

YER

Sayı: 17 Yıl: 10

Ocak 2022

MÜHENDİSLİĞİ



Büyük İdealler
Yenilikçi Fikirler



**YÜKSEL
PROJE**



Kara Sondajları



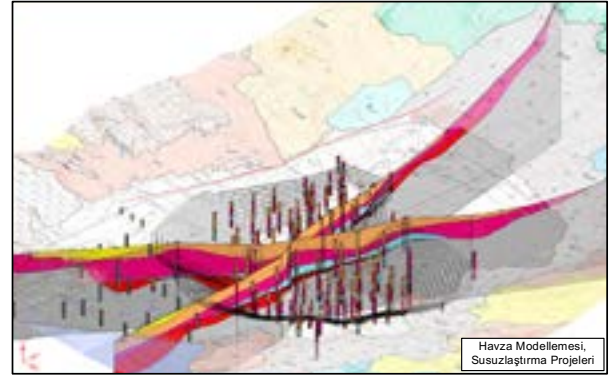
Sığ Deniz Sondajları



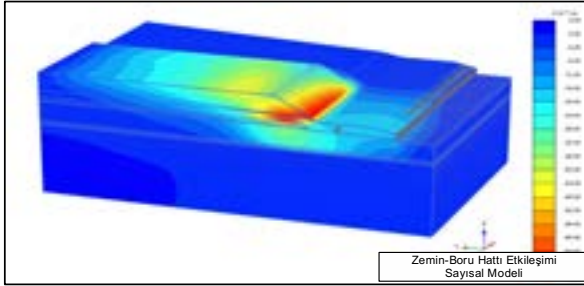
Derin Deniz Sondajları



Aktif Fay Kazıları



Havza Modelleme, Susuzlaştırma Projeleri



Zemin-Boru Hatı Etkileşimi Sayısal Modeli



CPT Deneyleri

FAALİ YET ALANLARI

Jeolojik, Jeoteknik ve Jeomorfolojik Araştırmalar

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

Hidrojeolojik Araştırmalar

- Havza bazında hidrojeolojik planlama
- Maden saha ve tesisleri için su temini
- Susuzlaştırma

Tünel Tasarımı

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

Jeoteknik / Geoteknik Tasarım İşleri

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

Sondaj, CPT, Jeofizik Etüt ve Yerinde Deneyler

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

Deprem Mühendisliği

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

İmtiyaz Sahibi

Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL

Genel Yayın Yönetmeni - Yazı İşleri Müdürü

Prof. Dr. Mustafa KORKANÇ

Abonelik ve Reklam Sorumlusu

Gülseren KOÇER

ARC Yayıncılık

Grafik Tasarım

Büşra YURTSEVEN

posta@busrayurtseven.com

Yayın Kurulu

Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL

Prof. Dr. Halil KUMSAR

Dr. Ayhan KOÇBAY

Prof. Dr. Mahmut MUTLUTÜRK

Prof. Dr. Hakan ERSOY

Prof. Dr. Mustafa KORKANÇ

Mustafa Kemal AKMAN

Yayına Hazırlayan

ARC Yayıncılık

Üsküdar Selami Ali Mah. Kâtip Çelebi Sok.

No.4/1 İSTANBUL

yermuhendisidergisi@gmail.com,

k.gulseren@gmail.com

0 530 227 66 35

Yayın Türü

Yer Mühendisliği Dergisi Türkiye genelinde dağıtılmaktadır.

Basın Kanununa göre "yerel süreli" yayındır.

ARC Yayıncılık tarafından T.C. yasalarına uygun olarak yılda 2 sayı yayınlanmaktadır.

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

Yer Mühendisliği Dergisinde yeralan makalelerin içeriğinden yazarları sorumludur.

İzinsiz, kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz.

İÇİNDEKİLER



23

6 Mühendislik Jeolojisi Derneğinden Haberler

Erguvanlı'2019 Mühendislik Jeolojisi Ödülleri

10 Görüşler

Kastamonu-Bozkurt 11 Ağustos 2021 taşkını ve düşündürdükleri

22 Türkiye'den Haberler

DSİ'den Sivas'a Bir Müjde Daha

Yıldızeli Kaleköy Göletinde su tutulmaya başlandı

Van ilimizde sayıları artan baraj ve göletlere bir yenisi ekleniyor

Diyarbakır Ambar Barajında su tutuldu

Bingöl Genç Çaytepe Göleti ve sulaması inşaatı tamamlandı

Adıyaman Koçalı Sulama Yaklaşım Kanalı ve Tüneli İnşaat Projesi'nin temeli atıldı

28 Dünyadan Haberler

Peru'da altın madeni atık barajı heyelan nedeniyle yıkıldı

Kapak: Stratonikeia antik kenti tiyatrosunun batı yamacında meydana gelen heyelan.
Kaynak: Prof. Dr. Bilal SÖĞÜT



25



29

Kentsel alanlar yağış kaynaklı heyelanlara karşı kırsal alanlara göre daha büyük risk altında

30 Tanıtım

İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı (İBB) Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Başkanlığı

34 Makale

Kültürel taş mirasların bozunma etkilerinin belirlenmesinde tahribatsız test yöntemlerinin kullanımı



34

42 Tanıtım

1947`den günümüze, Türkiye Jeoloji Kurultayları

46 Makale

Kaya Düşmelerinin 3-Boyutlu Analizi: Kapadokya Bölgesinden Bir Örnek



46

60 Ajanda

62 Mühendislik Jeolojisi Derneği Üyeleri

REKLAM INDEX

YÜKSEL PROJE
YÜCE MARBLE
FUGRO
MUHJEO 2021

ÖN KAPAK İÇİ
ARKA KAPAK
1
4

YERALTI HABER
MNS PROJE
HİDROJEO MÜHENDİSLİK ÇÖZÜMLERİ
74. TÜRKİYE JEOLJİ KURULTAYI

21
26
27
45

İTÜ



MÜHJEO'2021

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

2-4 HAZİRAN / JUNE 2022

İTÜ SÜLEYMAN DEMİREL
KÜLTÜR MERKEZİ

muhjeosemp2021.muhjeoder.org.tr

İLETİŞİM/CONTACT:

Doç. Dr. Yılmaz Mahmutoğlu, Dr. O. Serkan Angı
muhjeosemp2021@itu.edu.tr Tel: +90 212 285 62 56

İTÜ Ayazağa Yerleşkesi Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak-İstanbul





Değerli okurlarımız,

Jeoloji Mühendisleri, geniş anlamda yerküreyi, dar anlamda ise yerkabuğunu birkaç kilometre derinliğe kadar inceler. Yerkürede dinamik bir süreç geçerlidir. Bu süreçte her an yeni bir afet ile sonuçlanan doğa olayları meydana gelir, doğal kaynaklar da yenilenir. Doğal süreçlerin engellenmesi olanaksızdır, doğal kaynaklar ise buldukları coğrafyanın önemli bir zenginliğidir.

Bu gerçeklerden hareketle; Mühendislik Jeolojisi yerkabuğundaki; deprem, heyelan, taşkın vb. doğal tehlikelerin riske dönüşmeden yönetilmesine ve zararlarının azaltılmasına, ayrıca doğal kaynakların da toplum yararına en verimli şekilde kazanılmasına destek olur. Mühendislik Jeolojisi ayrıca, uygulamanın kritik taraflarını da dikkate alarak, sayısal verilere dayalı analizlerle tasarıma yardımcı olur. Aynı zamanda yaşamın temel gereksinimlerinin karşılanması ve refah düzeyinin yükseltilmesine yönelik; yerleşim, ulaşım, enerji kazanımı vb. yüzey-yeraltı hatta sualtı mühendislik projelerinin her aşamada amacına uygun şekilde gerçekleştirilmesine yönelik yer mühendisliği verisini ve ilgili yorumları sağlamayı hedefler. Bilime, günlük yaşama ve kamu yararına böylesi önemli hizmetler sunan mühendislik jeolojisine, özellikle küresel iklim değişikliğinin de etkisinde doğal afetlerin arttığı, kaynakların israf edildiği, üretim, ulaşım, enerji ve gıda güvenliğinin de tehlikeye girdiği günümüzde toplumumuz daha da fazla ihtiyaç duymaktadır.

Bu kapsamda üniversitelerimizden nitelikli mühendisler yetiştirmeleri ve sektörün de bu mühendislerin yetişmesine katkı sağlamaları beklenmektedir. Ancak, 2000'li yılların başından bu yana üniversite enflasyonu ile birlikte bölümlerin, dolayısıyla öğrenci sayıları artmış, yeni mezunların becerileri sektörün beklentilerinin gerisinde kalmıştır. Bunun bir sonucu olarak yerbilimleri mühendisliklerine olan tercihler giderek azalmış ve birçok bölüm kapanma durumuna gelmiştir. Ülkemizin gerçekleri ile örtüşmeyen mühendislik eğitimi, yeni baştan ele alınması ve çözülmesi gereken acil bir sorun olarak görülmektedir.

Değerli okurlarımız, Dergimizde ülkemizin gelişmesine katkı sağlayan yer mühendisliği projelerini tanıtmaya, sorun odaklı pratik çözümlere ilişkin örnekler ile yer mühendisliğinin değişik konularındaki yenilikleri okuyucularımıza ulaştırmaya özen gösteriyoruz. Yönetim Kurulu olarak Covid-19 salgını sürecinde de çevrim içi toplantılarla siz değerli üyelerimizi buluşturmaya çalıştık. Sizlerle yüz yüze buluşmayı arzu ettiğimiz MÜHJEO'2021'i sizlerin sağlığını riske etmemek için 2-4 Haziran 2022 tarihine ertelemek zorunda kaldık.

Haziran 2022'de İTÜ Ayazağa Yerleşkesinde sizlerle buluşmanın heyecanı, yeni yılınızı kutlar, başarılı ve sağlıklı nice mutlu yıllar dileriz.

Saygılarımızla.

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

MühJeoDer Yönetim Kurulu toplantıları

2021 yılı ikinci yarısında Derneğimizin Yönetim Kurulu 22 Ağustos 2021 ve 7 Aralık 2021 tarihlerinde Zoom programı üzerinde uzaktan erişim yoluyla toplanmış ve gündemdeki konuları görüşmüştür.

Dernek üyeliği için yapılan iki başvuru Dernek Tüzüğüne göre değerlendirilmiştir. Emre ALTINTAŞ'ın MJD-169 üye numarası ile Mehmet YAKUT'un MJD-170 üyelik numarası ile Dernek üyeliğine kabulüne oy birliği ile karar verilmiştir.

2020 Yılı Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi Ödülleri başvurularının jüri üyelerinden gelen hakem değerlendirme raporları görüşülmüştür. Doktora Tezi kategorisinde İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanan "Dolgu Yükü Altındaki Zeminlerde Konsolidasyonun Sınırlandırılması" başlıklı çalışması ile Dr. İbrahim KUŞKU'ya verilmesine karar vermiştir. Uluslararası Makale kategorisinde ise "Contribution of fractal dimension theory into the uniaxial compressive strength prediction of a volcanic welded bimrock, Bulletin of Engineering Geology and the Environment (2020) 79:3605-3619" makalesinin yazarı Dr. Elif AVŞAR'a verilmesine karar verilmiştir. Yönetim Kurulumuz "2020 Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi Ödülleri"ni kazanan Dr. İbrahim KUŞKU ve Dr. Elif AVŞAR'ı kutlar, başarılarının devamını diler. Ayrıca ödül için başvuru yapan diğer araştırmacılara da teşekkür eder, bilimsel çalışmalarında başarılar diler.

Ödül kazananlara verilecek plaket ve belgelerin 2-4 Haziran 2021 tarihinde İstanbul Teknik Üniversitesi'nde gerçekleştirilecek olan Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumu'nun Açılış Programında verilmesine oy birliği ile karar verilmiştir.

7 Ekim 2021 tarihinde Atina'da yapılan IAEG'nin Genel Kurul

toplantısına internet ortamında (online-uzaktan) katılmak ve Derneğimizi temsilen Dernek Başkanımız Prof. Dr. Remzi Karagüzel'in ve Toplantıya Katılmak üzere Dernek Genel Sekreteri Prof. Dr. Halil Kumsar'ın görevlendirilmesine oy birliği ile karar verilmiştir.



22 Ağustos 2021 tarihli Yönetim Kurulu toplantısından görünüm



7 Aralık 2021 tarihli Yönetim Kurulu toplantısından görünüm

IAEG Genel Kurul Toplantısına Derneğimiz tarafından katılım sağlandı

6-10 Ekim 2021 tarihleri arasında Atina'da gerçekleştirilen EUROENGEO 3rd European Regional Conference of IAEG sempozyumu sırasında 7 Ekim 2021 tarihinde gerçekleştirilen IAEG Genel Kurul toplantısına Derneğimizi temsil eden Dernek Başkanımız Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL ve Dernek Genel Sekreteri Prof. Dr. Halil KUMSAR katılmışlardır.



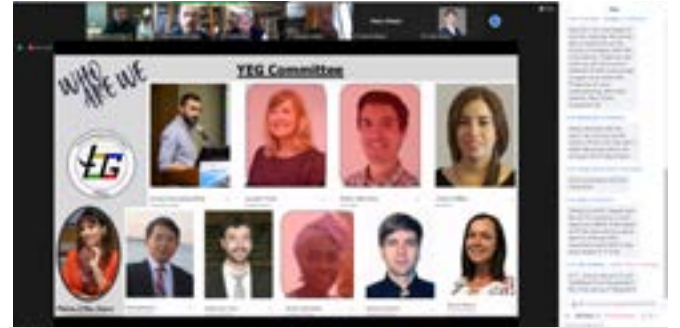
7 Ekim tarihinde yapılan IAEG 2021 Genel Kurul toplantısından görünüm



IAEG başkanı Prof. Dr. Rafiq AZZAM'ın açılış konuşmasından görünüm



IAEG Avrupa'dan sorumlu başkan Yardımcısı Doç. Dr. Vassiliss Marinos'un konuşmasından görünüm



IAEG Genç Mühendislik Jeologları Komitesi'nin faaliyet raporu sunumundan görünüm



IAEG Genç Mühendislik Jeologları Komitesi'nin faaliyet raporu sunumundan görünüm

Characterisation and Behaviour of Soils and Rocks oturumunda Çağrılı Konuşamacı olan Dernek üyemiz Prof. Dr. Reşat Ulusay tarafından “Importance of the standardization on rock characterization and testing in geoen지니어ing and future trends” başlıklı bildiri sunulmuştur.

Sempozyumda ayrıca Derneğimiz üyeleri tarafından dokuz ayrı bildiri sunulmuştur ve bu bildirilerin yazarları ve konu başlıkları aşağıda verilmiştir.

1. Ebu Bekir Aygar, Candan Gökçeoğlu: Tunnel Collapse Due to the Insufficient Umbrella System: A Case Study from Turkey,
2. Yunus Emre Özyürek, Aslı Can, Kemal Acar, Candan Gökçeoğlu : Proposed Engineering Measures and Analysis of Tunnel Portal Excavated in Paleo-Landslide Deposits (Bahçe - Nurdag Tunnel, Turkey)
3. R. Karagüzel, H. T. Yalçın, C. Yaltrık: Investigation of the Effects of Hydraulic Connection Between Neighboring Valleys and Geologic Structure on Dam Site Selection
4. Ali Kayabasi, Candan Gokceoglu: Some empirical equations for estimating grout take amount: A case study from Turkey
5. Hasan Arman, Osman Abdelghany, Ala Aldahan: Predicting uniaxial compressive strength of evaporitic rocks from Abu Dhabi, United Arab Emirates-Phase I with unit weight values
6. Arif Emre Kaan Gündoğdu, Aslı Can, Kemal Acar, Candan Gökçeoğlu: A Soil Improvement Methodology for a Shallow Tunnel Excavated in Extremely Weak Clay: A case study from Turkey
7. Atiye Tuğrul, Murat Yılmaz: Importance of Engineering Geological Studies in Resource and Reserve Reporting for Aggregates
8. Anıl Atakan, Murat Yılmaz, Atiye Tuğrul, Bora Arslan, Cemal Samur: The Effect of the Horizontal-Vertical Stress Ratio on the Deformations at the T3 Tunnel (Çorum, Turkey) Entrance Section
9. H. Kumsar, T. Sarayköylü, Y. Say: Geotechnical Evaluation of Acıpayam Basin (Denizli-Turkey) by Using A Geological and Geotechnical Information System (GEO-GIS)

YER MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ

Üyelik aidatları

Derneğin Üçüncü Olağan Genel Kurulu tarafından alınan kararla önümüzdeki iki yıllık dönemde (2021-2023) yıllık aidat, IAEG (Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Birliği) üyeliği de dahil (“Bulletin of Engineering Geology and the Environment” dergisi hariç) olmak üzere, 120 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.muhyeoder.org.tr adresinden bu sayfaya girerek; Dernek tüzüğü, üye listesi, üyelik başvuru koşulları ve başvuru formu, duyurular, Dernek Başkanı’nın üyelere yazısı, ilgili bağlantılar vb. bilgilere ulaşmaları mümkündür.

İletişim

Üyelik başvuruları ve diğer hususlar için adresi aşağıda verilen MühJeoDer Genel Sekreteri’ne Prof. Dr. Halil Kumsar (Genel Sekreter) Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kınıklı Yerleşkesi, 20017 - Kınıklı/ DENİZLİ
e-posta: hkumsar@pau.edu.tr

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

Dr. Ayhan Koçbay (Sayman) Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltıları Dairesi Başkanlığı, Mustafa Kemal Mahallesi Anadolu Bulvarı No:5/1 Çankaya/ANKARA
E-posta: ayhankocbay@gmail.com

Dernek üyelerimizin katıldığı toplantılar

AFAD ve Üniversitelerin Afet Araştırma ve Uygulama Merkezleriyle Değerlendirme Toplantısı

22 Aralık 2021 tarihinde Ankara ili Gölbaşı ilçesinde İçişleri Bakanlığı Afet Acil Durum Yönetimi Başkanlığı ile Üniversitelerin Afet Acil Durum ve Yönetim Başkanlıkları arasında bir toplantı gerçekleştirilmiştir.

İçişleri Bakanı Sayın Süleyman SOYLU'nun başkanlık ettiği, İçişleri Bakan Yardımcısı İsmail ÇATAKLI ve AFAD Başkanı Vali Yunus SEZER'in de katıldığı toplantıda "Üniversiteler ile iş birliğinin geliştirilmesi, toplumda afet farkındalığının artırılması ve yaygınlaştırılması hedefi doğrultusunda, gelinen aşama değerlendirilmiş, görüş ve öneriler istişare edilmiştir.

Türkiye'deki 39 üniversiteden 42 Afet ve Acil Durum Araştırma, Eğitim ve Uygulama Merkezi'nin yer aldığı ve bu üniversitelerin Rektör ve Rektör Yardımcılarının katıldığı toplantıda ayrıca değerlendirme oturumları da yapılmıştır.

Toplantıya Derneğimiz Yönetim Kurulu üyeleri Prof. Dr. Halil KUMSAR ve Prof. Dr. Mustafa KORKANÇ kendi üniversitelerinden yapılan görevlendirmeler ile katılmışlardır.



Dernek Yönetim Kurulu Üyemizin Prof. Dr. Halil KUMSAR'ın yaptığı konuşmasından görünüm



Toplantıya katılan Dernek Yönetim Kurulu üyelerimizin Prof. Dr. Halil KUMSAR ve Prof. Dr. Mustafa KORKANÇ



AFAD ve Üniversitelerin Afet Araştırma ve Uygulama Merkezleriyle Değerlendirme Toplantısından genel görünüm

TBMM Deprem Komisyonu MühJeoDer Görüşü

MEKÂNSAL PLANLARA TEMEL TEŞKİL EDEN JEOLJİK, JEOLJİK-JEOTEKNİK, MİKROBÖLGELEME VE ZEMİN VE TEMEL ETÜT ÇALIŞMALARININ HAZIRLANMASI, DENETLENMESİ, SONUÇ VE ÖNERİLERİN UYGULANMASINDA KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ*

Mühendislik Jeolojisi Derneği

* Bu yazı, TBMM Deprem Komisyonu tarafından Mühendislik Jeolojisi Derneğinden istenilen "Mekânsal Planlara Temel Teşkil Eden Jeolojik, Jeolojik-Jeoteknik, Mikrobölgeleme ve Zemin ve Temel Etüt Çalışmalarının Hazırlanması, Denetlenmesi, Sonuç ve Önerilerin Uygulanmasında Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri'ne ilişkin 08.03.2021 tarihli görüş" yazısından değiştirilerek alınmıştır.

1. Giriş

Gezeganimiz oluşumundan bu yana çeşitli iç ve dış kuvvetlerin etkisinde sürekli değişmektedir. Bu değişimler sonucunda deprem, tsunami, volkanizma, kütle hareketleri, taşkın vb. doğa olayları oluşmaktadır.

Deprem ve benzeri büyük doğa olaylarının sıklıkla afete dönüştüğü ülkemizde, nüfusun büyük çoğunluğu kentlerde yaşamaktadır. Hızla artan kentsel nüfusa bağlı olarak güvenli barınma alanlarına, sağlıklı gıda maddelerine, içme-kullanma suyuna, yapı malzemelerine, atık bertaraf/deşarj alanlarına ve enerji kaynaklarına olan gereksinim de giderek artmaktadır. Kentleşme olarak adlandırılan bu süreçte; deprem, heyelan, taşkın vb. tehlikeler taşıyan bölgeler ve içmesuyu koruma alanlarında yerleşimler kontrolsüz şekilde gelişmektedir. Önlem alınmaması halinde doğa olayları afete dönüşmekte ve insan kaynaklı teknolojik afetleri de tetiklemektedir. Aktif fay kuşakları üzerinde yer alan kentlerimizde ve aktif fay kuşakları üzerinde olmayıp etkisi altında olan yerleşim yerlerimizde özellikle 1999 depremlerinden sonra geleneksel plan anlayışının yeterli olmadığı görülmüştür.

Günümüzde, hemen tüm büyük kentlerimizde yakın tarihimizde inşa edilen yapıların konumsal ve işlevsel olarak teknik ömrünü tamamladıkları veya beklentileri karşılayamadıkları görülmüş, ayrıca ulaşım ağları ve altyapı tesisleri yetersiz kalmış ve sonuç olarak "Kentsel Dönüşüm" gündeme gelmiştir. Ancak, kentsel dönüşümde arzulanan mesafe henüz kaydedilememiştir.

TBMM Deprem Araştırma Komisyonu Başkanlığı'nın Mühendislik Jeolojisi Derneği'nden talebi üzerine Derneğimiz tarafından bir görüş raporu hazırlanmıştır. Hazırlanan raporda, mekansal planlama hiyerarşisi ve her ölçekte plana temel teşkil eden jeolojik, jeolojik-jeoteknik, mikrobölgeleme ile zemin ve temel etüt çalışmalarının hazırlanması, denetlenmesi, sonuç ve önerilerin uygulanmasında karşılaşılan sorunlar ve bunların çözümüne yönelik önerilere yer verilmiştir.

2. Mekansal Planlama Aşamaları

Ülkemizde mekansal planlar, kapsadıkları alan ve amaçları açısından; "Mekansal Strateji Planları", "Bölge Planları", Çevre Düzeni Planları ve "İmar Planları" olarak tanımlanmakta, ölçeklerine

göre de "Üst Ölçekli Planlar" (Bölge ve Çevre Düzeni Planı) ve "Alt Ölçekli Planlar" (İmar Planları) olarak sınıflandırılmaktadır. Mekansal Planlama, çok disiplinli bir konu olduğu için, disiplinlerarası çalışmayı gerektiren çok yönlü ve çok alternatifli bir karar verme sürecidir. Arazi kullanım kararını etkileyen çok sayıda ölçüt bulunmaktadır. Ölçütlerin karar sürecinde öncülüğü, etki ağırlıkları ve karşılıklı etkileşimleri önemli ve karmaşık bir konudur. Planlamanın vaz geçilmez önemli bileşeni mevcut durumu yansıtan ve gelecek ön görüşünü yönlendiren veri tabanlarıdır.

2.1. Mekansal Planlamada Yerbilimsel Veri Tabanı ve Yönetimi

Afet Bilgi Sistemi; deprensellik başta olmak üzere, tüm ülkeler için afetlerin her aşamasında can kaybını ve ekonomik kayıpları en aza indirmek için bir ağ ortamında afetlerle ilgili veri ve bilginin eşgüdüm içinde zamanında sağlanması ve bilgi alışverişinin kolaylıkla yapıldığı bütünlük bir teknolojik sistemdir. Bu konu sadece depremler açısından düşünüldüğünde (örneğin Deprem Bilgi Sistemi), ülkemizde özellikle 1999 depremlerinden sonra bazı belediyeler, sınırlı sayıda üniversite, TÜBİTAK ve diğer bazı kuruluşlarca bağımsız olarak bilgi bankası türünde bilgi depolama işlemleri yapılmış ve yapılagelmektedir. Ancak bu çalışmalar birbirinden bağımsız ve koordinasyonsuz şekilde yürütülmekte olup, hangi kuruluşun hangi özelliklerde veri ürettiği, veya kullandığı veya gereksinim duyduğu konusunda bir netlik bulunmamaktadır. Dolayısıyla değişik kurum ve kuruluşlar ve konuyla ilgili bireyler tarafından gereksinim duyulduğunda deprem konusunda yapılan veri-bilgi taleplerine ilişkin açıklanma ve paylaşım konusunda önemli düzeyde güçlüklerle ve sınırlamalarla karşılaşmaktadır. Bu sorun değişik zamanlarda dile getirilmiş olmasına rağmen, buna halen bir çözüm getirilmemiştir. Dolayısıyla deprem zararlarının azaltılabilmesi açısından alınacak önlemlere ilişkin değerlendirmelerin sağlıklı şekilde yapılmasında ve ilgili kararların alınmasında "bilgi ve verinin ne denli önemli bir bileşen olduğu" hiç bir zaman unutulmaksızın, depremle ilgili olarak tek bir çatı altında ulusal bir "Veri - Bilgi Bankası"nın oluşturulması ve bu bankadaki veri ve

bilgiden kolayca ve adil şekilde yararlanılması için gerekli koordinasyonun sağlanması önerilmektedir.

Bu amaçla 2011 yılında kabul edilen Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı (UDSEP, 2023) kapsamında bir Deprem Bilgi Bankası'nın kurulması ve bunun da 2017 sonuna kadar tamamlanması eylemi yer almaktadır (Strateji A.1.2). Ancak böyle bir veri bankasının kurulmuş ve faal durumda olduğuna ilişkin herhangi bilgi mevcut değildir.

Her ölçekte mekansal planlamada, yerbilimi ve yer mühendisliği verisi temel alınarak Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) ortamında sayısal tematik haritalar üretilmektedir. Bunların bütünlük değerlendirilmesi ile mühendislik jeolojisi (sentez/arazi kullanım) ve mikrobölgeleme haritaları hazırlanmaktadır. Analizler yapılırken karar matrislerinin oluşturulması, ölçütlerin öncelik ve etki ağırlığı vb. özelliklerinin belirlenmesinde yine CBS teknikleri ile entegre çalışan yeni değerlendirme yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Bu yöntemlerden yer seçimini denetleyen parametrelerin karşılıklı etkileşimlerini (KE) ve öncelik sırasını dikkate alan Analitik Hiyerarşi Sistemi (AHS) veya her ikisinin kombinasyonu yaygın olarak uygulanmaktadır.

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı görev alanı kapsamında onayladığı planlara ilişkin tüm verileri ve sayısal haritaları YERBİS sisteminde arşivlemektedir. MTA ve AFAD deprem zararlarının azaltılmasına yönelik yerbilimsel veri tabanına sahip kurumlarımızdır. "Türkiye Deprem Tehlike Haritası" bu iki kurumumuz tarafından hazırlanmıştır. AFAD'ın veri tabanı ve paylaşımları kamu kurumları ve yerbilimleri sektöründe faaliyet gösteren özel kuruluşlar tarafından kullanılmaktadır. Ayrıca, sınırlı sayıda belediyede sayısal veri tabanları bulunmaktadır. Ancak, bu veri tabanlarının efektif kullanımına ve afet zararlarının azaltılmasına yönelik ülke geneline yaygınlaşmış üretilen harita ve benzeri ürünlerine henüz rastlanmamıştır.

Söz konusu sayısal veri arşivlerinde, bazen aynı şehire ait farklı imar alanlarında tamamlanmış ve planları yönlendiren yerbilimsel etütlerde (arazi ölçüm ve deneyleri ile laboratuvar

bulgularından üretilen jeolojik, jeoteknik ve jeofizik) verilerin birbirleri ile ilişki kurmakta güçlükler yaşandığı veya veri tabanlarının efektif olarak kullanılmadığı da bilinmektedir.

Ayrıca, ülkemiz genelinde, parsel bazında bina tasarımına yönelik hazırlanan ve belediyeler tarafından onaylanan “Zemin ve Temel Etüt Raporu” kapsamında üretilen veriler ise, yaygın olarak belediyelerde basılı dosya içinde veya pdf uzantılı dosyalarda arşivlenmektedir. Sayıları binlere, hatta büyükşehirlerde milyonlara ulaşan bu çok değerli yerbilimsel veri yapı inşası tamamlandıktan sonra söz konusu yapı; deprem, heyelan vb. doğa olayları veya yapay nedenlerle hasar görene değin bir daha açılmamaktadır.

Bu tür mekansal planlama ve yer seçimi ile zemin ve temel etüt raporlarında evrensel standartlara ve normlara uygun sondaj tekniği, arazi deney yöntemleri, örnek alım tekniği ve akredite laboratuvar donanımı ve yetkin teknik elemanlar denetiminde üretilen, uzmanlar tarafından denetlenen ve hesaplanan veriler gerektirmektedir. Ancak, ülkemizde, yerbilimsel etütlere ilişkin yasa ve yönetmenlikler yeterli olsa da, mevzuata ve standartlara uygun çalışma disiplinin gelişmediği anlaşılmaktadır. Planlamaya esas veri ve raporların niteliklerinin artırılmasına yönelik araştırma kültürünün ve denetim mekanizmasının geliştirilmesi için hizmetiçi eğitimler gereklidir. Gelişmiş ülkelerde veri tabanlarının geliştirilmesi, yönetiminde ve tematik haritaların hazırlanması ve planlamayı yönlendirme konusunda yetkin kamu araştırma kurumları ve üniversitelerden destek alınmaktadır. Bu ülkelerde 1950 lili yıllarda başlatılan kurumlararası iş birlikleri günümüzde de halen sürdürülmektedir.

2.2. Mekansal Strateji ve Çevre Düzeni Planları

2.2.1. Türkiye Mekansal Strateji Planı

“Türkiye Mekansal Strateji Planı (TMSP)” T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafında 2019 yılında başlatılmıştır. Planlamaya altlık oluşturan sektörel bazda analitik etütler hazırlanmış, vizyon, ön-

celikler ve mekânsal gelişme senaryosu, stratejik eksenler ve hedefler belirlenmiştir (TMSP, 2019). Bölgeler arasındaki sosyo-ekonomik eşitsizlikleri ortadan kaldırmayı, yerel kaynak ve olanakların kullanılması ve geliştirilmesini hedefleyen plan çalışmaları halen sürdürülmektedir.

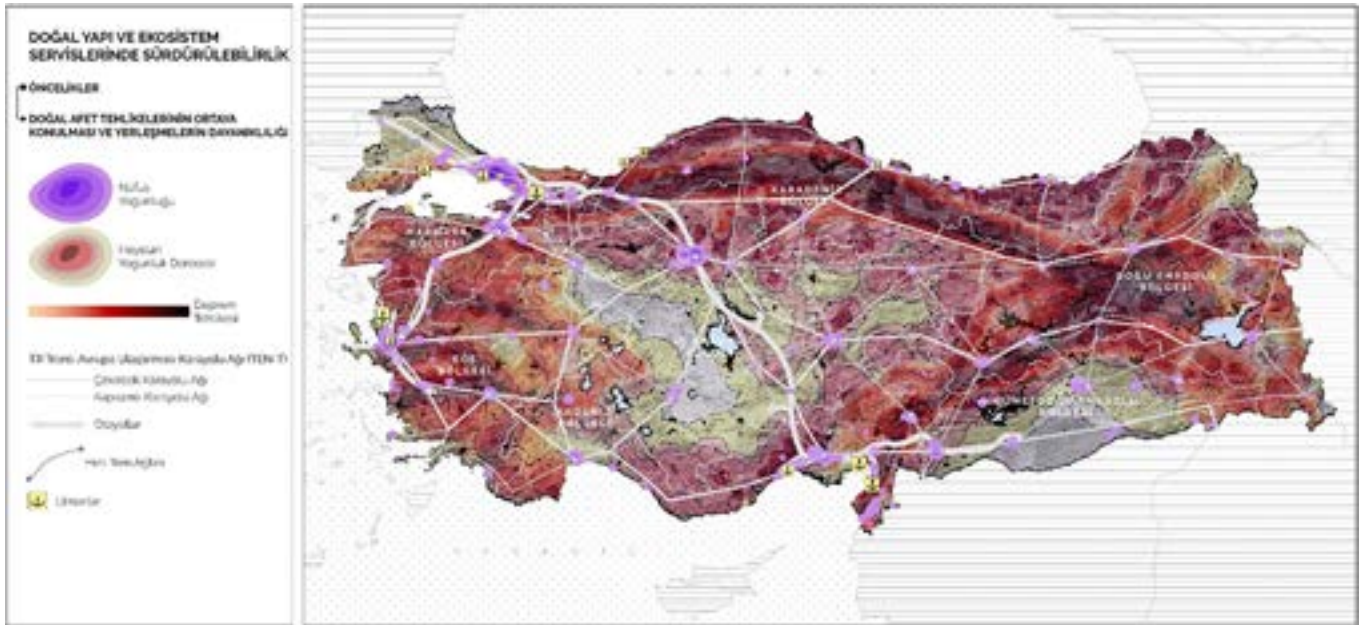
Planda, günümüze kadar alt ölçekli (1/25 000,1/50 000, 1/100 000) çalışmalarda üretilen veriler ve haritalar 1/500 000 ölçekteki çözünürlükte aşağıda sıralanan yerbilimsel veri katmanları kullanılmıştır

- I. Sayısal arazi modeli
- II. Genel Jeoloji Haritası
- III. Diri Fay Haritası
- IV. Deprem Tehlike Haritası
- V. Heyelan Envanter Haritası
- VI. Sel-Taşkın Haritası
- VII. Doğal Kaynaklar (madenler) Haritası
- VIII. Hidrojeoloji (Yeraltısuyu) Haritası
- IX. Jeotermal kaynaklar haritası
- X. Jeolojik Sit Alanları Haritası

Yukarıda alt başlıklar altında sıralanan her veri katmanına ait sayısal haritalar, bölgesel bazda parametrik analizlere tabi tutulmuştur.

TMSP yerbilimleri etütleri kapsamında, doğal afetler ve doğal kaynaklar olmak üzere iki adet sentez haritası hazırlanmıştır. Türkiye Doğal Afetler Sentez haritasının hazırlanmasında, ilgili kurumlar tarafından deprem, heyelan, kaya düşmesi, taşkın ve çığ konusunda hazırlanan veri ve basılı dökümanlardan yararlanılmıştır (Şekil 1).

TMSP yerbilimleri etütleri kapsamında, doğal afetler ve doğal kaynaklar olmak üzere iki adet sentez haritası hazırlanmıştır. Türkiye Doğal Afetler Sentez haritasının hazırlanmasında, ilgili kurumlar tarafından deprem, heyelan, kaya düşmesi, taşkın ve çığ konusunda hazırlanan veri ve basılı dökümanlardan yararlanılmıştır (Şekil 1). Sunulan haritaya göre açık renkli alanlar; Trakya, İnanadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri doğal afetler açısından görece tehlikesizdir. Renkler koyulaştıkça deprem, heyelan vb. tehlikeler artmaktadır. Bu bölgelerde alt ölçekli mekansal planlama kararlarında mikro bölgeleme çalışmaları yapılmasının zorunluluğu belirtilmiştir.



Şekil 1. Türkiye doğal afetler sentez haritası (TMSP, 2019)

2.2.2. Jeolojik Etütler ve Bölge/Çevre Düzeni Planları

Üst Ölçekli Planlar; 1/100 000 ölçekli Çevre Düzeni Planı ve 1/250 000 ölçekli Bölge Planlarından oluşmaktadır. Çevre Düzeni Planları kapsamında, mekansal planlamaya esas 1/100 000 ölçekli jeolojik Etütler hazırlanmaktadır. Büyükşehir belediyeleri tarafından hazırlatılan Metropolitan İmar Planı (1/50 000 ve 1/100 000)"da Format-1'e göre hazırlanan jeolojik etüt raporlarını esas alır.

Planlamada, üst ölçekli bir plan olarak bölgenin ve ilin gelişme ve koruma hedeflerinin belirlenmesi, sağlıklı ve güvenli bir çevrenin oluşturulması, ekonomik kararlarla çevresel etkileşimi bir arada düşünülmesine olanak sağlanması ve alt ölçekli planlara yol göstermesi bakımından "Çevre Düzeni Planları" büyük önem taşımaktadır.

İl Çevre Düzeni Planında yerbilimleri kapsamında jeomorfoloji, iklim, jeoloji, hidroloji ve hidrojeoloji, doğal doğa olayları (deprem, tsunami, volkanizma, kütle hareketleri, taşkın, çığ vb.) ve yeraltı kaynakları konularında analitik çalışmalar yapılır. Yerbilimleri çalışmalarının sentezi sonucunda, incelenen alan 'Yerleşime Uygunluk-Arazi Kullanımı' açısından aşağıda verilen farklı bölgelere ayrılır.

Doğal Değerleri Nedeniyle Yasalarla Tanımlı Koruma Alanları;

- Yerleşilebilirlik Açısından 1. Öncelikli Alanlar
- Yerleşilebilirlik Açısından 2. Öncelikli Alanlar
- Yerleşilebilirlik Açısından 3. Öncelikli Alanlar

İllerde yapılmakta olan 1/100 000 ölçekli Çevre Düzeni Planı çalışmaları sonucunda planlamaya yönelik stratejik eksenler ve hedefler belirlenir. Bu hedeflere ulaşmak için plan bölgesi özelliklerine göre yerbilimi içerikli projeler de gündeme getirilir.

Projelere ilişkin Örnekler

- Fayların aktivitesinin (paleosismoloji) araştırılması.
- Deprem yer hareketlerinin sismik analizi ve yapı stoğuna ait risklerin saptanması.
- Heyelan duyarlılık, tehlike ve risklerinin belirlenmesi
- Plan bölgesinde havzalar bazında su kaynaklarının (yüzey ve yeraltısuyu) potansiyeli

yellerinin ve kalitelerinin araştırılması, koruma kuşaklarının belirlenmesi. Bulguların elverdiği oranda entegre su yönetim planlarının hazırlanması.

■ Yeraltı kaynaklarının (metalik madenler, endüstriyel hammaddeler ve enerji kaynakları) potansiyelinin, üretim alanlarının ve işletme yöntemlerinin, çevresel etkilerinin ve gerekli iyileştirme önlemlerinin belirlenmesi.

Üst ölçekli planların uygulanmasına ilişkin sorunlar

Ülkemizde mekansal planlamaya yönelik yasal mevzuatın uluslararası yönetmeliklere yakın olmasına rağmen, planlamada ortaya konan ürün ve plan kararlarının uygulanmasında istenilen başarının elde edilemediği veya planın hedef yılına kadar ilin gelişim ihtiyaçlarını karşılayamadığı görülmektedir.

Sorunların nedenleri aşağıda sıralanmıştır.

■ Planlara altlık teşkil eden veri tabanının temsil gücünün eksikliği (yeterince tanımlanmamış olması) ve öneminin tartışılmaması,

■ Kurum ve kuruluşlara ait özel veri tabanlarına erişme zorluğu,

■ Planlara altlık oluşturan analitik etütlerin planlama ve plan kararlarında yeterince yansıtılmaması,

■ İllerin stratejik eksen ve hedeflerinin yeterli düzeyde tespit edilememiş olması,

■ Planların kapsam olarak alt ölçekli planlara yön verememesi, her ölçekteki planlar arasında olması gereken bütünlüğün sağlanamaması,

■ Eylem planlarının kurumsal yapılanma ile tam olarak örtüşmemesi,

■ Sorumlu kurumların (Bakanlık, Valilik, Büyükşehir B., Belediye, İl özel idaresi vb.) plan kararlarının ve uygulamanın izlenmesi, veri tabanının geliştirilmesi vb. hususlarda yeterli düzeyde koordinasyonun sağlanamaması,

■ Hazırlanan plan ve kararlarından paydaşların (kurum ve kuruluşlar ile sivil toplum örgüleri ve yöre halkının) etkinliğinin az olması veya önemsenmemesi,

■ Planı hazırlayan uzmanların deneyimleri

Çözüm Önerileri

■ Plan bölgesinin deprem tehlike haritası aktif faylarla ilişkilendirilmeli, olası depremlerin kaynak ve büyüklüklerinin tahmini ve bunların zemin özelliklerine bağlı olarak yaratabileceği yer ivmesi büyüklüklerinin çeşitli aşılma olasılıklarına bağlı olarak maksimum ve spektral değerleri belirlenmelidir.

■ Depremlerin neden olduğu hasar ve kayıplarda, yapı kalitesi dışında, zemin özellikleri belirleyicidir. Ülkemizde deprem tehlikesi bulunan ve yüklerine hassas bölgelerde (ova) çok sayıda yoğun yerleşim, yapılaşma ve sanayi tesisleri mevcuttur. Bu tür kentlerin depreme dayanıklı hale getirilmesi zorunludur.

■ Heyelan, kaya düşmesi vb. doğa olaylarının duyarlılık analizleri çeşitli ve sık verilere dayalı uzmanlar tarafından yapıp değerlendirilmeli mümkünse izleme verileri ile desteklenmeli, sorunlu alanların kullanımında öngörülen kısıtlamalara harfiyen uyulmalıdır.

■ Plan kararlarında, depremlerin tetikleyebileceği heyelanların etkisi de dikkate alınmalıdır. Ayrıca, özellikle Marmara Denizi'nin kuzeyinde denizçi heyelanların tetikleyeceği olası tsunami tehlikesinin de araştırılması gerekmektedir.

■ Ayrıca, stratejik öneme sahip mevcut tesislerin (baraj, rafineri, enerji tesisleri, sa-

nayi vb.) güvenliğini olumsuz etkileyerek teknolojik ve karma afetlere neden olacak plan kararları alınmamalıdır. Bir başka ifade ile; planlamada doğal ve olası teknolojik afetlerin kümülatif etkisi birlikte sorgulanmalıdır. Bu konuda hipotetik senaryo modeller analiz edilebilir.

■ Plan bölgesinin anayasası sayılan ve nitelik olarak da alt ölçekli planları da yönlendiren üst ölçekli planların, sağlam verilere dayandırılması ve uygulamanın da izlenmesi için yetkin ve yeterli bir koordinasyon sağlanmalıdır. Bu konuda büyükşehir belediyelerinin kaydedeğer gelişmeler gösterdiği düşünülmektedir. Ancak, diğer illerimizde insan kaynakları ve teknik alt yapının istenilen düzeyde olmadığı bilinmektedir. Küçük yerleşimlerde de deprem hasarlarında can ve ekonomik kayıplar ülke ekonomisini zorlayacak boyutlara ulaşmaktadır. Dolayısıyla yerleşimlerin afetlere hazırlanması açısından planlamanın ve yapılaşmanın her aşamasının kontrol altına alınması için; güvenilir dinamik (sürekli geliştirilen) bir veri tabanı alt yapısının kurulması, kurumlar arası veri paylaşımının/koordinasyonunun sağlanması, önerilmektedir. Özellikle yerel yönetimlerin bu konuda finansal olarak desteklenmesi gerekmektedir.

■ Planlama süreci, plan kararları ve bunların uygulanması uzman ekipler tarafından denetlenmelidir.

2.2.3 Jeolojik-Jeoteknik Etütler ve İmar Planları

Alt Ölçekli Planlar; 1/25 000, 1/ 5 000 ölçekli “Nazım İmar Planı” ve 1/1000 ölçekli “Uygulama İmar Planı” olarak sınıflandırılır. Ayrıca, İmar Planlarında revizyon, mevzi planı ve köy yerleşik planları olarak da yapılmaktadır.

Her ölçek ve formattaki yerbilimsel etütlerde CBS teknikleri kullanılarak sayısal tematik haritalar (aktif fay zonları, kütle hareketleri duyarlılık ve tehlike, yeraltısuyu derinlik, taşkın tehlikesi vb.)

hazırlanmaktadır. Yerbilimsel çalışmaların bütünlüklü değerlendirilmesi sonucunda arazi kullanımını yönlendirici nitelikte “Yerleşime Uygunluk” sınıflaması yapılmaktadır.

İncelenen alan yerleşim açısından “uygun”, “önlemlili uygun” ve “uygun olmayan” olarak tanımlanmakta ve kesin sınırların çizildiği sayısal “Mikro Bölgeleme Haritaları” hazırlanmaktadır. Mikro bölgeleme haritalarında; yerbilimsel araştırmalara dayalı olarak tanımlanan, kentsel alanlarda sismik tehlike ile oluşabilecek zemin büyütmesi, sivilaşma ve heyelan, kaya düşmesi ile ayrıca taşkın alanları vb. gibi hususlara ilişkin yersel bilgiler yer almaktadır.

Planlama çalışmalarının her ölçeğinde jeolojik, jeolojik-jeoteknik etüt çalışmaları yapılmaktadır. Bütün bu çalışmaların hangi kapsamda ve hangi ölçekte yapılacağı ilgili yasalarda ayrıntılı olarak tanımlanmıştır. Bu çalışmalarda temel sorun, çalışma yapanların bazı noktalarda yeterli bilgi ve tecrübe sahibi olmamaları nedeni ile hatalı kararlar verebilmesidir. Bu hatalı kararlar zaman içinde planların revize edilmesini gerektirmekte ve bazı durumlarda imara uygun olmayan alanlar yapılaşmaya açılarak alınan hatalı kararlar daha da içinden çıkılmaz hale gelmektedir.

İmar planlarında yer alan plan notları imar alanlarında yapılacak yapılaşma çalışmalarına yol göstermektedir. Zemin ve Temel Etüt çalışmalarının bu plan notlarına göre yapılması, yönlendirilmesi, denetlenmesi ve notlardaki önerilere uyulması gerekmektedir. Bu noktada plan notlarındaki eksiklikler planlama çalışmalarında yapılan jeolojik-jeoteknik etütlerdeki eksikliklere bağlıdır. Bir bölgedeki doğa olaylarının afete dönüşmemesi, o bölgede mevcut tehlikeleri önleyebilecek ve etkilerini en aza indirebilecek planlama kararlarına bağlıdır.

Planlamada çalışma yapılan alanın deprem tehlikesi belirlenerek, çalışılan alanda yer alan jeolojik birimlerin depremden etkilenme derecelerine göre tanımlamaları yapılır. Bu çalışma sonuçları plan notlarına da yansırsa deprem etkilerini en aza indirebilmek için en önemli adım atılmış demektir. Bu çalışmalar ile belirlenmiş olan tehlikelere karşı alınacak önlemler ve öneriler de zemin ve temel etüt çalışmalarında rehber niteliğinde olacaktır.

Kentsel alanlar için üretilecek “Mikro Bölgeleme Haritaları” en küçük 1/5000 ölçeğinde, ayrıntı gerektiren yerlerde ise 1/2000 ve 1/1000 ölçeklerinde hazırlanmaktadır. Format 4’e göre hazırlanan mikro bölgeleme etüdü, yapı tasarımı ile ilgili olmayıp, tamamen mekansal planlamaya yol gösteren ve deprem ve diğer doğal afet zararlarının azaltılmasına yönelik bir araçtır.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 30.01.2015 tarihinde, 19.08.2008 tarih ve 10337 sayılı Genelgesi ve eki plan kademeleri, rapor türleri, planlamaya altlık jeolojik-jeoteknik ve mikrobölgeleme etüt raporlarını bir standarta oturtmak amacıyla; “İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik ve Mikrobölgeleme Etüt Raporlarında Uygulamalara İlişkin Esaslar” yayımlanmıştır. Genelgede öne çıkan en önemli olgu yerleşime uygunluk değerlendirilmesine bir sistematik getirilmiş olmasıdır.

Mikro bölgeleme; farklı ölçeklerde deprem tehlikesi belirlenerek, mevcut jeolojik yapı ve yerel zemin koşulları için yeryüzeyinde oluşabilecek deprem hareketinin özelliklerinin ve yerel zemin seviyelerinin davranışlarını belirlemeye yönelik araştırmalar olup, jeolojik, jeofizik, mühendislik jeolojisi / jeoteknik ve hidrojeolojik araştırmalar bu kapsamda yer alır. Deprem zararlarının azaltılması kapsamında yerleşim birimlerinin gelişimi ve yeni yerleşim yerlerinin kurulması açısından depremle ilgili zemin davranışlarının saha genelindeki yayılımlarının ve derecelerinin (örneğin; hangi alanlarda sıvılaşma beklenebilir, zemin büyütmesi daha yüksek olabilir vb.) belirlenmesinde mikrobölgeleme çalışmalarının ve ilgili mikrobölgeleme haritaları çok önemlidir. Bu haritaların öncelikli olarak, en azından, tüm kentler bazında hem statik koşullar hem de dinamik koşullar (deprem durumu) için hazırlanmaları gerekir. Ancak ülkemizde bu tür haritalar oldukça sınırlı sayıda kentimiz için ve ancak 1999 depremleri sonrasında hazırlanmış olup, bunların hazırlanmasında uygulanan yöntemler arasında ne tür benzerlikler ve farklılıkların bulunduğu da tam olarak bilinmemektedir. Tüm bu durumlar dikkate alınarak, öncelikle mikrobölgelemenin henüz yapılmadığı kentlerimizde bu çalışmalara başlanması ve bu kapsamda mikrobölgeleme haritalarının ilgili plan ölçeklerinde ivedilikle tamamlanması gerekmektedir. Bu çalışmaların, Çevre ve

Şehircilik Bakanlığı’nın koordinasyonu ve denetiminde AFAD ve yerel yönetimlerin de desteğiyle veya uygun görülebilecek farklı bir organizasyon çerçevesinde yürütülmesi düşünülebilir.

Depremle ilgili olarak zemin sıvılaşmasının özellikle deniz, göl ve akarsu kıyılarındaki yerlerde meydana gelmesi halinde sıvılaşan zeminin komşu konumda bulunduğu bu su ortamlarına doğru hareket etmesi söz konusu olup, bu harekette “yanal yayılma” adı verilmektedir. Bu hareket sonucunda hareket eden zeminin üzerinde inşa edilmiş yapılar (bina, köprü, tesis, fabrika vd.) ile zeminin içinde gömülü konumda inşa edilmiş, su ve atık su boruları, kanalizasyon şebekesi vb. gibi alt yapı elemanları önemli düzeyde hasara maruz kalırlar. Mevcut yönetmeliklerde sıvılaşma potansiyeli analizlerinin yapılmasının gerektiği ve bu analizlerin hangi yöntemle yapılacağı açık ve anlaşılır şekilde belirtilmektedir. Ancak, mevcut yönetmeliklerde yapılaşmanın bulunduğu veya yapılaşmanın planlanacağı alanlarda yanal yayılma hareketinin meydana gelmesi halinde bu hareketin miktarının tahmini amacıyla her hangi bir hesaplama yapılması konusunda bir zorunluluk yer almamaktadır. Ancak yanal yayılma hareketinin miktarının tahmin edilmesi; hareket eden zeminin yapılara ne kadar etkide bulunacağını ve nasıl bir önlem alınmasının belirlenmesi açısından inşaat mühendisliği değerlendirmelerinde dikkate alınması gereken önemli bir husustur. Dolayısıyla yönetmelikteki bu eksikliğin giderilmesi amacıyla “yanal yayılmadan kaynaklanacak zemin yer değiştirmesinin miktarının tahmini için literatürde en yaygın şekilde kullanılan ve bu hareketin miktarını yaklaşık olarak en iyi tahmin etme kapasitesine sahip olan bir yöntem kullanılarak yanal yayılmaya ilişkin değerlendirmenin jeoteknik raporlarda yer alması” hususunun ilgili yönetmeliklere konmasında yarar vardır.

Mikrobölgeleme çalışmaları için ülkemizde son zamanlarda kaynak olabilecek bazı dökümanlar hazırlanmış ise de, Dünya’da en yaygın olarak kullanılan değerlendirme yaklaşımları bu dökümanlarda tam olarak yer almamakta olup, bir Mikrobölgeleme Yönetmeliği de bulunmamaktadır. Çağdaş mikrobölgeleme çalışmaları:

a. İnceleme alanında meydana gelebilecek depremlerin özelliklerinin olasılık esaslı yöntemler

kullanılarak bölgesel anlamda (tercihan 1:25000 ölçeğinde) belirlenmesi.

b. Sahanın jeolojik ve topoğrafik özellikleriyle birlikte sahadaki jeolojik birimlerin (kaya ve zemin türlerinin) jeoteknik özelliklerinin belirlenmesi ve

c. Elde edilen deprem ve yerel arazi ve zemin koşulları birlikte değerlendirilerek, sivilaşmaya karşı duyarlılık, yanıl yayılma, zemin büyütmesi, yamaç ve şev duraysızlığı tehlikesi vb. gibi hasara neden olabilecek davranışları gösteren mikrobölgeleme haritalarının yapılması gibi başlıca aşamalardan oluşmaktadır.

Bu aşamaları içeren mikrobölgeleme çalışmaları ve haritaları sahanın genişliğine (ölçeğe, ayrıntıya) bağlı olarak 1, 2 ve 3. derece mikrobölgeleme çalışmaları olarak gerçekleştirilir ve bu aşamalar sırasıyla “Genel mikrobölgeleme (1:1.000.000-1:50.000)”, “Ayrıntılı mikrobölgeleme (1:100.000-1:10.000)” ve “Çok ayrıntılı mikrobölgeleme (1:25.000-1:5000)” adlarını alırlar. Bu nedenle bir Mikrobölgeleme Yönetmeliği'nin hazırlanmasına ihtiyaç vardır. Yönetmeliğin hazırlanmasında özellikle Dünya'da yaygın şekilde kullanılan ve tam referansı aşağıda verilen “Sismik Jeoteknik Tehlikeler İçin Bölgeleme” adlı kılavuzdan yararlanılması önerilir.

Technical Committee for Earthquake Geotechnical Engineering (TC4, ISSMGE), 1999. Manual for zonation on seismic geotechnical hazards (Revised version). Published by the Japanese Geotechnical Society, Tōshin Insatsu Co., Ltd., Japan, 209 s.

2.3. Zemin ve Temel Etüt Raporu

Ülkemizde deprem bölgelerinde inşa edilecek yapılarla ilgili teknik hususlar ve izlenmesi gereken yöntemler, son yıllarda yapılan güncellemeler ve revizyonlar sonucunda yönetmeliklerde açık şekilde belirtilmiş olup, içerik ve teknik açıdan da Dünyanın pek çok depreme duyarlı ülkesinde kullanılan yönetmeliklerin düzeyine ulaştığı söylenebilir. Dolayısıyla yer seçiminin ve yapı inşasının bu yönetmeliklerde yerine getirilmesi belirtilen hususlara ve teknik yöntemlere uygun şekilde yapılması halinde, deprem kaynaklı zararların azaltılması açısından belirlenen hedef-

lere ulaşılmasında gerekli koşulları sağlayacağı bilinmektedir. Ancak bu hususlar ve yöntemler dikkate alınmadığı veya tam olarak uygulanmadığı takdirde, bunların bir anlam ve önemi kalmamakta ve her yeni depremde önceki depremlerde olduğu gibi ağır can kayıpları ve deprem hasarlarıyla yüzyüze kalınmaktadır. Dolayısıyla bu durum, bu çalışmaların (zemin etütleri/jeolojik-jeoteknik etütler) ilgili kurum ve kuruluşlar ve yerel yönetimler tarafından çok sıkı bir şekilde denetlenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu amaçla mevcut yasal düzenlemelerin tekrar gözden geçirilip, yukarıda değinilen etütlerle ilgili teknik denetimlerin en etkin bir şekilde nasıl yapılabileceğinin yolları araştırılmalı ve buna göre ilgili mevzuatta gerekli düzenlemeler/güncellemeler yapılmalıdır.

Zemin ve Temel Etüt Çalışmalarına kategori belirlenmesi ile başlanmakta ve etütler bu kategorilere göre yapılmaktadır. Yapılan çalışmaların tamamında İmar Planlarında belirtilen hususlar hiç yokmuş gibi hareket edilir. Oysa planlama çalışmalarında zemin özellikleri, kütle hareketleri, yeraltısuyu koşulları, depremsellik gibi özellikler tanımlanmış olmalıdır. Zemin ve Temel Etüt çalışmaları planlamada tanımlanmış hususlar doğrultusunda yapılacak işin boyutlarına bağlı detayları içerecek şekilde olmalıdır.

Zemin ve Temel Etüt çalışmaları “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik” doğrultusunda hazırlanmaktadır. Bu yönetmeliğe göre; bağlı gibi gösterilen Veri Raporu ve Jeoteknik Rapor birbirinden bağımsız iki rapor tanımı bulunmaktadır. Veri Raporunun bütün verileri hazırlaması, Jeoteknik Raporun da bu verileri yorumlayıp tasarıma yönelik değerlendirmeler yapması hedeflenmektedir. Jeoteknik Raporlar İnşaat Mühendisleri tarafından hazırlanmaktadır. Bu raporlarda İnşaat Mühendislerinin veri raporundaki bilgilerden yararlanarak zemin ile ilgili arazi modeli hazırlaması istenmektedir. Uygulamada jeoteknik rapor, veri raporundaki bilgilerin aynı şekilde kopyalandığı ve birkaç bağıntı kullanılarak hesaplamaların ilavesi ile hazırlanan bir rapordur. Jeolojik Model ve Mühendislik Jeolojisi Modeli gibi çalışmalar konusunda hiçbir alt yapısı olmayan inşaat mühendislerinin böyle bir konuda söz sahibi olmaları önemli eksikliklerden biridir. Zemin ile ilgili yapılan çalışmalardan salt mate-

matiksel (sayısal) birtakım değerler alıp tasarım yapmak önemli sorunlara neden olabilir. Kaldı ki Zemin ve Temel Etüt Raporu tasarıma yönelik bir etüttür, uygulamaya esas bir etüt çalışması değildir. Sonuç olarak, Depreme Karşı Alınabilecek Önlemlerin ve Depremlerin Zararlarının En Aza İndirilmesi İçin Alınması Gereken Tedbirlerin Belirlenmesi Amacıyla yapılacak çalışmalar Planlama ile başlamakta olup, bu aşamalarda gerekli yerbilimsel verilerin yeterli, sağlıklı bir şekilde elde edilmesi gereklidir. Yapılacak çalışmalarda, özellikle jeolojik birimlerin (kaya ve zemin türü birimler) fiziksel, mekanik ve davranış özelliklerinin belirlendiği, depremsellik ve modelleme çalışmalarının yapıldığı, zemin iyileştirme konularının irdelendiği Mühendislik Jeolojisi konuları ağırlıklı bir şekilde ele alınmalıdır. Sonuç olarak, Bina Deprem Yönetmeliğine göre hazırlanan Zemin ve Temel Etüt Raporu”kapsamında Jeoloji ile ilgili çalışmaların inşaat projesi çalışmalarının bir eki niteliğinde değil jeoloji mühendislerinin bağımsız hazırladığı tek ve bütün bir rapor niteliğinde olmalıdır. Yasal olarak da sorumluluğu bulunan jeoloji mühendislerinin yapının temel kazısı, inşaatı ve zemin performansını izlemesi ve yönlendirmesi bakımında çalışmalarını sürdürmelidir. Aynı şekilde jeoloji mühendisleri yapı denetiminde de istihdam edilmelidir.

Bu başlık altında üzerinde durulması gereken önemli konulardan bir tanesi de deprem oluşmasına neden olan aktif fayların etüt alanı içinde ya da yakınında bulunup bulunmamasıdır. 30 Ekim 2020 tarihinde Ege Denizinde meydana gelen AFAD'a göre Mw 6.6 Kandilli Rasathanesine göre Mw 6.9 olan deprem İzmir-Bayraklı'da önemli derecede hasara neden olmuştur. Fay ile hasar gören alan arasında önemli bir mesafe olması, zemin özelliklerinin deprem hasarında ne kadar önemli olduğunu, deprem hasarlarının paleosismolojik çalışmalarla belirlenen aktif faylara bağlanmasının tek başına yetersiz olduğunu da göstermiştir.

3. Deprem Mastır Planları

Kentlerin depreme karşı güvenli hale getirilmesi amacıyla hazırlanan Deprem Master Planı kapsamında;

- Mevcut durumun tespiti
- Teknik çalışmalar
- İmar uygulamaları
- Hukuki çalışmalar
- Mali kaynak çalışmaları
- Eğitim çalışmaları
- Sosyal faaliyetler
- Afet yönetimi

ana başlıkları altında yapılması gereken çalışmaları ve önlemleri planlanma, uygulama programlarını hazırlama ve görevlilerin yetkilendirilmesi hedeflenmektedir.

Ülkemizde çok sayıda kentimizde deprem master planları hazırlanmış olmasına karşın, plan kararlarının uygulanmasında gerekli koordinasyon sağlanamamış ve kararların uygulanmasında beklenen hedefe henüz ulaşılamamıştır. Hedeflenen başarıya ulaşamamış olmanın nedenin; eylem planlarını uygulamakla görevlendirilen kurum ve kuruluşların; i) yasalarla tanımlanmış görevlerine master plan görevlerinin de eklenmiş olması, ii) insan kaynakları açısından yetersiz olmaları, iii) finansal kaynakların ayrılma-mış olması, iv) planlamanın yapılmış olmasının getirdiği rahavet olarak sıralanmaktadır.

4. Ulusal Deprem Eylem Planı (UDSEP-2023)

UDSEP-2023; Başbakanlık Deprem Danışma Kurulu (DDK) üyelerinin yanı sıra, bu üyelerce davet edilmiş uzmanların da katılımıyla depremle ilgili farklı konularda alt çalışma grupları oluşturularak gerçekleştirilen ve çok sayıda paydaşın da görüşleri alındıktan sonra 2011 yılında onaylanarak kabul edilmiştir. UDSEP; özellikle Marmara Bölgesi'nde büyük ölçüde can kayıplarına, hasara ve ekonomik kayıplara neden olan 1999 depremlerinden sonra geleneksel yara sarma yaklaşımı yerine zarar azaltma çalışmalarının

ön plana çıkmasıyla, deprem riskini azaltmada ve depremle baş edebilmede toplumu daha hazırlıklı ve dirençli bir konuma getirebilmek, bu amaca yönelik kurumsal bir alt yapı oluşturmak ve konuyla ilgili AR-GE faaliyetlerini ve bunların önceliklerini belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Bu planın hazırlanmasında oluşturulan sekiz alt komisyondan ikisi “Deprem bilgi alt yapısına yönelik araştırmalar” ve “Deprem tehlike analizleri ve haritaları” olup, bu iki konu mühendislik jeolojisi, (jeoloji ve jeofizik mühendislikleri) ve inşaat mühendisliği alanlarıyla doğrudan ilgilidir. UDSEP’in kapsadığı ana hedefleri altında yer alan her alt hedefin gerçekleşmesi için bir sorumlu kuruluş ve ilgili kuruluşlar ile gerçekleşme dönemi belirlenmiştir. Plandaki hedeflerin en son tamamlanma yılı olarak 2023 yılı belirlenmiş olup, çalışmalara 2012 yılında başlanmıştır. Ancak geçen bu süre zarfında hangi hedeflerin tamamlandığı, hangilerinde gecikmeler olduğu ve bunun nedenlerinin neler olduğu konularında UDSEP bazındaki tüm hedefler için ulaşılabilecek bir kaynak ve/veya bilgi alınabilecek bir birim söz konusu değildir. Diğer bir ifadeyle, bu hedeflere ilişkin çalışmaların tamamlanıp tamamlanmadığı konusunda; bunların sonuç raporlarından ve verisinden yararlanma durumunda olan kurum, kuruluş, araştırmacı ve bireyler için başvurulacak bir bilgi merkezi veya kaynağı yoktur. Bu hususun açıklığa kavuşturulabilmesi amacıyla UDSEP’in hazırlanmasında sorumlu kuruluş olarak görev yapan AFAD Başkanlığı’nda bu amaçla başvurulacak bir bilgi ve danışma biriminin oluşturulmasında yarar vardır.

UDSEP (2023)’in “Deprem bilgi alt yapısının geliştirilmesine yönelik araştırmalar- Eksen A” kapsamında yer alan hedefler, deprem tehlikesinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi çalışmalarına ve alınacak ilgili önlemlere önemli düzeyde ışık tutacak verilerin toplanmasıyla ilgilidir. Bu nedenle bu hedeflerle ilgili araştırmaların UDSEP’te öngörülen sürelerde tamamlanıp kullanıma sunulması hayati öneme sahiptir. Ancak burada listesi verilmeyen bu hedeflere ait bu araştırmaların bir bölümü UDSEP’te öngörülen sürelerinin aşılmasına rağmen henüz tamamlanamamış olabilmektedir. Örneğin; deprem sırasında meydana gelen ve binaların yanı sıra diğer mühendislik yapılarının da hasar görmesine neden olan “zemin sıvılaşması” davranışının

beklenebileceği alanların ayırılarak harita üzerinde gösterileceği ve bu alanlardaki mevcut ve planlanan yerleşim yerlerinde sıvılaşmayla ilgili yapılacak ayrıntılı jeoteknik incelemelere altlık oluşturacak, Türkiye geneli için hazırlanan ve bitirilme yılı 2017 sonu olan “sıvılaşma paftaları” henüz tamamlanamamıştır.

UDSEP’te A Ekseninde kapsamında yer alan bu paftalarla birlikte süresi içinde henüz tamamlanamamış diğer bazı hedeflerin daha fazla gecikmeden tamamlanmaları amacıyla giderilmesi gereken aksamaların ve/veya gerek duyulan desteklerin (ek teknik personel istihdamı, bütçe arttırımı, cihaz ve ekipman alımı vd.) ilgili birimlere bildirilerek sağlanması bu çalışmaların ivedilikle gerçekleştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

5. Kentsel Dönüşüm Planları

Nüfusun büyük çoğunluğu kentlerde yaşamakta ve hızla artan kentsel nüfusun;

- Güvenli barınma alanlarına
- Sağlıklı gıda maddelerine
- Su kaynaklarına
- Enerji kaynaklarına
- Yapı malzemelerine
- Atık bertaraf alanlarına
- Alt yapı tesislerine

olan talebi de giderek artmaktadır.

Özellikle büyük kentlerimizde; deprem, heyelan vb. doğal tehlikesi bulunan alanlarda veya içme suyu havzalarındaki insan yerleşimleri kontrol edilemez hale gelmiştir. Plansız kentleşmenin bir sonucu olarak “Kentsel Dönüşüm” yasal bir tabana oturulmuştur. Uygulanmaya başlanan kentsel dönüşümüne ilişkin olarak; teknik ömrünü

dolduran binaların yenilenmesi, kar odaklı yeniden yapılanma vb. tanımlar etrafında tartışmalar sürdürülmektedir. Bu tartışmalara ilişkin olarak Türkiye'nin en büyük kentsel dönüşüm projesi olan "İstanbul Fikirtepe Kentsel Dönüşüm Projesi"ni incelemekte yarar görülmektedir. Bu projenin depreme dayanıklılık, güvenlik, teknik vb. öncelikleri açısından beraberinde getirdiği sorunların uzman ekipler tarafından incelenmesi önerilmektedir. Kentlerimizi bir an evvel depreme dayanıklı hale getirmek için, Fikirtepe projesinde kazanılan olumlu ve olumsuz deneyimler yeni dönüşüm projelerinde değerlendirilmelidir.

Kurumsal Koordinasyon

Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Deprem Araştırma Enstitüsü (BÜ-KRDAE) ve AFAD-DAD'un her ikisi de ulusal çapta sismik ağ işletimi görevlerini sürdürmeye çalışmakta, ancak bu kurumlar arasında arzu edilen düzeyde kurumlararası bir koordinasyon ve işbölümü hala sağlanamadığı için daha verimli bir Ulusal Sismik Ağ işlevi oluşturulamamaktadır. Bu durum, ülkemizde meydana gelen depremlerden sonra bu iki kuruluşun depremler hakkında verdikleri teknik bilgiler arasında bazı farklılıkların olmasına ve bunun da bu bilgiyi/veriyi kullanan araştırmacılar, teknik elemanlar ve vatandaşlar tarafından tartışmalı bir durum olarak değerlendirilmesine yol açmaktadır. Dolayısıyla depremlerle ilgili son derece önemli olan bu iki kuruluşumuzun koordineli ve daha verimli şekilde çalışabilmeleri için gerekli düzenlemelerin ivedilikle yapılmasında yarar vardır. Bu iki kurumun ortak çalışmasıyla ilgili düzenlemenin yapılması halinde bunların yıllık olarak performanslarının denetlenmesi amacıyla bir "Koordinasyon Kurulu"nun oluşturulması da düşünülebilir ve bu kurulda depremlerle ilgili yerbimiciler (jeoloji ve sismoloji) ve deprem mühendisliği (üst yapı) alanlarındaki uzmanlardan seçilmiş kişiler üye olarak hizmet verebilirler.

Özellikle 1999 Kocaeli ve Düzce depremlerinden sonra gerek AFAD-DAD, gerekse BÜ-KRDAE yurt genelindeki mevcut ölçüm ağındaki ivme ölçerlerin sayısını artırma çabası içinde olmuşlar ve bilhassa deprem açısından riskli bölgelerdeki büyük kentlerimizde ek ivme ölçer istasyonları oluşturulmuştur. Bununla birlikte, önemli bir bölümü deprem etkisi altında olan ülkemiz açısından mevcut ivme ölçerler daha sağlıklı değerlendirmelerin yapılabilmesi için henüz yeterli sayıya ulaşmamış olup, yeni ivme ölçer istasyonlarının kurulmasına ve mevcut deprem kayıtçılarının sayısının artırılmasına önemle gereksinim vardır. İvme ölçerlerin sayısal olarak artışı ile birlikte deprem ile zemin ilişkilerinin incelenmesi, jeolojik birimden bağımsız jeolojik yapıya da bağlı olarak zemin büyütmelerinin daha net bir şekilde ortaya çıkarılması mümkün olabilecektir. Bu amaçla yeni bir planlama yapılarak güncel durum için ivme ölçer ihtiyacının tekrar belirlenmesi ve ulusal ağ takviye edilmek üzere bu amaçla bütçe ayrılması önerilir. Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde özellikle faylara yakın konumlu olup da, sismik ve kuvvetli yer hareketi ağları içinde bu cihazların daha seyrek olduğu bölgelerin ve yerleşimlerin yeni cihazlarla takviye edilmesine öncelik verilmelidir.

Ülkemizde deprem bölgelerinde inşa edilecek yapılarla ve yer seçimi (özellikle mikrobölgeleme) çalışmalarıyla ilgili teknik hususlar ve izlenmesi gereken yöntemler konusunda denetim görevini üstlenecek olan teknik elemanların denetim görevlerini doğru, eksiksiz ve donanımlı şekilde yapabilmelerinin deprem zararlarının azaltılması çabaları kapsamında önemli bir bileşen olduğu göz ardı edilmemelidir. Bu nedenle söz konusu teknik elemanlara periyodik olarak planlanacak olan konuyla ilgili hizmet içi eğitim (tüm katılımcılar için aynı içerikte ve uygulamadaki teknik yöntemleri kapsayacak şekilde düzenlenmiş) verilmesi amacıyla gerekli çalışmaların yapılarak bunun ivedilikle yaşama geçirilmesi önerilir.

YERALTI HABER



0(850) 888 1937

www.yeraltihaber.com



“Yeraltından yüzeye, yüzeyden yeraltına”

DSİ'den Sivas'a Bir Müjde Daha

Yıldızeli Kaleköy Göletinde su tutulmaya başlandı



Sivas Kaleköy Göleti

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Sivas iline yaptığı yatırımlarla ilimizin mümbit topraklarını su ile buluşturmaya, vatandaşlarımıza içme ve kullanma suyu temin etmeye ve derelerdeki taşkın riskini azaltmaya devam ediyor. Sivas ili ve ilçelerinde son dönemde yapılan su yapılarının artması bölgedeki tarımsal faaliyetlerin gelişmesinde de önemli rol oynamaktadır.

Modern sulama ile tarımda sağlanan verim artışları, üretim deseninin çeşitlenmesi, çiftçi gelirlerinde doğrudan ve dolaylı artışa neden oluyor. Bu durum bir yandan kırsal kalkınmanın hedeflerinden olan yoksulluğun azaltılması amacına

hizmet ediyor bir taraftan da yaşam standardını yükselttiği için göçü önüyor.

Sivas ili ve ilçelerinde son dönemde yapılan su yapılarının artması bölgedeki tarımsal faaliyetlerin gelişmesinde de önemli rol oynamaktadır.

Sivas Yıldızeli Kaleköy Göleti, kil çekirdekli kaya dolgu tipinde inşa edilen göletin temelden yüksekliği 23,50 metre ve 0,236 milyon m³ su biriktirme hacmine sahiptir. Göletin gövde dolgusu tamamlanarak su tutulmaya başlanmıştır. Kaleköy Göleti'nde depolanacak su ile 1000 dekar tarım arazisinin sulanması sağlanacaktır.

Van ilimizde sayıları artan baraj ve göletlere bir yenisini ekleniyor



Van Özalp Yeni Emek Göleti

Devlet Su İşleri, yaptığı yatırımlarla illerimizin mümbit topraklarını su ile buluşturmaya, vatandaşlarımıza içme ve kullanma suyu temin etmeye ve derelerdeki taşkın riskini azaltmaya devam ediyor. Van genelinde son dönemde yapılan su yapılarının artması bölgedeki tarımsal faaliyetlerin gelişmesinde de önemli rol oynuyor.

Temelden yüksekliği 34 metre, gövde tipi kil çekerdekli homojen dolgu ve su depolama kapasitesi 1.219.000 m³ olan Van Özalp Yeni Emek Gölet'inin tamamlanması ile 4.140 dekar tarım

arazisi suya kavuşacak, 2021 birim fiyatları ile dekar başına 1.061 TL gelir artışı ve ülke ekonomisine yıllık 3.894.237 TL katkı sağlanması hedeflenmesi ile birlikte 414 kişiye de istihdam sağlayacaktır.

Göletin gövde, dolusavak, kondüvi yapısı (Derivasyon Tüneli) imalatları, ayrıca Regülatör-1, Regülatör-2 betonarme, tersip bendi ve sulama hattı imalatları tamamlandı. Mekanik montaj imalatları tamamlanmak üzere. Yılsonu itibari ile gölette su tutulacaktır.

Diyarbakır Ambar Barajında su tutuldu

DSİ Diyarbakır iline yaptığı yatırımlarla ilimizin verimli topraklarını su ile buluşturmaya, vatandaşlarımıza içme ve kullanma suyu temin etmeye ve derelerdeki taşkın riskini azaltmaya devam ediyor. Diyarbakır ili ve ilçelerinde son dönemde yapılan su yapılarının artması bölgedeki tarımsal faaliyetlerin gelişmesinde de önemli rol oynamaktadır. Modern sulama sistemleri ile tarımda sağlanan verim artışları, üretim deseninin çeşitlenmesi, çiftçi gelirlerinde doğrudan ve dolaylı artışa neden olmakta, bu durum bir yandan kırsal kalkınmanın hedeflerinden olan yoksulluğun azaltılması amacına hizmet ederken bir taraftan da yaşam standardını yükselterek göçü önlemektedir.

Diyarbakır Ambar Barajı, kil çekirdekli zonlu dolgu tipinde olup temelden yüksekliği 45 metredir. Barajda su tutma yapısına ait imalatlar tamamlanarak 29 Kasım 2021 tarihinde saat 17:00 itibariyle derivasyon girişi tıkaç betonu dökülmek suretiyle su tutmaya başlanmıştır.

Silvan I. Merhale Projesinin Silvan Barajından sonra en önemli ikinci barajı olan Ambar Barajı, projesinin tamamlanmasıyla 123 bin 250 dekar tarım alanının cazibeli olarak sulanması sağlanacaktır.



Diyarbakır Ambar Barajı

Bingöl Genç Çaytepe Göleti ve sulaması inşaatı tamamlandı



Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Bingöl iline yaptığı yatırımlarla ilimizin verimli topraklarını su ile buluşturmaya, vatandaşlarımıza içme ve kullanma suyu temin etmeye ve derelerdeki taşkın riskini azaltmaya devam ediyor.

Bingöl ili ve ilçelerinde son dönemde yapılan su yapılarının artması bölgedeki tarımsal faaliyetlerin gelişmesinde de önemli rol oynamaktadır. Bu kapsamda Bingöl Genç Çaytepe Göleti ve Sulaması İnşaatında çalışmalar tamamlanmış olup, toplamda 750 dekar tarım alanının cazibeli borulu sulama şebekesi ile sulanması temin edilecektir.

Genç Çaytepe Göleti temelden 30 metre yükseklikte, ön yüzü membran kaplı kaya dolgu tipinde imal edilmiş olup, 700 bin m³ su depolayarak 750 dekar arazinin sulanmasına hizmet edecektir. Çaytepe Göleti ve Sulaması, milli ekonomiye yılda 1 100 000 TL katkı ve 225 kişiye de tarımsal istihdam sağlayacaktır.

Adıyaman Koçali Sulama Yaklaşım Kanalı ve Tüneli İnşaat Projesi'nin temeli atıldı

Koçali Sulama Yaklaşım Kanalı ve Tünel İnşaat Projesi'nin temeli atıldı. Projenin 187 bin dekar arazinin suyla buluşması ve kentin sosyo-ekonomik yapısına önemli katkılar sunması beklenmektedir. Şantiye alanında düzenlenen törene Adıyaman Valisi Mahmut Çuhadar, DSİ Genel

Müdür Yardımcısı Mehmet Akif Balta, kamu kurum amirleri ile DSİ çalışanları katıldı. E-BERK Makine tarafından yerli üretim olarak yapılan makineyle Koçali sulama, ileti tüneline açma çalışmaları başladı.

DSİ Genel Müdür Yardımcısı Mehmet Akif Balta, Koçali Sulama Yaklaşım Kanalı ve Tünel İnşaat Projesinin tünel delme maliyetinin yaklaşık 390 milyon lira olduğunu belirterek, "Koçali Barajı göl alanı sulama yaklaşım kanalıyla 4.8 metre çapında 5 bin 570 metre uzunluğunda tünel açma makinesiyle ve klasik yöntemle açılacak bin 490 metre yaklaşım kanalı imalatı yapılacaktır" dedi. Mehmet Akif Balta sözlerini "İş kapsamında şimdiye kadar tünel portal kazısı tamamlanmıştır. Denge bacası ulaşım yolu platform kazıları devam etmektedir. Tünel açma makinesinin montaj çalışması tamamlanmıştır. Şuan itibarı ile %15 seviyesinde olan işin 2023 yılı sonunda tamamlayarak hizmete almayı hedeflediklerini belirtti.

Türk mühendisler tarafından yapılan makine ile tünelin açılacağını aktaran Adıyaman Valisi Mahmut Çuhadar da " Biz artık Avrupa'nın ileri tek-



Adıyaman Koçali Sulama Tüneli Giriş Portalı

nolojisine ihtiyaç duymuyoruz. Kendi ihtiyacımızı kendimiz üretiyoruz. Karadeniz'in altında yatan binlerce yüzbinlerce metre küp doğal gazı kendimiz çıkarıyoruz. Suları toprak ile buluşturacak tünelleri kendimiz açıyoruz. Karayollarındaki tünelleri kendimiz açıyoruz ne mutlu ki bugünlere ulaştık. Sayın Valimiz bu duruma gelmiş olmaktan hepimizin gurur duymamız gerektiğini vurguladılar.

E-BERK Yönetim Kurulu Başkanı Özgür Savaş Özüdoğru ise "Üretmiş olduğumuz tünel açma makinesi Türkiye'de yine bir Devlet Su İşleri projesinde Koçali sulama Projesi ileti tüneline kullanılacak. Fabrikamızda tamamen yenilediğimiz tünel açma makinesi; yaklaşık 4.8 metre çapında 500 ton ağırlığında 165 metre uzunluğunda olup, toplamda 12 bin parçadan oluşmaktadır. Makine tünel güzergahında ağırlıklı olarak bulunan kumtaşı, kireçtaşı vb. litolojik birimlere dayanıklı olarak tasarlandı. Makinemiz 12 bin parçadan oluşuyor, 2 ayrı mühendislik dalını içeriyor. Dolayısıyla ürettiğimiz bu makine ile dünyada da Ülkemizi tünel açma makinesi üreticisi olarak 8. sıraya taşıdık. Bu anlamda çok gururluyuz" dedi.



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

➤ HARİTA İŞLERİ

- Şeritvari Yersel ve Fotogrametrik Harita Çalışmaları, Plankoteler

➤ ULAŞIM SİSTEMLERİ

- Otoyollar, Devlet ve İl Yolları
- Kavşaklar, Kent İçi Yol ve Kavşak Çözümleri
- Demiryolları – Hafif Raylı Sistemler,
- Kent İçi Toplu Taşıma Sistemleri

➤ SANAT YAPILARI

- Karayolu / Demiryolu Köprü ve Viyadükleri, Tüneller,
- Aç – Kapa Yapıları, Menfezler, İksa ve İstinat Yapıları

➤ ALTYAPI PROJELERİ

- Drenaj Sistemleri, Hidrolik ve Hidrolojik Etütler
- Derivasyon Kanalları
- Yağmur Suyu ve Kanalizasyon Şebeke Projeleri



Laboratuvar İzin Belgesi (No:316)

Arazi ve Laboratuvar Çalışmaları

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

Proje ve Müşavirlik Çalışmaları

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

Hizmet Alanlarımız

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

limit

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



HİDROLOJİ

- *Hidrolojik Değerlendirme Raporu
- *Havza Drenaj Raporu
- *ÇED ve PTD Hidroloji Bölümleri
- *Hidrolojik Haritalama
- *Kuşaklama Kanalı Tasarımı
- *Taşkın Debisi Hesaplama
- *Cansuyu Hesaplamaları
- *Su Temini Çalışmaları
- *Su Tahsis Çalışmaları
- *Bölge Su Potansiyeli Raporu
- *Su Bütçesi / Su Bilançosu
- *Hidrodinamik, Hidrolojik Modelleme



HİDROJEOLJİ

- *Hidrojeolojik Değerlendirme Raporu
- *Hidrojeolojik Etüt Raporu
- *ÇED ve PTD Hidrojeoloji Bölümleri
- *Hidrojeolojik Haritalama
- *Su Kalitesinin Belirlenmesi
- *Su İzleme Programı Hazırlanması
- *Yerinde Fiziksel Parametre Ölçümü
- *Bölge Su Potansiyeli Raporu
- *Hidrojeolojik Kavramsal Modelleme
- *Gözlem ve Üretim Kuyusu Açılması
- *Akifer Testi Yapılması
- *Hidrojeofizik Çalışmalar



JEOLJİ

- *Maden Jeolojisi Haritası
- *Mühendislik Jeolojisi Haritası
- *Detay Jeolojik Haritalama
- *Yeraltı Jeolojik Açılım Haritası
- *ÇED ve PTD Jeoloji Bölümleri ve Jeoloji Haritası
- *İnclinometre Montaj ve Ölçümü
- *Şev Stabilite Analizleri
- *Basıncılı Su Testi
- *Permeabilite Deneyi
- *Presiyometre Deneyi
- *Laboratuvar Deneyleri



ASİT MADEN
DRENAJ
RAPORU



YERALTISUYU
AKIM
MODELLEMESİ



KİRLİLİK
TAŞINIM
MODELLEMESİ



KAYNAK
KORUMA
RAPORU



JEOTERMAL
DANIŞMANLIK
HİZMETLERİ



TIBBİ
JEOLJİ
RAPORU



Peru'da altın madeni atık barajı heyelan nedeniyle yıkıldı

26 Kasım 2021 tarihinde Peru'nun Ananea kentindeki bir altın madeninin atık barajına ait rezervuarda büyük bir heyelan meydana geldi. Yerel gazete Sin Fronteras, sabah saatlerinde gerçekleşen olaydan sonra San Antonio de Putina iline bağlı Ananea kentinde sokakların çamurla dolu ve geçilemez olduğunu, zehirli maddelerle dolu atıkların kilometrelerce öteye taşındığını bildirdi. Çevredeki evlerin ve yolların hasar aldığı olaydan sonra bölge halkını kurtarma ve tahliye etme

çalışmalarına başlandı. Meydana gelen felaketin sebebi henüz kesin olarak belirlenmemiş olsa da atık havuzunun üst kotlarında meydana gelen bir heyelanın getirdiği malzemenin rezervuarı doldurduğu ve taşan atıkların barajı yıktığı düşünülüyor. Maden firmasının atık havuzunun yönetimi ve kontrolü konusunda ihmalkâr davrandığı da edinilen bilgiler arasında.

Kaynak: Dave Petley - AGU Blogosphere



Fotoğraf: Sin Fronteras



Fotoğraf: Sin Fronteras



Fotoğraf: Sin Fronteras



Fotoğraf: Sin Fronteras

Kentsel alanlar yağış kaynaklı heyelanlara karşı kırsal alanlara göre daha büyük risk altında



Heyelanlar, bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de can ve mal kaybına neden olan en önemli doğa kaynaklı afetlerden birisidir. Heyelanların gerçekleşmesi topografya, jeolojik yapı, deprem, bitki örtüsü vb. doğal ve kazı vb. insan kaynaklı faktöre bağlı olsa da ani ve aşırı yağışlar en büyük rolü oynuyor. NASA'nın ABD'nin Pasifik kıyılarında gerçekleşmiş olan heyelanların kayıtlarını erişime açık olarak sunduğu COOLR (Cooperative Open Online Landslide Repository) veri tabanı kayıtlarının analiz edildiği bir araştırma ise kentsel alanların yağış kaynaklı heyelanlara karşı kırsal alanlara göre çok daha büyük bir risk altında olduğunu gösteriyor.

Litoloji, yamaç eğimi, bitki örtüsü vb. birçok parametrenin göz önüne alarak yapıldığı analizlerde yağış miktarının aynı oranda artması durumunda heyelan gerçekleşme olasılığının kentsel

alanlarda kırsal alanlara göre 10 kat daha fazla olduğu sonucuna ulaşıldığı belirtilmiştir. Her ne kadar heyelanların %65'i kırsal alanda gerçekleşse de kentsel alanların yüz ölçümlerine oranla çok daha fazla risk taşıdığı da araştırmanın bulgularından bir diğeridir. Araştırmacılar aradaki bu büyük farkın kentsel alanlarda topoğrafyaya yapılan müdahaleler ve bitki örtüsünün çok az olması gibi insan kaynaklı etkilerden kaynaklandığını belirtiyor.

İlgili çalışma: Johnston, E. C., Davenport, F. V., Wang, L., Caers, J. K., Muthukrishnan, S., Burke, M., & Duffenbaugh, N. S. (2021). Quantifying the Effect of Precipitation on Landslide Hazard in Urbanized and Non-Urbanized Areas. Geophysical Research Letters, 48(16), e2021GL094038.

Kaynak: Nefeli Mazioti - geengineer.rog

İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı (İBB) Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Başkanlığı

İstanbul Büyükşehir Belediyesi bünyesinde mevcut kentsel yerleşimin ve gelişme sahalarının doğal afetlere dayanıklılığını artırma amacıyla yapılan yerbilimleri çalışmaları “Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı” tarafından yönetilmektedir. Dr. Tayfun Kahraman’ın başkanlığını yürüttüğü Daire Başkanlığı altında; yoğunlukla yer bilimcilerin istihdam olanağı bulunduğu Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü’nden (DEZİM) başka İstanbul Şehircilik Atölyesi Müdürlüğü (İŞAT) ve Kentsel Dönüşüm Müdürlüğü yer almaktadır.

26 Eylül 2019 tarihinde Silivri açıklarında meydana gelen orta (M:5.8) büyüklükteki depremde kamu binaları dahil birçok binada farklı derecelerde hasar oluşmasından sonra İBB Başkanı Sayın Ekrem İmamoğlu tarafından “Deprem Seferberlik Planı” ilan edilmiştir. Plan kapsamında 2-3 Aralık 2019 tarihlerinde İstanbul Kongre Merkezi’nde “İstanbul Deprem Çalıştayı” düzenlenmiştir. Çalıştaya ulusal ve uluslararası akademisyenler, ilgili bakanlıklar, valilik, araştırma enstitüleri, sivil toplum kuruluşları, vakıflar, dernekler, farklı disiplinlerdeki meslek grupları ve sektörlerin temsilcilerinin de yer aldığı 174 farklı kurumdan yaklaşık 1.200 kişi katılmıştır. Çalıştay ortak akla başvurulması ve bilimin ışığıyla yol alınması açısından bir başlangıç noktası olmuştur. Kentin en büyük sorunlarının başında gelen afet riski, bilimin yol göstericiliğinde ve ortak akılla yönetilmeye başlamıştır.

Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı’na bağlı DEZİM’de 17 jeofizik mühendisi, 22 jeoloji mühendisi, 2 harita mühendisi, 3 jeomorfolog, 2 coğrafi bilgi sistemi (CBS) uzmanı olmak üzere toplam 46 yerbilimci görev yapmaktadır. DEZİM’de yerbilimciler dışında inşaat mühendisi, harita mühendisi, şehir plancısı, psikolog, sosyolog, avukat ve halkla ilişkiler uz-

manı gibi farklı disiplinlerden de uzmanlar görev almaktadır. DEZİM tarafından afet tehlike ve riskleri teknik ve sosyal boyutlarıyla ele alınarak incelenmekte ve çözümler üretilmektedir.

Deprem Seferberlik Planı’nın ilan edildiği günden bugüne kadar geçen iki yılda kentin afetlere hazırlanması, İstanbul’un dayanıklı bir kente dönüşmesi için İBB Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı tarafından yapılmakta olan çalışmalar aşağıda sıralanmıştır.

+ *İstanbul genelinde deprem anında can kaybına neden olabilecek binaları tespit etmek amacıyla öncelikle 2000 yılı öncesinde inşa edilmiş binalarda inceleme çalışmalarına başlatılmıştır. PERA 2019 yöntemiyle birlikte beton dayanımının ölçülmesi, donatı oranı, donatı çapı, etriye aralığı, etriye kolu sayısı, perde donatı bilgileri, pas kaybı yüzdesi gibi bilgileri toplanmaktadır. PERA 2019 yöntemi etki/kapasite oranı üzerinden yapının incelenmesi sağlanmaktadır. Bugüne kadar 33 ilçede 85.119 binaya gidilmiş, bunlardan 23.579 binada inceleme gerçekleştirilmiştir.*

+ *İstanbul genelinde farklı kurum ve kuruluşlar tarafından deprem riskini azaltmak amacıyla yönelik olarak gerçekleştirilmiş çalışmaların takibi yapılmıştır. Güncel bilimsel bilgiler ışığında geliştirilmesi ve yeni projeler üretilebilmesi için tüm paydaşlar bir araya getirilerek siyaset üstü bir işbirliği ve eşgüdüm sağlanmıştır. Sürecin yönlendirilmesi amacıyla İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı’mızca İstanbul Deprem Konseyi (İDK) kuruluş çalışmaları başlatılmıştır. İstanbul Deprem Konseyi’nin kurulması için İBB Meclisi’nin onayı beklenmektedir.*

+ *2003 yılında tamamlanan İstanbul Deprem Master Planı’nın 2020 yılı hedeflerine yönelik tespitlerin ve getirilen çözüm önerilerinin gerçekleş-*

me seviyeleri değerlendirilmiştir. Bu değerlendirilmede; bilimsel, teknolojik, ekonomik, sosyal, idari ve hukuki parametreler esas alınmıştır. DEZİM tarafından aradan 17 yıl geçmesine rağmen afet riskinin azaltılmadığı anlaşılmıştır. Olası yenileme, gelişme, düzenleme ve tekrar gözden geçirilmesi gerekli kısımların belirlenmesi amacıyla güncelleme yapılmıştır.

+ 39 ilçe için “İlçe Olası Deprem Kayıp Tahmini Analizi Raporları”, “Heyelan Envanteri Raporları” ve 17 ilçe özelinde ilk defa “Tsunami Risk Analizi” ve “Tsunami Eylem Planı” çalışmaları yayınlanmıştır.

+ Hazırlanmış olan raporlara <https://depremezemin.ibb.istanbul/> adresinden ya da aşağıdaki karekodu okutarak ulaşılabilir.



+ Deprem sonrası içme ve kullanma suyu teminine yönelik ayrıntılı olarak su kaynakları haritası hazırlanmıştır. Bu kapsamda, mevcut litostratigrafik birimlerin her tür boşluk hacminin varlığına, boyutuna ve ortamsal dağılım yaygınlığına bağlı olarak karakterize olan farklı geçirimsizlik niteliklerini (jeohidrolik ortamlar) yeniden tanımlanmıştır. Jeohidrolik ortamlar arasındaki konumsal sıralanımlara dayanarak İstanbul yeraltı sularının depolandığı yerleri (hidrojeolojik ortamlar), yayımlarını ve diğer özgün niteliklerini ortaya koymak amaçlanarak “İstanbul İl Alanı Hidrojeolojik Ortamlarının (Yeraltı Suyu Ortamları) Tespiti Projesi” raporu ve haritaları üretilmiştir. Bu çalışmadan hareketle de “Deprem Sonrası Toplanma-Barınma-Çadır Alanlarında İçme/Kullanma Suyu İçin Yeraltı Suyu ve Memba Suyu Kullanılabilirliği” çalışması ve eylem planlarının oluşturulması amaçlanmıştır.

Ayrıca, Hamidiye A.Ş.’nin katkıları ile de “İstanbul İl Alanının Memba Suyu ve Yeraltı Suyu İşletmeleri Potansiyeli” projesi de tamamlanmış, raporlara aşağıdaki link üzerinden ulaşılabilir.

<https://depremezemin.ibb.istanbul/guncelcalismalari-miz/#istanbul-l-hidrojeolojik-ortamlarin-tespt>

+ Afet Eylem Planı kapsamında T.C. İçişleri Bakanlığı, Jandarma Genel Komutanlığı, AFAD ile birlikte İstanbul Büyükşehir Belediyesi’nin de teknik desteği ve ilçe belediyeleri ile işbirliğiyle İstanbul Afet Sonrası Tahliye, Yerleştirme ve Hayatın Sürdürülebilirliğinin planlanmasına yönelik çalışmalar başlatılmıştır. İBB Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı teknik personelleri tahliye - transfer - acil barınma - çadır alanları (deprem parkları) tespiti, kapalı geçici barınma alanlarının risk durumlarının belirlenmesi, verinin sayısallaştırılması gibi çalışmalarda AFAD’a destek sağlamaktadır. İBB Kentsel Dönüşüm Müdürlüğü tarafından belirlenen “Acil Toplanma Alanları” (5.600 adet) sayısallaştırılıp veri tabanı oluşturulmuş, sonra da bu veri tabanı AFAD ve İl Jandarma Komutanlığı ile paylaşılmıştır. Yürürlükteki mevzuata göre bu konularda AFAD ve Mülki İdare Amirleri yetkili olup bu alanların afet sırası ve sonrasında kullanıma hazır tutulabilmesi için imar planlarında yerlerinin gösterilerek koruma altına alınması, bu alanlardaki uygulamalara ilişkin usul ve esasların belirlenmesi gerekmektedir.

+ 2012 yılı içerisinde güncellenen “Afet Risk Yönetimi İçin Megasehir Gösterge Sistemi-MegalST” çalışmanın fiziksel ve sosyal hasar görülebilirlik bileşenleri, Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü tarafından güncellenmiştir. Fiziksel hasar görülebilirlik çalışması kapsamında kültürel miras, sanayi yapıları ve 20 kat üstü binaların hasar görülebilirlikleri “Deprem Hasar Tahmin Güncellemeleri Projesi” kapsamında çalışılmaktadır.

+ İstanbul Büyükşehir Belediyesi adına ilk defa tüm vatandaşların afet farkındalığının artırılması ve bilinç düzeyinin en üst seviyeye çıkarılması amacıyla Anadolu ve Avrupa yakasında birer adet olmak üzere toplam iki adet “Afet ve Deprem Üssü”nün ve 37 ilçede “Deprem İletişim Merkezleri”nin ilk etapta 5 ilçede hizmete alınacak olanların yerleri belirlenmiş, projelendirme çalışmaları tamamlanmış ve ihale sürecine geçilmiştir.

+ İstanbul’da gerçekleştirilecek olası bir depreme dair deprem öncesi, ani ve sonrası oluşabilecek deprem hasar tahminine olanak tanıyan yakın gerçek zamanlı ivme PGA (Peak Ground Acceleration, PGA) haritalarının ve deprem er-

ken uyarı sisteminin tek elden ve eşgüdüm içinde (İstanbul Büyükşehir Belediyesi birimleri, İGDAŞ, BDTİM (Bölgesel Deprem - Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi, Deprem Müh. ABD vb.) yürütülmesi ve bilgi kirliliğinin önüne geçilmesi amacı ile KRDAE (Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü) ile Aralık 2020 tarihinde protokol imzalanmış ve çalışmalara başlanmıştır. Söz konusu protokol kapsamında ayrıca kültürel miras, sanayi yapıları vb. özel katmanlar için deprem hasar tahmini çalışmalarının yapılmakla beraber 2023 yılında da güncel envanter verileri ve bilimsel gelişmeler ışığında da tüm il geneli için deprem kayıp tahminleri güncellenecektir. Deprem zararlarının azaltılmasında özel bir öneme sahip deprem erken uyarı sisteminin kullanımına dair ihtiyaç analizi raporu, kısa süre içerisinde kamuoyu ile paylaşılacaktır.

+ Sağlıklı ve dayanıklı bir kentleşme ve planlara altlık oluşturması için eksik olan mikrobölgeleme çalışmaları tamamlanmaktadır. İstanbul'un batı kısmında yer almakta olan yaklaşık 257 km²'lik alana dair 8 ilçenin (Çatalca, Küçükçekmece, Büyükçekmece, Esenyurt, Beylikdüzü, Beşiktaş, Şişli ve Sarıyer ilçeleri) eksik olan mikrobölgeleme çalışmaları planlanarak ihale süreci tamamlanmış olup arazi çalışmaları planlanmaktadır.

+ İBB Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü - ODTÜ işbirliğinde tamamlanarak teslim edilen Tsunami Tehlike ve Risk Analizi (2018) ve Tsunami Eylem Planları (2020) çalışmaları sonrası geliştirilen eylem planlarının uygulama projelerinin hayata geçirilmesi ve olası tsunami zararlarının azaltılması adına, tahliye yollarının hukuki kimliğe kavuşturulması ve uygulama projelerinin hayata geçirilmesi çalışmaları yapılmıştır. İlk olarak pilot ilçe olarak seçilen Büyükçekmece tsunami eylem planı ve ardından Marmara'ya kıyısı olan diğer 17 ilçemiz için hazırlanan tsunami eylem planları UKOME tarafından onaylanmıştır. Marmara Denizi'ne kıyısı bulunan 17 ilçemiz için toplam 219 adet tsunami tahliye yolu belirlenmiştir. Belirlenen bu yollara İstanbulluların farkındalığını arttırmak ve tahliye işlemini hızlandırmak amacıyla 416 yönlendirici tsunami tabelası, 221 güvenli bölgeye erişildiğine dair tabela ve 319 adet bilgi panosunun yerleri tespit edilerek montaj işlemlerine başlanmıştır.

+ Tsunami farkındalığını arttırmak amacıyla tsunamiye dair soru ve cevapları içeren el broşürü hazırlanmıştır.

+ Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü bünyesinde geçmişte yapılmış, yapılmakta olan ve yapılması planlanan çalışmalar doğrultusunda ilçelerin "Afet Risk Profilleri"ni içeren bilgi ve analizler paylaşılmakta olup; ilgili ilçelerce yapılmış ve yapılması planlanan çalışmaların karşılaştırılması, bilgi paylaşımı ve mükerrer iş yapılmasının önüne geçilmesi amacı ile söz konusu ilçe ziyaretleri/çevrim içi toplantılar sürdürülmektedir. Bu kapsamda her ilçe özelinde tamamlanan, devam eden ve planlanan çalışmaların sunumları her ilçe özelinde "Afet Risk Profili" başlığı altında hazırlanmış, 14 ilçeye ziyaretimiz gerçekleştirilmiştir.

+ Afet Bilgi Sistemi Mobil Uygulaması afet anında neler yapılması gerektiğine ve afete ilişkin her türlü bilgiye erişimin sağlanabilmesi için Afet Bilgi Sistemi Mobil Uygulaması (ABİST) geliştirilmiştir. P2P teknolojisi sayesinde internet olmasa bile diğer ABİST kullanıcıları sayesinde yetkililere ulaşım kolaylığı sağlanmaktadır. Profil bilgilerinden faydalanarak konum, ad soyad, doğum tarihi, kan grubu, şarj yüzdesi otomatik olarak ilgili birimlerle paylaşılmaktadır. ABİST ile bulunan konuma en yakın toplanma alanına güvenli olduğu tespit edilen araç yolları üzerinden rota oluşturulmaktadır. Mobil uygulama mağazalarından 2021 Temmuz ayı itibarıyla paylaşımına açılmıştır.

+ Kentsel Dayanıklılık Eğitim Seminerleri kapsamında; İBB bünyesindeki teknik kadroda çalışan personelin, idarecilerin, ilçe belediyesinde çalışan teknik personelin, zaman zaman da merkezi kurumlardan (AFAD vb.) teknik personelin, bilgi seviyelerinin artırılmasına yönelik teknik konularda uzman akademisyenler tarafından 33 haftadır çevrimiçi eğitim seminerlerinin düzenlenmesine devam edilmektedir.

+ Deprem sonrası oluşabilecek enkaz ve döküm sahalarının analizinin yapıldığı "Enkaz Yönetim Planı Raporu" hazırlandı ve paydaş kurumlar ile paylaşılmıştır.

+ Kastamonu Bozkurt İlçesinde inceleme yapılarak hazırlanan teknik rapor ve görseller Müdürlüğümüz personeline sunuldu. Ayrıca, İçişleri Ba-

kanlığı (AFAD) tarafından düzenlenen 3. Ulusal Heyelan Sempozyumuna "Kütle Hareketleri ile Taşkınların İlişkilendirilmesi" başlıklı bildiri hazırlanarak sunumu yapılmıştır.

+ VR (Sanal Gerçeklik) Deprem Anı Deneyimleme ve Eğitim Simülasyonu hazırlanmıştır.

+ "Afet Riski Altındaki Alanların Belirlenmesine Aitlik Veri Üretmek Amacıyla Yerbilimsel Araştırmaların Gerçekleştirilmesi İşi" protokolü başlatıldı.

Ayrıca Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü tarafından, imar planları, kentsel dönüşüm, mevcut veya yeni oluşturulacak her türlü yapılaşma ya da yerleşim alanları için jeolojik, jeofizik, jeoteknik, jeomorfolojik açıdan afet ve depremsellik durumlarını ortaya koymaya yönelik kurum görüşleri verilmektedir.

Yukarıda açıklanan yerbilimi çalışmalarının yanı sıra fiziki mekana dair yürütülen çalışmalara da değinmek yerinde olacaktır. Yapılan işler de aşağıdaki gibi sıralanabilir;

Binalarını dönüştürmek isteyen fakat bina yapım tarihindeki yapılaşma hakları mevcut imar planları ile korunmayan İstanbulluların bu sorunlarını çözmek üzere; İstanbul genelinde ruhsat tarihindeki yapılaşma haklarını koruyan 1/5.000 nazım ve 1/1.000 uygulama imar planı notları hazırlanmıştır. Meclis onayıyla Kasım 2021'de 33 ilçede binlerce İstanbullunun binalarını hak kaybı olmaksızın dönüştürmesi mümkün hale gelmiştir.

+ İBB Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı bünyesinde Kentsel dönüşüm çalışmaları hızla devam etmektedir. Avcılar, Beykoz, Büyükçekmece, Eyüpsultan, Kağıthane, Kartal, Pendik, Sultangazi, Şişli, Zeytinburnu ilçelerinde katılımcı bir yaklaşım ile plan ve projelendirme çalışmaları devam etmektedir.

+ Projelendirme sürecinin her aşamasında halkın katılımı esas alınmaktadır. İstanbul genelinde bugüne kadar toplamda 15 adet saha ofisi açılmış ve halihazırda 11 adet ofis aktif olarak faaliyetini sürdürmektedir. Saha ofislerinde 2020 yılından Kasım 2021 tarihine kadar yaklaşık 25.000 görüşme sağlanmıştır.

+ Kentsel Dönüşüm Masasının (KDM) etkileşim kurduğu toplam kişi sayısı yaklaşık 181.000'e ulaşmıştır.

+ İstanbul Büyükşehir Belediyesi iştirakleri tarafından (İstanbul İmar AŞ, Kiptaş ve Bimtaş) İstanbul genelinde site ölçeğinde kentsel dönüşüm çalışmaları devam etmekte. Kurulan "İstanbul Yenileniyor" destek platformu ile yapıların yenilenmesi sürecinde vatandaşlara yardımcı ve yol gösterici olmak hedeflenmiştir.

+ İstanbul Büyükşehir Belediyesi iştiraki Kiptaş tarafından kentsel dönüşüm ve sosyal konut üretimine ilişkin projelendirme ve inşaat çalışmaları devam etmektedir.

Afet gönüllüleri projesi kapsamında 11 afet eğitimi görevi başlanmıştır.

Sonuç olarak İstanbul tarihsel olarak iz bırakan büyük depremler atlattığı deprem riskli bir yerleşim alanı, adına "kıyamet-i suğra", küçük kıyamet denen bir deprem (1509 yılı) dahi atlattığı, bu riski unutmama fırsatı bulamamış bir kenttir. Yerbilimi çalışmaları da kent açısından hayati niteliktedir. Afet riskinin aklın, bilimin yol göstericiliğinde, sürekli olarak ortak akıl arayarak ve çok yönlü, çok disiplinli bir şekilde yönetildiği İBB Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı bünyesinde faal olan DEZİM yerbilimi çalışmalarının yürütüldüğü bir idari yapıdır. Her ne kadar yukarıda tamamlanan ve devam eden birçok çalışması sıralansa da yerbilimcilerin yapacakları daha çok şey var.

Kültürel taş mirasların bozunma etkilerinin belirlenmesinde tahribatsız test yöntemlerinin kullanımı



Dr. Öğr. Üyesi M. Ergün Hatır

Necmettin Erbakan Üniversitesi İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Konya

Doç. Dr. İsmail İnce

Konya Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Konya

Prof. Dr. Mustafa Korkaç

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Niğde

1. Giriş

Kültürel taş miraslar, zaman içerisinde farklı süreçlere (atmosferik, insan, biyolojik vb.) maruz kalarak bozunmaya uğramaktadır. Bu yapılarda meydana gelen değişimler çoğu zaman anıtların estetik ve mimari özelliklerinin yok olmasının yanı sıra statik sorunlara da neden olabilir. Oluşan sorunların mekanizmalarının belirlenmesinden sonra yapılacak restorasyon uygulamaları bu yapıların gelecek nesillere aktarılmasına yardımcı olacaktır. Ancak koruma tüzükleri nedeniyle anıtlardaki her bir yapı taşının laboratuvar ortamında analiz edilmesi mümkün değildir. Bu sorunun üstesinden gelebilmek ve tarihi yapıları oluşturan her bir yapı taşındaki değişimin belirlenmesinde son dönemlerde yaygın olarak uygulanan Tahribatsız Test Teknikleri (Non Destructive Testing-NDT) önemli katkılar sunmaktadır. NDT yöntemleri yapı taşlarına zarar vermeden, hızlı, ekonomik ve güvenilir verilerin elde edilmesine de olanak sağlamaktadır. Bununla birlikte yapı taşlarının bozunma değişiminin ve değişime sebep olan unsurların da belirlenebilmesine yardımcı olacak birçok NDT yöntemi bulunmaktadır.

Tarihi yapılardaki bozunma gelişmelerinin çoğunlukla ana sebebinin su ve nem oluşturmaktadır. Bu

unsurların tespitinde; yüzey nem testi (İnce vd., 2018; Korkaç vd., 2018) ve derin nem testi (İnce vd., 2020) ana belirleyici yöntemleri oluşturmaktadır. Yüzey sıcaklık farklarının belirlenebildiği kızılötesi termografi görüntüleri de yaygın olarak kullanılmaktadır (İnce vd., 2018; Korkaç vd., 2018; Korkaç vd., 2021). Ayrıca yapı taşlarındaki su hareketindeki değişimin belirlenmesinde Kars-ten tüpü de kullanılmaktadır (Svahn, 2006).

NDT yöntemleri ile yapı taşlarında meydana gelen bozunma değişimlerinin belirlenmesi su ve nem testleri dışında “kimyasal ve mineralojik” ile “fiziksel” test yöntemleri de bulunmaktadır (Török, 2010; Hatır, 2019). Yapı taşının mineralojik bileşimindeki değişim ile çiçeklenme tahribatının kimyasal içeriğinin belirlenmesinde taşınabilir XRF yöntemi kullanılabilir (Morillas vd., 2016, Korkaç vd., 2019). Yapı taşlarının yüzeyi ile iç doku özelliklerindeki değişimlerin belirlenmesinde genellikle Schmidt çekici testi (Viles vd., 2011; Tosunlar vd., 2018; Bozdağ vd., 2020), Leeb sertlik testi (Wilhelm vd., 2016), iğne uçlu penetrometre testi (Ngan-Tillard vd., 2011), profilometre (Korkaç ve Savran, 2015), yer radarı (GPR) (Johnston vd., 2018) ve P-dalga hızı testi (Ercikdi vd., 2016; Hatır, 2020) yaygın olarak kullanılan yöntemler arasındadır.

Taş miraslara ilişkin önceki çalışmalara göre başlangıçta bozunma değerlendirilmesi için tek bir NDT yöntemi kullanılırken günümüzdeki birden fazla NDT yönteminin bir arada değerlendirilerek daha güvenilir veriler elde edilebildiği görülmüştür (Hatır, 2019). Ayrıca yerinde uygulanan bu yöntemlerden elde edilen sayısal verilerin yapı cephelerine ait çizimler üzerine işlenmesi ile oluşturulan NDT haritaları kompleks bozunma mekanizmalarının aydınlatılmasına da yardımcı olmaktadır (İnce vd., 2018).

2. NDT Yöntemleri

Bu çalışmada, taş miraslarda meydana gelen tahribatların belirlenmesinde günümüzde yaygın olarak kullanılan ve son zamanlarda yaptığımız çalışmalardan yüzey ve derin nem, kızılötesi termografi, Schmidt sertlik çekici, Leeb sertliği, P-dalga hızı ve taşınabilir XRF yöntemlerine ait değerlendirmelere yer verilecektir.

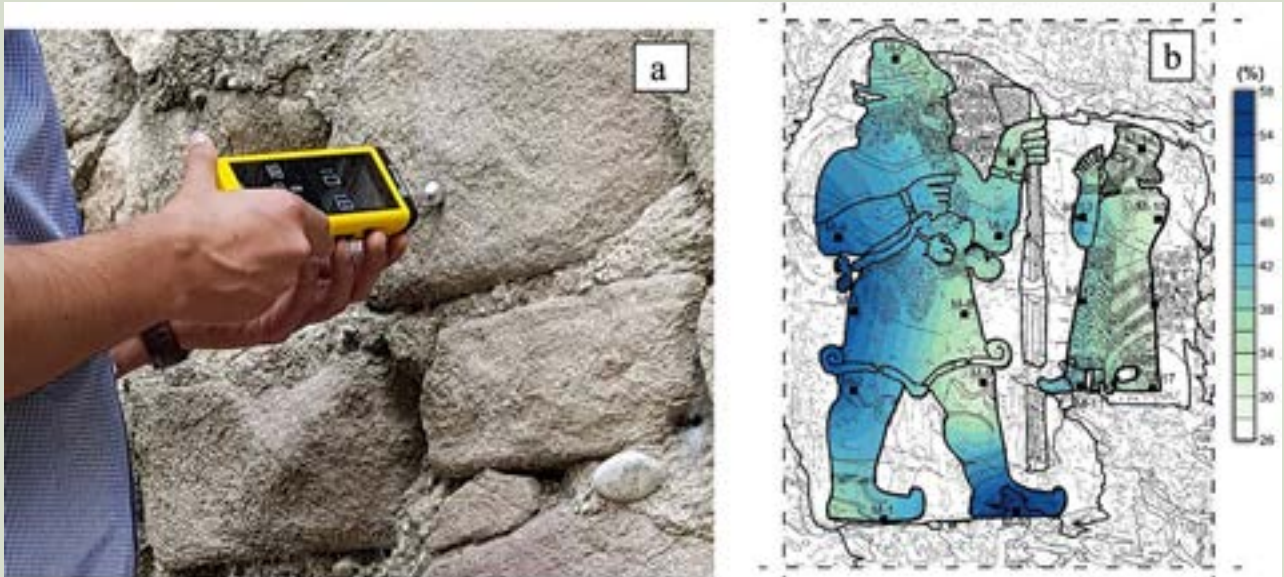
2.1. Yüzey Nem Yöntemi

Yüzey Nem Yöntemi, su ve nemin yapı taşı yüzeyindeki değişimi ile potansiyel kaynağını

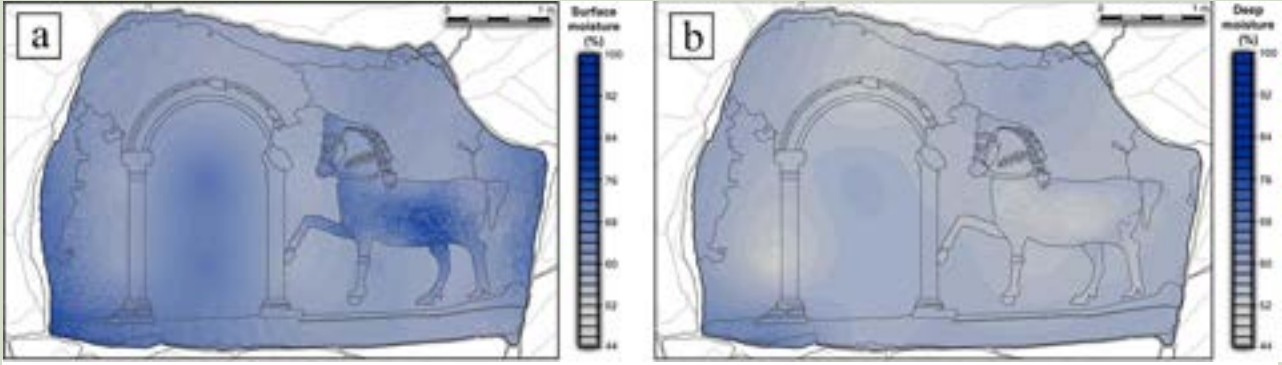
belirlemede yaygın olarak kullanılan tahribatsız bir yöntemdir. Yüzey nem testi için dielektrik ölçüm prensibine göre çalışan, maksimum 30-40 mm derinliğinde ve $\pm 0,1$ hassasiyetle çalışan ve çeşitli firmalarca üretilen cihazlar kullanılmaktadır (Şekil 1a). Bu tür cihazların ölçümlerinden elde edilen sayısal verilerin yapı cephelerine işlenmesi sayesinde su ve nemin birikim alanlarının belirlenmesine yardımcı olmaktadır (Şekil 1b). Şekil 1b'deki Konya Ereğli ilçesi İvriz Hitit kaya anıtındaki yüzey nem değişim haritası incelendiğinde nemin yüksek olduğu bölgeler kolaylıkla görülebilmektedir. Bu etkinin nedenlerinin belirlenmesine yönelik çalışmalara ve gözlemlere odaklanılması açısından oldukça önemli bir değerlendirme aşaması olarak düşünülmektedir.

2.2. Derin Nem Yöntemi

Bu test yöntemi daha çok yapı taşları içerisine nüfuz etmiş ve hareket eden suyun dağılımını belirlemede kullanılmaktadır. Derin Nem Yönteminde, mikrodalga ölçüm prensibine göre çalışan ve maksimum 250-300 mm derinliğindeki su oranını belirleyebilen cihazlar



Şekil 1. Yüzey nem testi; a) Yerinde ölçüm (Hatır, 2019), b) yüzey nem yüzde değişim haritası (Korkanç vd., 2021).



Şekil 2. Lukianos anıtı yüzde nem dağılım haritaları; a) Yüzey nem içeriği oranı, b) derin nem içeriği oranı (İnce vd., 2020).

kullanılmaktadır. İnce vd. (2020)'de yapmış oldukları bir çalışmada Konya bölgesinde bulunan Lukianos anıt için yaptıkları yüzey (Şekil 2a) ve derin nem (Şekil 2b) ölçümlerini birlikte değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen yüzey ve derin nem verilerine göre anıt çevresindeki süreksizliklerin derin nem değerini arttırdığını belirlemişlerdir. Ayrıca yüzey ve derin nem ölçümlerine ait her iki test sonuçlarının yüksek olduğu bölgelerde yüzeysel bozunma etkisinin de belirgin bir şekilde arttığı vurgulanmıştır. odaklanması açısından oldukça önemli bir değerlendirme aşaması olarak düşünülmektedir.

2.3. Kızılötesi Termografi Yöntemi

Kızılötesi Termografi Yöntemi, tarihi yapı yüzeylerinin gözle görülmeyen yapısal kusurlar ile potansiyel nem kaynaklarının belirlenmesinde yaygın kullanılan yöntemlerden biridir. Bu yöntemin çalışma prensibi, nesne yüzeyindeki kızılötesi radyasyonunun elektrik sinyallerine çevrilmesiyle oluşturulan sıcaklık dağılımının farklı renklerle gösterilmesi esasına dayanmaktadır. Bu yöntemin kullanılmasında amaca yönelik termal hassasiyet, spektral aralık ve piksel özelliklerindeki cihazlar tercih edilmektedir. Bu yöntemin dezavantajı gölge ve güneş ışını açısı gibi çevresel parametrelerin test sonuçlarını doğrudan etkilemesidir. İnce vd. (2018)'de Ferit Paşa (Konya) su sarnıcı cephesindeki termal görüntünün genel

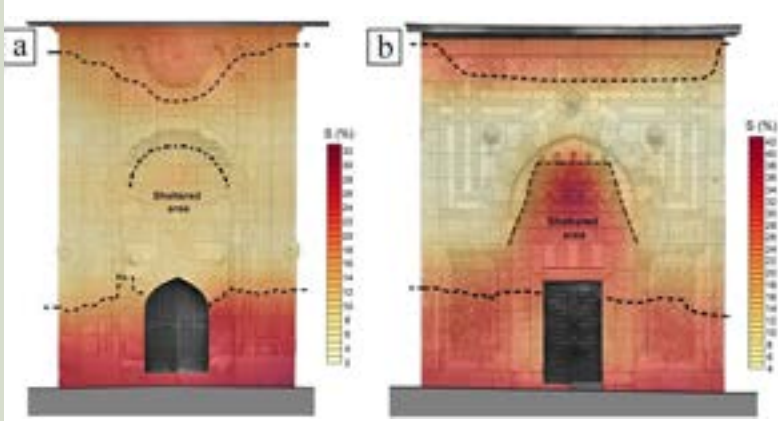
itibari ile yüzey nem test sonucuna uygun olmasına karşın cephede gelişen siyah kabuğun güneş radyasyonunu daha fazla çekmesinden kaynaklı yorum hatalarına sebep olabileceğini belirtmişlerdir (Şekil 3). Birçok araştırmacı bu tür sorunları önlemek için kızılötesi termografi yöntemini diğer NDT yöntemlerine yardımcı olarak tercih etmektedir (Lerma vd., 2011; İnce vd., 2018).



Şekil 3. Ferit Paşa su deposu cephesine ait sıcaklık değişimlerinin termal görüntüsü (İnce vd., 2018).

2.4. Taşınabilir XRF Yöntemi

Bu yöntemde, cihazdan gelen X-ray ışınları taş yüzeyine yayılarak bu alandaki elektronlar belirli bir elementin karakteristiği olan enerji patlamasını serbest bırakmak için etkilemektedir. Bu enerji daha sonra XRF cihazındaki detek-



Şekil 4. Taşınabilir XRF testi; a) İnce Minareli Medrese yüzde sülfür değişim haritası, b) Karatay Medresesi yüzde sülfür değişim haritası (Korkanç vd., 2019).

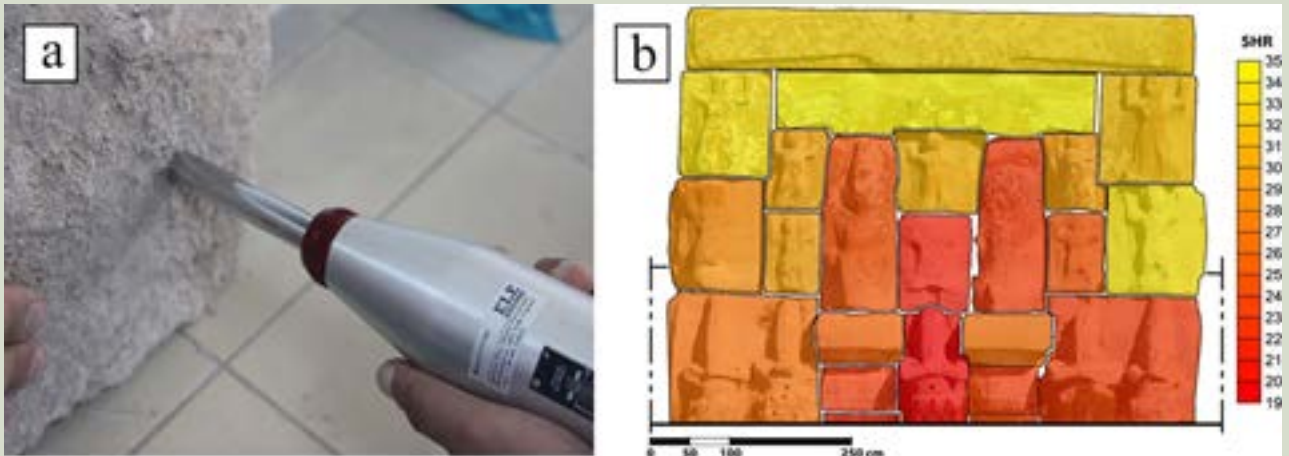
tör tarafından yakalanır ve enerji miktarına göre elementler sınıflandırılır (Pinto 2018). Bu yöntem için genellikle 1 cm²'lik bir alanda ölçüm yapabilen, Rh anot ile X-ray tüpünü kullanarak uyarım yapan ve 165 eV ultra yüksek çözünürlüklü geniş alanlı silikon drift dedektörü ile veri toplama özelliğine sahip cihazlar tercih edilmektedir (Longoni vd., 1998; Young vd., 2016). Bu cihazlar yapı taşlarındaki mineralojik değişim, bozunmaya sebep olan tuz kimyası ve kabuk oluşum türlerinin belirlenmesinde pratik çözümler üretebilmektedir. Bu

portatif XRF yönteminin kullanıldığı örnek bir çalışma sayesinde, Konya kent merkezinde bulunan Selçuklu medreselerinin taş kapılarındaki tuz kimyası ve kabuk türünün belirlenmesinde hızlı ve pratik çözümler üretilebilmiştir (Korkanç vd., 2019) (Şekil 4).

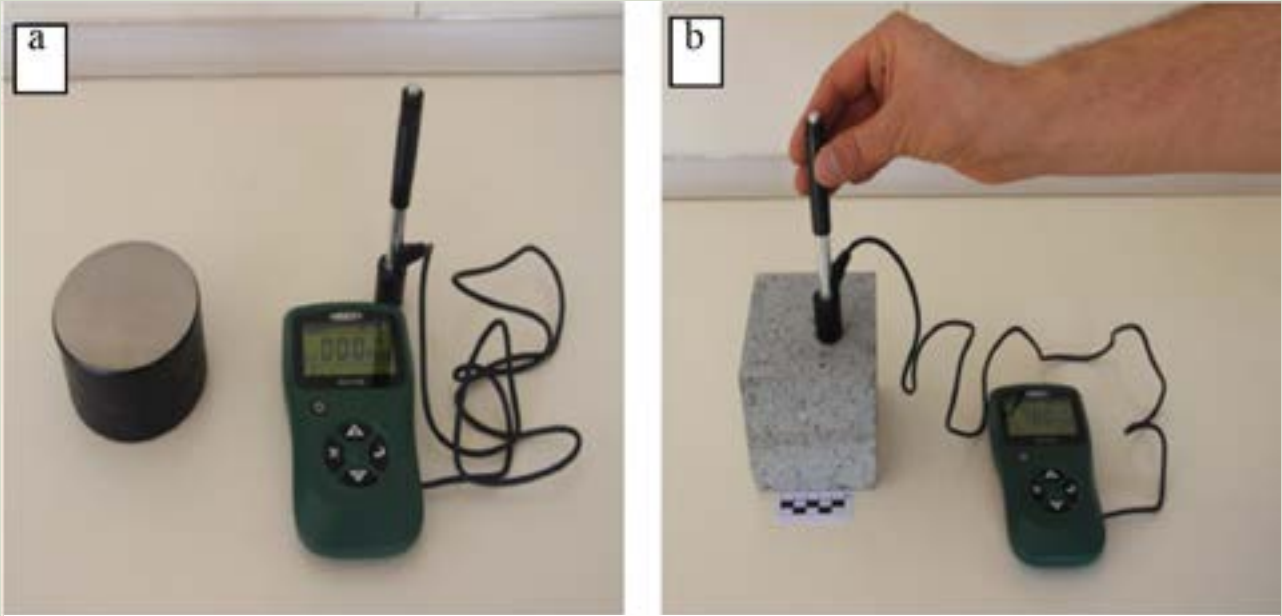
2.5. Schmidt Çekici Yöntemi

Schmidt Çekici, hem laboratuvarında hem de yerinde yapı taşlarının yüzey sertliğinin belirlenmesinde kullanılan en yaygın NDT yöntemlerinin başında

gelmektedir. Cihaz, silindirik gövde içerisinde bulunan yaylı bir pistonla sahiptir. Sertlik değeri belirlenecek yapı taşına uygulandığında piston kayaç yüzeyine çarpması ile geri tepme ve cihaz kadranında bir değer gösterir. Değişik çekiç tiplerinin kullanıldığı (N, L, M gibi) bu test kayaçlarda ASTM D5873 (2014) standartlarına veya ISRM (2007)'de belirtilen esaslara göre yapılabilmektedir. ASTM D5873 (2014) standartlarda göre; çekiç, uygulanacak yüzeye dik konumda tutulmalıdır. Ölçüm değerinin belirlenmesi için her bir yapı taşından 10 ölçüm



Şekil 5. Schmidt çekici testi; a) Ölçüm (Hatır, 2019), b) Schmidt çekici testi değişim haritası (Bozdağ vd., 2020).



Şekil 6. a) Leeb sertlik aleti ve kalibrasyon örsü b) Leeb sertlik değerinin laboratuvarında belirlenmesi

yapılarak ortalaması alınmalıdır. Alınan ortalamadan 7 birimden fazla sapan değerler çıkartılarak kalan değerlerin ortalaması yeniden alınarak Schmidt çekici geri tepme değeri olarak belirlenmektedir. Tarihi yapılarda kullanılan taşlarda zamanla atmosferik süreçler ile değişen yüzey sertliğinin sayısallaştırılabilmesi için antik ocak alanlarından alınan taze örnekler için değerleri ile karşılaştırılması birçok araştırmacı tarafından araştırmaya konu olmuştur. Bu araştırmalardan birinde Bozdağ vd. (2020)'de Eflatunpınar (Konya) su anıtında bu yöntem uygulanmış olup, yüzey ve kapiler suyun etkisi ile anıtın belirli bölgelerindeki taşlarda yüzey sertliğinin düştüğü belirlenmiştir (Şekil 5).

2.6. Leeb Sertlik Yöntemi

Öncelikli olarak metal malzemelerin yüzey sertliğini tespit etmek için Dietmar Leeb tarafından 1975 yılında geliştirilen bu test yöntemi (Leeb, 1979), son dönemlerde kayaçların yüzey sertliğinin belirlenmesinde de kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntem de enerji ölçüm ilkesine göre malzeme yüzeyinin sertliğini belirlemektedir. Özel olarak üretilen cihazın ölçüm

aralığı 0 - 999 (HL: Leeb sertliği) arasında olup, uygulanan darbe enerjisi ise 11 Nmm'dir. Yöntemin uygulaması sırasında Leeb sertlik değeri belirlenecek yüzeyin 20 farklı noktadan ölçümler alınır ve bu değerlerin aritmetik ortalaması Leeb sertlik değeri olarak kullanılmaktadır (İnce ve Bozdağ, 2021) (Şekil 6). Bu yöntem Schmidt çekici testine göre yüzeye daha az enerji uygulaması ile skala aralığının daha geniş olmasından dolayı tarihi yapılarda bozunmanın daha hassas olarak belirlenmesi aşamasında son çalışmalarda tercih edilmektedir (Wilhelm vd., 2016; Wang vd., 2020). Bu yöntemin özellikle tezyinat (süsleme) öğelerinin bulunduğu yüzeylere hasar vermeden ölçüm almada ve farklı bozunma etkilerine maruz kalan özellikle zayıf yapı taşlarının sertliklerinin belirlenmesinde kullanımının artacağı düşünülmektedir.

2.7. P-dalga Hızı Yöntemi

Bu yöntem yapı taşlarında bulunan süreksizlik ve boşluk gibi kusurların belirlenmesinde yaygın olarak tercih edilmektedir. Bu test yöntemi, gönderici prop ile alıcı prop arasındaki



Şekil 7. P-dalga hızı testi; a) portatif cihazla ölçüm alınması (Hatır, 2019), b) laboratuvar tipi cihazla ölçüm alınması (Hatır, 2020), c) P-dalga hızı testi değişim haritası (Hatır vd., 2019).

malzemenin içerisinde geçen ses dalgasının iletilme prensibi ile çalışmaktadır. P-dalga hızı testleri yaygın olarak ASTM E494 (2010) veya ISRM (2007)'de belirtilen esaslara göre yapılmaktadır. Kayaçların P-dalga hızı değerleri farklı firmalarca üretilen portatif (Şekil 7a) ve laboratuvar tipi (Şekil 7b) olmak üzere iki çeşit cihaz kullanılarak belirlenebilmektedir. P-dalga hızı testi aracılığıyla tarihi yapılarda kullanılan yapı taşlarının iç kusurları ve/veya mühendislik özelliklerine bağlı değişimler, kolaylıkla belirlenebilmektedir (Hatır vd., 2019) (Şekil 7c).

Sonuçlar

Kültürel taş mirasların gelecek nesillere korunarak aktarılabilmesi için tahribatlara sebep olan faktörler ve bozunma gelişimlerinin doğru bir şekilde belirlenebilmesi restorasyon çalışmalarında oldukça önemli bir aşamadır. Bu aşamada koruma tüzükleri nedeniyle kültürel yapılardan fiziki örnekleme sınırlı veya mümkün olmamasından dolayı alternatif olarak NDT teknikleri kullanılmaktadır. Bu teknikler

sayesinde laboratuvar ortamından elde edilecek verileri, dolaylı olarak yerinde belirlemeye çalışılmaktadır. Ayrıca tarihi yapıların her bir taş bloğuna ait bozunma durumu ile tarihi yapının genelindeki bozunmanın belirlenebilmesine de olanak sağlayabilmektedir. NDT yöntemleri kullanılarak yerinde hızlı, tekrar edilebilir, ucuz ve eserin her bölgesinden zarar vermeden ve örnek almadan veriler elde edilebilmesi yöntemin son yıllarda tercih edilebilirliğini arttırmaktadır.

Bu çalışmada son yıllarda kültürel miraslardaki bozunma etkilerinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaya başlanan test yöntemleri, yazarlar tarafından değişik yerlerde yapılmış olan çalışmalara ait değerlendirme aşamalarındaki veriler ile desteklenerek tanıtılmıştır.

Kaynaklar

- ASTM-D5873 (2014) Standart test method for determination of rock hardness by rebound hammer method. ASTM International, West Conshohocken.
- ASTM E494 (2010) Standard Practice for Measuring Ultrasonic Velocity in Materials. ASTM International, West Conshohocken.
- Bozdağ A, İnce İ, Bozdağ A, Hatır ME, Tosunlar MB, Korkanç M (2020) An assessment of deterioration in cultural heritage: the unique case of Eflatunpınar Hittite Water Monument in Konya, Turkey. *Bull. Eng. Geol. Environ.* 79(3): 1185-1197.
- Ercikdi B, Karaman K, Cihangir F, Yılmaz T, Aliyazicioğlu, Ş, Kesimal A (2016), Core size effect on the dry and saturated ultrasonic pulse velocity of limestone samples. *Ultrason.* 72: 143-149.
- Hatır ME, Korkanç M, Başar ME (2019) Evaluating the deterioration effects of building stones using NDT: the Küçükköy Church, Cappadocia Region, central Turkey. *Bull. Eng. Geol. Environ.* 78 (5): 3465-3478.
- Hatır ME (2019) Kapadokya bölgesi 19. yy. Osmanlı kiliselerindeki taş malzemelerin bozunma nedenleri ve rehabilitasyonu için öneriler; Niğde Küçükköy Kilisesi örneği. *Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuk Üniversitesi.*
- Hatır ME (2020) Determining the weathering classification of stone cultural heritage via the analytic hierarchy process and fuzzy inference system. *J. Cult. Herit.* 44:120-134.
- ISRM (2007) The complete ISRM suggested methods for rock characterization, testing and monitoring: 1974-2006. ISRM Turkish National Group, Ankara.
- İnce İ, Bozdağ A (2021) An investigation on sample size in Leeb hardness test and prediction of some index properties of magmatic rocks. *Arabian J. Geosci.* 14(3): 1-13.
- İnce İ, Bozdağ A, Tosunlar MB, Hatır ME, Korkanç M (2018) Determination of deterioration of the main facade of the Ferit Paşa Cistern by non-destructive techniques (Konya, Turkey). *Environ. Earth Sci.* 77 (11): 420.
- İnce İ, Korkanç M, Hatır ME (2020) Evaluation of weathering effects due to surface and deep moisture in a Roman rock tomb: Lukanos monument Konya (Turkey). *Mediterr. Archaeol. Archaeom.* 20(3): 121-133.
- Johnston B, Ruffell A, McKinley J, Warke P (2018) Detecting voids within a historical building facade: A comparative study of three high frequency GPR antenna. *J. Cult. Herit.* 32:117-123.
- Korkanç M, Hüseyinca MY, Hatır ME, Tosunlar MB, Bozdağ A, Özen L, İnce İ (2019) Interpreting sulfated crusts on natural building stones using sulfur contour maps and infrared thermography. *Environ. Earth Sci.* 78: 378.
- Korkanç M, İnce İ, Hatır ME, Tosunlar MB (2018) Historical granaries at Taşkale (Turkey) under risk: a geotechnical analysis. *Mediterr. Archaeol. Archaeom.* 18 (1):149-162.

- Korkanç M, İnce İ, Hatır ME, Tosunlar MB (2021) Atmospheric and anthropogenic deterioration of the İvriz rock monument: Ereğli-Konya, Central Anatolia, Turkey. *Bull. Eng. Geol. Environ.* 80(4): 3053-3063.
- Korkanç M, Savran A (2015) Impact of the surface roughness of stones used in historical buildings on biodeterioration. *Constr. Build. Mater.* 80: 279-294.
- Leeb D (1979) Dynamic hardness testing of metallic materials. *NDT Int.* 12(6):274-278.
- Lerma JL, Cabrelles M, Portalés C (2011) Multitemporal thermal analysis to detect moisture on a building façade. *Constr. Build. Mater.* 25(5): 2190-2197.
- Longoni A, Fiorini C, Leutenegger P, Sciuti S, Fronterotta G, Strüder L, Lechner P (1998) A portable XRF spectrometer for non-destructive analyses in archaeometry. *Nuclear instruments and methods in Physics research Section A: Accelerators, spectrometers, detectors and associated equipment*, 409(1-3): 407-409.
- Morillas H, García-Galan J, Maguregui M, García-Florentino C, Marcaida I, Carrero JA, Madariaga JM (2016) In-situ multianalytical methodology to evaluate the conservation state of the entrance arch of La Galea Fortress (Getxo, north of Spain). *Microchemical J.* 128: 288-296.
- Ngan-Tillard DJM, Verwaal W, Mulder A, Engin HK, Ulusay R (2011) Application of the needle penetration test to a calcarenite, Maastricht, the Netherlands. *Eng. Geol.* 123(3): 214-224.
- Pinto AH (2018) Portable X-ray fluorescence spectrometry: principles and applications for analysis of mineralogical and environmental materials. *Asp. Min. Miner. Sci.* 1:1-6.
- Svahn H (2006) Final report for the research and development project non-destructive field tests in stone conservation, literature study, Riksanantikvarieämbetet, Stockholm, 63.
- Tosunlar MB, Hatır ME, İnce İ, Bozdağ A, Korkanç M (2018) The determination of deteriorations on the Mısırlıoğlu Bridge (Konya, Turkey) by non-destructive techniques (NDT). *ICONARP* 6(2): 399-412.
- Török Á (2010) In situ methods of testing stone monuments and the application of nondestructive physical properties testing in masonry diagnosis. In: *Materials, Technologies and Practice in Historic Heritage Structures*, Springer, Dordrecht, p. 177- 193.
- Viles H, Goudie A, Grab S, Lalley J (2011) The use of the Schmidt Hammer and Equotip for rock hardness assessment in geomorphology and heritage science: a comparative analysis. *Earth Surf. Processes and Landforms*, 36(3): 320-333.
- Wang Y, Pei Q, Yang S, Guo Q, Viles H (2020) Evaluating the condition of sandstone rock-hewn cave-temple façade using in situ non invasive techniques. *Rock Mech. Rock Eng.* 53:2915-2920.
- Wilhelm K, Viles H, Burke O, Mayaud J (2016) Surface hardness as a proxy for weathering behaviour of limestone heritage: a case study on dated headstones on the Isle of Portland, UK. *Environ Earth Sci* 75:931.
- Young KE, Evans CA, Hodges KV, Bleacher JE, Graff TG (2016) A review of the handheld X-ray fluorescence spectrometer as a tool for field geologic investigations on Earth and in planetary surface exploration. *Appl. Geochem.* 72: 77-87.

1947`den günümüze, Türkiye Jeoloji Kurultayları

Jeoloji Bilimi Temsilcileri 'nin ülkemizde kurduğu ilk ve en önemli birlik, 14.07.1946 tarihinde

Ord. Prof. Dr. Hamit Nafiz PAMİR Başkanlığı 'nda kurulan "Türkiye Jeoloji Kurumu" dur. Kurumun kuruluşundaki temel amaç ve hedefler;

- Jeoloji Bilimi 'nin gelişip ilerlemesi,
- Bilim ve uygulama hayatındaki konum ve önemini anlatılması,
- Ülkenin planlı bir suretle araştırılarak kaynaklarının ortaya çıkarılmasının sağlanması,
- Ülke sanayisinin gelişmesine öncülük edilmesi,
- Kentsel ve kırsal gelişmenin ve ihtiyaçların sağlanması için mühendislik hizmetlerindeki rolünün ortaya çıkarılması,

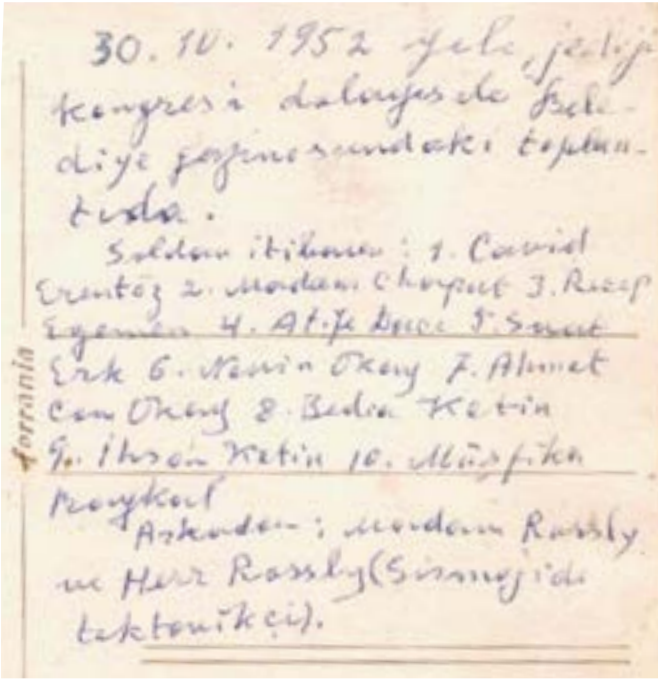
■ Bu bilimin farklı alanlarında çalışan meslektaşları arasında tanışma ve beraber çalışma olanaklarını araştırarak faydalı sonuçlar üretilmesi.

Kurum, ilk resmi toplantısını Ekim 1947 'de Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Genel Direktörlüğü binasında yapıyor. Toplantının açılış konuşmasında Ord. Prof. Dr. Hamit Nafiz PAMİR, Kurumun yaşaması için geniş katılımlı toplantılar yapılmasını ve bu toplantılarda araştırma ve uygulama sonuçlarının tartışmaya açılmasının gerekli olduğunu tekrar tekrar vurgular. Bu bağlamda Kurum, belirlediği hedef ve yöntemlerin ilk sırasına "İlmi ve mesleki konferanslar, toplantılar tertip etmeyi" koyar.

Bu düşüncelerle ilk bilimsel toplantı "Türkiye Jeoloji Kurumu 1947 Bilimsel ve Teknik Kurultayı" adıyla MTA binasında gerçekleştirilir. 1947 yılında Ord. Prof. Dr. Hamit Nafiz PAMİR Başkanlığı'nda



Fotoğraf 1: 30.10.1952 yılı Jeoloji Kongresi dolayısıyla belediye gazinosundaki toplantıdan; soldan sağa: Cavid Erentöz, Madam Chaput, Recep Egemen, Atife Dizer, Suat Erk, Nevin Okay, Ahmet Can Okay, Bedia Ketin, İhsan Ketin. (Prof.Dr. Aral Okay`in arşivinden)



Fotoğraf 2: Toplantıyla ilgili Ahmet Can Okay'ın notu

ki " Bilimsel ve Teknik Kurulu" tarafından belirlenen amaç ve hedefler doğrultusunda, ivmesi her yıl artan ve geniş katılımlı bilim şölenleri şeklinde gerçekleşiyor (Fotoğraf 1 ve 2).

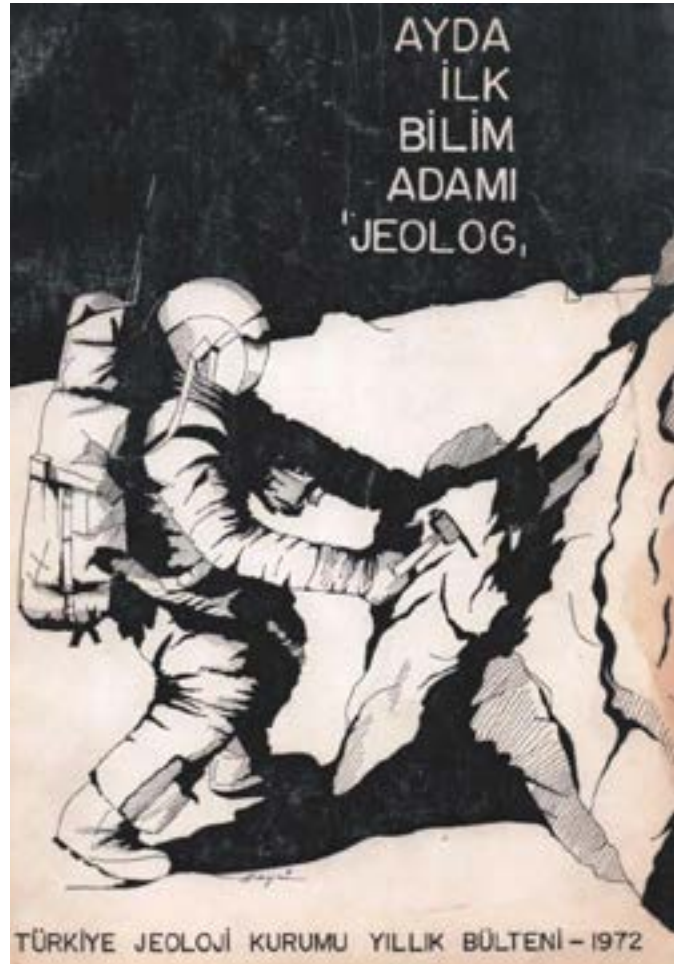
Kurultayın resmi adı, 1981 yılında yapılan 35. toplantıya kadar "Türkiye Jeoloji Kurumu Bilimsel ve Teknik Kurultayı", bazı yıllarda "Türkiye Jeoloji Kurumu Bilimsel ve Teknik Kongresi", daha az sayıda da Kurum adı belirtilmeden "Türkiye Jeoloji Bilimsel ve Teknik Kurultayı" gibi isimler altında gerçekleştiriliyor.

1974 yılında TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası'nın kurulmasından sonra Odamız ilk olarak 1979 yılında "Türkiye Jeoloji Mühendisliği 1. Bilimsel ve Teknik Kongresi" adı altında ilk kongresini düzenledikten sonra 1980 yılında "Türkiye Jeoloji Mühendisliği 2. Bilimsel ve Teknik Kongresini" düzenliyor. 1980 yılında yaşanan askeri darbe nedeniyle Odamız 1981 yılında yapmayı planladığı kurultayı gerçekleştiremiyor. 1982 yılında ilk kez Türkiye Jeoloji Kurumu ile TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası "Türkiye Jeoloji Kurultayı 1982 + 36. Türkiye Jeoloji Kurultayı" adı altında kurultay düzenleniyor. 1983 ve 1984 yıllarında

Kurum ve Odamız kongrelerini birbirlerine yakın tarihlerde ayrı ayrı düzenliyorlar. 1985 yılından 1988 yılına kadar "Türkiye Jeoloji Kurumu'nun kapatılarak Odamız ile birleşmesine" kadar geçen üç yıllık süre içinde de kurultaylarımız Türkiye Jeoloji Kurumu ile Odamız tarafından ortak olarak düzenleniyor.

1988 yılında bir geleneği devralan Odamız, - 2020 yılında Covid-19 Pandemisi nedeniyle tüm toplantı ve etkinliklerin yasal olarak ertelenmesi veya iptal edilmesi dışında - bu bilimsel şöleni her yıl bildiri ve katılımcı sayısını arttırarak günümüze kadar "Türkiye Jeoloji Kurultayı (Geological Congress of Turkey)" adı altında düzenliyor.

1947 yılından 1980`li yılların başına kadar Kurultaylarımız, Türkiye Jeoloji Kurumu Yönetim Kurulu Başkanı'nın başkanlığında toplanan bir bilimsel ve teknik kurul tarafından gerçekleştiriliyor. 1980 yılların ortalarından itibaren dünya-



daki bilimsel toplantı düzenleme sistematığindeki gelişmelere paralel olarak bir akademisyen üyemizin Başkanlığında kurulan bir "Düzenleme Kurulu" ile, bu kurul tarafından belirlenen "Bilimsel ve Teknik Kurul" tarafından düzenleme geleneği 2008 yılına kadar devam ediyor. 2009 yılından itibaren ise toplumu ve mesleğimizi ilgilendiren güncel jeoloji araştırmalarına koşut olarak belirlenmiş bir ana tema çerçevesinde, bir akademisyen üyemizin Başkanlığında oluşturulan bir "Kurultay Düzenleme Kurulu" ile bu kurul tarafından belirlenen kendi alanlarında yetkin yurt içi ve yurtdışından kişilerin oturum yürütücü olarak görev aldıkları bir sistematik çerçevesinde oluşturulan topluluk tarafından hakem görüş ve değerlendirmeleri de alınarak gerçekleştirilmektedir.

Yine Hamit Nafiz Pamir`in 1947 yılında açılış konuşmasında da ifade ettiği üzere "İleride bu cemiyetin vesaiti genişlediği zaman, bu ilmi çalışmalarını teşvik için, etüdüleri mecmuamızda neşr eder, maddî yardımlar yapar, jeolojinin muhtelif sahalarında yapılacak en iyi etüdülere altın maddalyalar, mükâfatlar tesis eder" sözünü rehber alan öğrencileri, 1979 yılından itibaren jeoloji camiasına yaptığı çalışmalarla katkı koyan ve emek verenleri unutmamış, her yıl başvuru yapan veya önerilen adaylar arasından, oluşturulan Seçici Kurul tarafından belirlenen adaylara "Altın Çekiç Bilim ve Jeoloji Araştırma / Makale ve Hizmet Ödüllerini" kurultay süreci içinde vermektedir.

Diğer yandan Odamız, meslektaşlarının ürettiklerini dünya jeoloji camiası ile paylaşmaları amacıyla 1947 yılında ilk sayısı yayınlanan "Türkiye Jeoloji Bülteni" ni her yıl düzenli olarak 3 periyot, 1977 yılından itibaren yayınlanmaya başladığı "Jeoloji Mühendisliği Dergisi" ni de her yıl 2 periyot olarak yayınlarken TMMOB`ye bağlı 24 Oda içinde iki hakemli bilimsel dergi yayınlayan tek meslek örgütü olma vasfını yerine getiren tek kurum olma özelliğini koruduğunu da belirtmek gerekir.

Ord. Prof. Dr. Hamit Nafiz PAMİR ve arkadaşlarının belirlediği amaç ve hedefler doğrultusunda bilimsel düzeyi her sene biraz daha artarak bu güne gelen "Türkiye Jeoloji Kurultayı", ülkemiz yer bilimlileri camiasında 70 yılı aşkın süredir sür-



dürülen tek, Avrupa`nın ise önemli bilimsel toplantılarından biri haline gelmiş, mesleğimizin ve ülkemizin yüz akı toplantılarından biri olmuştur.

Dünyada 70 yıl süreyle düzenli olarak bilimsel toplantı gerçekleştiren ülke sayısı son derece sınırlıdır. Bu nedenle, bu sıra dışı çabamıza sahip çıkıp, sakınarak koruyup - kollamamız ve başarı düzeyini her sene biraz daha arttırarak gelecek on yıllara taşımamız hepimiz için en önemli görevlerden biri durumundadır.

1947`den günümüze Kurultaylara emeği geçen herkese en derin minnet ve saygılarımızla ...

Bilimle, emekle, umutla, inatla,

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası
Yönetim Kurulu

Uluslararası Katılımlı

74 Türkiye Jeoloji Kurultayı

Geological Congress of Turkey

with international participation

MTA Genel Müdürlüğü Kültür Sitesi/ANKARA
MTA General Directorate Cultural Center / ANKARA

11-15 Nisan 2022
April 11-15, 2022

Doğa Kaynaklı Afetler

"Doğayı Tanı, Önlemini Al, Barışık Yaşa"



TMMOB
JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI
CHAMBER OF GEOLOGICAL ENGINEERS OF TURKEY



Kaya Düşmelerinin 3-Boyutlu Analizi: Kapadokya Bölgesinden Bir Örnek



Prof. Dr. İsmail DİNÇER

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Kapadokya Jeolojik Miras ve Kaya Oyma Yapıları Uygulama ve Araştırma Merkezi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Nevşehir

Doç. Dr. Mutluhan AKIN

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Kapadokya Jeolojik Miras ve Kaya Oyma Yapıları Uygulama ve Araştırma Merkezi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Nevşehir

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet ORHAN

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Kapadokya Jeolojik Miras ve Kaya Oyma Yapıları Uygulama ve Araştırma Merkezi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Nevşehir

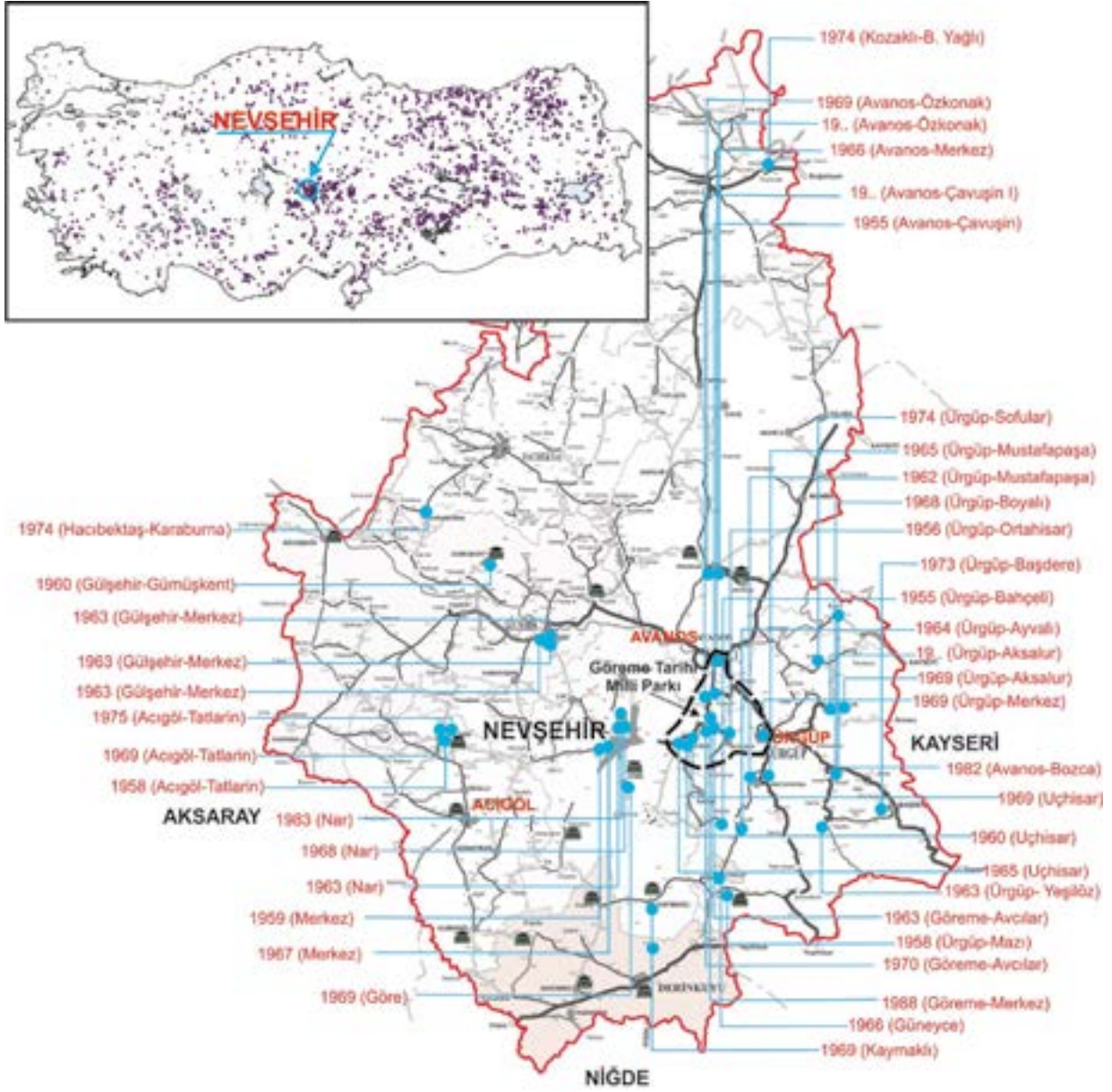
1. Giriş

Kütle hareketleri arasında önemli bir yere sahip olan kaya düşmeleri, engebeli ve dik eğimli yamaçlarda, şev yarmalarında ve açık ocak işletmelerinde meydana gelen, bunun yanı sıra ulaşım güzergahlarında can ve mal kaybına neden olabilen bir doğal afettir (Volkwein vd., 2011). Kaya düşmesi, yamaç veya şevlerde süreksizlik yüzeyleri boyunca çeşitli faktörlerin etkisiyle kopan kaya bloklarının yerçekiminin etkisiyle topoğrafik eğim boyunca oldukça hızlı ve ani hareketi olarak tanımlanmaktadır (Varnes, 1978). Kaya düşmelerine etki eden çok sayıda faktör mevcut olup, jeolojik ve morfolojik yapı, süreksizlik, ayrışma, deprem dalgaları vb. unsurlar kaya düşmelerinin gelişiminde önemli rol oynamaktadır (Ritchie, 1963). Kaya düşme potansiyeli olan bölgelerde topoğrafik koşullar ile birlikte risk altında olan unsurların konumuna göre en uygun iyileştirme yöntemlerinin uygulanması gerekmektedir (Volkwein vd., 2011).

Ülkemiz jeolojik, morfolojik ve iklimsel konumu gereği farklı birçok doğal afetin tehdidi

altında bulunmaktadır. Doğal afetlerden dolayı uğradığımız maddi zarar Gayri Safi Milli Hâsılamızın %3-4'ü oranındadır (Gökçe vd., 2008). Depremler gerek can ve mal kaybı gerekse de etkiledikleri alanın büyük olması açılarından en önemli doğal afet türü olmasına karşın, kaya düşmeleri de dünyada ve ülkemizin birçok bölgesinde gözlenen önemli afet türlerinden biridir. Kaya düşmeleri ülkemizde meydana gelen afetler arasında, olay sayısı bakımından %10'luk ve etkilenen insan sayısı bakımından %7'lik orana sahiptir ve deprem, heyelan, su baskınından sonra dördüncü sırada yer almaktadır. Bu anlamda Afet İşleri Genel Müdürlüğü'nün 2008 yılında hazırladığı rapora göre, en fazla kaya düşmesi olayının yaşandığı il, 279 adet ile Kayseri ili olup, daha sonra sırasıyla Erzurum (229) ve Nevşehir (179) gelmektedir (Şekil 1) (Gökçe vd., 2008).

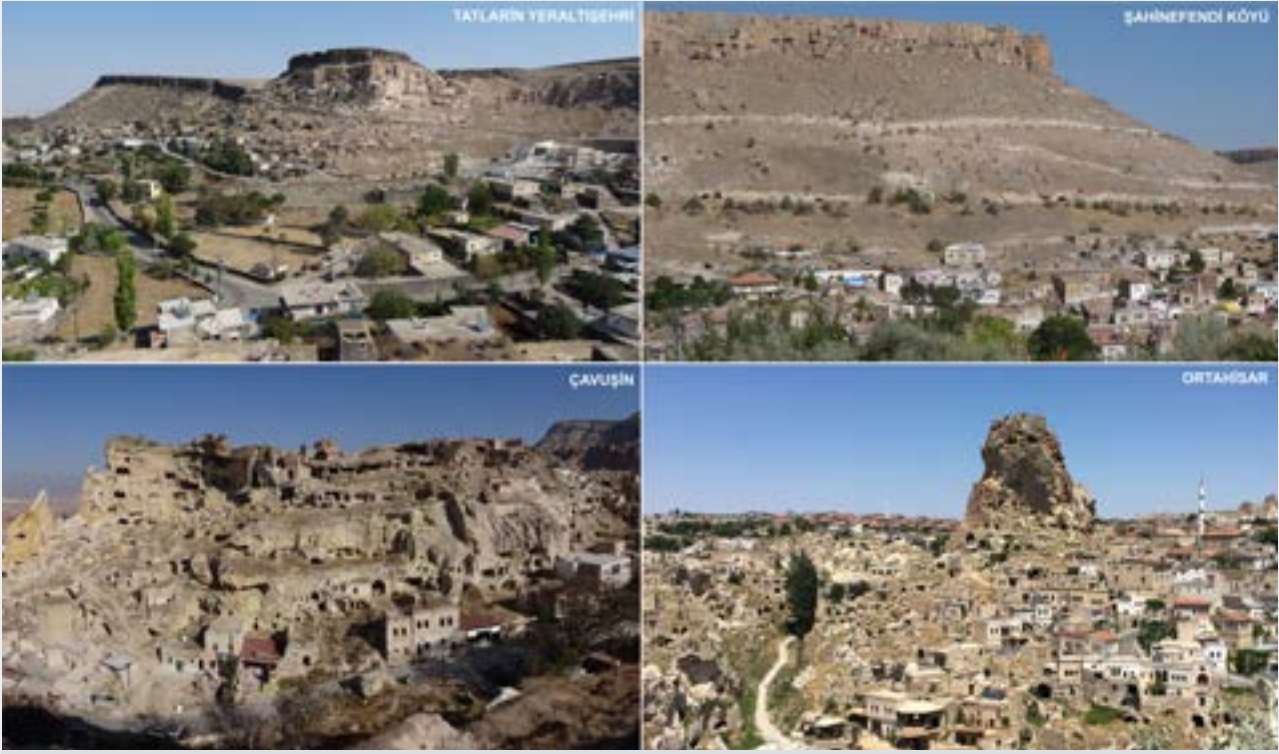
Kapadokya, 1985 yılında UNESCO tarafından dünyada korunması gerekli Kültür Mirası listesine dâhil edilmiş olmakla birlikte aynı zamanda bölgedeki doğal, tarihi ve kültürel miras dik yamaçlar boyunca meydana gelen



Şekil 1. Ülkemizde ve Nevşehir’de meydana gelen kaya düşmelerinin mekânsal dağılımı (Gökçe vd., 2008 ve İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü Arşivi).

kaya düşmeleri sonucunda tahrip olmaktadır. Bölgede kaya düşmeleri Neojen yaşlı volkanosedimanter ardalımalı piroklastik birimler içerisinde meydana gelirken, dayanım ve kaynaşma farklılıklarına bağlı olarak gelişen farklı ayrışma kaya düşmelerini tetikleyen en önemli unsurlar arasındadır (Zorlu vd., 2011). Bölge-

de, düşük yamaç eğimine sahip alt seviyelerde marn, kiltası ve düşük derecede kaynaşmış tuf gibi ayrışmaya karşı düşük duraylılığa sahip birimler yer alırken, dik morfoloji sunan üst seviyelerde ise bazalt ve iyi derecede kaynaşmış ignimbirit gibi daha dayanımlı kaya birimleri gözlenmektedir (Şekil 2). Bölgede yapılan



Şekil 2. Kapadokya bölgesinde kaya düşmesi tehdidi altındaki bazı lokasyonlardan genel görünüm

bilimsel çalışmalarda kaya düşmelerinin süreksizlikler (soğuma çatlakları) ve atmosferik koşulların (donma-çözülme, ıslanma-kuruma vb.) kontrol ettiği ayrışma tarafından tetiklendiği belirtilmiştir (Topal ve Doyuran, 1997; Topal ve Doyuran, 1998; Ulusay vd., 2006; Aydan vd., 2007, 2008, Tuncay, 2009; Tunusluoğlu ve Zorlu, 2009 ve Zorlu vd., 2011; Kaşmer ve Ulusay, 2013; Kaşmer vd., 2013; Dinçer vd., 2016; Akın vd., 2021a).

Kaya düşmeleri Kapadokya bölgesi için önemli bir mühendislik jeolojisi problemi olup, koruma çalışmalarını zorlaştıran bir unsurdur. Koruma ve iyileştirme çalışmalarının sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi için kaya düşmelerinin mekanizması ve süreci etkileyen faktörlerin yenilikçi yöntemlerle ortaya konulması büyük önem taşımaktadır (Topal vd. 2012). Üç boyutlu kaya düşme analizleri, analizlerde kullanılan sayısal yüzey modelinin çözünürlüğü ve yazılımsal özelliklere bağlı olarak iki boyutlu analizlere göre önemli üstünlükle-

re sahiptir. Dolayısıyla üç boyutlu kaya düşme analiz sonuçları yuvarlanma hatları ve bu hatların saçılımı ile sıçrama yüksekliği, kinetik enerji ve blok hızı gibi blok dinamiği ile ilgili birçok parametrenin gerçeğe en yakın biçimde belirlenmesine imkân sağlamaktadır.

2. Kaya Düşmelerinde Temel Kavramlar

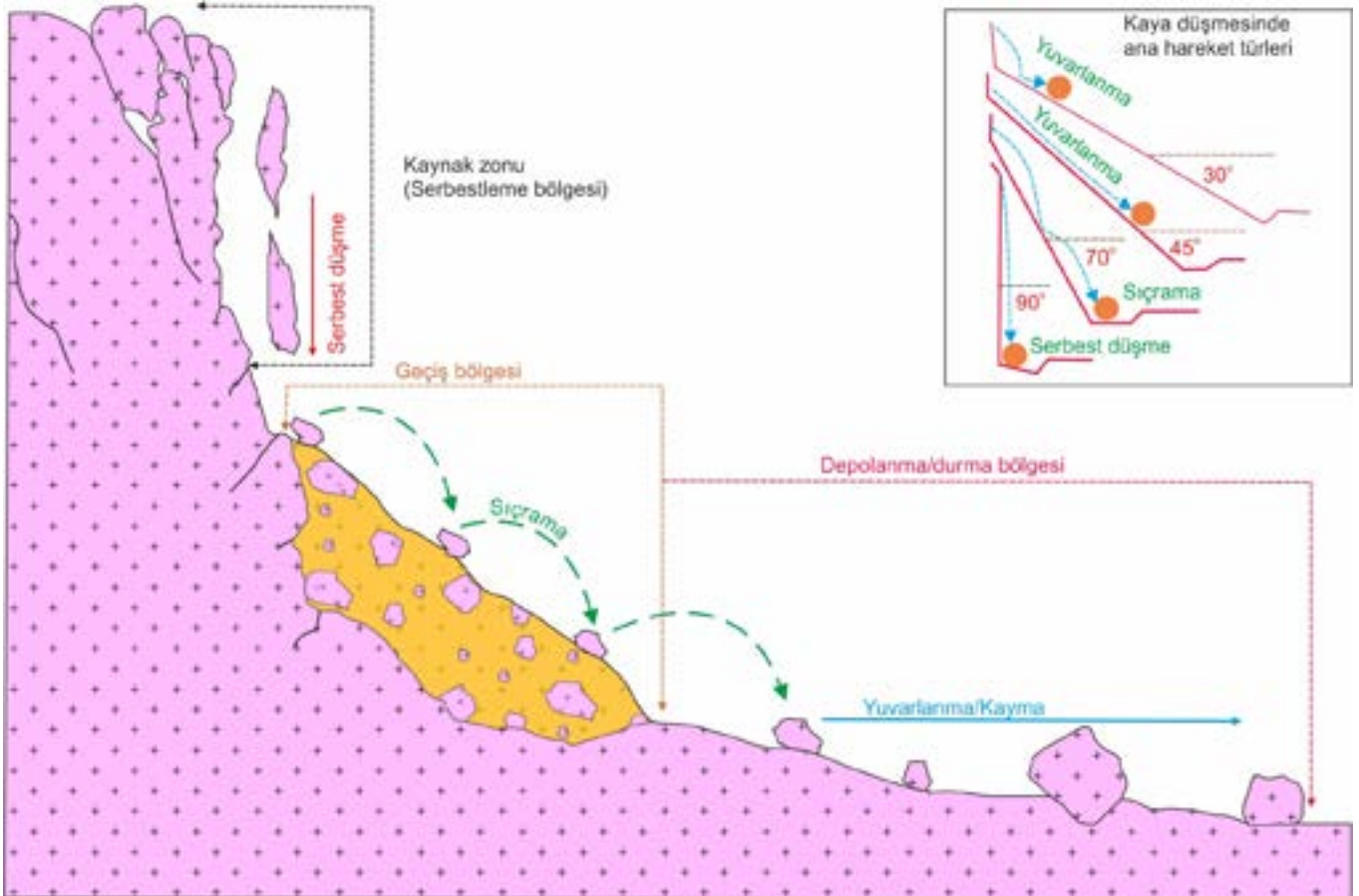
Kaya düşmeleri, kaynak alan ve tetikleyici unsurlar açısından ele alındığında değerlendirilmesi oldukça zor olan bir duraysızlık türüdür. Düşen bloğun şekli ve boyutları, topoğrafik düzensizlikler, bitki örtüsü türü ve boyutları gibi birçok unsur topoğrafya üzerinde hareket eden bloğun hareket mekanizması üzerinde doğrudan etkili olabilmektedir. Bu nedenle, dik ve yüksek yamaçlardan kopan bloklar topoğrafyadaki düzensizliklerin de etkisiyle kesirilmesi güç hatlar üzerinde oldukça yüksek hızlarla hareket etmektedir.

Kaya düşmeleri sırasında topoğrafyanın eğimine bağlı olarak serbest düşme, sıçrama (zıplama), yuvarlanma/kayma şeklinde hareket türleri gözlenebilmektedir (Ritchie, 1963) (Şekil 3). Kaya düşmelerinde tekil blok hareketi gözlenebildiği gibi, birden fazla bloğun aynı anda yamaçtan kopması veya büyük bir bloğun yamaça çarpmasıyla birlikte daha küçük boyutlu bloklara ayrılması ile oluşan çoklu kaya düşme olayları da mevcuttur. Çoklu bloklardan oluşan kaya düşmelerinde her blok diğer bloklardan bağımsız olarak davranmaktadır. Bu nedenle kaya düşmelerinde kaya düşmesinin karakterinin önceden ortaya konması, kaya düşme analizlerinde yuvarlanma hattı ve kinetik enerjinin belirlenmesinde izlenecek yol hakkında karar verilmesine yardımcı olacaktır (Akin vd., 2021b).

Kaya düşmelerinde serbest düşme sırasında bloklar topoğrafya yüzeyi ile temas halinde ol-

mazlar. Topoğrafik eğimdeki azalmaya bağlı olarak yüzeye çarpan bloklar sıçrarlar. Yamaç üzerindeki engebelere bağlı olarak sıçrayarak ve/veya yuvarlanarak hareketlerine devam ederler. Yamaç eğiminin fazla olduğu bölgelerde kaya bloklarındaki kinetik enerji yüksektir. Kinetik enerjinin azalması ile yavaşlayan bloklarda durmaya yakın kayma (sliding) türü hareketler de gözlenebilir. Topoğrafyadaki engebeler ve düzensizlikler, kaya düşmelerinde yuvarlanma mesafesini ve bloğun hareket mekanizmasını yönlendiren en önemli faktörlerdendir. Bunun yanı sıra, yamaç/şev yüksekliği, açısı pürüzlülüğü, bitki durumu, jeolojik yapı, jeomorfolojik yapı, kaya malzemesi dayanımı, blok boyutu ve şekli gibi parametreler kaya düşme hareketini doğrudan etkilemektedir.

Kaya düşmelerinde yamaç yüzeyi, topoğrafik eğime, yüzey morfolojisine, depolanma durumuna ve jeolojik yapıya bağlı olarak farklı sektörlere



Şekil 3. Yamaç eğimlerine bağlı olarak kaya düşmelerinde gözlenen hareket türleri ve diğer morfolojik parametreler (Fanos ve Pradhan, 2018 ve Evans ve Hungr, 1993'ten değiştirilerek)

ayrılabilir. Kaya bloklarının kaya külesinden ayrılarak düşme hareketine başladığı ilk bölüm "kaynak zonu" olarak adlandırılmaktadır. Kaynak zonları genellikle dik bir eğime sahiptir ve kırıklı, çatlaklı bir yapı sunarlar. Kaynak zondan ayrılan blokların, düşme hareketinden sonra yamaç üzerinde sıçrayarak veya yuvarlanarak hareketlerine devam ettiği bölüme "yuvarlanma zonu" denir (Şekil 3). Bu zonda düşen kaya blokları topoğrafya ile daha çok temastadır ve topoğrafyanın eğim değerlerine ve blokların depolanma durumuna göre "geçiş bölgesi" ve "depolanma bölgesi (durma bölgesi)" olarak iki ayrı zona da ayrılabilir (Evans ve Hungr, 1993).

Kaya düşmeleri, farklı iç ve dış kuvvetlerin etkisi altında meydana gelmektedir (Şekil 4). Bu faktörleri yapısal, çevresel ve antropojenik (insan kaynaklı) olmak üzere başlıca üç ana gruba ayırmak mümkündür. Bu sınıflara ait alt faktörler ise Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4. Y Kaya düşmelerine neden olan iç ve dış faktörler (Volkwein vd., 2011'den değiştirilerek)

3. 3-Boyutlu Kaya Düşme Analizleri

Topoğrafik eğim ve yükseklik, litoloji, ayrışma, toprak ve bitki örtüsü gibi özellikler açısından farklılıklar gösteren yamaç/şev yüzeylerinde bu parametreler yuvarlanma hatlarını ve düşen bloğun kinetik enerjisini kontrol ettiklerinden detaylı ve hassas bir şekilde kaya düşme analizlerine yansıtılmaları büyük önem taşımaktadır. Kaya

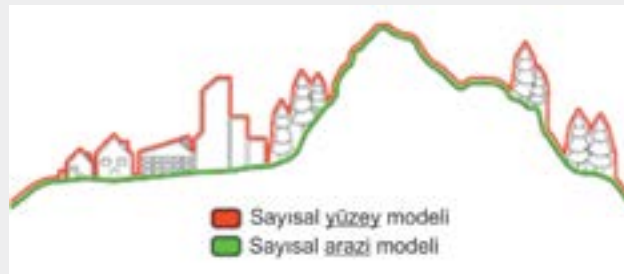
düşme hatlarının ve enerjilerinin analiz edilmesinde arazi deneyleri, ampirik (görgül) yöntemler ve kaya düşmesi modelleme analizleri (yazılımsal analizler) olmak üzere başlıca üç ana yöntem bulunmaktadır.

Kaya düşmelerinde bilgisayar simülasyonları, kaya düşme davranışının incelenmesinin yanı sıra, kaya düşmesi önlem projelerinin geliştirilmesi için gerekli olan parametrelerin (hız, enerji, sıçrama yüksekliği vb.) de belirlenmesine yardımcı olur. Bu yazılımlar ile çok sayıda blok aynı anda kaynak zondan düşürülerek kaya düşmeleri modellenmektedir. Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler ile birlikte 1970'li yılların sonlarına doğru kaya düşmelerinin modellenmesi amacıyla, düşmenin gerçekleştiği topoğrafyanın bir kesit ile tanımlandığı 2-boyutlu bilgisayar yazılımları geliştirilmeye başlanmıştır. 2-boyutlu yazılımlar kaya düşmelerinin modellenmesi amacıyla yaygın şekilde kullanılmış olup, kullanılmaya halen de devam edilmektedir. Bilgisayar teknolojilerindeki gelişmelerin yanı sıra, insansız hava araçları (İHA) ve yersel lazer tarama aletlerinin (TLS) ortaya çıkışı ile birlikte kaya düşme alanlarındaki topoğrafyanın ekonomik ve hızlı bir şekilde detay olarak ortaya konabilmesi mümkün olmuştur. Bunun bir sonucu olarak, 2-boyutlu analiz yaklaşımındaki bazı sınırlamaları ortadan kaldıran 3-boyutlu modelleme programları geliştirilmiştir.

3-boyutlu kaya düşme simülasyonlarında X, Y ve Z koordinatları dikkate alınmaktadır. 3-boyutlu topoğrafik düzensizliklerin kaya düşme hatları üzerindeki en önemli etkisi yanal saçılımlardır (Crosta ve Agliardi, 2004). Yanal saçılım, bir noktadan yuvarlanan bloğun, en uzak iki düşme hattı arasındaki mesafe ile şev uzunluğu arasındaki oran olarak tanımlanmaktadır (Turner ve Schuster, 2012). Kaya düşmelerinde yanal saçılımlar toplam şev uzunluğunun %20'sine kadar ulaşabilir. Kısa ve dik şevlerde bu oran azalırken, düzensiz topoğrafyaya sahip uzun şevlerde bu oran artmaktadır (Azzoni vd., 1995).

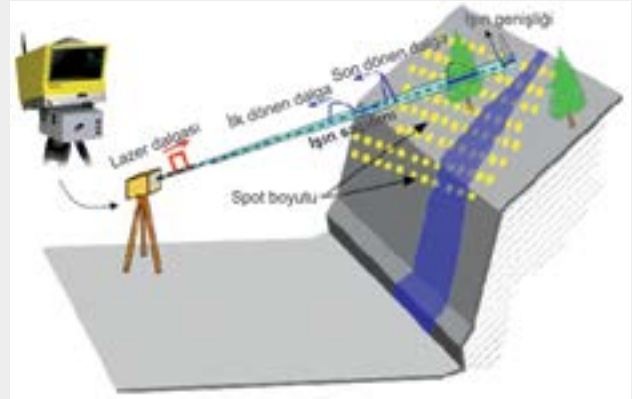
3-boyutlu kaya düşme analizlerinin en önemli avantajı topoğrafyanın yön değiştirici etkisinin modellere dahil edilebilmesidir. Ancak, 3-boyutlu kaya düşme analizleri için en önemli dezavantaj ise analizler için gerekli olan sayısal yüzey veya arazi modellerinin oluşturulabilmesi ve parametre dağılımının bu modeller üzerinde haritalanabilmesi için oldukça performanslı yazılımların ve donanımların bulunması gerekliliğidir (Volkwein vd., 2011). Son yıllarda HY-STONE (Crosta vd., 2004), Rockyfor3-D (Dorren vd., 2004), ROTOMAP (Scioldo, 2006), RAMMS: Rockfall (Christen vd., 2007), RockFall Analyst (Lan vd., 2007), RocPro3D (RocPro3D, 2014) gibi 3-boyutlu kaya düşme analizlerinde kullanılabilecek yazılımlar geliştirilmiştir.

Gelişen teknoloji ile birlikte, yersel lazer tarama (TLS) yöntemi ile elde edilen 3-boyutlu koordinatlı nokta bulutları veya insansız hava araçları (İHA) ile alınan fotogrametrik görüntülerden elde edilen sayısal yüzey ve arazi modelleri (Şekil 5) 3-boyutlu kaya düşme analizleri için en önemli ve doğru veriyi oluşturmaktadır.



Şekil 5. Sayısal arazi ve sayısal yüzey modeli kavramları (Carcano, 2014)

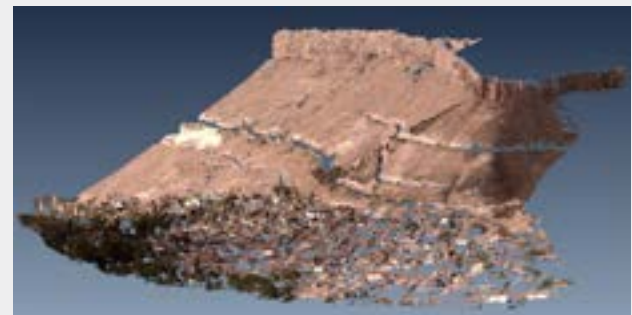
3-boyutlu yersel lazer tarama (TLS) teknolojisi, bir yapı veya topoğrafya üzerinden yersel lazer tarayıcılar ile elde edilen nokta bulutları yardımıyla, taranmış alanların gerçeğe yakın görüntülerinin oluşturulduğu, modellerinin elde edildiği veri toplama teknolojisi olarak isimlendirilebilir (Şekil 6). Bu teknoloji ile topoğrafya üzerinde, büyük ölçekli araştırmalarda, karmaşık alanlarda ve düzensiz yüzey-



Şekil 6. Yersel lazer taramada (TLS) temel kavramlar (Jaboyedoff vd., 2012'den değiştirilerek)

lerle birlikte, standart veya standart olmayan yapıların 3-boyutlu konumsal verileri doğrudan toplanabilmektedir (Zeybek ve Şanlıoğlu, 2013).

Örnek bir çalışma sahası için yersel lazer tarama (TLS) ile elde edilen nokta bulutu Şekil 7'de sunulmaktadır. Nokta bulutlarına ait koordinat verisini içeren veri dosyaları 3-boyutlu analiz yazılımlarında sayısal yüzey/arazi modelinin oluşturulmasında kullanılmaktadır.



Şekil 7. Örnek bir çalışma sahası için yersel lazer tarama (TLS) ile elde edilen nokta bulutu (Akın vd., 2020)

3-boyutlu sayısal yüzey modellerinin oluşturulmasında insansız hava araçlarından (İHA) da faydalanılabilmektedir (Charlton vd., 2009). Uzaktan kumanda ile kontrol edilen bu araçlar,



Şekil 8. İHA ile alınan fotogrametrik görüntülerden nokta bulutu oluşturulması (Akin vd., 2020)

üzerlerine monte edilmiş LIDAR (Light Detection and Ranging) ekipmanları ile nokta bulutu verisi toplayabildiği gibi, yüksek çözünürlüklü kameralar ile alınan fotogrametrik görüntülerden çoklu görüntü işleme teknikleri yardımıyla da incelenen araziye ait yüksek çözünürlüklü 3-boyutlu nokta bulutu elde edilebilmektedir. Fotogrametrik görüntülerden nokta bulutu hazırlanmasına yönelik yöntem şematik olarak Şekil 8'de sunulmaktadır.

Nokta bulutlarından elde edilen sayısal yüzey modelleri ve ortofoto üzerinde düşen bloğun hareketi üzerinde etkili olabilecek insan yapımı engeller (duvar, çit, hendek vb.) ve zamana bağlı olarak topoğrafyada meydana gelen değişimler gösterilebilmektedir. Bununla birlikte, daha önceden düşmüş olan blokların dağılımı ve boyutları da ortofoto ile ortaya konabilmektedir (Şekil 9).

İnsansız hava araçları ile daha geniş alanlara ait veri çok kısa bir zaman aralığında temin edilebilmektedir. Ancak, İHA ile alınan düşey çekimlerde (nadir çekim) özellikle dik topoğrafyalardaki derin girintili yapılardan nokta

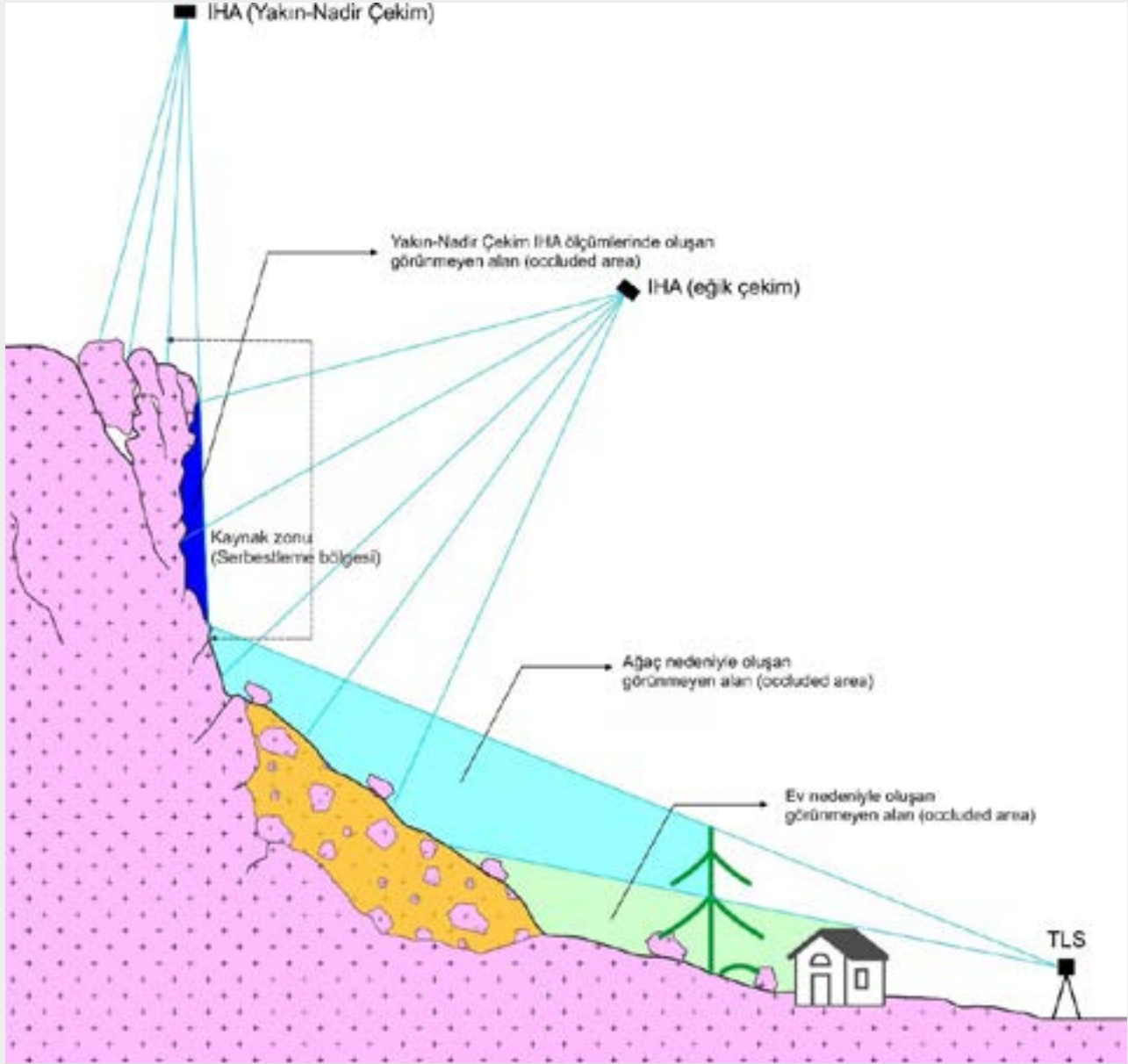
verisi elde edilemeyebilir. Öte yandan, yersel lazer tarama yönteminde ise lazer tarayıcının yerleştirildiği lokasyon, çoklu örtüşen tarama sayısı, nokta sıklığını ve çözünürlüğünü kontrol eden tarama parametrelerinin seçimi gibi bazı faktörler nokta bulutu verisi üzerinde etkili olabilmektedir. Basamaklı yapıdaki şevlerde veya derin düşey düzensizliklerin ol-

duğu yamaçlarda bu alanlardan TLS ile nokta bulutu verisi alınamayabilir (Turner ve Schuster, 2012). Bu alanlar kör nokta (occlusion) olarak isimlendirilmektedir ve nokta bulutu ile oluşturulan sayısal yüzey modellerinde hatalara yol açmaktadır (Şekil 10).

Bunun yanı sıra, nokta bulutlarında düşen blokları durduramayacak kapasitedeki nesnelere (örn. yüksek ve zayıf çalılık, bitki örtüsü vb.) ait veri olması durumunda, bu nesnelere ait nokta bulutu verisinin sayısal yüzey modelinden görüntü işleme teknikleri yardımıyla temizlenmesi gerekmektedir.



Şekil 9. Nokta bulutlarından elde edilen sayısal yüzey modellerinde önceden düşen blokların tespiti (Akin vd., 2018).



Şekil 10. TLS ve İHA ölçümlerinde bazı engellerin oluşturduğu görünmeyen alanlar (Akin vd., 2018).

4. Tatların Yeraltı Şehri ve Çevresinin Kaya Düşme Analizi

Tatların Yeraltı Şehri kaya düşmesi afetinin olumsuz etkilediği doğal, tarihi ve kültürel miraslardan biri niteliğinde olup, Nevşehir'in Acıgöl İlçesi'nin Tatların kasabasında yer almaktadır. Tatların Tarihi Yeraltı Şehri yükseltinin arttığı bölümdeki ignimbiritler içerisinde konumlanmıştır. Bölgedeki

ignimbiritler yüksek dayanımlı bazalt birimleri tarafından örtülmüş durumdadır (Şekil 11).

Bölgede bazaltlar dik bir topoğrafya sunarken, içerdikleri dik ve dike yakın soğuma çatlakları nedeniyle kaya duraysızlıkları oldukça yaygın şekilde gözlenmektedir. Söz konusu bazaltlar kaya düşmesi kaynak zonunu oluşturmakta olup, bazaltlarda meydana gelen bu duraysızlıklar, bölgedeki kaya düşme riskini artırmaktadır. Saha



Şekil 11. Tatlarin Yeraltı Şehri'nin genel görünümü

gözlemlerinde daha önceden meydana gelen kaya düşmelerinin büyük bir bölümünün bazalt bloklarından oluştuğu görülmüş olup, bunlardan en güncel olanı 2011 yılında meydana gelmiştir. Herhangi bir can ve mal kaybının yaşanmadığı olayda, düşen bloğun ve yuvarlanma hattının görünümü Şekil 12'de verilmiştir.



Şekil 12. 2011 yılında meydana gelen kaya düşmesi ve ortofoto üzerinde blok hareketinin gösterimi

Kaynak zonunu oluşturan bazaltların kuru birim hacim ağırlıkları 21.74-26.06 kN/m³ aralığındadır. Bazaltların kalınlığı, arazide yer yer 10 metreyi geçmekte olup, üst seviyelere doğru boşluk miktarı fazla ve alt seviyelerde tamamen masif yapıdadır. Bazaltların hemen altında yer alan ignimbiritlerin ortalama kuru birim hacim ağırlığı

15.06 kN/m³, ortalama doymun birim hacim ağırlığı 16.05 kN/m³ olarak saptanmıştır. Bazaltların tek eksenli basınç dayanımları 44-146 MPa arasında değişirken, ignimbiritlerin tek eksenli basınç dayanımı ise 5.8 -9.2 MPa arasındadır. Bazalt ve ignimbiritler için eğimleri genelde 70 dereceden yüksek olan beşer farklı süreksizlik takımı belirlenmiştir. Bunlar, eğim/eğim yönü olarak bazaltlar için 76/074, 79/244, 85/353, 72/109 ve 74/214, ignimbiritler için 82/291, 87/038, 79/096, 88/219 ve 80/164 şeklindedir. İnceleme alanında kama ve devrilme türü duraysızlık potansiyeli daha yüksektir (Şekil 13).



Şekil 13. Kaynak alanda potansiyel duraysız bloklar (Dinçer vd., 2016)

Tatlarin Yeraltı Şehri ve civarının 3-boyutlu sayısal yüzey modeli insansız hava aracı (İHA-multipoter) ile alınan fotogrametrik görüntülerinden elde edilen yaklaşık 3 cm (2.7 cm) yersel çözünürlüklü nokta bulutlarından oluşturulmuştur. Tatlarin yerleşimi için RocPro3D yazılımında gerçekleştirilen 3-boyutlu kaya düşme analizlerinde yamaç yönelimlerindeki ve yüksekliklerindeki farklılıklara ve yer yer basamaklı yamaç yapılarına bağlı olarak farklı kaynak zonları tanımlanmıştır. Arazi ve laboratuvar verilerine bağlı olarak, bu kaynak zonlarından 2 ve 3 m boyutlarındaki ve yaklaşık 25.0 kN/m³ birim hacim ağırlığındaki bazalt blokları kaynak zonlarının en üst seviyesinden düşürülmüştür. Öte yandan, bazı yamaçlarda kaynak zonlarını ignimbirit seviyeleri oluşturduğundan, bu bölgelerde düşen bloklar ignimbiritlerin özelliklerine bağlı olarak 2 m boyunda ve 15 kN/m³ birim

hacim ağırlığında seçilmiştir. Tatların için oluşturulan modelde tüm kaynak zonlarından toplam 3400 adet kaya bloğu düşürülmüştür. 3-boyutlu kaya düşmeleri İHA verilerinden elde edilen

sayısal yüzey modelleri üzerinde **Tablo 1**'de sunulan ve geri analizlerle belirlenen geri verme ve sürtünme katsayısı değerleri dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Tatların için 3-B kaya düşme analizlerinde farklı birimler için kullanılan normal (R_n) ve teğetsel geri (R_t) verme katsayıları ile sürtünme katsayısı (k) değerleri

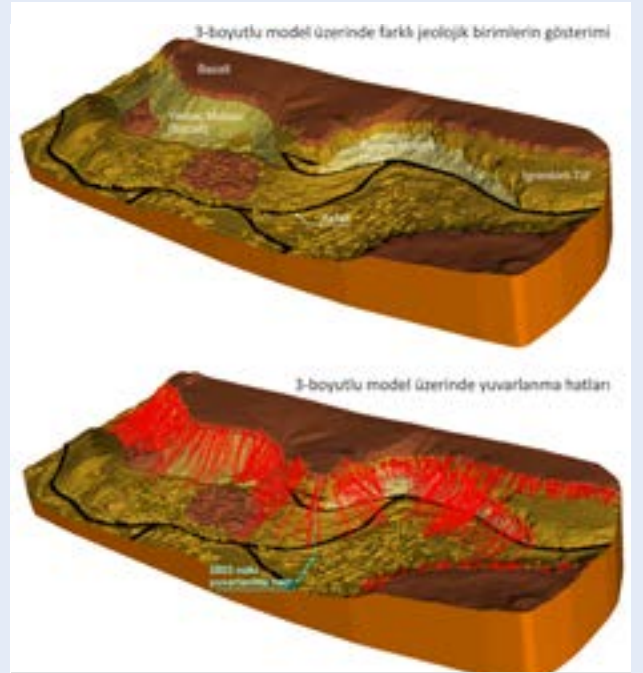
Birim	R_n	R_t	k
Bazalt	0.55	0.90	0.65
İgnimbirit-Tüf	0.50	0.85	0.50
Yamaç molozu-bazalt	0.60	0.70	0.75
Yamaç molozu-tüf	0.55	0.65	0.65
Asfalt	0.40	0.90	0.30

NOT

1. Kaya düşme analizi hesap girdi parametreleri (R_n , R_t , k) nasıl belirlendi?

RocPro3D yazılımında gerçekleştirilen kaya düşmesi analizleri sonucunda elde edilen yuvarlanma hatlarının görünümü Şekil 14'te verilmektedir. Kaynak zonların en üst kotlarından düşebilecek kaya bloklarının yerleşim alanına ve tarihi yeraltı şehrine rahatlıkla ulaşabildiği göze çarpmaktadır. Özellikle yerleşimin orta kesimlerinde kaya blokları önemli mesafeler kat edebilecek potansiyele sahiptir. Tatların Yeraltı Şehri, turistik açıdan önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle bölgede meydana gelebilecek kaya düşmeleri can ve mal güvenliği açısından önemli bir tehdit oluşturmaktadır (Şekil 14). Yeraltı şehrine ulaşımı sağlayan asfalt yolun da önemli bir bölümü kaya düşme tehlikesi altındadır.

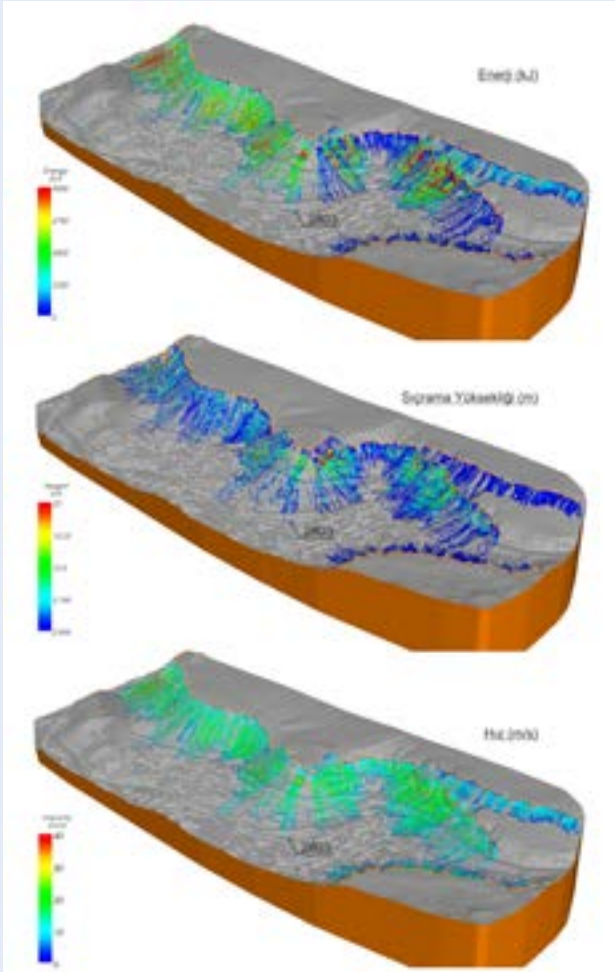
3-boyutlu kaya düşme analizlerinde, düşen blokların sıçrama yükseklikleri, kinetik enerjileri ve hızları da belirlenmiştir. Buna göre, her bir kaya düşme hattı için hesaplanan sıçrama yüksekliği, kinetik enerji ve hareket hızı yine 3 boyutlu model üzerinde sırasıyla Şekil 15'de verilmiştir. Yeraltı şehrinin bulunduğu orta



Şekil 14. Tatların için RocPro3D yazılımında gerçekleştirilen 3-B kaya düşme analizi ile belirlenen yuvarlanma hatları

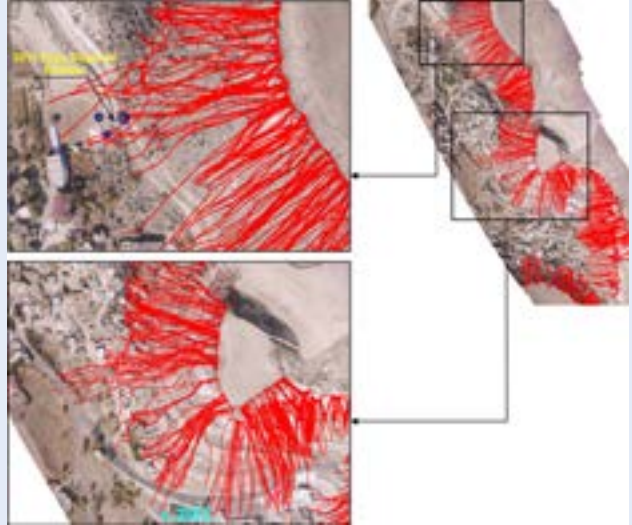
bölümde dik yamaçtan serbest düşmelerini yapan bloklardaki sıçrama yükseklikleri ilk anda 15.0 m'ye ulaşırken, inceleme alanında çoğunlukla 5.0 m civarında gerçekleşmektedir. Düşen kaya bloklarının toplam kinetik enerjilerine bakıldığında, çalışma alanının kuzeyinde 6000 kJ'un üzerinde gerçekleşirken,

güneyinde ağırlıklı olarak ignimbirit blokların bulunduğu bölümde 2000 kJ civarında gerçekleşmektedir. Blokların hareket hızları çoğunlukla 20 m/s'nin altındadır. Serbest düşme sırasında yüksek hızla hareket eden bloklarda, yuvarlanmanın başlamasıyla birlikte hızın azaldığı ve durmaya yakın süreçte yuvarlanma hızının oldukça düştüğü belirlenmiştir. Şekil 16'da yuvarlanma hatlarının detayı ortofoto üzerinde gösterilmiştir. Buna yuvarlanma hatlarının engel ile karşılaştıklarında yön değiştirmeleri açık bir şekilde görünürken, aynı zamanda alanda 2011 yılında meydana gelen kaya düşmesi olayı ile yuvarlanma hatlarının uyumu dikkat çekicidir.



Şekil 15. Tatların Yeraltı Şehri ve çevresinde enerji, hız ve sıçrama yüksekliğinin 3-boyutlu arazi modeli üzerinde gösterimi

RocPro3D yazılımının en büyük avantajlarından biri de istenilen yuvarlanma hattının iki boyutta sıçrama yüksekliği, enerji ve hız değişiminin incelenmesine imkân vermesidir. Bu anlamda 2803 numaralı yuvarlanma hattının (Şekil 14, 15 ve 16'da gösterilen) toplam kinetik enerji, sıçrama yüksekliği ve hız profili sunulmaktadır (Şekil 17). İncelenen yuvarlanma hattında kaynak zonunun üst kotundan düşen 3 m boyutundaki bazalt bloğunda kinetik enerji değeri 8000 kJ'un üzerine çıkabilmektedir. Bu değer, söz konusu inceleme alanındaki kaya düşmelerinin oldukça yüksek kinetik enerjiye sahip olduğunu bir kez daha göstermektedir. Bu nedenle, inceleme alanın-



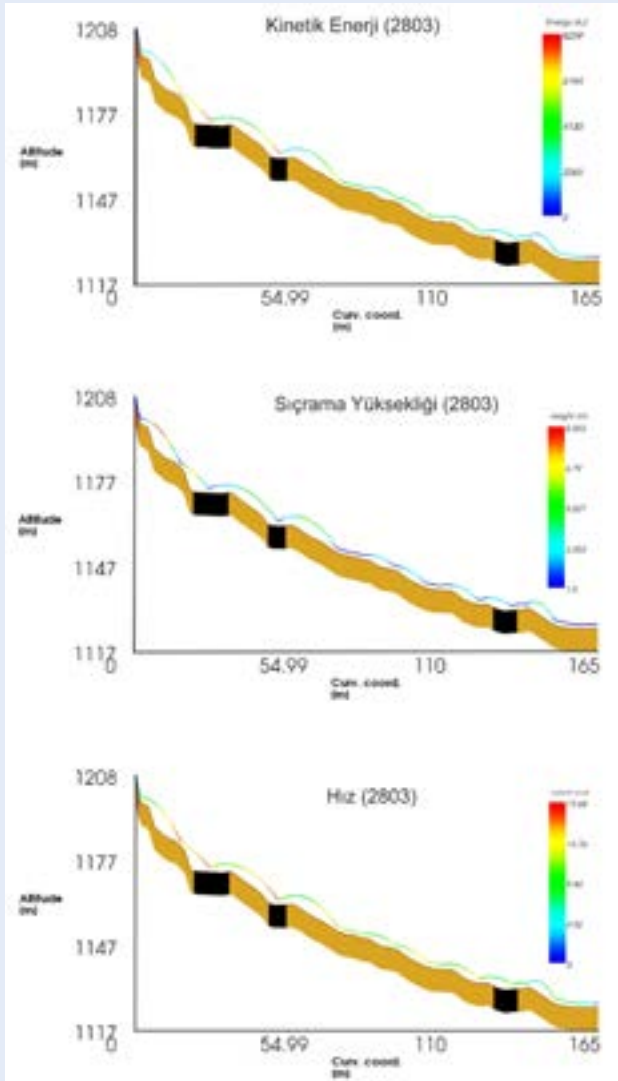
Şekil 16. Yuvarlanma hatlarının ortofoto üzerinde detay görünümü

daki olası kaya düşmeleri önemli derecede zarar verme potansiyeline sahip olup, turistik açıdan öneme sahip bu alanda gerekli kaya düşmesi iyileştirme tedbirlerinin alınması gerekmektedir.

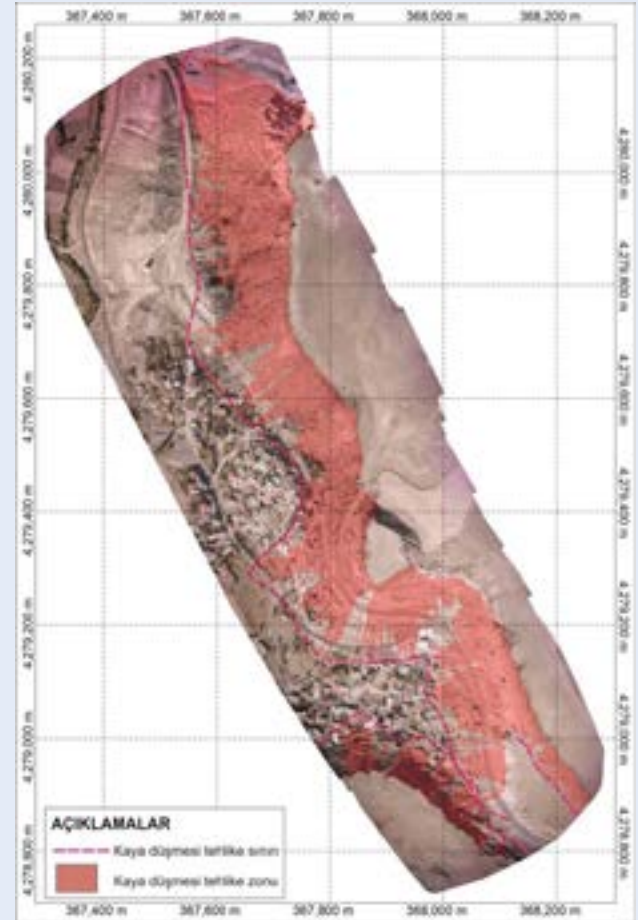
Tatların Yeraltı Şehri ve yakın civarının kaya düşme tehlike haritası için 3 boyutlu kaya düşme analizleri sonucunda belirlenen kaya düşme hatları, İHA uçuşları sırasında elde edilen gerçek ortogörüntü mozaïği üzerine aktarılmıştır. Daha sonra blokların maksimum durma mesafesi göz önünde bulundurularak

kaya düşmesi tehlike zone oluşturulmuştur (Şekil 16). Bölgedeki kaynak zonunu oluşturan bazalt bloklarının oluşturduğu kaya düşme tehlike sınırı sadece yeraltı şehri değil, alt kotlardaki yerleşim konutlarını da içine almaktadır. Bununla birlikte yeraltı şehrine ve yerleşime ulaşımı sağlayan asfalt karayolu da kaya düşme tehlike zonundadır. Öte yandan, düşen kaya bloklarının kinetik enerjileri de oldukça yüksektir. Bu nedenle olası kaya düşmeleri yerleşim çevresinde çok ciddi olumsuzlukların yaşanmasına neden olabilir. Konutlarda

oturan yerel sakinlerin ve tarihi yeraltı şehri ziyaret edecek yerli ve yabancı turistlerin can ve mal güvenliğini sağlamak amacıyla kaya düşmelerinin önlenmesi amacıyla gerekli projelendirme çalışmalarına biran önce başlanması gerekmektedir.



Şekil 17. Model üzerindeki 2803 numaralı yuvarlanma hattı için belirlenen kinetik enerji, sıçrama yüksekliği ve hız profili



Şekil 18. Tatların Yeraltı Şehri ve yakın civarının kaya düşmesi tehlike haritası

5. Sonuçlar

Kapadokya bölgesinde yerleşim alanları, doğal, kültürel ve tarihi miraslar kaya düşmelerinden ciddi boyutta etkilenmektedir. Son dönemde teknolojik gelişmelere paralel olarak 3-boyutlu analiz imkânı veren kaya düşmesi yazılımları yaygın bir şekilde mühendislik jeolojisi çalış-

malarında kullanılmaya başlanmıştır. Söz konusu yazılımların en önemli girdi parametresi yüksek çözünürlüklü ve oldukça detay sayısal yüzey/arazi modelleridir. İnsansız hava aracı (İHA) ve diğer yersel lazer tarama teknolojileri Kapadokya gibi kaotik yapıya sahip alanlarda mühendislik jeolojisi çalışmalarında önemli kolaylıklar sağlamaktadır. Özellikle 3-boyutlu kaya düşme analiz sonuçları üzerinde oldukça etkili olan topoğrafik özelliklerin modellenmesine yansıtılması noktasında insansız hava aracı (İHA) teknolojisi zaman, ekonomi ve doğruluk açısından büyük avantajlara sahiptir. Bu çalışmada Kapadokya bölgesindeki bir lokasyonda 3-boyutlu kaya düşme analizleri İHA verilerinden elde edilen modeller üzerinde RocPro3D yazılımı ile gerçekleştirilmiştir.

Analiz sonuçları Tatların Yeraltı Şehri ve civarında düşen kaya bloklarının kinetik enerjilerinin oldukça yüksek olduğu, bundan dolayı olası kaya düşmelerinin yeraltı şehri ve çevresinde çok ciddi olumsuzlukların yaşanmasına neden olabileceğini işaret etmektedir. Özellikle yerleşim alanı ve yeraltı şehri ile ulaşım yolları ciddi anlamda kaya düşmelerinin tehdidi altındadır.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, turizm açısından önemli bir potansiyele sahip olan Kapadokya bölgesindeki kaya düşmelerinin önlenmesi için detaylı kaya düşme analizleri gerçekleştirilerek kaya düşme parametrelerinin belirlenmesi ve koruma ve önleme projelerinin geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Kaya düşme analizlerinde 3-boyutlu sayısal yüzey modellerinin kullanılması analizlerin ve dolayısıyla geliştirilen projelerin doğruluğunu ve verimliliğini artıracaktır.

Kaynaklar

- Akin, M., Dinçer, İ., Ok, A. Ö., Orhan, A., Akin, M. K., & Topal, T. (2020) Kapadokya (Nevşehir) Bölgesindeki Kaya Düşmelerinin Arazi Lazer Taraması (TLS) Yardımıyla 3-Boyutlu (3-D) Analizi ve Kaya Düşme Tehlike Haritalarının Oluşturulması, Afet Ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Ulusal Deprem Araştırma Programı (UDAP) 220 sy (Yayımlanmamış)
- Akin, M., Dinçer, İ., OK, A.Ö., Orhan, A., Akin, M.K., Topal, T., 2018. Yersel lazer tarama ve insansız hava aracı ile

elde edilen sayısal yüzey modelleri üzerinde 3-boyutlu kaya düşme analizleri: Akköy (Ürgüp) örneği. 71. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, s. 643-644.

- Akin, M., Dinçer, İ., Ok, A. Ö., Orhan, A., Akin, M. K., & Topal, T. (2021a). Assessment of the effectiveness of a rockfall ditch through 3-D probabilistic rockfall simulations and automated image processing. *Engineering Geology*, 283, 106001.
- Akin, M., Dinçer, İ., Orhan, A. (2021b). Kaya Düşmelerinden Kaynaklı Afetlerin Değerlendirilmesine Yönelik Teknik Kılavuz. T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), 168 sy.
- Aydan, Ö., Tano, H., Watanabe, H., Ulusay, R., Tuncay, E., 2007. A rock mechanics evaluation of antique and modern rock structures in Cappadocia Region of Turkey. *Proceedings of the Symposium on the Geology of Cappadocia, Nigde*. pp. 13-23p. (in Turkish).
- Aydan, Ö., Ulusay, R., Tano, H., Yüzer, E., 2008. Studies on Derinkuyu Underground City and its implications in geo-engineering. *Proceedings of the First Collaborative Symposium of Turkish-Japan Civil Engineers, İTÜ, İstanbul*, pp. 75-92.
- Azzoni, A., Barbera, G. La, Zaninetti, A., 1995. Analysis and prediction of rockfall using a mathematical model. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences and Geomechanics Abstracts*. 32(7): 709-724.
- Charlton, M.E., Coveney, S.J., McCharty, T., 2009. Issues in Laser Scanning. In: *Laser Scanning for the Environmental Sciences*, Eds. Heritage, G.L. and Large, A.R.G., Wiley-Blackwell, 35-48.
- Crosta, G. B., Agliardi, F., 2004. Parametric evaluation of 3D dispersion of rockfall trajectories. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 4, 583-598, doi:10.5194/nhess-4-583-2004.
- Crosta, G., Agliardi, F., Frattini, P., Imposato, S., 2004. A threedimensional hybrid numerical model for rockfall simulation. *Geophys. Res. Abstr.*, 6.
- Dinçer, İ., Orhan, A., Frattini, P., Crosta, G.B., 2016. Rockfall at the heritage site of the Tatların Underground City (Cappadocia, Turkey). *Natural Hazards*, 82(2): 1075-1098.
- Dorren, L. K. A., Maier, B., Putter, U. S., Seijmonsbergen, A.C., 2004. Combining field and modelling techniques to assess rockfall dynamics on a pro-

- tection forest hillslope in the European Alps, *Geomorphology*, 57, 151-167.
- Doyuran, V., 1976. *Environmental geology problems of Ortahisar (in Turkish)*, TJK Bulteni, Vol. 19, 83-88.
 - Evans, S., Hungr, O., 1993. *The assessment of rockfall hazard at the base of talus slopes. Can Geotech J* 30:620-636. <https://doi.org/10.1139/t93-054>
 - Fanos, A.M., Pradhan, B., 2018. *Laser scanning systems and techniques in rockfall source identification and risk assessment: a critical review. Earth Systems and Environment*, <https://doi.org/10.1007/s41748-018-0046-x>
 - Gökçe, O., Özden, S., Demir, A., 2008. *Türkiye'de afetlerin mekansal ve istatistiksel dağılımı afet bilgileri envanteri*, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Afet Etüt ve Hasar Tespit Dairesi Başkanlığı, Ankara, 112 sf.
 - ISRM (International Society for Rock Mechanics), 2007. *The complete ISRM suggested methods for rock characterization*. In: Ulusay, R., Hudson, J.A. (Eds.), *Testing and Monitoring: 1974-2006*. p. 628.
 - Kaşmer, Ö., Ulusay, R., 2013. *Effects of geo-engineering characteristics of the soft tuffs and environmental conditions on the rock-hewn historical structures at Zelve Open Air Museum (Cappadocia, Turkey)*. *Environmental and Engineering Geoscience*, XIX (2), 149-171.
 - Kaşmer, Ö., Ulusay, R., and Geniş, M., 2013. *Assessments on the stability of natural slopes prone to toe erosion, and man-made historical semi-underground openings carved in soft tuffs at Zelve Open-Air Museum (Cappadocia, Turkey)*. *Eng. Geol.*, 158, 135-158.
 - Lan, H., Martin, D., Lim, C. (2007) *RockFall analyst: A GIS extension for three-dimensional and spatially distributed rockfall hazard modeling*, *Comput. Geosci.*, 33, 262-279.
 - Ritchie, A.M. (1963) *Evaluation of rockfall and its control*. *Highw Res Board Rec* 17,13-27.
 - RocPro3D (2014) *RocPro3D software*. http://www.rocpro3d.com/rocpro3d_en.php.
 - Scioldo, G., 2006. *User guide ISOMAP & ROTOMAP - 3D surface modelling and rockfall analysis*, <http://www.geoandsoft.com/manuali/english/rotomap.pdf>.
 - Topal, T., Akın, M.K., Akın, M., 2012. *Rockfall hazard analysis for an historical Castle in Kastamonu (Turkey)*. *Natural Hazards*. Vol. 62, pp. 255-274. DOI 10.1007/s11069-011-9995-1.
 - Topal, T., Doyuran, V., 1997. *Engineering geological properties and durability assessment of the Cappadocian tuff*. *Engineering Geology*. 47(1-2), 175-187.
 - Topal, T., Doyuran, V., 1998. *Analysis of deterioration of the Cappadocian tuff*, *Environmental Geology*, 34/1, 5-20.
 - Tuncay, E., 2009. *Rock rupture phenomenon and pillar failure in tuffs in the Cappadocia region (Turkey)* *Int. J. Rock Mech. Min. Sci.*, 46, pp. 1253-1266.
 - Tunusluoglu, M. C., Zorlu, K., 2009. *Rockfall Hazard Assessment in a Cultural and Natural Heritage (Ortahisar Castle, Cappadocia, Turkey)* *Environmental Geology*, 56(5):963-972.
 - Turner, A.K., Schuster, R.L., 2012. *Rockfall Characterization and Control*, *Transportation Research Board, National Academy of Sciences, Washington D.C.*, 658 p.
 - Ulusay, R., Gökçeoğlu, C., Topal, T., Sönmez, H., Tuncay, E., Ergüler, Z.A., Kaşmer, Ö., 2006. *Assessment of environmental and engineering geological problems for the possible re-use of an abandoned rock-hewn settlement in Ürgüp (Cappadocia), Turkey*. *Environ Geol.* 50(4), 473-49.
 - Varnes, D.J. (1978) *Slope movement types and processes*, In: R. L. Schuster and R. J. Krizek, Eds., *Landslides, Analysis and Control*, *National Academy of Sciences*, pp. 11-33.
 - Volkwein, A., Schellenberg, K., Labiouse, V., Agliardi, F., Berger, F., Bourrier, F. Dorren, L.K.A., Gerber, W., Jaboyedoff, M., 2011. *Rockfall characterization and structural protection-a review*. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11, 2617-2651.
 - Zeybek, M., Şanlıoğlu, İ., 2013. *Heyelanların izlenmesinde yersel lazer tarama tekniklerinin kullanılması üzerine araştırmalar*. *Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği VII. Teknik Sempozyumu*, 23-25 Mayıs 2013, KTÜ, Trabzon.
 - Zorlu, K., Tunusluoglu, M.C., Gorum, T., Nefeslioglu, H.A., Yalcin, A., Turer, D., Gokceoglu, C., 2011. *Landform effect on rockfall and hazard mapping in Cappadocia (Turkey)*, *Environmental Earth Sciences*. 62, 8, 1685-1693.

Uluslararası Bilimsel Toplantılar (2022-2023):

TuniRock 2022 - 2nd International Conference on Advances in Rock Mechanics

Yer : Hammamet, Tunus
Tarih : 26-28 Mart 2022
Web : <http://atmr.tn/tunirock2022.php>

EGU General Assembly 2022

Yer : Viyana, Avusturya
Tarih : 3-8 Nisan 2022
Web : <https://www.egu22.eu/>

RaSiM10 - Rockbursts and Seismicity in Mines

Yer : Tucson, ABD
Tarih : 24-29 Nisan 2022
Web : <https://www.rasimsymposium.com>

5th Symposium of the Macedonian Association for Geotechnics - an ISRM Specialized Conference

Yer : Ohrid, Makedonya
Tarih : 23-25 Haziran 2022
Web : www.mag.net.mk

TC 301 - Third International Symposium on Geotechnical Engineering for the Preservation of Monuments and Historic Sites

Yer : Napoli, İtalya
Tarih : 24-26 Haziran 2022
Web : <https://tc301-napoli.org/>

56th U.S. Rock Mechanics/Geomechanics Symposium

Yer : Santa Fe, ABD
Tarih : 26-29 Haziran 2022
Web : santafe2022@armarocks.org

17th International Clay Conference 2022 (17th ICC 2022)

Yer : İstanbul, Türkiye
Tarih : 25-29 Temmuz 2022
Web : <https://icc.aipea.org>

RocDyn-4: 4th International Conference on Rock Dynamics

Yer : Xuzhou, Çin
Tarih : 17-19 Ağustos 2022
Web : <http://RocDyn.Org>

SBMR2020 - 9th Brazilian Rock Mechanics Symposium - an ISRM Specialized Conference

Yer : Campinas, Brezilya
Tarih : 23-26 Ağustos 2022
Web : <https://isrm.net/conference/show/5249>

16th International Conference of the International Association for Computer Methods and Advances in Geomechanics - IACMAG

Yer : Torino, İtalya
Tarih : 30 Ağustos-02 Eylül 2022
Web : <https://www.symposium.it/en/events/2022/16th-international-conference-of-iacmag>

Eurock 2022 - Rock and Fracture Mechanics in Rock Engineering and Mining - an ISRM Regional Symposium

Yer : Helsinki, Finlandiya
Tarih : 12-15 Eylül 2022
Web : <http://www.eurock2022.com>

10th Nordic Grouting Symposium

Yer : Stockholm, İsveç
Tarih : 04-06 Ekim 2022
Web : <https://www.ngs2022.se>

LARMS 2022 - Challenges in rock mechanics: towards a sustainable development of infrastructure - an ISRM International Symposium

Yer : Asuncion, Paraguay
Tarih : 16-19 Ekim 2022
Web : <http://larms2022.com/>

CouFrac 2022 - International Conference on Coupled Processes in Fractured Geological Media: Observation, Modeling and Application

Yer : Berkeley, ABD
Tarih : 14-16 Kasım 2022

ARMS12 - 12th Asian Rock Mechanics Symposium

Yer : Hanoi, Vietnam
Tarih : 22-26 Kasım 2022

6th Australasian Ground Control in Mining Conference - AusRock 2022 - an ISRM Regional Symposium

Yer : Melbourne, Avustralya
Tarih : 29 Kasım-01 Aralık 2022
Web : <https://www.ausimm.com/conferences-and-events/ausrock/>

NROCK2022 - The IV Nordic Symposium on Rock Mechanics and Rock Engineering

Yer : Reykjavik, İzlanda
Tarih : 24-26 Mayıs 2023
Web : <http://www.nrock2023.com/>

15th ISRM International Congress on Rock Mechanics

Yer : Salzburg, Avusturya
Tarih : 09-14 Ekim 2023
Web : <https://www.isrm2023.info/en/>

12 Icg 2022- 12th International Conference on Geosynthetics

Yer : Roma, İtalya
Tarih : 17-21 Eylül 2023
Web : <https://www.12icg-roma.org/>

Ulusal Bilimsel Toplantılar (2021-2022):

Türkiye 27. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi'ne (IMCET 2022)

Yer : Antalya
Tarih : 22-25 Mart 2022
Web : <http://www.imcet.org.tr/>

Uluslararası Katılımlı 74. Jeoloji Kurultayı

Yer : Ankara
Tarih : 11- 15 Nisan 2022
Web : <http://tjk.jmo.org.tr/index.php?kod=149>

TMMOB Afet Sempozyumu

Yer : Ankara
Tarih : 20- 22 Nisan 2022
Web : <https://afetsempozyumu.org/>

4th Conference on Historical Mining Sites in Turkey

Yer : İzmir
Tarih : 12-14 Mayıs 2022
Web : <https://cms.yasar.edu.tr/4th-conference-on-historical-mining-sites-in-turkey>

TESAM 2. Uluslararası Sürdürülebilir Şehirler Sempozyumu 2022

Yer : İstanbul
Tarih : 11-12 Mayıs 2022
Web : <https://sehirsempozyumu.tesam.org.tr>

KAYAMEK'2021 - XIII. Bölgesel Kaya Mekaniği Sempozyumu

Yer : Isparta
Tarih : 26- 28 Mayıs 2022
Web : sempozyum2.sdu.edu.tr/rockmec

Ulusal Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumu (MÜHJEO'2021)

Yer : İstanbul
Tarih : 02-04 Haziran 2022
Web : <http://muhjeosemp2021.muhjeoder.org.tr/>

18. Ulusal Zemin Mekaniği ve Geoteknik Mühendisliği Konferansı

Yer : Kayseri
Tarih : 29-30 Eylül 2022
Web : <https://zmgm2020.erciyes.edu.tr>

17th International Mineral Processing Symposium (IMPS2022)

Yer : Ankara
Tarih : 14-16 Eylül 2022
Web : <https://www.imps2022.com>

Türkiye 22. Uluslararası Kömür Kongresi ve Sergisi'ne (ICCET 2020)

Yer : Zonguldak
Tarih : 28- 30 Eylül 2022
Web : <http://www.iccet.org.tr/>

Mühendislik Jeolojisi Derneği Üyeleri

Derneğimizin üye sayısı Haziran 2020 itibariyle, 162'si asil ve 2'si onursal üye olmak üzere, toplam 164'e ulaştı. Bu üye sayısı ile Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Birliği (IAEG)'ne üye Avrupa ülkeleri arasında Türkiye üye sayısı 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 Müh.	yavuz.kaya@alacergold.com
Mustafa Kemal	AKMAN	Jeo. Yük. Müh.	mkakman@yukseproje.com.tr
Ergün	TUNCAY	Prof. Dr.	etuncay@hacettepe.edu.tr
Remzi	KARAGÜZEL	Prof. Dr.	karaguzel@itu.edu.tr
Cüneyt Hüseyin	ŞENTÜRK	Jeo. Yük. Müh.	senturkcuneyt@gmail.com
Emre Ayтуğ	ÖZSOY	Jeo. Yük. Müh.	eaosoy@eskisehir.edu.tr
Yılmaz	MAHMUTOĞLU	Doç. Dr.	yilmazm@itu.edu.tr
Ahmet	KARAKAŞ	Doç. Dr.	akarakas@kocaeli.edu.tr
Aziz	ERTUNÇ	Prof. Dr.	aziz.ertunc@toros.edu.tr
Ali	ÖZVAN	Doç. Dr.	aliozvan@gmail.com
Akın	ÖNALP	Prof. Dr.	a.onalp@iku.edu.tr
Cem	KINCAL	Doç. Dr.	cemkincal2@gmail.com
Mehmet Yalçın	KOCA	Prof. Dr.	yalcin.koca@deu.edu.tr
Mustafa	ÖZER	Doç. Dr.	ozerm@gazi.edu.tr
Ayhan	KOÇBAY	Dr.	ayhankocbay@gmail.com
Gülseren	DAĞDELENLER	Arş. Gör. Dr.	gulsrn@hacettepe.edu.tr
Nurkan	KARAHANOĞLU	Prof. Dr.	nurkan@metu.edu.tr
Mahmut	MUTLUTURK	Prof. Dr.	mahmutmutluturk@sdu.edu.tr
Şakir	ŞİMŞEK	Prof. Dr.	ssimsek@hacettepe.edu.tr
Halil	KUMSAR	Prof. Dr.	hkumsar@pau.edu.tr
Alper	BABA	Prof. Dr.	alperbaba@iyte.edu.tr
Adil	BİNAL	Prof. Dr.	adil@hacettepe.edu.tr
Fikret	KAÇAROĞLU	Prof. Dr.	fkacaroglu@mu.edu.tr
Ali	KAYABAŞI	Prof. Dr.	akayabasi@ogu.edu.tr
Ayberk	KAYA	Prof. Dr.	ayberkkaya@hotmail.com
Fikri	BULUT	Prof. Dr.	fbulut@ktu.edu.tr
Hakan	ERSOY	Prof. Dr.	ersoy@ktu.edu.tr
Mutluhan	AKIN	Doç. Dr.	mutluhanakin@gmail.com, mutluhanakin@nevsehir.edu.tr
Müge	AKIN	Doç. Dr.	mugeakink@gmail.com mugeakink@agu.edu.tr
Eray	ÖZGÜLER	Dr.	yeryapi@gmail.com
Nihat Sinan	IŞIK	Prof. Dr.	nihatsinan@gmail.com
Nihat	DİPOVA	Prof. Dr.	ndipova@akdeniz.edu.tr
Özkan	CORUK	Dr. Öğr. Üyesi	corukozkan@yahoo.com.tr
Yasemin	LEVENTELİ	Dr. Öğr. Üyesi	leventeli@akdeniz.edu.tr

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

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

AD	SOYAD	ÜNVAN	E-POSTA
Pınar Damla	ANLAR	Hidrojeoloji Müh	danlar@gulermakyse.com
Serdar	AYDOĞAN	Jeoloji Müh.	saydogan@emay.com
Gizem	ŞENOL UYSAL	Jeoloji Yük. Müh	gizemmsenoll@gmail.com
Burcu	SELEN	Jeoloji Müh.	burcu.selen@emay.com
Emin Alper	TEKYILDIZ	Jeoloji Müh	eatekyildiz@emay.com
Gaye	ALAN JATTA	Jeoloji Müh.	galan@emay.com
Sitem	ALDOĞAN	Jeoloji Müh.	saldogan@emay.com
Ezgi	GÜLBAR	Jeoloji Yük. Müh	ezgigulbar@gmail.com
Sefer Beran	ÇELİK	Doç. Dr.	scelik@pau.edu.tr
Erdi	Avcı	Araş. Gör, Jeoloji Y. Müh	erdiavci@istanbul.edu.tr
Ramazan Haslet	DİLLİ	Jeoloji Müh	haslet@geoteknikmuhendislik.com.tr
Ali Bahadır	YAVUZ	Prof. Dr.	bahadir.yavuz@deu.edu.tr
Aydın	DURUKAN	Jeoloji Mühendisi	adurukan@gmail.com
Engin Merter	BİLGİN	Jeoloji Mühendisi	embilgin@dsi.gov.tr
Mehmet Önder	ATAY	Jeoloji Mühendisi	monderatay@dsi.gov.tr
Uğraş	YILMAZ	Jeoloji Mühendisi	ugrasyilmaz@jemas.com.tr
Erkin	TOPUZ	Jeoloji Mühendisi	erkintopuz@jemas.com.tr
Hüseyin Baykal	YAŞAR	Jeoloji Mühendisi	huseyinyasar@jemas.com.tr
Ahmet	BARDAKÇI	Jeoloji Mühendisi	ahmetbardakci@jemas.com.tr
Taylan	USTA	Jeoloji Mühendisi	taylan_usta@yahoo.com
Buse	ÖZMEN	Jeoloji Mühendisi	buseozmen@jemas.com.tr
Doğukan	HALICIOĞLU	Jeoloji Mühendisi	dogukan.halicioglu@gmail.com
Tamer Yiğit	DUMAN	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 Müh. Dr.	bilgehankul@hotmail.com, bilgehankul@ktu.edu.tr
Cemal	YILDIZ	Jeoloji Yük. Müh.	cemalyildiz@dsi.gov.tr
Emre	ALTINTAŞ	Jeoloji Yük. Müh.	emrejeo@hotmail.com
Mehmet	YAKUT	Jeoloji Yük. Müh.	mehmetyakut90@gmail.com
Gülçin	TÜRKKAN KARAOĞLU	Jeoloji Y. Müh	gulcin.karaoglu@ibb.gov.tr
Hazel	ALAN	Jeoloji Müh	hazelalan03@gmail.com

THE ART OF NATURE

AND THE NATURE GAVE IT'S MYSTERY TO MARBLE



yüce marble
www.yucemarble.com