www.muhjeoder.org.tr

YER MÜHENDİSLİĞİ

Sayı: 7 Yıl: 3 Ocak-Aralık 2016

Beton kanseri: Alkali agrega reaksiyonu

Yusufeli Baraji ve HES Projesi

İKSA Tünelciliğin Adresi

İMALATLAR:

- KAFES İKSA DEMİRİ
- NPI – NPU – HEA
- HEB PROFİL İKSA
- UMBRELLA BORU
- SN KAYA BLONU
- BLON PLAKASI
- ÖZEL KESİM BOY DEMİRİ

"Tünel Destekleme Malzemeleri İçin Doğru Adres"

Merkez: Pelitli Mh. 4429 SK. NO: 37 Gebze – KOCAELİ
TEL: 0 262 751 12 02 **Fax:** 0 262 751 12 03

Şube: Beylerce Mah. 16 Nolu Sokak No: 8/A Çarşamba / SAMSUN
Tel: 0362 834 17 55 **Fax:** 0362 834 18 55

www.iksaas.com **iksa@iksaas.com** **iksa.as@hotmail.com**

İKSA
DEMİR BÜKÜM VE ÇELİK SANAYİ TİC. A.Ş.

WE ARE INSPIRED BY NATURE

YOUR SOLUTION PARTNER OF TBM.

www.e-berk.com

8th Country TBM Manufacturer of the World.

E-BERK
TUNNEL & FOUNDATION TECHNOLOGIES

YER MÜHENDİSLİĞİ
Sayı: 7 Yıl: 3 Ocak-Aralık 2016

İmtiyaz Sahibi
Prof.Dr.Remzi KARAGÜZEL

Genel Yayın Yönetmeni
Prof. Dr. Atiye TUĞRUL

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Gülseren KOÇER

Yazı İşleri
Ümit DERTLİ

Abonelik ve Reklam Sorumlusu
Gülseren KOÇER

Grafik Tasarım
Büşra YURTSEVEN

Yayın Kurulu
Prof. Dr. Reşat ULUSAY
Prof. Dr. Mehmet EKMEKÇİ
Dr. Ayhan KOÇBAY
Prof. Dr. Atiye TUĞRUL
Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL
Prof. Dr. Recep KILIÇ
Doç. Dr. Mahmut MUTLUTÜRK

Baskı

İletişim
Üsküdar Selami Ali Mah. Kâtip Çelebi Sok. No.4/1 İSTANBUL
yermuhendisidergisi@gmail.com, k.gulseren@gmail.com
0530.227 66 35
http://www.arcyayincilik.com

Yayın Türü
Yer Mühendisliği Dergisi Türkiye genelinde dağıtılmaktadır.
Basın Kanunu'na göre "yerel süreli" yayındır.
Yer Mühendisliği Dergisi ARC Yayıncılık ve Reklam Ajansı Tarafından T.C. yasalarına uygun olarak dört ayda bir yayınlanmaktadır.

İÇİNDEKİLER

Kısa kısa

Mühendislik Jeolojisi Derneğinden Haberler **4**

EUROCK2016

EUROCK2016 Kapadokya'da gerçekleştirildi **12**

Makale

Beton kanseri: Alkali agrega reaksiyonu **16**

Röportaj

Tünel açma makinelerinde bir dünya markası:

E-Berk **26**

Makale

Katı atık yönetiminde "jeolojik bariyer" kavramı **30**

Proje tanıtımı

Ordu Çevre Yolu Projesi Viyadükler ve Tüneller **36**

Proje tanıtımı

Yusufeli Barajı ve HES Projesi **40**

Ajanda **44**

Kapak: Dik şevli bir açık işletmede yeraltısuyu boşalımı.
Fotoğraf: Mehmet Ekmekçi

REKLAM INDEX

İKSA	ÖN KAPAK İÇİ	MATEL	15
REMAS MAKİNA A.Ş.	ARKA KAPAK İÇİ	TRABZON JEOTEKNİK MÜHENDİSLİK	28
JEMAS MÜHENDİSLİK	ARKA KAPAK	ANAGOLD MADENCİLİK	29
E-BERK	1	POLİMETAL	35

Değerli okurlarımız,

Yeni yıla girerken, bazı güçlüklere rağmen, Yer Mühendisliği dergisinin 2016 yılına ait ilk ve tek sayısını sizlere sunmanın kıvancını yaşıyoruz.

Derneğimiz, Yer Mühendisliği dergisini yılda dört sayı olarak yayınlamayı hedeflemiş ve bunu ilk iki yıl başarıyla gerçekleştirmiştir. Ancak, 2016 yılında yaşanan ekonomik nedenlerden dolayı dergimizin imtiyaz sahibi olan yayıncı kuruluşun dergiyi çıkaramayacağını bildirmesi üzerine yayıncı ile olan sözleşme karşılıklı anlaşarak feshedilmiştir. 2016 yılı başında yeni yayıncı arayışına girilmiş ve ARC Yayıncılık Ltd. Şti ile Eylül 2016'da sözleşme imzalanmış olup, Ekim 2016'da Yer Mühendisliği dergisinin yeniden yayın hayatına başlaması için yasal süreç tamamlanmıştır. Elimizde olmayan bu süreç ve dergimizin yayın hayatının kesintiye uğramasından dolayı sizlerden özür diliyor ve bu gecikmeyi anlayışla karşılayacağınıza inanıyoruz.

Derneğimizin yayın organı Yer Mühendisliği dergisi, uygulamada gerçekleştirilen projeleri, sorun odaklı pratik çözümlere ilişkin örnekleri, üyelerimizi ve sektörü yakından ilgilendiren yer mühendisliğinin değişik konuları ile ilgili haberleri vb. yenilikleri okuyuculara ulaştırarak, ilgili disiplinler arası teknik iletişimin ve bilgi alışverişinin geliştirilmesi ve özellikle uygulayıcı ve akademik kuruluş mensupları arasında daha etkin bir bağın kurulması amacıyla, 2014 yılında yayın hayatına başlamıştır. Bu süreçte özellikle uygulayıcı kurum ve kuruluşlarımızın başarı ile tamamladıkları projelere ilişkin röportajlar vererek deneyimlerini üyelerimiz ve yer mühendisliği sektörü ile paylaşımları okuyucu kitlesi tarafından yoğun ilgi görmüş ve takdir toplamıştır. Yine bu süreçte, kamu kurum ve kuruluşları ile özel sektör mensupları ve akademisyenler tarafından yazılan teknik yazıların okuyucularımız tarafından büyük ilgi görmesinden mutluluk duyduk. Üyelerimizin ve okurlarımızın Yer Mühendisliği dergisine olan bu verimli ve etkin katkılarının yeni dönemde de artarak devam edeceğinden kuşku duymuyoruz. Siz değerli okurlarımızın göndereceği yazı ve haberler ile yapacağınız söyleşilerin dergimizin yayın hayatı açısından önemini vurguluyoruz. Katkı ve katılımlarınız için şimdiden içten teşekkürlerimizi sunuyoruz.

Mühendislik Jeolojisi Derneği tarafından periyodik olarak iki yılda bir düzenlenmesi öngörülen Ulusal Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumu "MÜHJEO'2017", Çukurova Üniversitesi'nin ev sahipliğinde Mersin Üniversitesi ile Derneğimizin katılımıyla ve TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası'nın da desteğiyle 12-14 Ekim 2017 tarihleri arasında Çukurova Üniversitesi Yerleşkesinde (Adana) düzenlenecektir. Sempozyum hazırlıklarına ve bildiri özetlerinin kabulüne başlanmıştır. MÜHJEO'2017'nin katılımcılar arasında bilimsel ve teknik anlamda yaygın ve yararlı bir iletişimin ve işbirliğinin sağlandığı, dostlukların pekiştiği bir şölen havasında gerçekleşmesi için üyelerimizin ve konuya ilgi duyan kurum ve kuruluşlar ile özel kuruluşların bildiri sunumuyla, delege olarak ve stant açarak bu sempozyuma katılım, ilgi ve desteklerini bekliyoruz.

Derneğimiz tarafından Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi Ödülleri 2017 yılında da uluslararası makale, doktora tezi, yüksek lisans tezi ve bitirme ödevi/tasarım projesi kategorilerinde verilecektir. Ödül başvurularına ilişkin duyuru Derneğimiz tarafından 2017 yılı başında üniversitelerin ve kamu kuruluşlarının ilgili bölümlerine/birimlerine gönderilecek olup, ayrıca derneğimizin www.muhjeoder.org.tr sitesinden takip edilebilir. Farklı kategorilerde aday gösterilen eserler, her kategori için üçer bağımsız üyeden oluşturulan jüriler tarafından değerlendirilecektir. Jüri raporları doğrultusunda layık görülenlerin ödülleri 12-14 Ekim 2017 tarihleri arasında Adana'da gerçekleştirilecek MÜHJEO-2017'nin açılış töreninde verilecektir.

17 Kasım 2016 tarihinde Siirt'in Şirvan ilçesindeki bakır açık işletmesinde meydana gelen heyelan sonucu yaşamlarını yitiren madenci kardeşlerimize Allah'tan rahmet, yakınlarına, sevenlerine ve milletimize başsağlığı ve bu tür olayların tekrarlanmamasını diliyoruz.

Bir sonraki sayımızda buluşmak üzere, Yeni Yılınızı içtenlikle kutlar, sağlık, esenlik ve başarılar dilerim.

Saygılarımla

Prof. Dr. Reşat Ulusay
Mühendislik Jeolojisi Derneği
Yönetim Kurulu Başkanı

MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ DERNEĞİNDEN HABERLER

Üye sayısı artıyor

Mühendislik Jeolojisi Derneğinin (MühJeoDer) üye sayısı Kasım 2016 itibariyle 127'si asil ve 2'si onursal olmak üzere toplam 129'a ulaştı. Bu üye sayısıyla Türkiye, Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Birliği (IAEG)'ne üye Avrupa ülkeleri arasında 4. sıradaki yerini bu yıl da korumuş oldu. Üyelik başvuruları halen devam ederken, Dernek yönetimi üye olarak katkı veren tüm meslektaşlara teşekkür ediyor.

Yönetim Kurulu Toplantıları

Mühendislik Jeolojisi Derneği Yönetim Kurulu Ocak-Kasım 2016 ayları arasında 4 kez toplandı. Bu toplantılarda derneğin faaliyetleriyle ilgili yapılması gereken çalışmalar görüşülüp ilgili kararlar alındı. Bu toplantılardan birine Yönetim Kurulu yedek üyeleri de davet edilerek toplantı asil ve yedek tüm kurul üyelerinin katılımıyla birlikte yapıldı. 2016 yılındaki son Yönetim Kurulu toplantısı da 18 Kasım 2016'da İstanbul'da İTÜ Maden Fakültesinde yapıldı.

Derneğin 1. Olağanüstü Genel Kurulu Ankara'da Yapıldı

Mühendislik Jeolojisi Derneği 1. Olağanüstü Genel Kurulu 4 Haziran 2016'da Ankara'da yapıldı. Dernek Tüzüğü'nde yapılması gereken bir değişiklik nedeniyle toplanan olağanüstü genel kurulda, gerekli tüzük değişikliği katılımcıların oybirliğiyle yapıldı. Bu değişikliğe göre, Mühendislik Jeolojisi Derneğinin MJD olan kısaltılmış adı "MühJeoDer" olarak değiştirildi ve kısaltılmış dernek adı dernek ambleminden çıkarıldı. Genel Kurulda, Derneğin 3 yıllık faaliyetleri ile mali raporların görülmesinin ardından yeni dönem yönetim ve denetleme kurullarında görev alacak asıl ve yedek üyelerin belirlenmesi için seçim yapıldı.

MühJeoDer'in yeni Yönetim Kurulu ve görev dağılımı şöyle oldu:
Başkan: Prof. Dr. Reşat ULUSAY
Genel Sekreter: Prof. Dr. Mehmet EKMEKÇİ
Sayman: Dr. Ayhan KOÇBAY
Üye: Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL
Üye: Prof. Dr. Atiye TUĞRUL
Üye: Prof. Dr. Mahmut MUTLUTÜRK
Üye: Doç. Dr. Hakan ERSOY

Dernek Denetleme Kurulu da aşağıdaki isimlerden oluştu:

Jeo. Yük. Müh. Mustafa Kemal AKMAN
İnş. Yük. Müh. Sina KİZİROĞLU
Doç. Dr. Ergun TUNCAY

Üyelik aidatları
Derneğin Birinci Olağanüstü Genel Kurulu tarafından alınan kararla önümüzdeki üç yıllık dönemde (2017-2019) yıllık aidat, IAEG üyeliği de dahil ("Bulletin of Engineering Geology and the Environment" dergisi hariç) olmak üzere, 90 TL olarak belirlendi. Söz konusu üyelik aidatı, Derneğin Vakıflar Bankası Ankara Yenişehir Şubesi nezdinde açılmış olan TR740001500158007301559247 IBAN No.lu Türk Lirası hesabına yatırılmaktadır.

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

İletişim
Üyelik başvuruları ve diğer hususlar için:
MühJeoDer Genel Sekreteri Prof. Dr. Mehmet Ekmekçi
Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Hidrojeoloji Müh. Programı,
Beytepe, 06800 - Ankara
E-posta: mekmekci62@gmail.com

Üyelik aidatları ve IAEG Dergisi için:
MühJeoDer Saymanı Dr. Ayhan Koçbay
Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuları Dairesi Başkanlığı, Devlet Mahallesi,
İnönü Bulvarı, No.16
Çankaya, Ankara
E-posta: ayhankocbay@gmail.com

2016 Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi Ödülleri sahiplerini buldu

Mühendislik Jeolojisi Derneği tarafından verilen 2016 yılı "Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi Ödülleri" 4 Haziran 2016'da Ankara'da yapılan Derneğin Olağanüstü Genel Kurulu'ndan önce düzenlenen törenle, geniş bir katılımcı kitlesi önünde sahiplerine verildi. Bitirme Projesi/Çalışması, Yüksek Lisans /Yüksek Mühendislik Tezi, Doktora Tezi ve Uluslararası Makale olmak üzere dört ayrı kategoride aday gösterilen eserler her kategori için üçer bağımsız üyeden oluşturulan dört jüri tarafından değerlendirildi ve kazananlar jürilerin kararıyla belirlendi. Bu yılki ödüllere 15 üniversiteden toplam 29 başvuru yapılırken, bu başvurular ödül kategorilerine göre; Bitirme Projesi/Çalışması için 9, Yüksek Lisans /Yüksek Mühendislik Tezi için 3, Doktora Tezi için 5 ve Uluslararası Makale için 12 başvuru şeklinde oldu.

2016 yılı Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi Ödüllerini kazananlar şu şekilde:

Bitirme Projesi/Çalışması:

Ödül sahipleri: Sabri Cansu Akbay, Mert Çakın, Turan Övünç Buldağ
Çalışmanın konusu ve yapıldığı üniversite: "Teraslama Kazısı Üzerinde İnşa Edilecek Konutlar İçin Yamaç Duraylılığının Araştırılması", Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Danışman: Prof. Dr. Reşat Ulusay

Yüksek Lisans /Yüksek Mühendislik Tezi:

Ödül sahibi: Celal Penbegül
Çalışmanın konusu ve yapıldığı üniversite: "Isparta Ovası Volkanik Zeminlerin Mühendislik Özelliklerinin CBS Ortamında Modellenmesi", S. Demirel Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Danışman: Prof. Dr. Mahmut Mutlutürk

Doktora Tezi:

Ödül sahibi: Dr. Nazlı Tunar Özcan
Çalışmanın konusu ve yapıldığı üniversite: "Kayseri Civarındaki Turba Zeminlerin Jeomekanik Karakteristiklerinin ve Dinamik Davranışlarının Arazi, Laboratuvar ve Sayısal Modelleme Teknikleriyle Araştırılması", Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Danışman: Prof. Dr. Reşat Ulusay

Uluslararası Makale:

Ödül sahipleri: Doç. Dr. Levent Selçuk, Prof. Dr. Kamil Kayabalı
Makalenin başlığı, yayınlandığı dergi, çalışmanın yapıldığı kuruluş: "Evaluation of the unconfined compressive strength of rocks using nail guns", 100. Yıl Üniversitesi ve Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümleri

2016 Yılı Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi Ödülleri töreninden görüntüler

MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ DERNEĞİNDEN HABERLER

IAEG'ye üye Avrupa ülkelerinin temsilcileri Sofya'da toplandı

Avrupa Araştırma Konseyi (ERC) tarafından verilen araştırma projesi desteklerinde "Mühendislik Jeolojisi", "Hidrojeoloji" , "Jeomorfoloji" ve "Doğal Afet Bilimleri" gibi konuların yer almıyor olmasının bu alanlarla ilgili destek taleplerinde sorun yaratmaması için IAEG tarafından ERC nezdinde girişimde bulunulmasının önemli olacağını düşünen IAEG Yönetim Kurulu, IAEG Başkanı Prof. Dr. Scott Burns'un başkanlığında ve IAEG'ye üye Avrupa ülkelerinin temsilcilerinin katılımıyla bir toplantı düzenlendi. 19 Haziran 2016 tarihinde Bulgaristan'ın Sofya kentinde yapılan toplantıya IAEG Başkanı'nın yanı sıra, Kuzey ve Güney Avrupa'dan sorumlu IAEG Başkan Yardımcıları (Prof. Rafiq Azzam ve Prof. Giorgio Lollino) ve IAEG Yönetim Kurulu üyesi Prof. Carlos Delgado ile Birliğe üye bazı Avrupa ülkeleri (İtalya, Almanya, İngiltere, Türkiye, Rusya, İspanya, Bulgaristan, Romanya, Yunanistan ve Sırbistan) ile İran ve IAEG'ye yeni üye olan Cezayir'in temsilcileri katıldılar. Mühendislik Jeolojisi Derneği adına Yönetim Kurulu Başkanı Prof. Dr. Reşat Ulusay'ın katıldığı toplantıda yukarıda belirtilen dallara ilişkin konuların ERC proje desteklerinde yer almasının talep edildiği bir yazının ERC'ye gönderilmesi ve IAEG'nin bu talebin takipçisi olması kararlaştırılırken IAEG ile ilgili diğer hususlarda da katılımcılar arasında bilgi ve görüş alışverişinde bulunuldu.

IAEG üyesi bazı Avrupa ülkelerinin temsilcilerinin Sofya'daki toplantısı

Yitirdiklerimiz

Vefatına kadar Mühendislik Jeolojisi alanında kamu ve özel sektörde hizmet etmiş saygın meslektaşımız ve Derneğimiz üyesi Jeoloji Yük. Müh. Kaler Sümerman'ı 23 Ocak 2016 günü yitirdik.

1937 yılında doğan Kaler Sümerman İstanbul Üniversitesi'nden mezun olduktan sonra bir süre İstanbul Teknik Üniversitesi'nde asistanlık yaptı. Üniversiteden ayrılarak önce İstanbul Sular İdaresi'nde sonrasında da EİE İdaresi'nde uzunca bir süre görev yaptı. Ankara Üniversitesi'nde yarı-zamanlı olarak mühendislik jeolojisi dersleri de veren Kaler SÜMERMAN, EİE İdaresi`nden ayrılarak serbest jeoloji mühendisi olarak çalışmalarına vefatına kadar devam etti. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası kurucu üyelerinden olan Kaler Sümerman'ı rahmetle anıyoruz.

Prof. Dr. Ömer Aydan'ın Konferansı

Mühendislik Jeolojisi Derneği üyesi ve Ryukyus Üniversitesi İnşaat Mühendisliği ve Mimarlık Bölümü (Okinawa, Japonya) öğretim üyesi Prof. Dr. Ömer Aydan, Türkiye'yi ziyareti sırasında Derneğin davetiyle 18 Mayıs 2016'da Ankara'da Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde "Kumamoto Depremleri (Nisan 14-16, 2016) ile İlgili Gözlemler ve Çıkarılması Gereken Bazı Önemli Dersler" konulu bir konferans verdi.

2016 Yılı Kemal Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi Konferansı

Prof. Dr. Erdoğan Yüzer'in yaptığı açılış konuşmasından bir görüntü

Prof. Dr. Kemal Erguvanlı'yı geleneksel anma günü vesilesiyle, her yıl Kasım ayında İTÜ Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Jeolojisi ve Kaya Mekaniği Grubu ile Mühendislik Jeolojisi Derneğinin iş birliğinde "Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi Konferanslar Dizisi" düzenlenmektedir. Bu çerçevede düzenlenen konferans dizisi, bu yılda 18 Kasım 2016 tarihinde, İTÜ Maden Fakültesi Erguvanlı Salonunda gerçekleştirildi. Onursal üyemiz Prof. Dr. Erdoğan Yüzer'in açılış konuşması ile başlayan Konferans'ta Yüzer hoca, 2016 yılı Hans Cloos ödülünü kazanan Prof. Dr. Reşat Ulusay ve 2002 yılında Richard Wolters ödülünü alan Prof. Dr. Atiye Tuğrul için kutlamalarını vurguladı. Bu yılki konferans, Mühendislik Jeolojisi Derneği Yönetim Kurulu üyesi ve İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Remzi Karagüzel tarafından "Yeraltısuyu Çekimine Bağlı Olarak Oluşan Yüzey Çökmeleri" konusunda verildi. Prof. Dr. Remzi Karagüzel konferansta; Havzalarda zorunlu YAS seviye düşürülmesine bağlı olarak oturma ve çökme (obruk) şeklinde yüzey deplasmanlarının meydana geldiğini, Dünyada ve Ülkemizde karst ile ilişkili ovaların özellikle kenarlarında, yeraltısuyu çekimine bağlı seviye düşümleri sonucunda oluşmuş sayısız obruğun kayda geçirildiğini, obruk oluşumunun, birinci derecede, karst yapısı içeren karbonatlı kayaçların varlığı ve bu tür kayaçları örten gevşek ve zayıf örtü malzemesinin olup olmamasına bağlı olduğunu vurguladı. Ayrıca bu tür düşey hareketlerin oluşumunda, örtü tabakasını yüzdüren desteğinin ortadan kaldırılması ve/veya azaltılması, efektif gerilmenin ve yeraltısuyunun hareket hızının arttırılması (İç erozyon), konsolide olmamış örtü altındaki su seviyesi salınımı ve yeraltısuyunun geriye yapay/doğal beslenmesinin etkili olduğunu belirtti.

Prof. Dr. Remzi Karagüzel tarafından verilen 2016 yılı Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi konferansından bir görüntü

MühJeoDer Web Sayfası yeniden tasarlanıyor

Sürekli güncellenen ve haber, gelişme ve duyuruların eksiksiz olarak yüklendiği MühJeoDer web sayfasının, Yönetim Kurulu'nun yaptığı planlama ve piyasa araştırması çerçevesinde hem daha zenginleştirilmesine, hem de farklı bir web firmasından hizmet alınarak yeniden tasarımlanmasına karar verildi ve bununla ilgili çalışmalara başlandı.

Bu konudaki gelişmeler yakında üyelere duyurulacak.

Prof. Dr. Recep Kılıç'a Teşekkür Plaketi verildi

Mühendislik Jeolojisi Derneği'nin Kurucu Yönetim Kurulu üyelerinden olan Prof. Dr. Recep Kılıç'a 2013-2016 döneminde Yönetim Kurulu Üyesi olarak Derneğe vermiş olduğu hizmetlerinden dolayı 18 Kasım 2016'da İTÜ Maden Fakültesi'nde düzenlenen Erguvanlı Konferansı öncesinde gerçekleştirilen bir seremonide Dernek Başkanı Prof. Dr. Reşat Ulusay tarafından Teşekkür Plaketi verilmiştir.

MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ DERNEĞİNDEN HABERLER

Mühendislik Jeolojisi Derneği IAEG'nin 2016 Yılı Genel Kuruluna katıldı

Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Birliği (IAEG)'nin 2016 yılı Genel Kurulu 35. Dünya Jeoloji Kongresi sırasında Güney Afrika Cumhuriyeti'nin Cape Town kentinde 28 Ağustos 2016'da yapıldı. Mühendislik Jeolojisi Derneği, IAEG Genel Kurulu'nda Yönetim Kurulu Üyesi Prof. Dr. Atiye Tuğrul tarafından temsil edildi. Aynı toplantıya Agrega Komisyonunu temsil etmek üzere Komisyon Sekreteri Yrd. Doç. Dr. Murat Yılmaz'da katıldı.

Cape Town'daki IAEG Konsey toplantısından bir görünüm.

Genel Kurulda IAEG Başkanı Scott Burns, IAEG'nin 2015-2016 dönemi faaliyetleri hakkında, Genel Sekreter Faquan Wu ise IAEG üyelikleri hakkında birer sunum yaptılar. Verilen bilgilere göre, IAEG'nin mevcut üye sayısı 3887'ye ulaşmış bulunuyor. Üyelik bilgilerinin ardından, IAEG Bülteni baş editörü Martin Culshaw, bülten hakkında bilgi vererek, Bültenin etki değerinin 1.252'ye ulaştığını bildirdi. IAEG Başkan yardımcıları sorumlu oldukları bölgelerde yapılan faaliyetler hakkında, IAEG'nin web sayfası sorumlularından Daniele Giordan da yenilenen IAEG web sayfası hakkında sunumlar yaptılar. IAEG Başkan Yardımcılarından Mark Eggers de IAEG'nin gelecekteki stratejisi, vizyonu ve misyonu hakkında katılımcıları bilgilendirdi. Sunum sırasında yapılan öneriler Genel Kurul tarafından oylanarak kabul edildi.

IAEG Agrega Komisyon Başkanı Prof. Dr. Atiye Tuğrul'un komisyon ile ilgili konseyde yaptığı sunum.

Toplantının öğleden sonraki oturumunda ise, IAEG Komisyon Başkanları komisyon ve komisyon faaliyetleri ile ilgili bilgi sunumları yaparken, ülkemizden Prof. Dr. Atiye Tuğrul da IAEG'nin aktif komisyonlarından biri olan Agrega Komisyonu hakkında Komisyon Başkanı olarak bir bilgilendirme sunumu yaptı. Ayrıca, kongre sırasında agregalar üzerine özel bir oturum Agrega Komisyonu tarafından organize edildi ve, toplantı sonrası Cape Town kumtaşı agrega ocağına teknik gezi düzenlenmiştir.

Komisyonlar ile ilgili sunumların ardından, IAEG Saymanı Jean-Alain Fleurisson, IAEG'nin 2015 yılı finansal durumu ile ilgili bilgileri katılımcılarla paylaştı ve 2016-2018 dönemi tahmini bütçesini sundu. Toplantının son bölümünde IAEG sponsorluğunda organize edilecek sempozyumlar/kongreler ile ilgili sunumlar yapıldı ve 2017 IAEG Yönetim Kurulu ve Konsey toplantılarının 28-30 Kasım 2017 tarihlerinde Nepal, Katmandu'da düzenlenecek olan "11th Asian Regional Conference" süresince yapılması kararlaştırıldı.

2016 IAEG "Hans Cloos Medal" Ödülü

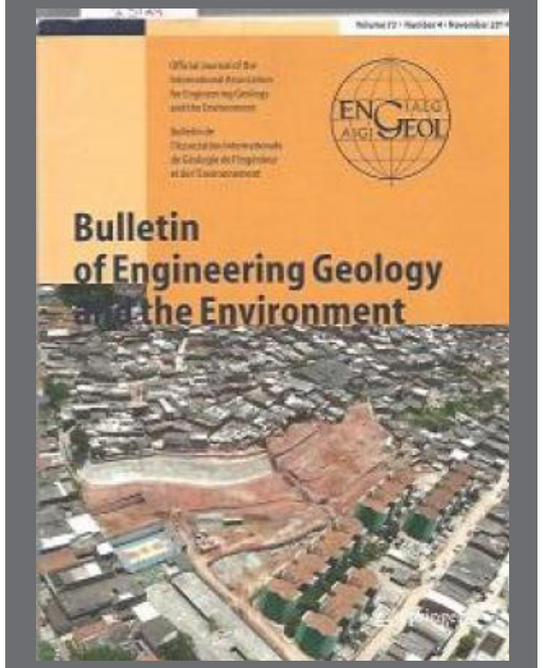
Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Birliği IAEG'nin en prestijli ve en üst düzey ödülü olarak bilinen ve "Jeomekanik" biliminin kurucusu olarak sayılan Hans Cloos adına verilen HANS CLOOS Madalyası'na, Çin Halk Cumhuriyeti, Avustralya ve Türkiye'den gösterilen üç aday arasından, MühJeoDer Başkanı Prof. Dr. Reşat ULUSAY seçilerek 2016 HANS CLOOS MADALYASI'na layık görüldü. (http://www.iaeg.info/highlight/iaeg-awards/).

Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Birliği IAEG tarafından 1977 yılından bu yana iki yılda bir verilen HANS CLOOS Madalyası bugüne kadar 19 kez ABD, Kanada ve Avrupa ülkeleri adaylarına verilirken, 2008 yılında Çin adayı dışında 2016'da ilk kez Türkiye'den bir adaya verildi.

Ödül, Prof. Dr. Reşat Ulusay'a 2017 yılında Katmandu (Nepal)'da yapılacak olan 2017 IAEG Sempozyumunun (11th Asian Regional Conference of IAEG - Engineering Geology for GeoDisaster Management) açılış oturumunda sunacağı konferans öncesinde düzenlenecek bir törenle verilecek.

Mühendislik Jeolojisi Derneği, Prof. Dr. Reşat Ulusay'ın ödüle layık görülmesi ile ilgili yayınladığı mesajında hem Mühendislik Jeolojisi Derneği hem de ülkemiz için onur ve gurur kaynağı olan, Mühendislik Jeolojisi alanındaki "olağanüstü katkıları", uluslararası bilim topluluğunda tanınırlılığı ve örnek davranışları nedeniyle verilen bu ödülü her açıdan hak eden değerli akademisyen, MühJeoDer Başkanı Prof. Dr. Reşat ULUSAY'ı kutlayarak, "bu onuru bize yaşatırken, çalışkanlığı ve üretkenliğinin yanı sıra "araçları amaç edinmekten uzak" bakış açısı ve mütevazi kişiliği ile de özellikle genç meslektaşlarımıza örnek olmaya daha uzun yıllar devam etmesini dileriz" ifadelerini kullandı.

Ödüle ilişkin ayrıntılı bilgiler http://www.iaeg.info/about-iaeg/haward-and-prizes/hans-cloos-medal/ bağlantısından elde edilebilir.



"Bulletin of Engineering Geology and the Environment" dergisinde Türk araştırmacıların 2016'da yayımlanmış makaleleri

IAEG'nin Springer Yayınevi tarafından basılan bilimsel yayın organı olan "Bulletin of Engineering Geology and the Environment" adlı dergiye makale gönderilmesi konusunda ülkemizden yapılan katkılar 2016 yılında da dikkat çekici şekilde devam etti. Derginin 2016 yılında basılmış olan Şubat Mayıs ve Ağustos sayılarında Türkiye'den 9'unun yazarları Derneğimiz üyesi olan toplam 18 adet bilimsel makale yayımlandı. Ayrıca Türkiye'den 5'inin yazarları Dernek üyesi olan, toplam 9 makale daha Ağustos-Ekim 2016 arasında yayına kabul edildi ve adı geçen derginin gelecek sayılarında yayınlanacak.

MÜHJEO'2017: Ulusal Mühendislik Jeolojisi-Jeoteknik Sempozyumunun hazırlıklarına başlandı

Mühendislik Jeolojisi Derneği tarafından periyodik olarak iki yılda bir düzenlenmesi öngörülen ve ilki 2015'te Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ile birlikte Trabzon'da gerçekleştirilen Ulusal Mühendislik Jeolojisi Sempozyumu 2017'de Adana'da düzenleniyor.

Çukurova ve Mersin Üniversiteleri Jeoloji Mühendisliği Bölümlerinin MÜHJEO'2017'nin düzenlenmesini üstlenmek üzere MühJeoDer'e yaptıkları başvuru Dernek Yönetim Kurulu tarafından uygun bulundu ve sempozyum hazırlıklarına başlandı. MÜHJEO'2017 Çukurova Üniversitesi'nin ev sahipliğinde Mersin Üniversitesi ve MühJeoDer'nin katılımıyla ve TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası'nın da desteğiyle 12-14 Ekim 2017 tarihleri arasında Adana'da düzenlenecek.

Sempozyumun organizasyonuyla ilgili taraflar arasındaki ilk toplantı 29 Ocak 2016'da Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde yapıldı. Toplantıya MühJeoDer'ni temsilen Yönetim Kurulu Başkanı Prof. Dr. Reşat Ulusay ve Dernek Genel Sekreteri Prof. Dr. Mehmet Ekmekçi, Çukurova Üniversitesi'ni temsilen Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. Ulvi Can Ünlügenç ve Bölüm Başkan Yardımcısın Doç. Dr. Tolga Çan, Mersin Üniversitesi'ni temsilen de Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. Kemal Taslı ile Prof. Dr. Cüneyt Güler ve Yard. Doç. Dr. Hidayet Tağa katıldılar. Toplantıda çeşitli kararlar alınırken, sempozyumun yapılacağı yer olarak Mithat Özsan amfileri belirlendi ve taraflar arasında hazırlanan protokol görüşülerek imzalandı. MÜHJEO'2017 Sempozyumu'na ilişkin ilk duyuru hazırlanarak Nisan 2016'da Ankara'da düzenlenen 69. Türkiye Jeoloji Kurultayı'nda katılımcılara dağıtıldı. Ayrıca sempozyumun web sayfası (http://www.muhjeoder.org.tr/sempzoyum) hazırlandı, bildiri özetlerinin kabulüne başlandı. İlk iki gününde bilimsel-teknik bildirilerin sunulup tartışılacağı sempozyumun 3. gününde Adana-Mersin civarında teknik-kültürel içerikli bir gezi düzenlenecek.

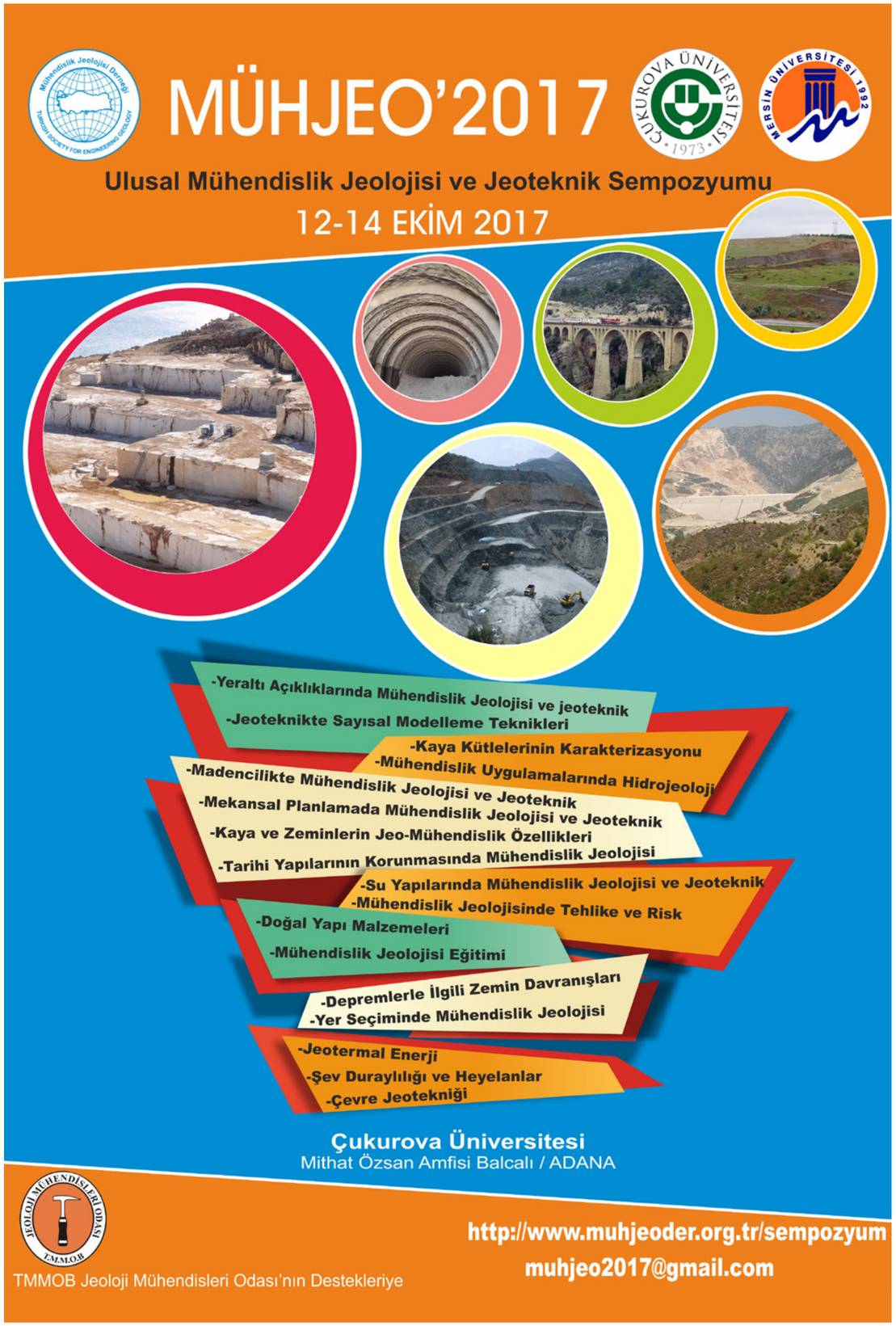
Sempozyum Düzenleme Kurulunun MÜHJEO'2017 için yayınladığı çağrı şöyle:

Mühendislik Jeolojisi Derneği (MühJeoDer)'nin kuruluş amaçları arasında yer alan "Türkiye'de mühendislik jeolojisi konusunda gereksinim duyulan bilimsel iletişimi etkin bir biçimde sağlamak amacıyla ulusal ve uluslararası düzeyde bilimsel toplantılar (kongre, sempozyum, konferans, çalıştay vb.) düzenlemek veya düzenlenmesine destek olmak" maddesi kapsamında her iki yılda bir düzenlenmesi öngörülen Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumlarının ikincisi Çukurova ve Mersin Üniversiteleri ile Mühendislik Jeolojisi Derneği'nin ortaklaşa katkılarıyla 12-14 Ekim 2017 tarihleri arasında Çukurova Üniversitesi Yerleşkesinde (Adana) düzenlenecektir.

Sempozyumun amacı; mühendislik Jeolojisi- jeoteknik (hidrojeoloji ve jeotermal enerji de dahil olmak üzere) alanında yapılan araştırmaların sunulması ve tartışılması, teknik ve bilimsel gelişmelerin uygulamalı jeoloji camiası mensupları arasında paylaşılması, bu alanda çalışan araştırmacıları, mühendisleri, firma temsilcilerini, yönetici çevrelerini ve öğrencileri aynı platformda buluşturarak bilimsel ve teknik anlamda daha yaygın ve yararlı bir iletişimin ve işbirliğinin sağlanmasıdır. Sempozyum; araştırmacıları, mühendisleri, yöneticileri ve akademisyenleri bir araya getirirken, aynı zamanda tüm katılımcılar için gelecekteki eğilimleri ve fırsatları da sunacaktır. Sizleri sempozyumda birlikte olmaya davet ediyoruz.

SEMPOZYUM DÜZENLEME KURULU

MÜHJEO'2107 Sempozyumu'nun düzenlenmesiyle ilgili Çukurova Üniversitesi'nde toplantı



2016 ISRM Genel Kurulu

EUROCK2016 Kapadokya'da gerçekleştirildi

Prof. Dr. Resat Ulusay
Sempozyum Başkanı

Türk Ulusal Kaya Mekaniği Derneği (TUKMD) tarafından düzenlenen 2016 Avrupa Kaya Mekaniği Sempozyumu - EUROCK2016 29-31 Ağustos 2016 tarihleri arasında Kapadokya Ürgüp'te Perissia Hotel ve Kongre Merkezi'nde gerçekleştirildi. 50 ülkeden 250'nin üzerindeki katılımcının yaklaşık üçte biri lisansüstü öğrencilerinden oluştu.

Sempozyum öncesinde 27-28 Ağustos 2016 tarihlerinde ISRM (Uluslararası Kaya Mekaniği Birliği) Yönetim Kurulu ve ISRM Genel Kurul toplantılarının yanı sıra, ISRM Komisyonları ve iki kısa kurs da düzenlendi. "Mekanik Kazılarda Başarılı Olunması İçin Anahtar Hususlar" başlıklı kısa kurs Prof. Dr. Nuh Bilgin tarafından verilirken, " Eklemli Ortamlardaki Kazılar İçin Görgül Yöntemler, Kaya Mekaniği ve Yapısal Jeoloji Modelleri" başlıklı kısa kurs ise Dr. Nick Barton ve Prof. John Cosgrove tarafından sunuldu. Ayrıca 30 Ağustos 2016'da "ISRM Eurocode7 Komisyonu" tarafından bir yuvarlak masa toplantısı ve ISRM'in Avrupa'dan Sorumlu Başkan Yardımcısının başkanlığında ISRM'ye üye Avrupa ülkeleri temsilcileri toplantısı da yapıldı.

EUROCK2016 Açılış Oturumu

EUROK2016 katılımcıları (Perissia Kongre Merkezi bahçesi)

Sempozyumun açılışında, gerçekleştirilen Sema gösterisinin ardından, Sempozyum Başkanı Prof. Dr. Reşat Ulusay açılış konuşmasını yaptı. Ulusay'ın ardından TUKMD Başkanı Doç. Dr. H. Aydın Bilgin, ISRM'nin Avrupa'dan Sorumlu Başkan Yardımcısı Prof. Dr. Charlie Chunlin Li ve ISRM Başkanı Dr. Eda F. de Quadros da kürsüye gelerek birer konuşma yaptılar. Bu konuşmaları ISRM'nin çalışmalarına ilişkin hususlar konusunda ISRM Genel Sekreteri Dr. Luis Lamas'ın yaptığı kısa sunum izlemiştir. Açılış oturumunun tamamlanmasıyla teknik oturumlara geçildi.

7 çağrılı sunum, 35 oturum, teknik sergi

Sempozyum teknik programı 7 çağrılı konuşma ve 5 salonda paralel olarak gerçekleştirilen toplam 35 oturumdan oluştu. Katılımcılar, Prof. Dr. Yossef Hatzor, Prof. Dr. Giovanni Barla, Dr. Nick Barton, Prof. Dr. Sergio A.B. de Fontoura, Prof. Dr. Şevket Durucan, Prof. Dr. Nuh Bilgin ve Dr. Philippe Vaskou gibi uluslararası düzeyde tanınmış uzmanların yaptıkları çağrılı sunumları ilgiyle izlediler. Ayrıca "2016 ISRM Rocha Medal Ödülü"nü kazanan Dr. Chia Weng Boon "Ayrık Elemanlar Yönteminin İşaret Ettiği Eklemli Kaya Kütlelerinin Gizemleri" başlıklı sunumunu yaparken, "Mikromekanik Kaya Modelleri" başlıklı "2016 ISRM Franklin Sunumu" ise Prof. Dr. Heinz Konietzky tarafından gerçekleştirildi.

İki ciltten oluşan ve tüm çağrılı konuşmaların, iki ödülle ilgili sunumun ve sempozyuma kabul edilen 204 (174'ü sözlü, 30'u poster sunum) bildirinin tam metinlerini içeren Sempozyum Bilidirler Kitabı, CRC Press (Taylor & Francis) Kitabevi tarafından basıldı. Tüm bildiriler ayrıca dijital ortama aktarılarak katılımcılara verildi. Bildiriler kitabı SCPOUS veri tabanında da yer alacak.

Sempozyum sırasında 20 firmanın katılımıyla oluşan bir teknik sergi de katılımcıların ziyaretine açıldı. Üç günlük sergi süresince katılımcılar ile firmaların temsilcileri bilgi alışverişinde bulundular ve kaya mühendisliği alanındaki güncel teknolojiler hakkında tartışma olanağı yakaladılar.

EUROCK2016 Açılış Oturumu'nda Sema gösterisi

EUROCK2016'nın Açılış Oturumu

Sempozyum kapsamında sosyal etkinlik olarak, 29 ve 30 Ağustos 2016'da Ürgüp ilçesinin doyumsuz manzarasında Perissia Hotel'in havuz başında "Hoş Geldiniz Kokteyli" ve "Sempozyum Gala Yemeği" düzenlendi. Gala Yemeği, önümüzdeki yıllarda değişik ülkelerde düzenlenecek olan ISRM Kongre ve Sempozyumlarının tanıtımlarına ilişkin sunumlarla açıldı.

Bunun ardından EUROCK2016'da sponsorluk üstlenen firmaların temsilcilerine sertifikaları takdim edildi. Tüm katılımcılar Gala Yemeği sırasında özellikle oryantal sanatçının ve hafif müzik orkestrasının sergiledikleri başarılı performansları ilgiyle takip ettiler. Üç günlük sempozyum sırasında özellikle katılımcılara eşlik edenler için yarım günlük Kapadokya ve balon turları da düzenlendi.

31 Ağustos 2016 öğleden sonra düzenlenen Kapanış Oturumu'nda Sempozyum Başkanı, TUKMD Başkanı, ISRM'nin Avrupa'dan Sorumlu Başkan Yardımcısı ve ISRM Başkanı tarafından yapılan kısa konuşmalarla Sempozyum tamamlandı. Kapanış Oturumu'nda ayrıca "Mode I fracture toughness of rock under confining pressure" başlıklı bildirieriyle "EUROCK2016 En İyi Bildiri Ödülü"nü kazanan Alman yazarlara ödülleri verildi.

Sempozyum sonrasında 1-2 Eylül 2016'da Kapadokya Bölgesinde 2 günlük teknik, tarihi ve turistik bir gezi düzenlendi. Sempozyum fotoğraflarına ve Kapadokya Turu için hazırlanmış rehber kitapçığa sempozyumun aşağıda verilen web sayfasından ulaşılabilir. http://eurock2016.org/eurock-2016-photos/

EUROCK2016 Hoş geldiniz Kokteyli

EUROCK2016 Sempozyumu Gala Yemeği

MATEL

MATEL HAMMADDE SANAYİ ve TİCARET A.Ş.

ÇEVRE ve İŞ GÜVENLİĞİ BİLİNCİ İLE
SÜRDÜRÜLEBİLİR MADENCİLİK

Esentepe Mahallesi Kasap Sokak No:15/1 34394
Şişli / İSTANBUL

www.matel.com.tr

Beton kanseri:

Alkali agrega reaksiyonu

Doç. Dr. Adil Binal
Hacettepe Ünversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06800 Beytepe, Ankara (adil@hacettepe.edu.tr)

Giriş

1940 yılında Stanton tarafından rapor edilen ve mühendislik yapılarında büyük problemler yaratan çimento-reaktif agrega etkileşimi problemine halen tam olarak pratik ve ekonomik bir çözüm bulunamamıştır.

Genelde beton üretiminde alkali agrega reaksiyonun meydana gelmemesi için silis içermeyen kireçtaşı agregalarından faydalanılmaktadır.

Ancak kireçtaşı ocaklarının az bulunduğu veya inşa sahasına çok uzak olduğu bölgelerde alternatif agrega türleri araştırılmaktadır. Ülkemizde ise, son yıllarda enerjiye duyulan ihtiyaçtan dolayı özellikle Doğu Karadeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde baraj yapımları hızlanmış ve doğal malzemeye duyulan ihtiyaç büyük oranda artmıştır.

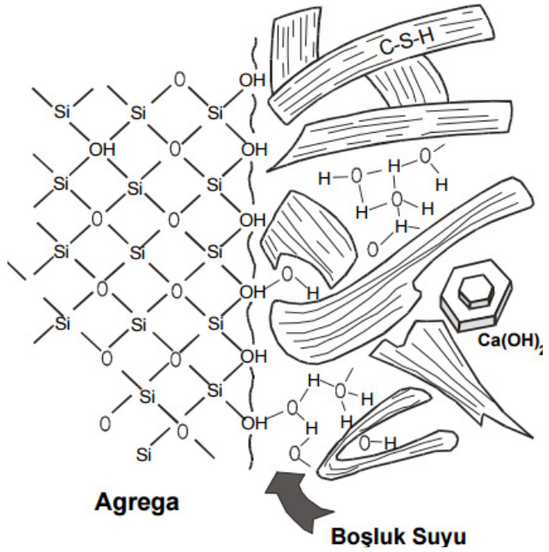
Son yıllarda, inşa edilen barajlarda, toprak veya kaya dolgu malzemesi yerine beton barajlar veya ön yüzü betonla kaplı barajlar yapılmaya başlanmıştır. Betonda alkali-agrega reaksiyonu nedeniyle gelişen hasar (çatlak), agrega tanelerindeki reaktif bileşenlerle çimento hidratasyonu sonucu ortaya çıkan alkali hidroksitler arasındaki kimyasal reaksiyonların bir sonucudur.

Alkali agrega reaksiyonun bilinen iki oluşum şekli vardır:

1. Alkali-Karbonat reaksiyonu (AKR)
2. Alkali-Silis reaksiyonudur (ASR).

Bu iki reaksiyon oluşumunun her bir sınıfında farklı tiplerde reaksiyonlar meydana gelebilir. Ancak bu reaksiyonların tümünde olumsuz etki meydana çıkmayabilir (Swamy, 1992). Karbonat reaksiyonları; kalsitik kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı veya kalsit, kil içeren ince taneli dolomitik kireçtaşı agregalarında oluşur.

Bu iki tip reaksiyonun en yaygın olanı alkali-silis reaksiyonu (ASR)'dur. ASR, beton gözenek suyunda bulunan hidroksil (OH-) iyonları ile beton agregası bünyesindeki bazı reaktif silis içeren malzemeler arasında oluşan kapalı bir reaksiyondur (Eşitlik 1) (Şekil 1).



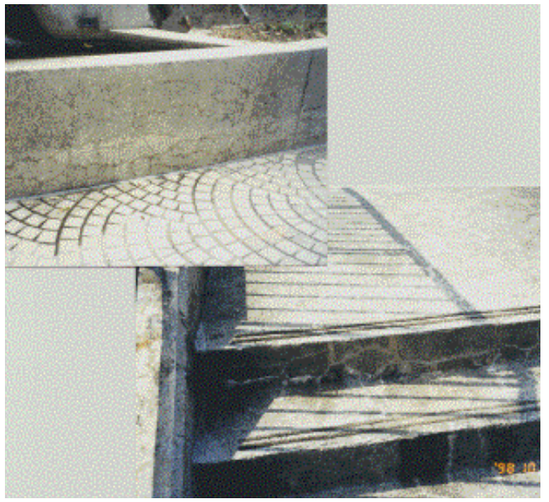
Şekil 1. Alkali silis reaksiyonunun şematik gösterimi (1.Aşama) C-S-H: Çimento, OH: Beton boşluk suyunda bulunan OH- iyonları, Si-O: Reaktif agrega, Ca(OH)2: Çimento hidratasyonu sonucu artan kireç (Glasser, 1992).

(1) $SiO2 + 2NaOH + H2O = Na\ 2SiO3\ .\ 2H2O$
Silis *Alkali* *Su* *Alkali-Silis Jel*

Reaksiyon sonucu, bünyesinde yüksek oranda su tutabilen bir jelin oluşumu nedeniyle genleşmenin neden olduğu basınç sonucunda betonda çatlaklar oluşur. Bazı durumlarda betondaki şişme (genleşme) hacimce % 2-3 mertebesine kadar ulaşır. ASR de, diğer alkali-agrega reaksiyonları gibi, birçok faktörün etkisi altındadır ve tipik olarak ASR diğer reaksiyonlar gibi yavaş ilerleyen bir reaksiyon olduğu için, genleşme nedeniyle betonun içyapısında oluşan hasar (çatlak) birkaç yıl sonra görünür hale gelir.

Beton bünyesinde oluşan ve genleşmeye neden olan bir reaksiyon olması nedeniyle, ASR'nin görünür dış belirtisi harita şekilli çatlaklardır (Şekil 2).

Uzun seneler sonra betonlarda ortaya çıkması, betonun iç kısmında gelişmesi ve reaksiyon tamamen geliştikten sonra beton yüzeyinde kendini harita şekilli çatlaklarla belli etmesi nedeniyle ASR, İngiltere'de araştırmacılar tarafından beton kanseri olarak tanımlanmıştır (Swamy, 1992).



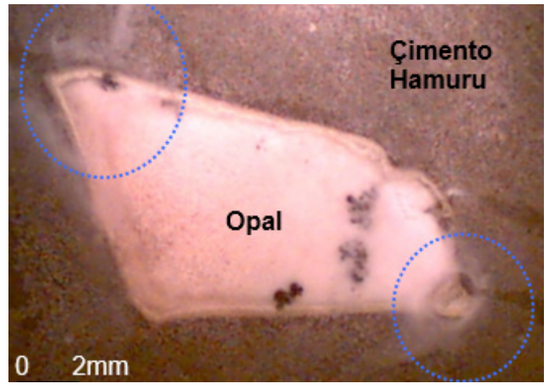
Şekil 2. Hong Kong şehrinde beton kaplama duvarlarda alkali - silis reaksiyonu sonucu gelişmiş harita şekilli çatlaklar (Wen, 1998).

Genelde betonda çekme birim deformasyon kapasitesi 150-200x10-6 düzeyindedir. Bu değer nadiren 500x10-6 düzeyine kadar çıkabilir (FHWA-RD, 2016). Demir donatısız kütle betonlarında veya kaplama betonlarında, reaksiyon sonucu meydana gelen genleşmenin çekme dayanımını aşması sonucu betonda çatlak meydana gelir. Sabit ve hareketli yüklemelere maruz kalan betonlarda daha farklı mekanizma geçerlidir. Bu tür betonlar proje yükleri nedeniyle gözle görülmeyecek düzeyde zararsız çatlak potansiyeline sahiptirler. Ancak daha ileri yükleme durumunda birim deformasyonun %0.05 - %0.10 düzeyine kadar çıkmasıyla çatlaklar zararlı bir düzeye ulaşırlar ve betonun uzun süreli davranışında olumsuz bir etkiye neden olurlar (Şekil 3).

Şekil 3. Avusturalya'da bir köprü ayağında ASR etkisi sonucu gelişen çatlaklar (Wen, 1998)

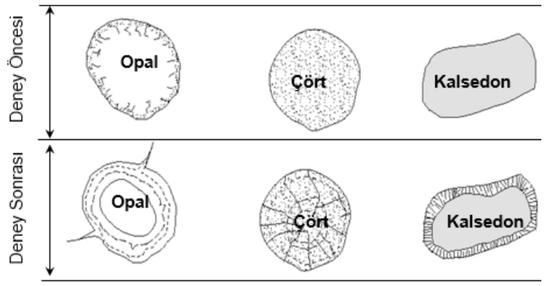
Silisli bileşenlerin yapısı ve dokusu genellikle amorf, kriptokristalli, mikrokristalli ve kristalli olarak tanımlanır. Silis mineralleri büyük oranda normal hava sıcaklığında kararlı olmayan polimorfik oluşumlara sahiptir. Bileşiminde silis bulunan ve en yaygın olan mineraller kuvars, tridimit, kristobalit, opal ve kalsedon gruplarıdır (Ineson,1990).

Değişik silis minerallerinin reaktiviteleri kristal yapıdaki silis miktarına bağlıdır. Opal, düzensiz kristal yapısına sahiptir ve en yüksek reaktiviteye sahip silis içerir (Şekil 4). Diğer taraftan, doğal halde (dengede-gerilmesiz) bulunan kuvars, çok düzenli bir kristal yapısına sahiptir ve normal olarak reaktif değildir. Camlar, mikrokristalli ve kriptokristalli kuvarslar, deforme olmuş kuvarslar, kalsedon, tridimit, kristobalit gibi diğer silis oluşumları orta derecede reaktivite gösterirler.



Şekil 4. Opal agregası çevresinde gelişen alkali silis jel (Jel çıkışı mavi çember içine alınmıştır) (Binal, 2002)

Opal yumrusu agregaları çevresinde, haleler şeklinde başlayan alkali silis jel gelişimi saptanmıştır. Çörtün yapısına bağlı olarak alkali silis jel gelişiminin dıştan içe doğru kılcal çatlaklar boyunca ve aynı zamanda opalde olduğu gibi birbirine konsantrik haleler şeklinde meydana geldiği belirlenmiştir. Kalsedon yumrusunda ise, agreganın lifsi kriptokristalin kuvarstan oluşmasına bağlı olarak agrega merkezli ışınsal lif alkali silis jel gelişimleri gözlemlenmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Farklı agrega türlerinde meydana gelen göre alkali silis jel gelişimi (Binal,2002)

X-ışınları kırınım (XRD) analizi, elektron mikroskopu ve diğer cihazların kullanımıyla desteklenen petrografik incelemeler ve ince kesit çalışmaları, agrega minerallerinin belirlenmesinde yeterli bilgi sağlayabilir. Agreganın, gözenekliliği, tane boyu dağılımı, beton içinde reaktif parçacık miktarı ve çevre koşulları, alkali-agrega reaksiyonu sonucu ortaya çıkan genleşmeler üzerinde önemli etkiye sahip faktörlerdir (Swamy,1992).

ASR'nin belirgin ve görünür etkisi, harici çatlak oluşumudur. Ancak betonun bazı fiziksel ve mikro yapısal özelliklerinin de ASR'den etkilendiği petrografik incelemelerle ortaya konmuştur. Bu etkiler; agrega taneleri yüzeyince reaksiyon bölgeleri oluşumu, reaksiyon ürünleri ile doldurulmuş boşluklar, agrega tanelerinde çatlaklar ve agrega ile çimento hamuru arasındaki bağ kaybı şeklinde ortaya çıkar. Bazı özel durumlarda, jel, hafif lekeler, patlamalar (pop-up) şeklinde ve çatlaklardan dışarı sıvı akışı ve beton yüzeyinde sızma şeklinde görülebilir ve jel bu durumda kireç ile reaksiyona girerek beyaz ve opak renkli olarak beton yüzeyinde belirginleşir (Şekil 6). Diğer taraftan, bazen dışarıya jel çıkışının olmadığı durumlara da rastlanabilir. Bu nedenle beton yüzeyinde herhangi bir belirtinin olmaması, ASR nedeniyle çatlak meydana gelme ihtimalini ortadan kaldırmaz (Tordoff,1990).

Şekil 6. Köprülerde görülen ASR etkisi (ABD) (Stark,1991)

Alkali Silis Reaksiyonunu Etkileyen Faktörler

ASR'nin meydana gelmesi ve hasara neden olması için aşağıdaki koşulların sağlanması gerekir:

- Betonda yeterli alkali (%0.6 fazla alkali içerik)
- Agregada zararlı etkiye neden olacak miktarda reaktif silis
- Yeterli nem

Yeterli miktarda nem bulunmasının önemi, kimyasal reaksiyon sırasında ortaya çıkan alkali-silis jelin bünyesine su emme kabiliyeti ile genleşme basıncı oluşturması ve böylece çekme gerilmesine neden olmasıdır. Bundan dolayı ASR nedeniyle önemli ölçüde hasar, ıslak muhafaza koşullarında ve gerçek uygulamada nemli çevre koşullarında meydana gelir. Diğer taraftan kütle betonunda, nem kaybının az olması nedeniyle, bünyede, zararlı oranda genleşmeye neden olabilecek düzeyde nem bulunabilir. Geniş boyutlu yapısal elemanlarda da, çoğu beton karışımlarında, ASR'nin oluşması ve genleşme meydana getirmesi için gerekli su ve karışım suyu, hidratasyonda kullanılmayan kısmı olarak bulunur. Bu nedenlerle jel nispeten kuru çevre şartlarında da oluşabilir, ancak daha ileri düzeyde genleşmeye ve hasara neden olabilmesi için ilave suya ihtiyaç vardır. Nemli betonun bina iç kısımlarında kuru ortamda (atmosferdeki bağıl nem < %75) bulunması durumunda muhtemelen ASR nedeniyle hasara karşı emniyetlidir, ancak yağmur, deniz suyu veya yeraltı suyunun etkisinde kalan betonlarda daima ASR nedeniyle hasar riski mevcuttur (Swamy,1992). Bu nedenle, zemin kaplamaları, istinat duvarları, temeller ve barajlar ASR tarafından kolaylıkla etkilenebilir. Nem ile birlikte yüksek sıcaklık etkisi, genellikle ASR' yi hızlandırır.

ASR ile ilgili olarak "alkali" terimi genellikle, Portland çimentosu bünyesinde bulunan sodyum ve potasyum alkalileri ifade etmek üzere kullanılır. Portland çimentosu, beton bünyesinde mevcut alkalilerin önemli bir kaynağıdır. Ancak betona karışım suyu veya agrega gibi diğer bileşenler yoluyla da alkaliler girebilir. Gerçekte alkali taşıyan agregalar ASR' ye neden olan alkaliler için önemli diğer bir kaynak olabilir ve yüksek alkaliye sahip çimento kullanılan betonda, agregadan gelenle birlikte çok daha yüksek alkali düzeyleri meydana gelir. Düşük alkaliye sahip çimento kullanılmış bazı döşeme betonlarında da ASR nedeniyle meydana gelen hasarın nedeni olarak, agregada mevcut alkalinin katkısıyla oluşan reaksiyon sonucunda hasara neden olacak miktarda jelin meydana gelmesi olarak gösterilmiştir (Stark ve Bhatty,1985).

Çoğu uygulamalarda yeterli görülmesine karşın, çimentonun düşük alkaliye sahip olması tek başına ASR nedeniyle hasarı önlemede, agregadan da alkali gelme olasılığı nedeniyle garantili değildir. Na2O eşdeğeri olarak %0.6 veya daha az alkali içeriğine sahip çimentolar düşük alkalili olarak değerlendirilirler. Bu tür çimentolar ve benzeri çimentoların kullanımıyla normal şartlarda ASR nedeniyle hasar oluşumu önlenebilir (Swamy,1992). Ancak buz çözücü tuzlar gibi dış kaynaklı alkalinin ortama girmesiyle, betonda, alkali- silis reaksiyonu nedeniyle hasar oluşma olasılığı artar. Bu tür alkaliler sertleşmiş betona dışarıdan nüfuz etme yoluyla zarar verir. Eşitlik 2 de, dış kaynaklı tuz çözeltisi (NaCl) ile çimentodaki Portlandit'in etkileşime girmesi sonucu, yeni alkali çözeltinin oluşumu görülmektedir (West, 1996).

(2) 2NaCl + Ca(OH)2 = 2NaOH + CaCl2

(Halit) Sodyum Klorit + Portlandit = Alkali + Kalsiyum Klorür

ASR'nin belirgin ve görünür etkisi harici çatlak oluşumudur. Ancak betonun bazı fiziksel ve mikroyapısal özelliklerinin de ASR'den etkilendiği petrografik incelemelerle ortaya konmuştur ve dünyanın birçok yerinde köprülerde ve beton yollarda görülen hasarın çoğu ASR nedeniyledir. Bu hasarın çok düşük reaktiviteye sahip agrega içeren betona buz çözücü tuzun nüfuz etmesiyle meydana geldiği belirtilmiştir.

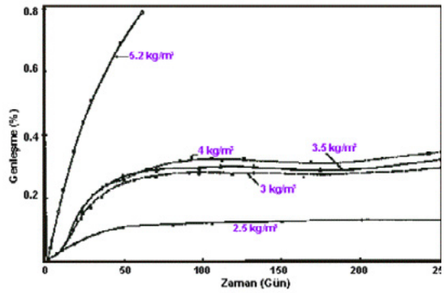
Genellikle, betonda kullanıla her tür agreganın değişik düzeylerde reaktif olduğuna inanılır, ancak petrografik incelemeler sonucu reaktif olduğu anlaşılan birçok agrega kullanılmış betonların tatmin edici performans gösterdiği gözlenmiştir. Bu nedenle reaktif/zararlı agrega tanımı laboratuvar deneyleri sonucuna göre yapılmalıdır. Reaksiyon, betonda çatlak oluşumuna neden olacak düzeyde genleşmeye yol açıyorsa zararlı kabul edilir. Opal, tridimit, kristobalit, volkanik camlar birçok reaktif agrega yarı kararlı silis mineralleri içerir. Kalsedon az, kuvars ise çok daha az reaktiftir. Ancak sıcaklık ASR'yi etkileyen önemli bir faktördür ve kuvars gibi reaktif olmayan agregalar bile 35 – 40°C sıcaklık ve yeterli nem şartlarında zararlı genleşmeye yol açar (Swamy,1988). Reaktif silis, alkaliler ve nem ASR nedeniyle hasar meydana gelmesi için gerekli unsurlardır. Bu üç unsur reaksiyonu etkileyen faktörler halinde aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

- Reaktif silis taneciklerin yapısı, boyutu ve miktarı
- Çimentonun alkali ve betonun çimento içeriği
- Agregadan çözünerek gelme ihtimali olan alkali miktarı
- Harici alkali kaynakları
- Sıcaklık ve nem bulunması gibi çevre şartları

Diğer tüm zararlı etkilerde olduğu gibi, beton kalitesi ve özellikle gözenekliliği, sonuçta oluşan hasar şekli ve derecesi üzerinde oldukça büyük etkiye sahiptir. Bu nedenle, karışım oranları ve su/çimento oranı, ASR'yi ve kuruma rötresini etkileyen önemli faktörlerdir. Beton eleman boyutu da, ASR oluşumunda önemli bir etkendir. Çok fazla etki altında olması nedeniyle ASR, tahmini ve tanımlanması oldukça zor bir işlemdir. Yukarıda verilen parametrelerin çoğu kontrol altına alınabilir ve zararlı olmayacak düzeyde tutulabilir. Ancak süre ve çevresel şartları kontrol altına almak olanaklı değildir. Normal şartlarda reaktif olmayan bazı agregalar sıcaklığın 35-45°C'ye çıkmasıyla zararlı genleşme reaksiyonları meydana getirebilirler. Birçok yapı kullanım ömrü boyunca zaman zaman bu tür çevre şartlarına maruz kalabilir. Bu nedenle ASR oluşumu için bir araya gelmesi gerekli olumsuz bazı koşulların yapının ömrü boyunca herhangi bir anında mevcut olması kaçınılmaz olabilir. Genellikle ASR oluşumu birkaç, hatta birkaç 10 yıl boyunca ortaya çıkmayabilir. Ancak risk taşımayan beton yapılarda bile uzun sürede hasar oluşabilir.

Betonun ASR Nedeniyle Genleşmesi

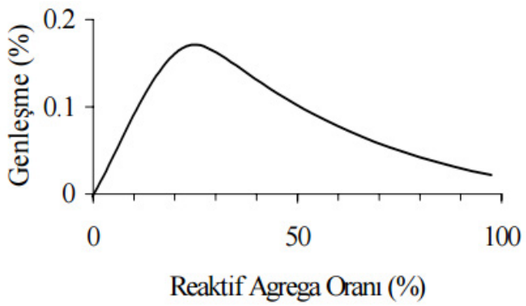
Beton yapılarda ASR'nin hasara neden olan etkisi genleşme deformasyonudur. Bu nedenle reaksiyon hızı ve toplam uzama (genleşme) miktarı beton yapının kritik parametreleridir. Bunlardan her ikisi de, reaktif agreganın tip, hacim ve tane büyüklüğüne ve daha önce bahsedilen değişik faktörlere bağlıdır. Orta derecede reaktif agregalarla, çimento içeriği 2.5 kg/m^3 miktarında, düşük alkali içeriğine sahip betonda tahrip edici genleşme meydana gelebilir (Şekil 7). Büyüklüğü, konumu ve maruz kaldığı şartlar nedeniyle, ASR'nin zararlı olabilecek bir düzeyin altında tutulması için alkali seviyesinin, genelde "güvenli düzey " (%0.6 dan az) olarak kabul edilen düzeyin altında tutulması gerekebilir.



Şekil 7. Çimento içeriğinin, ASR genleşmesi üzerine etkisi (Beton karışımda orta derecede reaktif agrega kullanılmıştır) (Swamy,1992).

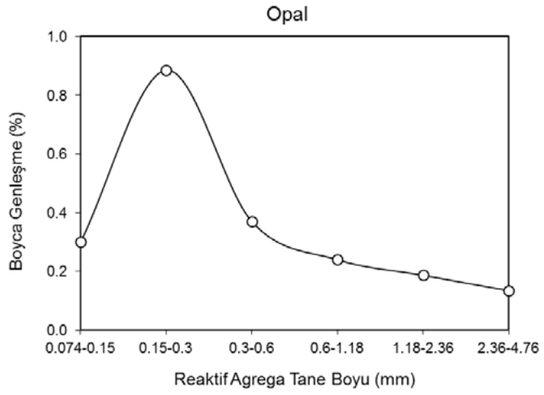
Pesimum Kavramı

Sözlüklerde pesimum (Pessimum) kelimesi optimum kelimesinin karşıt anlamlısı olarak açıklanmaktadır. Reaksiyon sonucu betonda en fazla genleşmeye ve hasara neden olan reaktif agrega oranına "Pesimum oranı" denilmektedir (Stanton vd., 1942; Hobbs, 1981; Binal, 2004 ve 2015). Pesimum oranının, alkali silis reaksiyonu sonucu betondaki genleşme üzerine etkisini gösteren tipik bir eğri Şekil 8'de örnek olarak verilmiştir.



Şekil 8. Tipik bir pesimum reaktif agrega içeriği grafiği (French, 1992).

Reaktif agregaların tane boyuna bağlı olarak da ASR sonucu meydana gelen genleşme miktarlarında artış olmaktadır. Pesimum davranışı reaktif tane boyuna bağlı olarak görülebilmektedir. Genelde, 150-300 mm tane boyuna sahip opal agregaları en fazla genleşmeye neden olmaktadır (Şekil 9).



Şekil 9. Reaktif agrega tane boyuna bağlı boyca genleşme (Binal, 2015).

ASR'nin Beton Özellikleri Üzerindeki Etkisi

Genleşmenin gerçek büyüklüğü dışında, ASR'nin betonun diğer mühendislik özellikleri üzerindeki etkileri de mühendisler açısından önemlidir. Genleşme hızı ve toplam genleşme (uzama)'nin agrega reaktivitesi, çimento tipi, çimento dozajı ve çevre etkilerine büyük ölçüde bağlı olması nedeniyle, ASR'nin betonun mühendislik özellikleri üzerindeki etkileri genelleştirilemez. Bununla birlikte, ASR'nin betonun dayanımını ve elastik özelliklerini ne şekilde etkilediği Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelgede iki farklı reaktiviteye sahip agrega etkisi gösterilmiştir. Bunlardan birisi hızlı ve yüksek reaktiviteye sahip (opal), diğeri de yavaş ve orta derecede reaktiviteye sahip (kaynaşmış silis) agregalardır (Swamy,1988). Sonuçlar, dayanımda ve elastisite modülünde, ASR'den dolayı önemli düşüşler (kayıplar) meydana geldiğini açıkça göstermektedir. Bu kayıpların tüm parametrelerde aynı oranda olmaması veya ASR etkisiyle genleşme (uzama) ile aynı oranda (paralellikte) gerçekleşmemesi önemli bir husustur. Çizelge 1'den, tek eksenli sıkışma dayanımında, reaktif agrega tipine bağlı olarak, %40'dan %60'a kadar artan oranda, çekme dayanımında ise %65'den %80'e kadar değişen oranda azalma gösterdiği görülmektedir (Şekil 10).

Çiz

			Deney süresi (Gün)		
Özellikler	Karışım	1	7	28	365
Genleşme (%)	a - Kontrol b - 4½% Opal c - 15% Kaynaşmış silika	0.0 0.0 0.0	0.0 0.071 0.0	0.003 0.316 0.023	0.021 1.644 0.623
Tek eksenli sıkışma dayanımı (MPa)	a - Kontrol b - 4½% Opal c - 15% Kaynaşmış silika	26.73 31.1 -	48.6 44.4 -	60.1 44.5 52.5	73.5 27.5 44.5
Dolaylı çekme dayanımı (Brazilian) (MPa)	a - Kontrol c - 15% Kaynaşmış silika	2.61 -	3.58 -	3.90 3.29	4.29 1.83
Kırılma modülü (MPa)	a - Kontrol c - 15% Kaynaşmış silika	3.52 -	4.88 -	52.25 4.58	5.58 1.30
Dinamik elastisite modülü (GPa)	a - Kontrol b - 4½% Opal c - 15% Kaynaşmış silika	35.6 33.9 -	41.0 32.7 39.5	42.5 20.8 40.8	45.4 10.4 18.9
Ultrasonik hız (km / s)	a - Kontrol b - 4½% Opal c - 15% Kaynaşmış sSilika	4.28 4.12 -	4.60 4.02 4.57	4.67 3.48 4.61	4.78 2.70 3.64

Çizelge 1 ve Şekil 10'da verilen deneysel sonuçlardan uzamanın artışıyla P-dalga hızında düşme görülmektedir. Sonuçlar dikkatli analiz edilirse, bükülme dayanımı gibi, dinamik modül ve P-dalga hızının da ASR nedeniyle beton iç bünyesindeki değişime karşı oldukça duyarlı olduğu görülür (Şekil 10) (Swamy,1988). Bütün bu özellikler, yeni betonda henüz görünür düzeyde çatlak oluşmamış iken, düşük genleşmede ölçülebilir parametrelerdir. Bu nedenle, bu özellikler ASR nedeniyle yapısal bozulmanın izlenmesinde kullanılabilir.

Çizelge 1'de görülen diğer bir özellik, beton mühendislik özelliklerindeki kaybın aynı seviyede veya genleşmeye oranla meydana gelmemesidir. Bu sonuç bütün yapı tipleri için aynı genleşme sınırının belirlenmesindeki tehlikeyi göstermektedir.

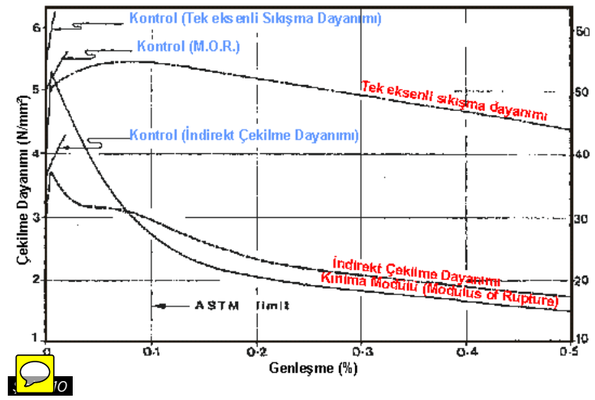
Çizelge 1. ASR'nin beton özellikleri üzerine etkisi (Swamy, 1988).

Şekil 10. ASR etkisiyle tek eksenli sıkışma dayanımı ve çekme dayanımındaki azalma (Swamy, 1992).

Dinamik modül kaybı %60 dan, %80 düzeyinde yüksek oranda gerçekleşmiştir (Şekil 11). Bu nedenle, betonun ASR'den etkilenen iki önemli özelliği kırılma ve elastisite modülüdür. Bunların her ikisi de, yapı elemanının bükülme rijitliğini etkileyen parametrelerdir.

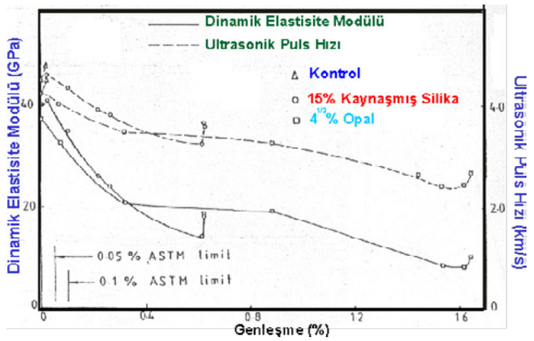
Çizelge 1 ve Şekil 11'deki verilerden çıkan diğer önemli bir sonuç, P-dalga hızı ve dinamik modül ölçümü gibi örneklere hasar vermeyen deney yöntemlerinin, alkali-silis reaksiyonu nedeniyle betonda hasar başlangıcını ve ilerlemesini belirleme ve izlemede başarıyla kullanılabilmesidir (Mullick,1988).

Örneklere hasar vermeyen deney yöntemlerinden P-dalga hızı ölçüm sonuçları ve dinamik elastisite modülü değerlendirmeleri, ASR nedeniyle malzemede oluşan hasarın ve yapısal bütünlüğün bozulmasının belirlenebildiğini göstermiştir. Ancak örneklere hasar vermeyen deney yöntemleriyle elde



10

edilen sonuçların değerlendirilmesinde mühendislik deneyimi ve yorumlama yeteneğinin gerektiği de göz önünde tutulmalıdır.



Şekil 11. ASR etkisiyle dinamik elastik modüldeki ve P-dalga hızındaki azalma (Swamy, 1992).

Reaktif Agrega Belirleme Deneyleri

Beton içinde alkali silis reaksiyonuna neden olabilecek reaktif agregaları belirlemek için Dünya genelinde kullanılan yöntemler aşağıda sıralanmıştır.

- Jel Pat Deneyi
- Kimyasal Yöntem (ASTM C289)
- Harç prizması yöntemi (ASTM C227)
- Hızlandırılmış harç prizması yöntemi (ASTM C1260)
- Alkali silis jel basıncı ölçme deneyi (ASGPM) (Binal, 2007)

Hızlandırılmış harç prizması yöntemi (ASTM C1260)

Bu yöntemlerden en çok tercih edileni, 14 gün süre içinde yanıt vermesi nedeniyle hızlandırılmış harç prizması deneyidir. Bu deneyde, Çizelge 2'de verilen tane boylarına göre 25x25x285 mm boyutlarında harç prizmaları hazırlanır. Harç prizmaları 800C'deki 1 normaliteye sahip NaOH çözeltisi içine yerleştirilir. 14 gün sonundaki boyca genleşme oranı %0.1 ise, harç prizmasında kullanılan agrega "zararlı olması olası", %0.2 ise "zararlı agrega" olarak tanımlanmaktadır.

Zararlı genleşme oranı için kritik sonuçların, beton yapının tipi ve çevre ortamına bağlı olarak belirlenme gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle ASTM C 1260 (1997) tarafından verilen sınır değerlerde, uygulama şartlarına göre değiştirilme ihtiyacı duyulabilir.

Jel pat deneyi

Gözlemsel olarak agregaların reaktifliğini belirlemeye yönelik bir başka deney ise, jel pat deneyidir. Bu deneyde,1 lt saf su içine 20 g NaOH ve 28 g KOH konularak, kireçle (CaO) doygun hale gelecek şekilde karıştırılır.

Hazırlanan çözelti, 1 gün bekletilerek fazla kirecin çökelmesi sağlanır. Bir gün sonunda çöken kirecin üstünde yer alan berrak çözelti, pipet yardımıyla alınır. Deneyde kullanılacak agrega boyu 20 mm'den küçük olmalı ve katkısız Portland çimentosu kullanılmalıdır.

Su/çimento oranı 0.4 olacak şekilde çimento hamuru hazırlanır ve 4.5 cm çapındaki (değişik çaplarda da olabilir, bu çalışmada 4.5 cm çapındaki kaplar kullanılmıştır), kalınlığı agrega boyutlarından fazla olan silindirik kalıplar içine dökülür. Daha sonra agregalar çimento hamuru içine yerleştirilir. Yerleştirilme sırasında agregaların kabın dibine inmemesine ve agregaların çevresinde hava boşluklarının kalmamasına dikkat edilir. Bir gün boyunca kür edilen örnekler kalıplardan çıkarılır ve karot kesme makinesinde traşlanarak agregaların yüzeyleri ortaya çıkarılır.

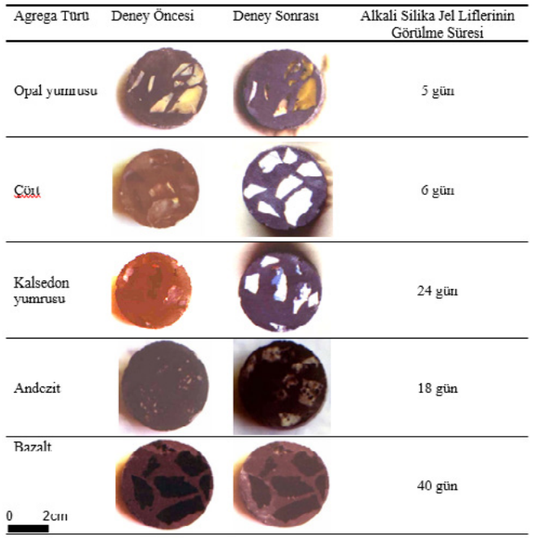
Çözelti içinde hazırlanan silindirik çimento hamurları sabit oda sıcaklığında bekletilir. 28 gün sonunda örnekler üzerinde lif alkali silika jel gelişmeleri görülüyorsa örnek, reaktif olarak tanımlanır (West, 1996). Bir jel pat deneyi sonucu değerlendirilmesi Şekil 12'de verilmiştir.

Elek açıklığı ve ASTM elek No.		Ağırlıkça %
Elekten geçen	Elek üstü	
4.75mm (No.4)	2.36mm (No.8)	10
2.36mm (No.8)	1.18mm (No.16)	25
1.18mm (No.16)	600mm (No.30)	25
600mm (No.30)	300mm (No.50)	25
300mm (No.50)	150mm (No.100)	15

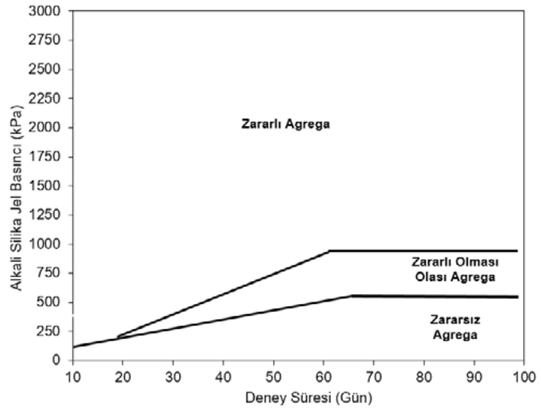
Çizelge 2. ASTM C 1260 Hızlandırılmış harç prizması deneyi agrega tane boyları

Alkali silis basıncı ölçme deneyleri (ASGPM)

ASGPM (Binal, 2007) deneyinde 35 mm çapa ve 250 mm uzunluğa sahip örnekler kullanılır. Agrega tane boyu dağılımı ASTM C 1260 standardındakiyle aynıdır. Örnekler, 800C'deki 1M NaOH çözeltisi içine yerleştirilir ve örneklerin içinde gelişen alkali silis jel basıncı cihazın üst tarafında yer alan yük hücresinden ölçülür. Reaktif veya reaktif olmayan agrega türü ayrımı, alkali silis jel basıncı artış hızına bağlı olarak Şekil 13'de verilen grafikten belirlenir.

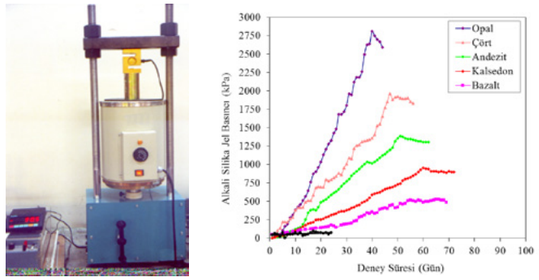


Şekil 12. Jel pat deneyi, reaktif agregaların deney sonunda yüzeylerinde alkali silis jel gelişimi sonucu beyazlanmalar (Binal 2002).



Şekil 13. ASGPM deneyi zararlı, zararsız agrega ayrım abağı (Binal, 2008).

Alkali silis reaksiyonu sonucu harç silindir örneklerinde meydana gelen içsel basıncı ölçen cihazla (Şekil 14) yapılan alkali silis basıncı ölçme deneylerinde ise (ASGPM), opal agregaların neden olduğu en yüksek basıncı değeri 2.81MPa olarak saptanmıştır (Binal 2002, 2007, 2008).



(a) (b)

Şekil 14. (a) Tek eksenli alkali silis jel basıncı ölçme cihazı, (b) beş farklı reaktif agreganın alkali silis jel basıncı grafiği (Binal 2002, 2007).

Sonuçlar

Alkali agrega reaksiyonu, değerlendirmesi ve önlenmesi zor bir problemdir. Son senelerde beton karışımı içine elyaf, cam veya çelik fiber, lityum tuzları ve puzolanik malzemeler katılarak reaksiyon önlem yöntemleri geliştirilmeye çalışılmıştır.

Bu araştırmalar sonucunda betonlarda reaksiyon sonucu meydana gelen genleşmeler azaltılmıştır. Ancak, halen reaksiyonu tam olarak durduracak bir yöntem geliştirilememiştir.

Reaksiyonunun gelişimi ne kadar azaltılırsa azaltılsın ve test edilen agrega deneyler sonucu düşük genleşmeye neden olsa bile; agrega ile çimento pastası arasında çok düşük oranda bir alkali silis jel gelişimi meydana gelmekte ve bu da beton dayanımında azalmalara neden olabilmektedir.

Yukarıdaki bölümlerde de bahsedildiği gibi, deneyler sonucunda agrega zararsız çıksa bile, agreganın kullanıldığı bölgedeki ortam koşulları reaksiyonun oluşmasına neden olabilir.

Bu nedenle, standartlarda belirtilen sınır genleşme değerlerine göre yapılan zararlı-zararsız agrega sınıflaması bazı durumlarda yetersiz kalmaktadır. Değerlendirme yapılırken ortam koşullarının dikkate alındığı yeni deney yöntemlerinin araştırılmasının gerektiği düşünülmektedir.

Son yıllarda alkali karbonat reaksiyonunun da sadece silis içeren dolomit mineralli agregalarda geliştiği ve aslında alkali karbonat reaksiyonunun olmadığı ve bunun da alkali silis reaksiyonu olduğu üzerine bazı araştırmalar yayımlanmıştır (Grattan-Bellew vd., 2010; Trincic vd., 2013). Ayrıca, alkali karbonat reaksiyonu sonucu meydana gelen yeniden kalsitleşmenin betonda herhangi bir genleşmeye neden olmadığı, ancak dolomi minerallerinin brusit ve kalsitte dönüşmesi sonucu dolomit agregasında hasarlar meydana geldiği saptanmıştır (Trincic vd., 2013).

Ülkemizde üretilen çimentoların alkali içeriği yaklaşık olarak %1.2'dir. Kırmataşa göre üretilmesi daha ekonomik olması sebebiyle kıyı bölgelerinde deniz agregası ve iç bölgelerde nehir agregası tercih edilmektedir. Bu unsurlar, reaksiyonun ülkemizde görülme olasılığını artırmaktadır.

Ancak, son senelerde DSİ ve KGM gibi araştırmacı kurumlar alkali agrega reaksiyonunu dikkatle incelenmeye başlamışlardır.

Kaynaklar

- *ASTM C-227-97a (American Society for Testing and Materials), 1997. Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Cement-Aggregate Combinations (Mortar Bar Method). Annual Book of ASTM Standards, 04.02 Concrete and Mineral Aggregates,American Society for Testing and Materials, Philadelphia,PA,USA,pp. 126-130.*

- *ASTM C-289-94 (American Society for Testing and Materials), 1997. Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Chemical Method). Annual Book of ASTM Standards; Section Concrete and Mineral Aggregates, Philadelphia, 04.02, pp. 157- 163.*

- *ASTM C-1260-94 (American Society for Testing and Materials), 1997. Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar Bar Method). Annual Book of ASTM Standards; Section Concrete and Mineral Aggregates, Philadelphia, 04.08, pp. 650-653.*

- *Binal, A., 2002. Beton agregalarında alkali silika reaksiyonu etkisinin belirlenmesi için harç prizması deneyi tasarımı ve uygulanması. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara, 222 s (yayımlanmamış).*

- *Binal, A., 2004. Pesimum reaktif agrega içeriğinin alkali-silika reaksiyonuna etkisinin deneysel yöntemlerle araştırılması. İstanbul Üniversitesi, Yerbilimleri Dergisi, 17 (2), 119-128.*

- *Binal, A., 2007. An investigation of mixing ratio and restraint condition effects on alkali-silica gel pressure in mortar by using a uniaxial alkali silica gel pressure measuring device (ASGPM-D). Construction & Building Materials, 21, 1218–1228.*

- *Binal, A., 2008. The determination of gel swelling pressure of reactive aggregates by ASGPM device and a new reactive-innocuous aggregate decision chart. Construction & Building Materials, 22(1), 1–13.*

- *Binal, A., 2015. The pessimum ratio and aggregate size effects on alkali silica reaction. Procedia Earth and Planetary Science, 15, 725-731.*

- *FHWA-RD (Federal Highway Administration Research and Technology), 2016. http://www.fhwa.dot.gov/publications/research/infrastructure/structures/hpc/97030/chap4.cfm*

- *French, W.J., 1992. The characterization of potentially reactive aggregates. Proceedings of the 9th Intenational Conference on Alkali-Aggregate Reaction in Concrete, 338-346.*

- *Glasser, F.P., 1992. Chemistry of the alkali-aggregate reaction, Congress on Alkali-Silica Reaction in Concrete, Swamy, R.N. (eds.), New York, USA, pp. 30-53.*

- *Grattan-Bellew P.E., Mitchell L.D., Margeson James, Min Deng, 2010. Is alkali–carbonate reaction just a variant of alkali–silica reaction ACR = ASR? Cement and Concrete Research, 40 (4), 556-562.*

- *Hobbs, D.W., 1981. The alkali-silica reaction - a model for predicting expansion in mortar. Magazine of Concrete Research, 33 (117), 208-219.*

- *Ineson, P.R., 1990. Siliceous components in aggregates. Cement and Concrete Composites, 12 (3),185-190.*

- *Mullick, A.K., 198., Distress in a concrete gravity dam due to alkali silica reaciton. Int.J.of Cement Composites and Lightweight Concrete,10 (4), 225-232.*

- *T. Princič, P. Štukovnik, S. Pejovnik, G. De Schutter, V. Bokan Bosiljkov, 2013. Observations on dedolomitization of carbonate concrete aggregates, implications for ACR and expansion. Cement, Concrete Research, 54, 151–160.*

- *Stanton T.E, 1940.Expansion of concrete through reaction between cement and aggregate. Proc. Am. Soc. Civil Eng., 66, 1781–1811.*

- *Stanton, T.E., Portep, O.J., Meder, L.C., Nicol A., 1942. California experience with the expansion of concrete through reaction between cement and aggregates. ACI Journal, 38 (3), 209-235.*

- *Stark, D., 1991. Handbook for the Identification of Alkali-Silica Reactivity in Highway Structures. SHRP-C/FR-91-101, Strategic Highway Research Program,Washington, D.C.*

- *Stark,D. and Bhatty,M.S.Y.,1985. Alkali Silica Reactivity:Effect of Alkali in Aggregate on Expansion, Alkalies in Concrete. ASTM Pub.,STP 930,16-30.*

- *Swamy, R.N., 1988. Expansion of Concrete due to Alkali-Silica Reaction. ACI Materials Journal, 85 (1), 33-40.*

- *Swamy, R.N., 1992. Alkali-Aggregate Reactions in Concrete: Material and Structural implications. Sciences in Concrete Technology, Energy, Mines and Resources, Ottawa, Canada, pp. 533-581.*

- *Tordoff, M.A., 1990. Assesment of prestressed concrete bridges suffering from alkali-silis reaction. Cement and Concrete Composites, 12 (3), 203-210.*

- *Wen, H.X., 1998. Alkali aggregate reaction in concrete: Lecture notes. Civil Engineering Dept., Hong Kong University, 7 p.*

- *West, G., 1996. Alkali Aggregate Reaction in Concrete ads and Bridges. Thomas Telford, UK, 163 s.*

Tünel açma makinelerinde bir dünya markası: E-Berk

E-Berk'in Yönetim Kurulu Başkanı Özgür Savaş ÖZÜDOĞRU

E-Berk Makina ve Metalurji, 2002 yılından itibaren Tünel Açma Makinalarının (TBM) yedek parça sağlayıcısı olarak tünelcilik sektörüne yönelik hizmetler sürdürüyor. E-Berk, 21 ülke için imzaladığı satış ortaklığı sözleşmesi kapsamında, proje koşullarına uygun TBM satışı ve kesici kafa tasarımı hizmetleri de sunuyor. E-Berk'in Yönetim Kurulu Başkanı Sayın Özgür Savaş ÖZÜDOĞRU ile şirketin tünelcilik sektörüne yönelik ürün ve hizmetleri ile gerçekleştirdikleri ve planladıkları projeleri konuştuk...

E-Berk hakkında bilgi verir misiniz?

Tünel Açma Makinelerinin (TBM) kesici-sıyırıcı yedek parça sağlayıcısı olarak faaliyet gösteren E-Berk Makina ve Metalurji A.Ş., tünelcilik sektöründe elde ettiği tecrübeleri sayesinde değişik jeolojik koşullara uygun her tip TBM için istenilen çap ve ölçülerde cutterhead, screw conveyor, shield konfigürasyonunu ve üretimini yapmaktadır. Ayrıca projelerini tamamlamış ikinci el TBM'lerin yeni projelerde görev alabilmeleri için revizyon faaliyetlerini başarı ile tamamlamaktadır. Aynı zamanda Ergene Derin Deşarj Atık Su İletim Tüneli, Pamukluk Barajı Sulama İletim Tüneli, Bahçe-Nurdağı Hızlı Tren Tüneli Projeleri'nde toplamda 4 TBM ile kazı çalışmalarına devam etmektedir.

Bugüne kadar 3 kıtada 21 ülkeye ihracat yapan E-Berk, TBM üretimini tamamladığında ülkemizi dünyada 8. TBM üreticisi firma olarak temsil edecektir. Bu gelişme yıllık 250 milyon euro'luk ithalatın önüne geçilmesi açısından büyük adım olacaktır.

Üretimini yaptığınız makine ve ekipmanın tasarım ve imalat süreçlerinden satış sonrası servis ve müşteri desteğine kadar, E-Berk'i öne çıkaran noktaları anlatır mısınız?

Öncelikle, proje kazı çalışmalarının yapılacağı sahanın jeolojik ve jeoteknik raporların incelenmesi yedek parça seçimi için çok önemlidir. Kesici sıyırıcı parçaların verimlilik oranını yükseltmek ve uzun ömürlü olmalarını sağlamak için yeni tasarımlar ve ürün geliştirmeler yapılmaktadır. E-Berk, malzeme karakterizasyon teknikleri ve ısıl işlem konularında profesyonel kadrosuyla uygun malzeme seçimini yapmakta ve uygun sertlik değerleri hesaplanmaktadır. Özellikle bu aşama, firma bünyesinde bulunan ısıl işlem tesisinin ve tecrübelerinin avantajını yaşamaktadır. 46.000 m^2 toplam alanlı üç fabrikası, güçlü makine parkına sahip talaşlı imalat hattıyla, ısıl işlem tesisiyle ve indüksiyon uygulamalarıyla yüzey sertleştirmede son derece entegre bir üretim kabiliyetine sahiptir. Şirket politikası gereği yüksek kalite, zamanında üretim, zamanında teslim, servis kalitesi, satış sonrası desteği ve müşteri odaklı hizmet anlayışıyla yurtiçinde ve yurtdışında metro, hızlı tren tünelleri, atık su, iletim ve deniz altı tünelleri, karayolu tünelleri, HES tünelleri gibi tünellerde çalışmalarını sürdürmektedir.

TBM revizyonunda ise, revize edilecek TBM'lerin genel özelliklerinin proje boyunca çalışacağı güzergahın jeolojik verilerine uygun olup olmadığı en önemli parametredir. Jeolojik ve jeoteknik çalışmalar sonucunda elde edilen zemin ve kaya mekaniği verileri değerlendirilerek cutterhead konfigürasyonu ve back-up sistemi revizyonları yapılmaktadır.

TBM ile tünel açmanın avantajları nelerdir?

Yerleşim alanlarında ve örtü kalınlığının az olduğu güzergahlarda TBM oluşabilecek sorunlara karşı daha güvenlidir. TBM ile yapılacak kazılarda proje süresi, geleneksel tünel açma yöntemlerine göre daha kısadır. Başlangıç maliyetlerinin çok olması nedeniyle 4000 m ve daha uzun mesafelerdeki tünel projelerinde kullanılması daha ekonomiktir. Ayrıca proje hazırlık aşamasında yapılan maliyet analizleri, metrajların ve parametrelerin sabit olması nedeniyle uygulamada geleneksel tünel açma yöntemleri analizlerinden daha tutarlı olacaktır. TBM, Çevre ve İşçi Sağlığı ve Güvenliği açısından da diğer yöntemlere göre daha güvenlidir.

Tünel projelerinde Jeoloji Mühendisliği'nin önemi nedir?

Tünel projeleri jeolojik ve jeoteknik etütlerinde, güzergahların projelendirilmesi ve makine seçimi için ihtiyaç duyulan belirleyici kıstasların ölçütlerin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Saha jeolojisi, jeofizik, kaya mekaniği verileri, zeminin stratigrafik yapısı, karşılaşılabilecek fay, kırık vb. süreksizliklerin oluşturacağı tehlike potansiyelinin tespitinin yapılması gerekmektedir. Bu konular jeoloji mühendisliğinin uzmanlık alanları olduğundan tünel projelerinde jeoloji mühendisliğinin önemi büyüktür.

Tünel projelerinde, güzergahın belirlenmesi, kazı yönteminin, destek elemanlarının ve ekipmanın seçiminde jeolojik-jeoteknik etütler büyük önem taşımaktadır. Bu etütler kapsamında, saha jeolojisi, yüzey ve yeraltı araştırma (mekanik sondaj ve jeofizik) yöntemlerinden yararlanılarak stratigrafi, yapısal jeoloji, litolojik birimlerin ve süreksizliklerin mühendislik özellikleri, doğal gerilme dağılımı ile yüzey ve yeraltısuyu durumunun ayrıntılı olarak araştırması gerekmektedir. Tünel projelerinin inşaat aşamasında da jeoloji mühendislerinin kayıt, ölçüm, değerlendirmelerine, olası sıktırma, kaya patlaması vb. sorunlarda çözüm üretme ve gerek görülmesi durumunda kazı yöntemi değişikliğine yönelik katkılarına büyük gereksinim duyulmaktadır. Bu bakımdan jeoloji mühendisleri tünel projelerinin her aşamasında işimizin vazgeçilmezidir.

E-Berk Makine ve Metalurji A.Ş. olarak gerçekleştirdiğiniz ve halen üzerinde çalıştığınız tünel projeleri nelerdir?

Ergene Derin Deşarj Atık Su İletim Tüneli Projesi

Ergene Havzası OSB Müşterek Atık Su Arıtma Tesisleri'nde arıtılmış atık suların Marmara Denizi'ne derin deşarjı projesi kapsamında yapılacak olan Tünel A hattı ve Tünel B hattı olmak üzere iki tünel inşaatı. Bu projede 3 adet TBM ile kazı çalışması yapılacaktır. Bunlar İstanbul'da Atık su Tünel Projesi'nde kazı çalışmalarını tamamlayan 3,85 metre çapında TBM ve Küçüksu-Beykoz atık su tüneli projesinde kazı çalışmalarını tamamlayan 3.10 m çapında TBM revizyonları E-Berk tarafından başarıyla tamamlanmıştır. 1 Aralık 2016 tarihi itibariyle 3,85 metre çapındaki TBM, proje uzunluğu olan toplam 3600 metrenin kazı çalışmalarını tamamlamıştır. Tünel uzunluğu 6350 metre olan projede ise 1650 metre kazı metrajına ulaşılmıştır.

Ergene derin desarj iletim tüneli TBM Revizyonu

Bu projede çalışacak 3. TBM ise ülkemizdeki ilk yerli, milli Tünel Açma Makinesi olarak tasarlanmıştır, 2017 yılında kazı çalışmalarına başlaması planlanmaktadır.

Pamukluk Barajı Sulama İletim Tüneli Projesi

Pamukluk Barajı'nda inşa edilecek iletim tüneli sayesinde bölgenin sulama, enerji ve içme suyu

Pamukluk Barajı Sulama iletim tüneli giriş şantiyesi ve TBM'den bir görüntü

ihtiyacını karşılayacaktır. Daha önce Mavi Tünel'de kazı çalışmalarını tamamlayan 4.88 metre çapındaki TBM'in revizyonu, E-Berk tarafından mekanik dayanım analizi ve yapılan testler ile 5 ayda başarıyla tamamlanmıştır.

Yeni tasarımlar yapılarak TBM çapı 4.88 metreden 4.98 metreye çıkarılmıştır. Toplam tünel uzunluğu 4716 metre olan projede 1 Aralık 2016 tarihi itibariyle 1100 metre kazı metrajına ulaşılmıştır.

Bahçe-Nurdağı Hızlı Tren Tüneli Projesi

Proje tamamlandığında Türkiye'nin en uzun demiryolu tüneli olacaktır. Daha önce dünyanın en uzun 5. su tüneli olan Suruç Tüneli'nde kazı çalışmalarını tamamlayan 7.88 metre çapındaki TBM'in revizyonu, E-Berk tarafından yapılmıştır ve TBM çapı 7.98 metreye çıkarılmıştır.

Toplam tünel uzunluğu 9660 metre olan projede 1 Aralık 2016 tarihi itibariyle 755 metre kazı metrajına ulaşılmıştır.

Bahçe-Nurdağ hızlı tren tünelinde kullanılan TBM

TRABZON JEOTEKNİK MÜHENDİSLİK

Ekipmanlarımız

- 2 adet D500 Crealius tipi kızaklı hidrolik baskılı ve rotary sistemle çalışan sondaj makinesi
- 1 adet paletli D500 Crealius tipi kızaklı hidrolik baskılı ve rotary sistemle çalışan sondaj makinesi
- 1 adet Renault Toros otomobil
- 1 adet Tofaş Kartal otomobil
- Presiyometre deney aleti
- Plaka yükleme deney aleti

Yapılan Çalışmalar

- Sondajlı Jeolojik Jeoteknik Zemin Etüdü
- Revize İmar Planına Esas Jeolojik Etüt Raporu
- Dere Taşkınlarından Korunma Proje Tanıtım Raporu
- Erozyon ve Rusubat Kontrolü Projesine Ait Proje Tanıtım Dosyası
- Gölet ve Sulama projelerine ait Proje Tanıtım Dosyası
- Taşkın Önleme ve Rusubat Kontrolü Projelerine Ait Proje Tanıtım Dosyası
- Taş Ocağı Projelerine Ait Proje Tanıtım Dosyası
- Arıtma Yeri Tesislerine Ait Jeolojik - Jeoteknik Zemin Etüt Raporu

Maraş Caddesi Onbaşı İşhanı Kat:4 No: 85-86 TRABZON
Gsm.No: (0536) 3833897 Tel. - Faks No: (0462) 3217814 e-mail: trabzonjeoteknik@hotmail.com

ana altın kuralımız çevreye saygılı üretimdir.

anagold MADENCİLİK

Anagold Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş.

Maden Sahası: Çöpler Köyü Mevkii, İliç-ERZİNCAN **Tel:** 0446 711 40 60 **Faks:** 0446 711 40 24
Merkez Ofis: Öveçler Mh. 8. Cadde 1332. Sokak No: 8/8 Çankaya-ANKARA **Tel:** 0312 472 80 51 **Faks:** 0312 473 55 13

www.AlacerGold.com
www.Anagold.com.tr

Katı atık yönetiminde “jeolojik bariyer” kavramı

Doç. Dr. Hakan Ersoy
Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon
(ersoy@ktu.edu.tr)

1. Giriş

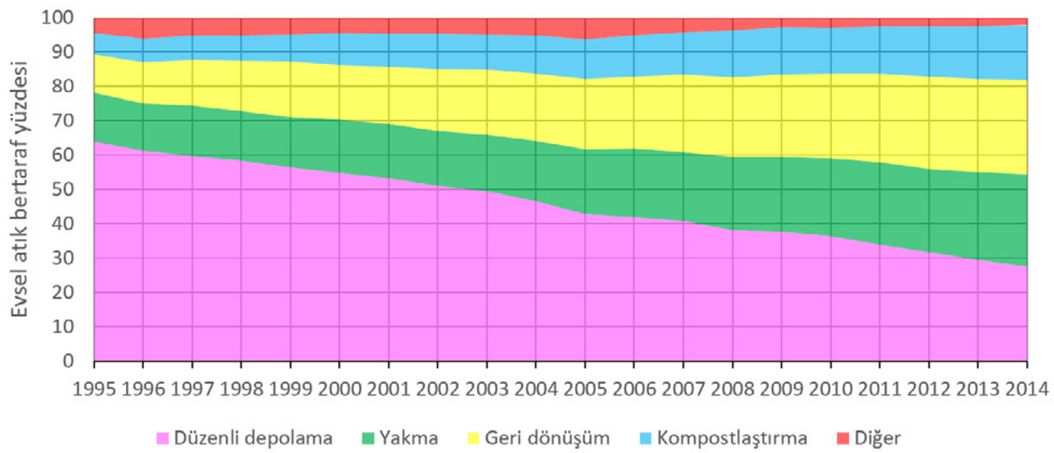
Son yıllarda, başta çevre mevzuatı olmak üzere, yürürlükteki mevzuatlara aykırı olarak depolanan katı atıklar önemli çevre problemlerinden birini oluşturmaktadır. Uzun yıllar devam etmekte olan ve gerekli ön çalışmalar yapılmadan gelişi güzel bir şekilde deniz kıyılarına, akarsu vadilerine veya yerleşim yeri veya tarımsal amaçlarla kullanılmayan arazilerde depolanan katı atıklar, insan ve çevre sağlığını tehdit eder boyuta ulaşmıştır. Bu nedenle atıkların toplanması, taşınması, geri kazanımı ve bertaraf edilmesi çevre sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır.

Tüm dünyada yaygın olarak uygulanan ve en çok tercih edilen bertaraf yöntemlerinden biri olan düzenli depolama (Şekil 1) işlemi başlıca etkin çöp uzaklaştırma yöntemidir. Yakma ve kompostlaştırma yöntemlerinde, geri kazanım ve yeniden kazanım uygulamalarında artakalan kalıntıların da depolanması gerekmektedir. Bu nedenle atıkların bertarafı için hangi yöntem uygulanırsa uygulansın, düzenli depolama uygulamasına gerek duyulmaktadır.

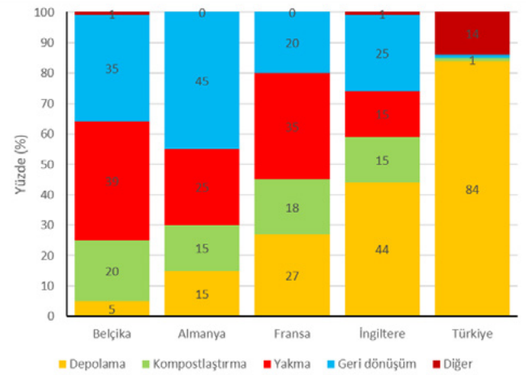
Ülkemizde atık yönetimi kavramının gerektirdiği yöntem ve projeler henüz tam olarak uygulanamamaktadır. Yılda yaklaşık 26 milyon ton atık toplanmakta ve bu atıkların % 84’ü depolanmaktadır. Bu atıkların ise yaklaşık % 30’u ise vahşi depolama olarak da adlandırılan bir şekilde kontrolsüz depolanmaktadır (Şekil 2). Avrupa ülkeleriyle karşılaştırıldığında ülkemizde yakma, kompostlaştırma ve geri dönüşüm faaliyetlerinin son derece sınırlı kaldığı görülmektedir. Bunun en önemli nedeninin “kaynağında ayrıştırma yapılmaması” olduğu belirtilmektedir.

2. Katı Atık Düzenli Depolama Alanlarının Tasarımı

İnsan faaliyetleri sonucunda açığa çıkan atıkların insan sağlığına ve çevreye zarar vermeyecek şekilde depolanması birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de yasal bir zorunluluktur. Atıkların



Şekil 1. Yıllara göre dünyada üretilen katı atıkların bertarafı için kullanılan yöntemler (ESE, 2016)



Şekil 2. Bazı Avrupa ülkelerinde uygulanan bertaraf yöntemleri ile ülkemizde uygulanan yöntemlerin karşılaştırılması (Öztürk, 2014)

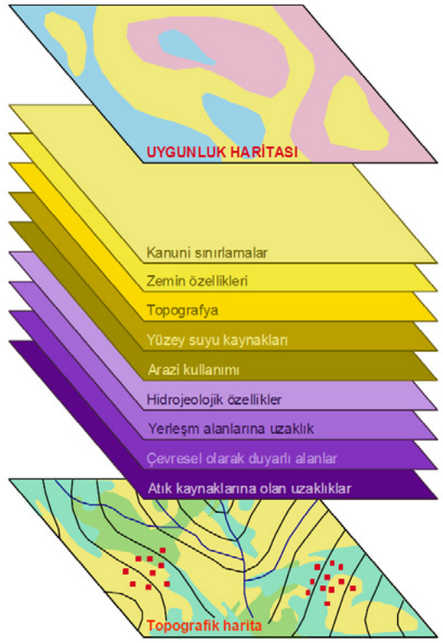
depolanması bir kaç yolla yapılmakla beraber, düzenli depolama (landfill) çevre ve insan sağlının korunmasına yönelik mühendislik ilkeleri doğrultusunda uygulanan nihai bertaraf yöntemidir. EPA (1998)’e göre düzenli depolamanın optimum şekilde uygulanabilmesi için günlük 35 m3 veya daha fazla, toplamda ise en az 230 bin m3 atığın depolanabilme şartı gerekmektedir.

2.1. Düzenli Depolama Yeri Seçimi

Katı atık yönetiminde gerek kamu gerekse özel kuruluşlarının karşılaştığı en önemli güçlük, depolama yapılacak uygun alanın seçimidir. Düzenli depolama yeri seçimine etki eden kriterlerin ve önem derecelerinin belirlenmesi katı atık yönetiminin vazgeçilmez bir unsurudur. Bu kriterler; (1) taşıma mesafesi, (2) yasal sınırlamalar ve yersel çevresel faktörler, (3) mevcut arazi potansiyeli ve arazi kullanımı, (4) ulaşım, (5) nüfus yoğunluğu, (6) topografya ve zemin yapısı, (7) iklimsel koşullar, (8) yüzey suyu hidrolojisi, (9) jeolojik ve hidrojeolojik faktörler şeklinde sıralanabilir.

Bunların tamamı veya bir kısmı dikkate alınarak çeşitli yer seçim yöntemleri geliştirilmiştir. Günümüzde en çok uygulanan yöntemler puanlama yöntemleridir. Buna göre, birkaç alternatif alan, çeşitli kriterlere göre puanlanarak en uygun depolama alanı belirlenir. Yer seçiminde Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) uygulamaları zamanın optimum şekilde kullanılmasını ve gelecekteki depolama alanlarının belirlenmesine yönelik çalışmaların hazırlanmasını kolaylaştırır.

Bu nedenle son yıllarda yapılan çalışmalarda katı atık yönetiminde CBS’nin konumsal analiz



Şekil 3. Düzenli depolama yeri seçiminde üzerleme/çakıştırma yönteminin kullanılması (Ersoy vd., 2013).

teknikleri sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. CBS uygulamalarında uygunluk haritası, oluşturulan tüm haritaların konumsal analiz modülleri yardımıyla çakıştırılması (overlay) sonucunda elde edilir (Şekil 3).

Bununla birlikte, bir atık alanı seçerken özellikle EPA (1998, 2015) tarafından belirlenen minimum koşullar dikkate alınmalıdır. Bunlar genel olarak;

1. Bir depolama alanı 100 yıllık taşkın alanı sınırı içinde olmamalıdır (belirlenmemişse akarsuya 100 m yakında),
2. Heyelan alanlarına 100 metreden yakın olamamalıdır
3. Topografik eğim (kanyon yöntemi hariç) % 10’u geçmemelidir,
4. Doğal park, tarihi alan, kültürel eser vb. gibi alanlara 250 metreden fazla yakın olamamalıdır,
5. Her hangi bir konuta 250 metreden yakın olamamalıdır (Katı atıkların kontrolü yönetmeliğine göre 1000 metre),
6. Faylı alanlara uzaklık 60 metreden az olamamalıdır.
7. Hava alanına 3000 metreden yakın olamamalıdır

şeklinde sıralanabilir.

Yer seçiminde, katı atıklardan kaynaklanacak kirliliğin en düşük seviyede tutulması için depolama alanının jeolojik ve hidrojeolojik özelliklerin belirlenmesinin önemi gün geçtikçe daha iyi anlaşılmaktadır.

Bu aşamada sürdürülebilir atık yönetimin işlevsel olarak yürütülebilmesi amacıyla "jeolojik bariyer" terimi ortaya atılmış, uygulama aşamasında jeolojik özelliklerin ayrıntılı bir şekilde belirlenmesi gerekliliği kabul görmüştür.

2.2. Düzenli Depolamada Mühendislik Jeolojisi Uygulamaları

Şehirleşme ve endüstrileşmeye bağlı olarak, özellikle düzenli depolama için yeterli büyüklükte alan bulma olanağı gün geçtikçe ciddi bir problem haline gelmektedir (Ersoy ve Bulut, 2009).

Hatta yeterli büyüklükte, yerleşim alanlarına uzak ve taşıma mesafesi dikkate alındığında, ekonomik açıdan uygun alanlarda, uygun jeolojik bariyer niteliğinde düşük geçirimli kaya ve/veya zemin ortamı mevcut olmaması düzenli depolama uygulamalarında en büyük problem olarak görülmektedir.

Düzenli depolamanın asıl amacı, depolanan atıklardan kaynaklanacak sızıntı sularının alıcı ortamlara ulaşıp çevre kirliliğine yol açmasını engellemektir.

Bu nedenle sürdürülebilir bir atık yönetimi nihai aşamada sadece düzenli depolama alanlarının tasarımı ile sağlanabilmekte, bu durumda da en etkili faktörler ortamın jeolojik ve hidrojeolojik özellikleri olarak görülmektedir.

Düzenli depolama alanları tasarlanırken atık, atığın depolanacağı alanda bulunan jeolojik birimler ve geçirimsizlik sağlayan yapay ve/veya doğal örtü malzemesi koruyucu bir bariyer görevi görür.

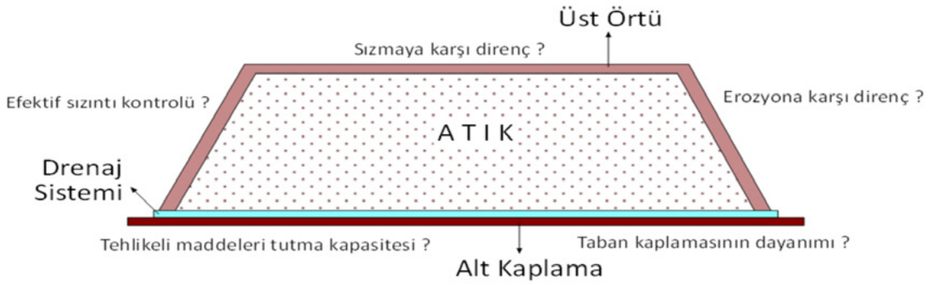
Bu nedenle; (1) atığın kendisi, (2) atığın üzerinde depolandığı jeolojik ortamın (jeolojik bariyer) ve (3) atık ile jeolojik ortam arasında geçirimsizliği sağlayan yapay (sentetik) veya kil malzemesinin (jeoteknik bariyer) mühendislik özellikleri bir bütün olarak düşünülüp ele alınmalı ve detaylı olarak ortaya koyulmalıdır (Langer, 1995).

Bariyer sistemlerinin iyi şekilde çalışması ve kirliliğe en düşük seviyede tutması için yapılması gereken çalışmalar Çizelge 1'de özetlenmiştir.

Atık Yönetim Gereksinimleri
• Atık miktarı ve bileşiminin belirlenmeli,
• Alternatif bertaraf ve atık üretimini azaltma yöntemlerinin değerlendirilmesi
• Arıtma teknolojilerinin araştırılması
• Su, zemin ve hava kirliliğinin izlenmesi
Kaplama ve drenaj sistemi (jeoteknik bariyer) yönetimi gereksinimleri
• Örtü/kaplama sisteminin planlanması
• Depolama alanında oluşan sızıntı suyu miktarının tahmini
• Sızıntı suyu arıtma tesisi planı
• Gaz toplama sistemlerinin planlanması
Jeolojik ortam gereksinimleri
• Litoloji
• Farklı derinlikler için geçirimlilik tespiti
• Kalınlık ve homojenlik
• Yeraltısuyu konumu ve hareketi
• Şişme potansiyeli
• Zemin/Kaya taşıma gücü, oturma miktarı
• Şev duraylılığı
• Kazılabilirlik
• Süreksizlik analizi

Çizelge 1. Düzenli depolama alanının tasarlanması için gerekli olan çalışmalar (Ersoy vd., 2013)

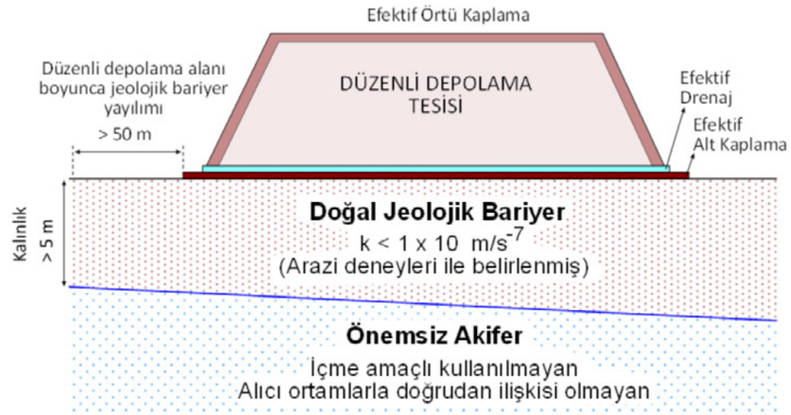
Atık bariyeri, atığın kendisinden oluşur ve özellikle bertaraf yönteminin seçiminde en önemli parametre atık kompozisyonu ve miktarıdır. Düzenli depolama sahasına gelen atığın üreteceği sızıntı suyu ve gazın miktarı da doğrudan atık bileşiminden etkilenir. Bu durum arıtma tesislerinin tasarımında büyük önem taşır. Atığın kendisi kirlilik kontrolü için en önemli bariyerdir. Bu nedenle özellikle kaynağında atık ayrımının yapılması atık bariyerinin kirlilik kontrol görevini yapması için büyük önem taşır.



Şekil 4. Jeoteknik bariyer gereksinimleri

Günümüzde atıkların depolandığı jeolojik ortam ile atık arasına serilen jeosentetik malzemeler (jeoteknik bariyer) neredeyse geçirimsiz olarak üretilmektedir. Geçmişte bu tür sentetik malzemelerle ilgili birçok problem yaşansa da, mineral ve plastik bazlı malzemeler güncel düzenli depolama sahalarında başarıyla kullanılmaktadır. Jeoteknik bariyerler çoğunlukla sızıntı suyunun alıcı ortamlara doğru düşey hareketini engellemek ve atık ile toprak, yüzey ve yeraltısuyu arasında bir geçirimsiz seviye oluşturmak amaçlı inşa edilen yüksek yoğunlukta polietilen (plastiğe benzer) malzemelerdir. Bununla birlikte farklı sahalardan temin edilen ve mühendislik özellikleri belirlenmiş killer de bu amaçla kullanılmaktadır. Bu tür yapay ve/veya yarı doğal malzemelerin kullanılmasındaki bir diğer neden ise geçirimsizliği sağlayacak jeolojik ortamın bulunmasındaki güçlüktür. Her ne kadar jeoteknik bariyerler çevre kirliliğinin önlenmesine yönelik en uygun malzemeler olarak görülse de Şekil 4'te görülen bir takım gereksinimleri karşılaması gerekmektedir.

Jeoteknik bariyerlerin tasarımı çok ayrıntılı hidrojeolojik ve jeoteknik araştırmalar sonucunda gerçekleştirilir. Ancak düzenli depolama alanının ömrü düşünüldüğünde, jeoteknik bariyerlerin uzun-dönem yüksek performansla çalışması gerekmektedir (Dörhöfer ve Siebert, 1997). Düzenli depolama alanlarında özellikle jeoteknik bariyerlerde uzun dönemler sonucunda karşılaşılan problemler, jeoteknik bariyerlerin de kirliliği tam olarak engelleyemediğini göstermektedir. Bu durumda jeolojik bariyer kavramı ortaya çıkmıştır. Uygun jeolojik bariyerlerin seçilmesi durumunda katı atık depolama alanlarından kaynaklanacak kirliliğin en düşük seviyede kalacağı birçok düzenli depolama alanında yapılan izleme çalışmalarında teyit edilmiştir.



Şekil 5. Düzenli depolama alanı tabanında bulunan jeolojik bariyerin genel özellikleri

Diğer bariyerlerde olduğu gibi jeolojik bariyerlerin uygun niteliklerde olabilmesi için bazı standartları sağlaması gerekmektedir. Bunlar; (1) düşük geçirgenlik, (2) düşük etkin gözeneklilik (yüksek özgül tutma), (3) yeterli kalınlık, (4) tehlikeli maddelere karşı yüksek tutma kapasitesi şeklinde sıralanabilir (Şekil 5). Bu özelliklerden biri bile sağlanamaz ise düzenli depolama alanı kontrolü sadece atık ve jeoteknik bariyere bağımlı kalacaktır.

Bu nedenle düzenli depolama alanları üzerine çalışan hidrojeoloji uzmanlarının ortak görüşü bir katı atık depolama alanının çevreye uyumlu çalışması için özellikle jeolojik bariyerin düşük

geçirimliliğe sahip ve kalın olması gerektiğidir. Genel olarak ortamın permeabilite değerinin 10-7 m/s'den küçük olması istenir. Bu özelliğe sahip jeolojik bariyerin yanal devamlılığının düzenli depolama sahası kenarından itibaren en az 50 metre, düşey devamlılığının ise en az 5 metre olması gerekmektedir. Jeoloji bariyer hacminin fazla olması, kirlilik yayılma olasılığını belirleyici en önemli etkendir. Bunun için yaklaşık 2 hektarlık alanda her biri en az 10 metre olacak şekilde 5 adet sondaj kuyusu jeolojik ortamın yanal ve düşey devamlılığının belirlenmesi amacıyla yeterli olarak görülmektedir (Bagchi, 2004).

Birçok mühendislik projesinin aksine, katı atık düzenli depolama alanı projelerinde ayrışma derecesi yüksek, özellikle şişme potansiyeli yüksek kil mineralleri içeren homojen ve kalın kayaçlar uygun jeolojik bariyer niteliğindedir. Özellikle marnlar, kil içeriği yüksek kalkarenit veya kalsirüditler, ayrışmış piroklastik kayaçlar ve süreksizlikleri dolgulu asidik volkanik kayaçlar düzenli depolama alanları için uygundur.

5. Sonuçlar ve Değerlendirme

Sürdürülebilir atık yönetiminde en az tercih edilen yöntem depolama olsa da, her türlü bertaraf yönteminden sonra bile nihai olarak depolanması gereken ürün kalmaktadır. Bu nedenle düzenli depolama atık yönetiminin vazgeçilmez bir unsurudur. Atık yönetiminde amaç düzenli depolamaya gönderilecek atık miktarını diğer yöntemler kullanılarak azaltmak, bu oranı % 10'ların altında tutmak olmalıdır. Düzenli depolama aşamasında ise en çok dikkat edilmesi gereken konu çevreyi en az ölçüde kirletecek bir sistemin geliştirilmesidir.

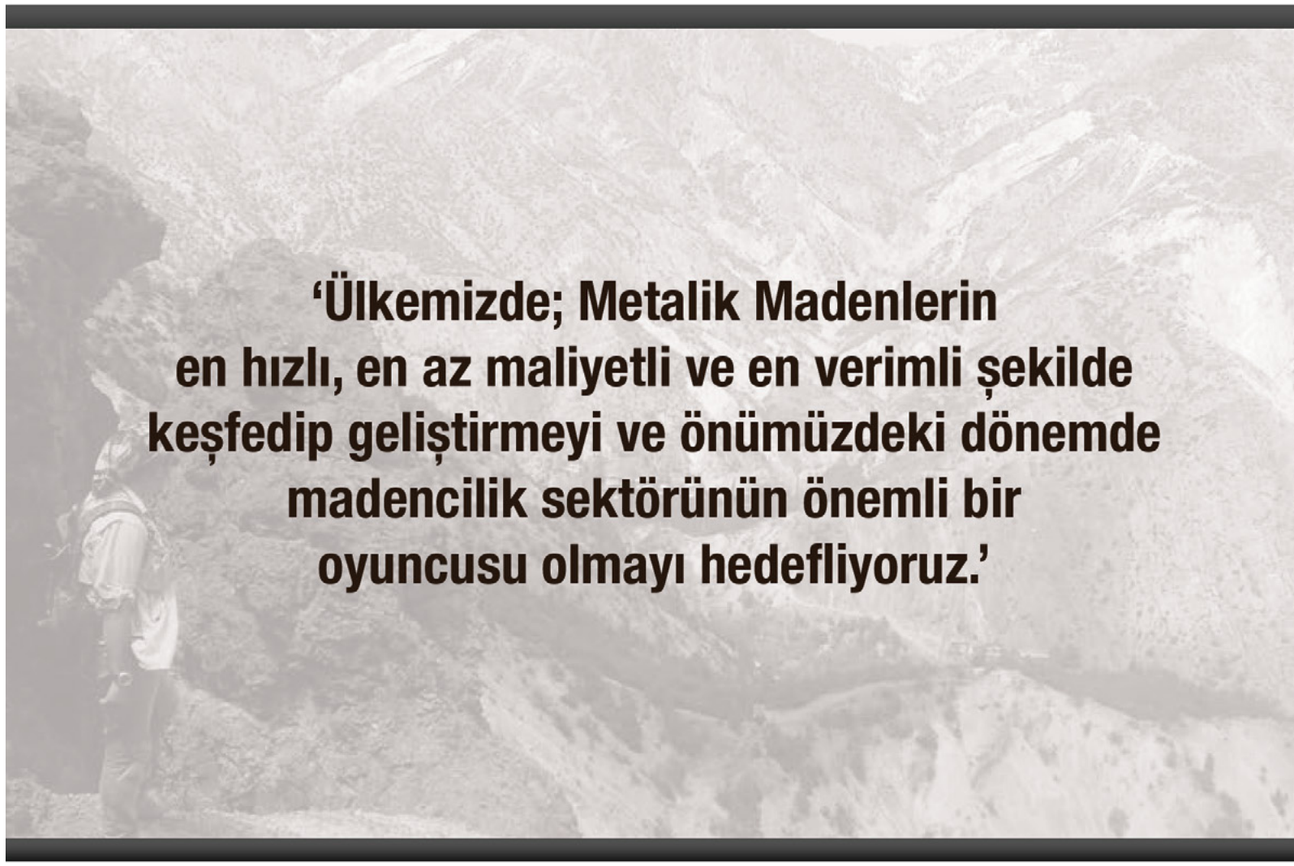
Bariyer olarak nitelendirilen atığın kendisi (atık bariyeri), yapay sentetik malzemeler (jeoteknik bariyer) ve jeolojik ortam (jeolojik bariyer) bir bütün olarak düşünülmeli ve uzun dönem koruma sağlanmalıdır. Uzun dönem koruma ise yalnızca atığın üzerine depolanacağı kaya ve/veya zemin ortamının (jeolojik bariyer) uygun nitelikte olması ile sağlanabilir.

Bu nedenle düzenli depolama yeri seçim aşamasında jeolojik ortamın mühendislik jeolojisi özelliklerin belirlenmesi sürdürülebilir atık yönetiminin belki de en önemli kademesidir.

Kaynaklar

- Atık Yönetimi Yönetmeliği, 2015. Resmi Gazete, Sayı: 29314
- Dörthöfer, G. ve Siebert, H., 1998. The Search for Landfill Sites-Requirements and Implementation in Lower Saxony German, Journal of Engineering Geology, 35 (1), 55-65.
- EPA (Environmental Protection Agency), 1998. Guidelines for Major Solid Waste Landfill Depots, ISBN 1 876562 00 5, 19 pp.
- EPA, 2001. Introduction to Definition of Solid Waste and Hazardous Waste Recycling, USA
- EPA, 2014. Waste Classification Guidelines: Part 1 Classifying waste, USA
- EPA, 2015,.Definition of Solid Waste Final Rule, USA
- Ersoy, H., Bulut, F., 2009. Spatial and multi-criteria decision analysis-based methodology for landfill site selection in growing urban regions, Waste Management and Research, 27, 489-500
- Ersoy, H., Bulut, F., Berkün, M., 2013. Landfill site requirement on rock environment; a case study, Engineering Geology, 154, 20-35
- ESE (Eurostat Statistics Explained), 2016. Municipal waste statistics in Europa
- Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, 1991. Resmi Gazete, Sayı: 20814 (son değişiklik: 2015)
- Öztürk, M., 2014. Waste Management in Turkey: Sustainable Resource Management, Republic of Turkey Ministry of Environment and Urbanizations
- Tchobanoglous, G., Kreith, F., 2002. Handbook of Solid Waste Management, McGraw-Hill, ISBN 0-07-135633-1, NewYork.
- Word Bank, 2012. What a Waste; A Global Review of Solid Waste Management, Urban Development Series Knowledge Papers, USA
- UNEP (United Nations Environment Programme), 2013. Guidelines for National Waste Management Strategies.

POLİMETAL MADENCİLİK



POLİMETAL MADENCİLİK SAN. ve TİC. A.Ş.
Söğütözü Mh. 2176 Sk. Platin Tower İş Merkezi No: 7 D:13-14-15-16 / K: 6 D: 21/22
Tel: (00 90) 312 219 01 66 Fax: (00 90) 312 219 01 67 www.polimetalmadencilik.com

Terzili tünelleri çıkışından bir görüntü

Ordu Çevre Yolu Projesi

Viyadükler ve Tüneller

Cüneyt Hüseyin Şentürk
Ordu Çevre Yolu İnşaatı Şantiyesi
Eskipazar Mevkii Aydınlık Mah. 4.Sok ORDU

Bilindiği gibi hızlı kentleşmenin getirdiği en önemli sorunlardan biri trafik sorunudur. Yoğun trafik, yaşamlarımızı pek çok bakımdan olumsuz etkilemektedir. Nüfus ve taşıt sayısının artmasıyla birlikte mevcut ulaşım altyapısının yetersiz kalması insan sağlığı, ulaşım süresi ve maliyeti açısından olumsuzluklara neden olmakta, giderilmesi zor veya mümkün olamayan çevresel problemlerin oluşmasına ortam hazırlamaktadır.

Ordu il merkezi bu sorunların en yoğun yaşandığı kentlerimiz arasındadır. Kapıkule ile Sarp sınır kapıları arasındaki transit geçişi sağlayan Karadeniz Sahil Yolunun tam ortasında yer almaktadır. Güncel resmi verilere göre Ordu kent merkezinden günde 27 bin araç geçmektedir. Bunların çoğu da transit geçiş yapan ağır tonajlı araçlardır. Bu yoğun transit trafik kent içi ulaşımı olumsuz etkilemekte ve motorlu taşıtların çıkardığı egzoz gazları kentte hava kirliliğine neden olmaktadır. Ulaşım hatları genel olarak geçtikleri yerlere hayat veren damarlar olarak bilinse de Ordu'nun içinden geçen mevcut yol kent sağlığını tehdit eder haldedir.

Ülkemizin diğer büyük kentlerinde olduğu gibi Karadeniz kıyısındaki yerleşim alanlarında da kent içi trafikte son yıllarda yoğunluk oluşmuştur. Bu bölgedeki kent içi ve dışı ulaşım yollarının düzenlenmesi ve rahatlatılmasına yönelik arayışlar başlatılmış olup merkezler için mevcut kent dokusu ve uzun vadeli planlama ilkeleri göz önünde tutularak hazırlanan bazı ulaşım projeleri hayata geçirilmektedir. 2007 yılında projelendirilmesi tamamlanan ve 2012 yılında temeli atılan Ordu Çevre Yolu Projesi'nin belirli kısımlarındaki yapım çalışmaları halen sürdürülmektedir. Projede kent içi ve kent dışı ulaşımda güvenliğin rahatlatılması, trafik yoğunluğunun neden olduğu çevresel sorunların önemli ölçüde azaltılması planlanmıştır. Çevre yolunun hizmete girmesiyle, ayrıca ulaşımda zaman kaybının önüne geçilecek ve yakıt tüketiminin optimizasyonu sağlanacaktır.

Yapımı devam eden proje kentsel alanı çevreleyen arazi şartlarının oluşturduğu zorluklar nedeniyle entegre bir sistemin parçaları şeklinde tasarlanmış farklı türden yerüstü ve yeraltı mühendislik yapısını içermektedir.

Tünel ve Viyadükler

Toplam uzunluğu 19 km ve platform genişliği 26 m olan Ordu çevre yolu güzergahı, Bolaman-Perşembe yolu üzerindeki Akçaova viyadüğünden başlayıp Boztepe (3300m) ve Öceli (2020m) tünelleri ile devam etmektedir. Öceli-1 (208m) ve Öceli-2 (87m.) ve Civil viyadüklerinin (785 m.) ardından, Terzili (1180 m) tünelini de geçen çevre yolu, Melet Irmağını da 1198 metrelik Melet Viyadüğü ile geçtikten sonra Karadeniz sahil yoluna bağlanmaktadır.

İlk projede Terzili tünelinin büyük bir kısmının yarma yöntemiyle geçilmesi planlanmıştır. Ancak, bu yöntemin doğal ve toplumsal çevreye vereceği zararlar göz önüne alınarak bu kesimde hattın tamamının tünelle geçilmesine karar verilmiştir.

Çevre yolu projesi, tamamlandığında sadece Ordu'ya değil, Karadeniz bölgesine de çok önemli katkılar sağlayacak, bir bakıma Karadeniz Sahil Yolu'na gerçek anlamını kazandıracaktır.

Ordu çevre yolu yarmaları ve Boztepe tüneli girişinden bir görüntü

Terzili tüneli çıkış bölgesinde kazı ve destek çalışmalarından bir görüntü

Mühendislik ve Jeolojinin Birlikte Sınanması: Tüneller

Tünel güzergahı belirlenirken, arazinde sürdürülen jeolojik haritalama çalışmalarından sonra, mevcut veriler değerlendirilerek, yapı türü ve yerleşimleri gibi proje büyüklükleri de dikkate alınarak detay yeraltı araştırmalarına geçilmektedir. Bu aşamada projelendirmede kullanılacak ortam özelliklerini sayısal olarak tanımlamaya yönelik jeofizik ölçümler ve mekanik sondajlar yaygın olarak kullanılır. Sonuçta tünel, galeri veya kavern gibi yeraltı yapılarının yerleştirileceği ortamın jeolojik yapısı ve yeraltısuyu durumu ortaya çıkarılarak, tasarıma esas oluşturan jeolojik-jeoteknik parametreleri belirlenmektedir. Tünelin açılmasına başlanmadan önce, saha gözlemleri ve sondajlardan elde edilen bilgilere göre tünel güzergâhının mühendislik jeolojisi kesiti hazırlanır. Hazırlanan kesitlerindeki bilgilerin doğruluk derecesi, tünellerin tasarımını, maliyetini ve inşa süresini doğrudan etkilemektedir. Yeraltı kaya yapısı, yerkabuğu içinde herhangi bir boşluğun açılmasından sonra bu boşluğu çevreleyen ana kayadan oluşan, mühendislik açısından yeterli ve güvenli taşıyıcı bir sistemlerdir. Tünel inşaatında mühendisleri en çok zorlayan konu kayayı kazabilmek ve oluşturulan yeraltı açıklığını destekleyebilmektir. Tünel zor ve özel inşaatlardan biri olup, büyük dikkat ister, yavaş ilerler, çok sayıda iş makinesi ve güncel teknoloji gerektirir. Tünellerdeki kazı yöntemleri ve ekipman seçiminde dört ana konu önemlidir. Bunlar, arazinin jeolojik yapısı, oluşturulacak açıklığın geometrisi ve kesit büyüklüğü, maliyet ve zaman. Ayrıca jeolojik ortama uygun kazı destekleme yöntemi, ekipmanların seçimi proje için kilit önemdedir.

Terzili tünelinden bir görüntü

Ordu çevre yolu üzerindeki Boztepe, Öceli ve Terzili tünelleri çift tüplü kara yolu tünelleri olarak planlanmış ve bunların inşasında yeni Avusturya tünel açma yöntemi uygulanmaktadır. Ortamı olabildiğince kendisine taşıtma felsefesine dayanan bu yöntemde tünel etrafında oluşan etkilenme bölgesinin bir kısmı ana kayaya bir kısmı da yapılan bulon, çelik iksa ve püskürtme beton gibi geçici destekleme elemanlarına taşıtılmaktadır. Bu elemanlarla desteklenen tünelde istenilen kesit kararlılığı sağlandıktan sonra tünelin iç kaplaması yapılmaktadır. Ordu çevre yolu tünellerinin kazısında sert kayaçlarda delme ve patlatma yöntemi uygulanırken, yumuşak ve orta sertlikteki ayrışmış kaya, zemin ve kil gibi zeminlerin geçildiği kesimlere kazı makineleri (ekskavatör) kullanılmaktadır.

Yeni Avusturya tünel açma yöntemi üç ana ilkeye dayanır. Birinci ilke açılan boşluğun çevresindeki kaya ortamını yük taşıyıcı bir destek elemanı haline getirmektir. Kazı sonrasında kazı boşluğu etrafında oluşturulan ikincil gerilme durumunda genellikle etkilenme bölgesinin kazı cidarına yakın kısmında rahatlama, gevşeme (psödo-plastik halka) oluşmaktadır. Bu halkanın dışında ise açıklığın stabilitesini etkileyen koruyucu kemer oluşmaktadır. Kazı boşluğu yeterince desteklenmediği durumlarda bu plastik zon giderek genişler, kesit daralmasına (konverjans) neden olan deplasmanlar meydana gelir. Tünel cidarına etkiyen hem gerilmeleri hem de oluşan deformasyonları optimum şekilde sınırlandırmak için açıklık geçici elemanlarla desteklenerek kesit kararlılığı sağlanır. Çevre yolu tünelleri yer yer yüksek birincil gerilmeler altında, plastikleşen ve gerilmeler nedeniyle sıkışan, patlama riski içeren, fay/kesme zonları nedeniyle örselenmiş, yüksek su basınçlarına maruz, yüksek sıcaklıktaki ortamlarda açılmaktadır. Kazı yüzeyi, kazının hemen sonrasında karşılaşılan duruma göre revize edilen ve kalınlığı 5-15 cm arasında değişen püskürtme betonla kaplanmaktadır. Bu uygulamanın amacı ilk desteklemeyi sağlayarak kazı yüzeyindeki dökülmeleri kontrol altına almak ve güvenli çalışma ortamını yaratmaktır.. Daha sonra, kazı boşluğu sırasıyla çelik iksa, çelik hasır ve kaya bulonu gibi elemanlarla geçici olarak desteklenmektedir. Kazı sonrası esas taşıyıcı sistem çelik iksalar vasıtasıyla gelen yüklerin tabana aktarılması sağlanmaktadır. Daha sonra çelik hasır yerleştirilerek üzerine 25 cm kalınlığında püskürtme beton uygulanmıştır. Ordu çevre yolu tünellerinde toplam 185 bin metreküp püskürtme beton kullanılmıştır.

Ordu çevre yolu tünellerinde toplam 1 300 000 metreküp kazı yapılmıştır. Kazıdan çıkarılan kaya malzemesi yol dolgusunda kullanılmakta, ince boyutlu malzemeler ise arazide uygun yerlere serilerek tarım yapılabilecek alanlara dönüştürülmektedir.

Yeni Avusturya tünel açma yönteminin ikinci ilkesi tünellerde oluşan deformasyon ve gerilimleri optik ve jeoteknik aletlerle ölçerek denetim altında tutmaktır. Tünel üzerindeki örtü kalınlığına bağlı yük, yeraltı yapısı tarafından taşınmaktadır. Deplasmanların kontrol altında tutulamaması

Öceli tünelinden bir görüntü

Ordu çevre yolunun Km:29+600 yarma tabanı iyileştirme çalışmaları

durumunda kazının etkisi sığ tünellerde yeryüzüne ulaşmaktadır. Öngörülen kazı kesiti geçici elemanlarla istenilen düzeyde kararlı hale gelmediğinde tünelin nihai kaplaması yapılamamaktadır. Ölçümler sırasında tünel içinde veya dışında önceden belirlenen noktalarda belirli aralıklarla konum ve deformasyon okumaları yapılarak zaman ve yapılan işlemlerle ilişkilendirilir. Periyodik olarak yapılan okumalarda değişim olmaması bir kazı kesitinin kararlı ve güvenli hale geldiğine işaret etmektedir. Ölçüm noktalarında önceki konumlarına göre bir değişikliğin oluşması stabilitenin sağlanamadığı anlamına gelir ve bu olumsuzluğun giderilmesine yönelik önlem(ler) alınmasını gerektirir.

Bu yöntemin üçüncü ilkesi her türlü tünel şartlarına uygun bir esneklikte olmasıdır. Yöntem tüneldeki mevcut şartlara kolaylıkla uyarlanabilir. İzle-gör-ölç-değiştir zinciri bu yöntemi avantajlı kılmaktadır. Bu nedenle, proje temsilcisinin sahada bulunması, tarafların hızlı ve etkin karar almalarının sağlanması önemlidir. Projeci, yüklenicinin taşeronu olmamalıdır. Sahada tutulan kayıtlar (ölçüm sonuçları, ayna haritaları, ilerleme kayıtları vb) tarafların her zaman denetimine açık ve şeffaf olmalıdır.

Jeolojisi bilinmeyen, direnç ve davranışı doğru olarak belirlenmemiş ortamlarda, sistem büyüklüğü içerisindeki etkileşimler iyi tanımlanmadığında tünel projeleri; maliyeti yüksek zaman kayıplarına neden olmakta, yapım süreleri uzamaktadır. Ayrıca özellikle yerleşim alanlarda denetlenmeyen ve yönlendirilmeyen yeraltı kazıları; can ve mal kaybına neden olmaktadır.

Öceli-2 viyadüğü çalışmalarından bir görüntü

Yusufeli Barajı ve HES Projesi

Feridun ÜNSAL
Yusufeli Barajı ve HES Proje Müdürü

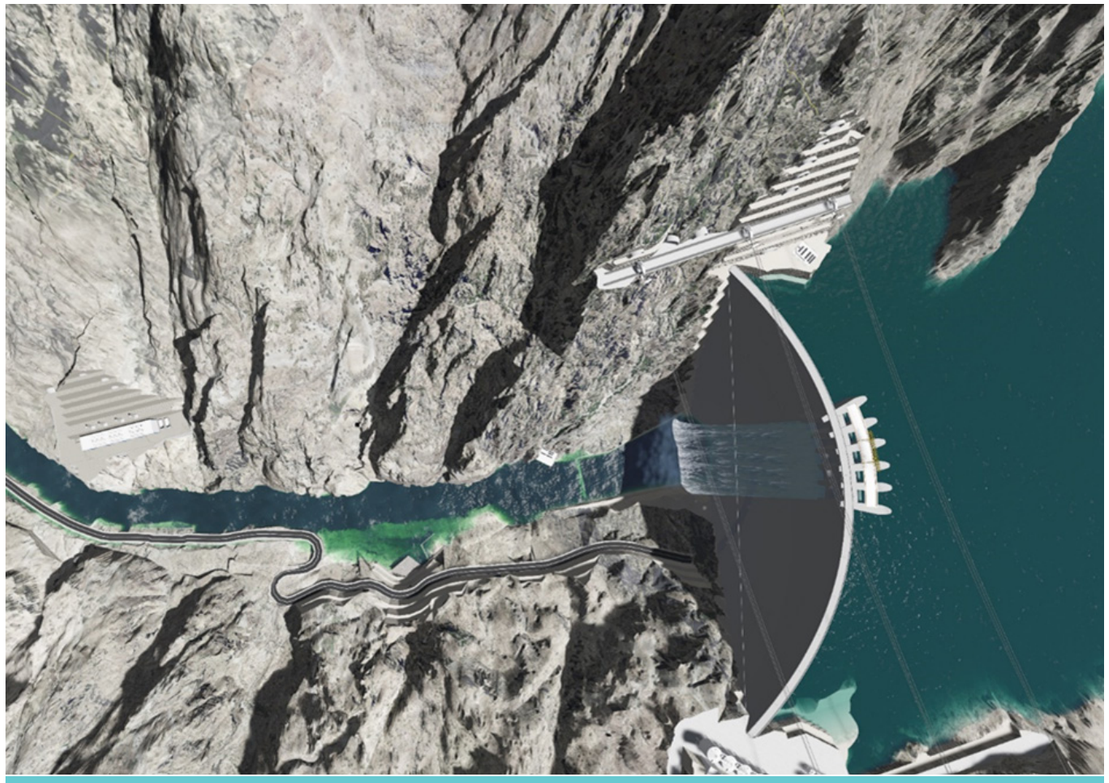
Limak-Cengiz-Kolin ortaklığı tarafından yapımı sürdürülen Yusufeli Barajı ve HES, Çoruh Nehri üzerinde yer almaktadır. Yusufeli Barajı ve HES, DSİ tarafından Çoruh Havzasında yapımı planlanan 10 adet baraj arasında gövde yüksekliği açısından en büyük olanıdır. Baraj, aynı zamanda çift eğrilikli beton kemer kategorisinde dünyanın üçüncü yüksek barajı olacaktır.

Temelden yüksekliği 270 m olan Yusufeli Barajı'nın toplam depolama hacmi yaklaşık 2.2 milyar m3'tür. Kurulu gücü 540 MW olarak planlanan santralde, yılda yaklaşık 1 888 GWh elektrik enerjisi üretilecektir.

İnşası devam eden Yusufeli Barajı ve HES Proje Müdürü Sayın Feridun Ünsal proje ile ilgili sorularımızı yanıtladı...

Gerek ülkemizde gerekse dünya ölçeğinde Yusufeli Barajı ve HES projesini özel kılan yanlar nelerdir?

Öncelikle sizlere bu söyleşi nedeniyle teşekkür ederim. Hemen şunu belirtmek isterim ki geçmişte tamamlamış olduğumuz baraj tecrübeleri, bilhassa Yusufeli barajında sergilemiş olduğumuz üstün başarı ve bu yolda çabalarını eksik etmeyen çalışma arkadaşlarımın yardımlarıyla önümüzdeki zorlu basamakları birer birer çıkıp anlımızın akıyla tamamlayacağız.



Yusufeli Barajının yerleşim planı ve gövde modeli

Baraj eksen yerinde yan bağlantı yolları ve tünellerle ulaşılamayan bölgelere iki sahil arasına gerilen çelik halatlar ve vinçler ile ulaşım sağlanmaktadır.

Soruya gelince, Yusufeli Baraj çift eğrilikli beton kemer baraj tipinde olup, 270 m yüksekliği ile kendi sınıfında dünyanın en yüksek 3. barajı olacak. Bu kategoride yüksek bir baraj projesinde çalışmak onur verici bir görev.

Proje, çift eğrilikli beton kemer baraj olarak planlanmış. Bu tür baraj tipinin seçilmesinde etkili olan nedenler nelerdi? Bu tip barajların genel özellikleri konusunda bilgi verir misiniz?

Çift eğrilikli kemer barajlar hem yatay hem de düşey yönde eğriliğe sahiptir. Bu tip barajlar sahip oldukları çift yöndeki eğrilikten dolayı daha

ince beton kesitten oluşur. Yükleri geniş kemer yüzeyinde toplayıp vadi ayaklarına ileterek taşırlar. Çift eğrilikli kemer barajlar sahip oldukları bu taşıyıcı sistemin özelliği sayesinde beton hacminde önemli miktarda ekonomi sağlarlar.

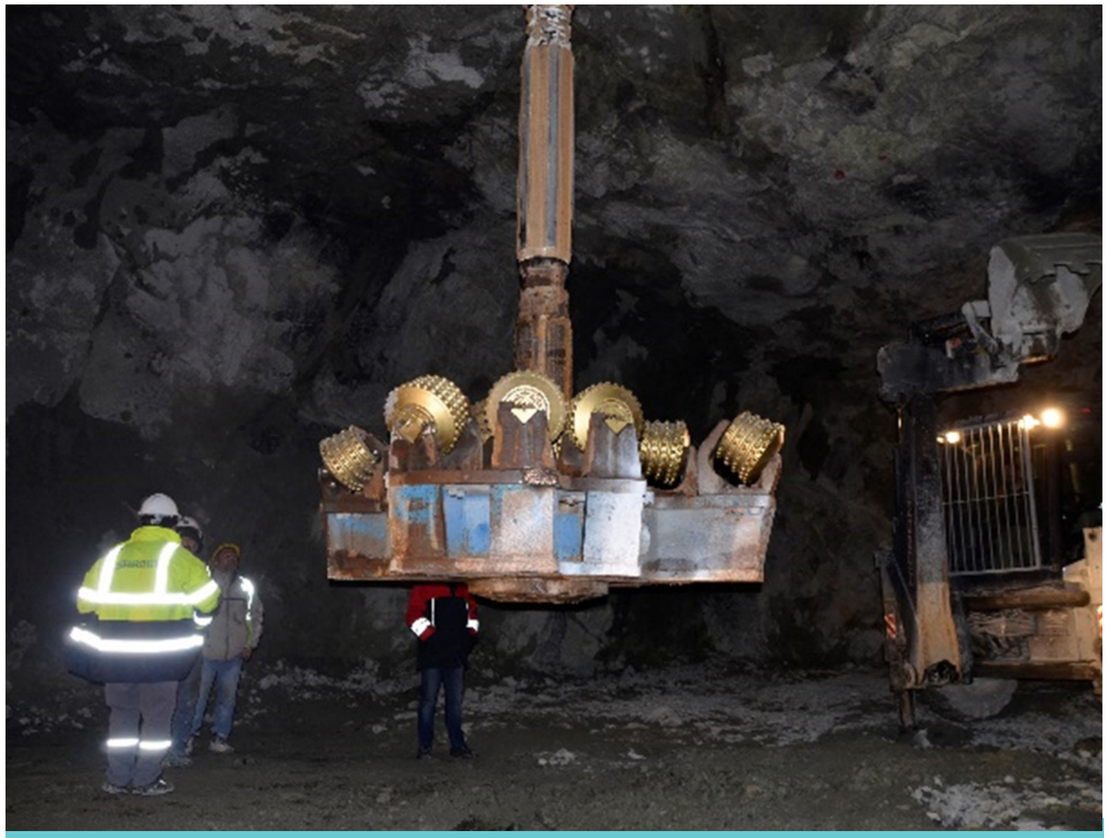
Yusufeli ve çevresi sarp topoğrafya ve dik yamaçlarla karakteristik. Özellikle cut-off kazısı sırasında nasıl bir teknik uygulandı?

Baraj gövdesinin yerleşeceği arazi tamamen ulaşım imkanları zor olan sarp topoğrafya ile çevrili. Baraj gövdesi memba, cut-off ve mansap bölgelerindeki şev kazılarının belirli bir kısma kadar yan bağlantı yollarıyla ulaşıldı. Ulaşım olanağı olmayan bölgelere ise iki sahil arasına gerilen vinçlerle yüksek tonajlı makinelerin, personelin ve gerekli gereçlerin nakliyesini sağlayarak ulaşıldı ve kazı ve şev destekleme işlerine devam edildi.

Baraj eksen yerinde yan bağlantı yolları ve tünellerle ulaşılamayan bölgelere iki sahil arasına gerilen çelik halatlar ve vinçler ile ulaşım sağlanmaktadır.

Su alma yapısı kontrol şaft kazısı düşey yönde bir kazı. Bu kazı sırasında farklı ve yeni bir teknik uygulamışsınız. Bu konuda bilgi verebilir misiniz? Bu tekniklerin uygulanmasında kullandığınız teknolojik araçlar nelerdi?

Raise Boring olarak da bilinen baş yukarı sondaj sayesinde şaft tüneli içerisinden vinç veya taşıyıcı araçlar ile hafriyat yükleme ve nakil yapmaksızın, açılan kuyudan hafriyatı boşaltarak çok seri bir şekilde şaft kazısını tamamladık. Raise Boring, iki seviye arasında dikey olarak pilot kuyu açılması ve aşağıdan yukarıya doğru kuyunun genişletilmesi işlemidir. Baş yukarı sondajda makine, yüzeye ya da birleştirilecek olan iki seviyeden üstte olanın tabanına kurulur. Daha sonra alttaki seviyeye kadar bir kılavuz delik açılır. Alt seviyeden yukarıya doğru geniş başlık yardımıyla üst seviyedeki makineye kadar tarama ve genişletme işlemi gerçekleştirilir. Tarama ve genişletme başlığının deldiği malzemeler ise, alt seviyeye düşer ve uygun bir yöntem kullanılarak alt seviyedeki alandan çıkarılır.



Su alma yapısı şaftı inşasında kullanılan baş yukarı (Raise Boring) sondaj makinasının kesici elemanlarından bir görüntü

Baraj gövdesinin temellendirileceği sağ sahilde düşük dayanıma sahip kaya kütlelerinde yapılan temel (cut-off) kazısı ve iyileştirme çalışmaları

Proje sırasında ön görülemeyen jeomühendislik problemleriyle karşılaştınız mı? Bu tür problemler söz konusu ise, ne gibi önlemlerle bu problemlerin üstesinden geldiniz?

Baraj gövdesinin inşa edileceği vadide gövdenin yaslandığı sağ ve sol sahilde düşük dayanıma sahip kaya kütleleri ile karşılaşıldı. Baraj inşaatı ile paralel yürüttüğümüz araştırma ve projelendirme çalışmalarından elde ettiğimiz bilgiler ve analizler sonucu bu bölgelerde temel kayası üzerindeki taban çekme gerilmelerini azaltmak için temel kayası iyileştirme çalışmaları tasarımlandı. Bu çalışmalar sonucunda gövde betonunun yaslanacağı yüzeylerde, gövdenin çalışma mekanizmasını rahatlatacak iyileştirmelerin kazıları yapılıyor ve şu anda geliştirme aşamaları devam etmektedir.

Yeraltı santrali için granit kütlesi içinde çok geniş yeraltı açıklıkları oluşturuldu. Bu kazılarda uyguladığınız farklı ve güncel yöntemler hakkında bilgi verir misiniz?

Santral binası kazısında, her bir faz kendi içerisinde farklı aşama kesitlerine bölünerek kazı işlemleri yapıldı. Bunun yararı, eş zamanlı olarak kazı ve hafriyat nakli durmaksızın kazıyı hızlı bir şekilde tamamlamak içindi. Tamamlanan her bir faz proje aşamasında jeolojik modelleme üzerinde yapılan analizler sonucunda tespit edilen bölgelere göre yoğunluğu hesaplanmış olup, üstündeki yükü taşıyabilecek kapasitede yüksek kapasiteli ön germeli ankrajlar ve pasif şev destekleme sistemleri ile desteklendi.

Santral binasının inşa edileceği yeraltı açıklığından bir görüntü

BİLİMSEL TOPLANTILAR

Uluslararası Bilimsel Toplantılar (2016-2017):

Adı: VII Brazilian Rock Mechanics Symposium: Rock Mechanics and Rock Engineering Innovation for Sustainable Development.- an ISRM Specialised Conference
Yer: Belo Horizonte, Brezilya
Tarih: 19-22 Ekim 2016
Web: www.cobramseg2016.com.br

Adı: International Symposium on Marine Engineering Geology: IAEG Symposium
Yer: Qingdao, Çin
Tarih: 21-23 Ekim 2016
Web: ismeg2016.net.cn

Adı: International Black Sea Mining and Tunnelling Symposium
Yer: Trabzon/Türkiye
Tarih: 2-4 Kasım 2016
Web: www.blacksea2016.com

Adı: Recent Advances in Rock Engineering - RARE 2016 - an ISRM Specialised Conference
Yer: Bangalore, Hindistan
Tarih: 16-18 Kasım 2016
E-posta: dto@nirm.in

Adı: EUROCK2017: Human Activity in Rock Mass
Yer: Ostrava, Çek Cumhuriyeti
Tarih: 13-15 Haziran 2017
Web: www.eurock2017.cz

Adı: GeoMEast2017 International Conference
Yer: Sharm El-Sheikh, Mısır
Tarih: 15-19 Temmuz 2017
Web: www.GeoMEast2017.org

Adı: 1st African Regional Symposium-AfriRock2017: Rock Mechanics for Africa
Yer: Cape Town, G. Afrika Cumhuriyeti
Tarih: 02-07 Ekim 2017
Web: www.saimm.co.za

Adı: 15th Int. Conference of the Int. Association for Computer Methods and Advances in Geomechanics (15th IACMAG)
Yer: Wuhan, Çin
Tarih: 20-23 Ekim 2017
Web: www.15iacmag.org

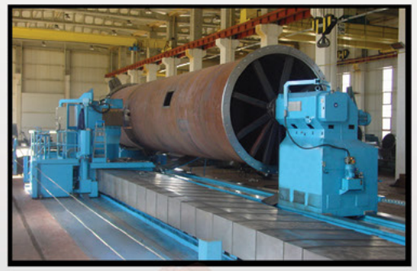
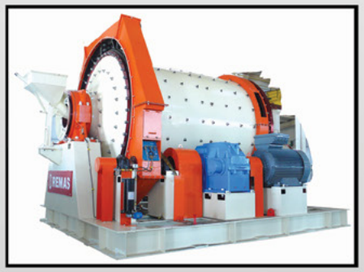
Adı: The 11th Asian Regional Conference of IAEG (11ARC) (Engineering Geology for Geodisaster Management)
Yer: Kathmandu, Nepal
Tarih: 28-30 Kasım 2017
Web: www.iaegarc11ngs.com

Ulusal Bilimsel Toplantılar (2016-2017):

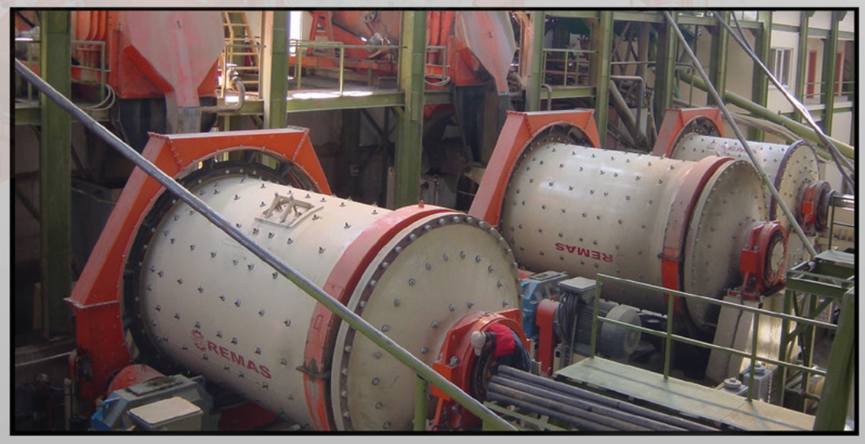
Adı: III. Sondaj Sempozyumu ve Sergisi
Yer: Ankara, Türkiye
Tarih: 07-09 Aralık 2016
Web: www.jmo.org.tr

Adı: 70. Türkiye Jeoloji Kurultayı (Kültürel Jeoloji ve Jeolojik Miras)
Yer: Ankara, Türkiye
Tarih: 10-14 Nisan 2017
Web: kurultay@jmo.org.tr

REMAS

• Bilyalı veya Çubuklu Değirmenler
• Kuru veya Yaş Öğütme Sistemleri
• Kurutucular
• Seperatörler
• Özel Üretim Dişliler
• Hareket Aktarma Elemanları
• Özel Üretim Redüktörler



REMAS REDÜKTÖR VE MAKİNA SANAYİ A.Ş.
Tepeören Köyü 34959 Tuzla / Istanbul - TÜRKİYE
Tel : +90 (216) 304 13 60 (Pbx)
Fax: +90 (216) 304 13 68
www.remas.com.tr
remas@remas.com.tr

JEMAS
MÜHENDİSLİK TAAHHÜT VE TİCARET LTD. ŞTİ.
ENGINEERING CONTRACTING & TRADING CO. LTD.
35 yıllık tecrübe...
www.jemas.com.tr
T.C.
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK
BAKANLIĞI
TÜRKAK
Test
TS EN ISO/IEC 17025
AB-0858-T
20 yıllık tecrübesi,
akreditasyon sertifikaları ve
deneyimli teknik kadrosu ile
ulusal ve uluslararası projelerinizde
çözüm ortağınız...
KAYA - ZEMİN
MÜHENDİSLİK
ROCK & SOIL ENGINEERING CO. LTD.
www.kayazemin.com.tr