bazı kaya oyma mekânlarda ziyaret edilmiştir. Özellikle "At Ahır" olarak adlandırılan kaya oyma mekân içerisinde meydana gelen duraysızlık katılımcıların oldukça dikkati çekmiş ve çeşitli bilimsel değerlendirmelerde bulunulmuştur.



Kayaşehir'de bulunan kaya oyma mekan içerisinde görünüm



Kaya oyma mekan (At Ahır) içerisinde meydana gelen kaya kütle yenilmesi

Yusufeli Barajı'nda Dolusavak Testi Başarıyla Gerçekleştirildi

Yusufeli Barajı, 275 metre yüksekliğe sahip olup ülkemizin en yüksek, dünyanın ise “çift eğrilikli beton kemer gövde” sınıfında en yüksek beşinci barajı konumunda bulunuyor. 22 Kasım 2022 tarihinde su tutmaya başlayan Yusufeli Barajı'nda tünelli ve üstten aşmalı olmak üzere iki adet dolusavak sistemi bulunuyor. Dolusavaklar barajın depolama kapasitesinin üzerinde olan akımları güvenli bir şekilde nehir yatağına tahliye eden üniteler olarak görev yapıyor. 25.07.2024 tarihinde üstten aşmalı dolusavak testi tam yükte gerçekleştirildi.

DSİ Genel Müdürü Mehmet Akif Balta: “Türkiye barajlar konusunda dünyada saygın bir yere sahiptir”. Tam yükte gerçekleştirilen üstten aşmalı dolusavak testinde açıklamalarda bulunan DSİ Genel Müdürü Mehmet Akif Balta; “Dolusavakların temel amacı, feyezan akımlarının barajın depolama kapasitesinin



üzerinde olduğu durumlarda, baraj rezervuarını sağlıklı şekilde terk etmesi için yapılan mühendislik yapılarıdır. İşte bugün, böyle bir zorunluluk ortaya çıktığında Yusufeli Barajı'ndaki dolusavakların çalışma durumunu göreceğiz ve test edeceğiz. Türkiye'nin 1936'da Çubuk Barajı ile başlayan baraj mühendisliği yolculuğu tamamıyla Türk mühendis ve işçisinin eseri olan Atatürk Barajı ve Hidroelektrik Santrali'nin yapımıyla olgunluğunun zirvesine ulaşmıştır” dedi.

Atatürk Barajı'ndan Ekonomiye Dev Katkı

25 Temmuz 1992 yılında düzenlenen merasimle açılışı yapılan Atatürk Barajı ve Hidroelektrik Santrali (Atatürk Barajı) başta hidroelektrik enerji ve tarımsal sulama olmak üzere faaliyet gösterdiği alanlarda ülke ekonomisine her yıl yaklaşık 1,7 milyar ABD doları katkı sağlıyor.

Atatürk Barajı gerek boyutları gerekse ekonomik ve sosyal faydaları açısından Türkiye Cumhuriyeti'nin hayata geçirdiği en büyük yatırımlar arasında yer alıyor. Tamamıyla Türk mühendis ve işçisinin emek ve alın teriyle ülkemize kazandırılan bu abidevi eser, ismine yakışır şekilde ülkemizin ve Avrupa'nın en büyük barajı unvanına sahip ve dünyanın sayılı mühendislik yapıları arasında bulunuyor. Elektrik kurulu gücü, gövde dolgu hacmi ve baraj gölü açısından ülkemizde ve Avrupa'da Atatürk Barajı'ndan daha büyüğü bulunmuyor. Atatürk Barajı dünya çapında da taşkın kontrol hacmi bakımından üçüncü, gövde dolgu hacmi bakımından ise altıncı sırada yer alıyor.

DSİ tarafından 1983 yılında inşaatına başlanılan Atatürk Barajı'nda 13 Ocak 1990 tarihinde su tutulmaya başlandı ve zamanla bölge halkının “deniz” olarak andığı 817 kilometre-



karelik devasa baraj gölü ortaya çıktı. İnsan eliyle yapılmış olmasına rağmen Atatürk Baraj Gölü; Van Gölü ve Tuz Gölü gibi doğal göllerin ardından ülkemizin en büyük üçüncü gölü oldu. Atatürk Barajı, depoladığı su miktarı açısından da eşsiz bir konumda bulunuyor. Baraj rezervuarında depolanan 48,7 milyar metreküp su, ülkemizin toplam su depolama kapasitesinin yaklaşık %26'sını oluşturuyor. Bu müthiş su kütlesi, başta hidroelektrik enerji üretimi ve tarım olmak üzere; su ürünleri üretimi, ulaşım, su yolu taşımacılığı ve turizm gibi sektörlerin hizmetine sunuluyor.

Atatürk Barajı dönemin Cumhurbaşkanı Turgut Özal ve Başbakan Süleyman Demirel'in yanı sıra çok sayıda yabancı devlet başkanı ve üst düzey yetkilisinin katılımıyla 25 Temmuz 1992 tarihinde düzenlenen merasimle hizmete açıldı ve ilk ünite devreye alınarak tesis elektrik enerjisi üretimine başladı. Atatürk Barajı'nın 8 türbinden oluşan hidroelektrik santrali toplam 2400 MW kurulu güce sahiptir. Son türbinin 10 Eylül 1994 tarihinde devreye alınmasıyla birlikte tesis tam kapasite elektrik üretimine başladı. Atatürk Barajı ve HES yıllık 8,9 milyar kilovatsaat elektrik enerjisi üretim

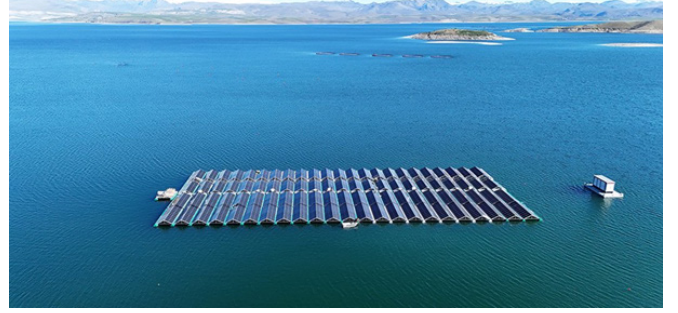
kapasitesine sahiptir. Dev tesis bu özelliği ile ülkemizin ve Avrupa'nın en büyük hidroelektrik santrali konumunda bulunuyor. Atatürk Barajı ilk türbinin devreye alınarak enerji üretmeye başladığı 1992 yılından bu yana toplam yaklaşık 210 milyar kilovatsaat elektrik enerjisi üreterek, milli ekonomiye yalnızca elektrik enerjisi üretiminden yaklaşık 500 milyar TL, tarımsal sulamadan ise ülke ekonomisine toplam yaklaşık 423 milyar TL katkı sağladı.

Ayrıca Atatürk Baraj Gölünde çeşitli türlerde balık yetiştiriciliği ve avcılık da yapılıyor. Özellikle sazan türü balıklar yetiştirilerek bölgenin gıda çeşitliliğine ve yeni iş alanlarına kavuşmasına katkı sağlanıyor. Bunun yanında baraj gölünün çeşitli kesimlerinde tesis edilen iskeleler vasıtasıyla hem yolcu hem de yük taşımacılığı yapılıyor. Atatürk Barajı her yıl yerli ve yabancı binlerce turisti de ağırlıyor. Atatürk Barajı'nın, enerji ve tarımsal sulama başta olmak üzere taşkın kontrol ve diğer gelir getirici faaliyetlerle birlikte milli ekonomiye her yıl yaklaşık 1,7 milyar ABD doları tutarında katkı sağladığı hesaplanıyor. Bu katkı sulama sahasının tamamına su iletilmesiyle daha da artacak.

Yüzer GES'lerle Hem Temiz Enerji Hem Su Tasarrufu

Baraj rezervuarlarında su yüzeyine kurulacak, 'Yüzer Güneş Enerji Sistemleri' (Yüzer GES) büyük ve temiz bir enerji potansiyelinin yanı sıra önemli miktarda su tasarrufu vadediyor. Baraj ve göletlerin rezervuar yüzey alanlarının fotovoltaik panellerle kaplanması suretiyle oluşturulan Yüzer GES'ler, bir yandan temiz ve yenilenebilir elektrik enerjisi üretirken bir yandan da buharlaşmadan kaynaklanan su kayıplarının önüne geçecek. Bu çerçevede ülkemizin ilk Yüzer GES'inin kurulumu Keban Barajı rezervuarında tamamlanarak bu alanda önemli bir adım atıldı. DSİ, Elazığ Kuzova Pompaj Sulamasının enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla Keban Barajı göl yüzeyinde yaklaşık 1 MW kurulu güce sahip "Yüzer GES" in kurulumunu tamamlayarak ülkemizde bu alanda ilk adımı atmış oldu. Kuzova Yüzer GES AR-GE Projesi, Yüzer GES tesisinde üretilen enerjinin tarımsal üretimde kullanılması ve AR-GE faaliyetleri içermesi bakımından ülkemizin "İlk Yüzer GES Projesi" olarak öne çıkıyor.

Tarım ve Orman Bakanı İbrahim Yumaklı, Kuzova Yüzer GES AR-GE Projesi ile alakalı açıklamalarda bulundu. Bakan Yumaklı, Keban Barajı göl alanında dört blok halinde tesis edilen Kuzova Yüzer GES'in, 6 dönümlük bir alanda 1840 adet güneş panelinden oluştuğunu kaydetti. Kuzova Yüzer GES'in, AR-GE



faaliyetlerinin yanı sıra DSİ tarafından hayata geçirilen Kuzova Pompaj Sulamasının enerji ihtiyacının karşılanmasına da katkı vereceğini dile getiren Yumaklı, su kaynağı Keban Barajı gölü olan Kuzova Pompaj Sulamasından yedi adet köyün faydalanmakta olduğunu ve toplam 4 bin 783 hektar arazinin sulandığını aktardı. Pompaj sulamasının ihtiyaç duyduğu elektrik enerjisinin bir kısmını karşılayacak olan Kuzova Yüzer GES'in, yıllık 1 milyon 806 bin kilovatsaat elektrik enerjisi üreteceğini kaydeden Yumaklı, bu üretimin ekonomik karşılığının 5,6 milyon TL olduğunu söyledi. Keban Barajı rezervuarında tesis edilen pilot Yüzer GES projesinde, tesis kurulumu öncesinde ve sonrasında su kalitesi ve sucul yaşamdaki değişimlerin izlenmesi amacıyla bilimsel çalışmalar yapıldığını belirten Yumaklı, "Bu kapsamda Ekim, Kasım, Aralık ve Ocak aylarında beş noktadan ve üç farklı derinlikten numune alımları yapıldı. Su Kalitesi İzleme çalışmaları Kocaeli Üniversitesi Biyoloji Bölümü'nde görevli olan akademisyenlerden kurulu bir ekip tarafından gerçekleştiriliyor. 4 bin 783 hektar sahaya hizmet veren Kuzova Pompaj Sulamasının enerji ihtiyacının karşılanması amacıyla DSİ tarafından bir adet Karasal GES tesisinin kurulumu tamamlandı, 2 MW kurulu güce sahip tesis ile çiftçilerin enerji masraflarının azaltılması sağlanacak, tesisin yıllık üretim kapasitesi 4 milyon 220 bin kilovatsaat. Bu enerjinin ekonomik karşılığı ise 13,2 milyon TL." dedi.



OBRUK ENVANTER ÇALIŞMALARINI VE ARAŞTIRMA YÖNTEMLERİ



Prof. Dr. Fetullah ARIK

Konya Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
Konya

Alper DÜLGER

Konya Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
Konya

1. GİRİŞ

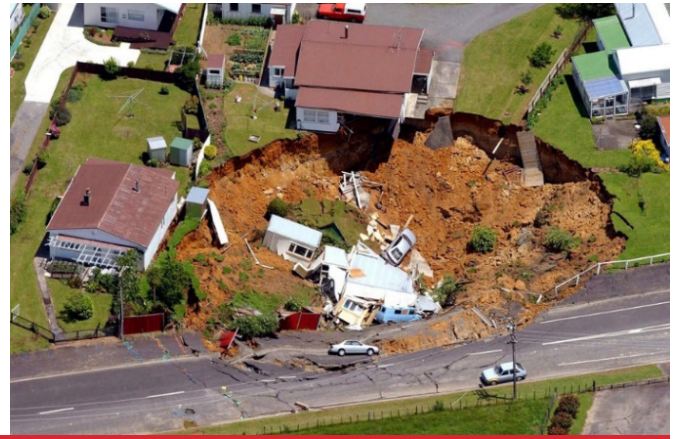
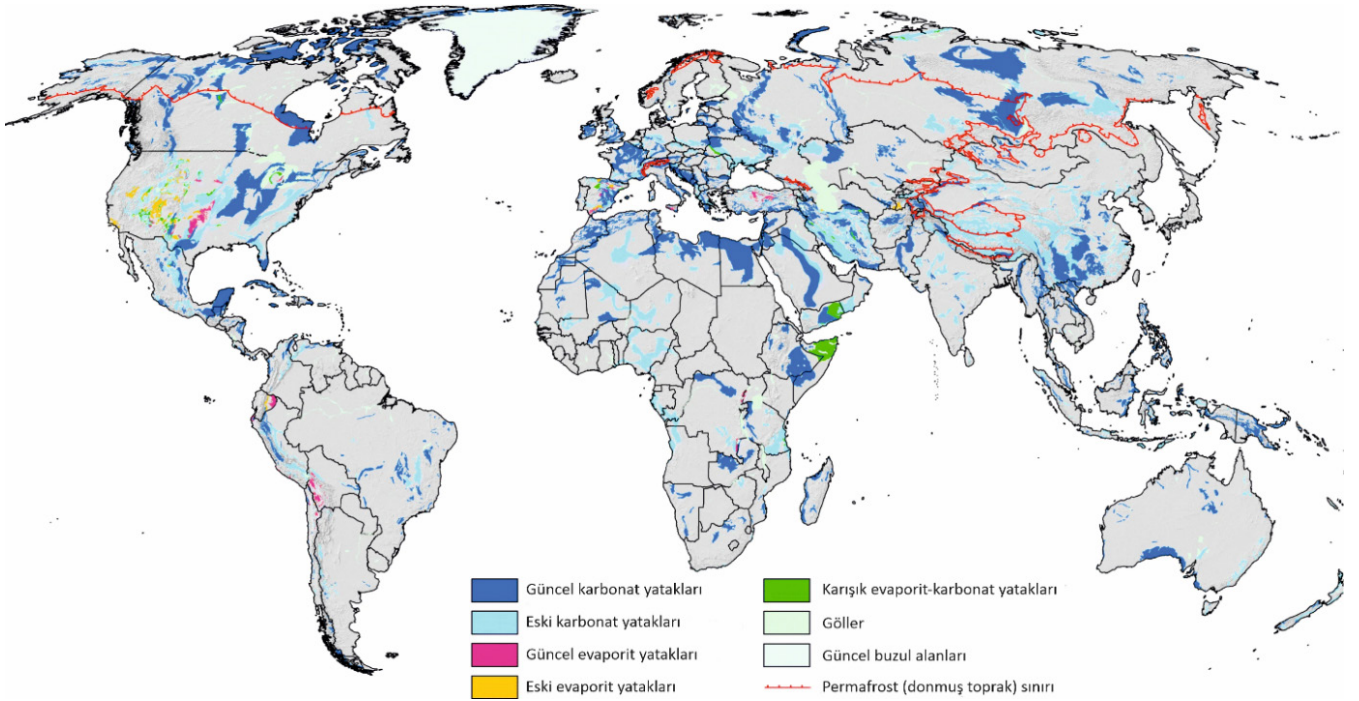
Karbonatlı ve evaporitik kayaların yaygın olduğu karstik alanların karakteristik yer şekillerinden biri olan dairesel ya da yarı dairesel çökme yapıları, Slav dillerinde ve Avrupalı jeomorfoloqlar tarafından dolin (dolina), Amerikalı araştırmacılar ile mühendislik ve çevre araştırmacıları tarafından ise sinkhole olarak tanımlanmaktadır. Türkçe’de her iki tanımlamayı da kapsayacak şekilde kullanılan Obruk terimi ise genellikle dairesel geometrili, baca veya kuyu şeklinde, yeni oluşumlarda keskin köşeli, eski oluşumlarında ise daha yayvan görünümlü çökme yapılarını tanımlamak için kullanılmaktadır. Konya kapalı Havzası’nda (KKH) mevcut karstlaşma süreçleri binlerce yıldır oluşumu devam eden çökme yapıları ilk oluştuğu Obruk Platosu’ndaki Kızören çöküntüsüne (Şekil 1) atfen yöresel olarak çöküntü ve çökmek anlamında kullanılan “opmak” kelimesinden türetilerek “obruk” olarak adlanmış olup daha sonra havzada meydana gelen bu

tür karstik çöküntülerin tamamı obruk olarak tanımlanmış ve bilimsel literatürde de obruk tanımı kabul görmüştür (Arık, 2018; Arık ve Dülger, 2023).

Dünya genelinde özellikle kuzey yarım kürede Ülkemizin de içinde bulunduğu orta enlemler boyunca çözünabilir karbonatlı ve evaporitik karstik kayalar yayılım göstermekte olup bu kuşakta her yıl sayısız karstik olay ve boyutları yüzlerce metreye derinlikleri onlarca metreye ulaşabilen obruklar oluşmaktadır. Obruklar Kuzey Amerika’da başta ABD (Florida, Arizona, Kaliforniya, Teksas, Kentucky, Tennessee ve Pennsylvania) olmak üzere Meksika, Kanada, Guatemala ve Nikaragua Orta ve Güney Amerika’da ise Arjantin, Brezilya, Şili, Kolombiya, Paraguay, Peru, Uruguay ve Venezuela’da obruk oluşumları oldukça yaygındır. Avrasya’da Akdeniz kıyısı boyunca uzanan Portekiz, İspanya, Fransa, İtalya, Arnavutluk, Karadağ, Yunanistan ve Türkiye ile İngiltere, Almanya, Polonya ve Ukrayna ve Rusya’da, Ortadoğu’da Lübnan, Filistin, İsrail, Suriye, Irak ve İran’da, Asya’da ise Afganistan, Pakistan, Hindistan, Çin, Tayvan ve Japonya’da, Okyanusya’da Avustralya, Filipinler, Malezya, Yeni Zelanda vb birçok ülkede oldukça yaygındır. Obruklar genellikle tekil olaylar şeklinde gelişse de çok ciddi maddi hasarın yanı sıra can kaybına neden olmaktadır. Dolayısıyla son yıllarda dünya genelinde obruklara ilişkin çalışmalar giderek artmaktadır (Şekil 2).



Şekil 1. Kızören (Karatay) Obruğu.



Şekil 2. Dünya’da potansiyel karst akiferlerini temsil eden karbonat ve evaporitik kayaların dağılımı (Goldscheider vd., 2020) ve yerleşim alanlarında meydana gelen bazı obruklar.

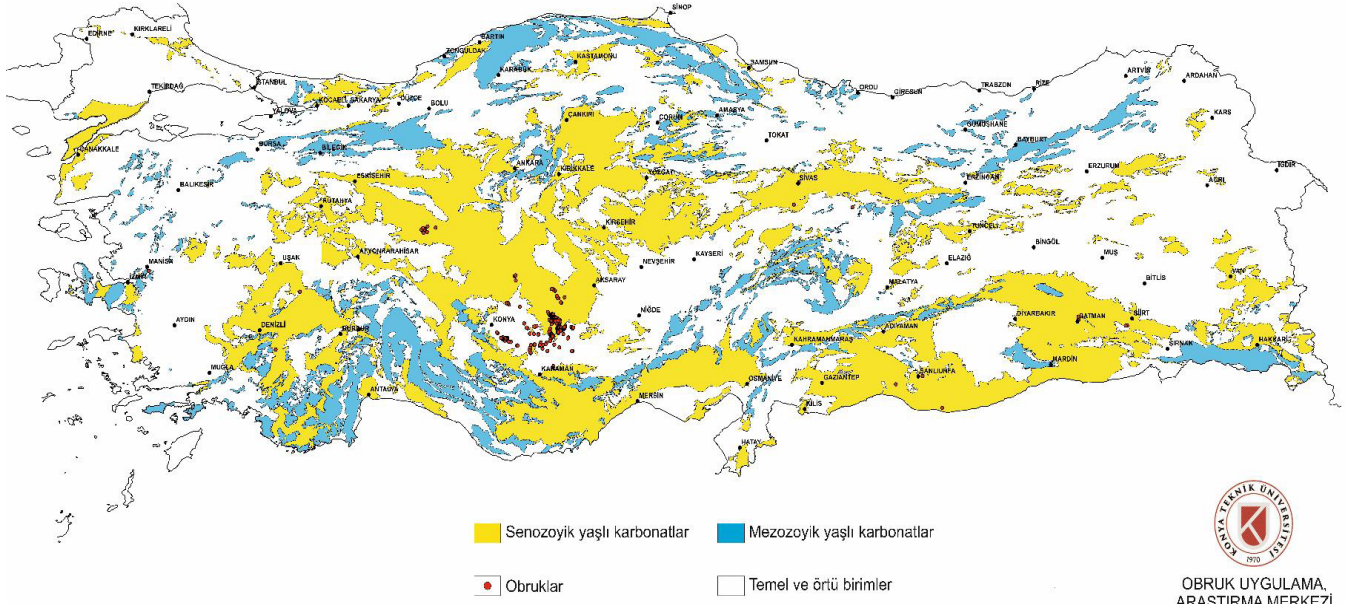
2. TÜRKİYE’DE OBRUK OLUŞUMLARI

Türkiye’de başta Akdeniz kıyısı olmak üzere bazı iç bölgelerde karstlaşmaya uygun çözünmeye uygun karbonatlı ve evaporitli kayalar yaygındır (Şekil 3). Doğal karstlaşma süreçlerinin yanı sıra son yıllarda Türkiye’de iklim değişikliği ve kuraklıkla birlikte ve aşırı ve kontrolsüz yeraltı suyu tüketimi sonucunda Konya Kapalı Havzası’nda ve komşu bölgelerde obruk oluşumları artmıştır. Geçmişten bu yana karstlaşmanın yaygın olduğu Orta Toroslar’da Antalya ve Mersin illerindeki karbonatlı kayaların olduğu bölgeler, Orta Anadolu’da Konya ve Konya’ya komşu illerden Karaman,

Aksaray, Afyonkarahisar, Eskişehir ve Ankara ile bu bölgelerin dışında Denizli, Bilecik, Manisa, Sivas, Çankırı, Çorum Yozgat, Erzurum, Şanlıurfa, Batman ve Siirt’te obruk oluşumları yaygınlaşmıştır (Şekil 3).

Obruk oluşum sayısı son yıllarda hızla artmakta olup artan bu obruklar başta yerleşim alanları (Şekil 4) ve insan hayatı olmak üzere, tarımsal alanlar, meralar, enerji nakil hatları ve yatırım alanları, karayolu ve demiryolu gibi ulaşım ağları, petrol ve doğal gaz boru hatları ile elektrik, su ve diğer alt yapı yatırımları için ciddi bir tehlike arz etmektedir (Şekil 5).

Obrukların yerleşim alanlarına zarar verme-



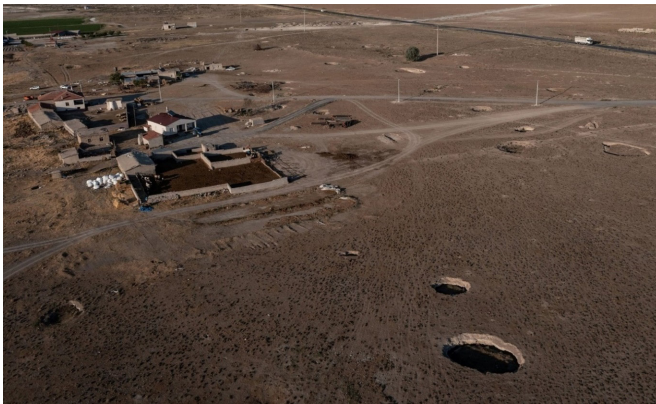
Şekil 3. Türkiye’de karbonatlı ve evaporitik kayalar ve obrukların dağılımı.

mesi, can ve mal kayıplarına neden olmaması ve petrol-doğal gaz, enerji nakil hatları ve iletişim hatları, karayolu ve demiryolu gibi ulaşım ve diğer alt yapıya zarar vermemesi için mevcut obruk ve çökme alanları ile yüzey yarıklarının kapsamlı bir envanterinin oluşturulması, obruk riskli alanların ayrıntılı olarak araştırılması gerekmektedir. Bu çalışmada obruk araştırmalarında uygulanması önerilen araştırma yöntemleri açıklanması amaçlanmıştır.

3. OBRUK ARAŞTIRMA YÖNTEMLERİ

Obruk riskinin azaltılması amacıyla alınacak önlemlerin seçimi ve uygulanması genellikle mevcut obrukların tanımlanması ve gelecekteki yeni obrukların meydana gelmesi muhtemel alanların belirlenmesi gerekmektedir (Gutierrez vd., 2008). Dünya’da diğer doğa kaynaklı olaylarda olduğu gibi obruk araştırmalarında da en önemli basamak obrukların konum, boyut, derinlik vb mekânsal dağılımları ile obruk oluşum tarihlerinin zamansal dağılımlarını içeren mümkün olduğunca eksiksiz, doğru ve kapsamlı bir veri tabanına sahip olan obruk envanteri oluşturulmasıdır. Obruk veri tabanlarına göre oluşturulan duyarlılık ve tehlike haritaları yerel ve merkezi idarelerin obruk riskine karşı sağlıklı ve güvenli yerleşimlerle arazi kullanım planlamaları ve olası obruk tehlikesini etkili bir şekilde yönetmeleri için oldukça önemli ve yararlı araçlardır.

Obruk tehlikesinin analiz sürecinde bölgenin jeolojisi ve yapısal özellikleri, yüzey ve yeraltı suları, mağaralar, kaynaklar vb karst özelliklerini (Parise vd., 2008) kapsayan hidroloji, çözünme ve çökme süreçlerini etkileyebilecek hidrojeolojik ve hidrokimyasal özellikler, yağış, sıcaklık ve buharlaşma gibi iklimsel ve meteorolojik özellikler, obruk oluşan alandaki ana kayaç ve örtü birimlerinin litolojik, mine-



Şekil 4. Yağmapınar (Kayalı-Karapınar) çevresinde son yıllarda oluşan obruklar (Foto: Chris McGrath).



a. Karapınar (Konya)



b. Sivrihisar (Eskişehir)



c. Karaman



d. Denizli

Şekil 5. Ülkemizde oluşan bazı eski ve yeni obruklar; a) Konya-Adana Karayoluna 80 m mesafede tarımsal alanda oluşan Yarimoğlu obruğu (Karapınar), b) Sivrihisar (Eskişehir) tarımsal alanda oluşan bir obruk, c) Sudurağı (Karaman) tarımsal alanda oluşan obruk, d) Denizli'de tarımsal alanda oluşan bir obruk.

ralojik-petrografik ve jeokimyasal özellikleri ve obruk oluşumuna etki eden antropojenik faaliyetler hakkında mümkün olduğunca fazla bilgi toplanmalıdır (Arık vd., 2023).

Genellikle sığ jeomorfolojik yapılar oldukları

için obrukların tanımlanması ve haritalanması oldukça güç olup dolgu ve inşaat gibi antropojenik faaliyetler tarafından maskelenebilir (Şekil 6) veya ayrışma, aşınma, erozyon ve üzerine yeni çökellerin birikmesi vb doğal sü-

Çizelge 1. Obruk araştırmalarında uygulanan yöntemler (Gutierrez vd., 2014).

ARAŞTIRMA KAPSAMI	YÖNTEM
UZAKTAN ALGILAMA VE HARİTALMA ÇALIŞMALARI	Hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri
	LIDAR (ışık algılama ve mesafe ölçme)
	İNSAR (inferometrik yapay açıklıklı radar tekniği)
	İHA (insansız hava aracı) çalışmaları
SAHA ARAŞTIRMALARI	Topografik / jeolojik haritalar
	Jeolojik, yapısal, mineralojik, petrografik, sedimantolojik araştırmalar
	Yerel halkla mülakat
	Paleocoğrafya-Paleokarst analizleri
	Çökme ve hasar haritaları
YERALTI ARAŞTIRMALARI	Mikrosismisite
	Hidrojeolojik araştırmalar (Hidroloji, hidrojeoloji, hidrokimya vb)
	Speleolojik araştırmalar
	Jeofiziksel araştırmalar
	Sondaj çalışmaları
	Hendek / Yarma çalışmaları

reçlerle izleri yok olabilir (Gutierrez vd. 2008 ve 2014). Ayrıca yeraltında oluşmaya başlayan ve yakın gelecekte obruk oluşumuna neden olabilecek sığ boşluklar ve aktif çökme yapıları bazen yüzeyde herhangi bir belirti göstermeyebilir. Dolayısıyla obruk oluşumlarının ve potansiyel olarak obruk oluşabilecek alanların belirlenmesi için yapılacak çalışmalarda araştırma bölgesi ve yakın çevresi ile ilgili geçmiş ve güncel obruk oluşum oluşumlarıyla ilgili mümkün olduğu kadar çok veri sağlanmalıdır.

Obruk tehlikesiyle ilgili birçok uzaktan algılama, yüzey ve yeraltı araştırma yöntemi kullanılmakta olup, son yıllarda hızla gelişen uydu ve uzaktan algılama, yeraltı görüntüleme yöntemleri, bilgisayar ve yapay zeka gibi teknolojilerin kullanılmaya başlamasıyla obruk araştırmaları oldukça kapsamlı hale gelmiştir.

Obruk araştırmalarında uygulanan yöntemler:

- 1) Uzaktan algılama ve haritalama çalışmaları,
- 2) Saha (yüzey) araştırmaları ve
- 3) Yeraltı araştırmaları olmak üzere 3 aşamada gerçekleştirilmektedir (Çizelge 1).

3.1. Uzaktan Algılama ve Haritalama Çalışmaları

Bölgesel ve yerel çökme ve düşey yer hareketinin mekânsal ve zamansal değişimlerinin belirlenmesi ve haritalanması için arazi yüzeyinin konumundaki göreceli değişiklikleri ölçmeye dayalı birçok yöntemden yararlanılmaktadır. Obruklar genellikle belirgin çökme yapıları ve yüzey deformasyonu oluşturduğundan herhangi bir bölgede obruk araştırmaları için

Çizelge 2. Obruk araştırmalarında harita ve uzaktan algılama yöntemleri (Gutierrez vd., 2014'ten.)

YÖNTEM	VERİ TÜRÜ VE ANALİZ
Hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri	Çözünme ve çökme özellikleri ile ilişkili depresyonların ve desenlerin haritalanması. Eski görüntüler, maskelenmiş obrukların tespit edilmesi (Brinkmann vd., 2007; Galve vd., 2009; Gutierrez vd., 2011; Festa vd., 2012). Doğrudan ölçüm veya fotogrametrik teknikler kullanılarak morfometrik parametrelerin elde edilmesi (Filin vd., 2011). Farklı tarihlerde çekilen görüntüler analiz edilerek son obrukların oluşum tarihlerinin belirlenmesi, obruk oluşum oranlarının hesaplanması, obrukların mekânsal ve zamansal evrim desenlerinin belirlenmesi (Festa vd., 2012). Farklı tarihli Google Earth görüntüleri obrukların yerinin belirlenmesine yardımcı olabilir.
LIDAR (ışık algılama ve mesafe ölçme)	Ormanlık alanlarda bile filtre kullanılarak kararsız alanlar ve obrukların tespiti. Geniş alanlarda otomatik eşleme. 3 boyutlu morfometrik karakterizasyon yapılması. Zaman içinde meydana gelen geçici değişikliklerin izlenmesi ve çökme oranlarının ölçülmesi. Ani çökmenin belirteci olan çökme öncesi küçük deformasyonların belirlenmesi (Filin ve Baruch, 2010; Filin vd., 2011).
İNSAR (İnferometrik yapay açıklıklı radar tekniği)	Yüksek zamansal ve mekânsal çözünürlüğe sahip geniş alanlarda uzaktan çökme oranları ve zemin deformasyonu zaman serilerinin ölçülmesi. Küçük obruklar ve hızlı çöküşten etkilenen alanların belirlenmesi mümkün olmayabilir. Geçmişte meydana gelen deformasyon değerlerinin elde edilmesine izin verir (Baer vd., 2002; Abelson vd., 2003; Castañeda vd., 2009; Closson vd., 2010; Gutierrez vd., 2011). Çöküşten önceki deformasyonun saptanması (Closson vd., 2003, 2005; Nof vd., 2013).
İHA (İnsansız Hava Aracı) çalışmaları	Detaylı araştırmalarda sabit kanatlı (uçak) veya döner kanatlı (drone) İHA (İnsansız Hava Aracı) ile alana ait ortofotolarla ortomozayik ve yüksek çözünürlüklü sayısal yükseklik modeli (SYM, DEM) oluşturularak düşey yer değiştirmeler belirlenebilmektedir.
Topografik haritalar	Haritanın ölçeği, doğruluğu ve çöküntülerin boyutuna bağlı olarak obrukların tanımlanması (Angel vd., 2004; Brinkmann vd., 2008). Eski haritalar örtülmüş obrukların belirlenmesini sağlayabilir (Gutierrez vd., 2011; Basso vd., 2013). Morfometrik parametrelerin belirlenmesi Göllerde veya okyanus zeminlerinde sualtı özelliklerinin incelenmesi (Taviani vd., 2012).



Şekil 6. Sivas'ın güneydoğusunda yer alan obrukların 1966 ve 2019'da çekilmiş görüntüleri (Gökkaya vd., 2021). 2019 görüntüsünde iki büyük obruğun doldurulmuş olduğu görülmektedir.

arazi çalışmaların başlanılmadan önce uzaktan algılama yöntemleri oldukça yararlı veriler sunmaktadır (Çizelge 2). Arazi yüzeyinde düşey yöndeki herhangi bir yer değiştirmenin yeraltı hareketlerinden meydana geldiğinin belirlenebilmesi için ölçülen noktanın hareketinin bilinen ve sabit olduğu varsayılan bir referans noktasına göre karşılaştırılmasını sağlayan periyodik ölçümler yapılmaktadır (Galloway ve Burbey, 2011). İncelenecek bölgede daha önce var olmayan obrukların ve çökme desenlerinin belirlenmesi veya daha önce olduğu halde zaman içinde doğal ve antropojenik süreçlerle maskelenmiş çöküntülerin tespit edilebilmesi (Gutierrez vd., 2014) için varsa farklı tarihlere ait hava fotoğrafları, topografik haritalar, uydu görüntüleri, LiDAR (ışık algılama ve mesafe ölçme), InSAR (İnferometrik yapay açıklıklı radar tekniği), İHA (insansız hava aracı) ölçümlerinin karşılaştırılması öncelikli adımdır (Çizelge 2).

Topografik haritalar, hava fotoğrafları: Bir bölgede obruk araştırması için saha çalışmalarına başlanılmadan önce bölgeye ait farklı tarihli topografik haritalarda eşyükselti eğrilerindeki farklılıklar incelenerek varsa saha araştırmaları ve hava fotoğrafları ile tespit edilemeyen çökme yapıları ve morfolojik değişimler belirlenebilmektedir (Kasting ve Kasting 2003). Böylece daha önce var olan ve doldurma, yerleşim alanlarının oluşturulması bina ve alt yapı yatırımları gibi antropojenik faktörlerle ayrışma, aşınma ve üzerine yeni sediman çökmesi gibi doğal nedenlerle

maskelenmiş obruklar tespit edilebilir.

GPS (Küresel Konumlama Sistemi): Düşey ve yatay yer değiştirmenin belirlenmesi için GPS kullanılarak referans işaretlerinin görel ve mutlak 3B konumları belirlenebilir ve tekrarlanan ölçümlerle yer değiştirme miktarı ortaya konulabilir. GPS ölçümleri aynı zamanda, kayıt ekstansometreleri, eğim ölçerler ve CGPS gibi sahaya özgü ve zaman sürekliliği olan ölçüm cihazlarını yerleştirmek amacıyla çökme bölgelerini kabaca tanımlamak için hızlı kinematik veya hızlı statik modda kullanılabilen çok yönlü bir keşif aracıdır (Galloway ve Burbey, 2011).

Bahsi geçen yöntemler arasında belki de en pratik olanı Google Earth üzerinden alana ait farklı tarihli görüntülerin incelenmesidir. Farklı tarihlere ait Google Earth görüntülerinin incelenmesi ile araştırma yapılan bölgedeki obruk gelişimi takip edilebilmektedir (Şekil 7).

INSAR (İnferometrik Yapay Açıklıklı Radar Sistemi): Son yıllarda uydu jeodezisindeki gelişmeler ile Yeryuvarı'na ait büyüklüklerin hassas olarak saptanması ve bunlardaki değişimlerin yüksek duyarlılıkla belirlenmesi mümkün olmuştur (Şengün ve Kılıçoğlu, 2005; Doğru ve Özener, 2011). Yüksek çözünürlüklü (cm'den m'ye) dijital arazi modelleri üretmek için kullanılan hava platformlarındaki radar ve lazer sensörler aynı zamanda derinliği de hesapladığı için obruk araştırmalarında da kullanılmaktadır (Waltham vd., 2005). Uydu görüntülerinin çözünürlüğü zamanla kade-



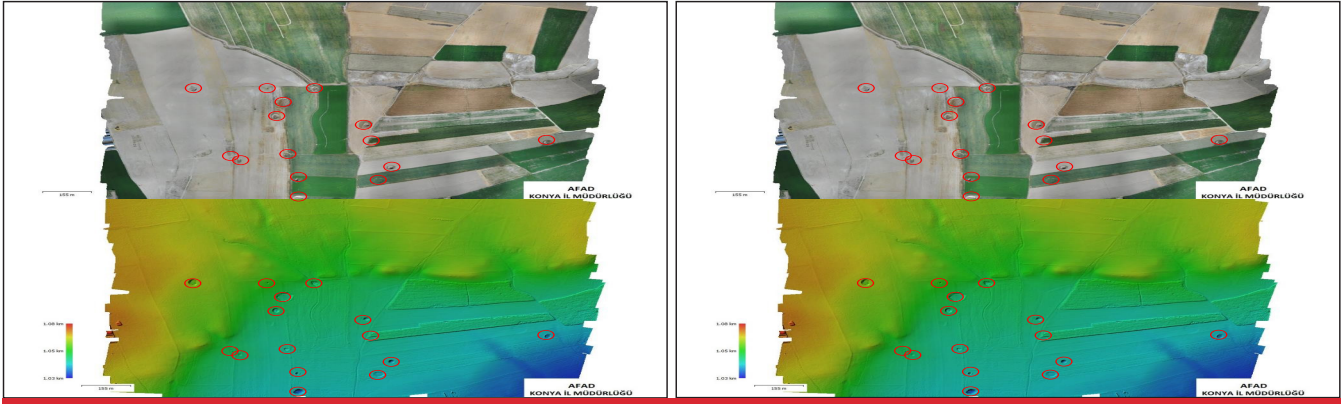
Şekil 7. Karakuyu (Karapınar) bölgesinde yıllara göre obruk oluşum görüntüleri (Arık 2020'den).

meli olarak iyileşmiş ve böylece kullanımı ayrıntılı jeomorfolojik haritalama ve jeolojik tehlike belirlemeye kadar genişlemiştir. Orijinal LANDSAT görüntüleri, düşük çözünürlükleri nedeniyle sınırlıydı, ancak yeni uydu görüntüleri, hava fotoğrafçılığı tarzındaki obruk araştırmalarına daha uygundur. InSAR işlemi, her bir radar sahnesi alımında hesaplandığı gibi, analiz edilen tüm zaman periyodu boyunca her bir reflektör noktası için milimetrik yer değiştirme geçmişlerini hesaplamaktadır. Dolayısıyla InSAR tekniği ile kademeli obruk çökmesi nedeniyle oluşan küçük ve artan yer hareketleri tespit edilebilir (Waltham vd., 2005). InSAR tekniği, her türlü hava koşulunda, geniş alanlarda (100 km), orta ve yüksek çözünürlükte (10 m) radar görüntüleri ile cm altı yüzey deformasyonlarının belirlenmesinde kullanılan bir teknik olup yer bilimlerinde en çok deprem öncesi ve sonrası, deprem arası kabuk deformasyonlarının, çökme ve heyelanların izlenmesinde kullanılmaktadır (Doğru ve Özener, 2011). GPS ile bütünleştirilmiş InSAR tekniği kullanılarak obruk alanlarına ait dinamik deformasyonlar yüksek çözünürlükte ölçülerek modellenenmektedir.

LiDAR (ışık algılama ve mesafe ölçme) tekniği, bir başlangıç noktasından başlayarak çevre objelere gönderilen ışınların çarpması ve başlangıç noktasına geri dönmesinde geçen sü-

reden yararlanarak başlangıç noktası ve obje arasındaki mesafenin hesaplanması yöntemi-ne dayanan bir uzaktan algılama teknolojisidir. LiDAR tekniğinde esasen mesafe ölçümü yapılmasının yanı sıra nesnelere ışığı yansıtırma değerleri dikkate alınarak nesne hakkında da detaylı bilgiler elde edildiği için obruk araştırmalarında faydalı bir yöntemdir. LiDAR teknolojisi tarayıcı, lazer ve GPS olmak üzere üç ana bileşenden oluşmakta olup mesafe ölçümüyle birlikte aynı zamanda yeryüzüne ait konum ve yükseklik bilgileri toplanabilmektedir. Günümüzde kullanımı yaygınlaşan İHA (insansız hava aracı) ile LiDAR teknolojisi ile birleşmesi sonucunda tarım, orman, tarihi kalıntılar, şehir, madencilik alanları ve obruklar gibi erişimi zor tehlikeli bölgelerin konumsal nokta bulutu verisi üretilmekte ve 3 boyutlu olarak modellenenmektedir. DEM ve LiDAR verilerinde dar yükseklik aralıklarıyla sınırlı geniş renk aralıklarının uygulanması gibi CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) teknikleri, çökme özelliklerinin ve desenlerinin kolayca seçilmesini sağlamaktadır (Gutierrez vd., 2008).

İHA (İnsansız Hava Aracı Çalışmaları): Obruk araştırması yapılan bölgede Sabit Kanatlı (uçak) veya Döner Kanatlı (Drone) İnsansız Hava Araçları (İHA) ile yapılan uçuşlarda çekilen ortofotolardan yararlanılarak oluşturulan ortomozayik üzerinden obruklara ait çökme,



Şekil 8. Karakuyu (Karapınar - Konya) çevresinde 2021 yılında İHA ile çekilen ortofotolardan birleştirilmiş görüntü üzerinde obruk oluşumları ve alana ait sayısal yükseklik modeli.

deformasyon vb düşey yer değiştirmeler tespit edilebilmektedir. Oluşturulan ortomoza-yikten yararlanılarak bölgeye ait sayısal yükseklik modeli (SYM, DEM) oluşturularak cm hassasiyetinde düşey yer değiştirmeler modellenenmektedir (Şekil 8).

3.2. Arazi İncelemeleri ve Yüzeysel Araştırmaları

Obruk araştırmalarında en önemli aşama arazi incelemeleri ve yüzeysel araştırmaları olup araştırma alanının ayrıntılı bir şekilde incelenmesi ile küçük boyutlu veya bitki örtüsü nedeniyle

uzaktan algılama yöntemleriyle tespit edilemeyen obrukların tespit edilmesi veya uzaktan algılama teknikleri ile belirlenen düşey yer değiştirmelerin ayrıntılı araştırılması, obrukların kesin konum ve boyutları, obruk oluşumuna neden olan süreçlerin belirlenmesi ve obruk oluşumunu sağlayan jeolojik, yapısal, stratigrafik, sedimantolojik, mineralojik-petrografik, jeokimyasal özelliklerin ortaya konulması mümkün olmaktadır (Şekil 9). Obruk çalışmalarında yüzeysel yapılan araştırmalar uzaktan algılama ve haritalama çalışmalarının devamı olarak adlandırılabilir ve bu süreçler saha araştırmaları, paleokarst analizleri, çökme hasar harita çalışmaları ve mikrosismisite

Çizelge 3. Obruk araştırmalarında yüzeysel inceleme yöntemleri (Gutiérrez vd., 2014)

YÖNTEM	VERİ TÜRÜ VE ANALİZ
Saha araştırmaları	Uzaktan algılama yöntemleri ile tanımlanamayan ve belirsiz kökenli özelliklerin teşhis edilmediği yerler (Bruno vd., 2008; Margiotta vd., 2012). Morfometrik karakterizasyon ile aktivite ve yaşın nitel değerlendirilmesi. Çatlaklar, kırık izleri veya borular (belirteçler) gibi dengesizlik belirtileri gelecekteki obrukların yerini tahmin etmeye yardımcı olabilir. Yerel halk obruklar hakkında bilgi sağlayabilir (yer, yaş, nedensel faktörlerle ilişki).
Paleokarst analizleri	Doğal ve yapay arazi yüzeylerinde çözünme ve çökme yapıları, obruk oluşumu (mekânsal dağılım, çökme mekanizmaları, boyut) hakkında bilgi sağlar (Gutiérrez vd., 2008a). Potansiyel olarak dengesiz zemin ve obruk duyarlılık değerlendirmesinin tanımlanması (Guerrero vd., 2008b).
Çökme hasar haritaları	Yerleşim alanlarında çökme yapılarının türleri ve dağılımlarının veri tabanına kaydedilmesi Ana doğal ve antropojenik kontrol faktörlerinin belirlenmesi (Gutiérrez ve Cooper, 2002; Cooper, 2008).
Mikrosismisite	Çökme obrukların gelişiminden önceki örtülü yerçekimi deformasyonunun belirlenmesi (Dahm vd., 2011; Land, 2013).



Şekil 9. Yüzeysel araştırmaların süreçlerinin sahadaki uygulamaları.

çalışmaları başlıkları altında arazi incelemeleri ve yüzeysel araştırmalarını oluşturmaktadır (Çizelge 3).

Hidrojeolojik Çalışmalar: Obruklar karstlaşma ve iç karstlaşma sonucu yerin derinliklerine doğru oluşan büyük çöküntülerdir. Obruk alanlarında yapılan çalışmalarda, obrukların oluşumunda yağışların türü, şiddeti, dağılımı, yüzeysel ve yeraltı sularının varlığı, seviyeleri, debileri akış yönleri ve hidrojeokimyasal özellikleri karstlaşma ve aşındırmayı etkilediğinden hidrojeolojik çalışmalar oldukça önemlidir.

Hidrojeolojik çalışmalar kapsamında su havzalarının drenaj alanı, yeraltı su seviyesi, debisi, akım yönü vb hidrojeolojik çalışmalar, kayaların hidrojeolojik özelliklerinin belirlenmesi, hidrojeolojik kavramsal model oluşturulması, karstlaşma ve boyutlarının belirlenmesi, yeraltı suyu seviye değişimlerinin tespiti ve hidrojeolojik haritaların oluşturulması gibi hidrojeolojik çalışmalar ve yüzeysel/yeraltı sularının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesini amaçlayan hidrojeokimyasal çalışmalar gerçekleştirilmektedir.

Konya Kapalı Havzası'nda obrukların oluşumunda daha çok yeraltı sularının etkisi olup son yıllarda kuraklık ve iklim değişikliğine bağlı olarak yeraltı su seviyesi giderek düşmektedir. Ayrıca genellikle tarımsal sulama için aşırı ve kontrolsüz yeraltı suyu kullanılmakta olup yerel su seviyesi ve suların hidrojeokimyasal özellikleri mevsimsel olarak büyük değişimler

göstermektedir. Öte yandan havza içindeki Pliyokuvaterner volkanizmasına bağlı olarak yeraltı sularının hidrojeokimyasal özellikleri dönemsel olarak büyük değişimler göstermekte olup suyun az kullanıldığı kış mevsiminde suların elektriksel iletkenlikleri artmakta ve daha asidik karakter göstermektedir. Yağışlarla birlikte genç volkaniklerden dolayı suların karbonik asit düzeyi yükselmekte ve Toroslar'dan kuzeye Tuz Gölü'ne doğru hareket eden agresif yeraltı suları içinde buldukları karbonatlı evaporitik akifer kayaları çözerek iç karstlaşmayı hızlandırmaktadır. Böylece yeraltında büyük bir sistem halinde olan karstik ortamda bulunan boşluklar genişleyerek büyük mağaralar oluşmakta ve bu mağaraların giderek büyümesi ve üstteki örtü ağırlığını taşıyamayıp çökmesi neticesinde obruklar oluşmaktadır.

3.3. Yeraltı Araştırmaları

Uzaktan algılama ve yüzeysel araştırmaları ile geçmişte oluşan ve halen var olan obruklar tespit edilebilmesine karşın yüzeysel obruk belirtileri tespit edilen yerler ile yerleşim alanları ve yapıların inşa edileceği bölgelerde yeraltında bulunması olası örtülü boşlukların araştırılması için jeofiziksel araştırmalar, sondaj ve hendek açma mağara araştırmaları gibi birçok yeraltı araştırma yöntemi ayrı veya birleşik olarak kullanılmaktadır (Çizelge 4).

YÖNTEM	VERİ TÜRÜ VE ANALİZ
Jeofiziksel araştırmalar	<p>Anomalilerin tespiti, fiziksel özelliklerde değişiklikler ve boşluklara, çökme yapılarına, düzensiz topoğrafya veya örtülü obruklara ilişkin geometrik özellikler. Karst ortamının tipi büyük ölçüde farklı tekniklerin uygunluğunu belirler (Stierman, 2004; Waltham vd., 2005).</p> <p>Daha fazla delme ve hendek araştırmalarının daha iyi tasarlanması için temel sağlar.</p> <p>Obruk duyarlılığını değerlendirmek ve haritalamak için kullanılabilir (García-Moreno ve Mateos, 2011; Margiotta vd., 2012).</p> <p>En yaygın kullanılan yöntemler şunları içerir: gravimetri (Patterson vd., 1995; Buttrick ve Van Schalkwyk, 1998; Matthews vd., 2000; Tuckwell vd., 2008; Kaufmann ve Romanov, 2009), elektrik özdirenç (Zhou vd., 2002; Ahmed ve Carpenter, 2003; Epting vd., 2009; Frumkin vd., 2011; Carbonel vd., 2013; Lollino vd., 2013), yer radarı (Batayneh vd., 2002; Tallini vd., 2006; Pueyo-antuela vd., 2010; Frumkin vd., 2011), manyetometri (Thierry vd., 2005), sismik yansıma (Sargent ve Gouly, 2009), Sismik kırılma (Higuera-Diaz vd., 2007; Valois vd., 2011).</p>
Sondaj çalışmaları	<p>Zeminin mekanik ve jeoteknik özellikleri hakkında bilgi.</p> <p>Boşlukların, gömülü obrukların ve çökme süreçlerinden etkilenen malzemenin (boğulma, çökme) tanınması.</p> <p>Derin ve yakın aralıklı sondaj programlarında dahi büyük boşluklar kolayca kaçırılabilir (Milanovic, 2000; Waltham ve Fookes, 2003).</p> <p>Obrukların yeraltı karakterizasyonu (sınırlar, kalınlık, boşlukların derinliği ve karstlaşma bölgeleri, çökme mekanizmaları).</p> <p>Hidrojeolojik veriler, piezometrik seviye ve değişimleri, kimyasal (iyon dağılımları, doygunluk indeksi) ve izotopik bileşim, akış hızı ve yönünün belirlenmesi (Song vd., 2012).</p> <p>Kuyu jeofizik günlüğü, çapraz delikli jeofizik ve optik ve akustik kameralarla araştırmaları sağlar</p> <p>Sorunlu bölgeleri tahmin etmek için tünellerde ve madenlerde yatay sondaj (boşluklar, zayıf malzeme, yüksek geçirgenlik bölgelerinin belirlenmesi) (Song vd., 2012).</p>
Hendek/yarma çalışmaları	<p>Belirsiz kökenli topografik özelliklerin ve jeofizik anomalilerin kökeninin açıklanması</p> <p>Obrukların ve çökme yapılarının kesin sınırlarının tanımlanması.</p> <p>Çökme mekanizmalarının (deformasyon stili) ve kinematik davranışın (kademeli ve epizodik) analiz edilmesi.</p> <p>Obrukların yaşının ve çökme bölümlerinin belirlenmesi ve uzun vadeli çökme oranlarının hesaplanması (Gutiérrez vd., 2008, 2009, 2011; McCalpin, 2009; Carbonel vd., 2013).</p>
Speleolojik araştırmalar	<p>Mağaraların incelenmesi ve haritalanması, erişilebilir boşlukların dağılımı ve mağara tavan malzemelerinin aktif deformasyon ve iç erozyon süreçlerinden (çatlama, çökme bacaları, sarkma yapıları, tortu dolu borular ve çöküntü konileri) etkilendiği noktaların yeri hakkında veri sağlar.</p> <p>Gelecekteki obrukların yerinin belirlenmesini sağlar (Jancin ve Clark, 1993; Andrejchuk ve Klimchouk, 2002; Klimchouk ve Andrejchuk, 2005; Parise ve Trocino, 2005).</p>

Jeofiziksel Araştırmalar: Zeminin dinamik özellikleri ile fiziksel-mekanik mekânsal değişiklikleri (anomalileri) ve tespit etmek için jeofiziksel yöntemlerden yararlanılmaktadır. Ayrışmış ve örtülü zeminlerde yeraltındaki litolojik değişimler, örtülü boşluk, kırık vb anomalilerin belirlenmesi amacıyla sondaj veya hendek açma gibi doğrudan izleme ve numune alma çalışmalarına göre daha geniş alanda daha düşük maliyetle zeminde fiziksel tahribat oluşturmadan veri elde edilebilen çok farklı yöntem ve prensiplere sahip jeofiziksel araştırma yöntemlerinden yararlanılmaktadır (McDowell vd., 2005).

Obruğa duyarlı alanlarda çok sayıda sondaj, delgi (prob) veya hendek açılrsa dahi küçük boyutlu boşlukların kaçırılabilmesi ihtimali dikkate alındığında alanın tamamını kapsayan bir jeofizik araştırma programı ile bu belirsizlik daha düşük maliyetle çözülebilmektedir (Hobson, 1992; Waltham vd., 2005). Ancak, jeofizik etütler tek başına mühendislik projeleri için zemin etütleri kapsamında sondaj kuyularının yerine kullanılmaz ve sondajla elde edilen verilerin desteklenmesi veya sondaj yerlerinin belirlenmesi için tamamlayıcı bir yöntem olarak kullanılır ve hemen hemen tüm jeofizik araştırmalarda tespit edilen anomalilerin doğrulanması için sondaj, delgi veya hendek çalışmaları gereklidir (Waltham vd., 2005).

Jeofizik yöntemler 1) gravite, manyetik, elektrik, elektromanyetik ve termal alanlar gibi yerin doğal fiziksel özelliklerinden yararlanan pasif jeofizik ve 2) sismik, elektrik veya elektromanyetik kaynaklardan gelen sinyallerin zemine iletildiği yapay kaynakları kullanan tetiklenmiş jeofizik olmak üzere başlıca iki temel gruba ayrılır. Kullanılması planlanan jeofiziksel yöntemin türü ve uygulanabilirliği büyük ölçüde mevcut bütçeye, jeolojik özelliklere (çıplak, örtülü veya tabaka arası karst, yüzey örtüsünün türü), topografya, beklenen çözülme ve çökme yapıları, insan yapımı hizmetler gibi müdahale edici faktörlerin varlığı, yöntemin nüfuz etmesi gereken derinlik seçeneklerine bağlıdır. Elde edilen verilerin değerlendirilmesi için genellikle birden fazla jeofizik yöntem uygulanarak sonuçların karşılaştırılması gerekmektedir. Herhangi

bir bölgede yapılacak obruk araştırmalarında doğrudan hendek ve sondaj yapılmadan önce jeofiziksel yöntemlerle yeraltındaki anomaliler belirlenmelidir.

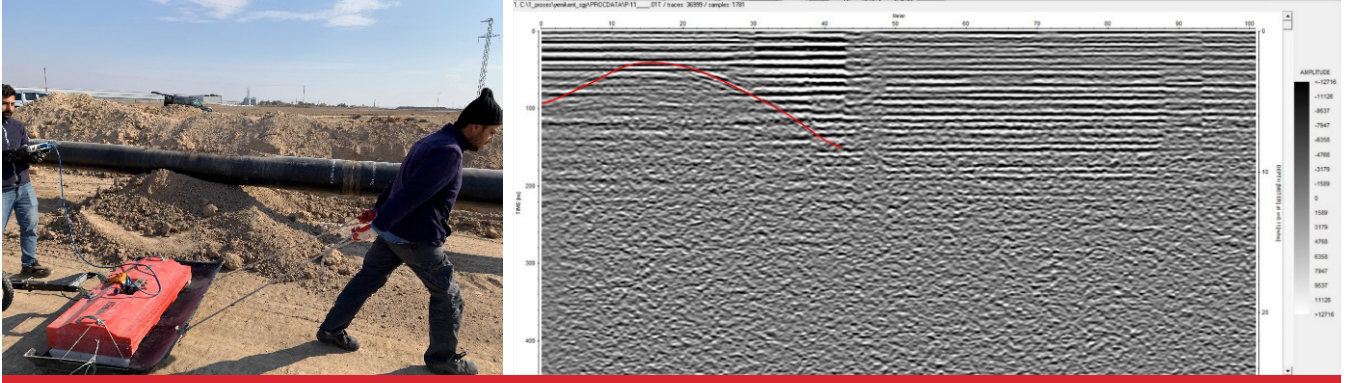
Obruk araştırmalarında özellikle sığ derinliklerdeki örtülü boşlukların ve diğer yapısal süreksizliklerin belirlenmesi amacıyla yer radarı, elektrik özdirenç ve mikrogravite gibi yöntemlere sıklıkla başvurulmaktadır.

Yer radarı (GPR: Ground Penetrating Radar)

Ölçümleri: Yer radarı (GPR) yöntemi sığ yüzey araştırmalarında, optiksel olarak şeffaf olmayan (örneğin toprak, beton, tuğla duvar, asfalt, taş ya da buz gibi) gömülü ve örtülü nesnelerin ya da katmanların yerlerini belirlemek ve haritalamak için 1980'li yıllardan beri yaygın olarak kullanılan yüksek frekanslı elektromanyetik (EM) jeofiziksel bir araştırma yöntemidir (Koşaroğlu vd., 2016). Kullanımının kolay olması, çok hızlı veri toplanabilmesi, çalışma alanında herhangi bir tahribat oluşturmaması ve cm düzeyinde yüksek çözünürlüklü iki boyutlu (2B) ve üç boyutlu (3B) yer altı görüntülemenin yapılabilmesi yöntemin en önemli avantajlarıdır (Annan, 2000). Yer radarı yöntemi, kullanılan cihazın özelliklerine ve ortamın iletim özelliklerine bağlı olarak birkaç on metrelik derinliğe kadar inebilir (<https://www.radartutorial.eu/>). Araştırma derinliği, kullanılan anten frekansı ve ortamın iletkenlik değerine göre farklılık göstermektedir (Demirci, 2012; Kadioğlu ve Demirci, 2012; Davis ve Annan, 1989). Antenin merkez frekansı azaldıkça araştırma derinliği artmakta iken derinlikteki değişimi çözünürlük nispeten azalmaktadır. Obruk araştırmaları için kullanılan georadar genellikle düşük anten frekansına sahip olmalıdır. Hedeflenen araştırma derinliği 20-25 m'ye kadar 100 MHz kapalı antenle sağlıklı veriler üretilebilmektedir. Araştırma derinliği 25 m'den daha derin olursa daha düşük frekanslı (50/38/25 MHz) ek anten plakalarından yararlanılır (Şekil 10).

Çok Elektrotlu Elektrik Özdirenç Tomografi Çalışmaları (ERT):

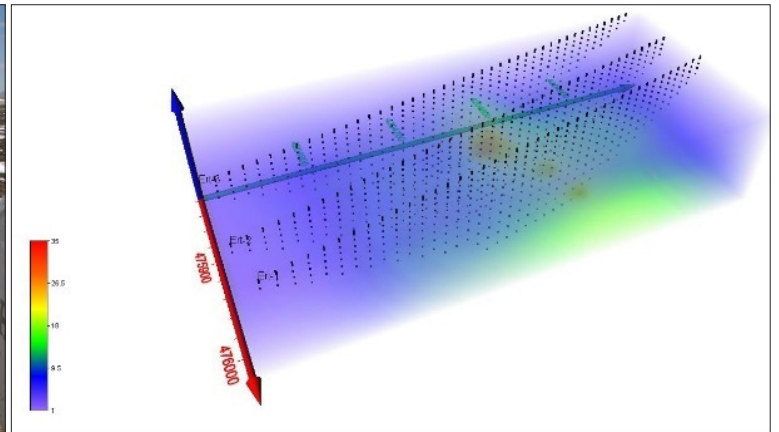
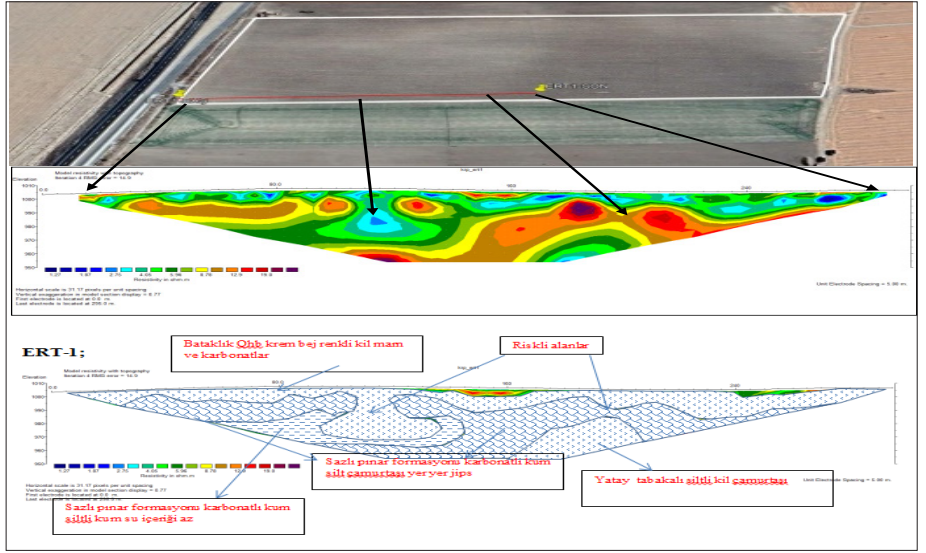
Elektrik özdirenç yöntemi, yeraltı katmanlarının yatay veya düşey yöndeki elektriksel iletkenlik farklılıklarından yararlanılarak jeolojik yapı, boşluk, fay vb anomalilerin belirlenmesi için başvurulan başlıca yöntemlerden biridir. Çok elektrotlu



Şekil 10. Obruk araştırmalarında bir GPR ölçümü ve tespit edilen boşluk anomalisi.

ERT ölçümlerinde ERT profilinin başlangıç ve bitiş mesafeleri, koordinat ve kotları, elektrot sayısı, elektrotlar arası mesafe ve toplam profil uzunlukları hazırlanan veri tablosuna işlenmelidir. Obruk araştırmalarının karayolu, demiryolu, petrol – doğalgaz boru hattı, kanalizasyon veya elektrik hatları gibi belirli bir

çizgisel hat boyunca yapılması halinde güzergah boyunca kesintisiz görüntü elde edilebilmesi bakımından profiller arasında geçişlerin % 40-45 oranında aşmalı (bindirmeli) olarak yapılması gerekir. Bazen incelenen güzergah çevresindeki örtülü risklerin belirlenmesi için ana güzergaha paralel profiller oluşturularak



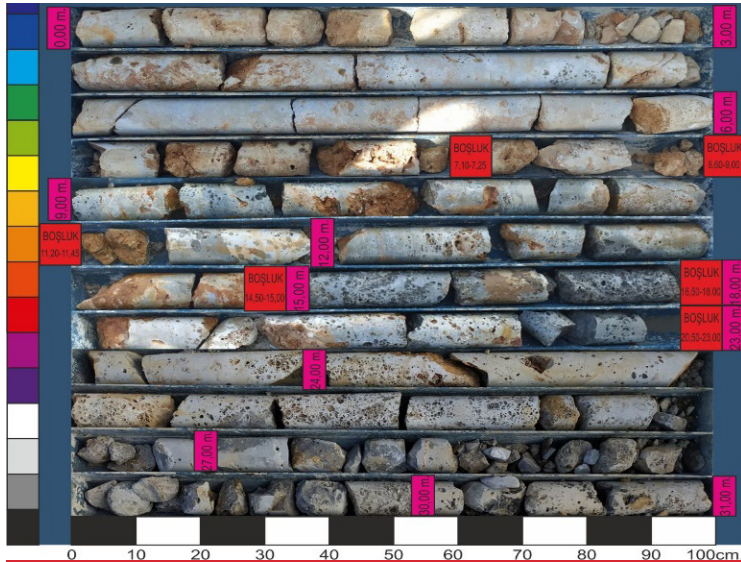
Şekil 11. Konya çevresinde Çok Elektrotlu Elektrik Özdirenç Tomografi (ERT) çalışmaları.

ölçümler yapılarak 3 boyutlu modeller üretilmektedir (Şekil 11).

Sondaj Çalışmaları: Yerbilimsel araştırmaların çoğunda olduğu gibi ön araştırmalar ve jeofiziksel yöntemlerle belirlenen anomalilerin sondaj veya hendek açma gibi doğrudan gözlem ve numune alma şeklindeki müdahaleci yöntemlerle doğrulanması gerekmektedir. Sondaj yapılması maliyeti yüksek ve uzun süre gerektiren teknikler olup pek çok farklı sınırlamalara sahiptir. Sondaj çalışmaları zeminin doğası ve jeoteknik özellikleri hakkında değerli bilgiler sağlamakta olup doğrudan karotların incelenmesi, sondaj esnasında delgi direncinin ani azalması, kuru kaçaklar, aşırı sondaj sıvısı kaybı vb gözlemlerle boşluklar, çözünmüş bölgeleri ve breş boruları da dahil olmak üzere çökme süreçlerinden etkilenen boşlukların ve dolgu malzemelerinin tanınmasını sağlar. Geniş aralıklı sondajlı araştırma programlarında bazı büyük boşluklar sondaj esnasında gözden kaçabildiği için sahada yapılan kapsamlı araştırmalarla obrukların ve örtülü boşlukların boyutları belirlenerek sondaj aralıklarının bu verilere göre planlanması gerekebilir. Karstik alanlarda bazen yer altındaki karmaşık jeolojik özellikler nedeniyle sondajlardan elde edilen veriler de karmaşık olabilmektedir. Maliyeti daha yüksek olan karotlu sondajlar yapısal ve litolojik verilerin elde edilmesinde oldukça gerçekçi veriler

sunarken yeterli sayıda sondaj kayıtları ve alınan kırıntı numunelerinin uzmanlar tarafından tanımlaması ile karotsuz sondajın maliyeti daha uygun olabilmektedir. Saha araştırması için herhangi bir sondaj deliği açılıp araştırmalar tamamlandıktan sonra düzgün bir şekilde kapatılması önemlidir halit ve jips gibi yüksek oranda çözünebilir tuzların olduğu alanlarda yapılan da sondaj çalışmaları esnasında veya sonrasında çözünme ile yeraltında boşluklar oluşabileceğinden sondajla kesilen akiferlere su sirkülasyonunun önlenmesi için bu tuzlara doymuş sondaj sıvıları kullanılmalı ve sondaj delikleri korunmalıdır. Çözünebilir tuzlar, breş boruları vb dengesiz zeminlere sondaj yapmak potansiyel olarak tehlikeli olduğu için sondajdan önce sahada ayrıntılı jeofiziksel etütler ve bir risk değerlendirmesi yapılmalıdır.

Konya bölgesinde obruk araştırmaları yapan Törk vd., (2013 ve 2019) Karapınar ve Çumra (Konya) bölgesinde genellikle İnsuyu formasyonu içinde yaptıkları sondajlarda farklı seviyelerde ve değişken kalınlıklarda boşluklar tespit etmişlerdir. Konya çevresinde yapılan obruk araştırmalarında yüzey ve jeofiziksel araştırmalardan sonra yerleri belirlenen pek çok sondajda farklı derinliklerde ve farklı kalınlıklarda boşluklar kesilmiştir (Şekil 12 ve 13; Arık vd., 2020). Bölgede oldukça yaygın olan ve baskın olarak gölsel karbonatlardan oluşan İnsuyu formasyonu içinde açılan sondajlarda



Şekil 12. Selçuklu bölgesinde karbonatlı birimler içinde açılan sondaja ait karot sandıklarında boşluk kesilen seviyeler.

bölgelerinde obruk incelemesi için çok yararlı bir yöntemdir. Hendek açılarak obrukların evrimsel gelişimi incelendiği takdirde obrukların gelecekteki davranışları tahmin edilebilir. Herhangi bir alanda inşaat sırasında hendek açılması ile ilgili olarak üst toprağın veya aşırı yükün sıyrılması o alandaki çökme özelliklerinin konumlarını gösterebilir.

Speleolojik Çalışmalar: Obruk araştırmalarında çok değerli bir bilgi kaynağı olan speleolojik (mağara bilimi) incelemeler çoğu durumda mağaraların çökmeye eğilimli olması veya su ile kaplı olması nedeniyle yapılamamaktadır. Speleolojik araştırmalarla yeraltı boşluklarının incelenmesi ve haritalanması, erişilebilir boşlukların dağılımı ve boşluk tavanlarını etkileyen aktif aşındırma süreçlerinin (durdurma, boğulma ve bükülme) belirlenmesi yakın gelecekte yeni obruk oluşabilecek noktaların konumu hakkında veri sağlamaktadır. Bu tip kararsız alanlar, boşluk tavanlarında çökme bacaları ve bükülme yapıları ile çökme veya oyma süreçleriyle oluşarak boşluk zeminlerine düşen döküntü konilerinin varlığı ile belirlenebilir (Gutierrez vd., 2008).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

- Son yıllarda doğal jeolojik faktörlerin yanı sıra iklim değişikliği ve kuraklıkla birlikte aşırı ve kontrolsüz su kullanımına bağlı olarak obruk oluşum sayısı hızla artmaktadır. Obruklar yerleşim alanlarını, canlı yaşamını, tarımsal alanları, meraları, enerji ve sanayi yatırım alanlarını, karayolu ve demiryolu gibi ulaşım ağları, petrol ve doğal gaz boru hatları ile elektrik, su ve diğer alt yapı yatırımları için giderek artan risk oluşturmaktadır.
- Obrukların zararlarının bertaraf edilmesi veya azaltılması için mevcut obruk ve çökme yapılarının kapsamlı bir envanterinin oluşturulması ve gelecekte obruk oluşması muhtemel riskli alanların ayrıntılı olarak araştırılması gerekmektedir.
- Obrukların tanımlanması ve kesin olarak haritalanması oldukça zor olup genellikle sığ jeomorfolojik yapılar olduğundan oluşturduğu morfolojik özellikler; dolgu ve inşaat gibi antropojenik etkilerle maskelenebilir

veya ayrışma, aşınma, erozyon, üzerine yeni çökellerin birikmesi vb doğal süreçlerle yok olabilir. Coğrafi Bilgi Sistemine entegre edilmiş obruk ve karst veri tabanları geliştirilmesi ve bunlara dayalı haritalar risk azaltma için oldukça önemlidir.

- Yeraltında oluşmaya başlayan ve yakın gelecekte obruk oluşumuna neden olabilecek sığ boşluklar ve aktif çökme yapıları herhangi bir yüzey belirtisi göstermeyebilir. Dolayısıyla obruk oluşumlarının ve potansiyel olarak obruk oluşabilecek alanların belirlenmesi için yapılacak araştırmalarda inceleme alanı ve yakın çevresi ile ilgili geçmiş ve güncel obruk oluşum hareketleri ile ilgili veriler sağlanmalı ve mümkün olduğu kadar çok sayıda yüzey ve yüzey altı inceleme yöntemi uygulanmalıdır.
- Obruk araştırmaları; 1) Uzaktan algılama ve haritalama, 2) Arazi incelemeleri ve 3) Yeraltı araştırmaları aşamalarından oluşmakta ve bu çalışmalarla elde edilen veriler kapsamlı veri analizleri değerlendirilmektedir.
- Obruk tehlikesinin analiz sürecinde bölgenin jeolojisi ve yapısal özellikleri, obruk oluşan alandaki ana kayaç ve örtü birimlerinin litolojik, mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özellikleri, mağaralar, kaynaklar, göletler gibi diğer karst özelliklerini kapsayan hidroloji, çözünme ve çökme süreçlerini etkileyebilecek hidrojeolojik ve hidrokimyasal özellikler, yağış, sıcaklık ve buharlaşma gibi iklimsel ve meteorolojik özellikler, obruk oluşumuna etki eden antropojenik faaliyetler hakkında mümkün olduğunca fazla bilgi toplanmalıdır.
- Obruk araştırmalarında son yıllarda hızla gelişen uzaktan algılama ve yeraltı görüntüleme yöntemlerinin uygulanması ile elde edilen veriler bilgisayar ve yapay zeka gibi teknolojileri ile analiz edildiğinde muhtemel obruk riski ortaya konulabilecek ve önlemler alınabilecektir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Abelson, M., Baer, G., Shtivelman, V., Wachs, D., Raz, E., Crouvi, O., Kurzon, I., Yechieli, Y., 2003, Collapse-sinkholes and radar interferometry reveal neotectonics concealed within the Dead Sea basin. *Geophys. Res. Lett.* 30, 1545.
- Ahmed, S., Carpenter, P.J., 2003, Geophysical response of filled sinkholes, soil pipes and associated bedrock fractures in thinly mantled karst, east-central Illinois. *Environ. Geol.* 44, 705-716.
- Andrejchuk, V., Klimchouk, A., 2002, Mechanisms of karst breakdown formation in the gypsum karst of the Fore-Ural region, Russia (from observations in the Kungurskaja Cave). Implication of speleological studies for karst subsidence hazard assessment. *Int. J. Speleol.* 31, 89-114.
- Angel, J.C., Nelson, D.O., Panno, S.V., 2004, Comparison of a new GIS-based technique and a manual method for determining sinkhole density: an example from Illinois' sink-hole plain. *J. Cave Karst Stud.* 66, 9-17.
- Annan, A.P., 2000, Ground penetrating radar workshop notes. Sensors and Software Inc., Canada.
- Arık, F., 2018, Obruklar, Orta Anadolu'da Obruk Oluşumları ve Çözüm Önerileri, Maden ve İnsan Dergisi, ETKB, Maden İşleri Genel Müd. Bülteni, 1, 3, 46-53.
- Arık, F., Bilgilioğlu, S.S., İban, M.C., Delikan, A., Göçmez, G., Döyen, A., Kansun, G., Cemil, G., Bilgilioğlu, H., Dülger, A., 2023, Obruk Teknik Kılavuz, Paradigma Akademi, 259s., 978-625-6822-12-2.
- Arık, F., Delikan, A., Göçmez, G., Özen, Y., 2020, "Karapınar (Konya) Çevresinde Obruk Alanlarının Tespit Edilmesi" Projesi Kapsamında Jeolojik Çalışmalar Projesi (No: 2020K14-138637-1), T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi (AFAD) Başkanlığı Konya AFAD İl Müdürlüğü, 164 S.
- Arık, F., Dülger, A., 2023, Obruk Temel Kılavuz, Paradigma Akademi, 132s., 978-625-6822-11-5.
- Baer, G., Schattner, U., Wachs, D., Sandwell, D., Wdonwinski, S., Frydman, S., 2002, The lowest place on Earth is subsiding; an InSAR Interferometric Synthetic Aperture Radar perspective. *Geol. Soc. Am. Bull.* 114, 12-23.
- Basso, A., Bruno, E., Parise, M., Pepe, M., 2013, Morphometric analysis of sinkholes in a karst coastal area of southern Apulia (Italy). *Environ. Earth Sci.* 70 (6), 2545-2559.
- Batayneh, A.T., Abueladas, A.A., Moumani, K.A., 2002, Use of ground-penetrating radar for assessment of potential sinkhole conditions: an example from Ghor al Haditha area, Jordan. *Environ. Geol.* 41, 977-983.
- Brinkmann, R., Parise, M., Dye, D., 2008, Sinkhole distribution in a rapidly developing urban environment: Hillsborough County, Tampa Bay area, Florida. *Eng. Geol.* 99, 169-184.
- Brinkmann, R., Wilson, K., Elko, N., Seale, L.D., Florea, L., Vacher, H.L., 2007, Sinkhole distribution based on pre-development mapping in urbanized Pinellas County, Florida, USA. In: Parise, M., Gunn, J. (Eds.), *Natural and Anthropogenic Hazards in Karst Areas: Recognition, Analysis and Mitigation*. Geological Society, London, Special Publication. 279, pp. 5-11.
- Bruno, E., Calcaterra, D., Parise, M., 2008, Development and morphometry of sinkholes in coastal plains of Apulia, southern Italy. Preliminary sinkhole susceptibility assessment. *Eng. Geol.* 99, 198-209.
- Buttrick, D., van Schalkwyk, A., 1998, Hazard and risk assessment for sinkhole formation on dolomite land in South Africa. *Environ. Geol.* 36, 170-178.
- Carbonel, D., Gutiérrez, F., Linares, R., Roqué, C., Zarroca, M., McCalpin, J., Guerrero, J., Rodriguez, V., 2013, Differentiating between gravitational and tectonic faults by means of geomorphological mapping, trenching and geophysical surveys. The case of Zenzano Fault (Iberian Chain, N Spain). *Geomorphology* 189, 93-108.
- Castañeda, C., Gutiérrez, F., Manunta, M., Galve, J.P., 2009, DInSAR measurements of ground deformation by sinkholes, mining subsidence, and landslides, Ebro River, Spain. *Earth Surf. Process. Landf.* 34, 1562-1574.
- Closson, D., Karaki, N.A., Hussein, M.J., Al-Fugha, H., Ozer, A., 2003, Space-borne radar interferometric mapping of precursory deformations of a dyke collapse, Dead Sea area, Jordan. *Int. J. Remote Sens.* 24, 843-849.
- Closson, D., Karaki, N.A., Klinger, Y., Hussein, M.J., 2005, Subsidence and sinkhole hazards assessment in the southern Dead Sea area, Jordan. *Pure Appl. Geophys.* 162, 221-248.
- Closson, D., Karaki, N.A., Milisavljevic, N., Hallot, F., Acheroy, M., 2010, Salt-dissolution induced subsidence in the Dead Sea area detected by applying interferometric techniques to ALOS Palsar Synthetic Aperture Radar images. *Geodin. Acta* 23, 65-78.
- Cooper, A.H., 2008, The classification, recording, databasing and use of information about building damage caused by subsidence and landslides. *Q. J. Eng. Geol. Hydrogeol.* 41, 409-424.
- Dahm, T., Heimann, S., Bialowons, W., 2011, A seismological study of shallow weak micro-earthquakes in the urban area of Hamburg city, Germany, and its possible relation to salt dissolution. *Nat. Hazards* 58, 1111-1134.
- Davis, J.L. ve Annan, A.P., 1989, Ground penetrating radar for high resolution mapping of soil and rock stratigraphy. *Geophysical Prospecting*, 37, 531-551.
- Demirci, B.B., 2012, Yer Radarı (GPR) Jeofizik Yöntemi Ve Kullanıldığı Alanlar, MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni, 2012, 14, 56-64.
- Doğru, A. ve Özener, H., 2011, Gps Ve Insar İle Yerdeğiştirmelerin Belirlenmesi, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 18-22 Nisan 2011, Ankara, Bildiriler, 630-634

- Epting, J., Huggenberger, P., Glur, L., 2009, Integrated investigations of karst phenomena in urban environments. *Eng. Geol.* 109, 273-289.
- Festa, V., Fiore, A., Parise, M., Siniscalchi, A., 2012, Sinkhole evolution in the Apulian karst of southern Italy: a case study, with some considerations on sinkhole hazards. *J. Cave Karst Stud.* 74 (2), 137-147.
- Filin, S., Baruch, A., 2010, Detection of sinkhole hazards using airborne laser scanning data. *Photogramm. Eng. Remote Sens.* 76, 577-587.
- Filin, S., Baruch, A., Avni, Y., Marco, S., 2011, Sinkhole characterization in the Dead Sea area using airborne laser scanning. *Nat. Hazards* 58, 1135-1154.
- Frumkin, A., Ezersky, M., Al-Zoubi, A., Akkawi, E., Abueladas, A.R., 2011, The Dead Sea sinkhole hazard: geophysical assessment of salt dissolution and collapse. *Geomorphology* 134, 1102-1117.
- Galloway, D. L. ve Burbey, T. J., 2011, Regional land subsidence accompanying groundwater extraction, *Hydrogeology Journal*, 19 (8), 1459-1486.
- Galve, J. P., Gutiérrez, F., Remondo, J., Bonachea, J., Lucha, P. ve Cendrero, A., 2009, Evaluating and comparing methods of sinkhole susceptibility mapping in the Ebro Valley evaporite karst (NE Spain), *Geomorphology*, 111 (3-4), 160-172.
- García-Moreno, I., Mateos, R.M., 2011, Sinkholes related to discontinuous pumping: susceptibility mapping based on geophysical studies. The case of Crestatx (Mallorca, Spain). *Environ. Earth Sci.* 64, 523-537.
- Goldscheider, I. 2020, Global distribution of carbonate rocks and karst water resources. *Hydrogeology Journal*, 28. pp. 1661-1677.
- Gökkaya, E., Gutiérrez, F., Ferk, M., Görüm, T., 2021, Sinkhole development in the Sivas gypsum karst, Turkey, *Geomorphology* 386 (2021) 107746.
- Guerrero, J., Gutiérrez, F., Bonachea, J., Lucha, P., 2008b, A sinkhole susceptibility zonation based on paleokarst analysis along a stretch of the Madrid-Barcelona high-speed railway built over salt-bearing evaporites (NE Spain). *Eng. Geol.* 102, 62-73.
- Gutiérrez, F., Calaforra, J.M., Cardona, F., Ortí, F., Duran, J.J., Garay, P., 2008, Geological and environmental implications of evaporite karst in Spain. *Environ. Geol.* 53, 951-965.
- Gutiérrez, F., Cooper, A.H., 2002, Evaporite dissolution subsidence in the historical city of Calatayud, Spain: damage appraisal and prevention. *Nat. Hazards* 25, 259-288.
- Gutiérrez, F., Galve, J.P., Lucha, P., Castañeda, C., Bonachea, J., Guerrero, J., 2011, Integrating geomorphological mapping, trenching, InSAR and GPR for the identification and characterization of sinkholes in the mantled evaporite karst of the Ebro Valley (NE Spain). *Geomorphology* 134, 144-156.
- Gutierrez, F., Guerrero, J., Lucha, P., 2008a, A genetic classification of sinkholes illustrated from evaporite paleokarst exposures in Spain, *Environmental Geology*, 53, 993-1006, DOI 10.1007/s00254-007-0727-5
- Gutiérrez, F., Parise, M., DeWaele, J., Jourde, H., 2014, A review on natural and human-induced geohazards and impacts in karst, *Earth-Science Reviews* 138 (2014) 61-88
- Higuera-Diaz, I.C., Carpenter, P.J., Thompson, M.D., 2007, Identification of buried sinkholes using refraction tomography at Ft. Campbell army airfield, Kentucky. *Environ. Geol.* 53, 805-812.
- Hobson, D.M., 1992, Site investigation - making the most of your money. In: Forde, M.C. (ed.), *Proceedings 2nd International Conference on Construction on Polluted and Marginal Land*, pp. 151-158. Engineering Technics Press: Edinburgh.
- <https://www.radartutorial.eu/>
- Jancin, M., Clark, D.D., 1993, Subsidence-sinkhole development in light of mud infiltrate structures within interstratal karst of the coastal plain, Southeast United States. *Environ. Geol.* 22, 330-336.
- Kadioğlu, S., Demirci, B.B. 2012, Yapı Denetim Sektöründe Yer Radarı Yöntemi, *Jeofizik Bülteni*, 31-40.
- Kasting, K.M. and Kasting, E.H., 2003, Site characterization of sinkholes based on resolution of mapping. In: Beck BF (ed) *Sinkholes and the engineering and environmental impacts of karst*. ASCE, Reston, 72-81
- Kaufmann, G., Romanov, D., 2009, Geophysical investigation of a sinkhole in the northern Harz foreland (North Germany). *Environ. Geol.* 59, 401-405.
- Klimchouk, A.B., Andrejchuk, V., 2005, Karst breakdown mechanisms from observations in the gypsum caves of the western Ukraine: implications for subsidence hazard assessment. *Environ. Geol.* 48, 336-359.
- Koşaroğlu, S., Taştan, E. Bilim, F., 2016, Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Binasının Yer Radarı (GPR) Yöntemi ile Hasarsız İncelenmesi, *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi BEU Journal of Science*, 5(1), 77-85.
- Land, L., 2013, Evaporite karst in the Permian Basin region of West Texas and southeastern New Mexico: the human impact. In: Land, L., Doctor, D.H., Stephenson, B. (Eds.), *Proc. 13th Multidisciplinary Conf. on Sinkholes and the Engineering and Environmental Impacts of Karst*. National Cave and Karst Research Institute, Carlsbad (New Mexico, USA), pp. 113-121.
- Lollino, P., Martimucci, V., Parise, M., 2013, Geological survey and numerical modeling of the potential failure mechanisms of underground caves. *Geosyst. Eng.* 16 (1), 100-112.
- Margiotta, S., Negri, S., Parise, M., Valloni, R., 2012, Mapping the susceptibility to sinkholes in coastal areas, based on stratigraphy, geomorphology and geophysics. *Nat. Hazards* 62, 657-676.
- Matthews, M.C., Clayton, C.R.I. and Rigby-Jones, J. 2000, Locating dissolution features in the Chalk.

- Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology, 33, 125-40.
- McCalpin, J.P., 2009, Field techniques in Paleoseismology. Terrestrial environments. In: McCalpin, J.P. (Ed.), Paleoseismology. Academic Press, San Diego, 29-118.
 - McDowell, P.W., Barker, R.D., Butcher, A.P., Culshaw, M.G., Jackson, P.D., McCann, D.M., Skipp, B.O., Matthews, S.L. and Arthur, J.C.R., 2005, Geophysics in Engineering Investigations. Construction Industry Research and Information Association Report C592 (and Geological Society Engineering Geology Special Publication 19) CIRIA, London. 252pp.
 - Milanovic, P.T., 2000, Geological Engineering in Karst. Zebra, Belgrade, (347 pp.).
 - Nof, R.N., Baer, G., Ziv, A., Raz, E., Atzori, S., Salvi, S., 2013, Sinkhole precursors along the Dead Sea, Israel, revealed by SAR interferometry. Geology <http://dx.doi.org/10.1130/G34505.1>.
 - Parise, M., Trocino, A., 2005, Gypsum karst in the Crotona province (Calabria, southern Italy). Acta Carsologica 34 (2), 369-382.
 - Patterson, D.A., Davey, J.C., Cooper, A.H., Ferris, J.K., 1995, The investigation of dissolution subsidence incorporating microgravity geophysics at Ripon, Yorkshire. Q. J. Eng. Geol. Hydrogeol. 28, 83-103.
 - Pueyo-Anchuela, O., Casas-Sainz, A.M., Soriano, M.A., Pocióvi-Juan, A., 2010, A geophysical survey routine for the detection of doline areas in the surroundings of Zaragoza NE Spain. Eng. Geol. 114, 382-396.
 - Sargent, C., Goulty, N.R., 2009, Seismic reflection survey for the investigation of gypsum dissolution and subsidence at Hell Kettles, Darlington, UK. Q. J. Eng. Geol. Hydrogeol. 42, 31-38.
 - Song, K.I., Cho, G.C., Chang, S.B., 2012, Identification, remediation and analysis of karst sinkholes in the longest railroad tunnel in South Korea. Eng. Geol. 135-136, 92-105.
 - Stierman, D.J., 2004, Geophysical detection of caves and karstic voids. In: Gunn, J. (Ed.), Encyclopedia of Caves and Karst Science. Fitzroy Dearborn, New York, pp. 377-380.
 - Şengün, Y.S. ve Kılıçoğlu, A., 2005, İnterferometrik Yapay Açıklıklı Radar Tekniğinin Jeodezide Kullanılması, Harita Genel Komutanlığı, Harita Dergisi, 72 (133), 53-62
 - Tallini, M., Gasbarri, D., Ranalli, D., Scozzafava, M., 2006, Investigating epikarst using low-frequency GPR: example from the Gran Sasso range Central Italy. Bull. Eng. Geol. Environ. 65, 435-443.
 - Taviani, M., Angeletti, L., Campiani, E., Ceregato, A., Foglini, F., Maselli, V., Morsilli, M., Parise, M., Trincardi, F., 2012, Drowned karst landscapes offshore the Apulian Margin (Southern Adriatic Sea, Italy). J. Cave Karst Stud. 74 (2), 197-212.
 - Thierry, P., Debeblia, N., Bitri, A., 2005, Geophysical and geological characterization of karst hazards in urban environments: application to Orléans (France). Bull. Eng. Geol. Environ. 64, 139-150.
 - Törk, K., Erduran, B., Yılmaz, N.P., Sülükçü, S., Güner, İ.N., Ateş, Ş., Mutlu, G., Keleş, S., Çınar, A., Demirbaş, Ş., Özerk, O.C., Bulut, A., Sertel, N., Yeleser, L., Avcı, K., Ayva, A., Toksoy, A.T., 2013, Konya Havzası'nda Karstik Çöküntü Alanlarının Belirlenmesi ve Tehlike Değerlendirmesi. MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, Rapor No.11250, Ankara, 334s.
 - Törk, K., Yılmaz, N.P., Sülükçü, S., Keleş, S., Köklü, Ş., Yeleser, L., S., Aykaç, Özerk, Z.R., Acar, C., Savaş, F., Çakır, K., Avcı, K., 2019, Konya Ovası Projesi (KOP) bölgesinde (Konya, Karaman, Aksaray, Niğde) karstik çöküntü alanlarının belirlenmesi ve tehlike değerlendirme projesi (Final Raporu), MTA Genel Müdürlüğü, Rapor No: 263 s., Ankara.
 - Tuckwell, G., Grossey, T., Owen, S., Stearns, P., 2008, The use of microgravimetry to detect small distributed voids and low-density ground. Q. J. Eng. Geol. Hydrogeol. 41, 371-380.
 - Valois, R., Camerlynck, C., Dhemaied, A., Guerin, R., Hovhannissian, G., Plagnes, V., Rejiba, F., Robain, H., 2011, Assessment of doline geometry using geophysics on the Quercy plateau karst (South France), Earth Surface Processes and Landforms, Vol. 36 (9), 1183-1192.
 - Waltham A. C. and Fookes P. G., 2005, Engineering Classification of Karst Ground Conditions, Speleogenesis and Evolution of Karst Aquifers, Vol. 3 (1), 1-20.
 - Waltham, A.C., Fookes, P.G., 2003, Engineering classification of karst ground conditions. Q. J. Eng. Geol. Hydrogeol. 36, 101-118.
 - Zhou, W.F., Beck, B.F., Adams, A.L., 2002, Effective electrode array in mapping karst hazards with electrical resistivity tomography. Environ. Geol. 42, 922-928.

KAYA KÜTLE DEFORMASYON VE ELASTİSİTE MODÜLÜ ELDESİ İÇİN YERİNDE DENEY UYGULAMALARI VE PROBEX KAYA PRESİYOMETRE DENEYİ



Recep ÇETİN

Devlet Su İşleri 4. Bölge Müdürlüğü

Cemal YILDIZ

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
Jeoteknik Hizmetler Dairesi Başkanlığı

Ayhan KOÇBAY

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
Jeoteknik Hizmetler Dairesi Başkanlığı

1. GİRİŞ

Günümüzde yapılan başlıca beton kemer, hardfill, ve silindir ile sıkıştırılmış beton barajların temellerinde deformasyon modülü ve elastisite modülü verileri çok gereklidir. Bu modüllerin kaya kütlesi bazında tespit edilmesi için yerinde deneyler yapılması gerekmektedir. Bu deneylerden başlıca Goodman Jack Dilatometre Deneyi ve Kaya Presiyometre (Dilatometre) deneylerine bu çalışmada yer verilmiştir. Goodman Jack dilatometre deneyinde hidrolik güç basınç pompası yardımı ile dilatometre probuna ulaştırılarak, verilen basınca karşılık elde edilen genişlemeler plakaların kuyu cidarında yol açtığı milimetrik deformasyon miktarının transdüserler yardımı ile ölçülmesi esasına dayanır. Kaya presiyometre deneyinde basınç kuyu probuna iletilir, basınç pompası yardımı ile kuyu içerisinde esnek membran genişletilerek ölçümler cm^3 olarak deney sonuçları elde edilmektedir. Deneyin yapılışında ise dilatometre problemleri, yüzey ekipmanlara elektrik ve hidrolik kablolarla bağlanılarak sondaj kuyusuna sondaj takımı vasıtası ile indirilir. Bu deneyler Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü uhdesinde hem arazi- de yapılabilen, hem de deney kontrollüğü sağlanmaktadır. Çalışma kapsamında her projeye özgü olmak üzere projenin durumuna ve kaya kütlelerinin özelliklerine göre kuyu yerleri, deneyin yapılacağı derinlikler, cihazlar için verilmesi gereken yükler, kalibrasyon aşamaları,

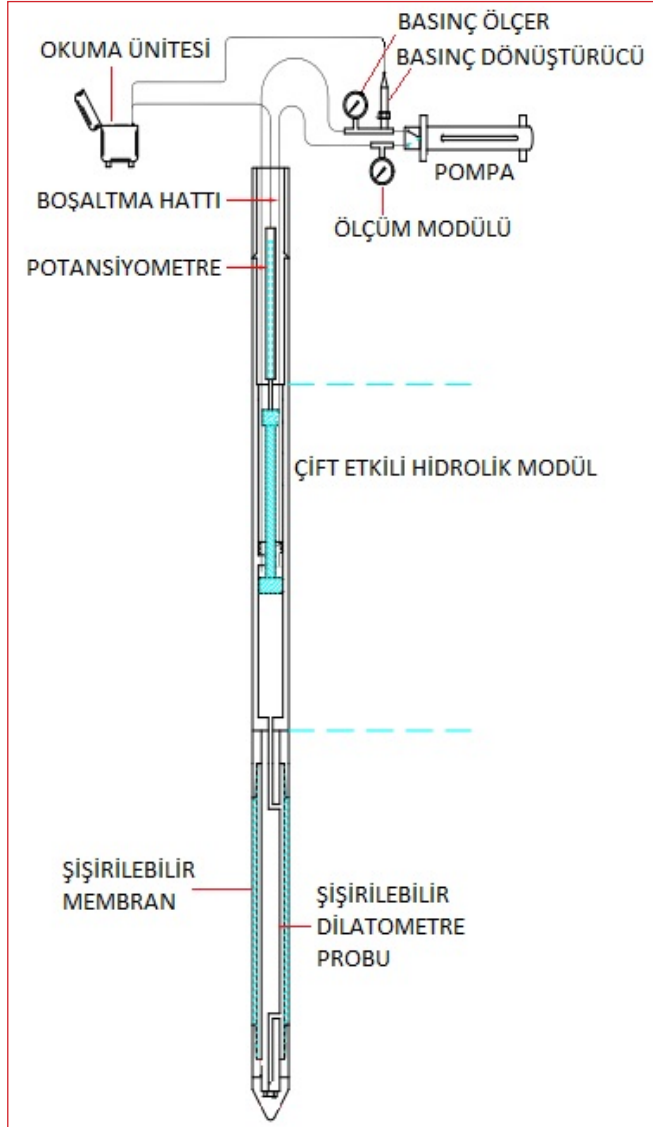
deney hesaplamaları ve düzeltmeler vb. hususlar açıklanmıştır.

2. KAYA PRESİYOMETRE DENEYİ EKİPMAN VE GENEL AÇIKLAMALAR

Kaya Presiyometre deneyi çoğunlukla ayrılmış veya kırıklı kayalarda, az çimentolanmış malzemelerde, örselenmemiş numunelerin alınamadığı durumlarda tercih edilmektedir. Probex Kaya Presiyometresi, klasik presiyometre cihazı özelliklerine sahiptir ancak özellikle kayada kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Başlangıçta Esnek Dilatometre Kullanarak Deformabilitenin Belirlenmesi için ISRM Tarafından Önerilen Yöntemde (ISRM, 1987) tanımlandığı gibi bir dilatometre olarak kullanıldığı düşünülen Kaya Presiyometre, aynı zamanda presiyometrelerle ilgili deney yerlerinde ve yorumlama yöntemlerine göre presiyometre gibi yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Kaya Presiyometre deneyi birçok ülkede farklı uygulamalarda yerinde (in-situ) birtakım verileri elde etmede kullanılır, ancak bu ekipmanın güvenilir kullanımını sağlamak için iyi anlaşılması gereken bazı sınırlamalara da dikkat edilmesi gerekmektedir.

PROBEX Kaya Presiyometre cihazı, esasen kayacın yerinde kısa süreli deforme olabilirliğini belirlemek için kullanılan silindirik, radyal olarak genişleyen bir sondadan oluşan kuyu probudur. Cihaz 76 mm (N boy) sondaj kuyusunda çalışır ve maksimum uygulama basıncı 30 000 kPa'dır. Prob manuel bir

pompa yardımı ile verilen basınç (MPa) ile yüklenmesiyle kuyu içerisindeki sondanın bu basınç değerine karşılık elde edilen toplam hacim (cm³) değişimini ölçerek, ortalama bir kaya modülü hesaplanabilir. (ISRM, 1987)



Şekil 1. PROBEX Kaya Presiyometresinin şematik gösterimi (Roctest Limited, 2017)

PROBEX Kaya Presiyometre cihazı temel olarak üç ana unsurdan oluşur

- Genişletilebilir bir membran
- Çift etkili hidrolik modül
- Ölçüm modülü

Kaya Presiyometre prob membranı ısıl işlem görmüş paslanmaz çelik uçlara monte edilmiş esnek malzemeden yapılmış bir malzemedir. Çelik uçları içeren membranın toplam uzunlu-

ğu 749 mm iken çapı 73,7 mm'dir. Maksimum şişirilmiş genişliği ise 85,5 mm ye kadar genişleyebilmektedir.

Kaya kütlelerinin deforme olabilirliği, sünme özelliği vb. davranışları büyük mühendislik önemine sahiptir. Kaya kütlelerinde mevcut süreksizlikler ve oluşumu, kristalografi, doku ve diğer özellikleri kaya kütlelerinin anizotropik, heterojen, süreksiz bir ortam gibi davranmasına neden olabilir. Kaya kütlelerinin deforme olabilirliğinin belirlenmesi, baraj temellerinin tasarımında, yeraltı kazılarının desteklenmesinde ve kaya şevlerinin stabilitesinde kritik bir parametre sağlar. (Marcil, Green ve Baures, 2013)

2.1. Deney Planı ve Deneyde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Deney yerleri seçilirken önerilen yapı tarafından kaya kütlelerine iletilecek yüklerin gerilme, yoğunluk, yönelim, kütle içerisinde bulunan malzeme türleri, göreceli miktarlar, süreksizlik özellikleri, çatlak sıklığına dikkat edilmelidir. Bu özelliklere göre deney planı dikkate alınarak deney adedi, yoğunluğu vb. hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir. Ayrıca, kaya kütlelerinde beklenen kaya kalite değişimleri ve ayrışma derinliğine göre yapının gereksinimleri de göz önünde bulundurularak sondaj yerinin konumu, derinlik, adet vb. özellikleri seçilmelidir. (USBR, 2009)

Kaya Presiyometre probunun kaya ile iyi temas edebilmesi için deney yapılacak deney seviyesinin mümkün olduğu kadar kuyu genişliği açısından sıkı olması gerekmektedir. Yüksek basınçlarla deney yapılması gereken sağlam kayalarda proba verilen su hacminin 350 cm³'e ulaştığı yerde deneyin sonlandırılması tavsiye edilir. Deney probunun lokal olarak şişirilip zarar görmesini önlemek için prob deney seviyesine indirirken görece az karot geri kazanımı olan yerler ve hâlihazırda alınmış karot örneklerinden de faydalanarak kil bantları veya zayıf bölgelerden kaçınılması gerekmektedir. Bunun için deney sırasında probun tam konumunu bilmek için proba birlikte indirilen muhafaza borularının uzunluğu tam olarak ölçülmelidir. Zayıf karot geri kazanım olan yerlerde prob hacmini 150

cm³ den fazla ve cihaz basıncını 15 MPa dan fazla vermemeye özen gösterilmesi gerekmektedir.

2.2. Kuyu

En derin deney seviyesine kadar sondaj açılır. Ayrışmış kayalarda kuyu cidarında optimum deney yapabilmek için üçkonili + döner delme kullanmak gerekli olabilir. Deney seviyesi mümkün olduğu kadar 76 mm'ye yakın çapta olmalıdır. Darbeli delme ile kuyuda istenilen genişlik elde edilemediği için darbeli delme yapılmamalıdır. Deney yapılan seviye hakkında bilgi sağlması için alınan karotlar hazır bulundurulmalıdır. Ayrışmış kayalarda deney sağlığı açısından delme ile Kaya Presiyometre deneyi arasında çok uzun süre olmaması gerekmektedir.

2.3. Deneyin Yapılışı

Kalibre edilmiş dilatometre probu, yüzeyde-



Şekil 2. Dilatometrenin Genel Gösterimi (ASTM, 2021)

ki okuma ve hidrolik ekipmanlara elektrik ve hidrolik kablolarla bağlanır ve sondaj kuyusuna sondaj takımı vasıtası ile indirilir. Deneyler kuyunun en derin yerinden yukarıya doğru yapılabilir. Deneyler arasında projenin durumuna ve kaya kütlesinin anizotropi, heterojenlik, ayrışma vb. durumlarına göre 2 - 3 - 5 m aralıklarla deney yapılabilir. Kaya Kütlesi tipik olarak verilen yükü (MPa) 10 eşit parçaya bölecek şekilde olmak üzere eşit aralıklara bölünerek yüklenir. Her bir adımda basınç ve verilen basınca karşılık gelen hacim değerleri birer dakikalık bekleme süresinden sonra kaydedilirken, verilen basınç tepe noktasında 10 dakikalık stabilizasyon süresinden sonra basınç ve hacim değerleri kaydedilir. Genellikle 3 yükleme döngüsü yeterlidir. Daha sonra prob deney seviyesinden alınarak bir sonraki deney seviyesine taşınır (Roctest Limited, 2017).

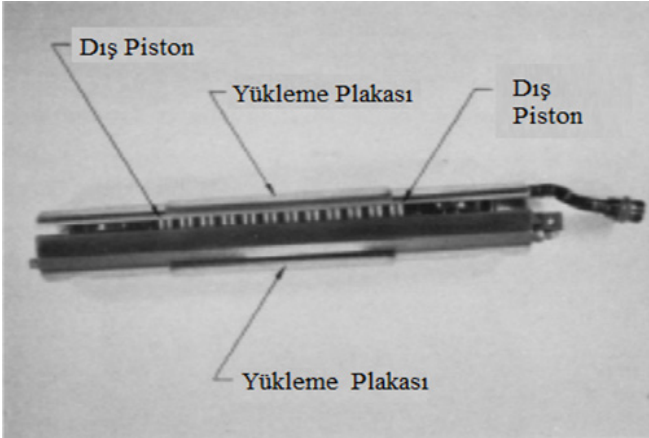
3. GOODMAN JACK DİLATOMETRE DENEYİ

Goodman Jack dilatometresi uygulanan yükün fonksiyonu olarak kuyu duvarlarının deformasyonlarını ölçebilen hareketli baskı plakalarına sahip bir kuyu probudur. Yük - deformasyon ölçümlerinden elde edilen veriler direkt olarak kayacın elastisite ve deformasyon modülü verilerini verir. Kuyu probu NX çaplı kuyularda kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Goodman Jack Dilatometre deney seti Şekil 3, 4 ve 5'te gösterildiği gibi kuyu probu, ölçüm ünitesi, hidrolik pompa ve saati, ile hidrolik hortum ve elektrik kablolarından oluşmaktadır. Kuyu probu içinde iki adet LVDT (Doğrusal Değişken Fark Ölçüm Transformatörü) vardır. Bu transformatörlerden elde edilen milimetrik okumalar ölçüm ünitesinde yakın ve uzak okumalar olarak alınarak hidrolik pompa vasıtası ile verilen basınç (MPa) ve bu basınca karşılık elde edilen yakın ve uzak okumalar (mm) deney füyüne her bir deney seviyesi için gerekli hesaplamalar yapılmak üzere kaydedilir.



Şekil 3. Dilatometre Cihaz Ekipmanları

Dilatometre cihazının Model 52101 ve 52102 olmak üzere iki farklı tipi bulunmaktadır. Model 52101 cihazı 12 pistondan oluşup 700 kg/cm^2 yük verebilme basıncına ulaşip sert kayalarda yapılacak olan ölçümler için kullanılır (Tablo 1). Diğer tipi olan Model 52102 cihazı 3 pistondan oluşup 350 kg/cm^2 yük verebilme basıncına ulaşip görece daha yumuşak kayalarda yapılacak olan ölçümler için kullanılır. Her iki prob içerisinde iki adet 0.254 cm hareket aralığına sahip LVDT bulunmaktadır.



Şekil 4. 76 mm Goodman Jack Dilatometre Kuyu Probu'nun Ayrık ve Bütün Hali

Cihazın okuma ünitesi akü pil veya 220 volt AC ile çalışır. Basınç plakalarının hareketini gösteren 0.01 mm hassasiyetinde her bir LVDT için bir tane göstere bulunmaktadır. Bu göstergeler 'yakın' ve 'uzak' olarak adlandırılır.



Şekil 5. Goodman Jack Dilatometre Cihazı Okuma Ünitesi

Goodman Jack dilatometre deneyinin yapılışında hidrolik kriko yardımı ile yük verip yükü geri almak üzere verilecek olan yük 3 evre olarak yapılmaktadır. 100 kg/cm^2 lik bir örnek yükleme - boşaltma evrelerini uygulanacak olursa: Birinci evrede hidrolik krikoda verilme istenen yükün yarısı kadar olacak şekilde 5 kg/cm^2 basınç değeriyle başlar ve 10 kg/cm^2 yük uygulanarak her 2 dakikada bir okumalar kaydedilir. Daha sonra aynı sürelerle ve 10 kg/cm^2 ' lik artışlarla 50 kg/cm^2 basınç değerine kadar çıkılır. 50 kg/cm^2 basınca ulaşıncaya 10 dakika beklenir ve oluşan deformasyon kaydedilir. Boşaltma işleminde ise yükleme prog-

ramı ters yönde uygulanarak basınç 5 kg/cm² değerine düşürülür ve yakın ve uzak okumalar kaydedilir. İkinci evrede aynı şekilde 5 kg/cm² basınç değerinden başlar ve 100 kg/cm² basınç değerine ulaşıp boşaltma işlemi uygulanır ve yakın ve uzak okumalar kaydedilir. Üçüncü evrede ise 5 kg/cm² basınç değerinden başlar ve 200 kg/cm² basınç değerine ulaşıp boşaltma işlemi uygulanır ve yakın ve uzak okumalar kaydedilir.

Goodman Jack dilatometre deneyi yüksek dayanımlı kayalarda, silindir ile sıkıştırılmış beton (SSB) barajlarda, ve özellikle kemer tipi barajlarda yapının kritik yerlerinde (sağ ve sol sahil, aksi gövde altı araştırmaları vb.) kayacın dayanım, deformasyon ve elastikiyet parametrelerini tayin etmede kritik bir öneme sahiptir. Sözkonusu beton yapılar ile zemin arasında oransal olarak yapının zemin ile harmoni içerisinde çalışması için mekanik parametreler arasında (betonun elastisite modülü ile temel kayasının deformasyon modülü) belirli bir oran bulunması gerekmektedir. Mühendislik yapılarının oturduğu zemin, yerinde deneyler, laboratuvar deneyleri ve görgül yaklaşımlarla tanımlanabilmektedir. Ancak üst yapı belirli ekonomik, teknik, mühendislik-sel sınırlamalar nedeni ile ancak belirli orana kadar mühendislik parametreleri dizayn edilebilmekte, bu nedenle zemin ile üst yapı arasında uyumsuzluk henüz yapı inşa edilmeden önce saptanmalı ve dizaynda bu parametrelere yüksek önem verilmesi gerekmektedir. Proje dizaynı için Şekil 7'deki parametreler kendi içerisinde gruplandırılarak oluşturulan bir lejant ile verilir. Örnek Kaya Presiyometre deneyinden elde edilen sonuçlar kullanılarak yapılmış olup, aynı lejant Goodman Jack Dilatometre deneyi içinde oluşturulabilir. Sözkonusu Lejantta mühendislik dayanım parametrelerinin 4 farklı birimde olduğu ve bunların nicelikleri pafta halinde sunulmuştur.

Tablo 1. Probex Kaya Presiyometre ve Goodman Jack Dilatometre Cihazlarının Özellikleri Karşılaştırılması

	Probex Kaya Presiyometresi	Goodman Jack Dilatometresi
Cihaz Kapasitesi	30 Mpa	70 Mpa
Uygulama Alanı	Ayrılmış, kırıklı kayalar, az çimentolanmış, örselenmemiş numune alınamayan durumlarda kullanılabilir.	Sağlam kayalar, zayıf kayalar, sert killer. Ayrıca çok sağlam kayalarda deney yapılabilir.
Kuyu Çapı	76 mm	76 mm
Genişleme	İç çapı 73.7 mm'den 85.5mm ye kadar	70 mm den 83 mm ye kadar
Boyutlar	70 x 457 mm	70 x 445 mm
Ağırlık	14,5 kg	15 kg

4. KAYA PRESİYOMETRE DENEYİ KULLANIM TALİMATI VERİ DÜZELTİLMESİ VE HESAPLAMALAR

4.1. Kalibrasyon ve Düzeltmeler

İki tür kalibrasyon yapılmak zorundadır. Bunlar basınç ve hacim kalibrasyonlarıdır.

4.1.1. Basınç kalibrasyonu, bir deney sırasında elde edilen ilk ve son basınç okumalarının birbirinden çıkarılması ile membran rijitliğinin (atalet) bulunması için yapılır. Membran rijitliği probu serbest halde genişletmek için gerekli basınca eşdeğerdir.

4.1.2. Hacim kalibrasyonu, cihaza deneyde basınç verildiği zaman ekipmanın deformasyonuna karşılık gelen düzeltmenin belirlenmesini sağlar ve deney yapıldığında elde edilen hacim okumalarından düşülmesi gerekmektedir. Bu kalibrasyon sızıntıları kontrol eder, probu yoğurur ve hesaplamalarda kullanılması gereken 'c' yi (prob deformasyonu) değerini belirler. 'A' değeri hacim Kalibrasyonundan elde edilen PROBEX hacimsel genişmesi ve 'b', kalibrasyon tüpünün (küçük) teorik genişmesine karşılık gelmek üzere;

Hacim düzeltme faktörü 'c' = A - b denklemiyle verilir. (Roctest Limited, 2017)

4.2. Hacim Düzeltmede Önemli Hususlar

Hacim düzeltme faktörü 'c' kayanın deformasyon modülünü hesaplamak için kullanılan denklemde yer almaktadır. Bu nedenle hesaplanan modülde yüksek güven düzeyi, 'c' değerinin kesinliğine ve deney sırasında PROBEX'in gerçek içsel deformasyonunu temsil edebilir bir değer olmasına bağlıdır. Düzeltme faktörü 'c' tipik olarak hacim kalibrasyon değerinde verilen 15 ila 30 MPa yük arasında hesaplanır. Kaya ne kadar sert olursa, düzeltme faktörü 'c' nin etkisi daha büyüktür. Probu boş durumdaki hacmi V_o hacmi, teorik olarak 1950 cc'dir. Bu, membranın teorik uzunluğu (45,7 cm) ve çapı (7,37 cm) dikkate alındığında teorik olarak 1950 cc' alınır.

PROBEX Kaya Presiyometre deneyi sonuçları, esasen kaya kütlesinin yerinde deforme olabilirliğinin ölçülmesinde kullanılır. Bu metotta da verileri elde ederken Presiyometre deney sonuçlarını indirgemek için kullanılan yöntem uygulanır. Deformasyon modülü Lamé denkleminde, elastik ve homojen bir ortamda silindirik bir boşluk üzerinde düzgün bir radyal basıncın uygulanmasına dayanır (Goodman, 1989). Teorik olarak:

$$E = 2(1 + \nu)(V_o + V_m)(\Delta P / \Delta V) \quad (1)$$

E = bir deney sırasında P1 ile P2 basınçları arasında hesaplanan deformasyon modülü

ν = Poisson oranı

V_o = Söndürülmüş sondanın ölçüm bölümünün teorik hacmi

V_m = ΔV hacim artışının merkezinde düzeltilmiş hacim artışı

ΔP = P1 ve P2 arasındaki düzeltilmiş basınç artışı

ΔV = P1 ve P2 arasındaki düzeltilmiş hacim artışı

Basınç ve hacim aşağıdaki şekilde düzeltilir:

$$P = P_r + P_1 - P_c \quad (2)$$

P = Düzeltilmiş basınç

P_r = Veri kaydediciden okunan basınç

P_1 = Pompa ile prob arasındaki yağ kolonu

P_c = Membranın rijitliği için basınç kalibrasyonu ile belirlenen ilgili hacimdeki basınç düzeltmesi

$$V = V_r - V_c \quad (3)$$

V = Düzeltilmiş hacim

V_r = Veri kaydediciden okunan hacim

V_c = Deney sırasında membranın hacim genişlemesi için hacim düzeltmesi; hacim kalibrasyonu ile belirlenir.

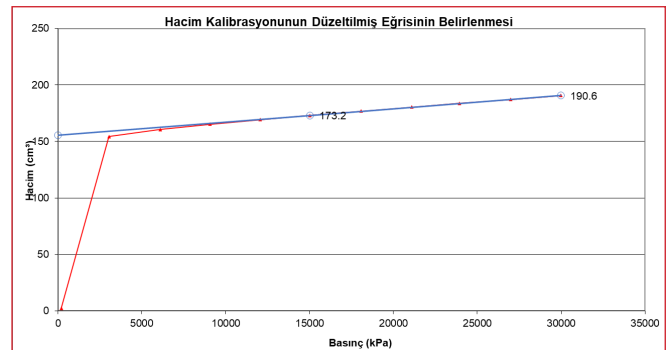
V_c , aşağıdaki denklemde verilen "c" hacim düzeltme faktörü ile elde edilir:

$$c = a - b \quad (4)$$

"a" düzeltme faktörü, kalibrasyon tüpündeki kalibrasyondan, tipik olarak 15 ila 30 MPa arasında hesaplanır. "a" sabiti membran rijitliğine ilişkin deney verilerini düzeltmek için sabittir. Kalibrasyon sırasında elde edilen boşaltma-yeniden yükleme verilerine göre varsayılan olarak hesaplanır (Tablo 2, Şekil 6).

Tablo 2. Hacim Kalibrasyonu verisi

Kalibrasyon verisi	
Basınç	Hacim
MPa	cm ³
15	175
30	191



Şekil 6. Hacim Kalibrasyonunun Düzeltilmiş Eğrisinin Belirlenmesi

"b" parametresi kalibrasyon sırasında çelik borunun genişlemesini dikkate alır ve aşağıdaki denklem ile hesaplanır:

$$b = (2V * (r + e * (1 + m))) / E_m * e \quad (5)$$

V = Kalibrasyon tüpüyle temas halindeyken probun hacmi

r = Kalibrasyon tüpünün iç yarıçapı

e = Kalibrasyon tüpünün çeper kalınlığı

m = Kalibrasyon tüpü malzemesinin Poisson

orani

E_m = Kalibrasyon tüpü malzemesinin elastik modülü

PROBEX, aşağıdaki özelliklere sahip standart bir çelik kalibrasyon tüpüyle birlikte verilir:

- nominal iç çap: 76.2 mm
- nominal dış çap: 101.6 mm
- E_m (elastik modülü): 207×10^6 kPa
- m (Poisson oranı): 0.30

Önceki denklemdeki bu değerleri kullanarak ve PROBEX membranın 457 mm'ye eşit genişleyebilir bir uzunluğunu varsayarsak, aşağıdaki "b" değeri elde edilebilir:

$$b = 86.6 \times 10^{-6} \text{ cm}^3/\text{kPa}$$

Elastik (Reload) Modül Elde edilirken ise;

$$E_r = 2(1+\nu) (V_o + V_m) (1/((\Delta V/\Delta P)-c)) \quad (6)$$

E_r : Elastik (Reload) Modül

ν = Poisson oranı

V_o = Kaya Presiyometre Probenun şişmeden önceki teorik hacmi

V_m = Düzeltilmiş hacim artışı, hacim artışı ortalaması

ΔP = P_1 ve P_2 arasındaki düzeltilmiş basınç artışı

ΔV = P_1 ve P_2 arasındaki düzeltilmiş hacim artışı

Formülü ile elde edilir. (Roctest Limited, 2017)

4.3. Yükleme Döngüsü için Kaya Kütle Deformasyon Modülü Örnek Hesap

Tablo 3 de örnek deney föyü ve örnek hesaplama için seçilen değerler gösterilmiştir.

Deformasyon modülü E denklemi (1), dilatometre için modifiye edilerek:

$$E_p = 2(1+\nu_R) \cdot (V_o + V_m) \cdot \left(\frac{\Delta P}{\Delta V}\right) \quad (7)$$

E_p = Deformasyon Modülü

ν_R = Kayanın Poisson oranı

V_o = Kaya Presiyometre Probenun şişmeden

önceki teorik hacmi

V_m = Düzeltilmiş hacim artışı, hacim artışı ortalaması

Δp = P_1 ve P_2 arasındaki düzeltilmiş basınç artışı

Δv = P_1 ve P_2 arasındaki düzeltilmiş hacim artışı

Verilenler:

Kaya Poisson oranı, $\nu = 0,20$

Probun ilk hacmi, $V_o = 1.928 \text{ cm}^3$

Kapalı boru kalibrasyonu:

Modül hesaplaması için seçilen düzeltilmiş basınç aralığı:

$$P_{b1} = 7343 \text{ kPa}$$

$$P_{b2} = 19229 \text{ kPa}$$

Hesaplamalar:

1) Enjekte Edilen Düzeltilmiş Hacimler:

$$a) V_1 = 203.3 \text{ cm}^3,$$

$$b) V_2 = 218.6 \text{ cm}^3$$

$$c) nV_m = 0,5 (V_1 + V_2) = 210,95 \text{ cm}^3$$

$$d) \Delta V = V_2 - V_1 = 15,3 \text{ cm}^3$$

2) Probda Uygulanan Düzeltilmiş Basınçlar:

$$P_{b1} = 7,343 \text{ kPa}$$

$$P_{b2} = 16,270 \text{ kPa}$$

$$\Delta_{pb} = P_{b2} - P_{b1} = 8,927 \text{ kPa}$$

Yukarıdaki değerleri denklem 7 ve Bölüm 3.3'de değiştiren Modül (E_R):

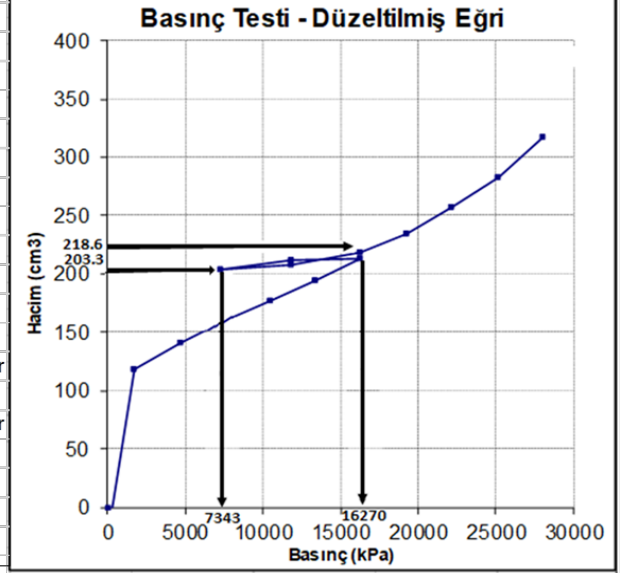
$E_R = 2,995,180 \text{ MPa}$ olarak bulunur.

Örnek hesaplamada sonuçlar elde edildikten sonra Şekil 7. de verildiği gibi her bir kuyu (USK-1, USK-2, USK-3, ve USK-4) ve her bir kuyu derinliğine bağlı hesaplanan deformasyon modülü değerleri eklenmiştir. Her bir deformasyon modül değer aralıklarına lejantta belirtildiği gibi (0-500 MPa, 500 - 1000 MPa, 1000- 1500 MPa, 1500 - 2000 MPa, >2000 MPa) farklı renklendirme ile baraj gövde altında, sağ ve sol yamaçlarındaki muhtemel birim geçişleri, malzeme parametresinin farklılığı,

PROBEX Presiyometre Sonuçları

Proje Adı	XYZ BARAJI	Delgi Yöntemi	NQ Sistemi
KUYU İSMİ	BH1-3	Test Derinliği	15.00 m
Test Tarihi: (dd/mm/yyyy)	20/02/2019	Poisson Oranı	0.20
Test Numarası	Probex Arazi Testi	Probun İlk Hacmi	1928 cm ³
Prob Türü	N Probu (76 mm OD)	Kuyu ve Test Arası Süre	30 dk

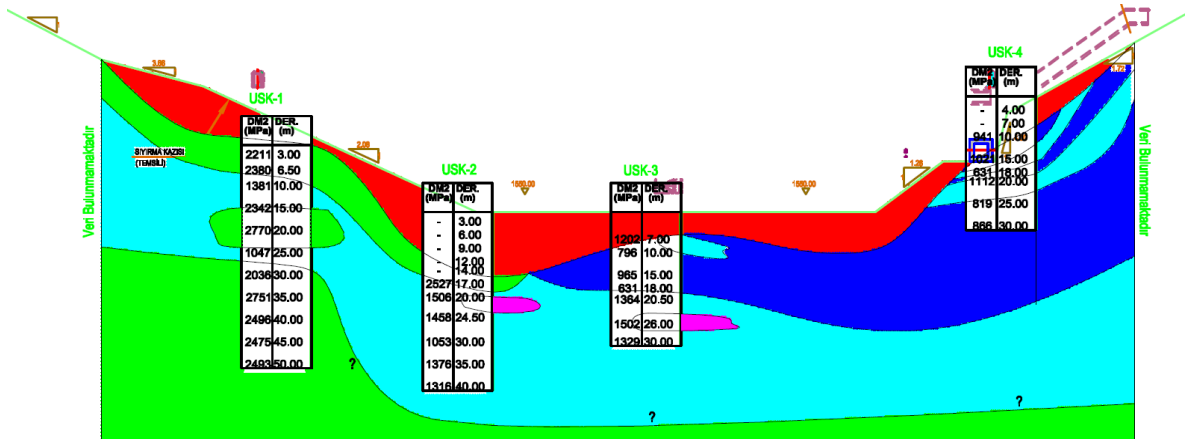
Ham Okumalar		Düzeltilmiş Okumalar		
Basınç	Hacim	Basınç	Hacim	$\Delta R/R_0$ Prob
kPa	cm ³	kPa	cm ³	%
0	0.0	84	0.0	0.000
200	-1.0	300	-1.2	-0.032
3000	122.0	1771	118.8	3.033
6045	147.0	4685	140.5	3.578
8984	169.0	7516	159.3	4.049
12034	190.0	10464	177.0	4.489
15055	211.0	13404	194.8	4.928
17998	233.0	16282	213.6	5.393
13500	226.0	11805	211.4	5.340
9000	213.0	7343	203.3	5.139
13500	222.0	11817	207.4	5.241
18000	238.0	16270	218.6	5.515
21000	257.0	19229	234.4	5.902
24000	283.0	22207	257.1	6.458
27000	312.0	25166	282.9	7.084
30000	350.0	28078	317.7	7.923



Bekleme Zamanı	60	sn
PI Elde Etme Metodu	1/V vs P	
Kaya Tanımı	Kiltaşlı	
PROBEX COMPANION V.5.11		

Elde Edilen Test Sonuçları	
Ep:	807,982 kPa
PI:	47,919 kPa
Ep / PI:	16.9
Er:	2,995,180 kPa

Şekil 7. Örnek Kaya Presiyometre Deney Föyü, hesaplanan sonuçlar ve grafik.



Kaya Presiyometresi Deformasyon Modül Değişim Lejantı (DM2)



Şekil 8. Örnek Kaya Presiyometre Lejantı

malzeme niceliklerini vb. ortaya koymak için yerinde deney lejantı oluşturulmuştur. Örnek lejantta görüldüğü gibi 2 boyutlu olarak deformasyon modülünün 4 farklı sayısal değer aralıkları ve bunların konumunu ve göz önünde bulundurulması gereken önlem vb. hususlarına dikkat çekmek için ortaya konulmuştur.

5. SONUÇLAR

Kaya Presiyometre (Dilatometre) deneyi ve Goodman Jack Dilatometre deneyi temel olarak kayanın yerinde deforme olup olmadığı ve niceliğinin belirlenmesi amacı ile yapılan deneylerdir. Kaya kütlelerinin deformasyonu, baraj temellerinin tasarımında, yeraltı kazılarının desteklenmesinde ve kaya şevlerinin stabilitesinde kritik bir parametre olarak kullanılmaktadır. Deneyler kuyu içerisinde projenin durumuna ve Kaya Kütlelerinin anizotropi, heterojenlik, ayrışma vb. durumlarına göre ve belirli metraj aralıkları ile yapılmaktadır. Deney yerleri seçilirken önerilen yapı tarafından kaya kütlelerine iletilecek yüklerin gerilme, yoğunluk, yönelim, kütle içerisinde bulunan malzeme türleri, göreceli miktarlar, süreksizlik özellikleri, çatlak sıklığına dikkat edilmelidir. Ayrıca, kaya kütlelerinde beklenen kaya kalite değişimleri ve ayrışma derinliğine göre yapının gereksinimleri de göz önünde bulundularak sondaj yerinin konumu, derinlik, adet vb. özellikleri seçilmelidir. Deney probunun lokal olarak şişirilip zarar görmesini önlemek için prob deney seviyesine indirirken görece az karot geri kazanımı olan yerler ve hâlihazırda alınmış karot örneklerinden de faydalanarak kil bantları veya zayıf bölgelerde deney yapmaktan kaçınılmalıdır. Ayrıca Kaya Presiyometre probunun kaya ile iyi temas edebilmesi için deney yapılacak deney seviyesinin mümkün olduğu kadar kuyu genişliği açısından sıkı olması gerekmektedir. Deney yapılan seviye hakkında bilgi olması nedeni ile alınan karotlar hazır bulundurulmalıdır. Ayrışmış kayalarda deney sağlığı açısından kuyunun açılması ile hem Kaya Presiyometre deneyi, hem Goodman Jack Dilatometre deneyi yapılırken kuyunun açılması ile deney yapılması arasında çok uzun süre olmaması hususuna

dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu yayında ayrıca örnek hesaplama olarak Kaya Presiyometre deneyi ile uygulanan basınç (MPa) ve bu değere karşılık gelen hacim (cm³) değerleri ile yapılan düzeltmeler sonrasında kullanılan formül ve bağıntılar ile yerinde Kaya Kütle Deformasyon Modülü, değeri örnek hesaplama yapılmıştır. Ayrıca yapı için hazırlanan etüt raporlarında kritik öneme sahip örnek deney lejantı oluşturulmuştur. Kaya Presiyometre deneyi ve Goodman Jack Dilatometre deneyi hassas karot verimi, laboratuvar deneyleri için yetersiz karot veren killi veya çok eklemli kayalarda sondaj profilinin yerinde endekslenmesi için özellikle değerli bir deneydir.

6. KAYNAKLAR

- ASTM. (2021). *Standard Test Method for Determining the In Situ Rock Deformation Modulus and Other Associated Rock Properties Using a Flexible Volumetric Dilatometer*. Designation: D8359 – 21, s. 2.
- Goodman, R. E. (1989). *Deformability of Rocks. Introduction to Rock Mechanics, 2nd Edition*. New York (USA): John Wiley & Sons.
- ISRM (1987). *Suggested Method for Deformability Determination Using a Flexible Dilatometer*. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts*, 123-134.
- Marcil, L., Green, R., & Baures, D. (2013). *The Probex: Over 25 years of Experience in Measurement of In-Situ Deformability of*. *Proceedings of the 18th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Parallel session ISP 6*.
- RocTest Limited. (2017). *INSTRUCTION MANUAL BOREHOLE DILATOMETER (ROCK PRESSURE-METER) Model PROBEX*. www.roctest.com/PROBEX-E-E10037: <https://roctest.com/wp-content/uploads/2017/01/PROBEX-E-E10037-180424.pdf> adresinden alındı
- USBR 6575-09. (2009). *Determining Situ Deformation Modulus Using a Flexible Volumetric Dilatometer*. Denver, Colorado: U.S.B.R. Materials Engineering and Research Laboratory Technical Service Center.

BİLİMSEL TOPLANTILAR

Uluslararası Bilimsel Toplantılar (2024-2025)

XVIII European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering**Yer:** Lizbon, Portekiz**Tarih:** 26-30 Ağustos 2024**Web:** <https://www.ecsmge-2024.com/>**Nordic Geotechnical Meeting (Ngm 2024)****Yer:** Göteborg, İsveç**Tarih:** 18-20 Eylül 2024**Web:** <https://www.ngm2024.se/>**2024 ISRM International Symposium****Yer:** New Delhi, Hindistan**Tarih:** 22-27 Eylül 2024**Web:** <https://arms2024.org>**EuroEngeo 2024****Yer:** Dubrovnik, Hırvatistan**Tarih:** 8-12 Ekim 2024**Web:** <https://www.euroengeo2024.com>**IRF World Congress 2024****Yer:** İstanbul, Türkiye**Tarih:** 15-18 Ekim 2024**Web:** <https://irfnet.ch/event/irf-world-congress-2024/>**1st international Rock Mass Classification Conference****Yer:** Oslo, Norveç**Tarih:** 30-31 Ekim 2024**Web:** <https://www.rmcc2024.com/>**2nd IAEG Latin-American Regional Conference and XVII Pan-American Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE)****Yer:** La Serena, Şili**Tarih:** 12-16 Kasım 2024**Web:** <https://panamgeochile2024.cl/>**The 2nd Geomandu: Geotechnics for Sustainable Infrastructures****Yer:** Kathmandu, Nepal**Tarih:** 28-29 Kasım 2024**Web:** <https://geomandu.ngeotechs.org>**5th International Symposium on Frontiers in Offshore Geotechnics (ISFOG)****Yer:** Nantes, Fransa**Tarih:** 09-13 Haziran 2025**Web:** <https://isfog2025.univ-gustaveeiffel.fr/>**2025 ISRM International Symposium: Eurock 2025****Yer:** Trondheim, Norveç**Tarih:** 16-20 Haziran 2025**E-mail:** henki.oedegaard@multiconsult.no**The 15th Asian Regional Conference of IAEG: ARC-2025****Yer:** Dhaka, Bangladeş**Tarih:** 27-29 Kasım 2025**E-mail:** shakhawathos2004@yahoo.com

HİDRO'2025 ULUSAL HİDROJEOLJİ VE SU KAYNAKLARI SEMPOZYUMU

NATIONAL SYMPOSIUM ON HYDROGEOLOGY AND
WATER RESOURCES



22-24 Mayıs 2025
Süleyman Demirel Üniversitesi



<http://www.hidro2025.com.tr> | sduhidro2025@gmail.com

Mühendislik Jeolojisi Derneği Üyeleri

Derneğimizin üye sayısı Haziran 2024 itibariyle, 186. si asil, 2'si onursal ve biri de kurumsal olmak üzere toplam 189'a ulaştı. Bu üye sayısı ile Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Birliği (IAEG)'ne üye Avrupa ülkeleri arasında Türkiye üye sayısı itibariyle 4. sıradaki yer almaya devam ediyor. Derneğimize üye başvuruları devam etmekte olup, üye olarak katkı veren meslektaşlarımıza teşekkür ediyoruz.

AD	SOYAD	ÜNVAN	E-POSTA
Erdoğan	YÜZER (Onursal Üye)	Prof. Dr.	erdoganyuzer@gmail.com
S. Okay	EROSKAY (Onursal Üye)	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 Mühendis	yavuz.kaya@alacergold.com
Mustafa Kemal	AKMAN	Jeo. Yük. Müh.	mkakman66@hotmail.com
Ergün	TUNCAY	Prof. Dr.	etuncay@hacettepe.edu.tr, ergntncy256@gmail.com
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@koceali.edu.tr
Aziz	ERTUNÇ	Prof. Dr.	aziz.ertunc@toros.edu.tr
Ali	ÖZVAN	Prof. Dr.	aliozvan@gmail.com
Akin	ÖNALP	Prof. Dr.	onalpakin@gmail.com
Cem	KINCAL	Prof. Dr.	cemkincal@gmail.com
Mehmet Yalçın	KOCA	Prof. Dr.	yalcin.koca@deu.edu.tr
Mustafa	ÖZER	Prof. Dr.	ozerm@gazi.edu.tr
Ayhan	KOÇBAY	Dr.	ayhankocbay@gmail.com
Gülseren	DAĞDELENLER	Doç. Dr.	gulsrn@hacettepe.edu.tr
Nurkan	KARAHANOĞLU	Prof. Dr.	nurkan@metu.edu.tr
Mahmut	MUTLUTÜRK	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 eray.ozguler@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, coruk@kocaeli.edu.tr
Yasemin	LEVENTELİ	Doç. Dr.	leventeli@akdeniz.edu.tr
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-ryukyuu.ac.jp
Işık	YILMAZ	Prof. Dr.	isik.yilmaz@gmail.com
Recep	KILIÇ	Prof. Dr.	recepkilic06@gmail.com
Tülay	EKEMEN KESKİN	Prof. Dr.	tulayekemen@karabuk.edu.tr
İnan	KESKİN	Prof. Dr.	inankeskin@karabuk.edu.tr
Dursun	ERİK	Dr.	dursunerik@gmail.com
Hasan	ÖZASLAN	Jeo. Müh.	hozaslan@yukseproje.com.tr
Koray	ULAMIŞ	Doç. Dr.	ulamis@ankara.edu.tr
Kemal	KARAKUŞ	Jeo. Müh.	kkarakus@dsi.gov.tr
Orhan	TANER	Jeo. Müh.	taner@jeodizayn.com.tr
Hasan	ARMAN	Prof. Dr.	Hasan.arman@gmail.com
Sedat	TÜRKMEN	Prof. Dr.	sturkmen@cu.edu.tr, sturkmen@ yahoo.com
Tolga	ÇAN	Prof. Dr.	tolgacan@cu.edu.tr
Orhan	ŞİMŞEK	Dr.	o.simsek@fugro.com
Niyazi	ŞENNAZLI	Jeo. Müh.	n.sennazli@fugrosial.com.tr
Mustafa	YILDIRIM	Prof. Dr.	yildir@yildiz.edu.tr
Tamer	TOPAL	Prof. Dr.	topal@metu.edu.tr
Şule	TÜDEŞ	Prof. Dr.	studes@gazi.edu.tr
Celalettin	ŞİMŞEK	Prof. Dr.	celalettin@deu.edu.tr
Okay	GÜRPINAR	Prof. Dr.	okaygurpinar@gmail.com
Cavit	ATALAR	Prof. Dr.	cavitatalar@hotmail.com; cavit.ata- lar@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
Ersin	AREL	Yrd. Doç. Dr	e.arel@iku.edu.tr
Nazlı	TUNAR ÖZCAN	Doç.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, tkoca@mu.edu.tr
Arzu	FIRAT ERSOY	Prof. Dr.	firat@ktu.edu.tr
Evren	POŞLUK	Dr.	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	Maden Yük. Müh.	mehmetmesutoglu@selcuk.edu.tr
İhsan	ÖZKAN	Prof. Dr.	iozkan@ktun.edu.tr
Hüseyin Hüsnü	AKSOY	Prof. Dr.	haksoy@hacettepe.edu.tr, husnu.aksoy@atilim.edu.tr
Emine Mercan	ÖNÜR	Jeo. Müh.	mercanonur@yahoo.com
Candan	GÖKÇEOĞLU	Prof. Dr.	candan.gokceoglu@gmail.com
Hakan Ahmet	NEFESLİOĞLU	Prof. Dr.	han@eskisehir.edu.tr
Hakan	TANYAŞ	Jeo. Yük. Müh.	htanyas@hotmail.com
Murat	BEREN	Araş. Gör. Dr.	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, dilekrapinar@itu.edu.tr
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. Genel Müdür	kiran.fazil@gmail.com
Aykut	AKGÜN	Prof. Dr.	aykut.akgun@ktu.edu.tr
Ahmet	ORHAN	Dr. Öğr. Üyesi	ahmet.orhan@nevsehir.edu.tr
Ersin	KOLAY	Prof. 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	Prof. Dr.	selcukalemdag@gmail.com
Melis	ALDEMİR	Jeo. Müh.	melisaldemir@jemas.com.tr
Fatma	GÜLTEKİN	Prof. Dr.	fatma@ktu.edu.tr
Meral	ERDOĞAN	Jeo.Yük.Müh.	erdoganmer@itu.edu.tr
Eylem	GÖKYAY	Hidrojeo. Müh.	eylem.gokyay@suyapi.com.tr, eylem.gokyay@gmail.com
Mete	GÜRLER	Hidrojeo. Müh.	metegurler@gmail.com
Erkil Onur	TARI	Jeo. Müh.	erkilonur@gmail.com
Onur	ÖZDEMİR	Jeo. Müh.	oozdemir.muh@gmail.com
Mehmet	PAŞALI	Jeo. Müh.	mehmetbasalma@gmail.com
Aydın	ALPTEKİN	Jeo. Müh.	aydinalptekin@mersin.edu.tr
Muhammet Oğuz	SÜNNETCİ	Dr. Öğr. Üyesi	moguzsunnetci@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 muozgehan@dsi.gov.tr
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
Pinar 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	Prof. 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.	bahadiryavuz@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 / ahmt.brdkci@gmail.com
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	Jeoloji Müh. 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 Mühendisi, Dr.	bilgehankul@hotmail.com , bilgehankul@ktu.edu.tr
Cemal	YILDIZ	Jeoloji Yük. Müh.	cemalyildiz@dsi.gov.tr
Emre	ALTINTAŞ	Jeoloji Yüksek Mühendisi	emrealtintas@dsi.gov.tr
Mehmet	YAKUT	Jeoloji Yüksek Mühendisi	mehmetyakut@dsi.gov.tr
Gülçin Türkan	KARAOĞLU	Jeoloji Yüksek Mühendisi	gulcin.karaoglu@ibb.gov.tr
Hazel	ALAN	Jeoloji Mühendisi	hazel.alan@itu.edu.tr / hazelan03@gmail.com
Senem	TEKİN	Dr. Öğretim Üyesi	senemtekin@adiyaman.edu.tr
Ali	BOZDAĞ	Doç. Dr.	abozdag@ktun.edu.tr
İsmail	İNCE	Doç. Dr.	iince@ktun.edu.tr
Kardelen	TOLUN	Jeoloji Mühendisi	tolunkardelen@gmail.com
Hüseyin Mert	BAŞER	Jeoloji Mühendisi	geoteknikmert@gmail.com
Gökhan	UZ	Jeoloji Mühendisi	guz@limak.com.tr , uzgokhan.41@gmail.com
Sami Serkan	İŞOĞLU	Jeoloji Yüksek Mühendisi	samiserkanisoglu@gmail.com
Zülfükar ONUR	GEÇGİL	Jeoloji Mühendisi	onurge@demirexport.com
Bahadır	GÜLER	Jeoloji Mühendisi	bahadirg@demirexport.com , bahadirguler@gmail.com
Tuğba	Sarayköylü	Jeoloji Yüksek Mühendisi	tsaraykoylu@dsi.gov.tr , tugbasaraykoylu@hotmail.com
Nail Özkan	SAMUR	Jeoloji Mühendisi	nosamur@gmail.com
Recep Kemal	AYDIN	Jeofizik Yüksek Mühendisi	kemalaydin@dsi.gov.tr
Yılmaz	RÜZGAR	Jeoloji Yüksek Mühendisi	yilmazruzgar@gmail.com
Ali Rıza	ÖZDAMAR	Jeoloji Mühendisi	arozdamar@gmail.com
Karaca	KARAKAŞ	Jeoloji Mühendisi	karacakarakas@gmail.com
Batuhan	TERLİ	Jeoloji Mühendisi	batuhan.terli@gmail.com
Tayfun	GÜL	Jeoloji Mühendisi	tayfungul614@gmail.com
Mehmet	İNCE	Jeoloji Yüksek Mühendisi	mehmetince18966@gmail.com
Bilgehan	TOKSOY EDİŞ	Jeoloji Yüksek Mühendisi	bilgehan.toksoyedis@iuc.edu.tr
Aysu	DAĞ	Jeoloji Mühendisi	Ayssudag@gmail.com



GÜR MÜHENDİSLİK

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

Aktaş
Barajı



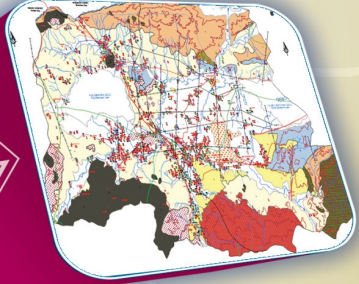
Düzçam
Göleti



Reşadiye-Niksar
(Tokat)
Mikrobölgeleme



Sussurluk-Manyas
Karacabey
Hidrojeolojik
Etüt



Osmancık
(Çorum)
Mikrobölgeleme



Haslı
Göleti



Ardahan
Hidrojeolojik
Etüt

