

YER

Sayı: 8 Yıl: 4 Ocak-Nisan 2017

MÜHENDİSLİĞİ



- IV. Uluslararası Taş Kongresi İzmir’de Yapıldı
- Beton 2017 Hazır Beton Kongresi yapıldı
- Sualtı Tünelleri ve Uygulamaları
- Ropörtaj: Tünelcilikte neredeyiz?



RHINO 1088 DC
Tarama Çapı 2.44 m
Sert Kaya 2.44 m
Orta Sert Kaya 4.80 m

Delgi Takımı
Rod Çapı 254 mm
Stabilizer Çapı 311 mm

Nominal Şaft Açma Kapasitesi
Tarama Çapı 2.10 m
Şaft Uzunluğu 610.00 m



TEKNOLOJİ ▶ Yeni nesil şaft açma makinesidir.

İŞ GÜVENLİĞİ ▶ Kuyu içi ve risk alanında çalışan işçi olmadığı için güvenli çalışma imkanı sunar.

HIZLI İMALAT ▶ Maden, Karayolu, Demiryolu, Baraj ve HES Projelerinde bulunan, havalandırma, ulaşım, nakliye, denge bacası vb. inşaatlarının yapımını klasik yöntemlere göre hızlandıran en etkili şaft açma yöntemidir.

SARGIN İNŞAAT VE MAKİNE SANAYİ TİCARET A.Ş.

İlkbahar Mah. Galip Erdem Cad. 608. Sokak No:9 Yıldız Çankaya Ankara

T: 0312 229 27 00 • F: 0312 229 42 90 • info@sargininsaat.com • www.sargininsaat.com



GÜR MÜHENDİSLİK

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



- Zemin etüt sondajları
- İmar planlamasına yönelik jeolojik ve jeoteknik etütler
- Karayolu, demiryolu, tünel, köprü vb. projelerin jeolojik ve jeoteknik etütleri
- Kanalizasyon, içme suyu iletim hatları ile su deposu, arıtma tesisi ve terfi merkezi yerlerinin jeoteknik araştırmaları
- Baraj ve sulama yapıları jeoteknik etütleri
- Güçlendirme projelerine yönelik jeoteknik projeler
- Jeolojik ve mühendislik jeolojisi harita yapımı
- Yamaç ve şev stabilite etütleri
- Jeofizik, sismik ve rezistivite etütleri
- Yeraltı suyu aramaları
- Hidrojeolojik etüt hizmetleri
- Mühendislik ve müşavirlik hizmetleri

Gürhan Rahmi KOÇBAY
Jeoloji Yük. Müh.

Mebusevleri Mahallesi Ayten Sokak. No:29/5 Beşevler ANKARA
Tel: 0.312 215 97 28 • Faks: 0.312 215 97 29 • www.gurmuhendislik.com • gur@gurmuhendislik.com

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

Prof. Dr. Atiye TUĞRUL

Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL

Prof. Dr. Mahmut MUTLUTÜRK

Doç. Dr. Hakan ERSOY

Dr. Ayhan KOÇBAY

Onursal Üye

Prof. Dr. Erdoğan Yüzer

Prof. Dr. Okay Eroskay

Baskı

İmak Ofset Basım Yayın Tic. ve San. Ltd. Şti.

Merkez Mh. Atatürk Cad. Göl Sk. No:1

34197 Yenibosna / İstanbul / Türkiye

Tel: +90 444 62 18 Faks: +90 212 656 29 26

İletişim

ARC Yayıncılık

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

Kapak: Yusufeli Barajında şev iyileştirme amacıyla, kaya saplaması, basamaklandırma ve püskürtme beton uygulaması
Fotoğraf: Hakan ERSOY, Yıl: 2016)

REKLAM INDEX



Değerli okurlarımız,

Bazı güçlüklerle rağmen, Derneğimizin kuruluşundan bu yana yayın hayatını aralıksız şekilde sürdürdüğü Yer Mühendisliği dergisinin 2017 yılına ait ilk sayısını sizlere sunmaktan dolayı mutluyuz.

Hem üyelerimizle ve yer mühendisliği alanında görev yapan farklı mesleklerle mensup mühendislerle, hem de uygulamacı kamu kurum ve kuruluşları ve özel kuruluşlarla teknik iletişimin daha da geliştirilmesi açısından çok önem-sediğimiz bir periyodik olarak, "Yer Mühendisliği" dergisinin yayın hayatını uzun soluklu bir şekilde sürdürebilmesini sağlamayı her zaman Derneğimizin başlıca hedeflerinden biri olarak değerlendirdik. Bu hedefin gerçekleşebilmesi açısından, siz değerli okurlarımızın bize göndereceği kısa teknik yazılarınızın yanı sıra, uygulamaya yönelik olarak vereceğiniz haber ve/veya röportaj türü katkılarınızın dergimiz açısından ne denli önemli ve değerli olduğunu bir kez daha vurgulamak isterim.

Derneğimizin üye sayısı Mayıs 2017 itibariyle, ikisi onursal üye olmak üzere, toplam 137'ye yükselmiştir. Bu gelişmeyle Derneğimiz Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Birliği (IAEG)'ne üye Avrupa ülkeleri arasında üye sayısı açısından 4. sıradaki yerini korumuştur. Ayrıca IAEG'nin bilimsel yayın organı olan "Bulletin of Engineering Geology and the Environment" adlı uluslararası dergide aralarında Derneğimiz üyelerinin de yazarlarından olduğu Türkiye'den gönderilen ve yayımlanan makalelerin giderek artıyor olması da sevin-diricidir.

Derneğimiz tarafından periyodik olarak iki yılda bir düzenlenmesi öngörülen "Ulusal Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumları"nın ikincisi olan "MÜHJEO2017", 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) gerçekleştirilecek. Sempozyumun ilk iki gününde bildiriler sunulup tartışılacak, son gün ise bölgede teknik bir gezi düzenlenecektir. Bildiri gönderme süresi tamamlanmış olup, özeti gönderilen 60 civarındaki bildirinin bildiriler kitabında yer almak üzere tam metinleri yazarları tarafından hazırlanmaktadır. MÜHJEO2017'ye ayrıca MTA ve DSİ Genel Müdürlükleri ile AFAD Başkanlığı ve HİDRODER de destekleyici kuruluş olarak katkı sağlamışlardır. Üyelerimizin ve konuya ilgi duyan kişi, kurum ve kuruluşlar ile özel kuruluşların delege olarak ve delege göndererek, ayrıca stant açarak bu sempozyuma katılımlarını, ilgi ve desteklerini bekliyoruz.

2017 yılında dört kategoride verilecek olan "Kemal Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi Ödülleri" için yapılan başvurular her kategori için belirlenen jüri tarafından değerlendirilerek ödüle layık görülenler Nisan 2017'de belirlenmiş olup, sonuçlar kazananlara ve kuruluşlarına bildirilmiştir. Bu yıl aday bulunmayan dok-tora kategorisi dışındaki diğer üç ödül kategorisine oldukça fazla sayıda başvuru olması ve bu başvuruların son yıllarda giderek artması sevindiricidir. Bu yıl Erguvanlı Ödül'ü'nü kazananların ödül belgeleri ve plaketleri 12 Ekim 2017'de Adana'da başlayacak olan MÜHJEO'2017 Sempozyumu'nun açılış oturumunda düzenlenecek ödül töreninde kendilerine verilecektir.

Sizlerle paylaşmak istediğimiz diğer bir husus da Derneğimizin adının önüne "Türkiye" kelimesinin getirilmesi konusunda atılacak olan adımdır. Bunun gerçekleşmesi için yapılacak başvurunun Bakanlar Kurulu tarafından onaylanması gerekmektedir. Bu konuda Ankara Dernekler Masası ile yaptığımız ön görüşmede yetkililer tarafından, Derneğimizin IAEG üyeliği de dikkate alınarak, böyle bir başvurunun yapılması açısından olumlu bir durumun söz konusu olduğu ifade edilmiştir. Konu Haziran 2017'de Ankara'da yapılacak olan 2. Olağan Genel Kurulumuza getirilerek üyelerimizin takdirlerine sunulacaktır.

Derginin bu sayısında yer mühendisliği alanındaki uygulamalara ve güncel gelişmelere ilişkin röportaj, haber ve teknik yazılarıyla ve ayrıca reklam vererek katkıda bulunan üyelerimize, kişi, kurum ve kuruluşlara içten teşekkürlerimizi sunuyoruz. Bu alanda çalışanlar arasındaki bilimsel-teknik iletişimin daha da gelişmesi açısından, Dergimizin bundan sonraki sayıları için siz değerli okurlarımızın katkılarının giderek artan bir ivmeyle devam edeceğine inanmak istiyoruz.

Sağlık, esenlik ve başarı dileklerimle sevgi ve saygılarımı sunarım.

Saygılarımla

Prof. Dr. Reşat Ulusay

Mühendislik Jeolojisi Derneği

Yönetim Kurulu Başkanı

MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ DERNEĞİNDEN HABERLER

Üyelik

Derneğimizin üye sayısı Nisan 2017 itibarıyla, 135'i asil ve 2'si onursal üye olmak üzere, toplam 137'ye ulaştı. Bu üye sayısı Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Birliği (IAEG)'ne üye Avrupa ülkeleri arasında Türkiye üye sayısı itibarıyla 4. sıradaki yer almaya devam ediyor. Derneğimize üye başvuruları devam etmekte olup, üye olarak katkı veren meslektaşlarımıza teşekkür ederiz.

Yönetim kurulu toplantıları

Mühendislik Jeolojisi Derneği Yönetim Kurulu 2017 yılında Nisan ayı ortasına kadar ilki Şubat'ta ve diğeri ise Nisan'da olmak üzere iki kez Ankara'da toplanmıştır. Bu toplantılarda derneğin faaliyetleriyle ilgili yapılması gereken çalışmalar görüşülüp ilgili kararlar alınmış ve 2017 Erguvanlı Ödülleri için dört farklı kategoride jüriler oluşturulmuş ve jüriler tarafından yapılan değerlendirmelere göre bu ödülleri kazananlar belirlenmiştir.

Ayrıca Derneğin yayın organı olan yer Mühendisliği dergisinin Ağustos 2017 sayısı ile ilgili hazırlıklar ve Ekim 2017'de Adana'da düzenlenecek olan MÜHJEO2017 Sempozyumu ile ilgili olarak Düzenleme Kurulu'na yapılacak öneriler görüşülmüştür. Bunların yanı sıra, 2017 yılı üyelik ödentileri tüm üyelere duyurulmuştur.



Yönetim Kurulu'nun Şubat 2017'de yaptığı 2017 yılının ilk toplantısından bir görünüm.

Üyelik aidatları

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

MühJeoDer web sayfası

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

İletişim

Üyelik başvuruları ve diğer hususlar için adresi aşağıda verilen MühJeoDer Genel Sekreteri'ne Prof. Dr. Mehmet EKMEKÇİ (Genel Sekreter) Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Hidrojeoloji Müh. Programı, Beytepe, 06800 - Ankara E-posta: mekmekci62@gmail.com

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

Dr. Ayhan KOÇBAY (Sayman) Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltırları Dairesi Başkanlığı, Devlet Mahallesi, İnönü Bulvarı, No.16 Çankaya, Ankara E-posta: ayhankocbay@gmail.com

2017 Yılı “Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi Ödülleri”ni kazananlar belirlendi

2017 yılı “Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi Ödülleri”ne bu yıl üç farklı kategori (Bitirme Projesi/Çalışması, Yüksek Lisans/Yüksek Mühendislik Tezi, Uluslararası Makale) için adaylar başvurmuş olup, Doktora kategorisinde ise bu yıl aday gösterilmemiştir. Yukarıda belirtilen üç kategori için her biri üç bağımsız üyeden oluşan üç ayrı jüri seçilmiş ve eserler bu jüriler tarafından yapılan değerlendirme sonucunda bu yılki ödülleri kazananlar belli olmuştur. Bu yılki ödüllere üç kategoriden toplam 16 başvuru yapılmış olup, bu başvurular ödül kategorilerine göre; Bitirme Projesi/Çalışması için 6, Yüksek Lisans /Yüksek Mühendislik Tezi için 5 ve Uluslararası Makale için 5 başvuru şeklinde olmuştur. 2017 yılı ödülleri kazananlar aşağıda sıralanmış olup, ödüller Adana'da Çukurova Üniversitesi'nde 12-14 Ekim 2017 tarihleri düzenlenecek olan MÜHJEO2017 Ulusal Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumu'nun açılış oturumunda sahiplerine verilecektir.

Bitirme Projesi/Çalışması:

Ödül sahibi: Uğur DÜRÜ

Çalışmanın konusu ve yapıldığı üniversite: “Yerel Bazlı Ölçme Tekniklerinin Arkeolojik Sit Alanlarındaki Kaya Yapılarına uygulanması”, Mersin Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Hidayet TAGA

Yüksek Lisans/Yüksek Mühendislik Tezi:

Ödül sahibi: Kemal Cem SOLAK

Çalışmanın konusu ve yapıldığı üniversite: “TKİ-Milas Hüsamılar Açık Linyit Ocağında Şev Duraysızlık Mekanizmalarının Araştırılması ve Güvenli Şev Tasarımı”, Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Danışman: Doç. Dr. Ergün TUNCAY

Uluslararası Makale:

Ödül sahibi: Ömer ÜNDÜL

Makalenin başlığı, yayımlandığı dergi, çalışmanın yapıldığı kuruluş: “Assessment of mineralogical and petrographic factors affecting petro-physical properties, strength and cracking processes of volcanic rocks”, İstanbul Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Dergi Adı: Engineering Geology, 210, 10-22.

“MÜHJEO’2017: Ulusal Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumu”nun hazırlıklarına devam ediliyor

Mühendislik Jeolojisi Derneği tarafından periyodik olarak iki yılda bir düzenlenmesi öngörülen ve ilki 2015'te Karadeniz Teknik Üniversitesi'nde gerçekleştirilen Ulusal Mühendislik Jeolojisi Sempozyumu (MÜHJEO'2015)'nin ikincisi Çukurova ve Mersin Üniversiteleri Jeoloji Mühendisliği Bölümleri ve Derneğimiz tarafından 12-14 Ekim 2017 tarihleri arasında Adana'da düzenleniyor. 2. Duyurusu kurum ve kuruluşlara ve ayrıca dernek üyelerine gönderilen Sempozyuma bildiri özlerinin gönderilmesi süreci tamamlanmıştır. Özlerin değerlendirilmesi tamamlanmış olup, bu aşamada bildirilerin tam metinleri yazarlar tarafından hazırlanmaktadır. Sempozyumla ilgili ayrıntılı ve güncellenmiş bilgilere Sempozyumun web sayfasından (<http://www.muheoder.org.tr/sempozoyum>) ulaşılabilir. İlk iki gününde bildirilerin sunulup tartışılacağı Sempozyumun 3. gününde Adana-Mersin civarında teknik-kültürel içerikli bir gezi düzenlenecektir. MTA Genel Müdürlüğü, DSİ Genel Müdürlüğü, AFAD Başkanlığı, Jeoloji Mühendisleri Odası (JMO) ve HİDRODER Sempozyumun destekleyici kuruluşlarıdır.



MÜHJEO'2017



Ulusal Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumu
12-14 EKİM 2017



-Yeraltı Açıklıklarında Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik
-Jeoteknikte Sayısal Modelleme Teknikleri

-Kaya Kütlelerinin Karakterizasyonu

-Mühendislik Uygulamalarında Hidrojeoloji

-Madencilikte Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik

-Mekansal Planlamada Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik

-Kaya ve Zeminlerin Geo-Mühendislik Özellikleri

-Tarihi Yapıların Korunmasında Mühendislik Jeolojisi

-Su Yapılarında Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik

-Mühendislik Jeolojisinde Tehlike ve Risk

-Doğal Yapı Malzemeleri

-Mühendislik Jeolojisi Eğitimi

-Depremlerle İlgili Zemin Davranışları

-Yer Seçiminde Mühendislik Jeolojisi

-Jeotermal Enerji

-Şev Duraylılığı ve Heyelanlar

-Çevre Jeotekniği

Çukurova Üniversitesi

Mithat Özsan Amfisi Balcalı / ADANA



TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası'nın Destekleriyle

<http://www.muhjeoder.org.tr/sempozyum>

muhjeo2017@gmail.com

ana altın kuralımız
çevreye saygılı üretimdir.



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

YER MÜHENDİSLİĞİ



IV. Uluslararası Taş Kongresi İzmir'de yapıldı

Uluslararası Taş Kongresi'nin, Dünyanın en büyük 2. Mermer Fuarı olan 23. Marble Fuarı ile eş zamanlı gerçekleştirilmesi, jeoloji mühendisleri, mimarlar ve taş üreticilerinin aynı çatı altında toplanmasına vesile oldu.

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası İzmir Şubesi tarafından 2008 yılından beri düzenlenmekte olan “IV. Uluslararası Mermer ve Doğal Taşlar Kongreleri”nin IV.sü, olan “Uluslararası Taş Kongresi” TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, TMMOB Mimarlar Odası İzmir Şubesi, İzmir Fuarlar Anonim Şirketi (İzfaş) ve Ege Maden İhracatçıları Birliği'nin (EİB) iş birliği, Dokuz Eylül

Üniversitesi ve İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin katkıları ile 20-25 Mart tarihleri arasında İzmir'de gerçekleştirildi. 23 Uluslararası Marble Fuarı ile eş zamanlı olarak yapılan Kongrenin ilk 2 günü İzmir Mimarlık Merkezi'nde diğer 4 günü ise İzfaş Fuar alanındaki konferans salonlarında gerçekleştirildi.

“IV. Uluslararası Taş Kongresi”:

Maden İşleri Genel Müdürlüğü Daire Başkanı Mustafa Sever, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ÇED İzin ve Denetim Genel Müdür Yardımcısı Ali Rıza Tanas, Ekonomi Bakanlığı İhracat Genel Müdürlüğü Dış Ticaret uzmanı Cihat Gök, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Maden İşleri Şube Müdürü Aytunç Nane, İZFAŞ Murahhas üyesi Gül ŞENER, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Genel Merkez Yönetim Kurulu Başkanı Hüseyin ALAN, EİB Yönetim Kurulu Başkanı Mevlüt



KAYA, Akademisyenler, Oda ve Birlik Temsilcileri, Mermer ve Doğal Taş Sektörünün Temsilcileri, Jeoloji Mühendisleri, Mimarlar, Maden Mühendisleri, Arkeologlar, Peyzaj Mimarları, Mozaik Sanatının Temsilcileri, Öğrenciler, Yazılı ve Görsel Basının Temsilcilerinin de aralarında bulunduğu, yurt içi ve yurt dışından 500'e yakın delegenin katılımı ile gerçekleştirildi.

Kongrede 21 oturumda 17'si çağrılı konuşmacı olmak üzere 77 adet sözlü 6 adet ise poster sunum yapıldı.

Bu yıl dördüncüsü düzenlenen Kongrenin ana teması “**Taş ve Tasarım**” olarak belirlendi. Bu çerçevede, kongre esnasında Heykeltıraş Çıdam Melek tarafından bir yontu atölyesi ve heykel sergisi, Urfalı fotoğraf sanatçıları tarafından “Taş ve İnsan” temalı bir fotoğraf sergisi ve Jeoloji Mü-

hendisi Ali Çakmakoğlu tarafından “Taş; Sanat ve Jeoloji” temalı bir fotoğraf sergisi de düzenlendi.

IV. Uluslararası Taş Kongresi'nin, taşı projelerinde kullanarak bir endüstriyel ham madde haline getiren ve anlam katan mimarlar ile ortaklaşa düzenlenmesi ve bu etkinliğin önemli bir bölümünün Dünyanın en büyük 2. Mermer Fuarı olan 23. Marble Fuarı ile eş zamanlı gerçekleştirilmesi jeoloji mühendisleri, mimarlar ve taş üreticilerinin aynı çatı altında toplanmasına vesile oldu.

Kongre, taşın üretimi, projelendirilmesi ve pazarlanması konularında tartışılmaz önemi olan bu üç farklı meslek disiplini bileşenlerinin aynı çatı altında buluşarak görüş alışverişinde bulunmaları, sorunlarına çözüm önerileri geliştirmeleri ve birlikte yeni projeler geliştirmeleri için uygun bir platform işlevi gördü.



Beton 2017

Hazır beton kongresi yapıldı

Beton 2017, pek çok akademisyen ve araştırmacının yanı sıra hazır beton, çimento, agrega ve inşaat sektörlerinin temsilcilerinden oluşan 400 delegeyi bir araya getirdi.

Türkiye Hazır Beton Birliği tarafından düzenlenen 'Beton 2017 Hazır Beton Kongresi ve Fuarı', 13-14 Nisan 2017 tarihleri arasında; Beton İstanbul 2017 Hazır Beton, Çimento, Agrega, İnşaat Teknolojileri ve Ekipmanları Fuarı ise 13-15 Nisan 2017 tarihleri arasında İstanbul Fuar Merkezi'nde gerçekleştirildi. Beton 2017 Kongresi, İTÜ İnşaat Fakültesi Emekli Öğretim Üyesi Prof. Dr. Saim Akyüz onuruna düzenlendi.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Müsteşarı Prof. Dr. Mustafa Öztürk'ün, açılış oturumunda konuşma yaptığı Beton 2017 Kongresi'ne, birçok akademisyen ve araştırmacının yanı sıra, hazır beton sektörü ve yan sanayi firma temsilcilerinden oluşan yaklaşık 400 delege katıldı. Kongrede; beton bileşenleri, üretimde ve yerinde nitelik denetimi, özel betonlar, özel projelerde beton tasarım ve çözümleri, beton üretiminde geri kazanım ve geri dönüşüm, beton yollar ve karayolu beton

güvenlik yapıları, beton santrali ve sevkiyat verimlilikleri, beton teknolojisinde son gelişmeler başlıkları altında sektörün gelişimine katkı sağlayacak 60'a yakın bildiri sunuldu. Kongre sonunda düzenlenen Plaket töreninde, Beton 2017 Bilim Kurulu Üyesi ve Yönetim Kurulu Üyemiz Prof. Dr. Atiye Tuğrul, beton konusunda İnşaat Mühendisliği dışında başta Jeoloji Mühendisliği olmak üzere diğer disiplinlerden konusunda uzman bilim insanları ile ortak çalışmaların yapılmasının sektörün gelişmesine önemli katkılar sağlayacağını vurguladı.

Kongrenin yanı sıra, hazır beton sektörüyle ilgili en önemli ortak platform olan 'Beton İstanbul 2017 Hazır Beton, Çimento, Agrega, İnşaat Teknolojileri ve Ekipmanları Fuarı' da ziyaretçilere kapılarını açtı. Fuarda, hazır beton, çimento, agrega ve inşaat sektörleri ile ilgili son teknolojik ürünler, araç, makine ve ekipmanlar, hizmet ve donanımlar sergilendi. Fuarda hazır beton ve çimento ekipmanlarının yanı sıra beton santralleri, iş makineleri, kamyon ve çekiciler, transmikseler, pompalar, kalıp sistemleri, vinçler, çeşitli beton kimyasalları, otomasyon sistemleri, lastik ve akaryakıt ürünleri, sektörel makineler başta olmak üzere çok geniş bir ürün yelpazesi beton ve agrega üreticilerine ve inşaat yapımcılarına sunuldu. Fuarı Avrupa, Asya, Afrika ve Ortadoğu'dan çok sayıda profesyonel katılımcı ziyaret etti.

Beton 2017 Hazır Beton Kongresi Bilim Kurulu Üyeleri ile Hazır Beton Birliği Yönetim Kurulu Üyeleri.



70 Türkiye Jeoloji Kurultayı yapıldı



70. Türkiye Jeoloji Kurultayı 10-15 Nisan tarihlerinde Ankara'da ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi'nde yapıldı. 265 sözlü sunum ve 154 poster sunumun yapıldığı 70. TJK uluslararası katılımın yoğunluğu ve öğrenci sunumları ile dikkat çekti. Kurultayda biri merkezi ikisi oturum içi, üç panel gerçekleştirilirken, Kurultay sonunda üç de teknik gezi düzenlendi. Her yıl değişik ana tema altında gerçekleştirilen Kurultayın bu yılki ana teması "Kültürel Jeoloji" ve "Jeolojik Miras" olarak belirlendi. İşte, 70. Türkiye Jeoloji Kurultayı'nda jeolojinin temel alanlarının yanı sıra; bilimsel, kültürel ve görsel zenginliğimiz olan jeositlerimizi, önce ortaya çıkarmak, tanıtımını yaparak tescilleyip koruma altına almak, jeopark haline getirip jeoturizme açarak bugünün insanların hizmetine sunarken, bilimsel bir yönetimle de gelecek kuşaklara aktarmak, toplum için yerbilimleri kapsamında Jeopark örneklerimizin artırılması gibi konular ele alındı.

70. Türkiye jeoloji Kurultayı uluslararası katılımın arttığı bir kurultay oldu. 70. Türkiye Jeoloji Kurultayı'na Arnavutluk, Almanya, Fransa, Kanada, Bulgaristan, Hırvatistan, Bosna Hersek, Romanya, Macaristan, İran, Irak ve Pakistan'dan yabancı bilim insanını katılım sağladı. Kurultay kapsamında yapılan ProGeo toplantısı için Arnavutluk Bulgaristan, Bosna Hersek, Romanya, Macaristan'dan Kurultaya ve toplantıya katılım oldu.

Kurultay da sözlü ve poster sunumların yanı sıra 12 Nisan'da "Doğal ve Kültürel Mirasın Yönetimi"

konulu merkezi bir panel yapıldı. Kurultayda ayrıca "Kuvaterner Araştırmalarında Güncel Durum ve Gelecek Perspektifleri" ve "Aktif Fay Zonları" başlıklı iki de oturum içi panel gerçekleştirildi.

Ödüller sahiplerini buldu

Kurultay Açılış Töreni'nde Jeoloji Bilim ve Jeoloji Araştırma/Makale Ödülleri ve Staj Raporu yarışmasını kazananlara ödülleri verildi. "TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Altın Çekiç Jeoloji Bilim, Araştırma/Makale ve Hizmet Ödül Yönetmeliği" kapsamında, Genel Jeoloji Anabilim Dalında Ulaş Avşar ve Azad Sağlam Selçuk; Maden Yatakları ve Jeokimya Anabilim Dalında Mehmet Akbulut; Mineraloji-Petrografi Anabilim Dalı'nda Özgür Karaoğlu; ve Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı'nda Deniz Şanlıyüksel Yücel ödüle layık görüldüler.

Ayrıca, Staj Raporu Yarışmasında da ODTÜ'den Begüm Kurtoğlu ve İsmet Cengiz, Fırat Üniversitesi'nden Yeşim Dartay ve Dündar Çağlan ile Ankara Üniversitesi'nden Eda Armutçu ve Faruk İlgin bu yılki ödüllerin sahipleri oldular. Kurultay kapsamında, Tokat Balıca Mağarasına düzenlenen gezinin yanı sıra, Prof. Dr. Aral Okay ve Prof. Dr. Demir Altın'ın gezi liderliğini yaptığı "Olistostrom Ve Ofiyolitli Melanj Gezisi" ile Prof. Dr. Nizamettin Kazancı ve Yaşar Suludere'nin gezi liderliğini yaptığı "Kızılcahamam-Çamlıdere Jeopark Projesi ve Önemli Jeositleri Gezisi" yapıldı.





Su ve sağlık kongresinde suya dair her şey

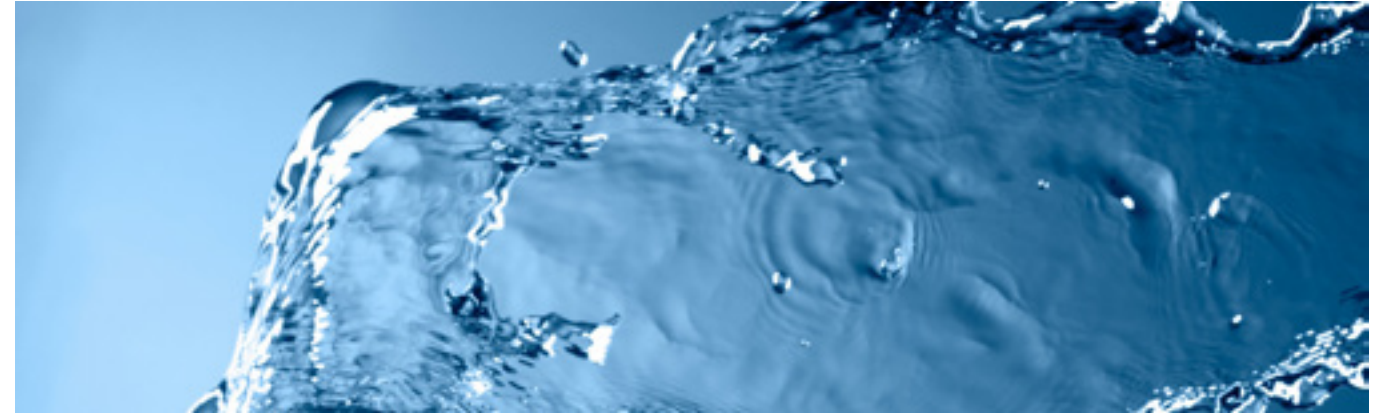
Sağlık Bakanlığı, Türkiye Halk Sağlığı Kurumu, Karadeniz Teknik Üniversitesi, İstanbul Üniversitesi ve Erciyes Üniversitesi iş birliği ile düzenlenen **2. Uluslararası Su ve Sağlık Kongresi** 13-17 Şubat 2017 tarihleri arasında Antalya'da gerçekleştirildi.

Ülkemizde suya dair her şeyin konuşulduğu, ulusal düzeyden uluslararası düzeye taşınan, kamu ve özel kurum ve kuruluşlar ile STK'ları buluşturan Kongre, konunun tüm taraflarını yapıcı ve çözüm üretici bir ortamda bir araya getirdi. Kongrede içme-kullanma suları, ambalajlı sular (doğal kaynak suları, içme suları ve mineralli sular), yüzme suları, yüzme havuzları, atık sular, kaplıcalar, su ürünleri, su kirliliği, su kaynaklarının korunması, afetlerde su yönetimi, toplu yaşam alanlarında su, su kalitesinin izlenmesi ve laboratuvarlar, ulusal ve uluslararası su mevzuatı gibi konular masaya yatırıldı.

Kongreye bilimsel ya da hizmetsel anlamda suyla ilgilenen pek çok kişi, değişik branşlardan (başta

halk sağlığı, su ürünleri mühendisliği, çevre mühendisliği, gıda mühendisliği, biyoloji, kimya vb) akademisyenler, Bakanlıklar, kamu kurum/kuruluşları, belediye, il özel idaresi, su ve kanalizasyon idaresi uzmanları ve çalışanları, Sağlık Bakanlığı merkez ve taşra teşkilatı personeli, sivil toplum kuruluşları ve ilgili sektör temsilcileri katıldılar. Bunlar arasında, ülkemizden Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, İçişleri Bakanlığı, Kültür ve Turizm Bakanlığı ve Orman ve Su İşleri Bakanlığı, başta olmak üzere elliye yakın kamu kurum ve kuruluşu ile sivil toplum kuruluşu ile yurtdışından da B.EN.A ve EBWF kurumsal olarak kongreye destek verdiler.

Yaklaşık 1000 katılımcının yer aldığı kongre kapsamında, eş zamanlı olarak iki salonda 28 panel, 4 konferans düzenlenirken, panellerde toplam 108 sunum yapıldı. Kongrede, Dünya Sağlık Örgütü Avrupa Bölge Ofisi de dahil olmak üzere, 11 ülkeden 17 yurtdışı konuşmacı yer alırken, panellerle eşzamanlı olarak iki ayrı salonda 26 sözlü bildiri oturumu da gerçekleştirildi.



Kongre kapsamında, Türkiye Fotoğraf Sanatı Federasyonu (TFSF) desteğiyle **“Suya Dair Her Şey Konulu Fotoğraf Yarışması”** da düzenlendi. 599 kişinin 1901 fotoğraf ile katıldığı yarışmada seçilen 35 fotoğraf Kongre süresince sergi alanında katılımcıların ilgisine sunuldu. Ayrıca, Prof. Dr. Çağatay Güler'in yıllarca topladığı su kulesi kartpostalla-

rından oluşturduğu geniş arşivinden yapılan seçki ile hazırlanan **“Dünyadan Su Kuleleri Fotoğraf Sergisi”** de kongre süresince katılımcıların beğeni ve ilgisine sunuldu. Kongrenin en önemli pozitif çıktılarından birisi de TEMA Vakfı işbirliği ve Erikli firmasının katkılarıyla 4000 fidanlıklar **“Uluslararası Su ve Sağlık Kongresi Ormanı”** oluşturulmasıydı.



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
- Aritma 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

Dünyanın en uzun demiryolu tüneli İsviçre'de hizmete girdi



İsviçre Alp'lerinin altından geçen ve Zürih'ten Lugano'ya yolcu taşıyacak olan demiryolu tüneli hizmete başladı.

Gotthard Base Tüneli (GBT) adıyla bilinen tünel, haziran ayında Almanya başbakanı Angela Merkel ve Fransa başkanı François Hollande gibi Avrupalı liderlerin de katılımlarıyla yapılan bir törenle kullanıma açıldı.

11 Aralık Pazar günü düzenli seferlere başlayan 57 km uzunluğundaki GBT, 9.3 milyar sterlin bütçeyle 17 yılda tamamlandı. Zürih-Lugano arasındaki yolculuk süresini 30 dakika kısaltan tünelin İsviçreli mühendisleri, tünelin pahalı ve tehlikeli delme-patlama yönteminin yerini alan tünel kazma makinelerinde (TBM) gerçekleşen teknik ilerlemeler sayesinde tamamlanabildiğini belirtti.

GBT kendisinden önce dünyanın en uzun demiryolu tüneli olan Japonya'daki Seikan tünelini (53.9 km) geçerek birinci sıraya oturdu. Birleşik Krallık ve Fransa'yı birbirine bağlayan 50.5 km'lik Channel tüneli ise üçüncülüğe gerilemiş oldu.

(Kaynak: The Guardian)



Tarihi Stonehenge'in altından geçecek tünel projesi duyuruldu

İskoçya Ulaşım Bakanlığı ocak ayında yaptığı duyuruyla A303 karayolunu yenileme projesi kapsamında tarihi Stonehenge'in altından geçecek bir tüneli de içeren büyük planını tanıttı.

A303 karayolu Wiltshire'da UNESCO Dünya Mirası Sit alanından geçiyor ve burada yılın her döneminde büyük trafik sorunları yaşanıyor. 2 milyar sterlinlik devasa proje hem yaşanan trafik sorununu çözecek hem de Stonhenge'i

gezen ziyaretçileri rahatsız eden görüntü ve gürültü kirliliğini önleyecek.

Geçen yılın mayıs ayında hazırlanan geniş kapsamlı uluslararası bir raporda iyi tasarlanmış bir tünel projesinin Stonhenge'in korunmasına katkıda bulunabileceği belirtilmişti. İngiltere Karayolları ve bölgeyi koruyan Dünya Mirası temsilcileri de projeye destek veriyor.

Ancak Stonhenge Birliği 4.3 km'den daha kısa olacak bir tünelin manzaraya geri döndürülemez hasarlar vereceğini düşünüyor. Bu yönünde başlatılan imza kampanyası 22 bin imza ya ulaştı.

Kaynak: www.scottishconstructionnow.com)

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



Jeosentetikler

ve mühendislik uygulamalarında kullanımları



Doç. Dr. Mustafa ÖZER

Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara
(ozerm@gazi.edu.tr)

Giriş

Jeosentetiklerin inşaat mühendisliği uygulamalarında kullanılması 1950'li yıllarda jeosentetik üretiminde kullanılan polimerlerin geliştirilmesiyle başlamış olup, bu ürünler özellikle Avrupa ve Amerika Birleşik Devletlerinde giderek artan bir şekilde ve başarıyla kullanılmaktadır. Ülkemizde de yurt dışı menşeli firmaların temsilciliklerinin yanı sıra yerli üretim yapan firmaların da gün geçtikçe çoğalması, bu ürünlerin kullanımının ülkemizde de giderek arttığını göstermektedir. Hem ülkemizde hem de yurt dışında, geleneksel malzemelerle karşılaştırıldığında geçmişe dayalı bilgi, gözlem ve tecrübe eksikliği nedeniyle her yeni çıkan ürün gibi bu ürünlere karşı da başlangıçta temkinli yaklaşmış, ancak geçen yıllar boyu yapılan incelemeler ve gözlemler sonucunda edinilen olumlu sonuçlar nedeniyle bu malzemelere karşı duyulan tedirginlik büyük ölçüde ortadan kalkmıştır.

“Jeosentetik” kelimesi jeoteknik ve inşaat mühendisliği uygulamalarında toprak ve/veya diğer malzemelerle temasta olacak şekilde kullanılan levha, şerit veya üç boyutlu yapıda, bileşenlerinden en az biri sentetik veya doğal bir polimerden yapılmış ürünleri tanımlayan genel bir terimdir (TS EN ISO 10318-1, 2015). Jeosentetiklerin neredeyse çoğu (doğada çözünebilen doğal malzemelerden yapılmış olanları hariç) sentetik polimerik malzemelerden yapılmaktadır. Polimer kelimesi; Yunanca'da “çoklu” anlamına gelen “poly” kelimesiyle, “bölümler, parçalar, birimler” anlamına gelen “meros” kelimelerinden gelmek-

tedir (Koerner, 2005). Dolayısıyla polimerik malzeme demek, birçok parçanın (birimin) bir bütün oluşturacak şekilde bir araya gelmesiyle oluşmuş malzeme demektir. Polimeri meydana getiren her bir parça “monomer” olarak adlandırılır. Monomerler birbirine kuvvetli kovalent bağlarla bağlanarak molekülleri, moleküller ise polimerizasyon adı verilen bir işlemle geçirilmek suretiyle birbirine bağlanarak polimer zincirlerini oluştururlar. Bir polimer zincirindeki monomerlerin sayısı polimer zincirinin uzunluğunu ve polimerin moleküler ağırlığını belirler. Moleküler ağırlık ise; jeosentetiğin fiziksel, mekanik ve kalıcılık (kimyasal ve biyolojik etkilere karşı direnç) özellikleri üzerinde etkilidir (Shukla ve Yin, 2006).

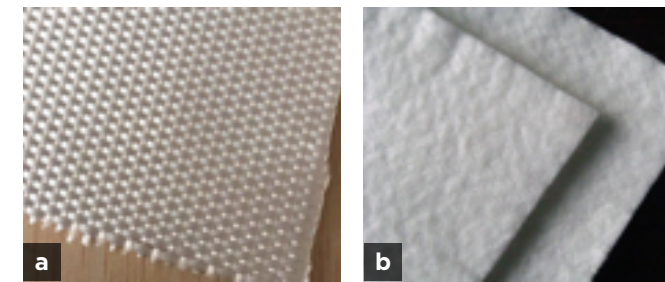
Jeosentetik yapımında kullanılan polimerik malzemelerin başlıcaları; Polietilen (PE), Polipropilen (PP), Polyester-Polietilen Teraftalat (PET), Polivinil Klorit (PVC), Poliyamit-Naylon (PA), Polisitiren (PS) ve Etilen Propilen Dien Terpolimer (EPDM)'dir. Jeosentetik üretiminde kullanılan bu polimerlerin bazı fiziksel, mekanik kalıcılık özellikleri birbirlerinden farklıdır (John, 1987). Bu nedenle, herhangi bir projede kullanılması planlanan jeosentetiğin hangi polimer türünden imal edildiği, dış etkilere karşı dayanıklılığının ne olduğu, hangi özelliklerinin iyileştirilmesi için ne tür katkıları kullanıldığı, imalatında geri kazanım malzemesi kullanılıp kullanılmadığı, kullanıldı ise bunun oranının ne olduğu gibi bilgilerin sorgulanmasında fayda bulunmaktadır.

Jeosentetiklerin farklı özelliklere sahip birçok türü bulunmakta olup, bunlardan yaygın olarak

kullanılanları jeotekstil, jeogrid, jeomembran, jeonet, jeosel, jeomat ve jeofomdur. Ayrıca jeokompozit olarak adlandırılan ve bileşenlerinden en az biri jeosentetik olan malzemeler de bulunmaktadır. Örneğin jeotekstil-jeogrid, jeotekstil-jeonet, jeotekstil-bentonit (jeosentetik kil örtü) bileşimleri en yaygın kullanılan jeokompozit türleridir. Bu yazıda jeosentetik çeşitleri ana hatlarıyla tanıtılmış ve bu jeosentetiklerin kullanıldığı başlıca mühendislik uygulamalarından bazı örnekler sunulmuştur.

Jeotekstil (yer keçesi)

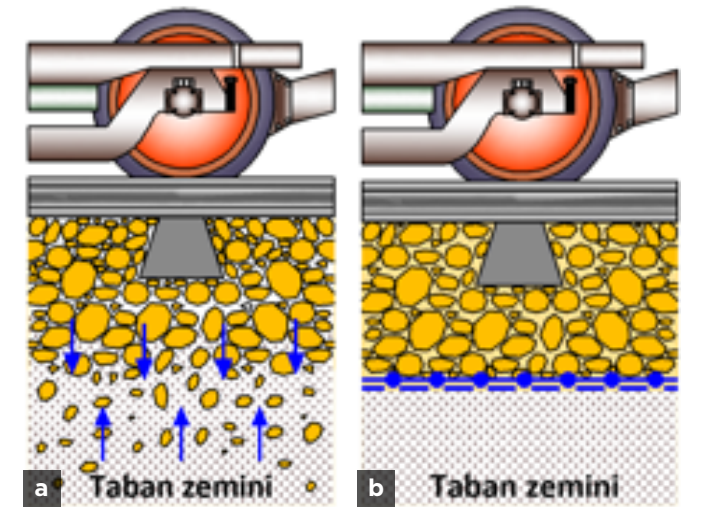
Yer keçesi; düzlemsel, geçirimli, esnek ve keçe şeklinde sentetik polimerik bir malzemedir. Genellikle PP ve PET ipliklerden üretilen yer keçeleri, ürün çeşitliliği sayesinde en fazla kullanılan jeosentetik türüdür. Yer keçeleri, üretim yöntemine göre örgülü ve örgüsüz olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Örgülü yer keçeleri (Şekil 1a) sentetik fiberlerden yapılmış iplik veya iplik demeti kullanılarak geleneksel dokuma tezgâhlarında dokunarak üretilirler. Örgü ve iplik türüne göre farklı şekillerde üretilmiş örgülü yer keçelerine rastlamak mümkündür. Örgüsüz yer keçeleri ise iğnelenmiş (Şekil 1b), ısıyla tutturulmuş ve kimyasal reçinelerle tutturulmuş olmak üzere üç farklı şekilde üretilebilmektedir. Bahsedilen bu yer keçelerinin hepsi de birbirinden farklı fiziksel, mekanik ve hidrolik özelliklere sahiptir. Örneğin örgülü yer keçelerinin çekilme dayanımı örgüsüz olanlara kıyasla daha yükseken, iğnelenmiş yer keçelerinin süzme ve drenaj gibi hidrolik özellikleri ısıyla veya kimyasal reçinelerle tutturulmuş yer keçelerine göre daha iyidir. Örgülü yer keçelerinin ise süzme ve drenaj özelliği yoktur. Ayrıca, yer keçelerinin üretim doğrultusundaki çekilme



Şekil 1. (a) Örgülü yer keçesi (Fotoğraf: geotextile-fabric.com), (b) İğnelenmiş örgüsüz yer keçesi (Fotoğraf: hxgufen.com).

dayanımlarıyla üretim yönüne dik doğrultudaki çekilme dayanımları da farklı olabilmektedir.

Yer keçeleri, mühendislik uygulamalarında ayırma, süzme, drenaj, güçlendirme ve koruma gibi birden fazla amaçla kullanılabilir. Yer keçesinin en önemli işlevlerinden birisi olan ayırma, birbirine komşu iki farklı malzemenin (ör. taneli malzemeyle kil zemin) arasına serilen bir jeosentetiğin bu iki malzemenin birbirine karışmasını önlemesi olarak tarif edilmektedir (TS EN ISO 10318-1, 2015). Yer keçesinin ayırma amacıyla kullanılması demiryolu ve karayolu gibi yapılarda oldukça yaygındır. Karayollarında ve özellikle demiryollarında karşılaşılan en önemli sorunlardan biri, “pompalama” ve “gömülme” olarak bilinen agrega/kil-silt hareketliliğidir. Tren geçişlerinden kaynaklanan dinamik yüklerin etkisiyle taneli malzemenin gevşek taban zeminine girerek ilerlemesine “gömülme”, kil-silt gibi ince tanelerin yukarıya doğru hareket edip balast malzemesinin boşluklarına girerek ilerlemesine ise “pompalama” denilmektedir (Şekil 2a). Karayollarında ve demiryollarında sıkça karşılaşılan pompalama/gömülme soruna karşı taban zemi- niyle taneli malzeme arasında ayırma amacıyla yer keçesi ve koruma amacıyla yer ızgarası kullanılarak etkin bir çözüm üretilebilmektedir (Şekil 2b). Yer keçesi taban zemi- niyle taneli malzemenin birbirine karışmasını önlerken, yer ızgarası



Şekil 2. (a) Pompala-gömülme sorunu, (b) Pompala-gömülme sorununa karşı yer keçesi ve yer ızgarası kullanılması (Açıklama: Noktalı çizgi yer ızgarasını, kesikli çizgi yer keçesini temsil etmektedir) (Çizen: M. Özer).

ise yer keçesinin üzerine gelen gerilimin önemli bir bölümünü almak suretiyle yer keçesini taneli malzemenin yırtma ve delme gibi etkilerinden koruyarak sistemin daha uzun ömürlü olmasını sağlamaktadır. Demiryolu hatlarında yer keçesi ve yer ızgarası kullanılarak pompalama-gömülme sorunlarının üstesinden gelindiğini gösteren birçok çalışma vardır (ör. Sharp vd., 2006; Walls vd., 1987; Mica vd., 2000; Alexander vd., 1994).

Yer keçesinin diğer bir önemli işlevi süzmedir. Süzme, yer keçesinin kendi düzlemine dik doğrultuda suyun geçişine izin verirken, hidrodinamik yük etkisi altındaki zemin tanelerinin geçişine engel olmasıdır (TS EN ISO 10318-1, 2015). Süzme işlevini gerçekleştirebilmesi için yer keçesinin yeterli geçirimsizliğe, yeteri kadar sıkı gözenek yapısına ve servis ömrü boyunca tıkanmadan bu işlevini sürdürebilme kabiliyetine sahip olması gerekmektedir. Üretim yönteminden kaynaklanan gözenek yapısı nedeniyle süzme amacıyla kullanılacak tek jeosentetik türü iğnelenmiş yer keçesidir.

İğnelenmiş yer keçesinin diğer bir özelliği ise kendi düzlemi boyunca su taşıma (iletme) kabiliyetidir. Bu kabiliyeti sayesinde zemin içerisinde tıpkı bir drenaj kanalı gibi görev yapabilmektedir. Ancak bu işlevini yerine getirebilmesi için yere gergin bir şekilde (katlanmadan, kırışmadan) serilmesi ve basınç etkisi altında kalınlığını koruyabilmesi gerekmektedir. İğnelenmiş yer keçesinin drenaj özelliğinden yararlanabilmek için yer drenajlarıyla birlikte kullanılması daha yararlı sonuçlar doğurabilmektedir.

Yer keçesinin yaygın bir kullanım alanını oluşturan güçlendirme (takviye) işlevi, zeminin içine yerleştirilen bir yer keçesinin çekme elemanı gibi rol oynaması ve zeminle bütünleşik kompozit bir malzeme gibi çalışarak zeminin çekilme dayanımını ve deformasyon özelliklerini iyileştirmesidir. Bu amaçla genellikle örgülü yer keçesi kullanılır. Yer keçesinin güçlendirme işlevinden; kamulaştırma sınırı vb. nedenlerle daha dik bir açıyla şev inşa edilmek istendiğinde, göçme meydana gelmiş bir şevin tamir edilmesinde, yol genişletme çalışmalarında mevcut yol dolgusuyla yeni yapılacak yol dolgusunun bağlantısının sağlanmasında, esnek bir yapıya sahip istinat duvarı inşa edilmek istendiğinde, toprak bentlerin zayıf te-

mellerin üzerine inşa edilmesinde, temel zeminin güçlendirilmesinde ve daha birçok uygulamada yararlanılabilmektedir. Jeosentetiklerin üretildiği ilk yıllarda (yer ızgaraları henüz ticari bir malzeme olarak üretilmeye başlanmadan önce) örgülü yer keçesi çok sayıda mühendislik yapısında (özellikle şev ve istinat duvarı inşasında) güçlendirme amacıyla kullanılmıştır. Ancak yer ızgaralarının üretilmesi ve yaygınlaşmasıyla birlikte yer keçesinin güçlendirme amacıyla kullanılması yerini gittikçe yer ızgaralarına bırakmaktadır. Özellikle istinat duvarı yapımında yer ızgarası kullanılması çok daha yaygındır. Bunun en önemli nedeni yer ızgarası kullanılarak şehir estetiğine çok daha uygun daha güzel görünümlü duvarlar yapılabilmesidir.

jeosentetiklerin ikincil işlevi olarak değerlendirilen koruma, jeosentetiğin başka bir jeosentetiği noktasal temas gerilmelerinden koruyarak zarar görmesini önlemesi veya sınırlandırması olarak tarif edilir. Örneğin; barajlarda ve rezervuarlarda memba tarafında yamaç yüzeyine serilen yer mebranını rip rap malzemesinin delici ve yırtıcı etkilerinden korumak amacıyla örgülü yer keçesinin kullanılması ülkemizde ve dünyada oldukça yaygın bir uygulamadır (Çoruh, 1995).

Jeogrid (yer ızgarası)

Yer ızgarası, düzenli boşluklar meydana getirecek şekilde birbirine bağlı çekme elemanlarından oluşan, göz açıklığının boyutları çekme elemanlarının boyutlarından daha büyük, ağ şeklinde düzensel bir malzemedir. Genellikle PE, PP ve PET kullanılarak çeşitli dayanımlarda ve şekillerden üretilen yer ızgaraları üretim yöntemine ve çekilme dayanımının yüksek olduğu doğrultuya göre ayrı ayrı sınıflandırılabilir (Şekil 3).



Şekil 3. Yer ızgarası çeşitlerini gösteren şema (Çizen: M.Özer).

Çekilerek şekil verilmiş yer ızgaraları; PE veya PP levhalara bir makina yardımıyla düzenli aralıklarla delikler açılıp, kontrollü bir sıcaklık altında ve hızda çekilerek açılan bu deliklerin genişletilmesiyle üretilirler. Çekme işlemi, tek yönde gerçekleştirilirse tek yönlü (Şekil 4a), çift yönde gerçekleştirilirse çift yönlü (Şekil 4b) yer ızgarası elde edilir (Koerner, 2005). Çekme sırasında molekül zincirleri çekme yönüne paralel olacak şekilde dizildiklerinden çekme doğrultusundaki kopma dayanımları daha yüksek olur (Shukla ve Yin, 2006). Kaynakla birleştirilmiş yer ızgaraları, PET şeritlerin birbirine dik doğrultuda üretim bandına serilip, birleşim yerlerinden lazer ya da ultrasonik kaynakla veya ısıyla birleştirilmesiyle üretilirler (Şekil 4c). Dikişli/kenetlenmiş yer ızgaraları ise, yüksek çekme dayanımına sahip genellikle PET iplik demetlerinin veya şeritlerinin birbirine dik doğrultuda dikilmesi veya geçirilmesiyle (kenetlenmesiyle) üretilirler. Daha sonra boyutsal kararlılığı sağlamak ve geri dolgu esnasında bu iplik demetlerinin zarar görmesini önlemek için PVC, lateks veya bitümle kaplanırlar (Koerner, 2005) (Şekil 4d).

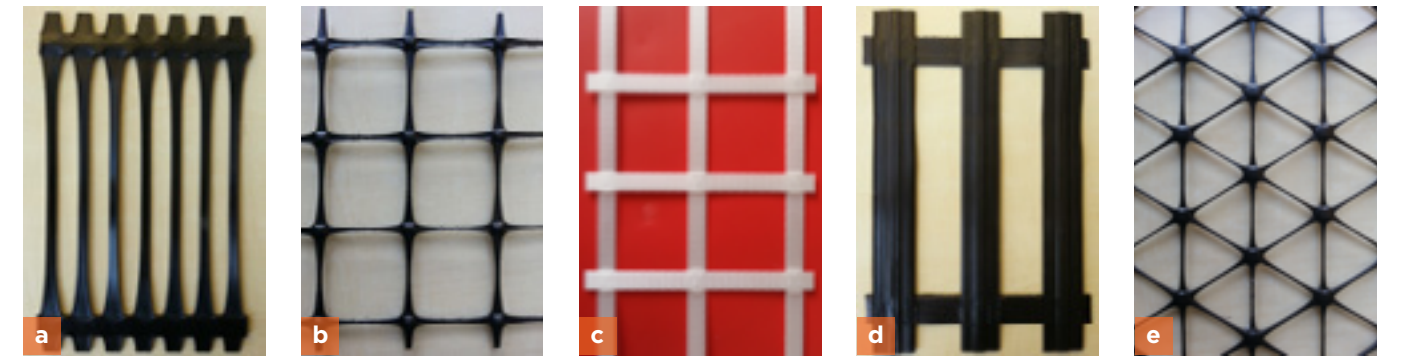
Yer ızgaraları, açıklıklarından içeriye giren agrega tanelerini kuşatmak suretiyle birbirine kenetleyerek adeta yanal bir çevreleme etkisi yapar ve agrega tanelerinin yanal hareketini kısıtlar (Şekil 5). Yer ızgarasının bu etkisi “mekanik kenetleme” olarak bilinir. Mekanik kenetleme özelliği sayesinde yer ızgarası tabakasının altında ve üstünde bulunan agrega katmanları da birbirine kenetlenmiş olur. Bu sayede düşey yük taşıma kapasitesi artırılmış sağlam bir agrega katmanı elde edilebilir. Mekanik kenetleme etkisinin ger-

çekleşebilmesi için agrega tanelerinin büyüklüğü ile yer ızgarasının göz açıklığı birbiriyle uyumlu olmalıdır (Das, 2011).

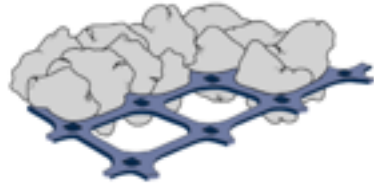
Yer ızgaraları mühendislik uygulamalarında güçlendirme amacıyla kullanılırlar. Bu amaçla en çok kullanıldıkları yerler ise “jeosentetik donatılı duvar” veya “toprakarme duvar” (istinat duvarı ve köprü ambatmanı) yapımıdır. Zeminin içine yerleştirilen jeosentetik tıpkı betonun içine yerleştirilen çelik donatı gibi çekmeye çalışıldığından, güçlendirme amacıyla kullanılan jeosentetikler için “jeosentetik donatı” tabiri de yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Toprakarme duvar imalatı ilk kez 1960’lı yıllarda H. Vidal tarafından zeminin içinde çelik şeritlerin kullanılmasıyla başlamıştır (Koerner, 2005; Das, 2011). Çelik şeritli toprakarme duvarlar geleneksel istinat duvarlarına kıyasla daha esnek bir yapıya sahip ve yapım maliyetleri daha düşük olduğundan hızla yaygınlaşmıştır. Halen köprü yaklaşım dolgularında tercih edilen çelik şerit donatılı duvarlarda, duvarın ön yüzüne kaplanan ön üretilmiş beton panellere tutturulmuş galvanizli çelik şeritler kullanılmaktadır. Jeosentetik donatılı duvarların kullanılmaya başlanması ise 1970’li yılların sonları ile 1980’li yılların başlarına rastlamaktadır (FHWA NHI-09-087, 2009). Günümüzde jeosentetik donatılı duvarların hesap ve tasarımında büyük ölçüde çelik şerit donatılı toprakarme duvarların hesap ve tasarım altyapısı kullanılmaktadır.

Jeosentetik donatılı duvarlarda duvar yüksekliği boyunca zeminin içine belli aralıklarla jeosente-

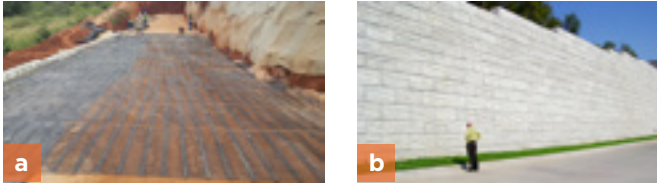


Şekil 4. (a) Çekilerek şekil verilmiş tek yönlü yer ızgarası, (b) Çekilerek şekil verilmiş çift yönlü yer ızgarası, (c) Kaynakla birleştirilmiş çift yönlü yer ızgarası, (d) Dikişle/kenetleyerek birleştirilmiş tek yönlü yer ızgarası, (e) çekilme yöntemiyle üretilmiş üç yönlü yer ızgarası (Fotoğraflar: M. Özer).



Şekil 5. Yer ızgarasının mekanik kenetleme etkisi (Das, 2011).

tik donatı (genellikle yer ızgarası) yerleştirilmektedir. Aktif kamanın gerisine kadar uzatılan jeosentetik donatılar (Şekil 6a) çekme kuvvetlerine karşı koyarak duvarın ön yüzüne gelen aktif itki kuvvetlerini azaltmaktadır. Jeosentetik donatılı duvarların ön cephesi “ön yüz bloğu” adı verilen tuğla benzeri özel malzemelerle veya beton panellerle kaplanmaktadır (Şekil 6b). Ön yüz malzemelerinin iki jeosentetik donatı arasında kalan geri dolgu malzemesinin duraylılığını sağlaması-



Şekil 6. (a) Tek yönlü yer ızgarası ile donatılı duvar yapımı (Fotoğraf: geosynthetica.net), (b) inşası tamamlanmış bir donatılı duvar görüntüsü (Fotoğraf: magnumstone-positive).



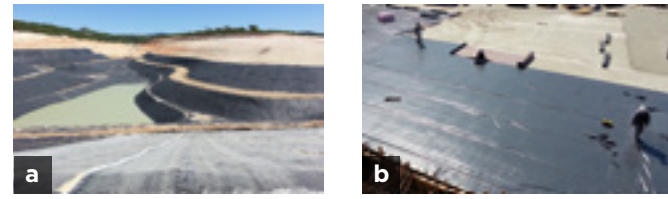
Şekil 7. Yer ızgarası ile: (a) şev güçlendirmesi (Fotoğraf: ice.org.uk), (b) Su deposu temel zeminini güçlendirmesi (Fotoğraf: titanenviro.ca), (c) Karayolu araç dinlenme alanı zemin güçlendirmesi (Fotoğraf: acfenvironmental), (d) Karayolu asfalt tabakası güçlendirmesi (Fotoğraf: admir-geo).

nın yanı sıra duvara estetik bir görünüm kazandırmak gibi bir işlevi de bulunmaktadır.

Yer ızgaraları; şevlerin (Şekil 7a), yapı ve makine temellerinin (Şekil 7b), karayolu (Şekil 7c) ve demiryolu temel zemininin ve temel tabakalarının, asfalt tabakasının (Şekil 7d) ve yumuşak zemine oturan seddelerin güçlendirilmesi amacıyla da kullanılabilmektedir.

Jeomembran (yer membranı)

Yer membranları su ve gazlara karşı nispeten geçirimsiz, sürekli ve esnek levhalar olup, genellikle HDPE, PVC ve EPDM'den üretilirler. Mühendislik yapılarındaki işlevi sıvı ve gaz geçişini önlemek olup, su sızdırmazlığın gerekli olduğu birçok yapıda (ör. tüneller, temeller, barajlar, göletler, sulama kanalları) kullanılabilmektedir. Ülkemizde katı/sıvı atık depolama sahalarında jeosentetik kil örtüyle birlikte kullanımları oldukça yaygındır (Şekil 8a). Bununla birlikte tünellerde püskürtme betondan sonra, barajlarda ve rezervuarlarda memba tarafında (Çoruh, 1995) ve bina temellerinde bohçalama usulüyle su yalıtım malzemesi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Şekil 8b). Yer membranları kentsel atık depolama sahalarında ortaya çıkan metan gazının kontrolsüz



Şekil 8. Kütahya Eti Bor maden işletmeleri atık depolama sahasında sızdırmazlık perdesi olarak yer membranı ve jeosentetik kil örtü kullanılması, (b) Gazi Üniv. Taşkent binası temelinde su sızdırmazlık malzemesi olarak yer membranı kullanılması (Fotoğraflar: M. Özer).

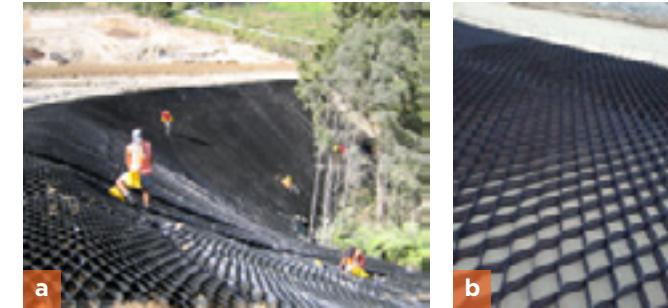
bir şekilde zemine veya atmosfere yayılmasını önlemek amacıyla da yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Jeomebranların kullanılmasında dikkat edilmesi gereken en önemli husus ek yerlerinin uygun tekniklerle ve araçlarla kalifiye elemanlar tarafından yapılması ve mutlaka sızdırmazlık testle-

rine tabi tutulmasıdır (Koerner, 2005). Bununla birlikte kullanılacağı yerde varsa maruz kalacağı kimyasal maddelere karşı uzun süreli dayanıklılığının araştırılması da önemli konulardan biridir. Yer membranının kullanıldığı yerde delinmesini ve yırtılmasını önlemek amacıyla koruyucu bir tabaka olarak yer keçesiyle kaplanması yaygın bir uygulamadır.

Jeosel (yer hücresi)

Belirli bir genişliğe sahip şeritlerin bal peteği veya benzeri hücreler meydana getirecek şekilde birleştirilmesiyle meydana getirilmiş, üç boyutlu, geçirimli, körük gibi çekildiğinde açılan ve bırakıldığında kapanan bir jeosentetik türüdür. Uygulanacağı yerde açılarak serildiğinde oluşan hücrelerinin içine doldurulan geri dolgu malzemesini (toprak, agrega vb.) çevreleyerek yanal hareketi önler. Özellikle yüzey erozyonunu önlemek amacıyla (Şekil 9a) üretilmiş olsa da, çevreleme etkisi sayesinde temel güçlendirmesi amacıyla da (Şekil 9b) kullanılabilmektedir.



Şekil 9. Yer hücresinin: (a) yüzey erozyon kontrolü (Fotoğraf: geofabrics.co.nz), (b) temel zeminini güçlendirilmesi amacıyla kullanılması (Fotoğraf: M. Özer).

Jeofom (yer köpüğü)

Yer köpüğü, genellikle polistirenin içi gazla dolu kapalı hücreler oluşturacak şekilde genleştirilmesiyle üretilen ve köpüğe benzeyen oldukça hafif bir malzemedir. Yer köpükleri blok veya levha şeklinde üretilirler. Çok hacim kaplamasına rağmen oldukça hafif olmaları nedeniyle (yoğunluğu yaklaşık 12 ila 32 kg/m³) genellikle taşıma gücü düşük yumuşak zeminlerin üzerinde hafif

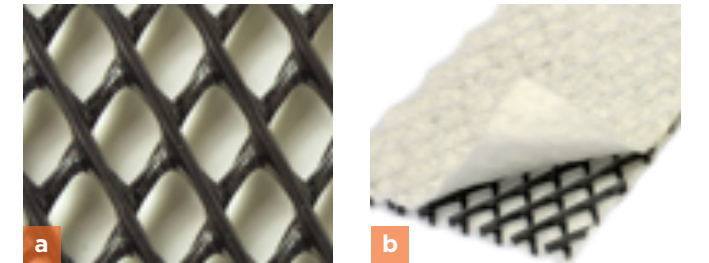
dolgu malzemesi olarak (Şekil 10a ve 10b), köprü ambatmanlarında dolgu malzemesi olarak (Şekil 10c), gömülü boruların üzerine gelen yükün hafifletilmesi (Şekil 10d) amacıyla kullanılabilmektedir. Bununla birlikte rijit istinat duvarlarının arkasında duvara gelen toprak basıncını azaltılması için de yer köpüğü kullanılabilmektedir. Yer köpüğü, ısı yalıtımı amacıyla da yaygın olarak kullanılan bir malzemedir.



Şekil 10. Yer köpüğünün: (a) ve (b) Hafif dolgu malzemesi olarak kullanılması, (c) köprü yaklaşım dolgusu olarak kullanılması, (d) Gömülü boruların üzerine gelen yüklerin azaltılması amacıyla kullanılması (Fotoğraflar: geofoamintl.com).

Jeonet (yer dreni)

Birbirine paralel polimer çubuk setinin üstünden benzer bir çubuk setinin belirli bir açıda geçirilmesi ve bu çubuk setlerinin birbirine üretim sırasında yapısal olarak bağlanmasıyla oluşturulan



Şekil 11. (a) Tipik bir yer dreni (Fotoğraf: pandu-equator.com), (b) Jeokompozit dren (Fotoğraf: emaresa.cl).

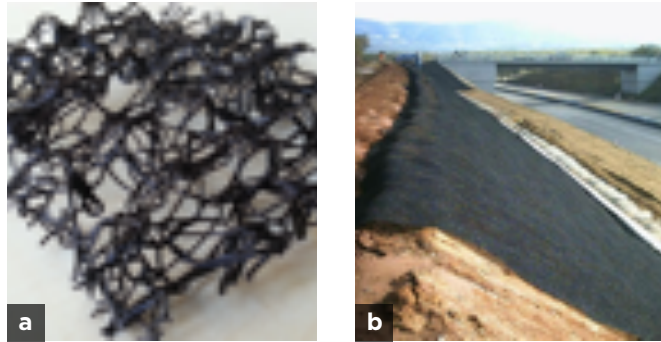
ve ilk bakışta yer ızgarasını andıran boşluklu yapıya sahip bir jeosentetiktir (Şekil 11). Yer drenleri sadece drenaj amacıyla kullanılırlar. Çubuk setlerinin arasında bulunan kanal şeklindeki boşluklardan su akışını temin ederler. Uygulamada tek başına kullanımları kısıtlıdır.

Kanallarının tıkanmasını önlemek amacıyla süzme görevi üstlenen bir yer keçesiyle her iki tarafı kaplanmış olarak kullanılırlar. Bu haliyle sektörde jeokompozit dren ismiyle de anılmaktadırlar.

Jeomat (yer hasırı)

Su akımının meydana getirdiği erozyona karşı bitki köklerinin direncini arttırmak amacıyla yere serilen üç boyutlu, geçirimli bir jeosentetik türüdür (Şekil 12).

Estetik bir görünüm amacıyla bitki örtüsüyle kaplanacak eğimli yüzeylerde kullanılmaktadır. Bitkiler gelişip belli bir boya (kök boyuna) erişinceye kadar işlevini sürdürüp daha sonra doğada çürüyüp yok olan doğal polimerlerden yapılmış türleri de vardır.



Şekil 12. (a) Tipik bir yer hasırı (Fotoğraf: M. Özer), (b) yüzey erozyonunu önlemek amacıyla yer hasırı kullanılması (Fotoğraf: graund.com.ua).

Kaynaklar

- Alexander, W. W., and Sanders, L. J., 1994. Geogrid encapsulation of railway formation. *Proceedings of the Fifth International Conference on Geotextiles, Geomembranes, and Related Products*, Singapore, 167-169.
- Çoruh, T., 1995. Jeotekstiller. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi Başkanlığı Yayınları, Yayın No. MLZ.798. Ankara.

Sonuç

Polimerik malzemelerden yapılmış birçok jeosentetik türü olup, bunlar çeşitli mühendislik uygulamalarında kullanılmaktadır. Jeosentetiklerden beklenen yararların sağlanabilmesi için mutlaka proje gereklerine uygun özelliklere sahip bir jeosentetiğin seçilmesi ve kuralına uygun bir şekilde yerine yerleştirilmesi gerekmektedir. Jeosentetik uygulamalarındaki sorunların genellikle ürün kabul aşamasındaki ve yerleştirmenin izlenmesindeki ihmallerden ve yanlış yerleştirme yöntemlerinden kaynaklandığı bilinmektedir (FHWA HI-95-038, 1998). Sorunsuz bir uygulama için ürüne ve yapılacak işe ait teknik şartnamenin doğru ve eksiksiz bir şekilde yazılması oldukça önemlidir.

Doğa koşulları her malzemeyi eskittiği gibi jeosentetikleri de zamanla eskiterek yıpratılmaktadır.

Doğanın bu yıpratıcı etkileri nedeniyle jeosentetiklerin performanslarının zamanla azalabileceği göz ardı edilmemeli ve bu husus yapının servis ömrü ile birlikte değerlendirilmelidir.

Dünyada ve ülkemizde jeosentetik kullanımının hızla arttığı bilinen bir gerçektir. Jeosentetiklerin tamamı petrol türevi polimerik malzemelerden yapıldığına göre, proje ömrünü tamamladığı zaman kendi elimizle toprağa gömdüğümüz bunca polimerik malzemenin nasıl bertaraf edileceğinin de şimdiden tartışılmasında yarar olduğu düşünülmektedir.

- Das, B., 2011. *Principles of Foundation Engineering*, 7th Edition, Cengage Learning, Stamford, USA, 794 p.
- FHWA NHI-09-087, 2009. Elias, V., Fishman, K.L., Christopher, B.R., and Berg, R.R. *Corrosion/Degradation of Soil Reinforcements for Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes*. National Highway Institute and Federal Highway Administration, US Department of Transportation, Washington, DC. 142 p.
- FHWA HI-95-038, 1998. Holtz, R. D., Christopher, B.R., Berg, R.R. *Geosynthetic Design and Construction Guidelines-Participant Notebook*. Publication No. FHWA-HI-95-038. National Highway Institute, Federal Highway Administration, US Department of Transportation, Washington, DC. 460 p.
- John, N.W.M., 1987. *Geotextiles*, Blackie and Son Ltd. Chapman and Hall, NY, USA, 345 p.
- Koerner, R.M., 2005. *Designing with Geosynthetics*, 5th Edition, Pearson Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ 07458, 783 p.
- Mica, L., Hubic, P., Mynav, J., and Minár, L., 2000. *Railway corridors construction using rigid geogrids reinforcement in the Czech Republic*. *Proceedings of 2nd European Geosynthetics Conference*, Bologna, 403-406.
- Sharp, P., Brough, M., and Dixon, J. 2006. *Geogrid Trials at Coppul Moo on the West Coast Main Line*. *Proceedings of Rail Found'06: International Conference of Railway Track Foundations*, University of Birmingham, UK.
- Shukla, S. K., and Yin, J-H., 2006. *Fundamental of Geosynthetic Engineering*. Taylor & Francis Group, London, UK.
- TS EN ISO 10318-1, 2015. *Jeotekstiller-Bölüm-1: Terimler ve Tarifler*, Türk Standardları Enstitüsü, Bakanlıklar/ANKARA.
- Walls, J.C., and Gallbreath, L.L., 1987. *Railroad ballast reinforcement using geogrids*. *Proceedings of Geosynthetics'87*, New Orleans, USA, 38-45.
- <http://www.emaresa.cl/construccion/index.php/linea-geosinteticos/uso/drenaje/compuesto-de-drenaje/gmg512-2>
- <http://www.admir-geo.com/geotechnical-solutions/soil-engineering-and-roads/asphalt-reinforcement-geogrid-hatelit/>
- <http://www.geotextile-fabric.com/quality-1935217-high-strength-multifilament-woven-geotextile>
- <http://www.hxgufen.com/en/index.php/Product/index/cid/29.html>
- <http://www.geofabrics.co.nz/products/cellular-confinement/geoweb-cellular-confinement/>
- <http://geofoamintl.com/>
- <http://pandu-equator.com/geonet/>
- <http://graund.com.ua/geomat.html>
- <https://www.ice.org.uk/eventarchive/sustainable-and-environmentally-friendly-drainage>
- <http://www.titanenviro.ca/resources/case-studies/geogrid-foundation-reinforcement/>
- <http://www.acfenvironmental.com/products/geosynthetics/geogrid/base-reinforcement/>
- <http://www.geosynthetica.net/south-africa-mse-walls-ballito/>
- <http://magnumstone.com/mechanical-geogrid/>

Sualtı tünelleri ve uygulamaları



Prof. Dr. Ömer Aydan

*Ryukyus Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
Senbaru 1, Nishihara, Okinawa, Japonya*

1. Sualtı tünelciliğin kısa tarihçesi

Dünyada ilk sualtı tüneline, Orta Asya kökenli Sümerler Mezopotamya'ya yerleştikten sonra M.Ö. 2180 ile 2160 yılları arasında antik Babil şehrinde inşa etmişlerdir. Uzun bir aradan sonra ikinci sualtı tüneli İngiltere'de Thames nehri altında 1843'te inşa edilmiştir. Thames nehri altındaki tünellerin inşası sırasında EBP (Earth-Pressure Balance/ Yer basıncı dengeleme) yöntemi geliştirilmiştir. 1800'lü yıllarda pek başarılı olmayan bu yöntem Japon mühendisler tarafından 1970'li yıllarda çağdaş tünelcilik dünyasının en yaygın kullanılan bir yöntemi haline getirilmiştir (Fujita, 1981).

İnsanoğlunun adaları ve kıtaları sualtından bağlamak üzere tarihte değişik girişimleri olmuştur. Örneğin Napolyon İngiltere'yi istila etmek amacıyla 1802 yılında Manş Denizi altından bir tünel açmayı planlamıştır. Değişik tarihlerde yapılan girişimlerden sonra Napolyon'un rüyası 192 yıl sonra toplam uzunluğu 50.5 km ve denizaltı kısmı 37.9 km olan Avrupa Tüneli adı altında 1994 yılında gerçekleşmiştir.

Osmanlı döneminde İstanbul Boğazı'nda denizaltı tüneline inşası 1860 yıllarında düşünülmüş ve batırma türü Marmaray adlı demiryolu tüneline inşası 2011'de, yani 171 yıl sonra gerçekleşmiştir (Şekil 1). Yine İstanbul Boğazı'nda delme yöntemi kullanılarak inşa edilen Avrasya adı verilen çift katlı otoyol tüneli 20 Aralık 2016'da hizmete

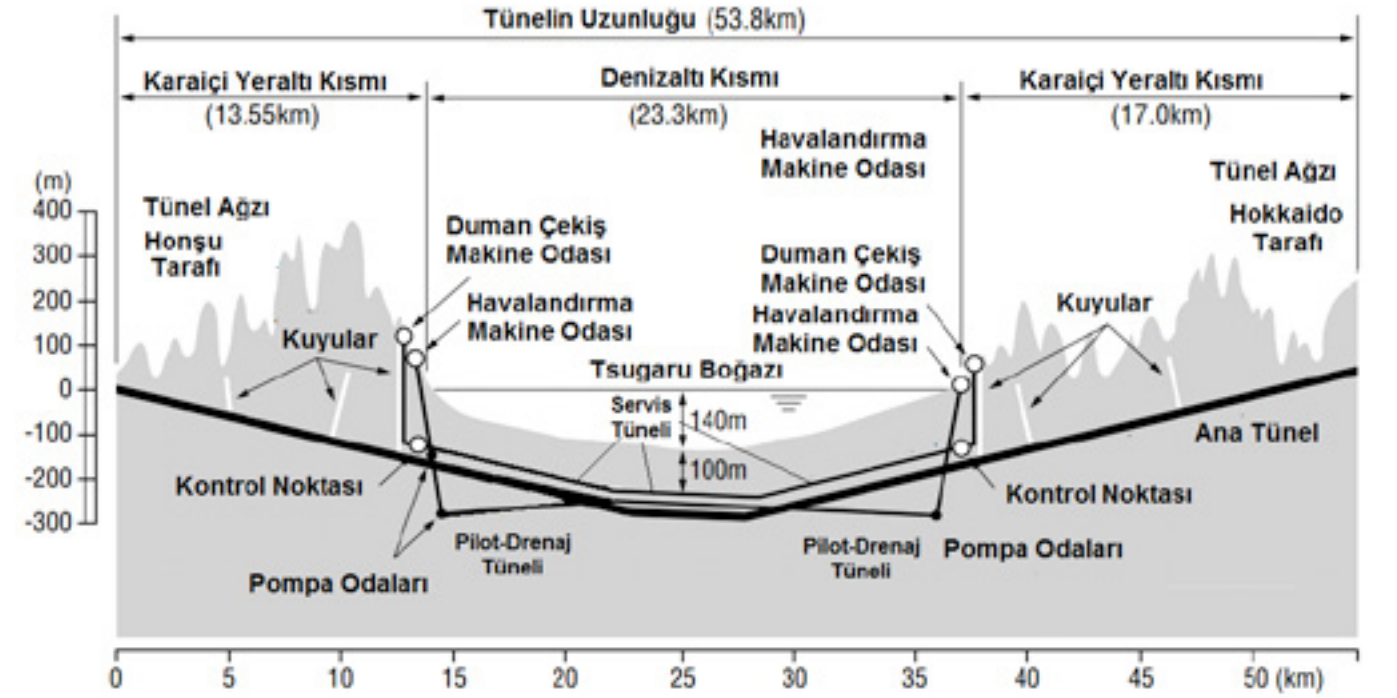


(a) Marmaray Tüneli



(b) Avrasya Tüneli

Şekil 1. Marmaray ve Avrasya tünellerinin inşası sırasında alınmış görüntüler.



Şekil 2. SeikanTüneli'nin uzunlamasına kesiti (Koyama, 1997).

açılmıştır (Şekil 1). Avrasya Tüneli'nin deniz tabanından olan derinliği 106 m olup, kaya ve zemin türü birimler içinde açılmıştır. Bunun yanı sıra, İstanbul'un Avrupa yakasına Düzce-Melen havzasından içme suyu taşımak amacıyla Boğazın 135 m altından tamamı kaya içinde açılan deniz tabanı ile tünel arasında örtü kalınlığı 70 m olan tünel 2012 yılında tamamlanmıştır.

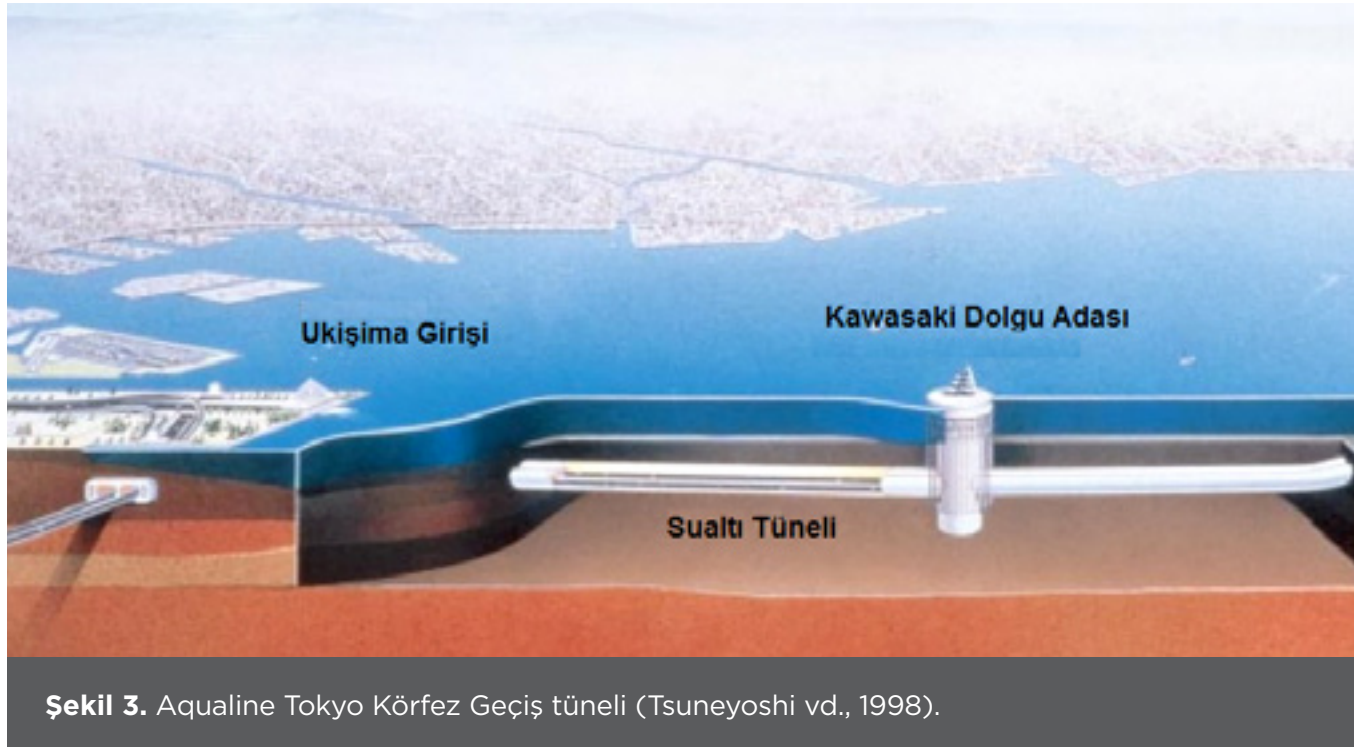
Japonya'da yapımına 1936 yıllarında başlayan denizaltı tünelleri 1942 ve 1944 Kanmon Boğazı altında demiryolu tünelleri olarak açılmıştır. Yine inşaatı 1936'da başlayan, ancak İkinci Dünya Savaşı'ndan dolayı geciken ilk karayolu tüneli 1958 yılında tamamlanmıştır. Kanmon Boğazı'nın kuzey kısmında Japonya'nın hızlı Shinkansen (Şinkansen) treni için 1975 yılında Yeni Kanmon denizaltı tünellerinin inşası tamamlanmıştır. Bu tünellerin deniz tabanı ile tünel arasındaki örtü yüksekliği 20-25 m arasında değişmektedir.

26 Eylül 1954 tarihinde Hokkaido ile Honşu adaları arasındaki tren feribotunun tayfun nedeniyle batması sonucu 1155 kişi hayatını kaybetmiş ve bu hazine olaydan sonra Dünya'nın en uzun denizaltı tüneli olan Seikan Tüneli'nin inşa edilmesine

karar verilmiştir. Tünelin inşası 1983'te tamamlanmış ve ilk Shinkansen ise 23 Mart 2016'da bu tünelden geçmiştir. Seikan Tüneli'nin toplam uzunluğu 53.85 km olup, denizaltı kısmının uzunluğu ise 23.3 km'dir (Şekil 2). Bu tünelin deniz yüzeyinden derinliği 240 m olup, deniz tabanı ile tünel arasındaki örtü tabakasının kalınlığı da 100 m'dir.

Japonya'da denizaltı tünelleri ile köprülerden oluşan Aqua-line hattı 1997 yılında tamamlanmıştır. Bu hat Tokyo Körfezi'nin kuzey ve güney yakalarını birleştirmekte ve tünellerin uzunluğu 9.5 km olup deniz yüzeyinden derinliği ise 28 m'dir. Deniz tabanı ile tünel arasındaki örtü tabakasının kalınlığı 20 m olup, tüneller yer basıncı dengeleme esasına dayanan çapı 14.4 m olan kalkan türü tünel açma makinesi ile açılmıştır. Tüneller önce batırma türü olarak tasarlanmış, ancak tünelcilik alanındaki ilerlemeler düşünüldükçe delme yöntemine geçilmiştir. İnşası öncesinde bu konuda yazarın yaptığı uyarılara rağmen Marmaray batırma türü olarak inşa edilmiştir (Aydan, 2001, 2012).

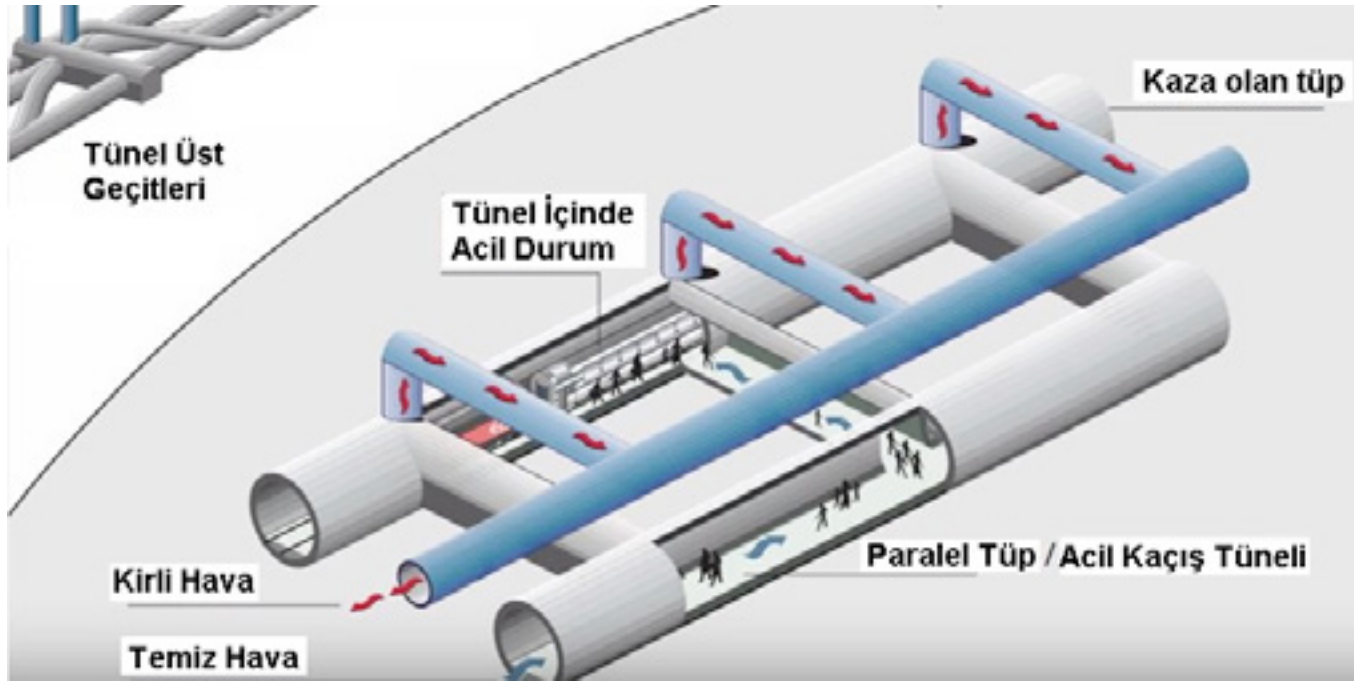
Norveç'te deniz yüzeyinden derinliği 19-287 m arasında değişen kaya içinde toplam 28 tünel



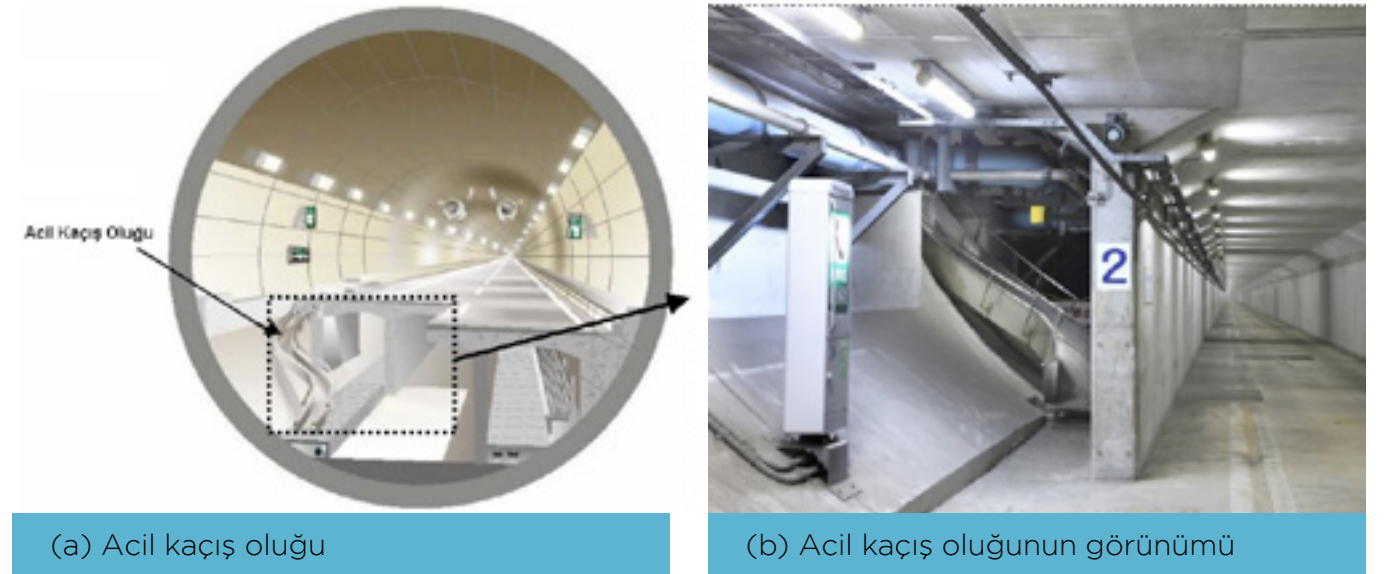
Şekil 3. Aqualine Tokyo Körfez Geçiş tüneli (Tsuneyoshi vd., 1998).

inşa edilmiştir (Nilsen vd., 1999). Bu tünellerin tamamında su basıncına karşı tasarlanmış bir destek sistemi yoktur. Kaya kütlesinin geçirgenliğinin düşük olması nedeniyle tünel içine sızabi-

lecek yeraltı suyu pompa ile boşaltılacak şekilde tasarlanmış ve inşa edilmiştir. Tünel ile deniz tabanı arasındaki örtü tabakasının kalınlığı 7 ile 50 m arasında değişmektedir.



Şekil 4. Gotthard tüneline uygulanan acil durum önlemleri (Fabbri, 2004).



Şekil 5. Acil kaçış oluğu ve görünümü (Tsuneyoshi vd., 1998).

2. Uzun kara ve sualtı tünelleri ve sorunları

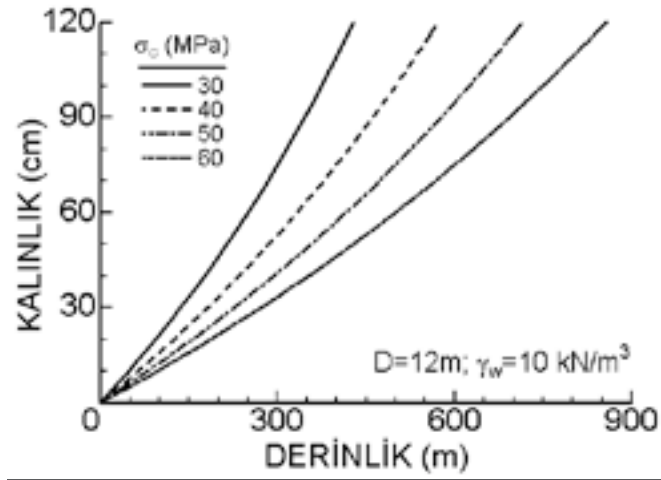
Günümüzde Dünya'nın en uzun demiryolu tüneli İsviçre'deki Gotthard Tüneli olup, inşası 2016'da tamamlanmış ve toplam uzunluğu 57 km'dir (Henke, 2005). Tünelin uzun olması nedeniyle demiryolu tünelleri olarak tasarlanmıştır. Yayaların yanı sıra, otomobiller ve hafif tonajlı taşıtlar trenlere bindirilerek taşınmaktadır. Kara içinde açılan tüneller sızan yeraltı sularının boşaltımı pek büyük sorun olmamakla birlikte en büyük sorun havalandırma ve yangındır. Tünellerden sadece trenlerin geçmesi durumunda havalandırma sorunu daha kolay çözümlenmekte, yangın konusu da büyük bir sorun olmaktan çıkmaktadır.

Karayolu tünelleri inşası durumunda insanların yangın sırasında kaçabileceği ve acil durumlarda ambulans itfaiye gibi araçların kolaylıkla ulaşabilmesi için acil durum tünellerinin ek olarak inşası ve belirli aralıklarda birbirlerine bağlanması gerekmektedir (Şekil 4). Tek tüp olarak inşa edilmesi durumunda yangına karşı acil söndürme sistemlerinin yanı sıra, acil durum tüneline kaçış için tüneline yanlarından oluklar inşa edilmektedir. Tokyo Körfezi'nde inşa edilen Aqua-line tünellerinde böyle bir sistem bulunmaktadır (Şekil 5).

Japonya'da doğrusal manyetik raylı çok hızlı tren hatlarının inşasına 2016 yılında başlanmıştır. Tokyo'yu Osaka'ya bağlayan bu yeni tren hattı, Doğrusal Şinkansen hattı olarak adlandırılmış olup, toplam uzunluğu 438 km, örtü kalınlığı 1000 m'yi aşmakta ve yüzde 80'i tünellerden oluşacak şekilde tasarlanmıştır. Tamamlandığında Tokyo ile Osaka arasında 3 saat olan seyahat süresi yaklaşık 1 saate inecektir. Tüneller, Nagoya yakınlarındaki terk edilmiş ve oda-topuk yöntemi ile işletilmiş eski linyit ocaklarının altından geçecektir. Bundan dolayı tünellerin eski oda-topuk linyit madenlerine olan etkisinin de incelenmesi gerekmiştir (Aydan ve Geniş, 2014).

Kara içerisinde inşa edilen uzun tünellerde görülen sorunların yanı sıra, sualtı tünellerinde en büyük sorun tünele sızabilecek suyun boşaltılması için pompalama sisteminin gerekmesidir. Hiç şüphesiz teknik açıdan bu sorun kolaylıkla çözülebilir olmakla birlikte, işletim maliyetlerini oldukça arttırmaktadır. Seikan Tüneli'nde su sızmasına karşın tüneline çevresinde kaya birimlerinin su geçirimsizliğini azaltmak için enjeksiyon yapılmıştır.

Bunun yanı sıra, her iki tüneline ortasında ve alt seviyeye gelecek şekilde su boşaltma (drenaj) tüneli inşa edilmiştir. Bu tünel, suyun pompaj kuyularına doğal şekilde akışı sağlamak amacıyla Hokkaido ve Honşu adalarına doğru eğimlendirilmiştir (Şekil 6 ve 7).



Şekil 9. Derinliğe bağlı olarak gerekli kaplama kalınlığının değişimi.

Kaynaklar

- Aydan, Ö., 1982. Shaft Lining Design and Performance at North Selby Mine. M.Sc. Thesis, University of Newcastle upon Tyne, UK.
- Aydan, Ö., 1989. The Stabilisation of Rock Engineering Structures by Rockbolts. Doctorate Thesis, Nagoya University, Faculty of Engineering.
- Aydan, Ö., 2001. Comparison of suitability of submerged tunnel and shield tunnel for subsea passage of Bosphorus. Geological Engineering Journal, 25(1), 1-17.
- Aydan, Ö., 2007. The Response of Tunnels in Liquefiable Ground during Earthquakes with Special Emphasis on Bosphorus Immersed Tunnel. Proceedings of 2nd Symposium on Underground Excavations for Transportation, 273-282.
- Aydan, Ö., 2016. Connecting Okinawa Prefecture to Mainland. Okinawa Construction Newspaper (Okinawa Kensetsu Shinbun), No 2823, Nov. 9, 2016 (Japan-ca).

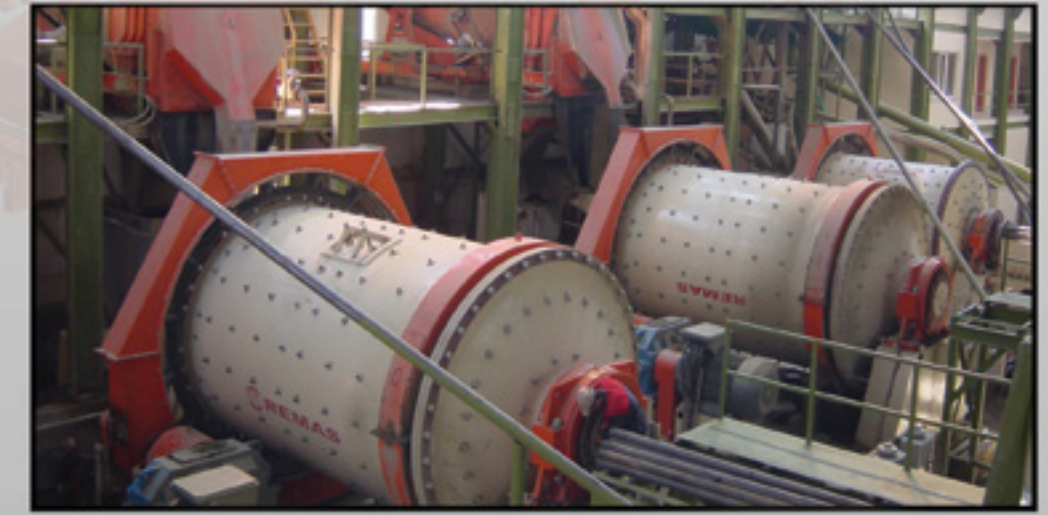
- Aydan, Ö., Geniş M., 2014. A numerical study on the response and stability of abandoned lignite mines in relation to the excavation of a large underground opening below. Proceedings of 14th Computer Methods and Recent Advances in Geomechanics - Oka, Murakami, Uzuoka & Kimoto (Eds.), 2015 Taylor & Francis Group, London, 1031-1036.
- Fabbri, D., 2004. The Gotthard base tunnel: Fire/Life safety system. The 6th annual Tunnelling Conference, Sydney 30-31 August 2004, 10 p.
- Fujita, K., 1981. Use of slurry and earth-pressure-balance shield in Japan. Int. Congress on Tunnelling, Tunnel 81, Bd. 1, 383- 406. Dtisseldorf. (Ed.: Dtisseldorfer Messegesellschaft mbH - NOWEA - in Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Erd- und Grundbau e.V.).
- Henke, A., 2005. Tunnelling in Switzerland: from long tradition to the longest tunnel in the world. Proceedings of Int. Symp. on World Long Tunnels, 57-70.
- Koyama, Y., 1997. Railway construction in Japan. Japan Railway Transport and Review, 36-41.
- Nilsen, B., Palmstrøm A. & Stille H. 1999. Quality control of a sub-sea tunnel project in complex ground conditions. In: Challenges for the 21st Century, Proc. World Tunnel Congress '99, Oslo, Balke-ma: 137-145
- Tsuneyoshi, F., Yamada, N.; Izumi, Y. Miki, K. (1998). Construction of Trans-Tokyo Bay Highway. IABSE Reports. 78: 43-48.
- Tsuchiya, Y., Kurokawa, T., Matsunaga, T. Kudo, T., 2009. Research on the long term behaviour and evaluation of concrete lining of the Seikan Tunnel. -Soils and Foundations, JGS, 49 (6), 969-980.



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 / İstanbul - TÜRKİYE

Tel : +90 (216) 304 13 60 (Pbx)

Fax : +90 (216) 304 13 68

www.remas.com.tr
remas@remas.com.tr



Puzolanlar,

puzolanların çimento ve beton sektöründeki önemi



Doç. Dr. Mustafa Korkanç

Ömer Halisdemir Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 51245, Niğde
(mkorkanc@ohu.edu.tr)

1. Giriş

Bilindiği gibi çimento, beton üretiminde kullanılan en pahalı bileşen konumundadır. Çimentoların teknik özellikleri ve miktarı, betonun performansına ve ekonomisine etki etmektedir. Bu yüzden puzolanik malzemeler, betonun maliyetini azaltmak ve çeşitli özelliklerini iyileştirmek amacıyla ya doğrudan katkı olarak ya da çimentonun bir kısmını ikame etmek üzere betona katılmaktadır (Aruntaş, 1996).

ASTM C618-94 standardında, betonda mineral katkı olarak kullanılacak uçucu kül ve kalsine edilmiş ya da edilmemiş doğal puzolanlar için “kendi başına bağlayıcı özelliği olmayan fakat öğütüldüklerinde nemli ortamlarda kireç ile birleşerek bağlayıcı özellik kazanan silisli ya da silisli-alüminalı yapay ya da doğal organik maddeler” olarak tanımlanmaktadır. Puzolanların sınıflandırılması bu malzemenin kökenlerine dayanmaktadır.

Doğal puzolanların en önemlisi Almanya’da Ren vadisinde çıkarılan ve tras adı verilen puzolandır. İkincisi Napoli yakınlarındaki Pozzuoli kasabasında olup, Vezüv yanardağı yakınlarındadır ve günümüzde kullanılan “puzolan” sözcüğü buradan kaynaklanmaktadır. Ülkemizde de çok değişik bölgelerde doğal puzolan yatakları bulunmaktadır. Bu bölgelerin en önemlisini volkanik kayaların yayılım sunduğu bölgeler oluşturmaktadır. Puzolanların üstün özelliklere sahip olmasından dolayı birçok ülkelerde ve ülkemizde de puzolanlar, katkı ve ikame maddesi olarak kullanılmaktadır (Baltacı, 1989).

Çoğu doğal puzolanik maddeler volkanik kökenli olup, en çok bilineni tüflerdir. Volkanik püskürme sırasında silisli ve alüminalı malzemelerden oluşan eriyik durumdaki magma, yüzeye alev olarak çıkarak çok çabuk soğuma gösterdiği takdirde, camı (amorf) yapıya sahip olmaktadır. Volkanik püskürmenin çok hızlı olması, malzemenin daha amorf yapıya ve daha yüksek puzolanik aktiviteye sahip olmasına yol açmaktadır (Erdoğan, 2003; Erdoğan vd., 2009).

Çimento maliyetlerinin düşürülmesi açısından puzolanların katkı maddesi olarak yüksek oranda katılabilir kalitede olması önemlidir. Bu oran genelde % 10-40 arasında değişmektedir. Doğal puzolanlar, genellikle Portland-puzolan tipi çimento ve puzolan katkılı beton üretiminde kullanılmaktadırlar. Doğal puzolan içeren sistemler için dayanım, uzun dönemde doğal puzolanın $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ miktarına bağlıdır. Erken yaşlarda ise doğal puzolanın özgül yüzey alanı, dayanım açısından birinci derecede etkilidir (Massazza, 1998).

1.1 Puzolanların sınıflandırılması

Puzolanlar; doğal ve yapay puzolan olmak üzere iki temel gruba ayrılırlar (Baltacı, 1989; Erdoğan, 2003).

1.1.1 Doğal puzolanlar

a) Pomza: Boşluklu, süngerimsi, volkanik olaylar neticesinde oluşmuş, fiziksel ve



Şekil 1. Farklı kaynaklardan elde edilmiş doğal puzolan örnekleri. (Tuf, Zeolitik Tuf, Pomza, Pişirilmiş Kil).

kimyasal etkenlere karşı dayanıklı, gözenekli camı volkanik bir kayadır (Şekil 1). Oluşumu sırasında bünyedeki gazların ani olarak bün-yeyi terk etmesi ve ani soğuması nedeniyle, makro ölçekten mikro ölçeğe kadar sayısız gözenek içerir (Lea, 1971). Pomza, kalsiyum hidroksit ile reaksiyona girerek bağlayıcı jeller oluşturur. Kalsiyum hidroksitin tüketilerek yeni jellerin oluşumu sertleşmiş çimento hamurunun mekanik özelliklerini geliştirir ve dayanıklılığını artırır (Ulusoy, 2004).

b) Tuf ve ignimbiritler: Doğal puzolanik maddelerin en çok bilineni tüflerdir (Şekil 1). Volkanik püskürme sırasında silisli ve alüminalı malzemelerden oluşan eriyik durumdaki magma, yüzeye alev olarak çıkarak çok çabuk soğuma gösterdiği takdirde, camı (amorf) yapıya sahip olmaktadır. Yüzey alanının büyük olması ve düzensiz yerleşim göstermelerinden ötürü, alüminli silisler, sulu ortamlarda kalsiyum iyonlarıyla kolayca reaksiyona girebilmektedir (Ramachandran, 1995; Erdoğan, 2003; Erdoğan vd., 2009).

c) Zeolit: Kimyasal olarak ‘sulu alümino silikatlar’ olarak bilinen zeolitler, 40’ı aşkın mineralden oluşmuş bir grup ismidir (Engin, 2014).

Zeolitik tuf yatakları, birçok ülkede puzolanik hammadde olarak kullanılmaktadır (Şekil 1). Zeolit puzolanlar, son beton ürününün daima yeraltı su korozyonuna maruz kalacağı hidrolik çimentolarda önemli uygulamaları bulmaktadır (DPT, 2001).

d) Pişirilmiş kil ve şeyl: Büyük miktarda silis ve alümininden oluşan kil ve şeyl mineralleri, 700-900 °C civarında ısıtılma tabi tutuldukları, bu malzemelerin düzenli kristal yapısı bozulmakta ve yarı amorf veya düzensiz alümino silisli bir yapı elde edilmektedir (Şekil 1). Böylece puzolanik malzeme durumuna gelmektedirler (Erdoğan, 2003). Killi malzemelerin pişirilmesiyle elde

edilen puzolanlar, ABD’de, Brezilya’da ve Hindistan’da birçok baraj inşaatında kullanılmışlardır (Erdoğan, 2003; Ramachandran, 1995).

e) Diyatomitler: Su yosunları sınıfından mikroskobik alglerin çökmesi sonucu oluşmuş $\text{SiO}_2\text{NH}_2\text{O}$ bileşiminde, hafif ve kolay ufalana-bilen diyatomitler, hem öğütülmeden hem de öğütüldükten sonra puzolanik özellik göstermektedir. Diyatomitlerin çimento endüstrisi açısından en önemli özellikleri yüksek porozite, ısı iletkenlikleri ve birçok kimyasal maddeye karşı inert olmasıdır (Aruntaş, 1996). Stamatakis vd (2003) silisli kayaların, Fragoulis vd (2005) kalkerli ve killi diyatomitlerin çimentoda katkı malzemesi olarak değerlendirilebileceğini belirtmişlerdir.

1. 1. 2 Yapay puzolanlar

a) Uçucu kül: Termik enerji santrallerinde öğütülmüş kömürün yanmasıyla ortaya çıkan uçucu kül, baca gazları atmosfere bırakılmadan önce bu gazlar içindeki ince tanelerin toz toplama sistemi tarafından toplanmasıyla elde edilir. Çok yüksek miktarda silika ve alümina içeren ve amorf yapıya sahip olan bu kül parçacıklarının boyutları 1 µm - 150 µm ara-



Şekil 2. Farklı tiplerdeki yapay ve doğal puzolan örneklerinin görünümü.

(Erdil, <http://www.slideserve.com/israel/ders-4-puzolanlar>, 10/02/2017)

sında değişmektedir (Erdoğan ve Erdoğan, 2007). Uçucu kül, beton maliyetini düşürmesi, enerji tasarrufu sağlaması ve çevresel problemleri azaltması nedeniyle betonlarda geniş bir kullanım alanına sahiptir (Aruntaş, 2006) (Şekil 2).

b) Silis dumanı: Silisyum metalinin veya ferro-silisyum alaşımlarının üretimi sırasında kullanılan elektrik ark fırınlarında yüksek saflıktaki kuvarsitin kömür ve odun parçacıkları ile indirgenmesi sonucu bir yan ürün olarak elde edilen çok ince taneli, toz halindeki endüstriyel atık maddeye silis dumanı adı verilmektedir (Şekil 2) (Baradan vd., 2001). Çok büyük miktarda silika içeren, amorf yapıya sahip olan ve çimento tanelerinin inceliğinin yaklaşık yüzde biri kadar ince taneli olan silis dumanı, aktivitesi çok yüksek olan mükemmel bir puzolandır. Bu malzeme çimento üretiminde de kullanılmakla beraber, daha çok, beton katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Erdoğan ve Erdoğan, 2007). Silis dumanının beton içinde kullanılması, betonun asit ve sülfat saldırılarına karşı durabilitesini artırmakta, boşluk oranını ve geçirimliliğini azaltmaktadır (Turker vd., 1997; Aköz vd., 1999; Erdoğan, 2003). Ayrıca, aşınmaya karşı direncini artırmakta, alkali-silis reaksiyonundan dolayı oluşacak genleşmeyi azaltmaktadır (Mehta, 1985).

c) Yüksek fırın cürufu: Demir üretimi sırasında yüksek fırında kok kömürünün karbonu, cevherin demir oksitindeki oksijenle birleşerek CO ve CO₂ gazları olarak fırını terk ederken, sıcaklık 1400-1600 °C dereceyi bulduğunda hafif olmasından dolayı ham demirin üzerinde yer alan demir filizi gangi, kok ve kireçtaşının yanma sonrası atıklarından oluşan puzolanik malzemeye yüksek fırın cürufu adı verilir (Erdoğan ve Kurbetçi 2003). Yüksek fırın cürufu sertleşmiş ve/veya plastik durumdaki belirli özellikleri kazanması ya da sağlaması için betona eklenebilen ince taneli potansiyel hidrolik bağlayıcı bir malzemedir (Çakıroğlu, 2006).

d) Pirinç kabuğu külü: Pirinç tanelerinin, üzerindeki kabuklardan ve çeltik saplarından ayrılması sonucunda elde edilmektedir. Çeşitli organik ve inorganik bileşenlerden oluşan bu kabuk, yüksek miktarda silika içermektedir (Mazlum, 1989).

Pirinç kabuğu külünün içerisinde yer alan ağırlıkça % 92-93 kadar silikanın yanı sıra çok küçük yüzdelerde alümina, demir oksit, kalsiyum oksit, magnezyum oksit ve alkaliler de bulunmaktadır. Yakılma işlemi 400-600 °C arasındaki sıcaklıklarda kontrollü olarak yapıldığında ve külün soğutulma işlemi hızlı olduğunda, küldeki silika amorf yapıya sahip olmaktadır. Çok yüksek miktarda amorf silika içeren kül, puzolanik özellikli bir malzemedir (Erdoğan ve Erdoğan, 2007).

1.3 Doğal puzolanların beton katkı maddesi olarak kullanılabilirliğine dair standartlarda belirtilen limit

Doğal puzolanların beton yapımında uygun bir katkı maddesi olarak kullanılabilmesi için sahip olmaları gereken fiziksel ve kimyasal özelliklere dair sınır değerler, TS 25 (2008) ve ASTM C 618-94 standartlarında belirtilmiştir (Çizelge 1, Çizelge 2).

Çizelge 1. Doğal puzolanların katkı malzemesi olarak kullanabilmesi için gerekli fiziksel değerler (Erdoğan).

Özellik	TS 25	ASTM C 618
İncelik: 45 µm kalan, maks. (%) Özgül yüzey, Blane (dk.cm ² /g)	- 3000	34 -
Dayanım Aktivite İndeksi: min. (%), 7 günlük 28 günlük	- 70	75 75
Su ihtiyacı: Kontrol numunesine kıyasla, mak. (%)	-	115

Çizelge 2. Doğal puzolanların katkı malzemesi olarak kullanabilmesi için gerekli kimyasal değerler (Erdoğan, 2003).

Özellik	TS 25	ASTM C 618
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃ (%)	70	70
SO ₃ maks. (%)	5	4
Nemlilik, maks. (%)	3	3
Kızdırma kaybı, maks. (%)	10	10
MgO, maks. (%)	5	-
NA ₂ O olarak alkaliler, maks. (%)	1,5	1,5

1.4 Puzolanik aktivite

Puzolanik aktivite, birtakım maddelerde var olan kalsiyum hidroksitle (Ca(OH)₂) sulu ortamda “reaksiyona girme” ve “sertleşme” kapasitesidir. Gerçek puzolanik aktiviteden söz edebilmek için bu iki ögenin aynı zamanda oluşması gerekmektedir.

SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃ ve alkali miktarları fazla olan puzolanlardan, yüksek aktivite değerlerine sahip oldukları ampirik olarak belirlenmiş olup, bunun yanında yüksek camsı faz miktarı ile büyük özgül yüzey de yüksek aktivite değeri için oldukça önemli parametrelerdir (Mazsazza, 1989; Erdoğan ve Erdoğan, 2007).

Bir malzemenin puzolanlığının kanıtlanabilmesi için puzolanik aktivite deneyinde olumlu sonuç vermesi gerekmektedir. Bu deneyler, doğal ve yapay puzolanlarda mekanik ve kimyasal deneyler olarak bilinmektedir. Mekanik deneyler; puzolan-kireç, puzolan-çimento harçları üzerinde yapılan eğilme ve basınç dayanımı deneyleridir.

Kimyasal deneyler ise puzolanlı çimentonun su ile yaptığı hidratasyon sonunda çözeltide oluşan Ca(OH)₂'i belirlemeye yöneliktir. Puzolanik maddeleri değerlendirmenin bir başka ölçütü de, puzolan içeren çimento pastalarındaki özgül yüzeyin artış hızını ölçmekle gerçekleştirilmektedir (Mazsazza, 1989).

2. Puzolanların çimento ve beton sektöründe kullanımı

Nüfusu hızla artan ülkemizde inşaat sektörü giderek etkin bir şekilde gelişmektedir. İnşaat sektöründe en fazla girdi maliyeti, çimento sektöründe yaşanmaktadır. İnşaat sektöründe kullanılan beton maliyetinin düşürülmesinin yolu doğal ve yapay puzolanlar ile sağlanabilmektedir. Ülkemiz doğal puzolanik maddeler bakımından zengin bir ülkedir. Standartlarda belirtilen kullanım miktar ve şartlarına uyulması kaydı ile doğal puzolan kullanımının artması, ülke ekonomisine önemli katkı sağlayacağı ve inşaat sektöründeki maliyeti azaltacağı açıktır.

Maliyetle birlikte günümüzde en yaygın şekilde kullanılan yapı malzemelerinin başında gelen betonunun ana bağlayıcısını oluşturan Portland çimentosu, üretimi sırasında atmosfere salınan ve sera etkisi gazların başında gelen CO₂ emisyonu nedeniyle (% 7) son yıllarda çevresel etkiler açısından da sıkça tartışılır bir nitelik kazanmıştır. Bu bağlamda çimento üretiminde üründen beklenen teknik özelliklerden ödün vermeden, çimentolardaki klinker içeriğinin mineral katkıları kullanılarak azaltılması en etkin yol olarak ön plana çıkmaktadır (Uzal vd., 2016).

İnce taneli puzolanik katkı maddelerinin kullanılmasının beton özelliklerine olumlu etkileri (Erdoğan, 2003; Erdoğan ve Erdoğan, 2007):

- İşlenebilmeyi artırmaktadır,
- Terlemeyi ve segregasyonu azaltmaktadır,
- Hidratasyon ısısının hızını ve miktarını azaltmaktadır,
- Su geçirgenliğini azaltmaktadır,
- Alkali-agrega reaksiyonunu azaltmaktadır,
- Sülfat etkisine karşı dayanıklılığı artırmaktadır,
- Nihai basınç dayanımının yeterince yüksek olmasına yol açmaktadır,
- Ekonomiklik sağlamaktadır.

Bu olumlu etkiler yanında, puzolanik katkı maddesi kullanılması özellikle soğuk havalarda piriz alma süresini geciktirir ve ilk günlerde betonun dayanımının düşük olmasına yol açar. Puzolan katkılı betonların daha uzun süreli ve daha dikkatli kür edilmeleri gereklidir (Erdoğan ve Erdoğan, 2007).

3. Sonuçlar

Doğal puzolan kaynağı olarak ülkemizdeki volkanik alanların yaygın olması, bu kaynakların sektörde kullanımını özendirecek çalışmaların da artmasıyla birlikte daha etkin kullanımının söz konusu olacağı düşünülmektedir. Yapay puzolan kaynaklarının beton maliyetini düşürmesi, enerji tasarrufu ile birlikte daha çok çevresel problemleri azaltması nedeniyle betonlarda kullanımını oldukça önemlidir. Portland çimentosu üretimi esnasında atmosfere salınan CO₂ emisyonu nedeniyle son yıllarda çevresel etkiler açısından, bu emisyonların azaltılmasına yönelik önemli politikalar, birçok ülkenin gündemdedir. Bu nedenle çimento üretiminde, nihai üründen beklenen teknik özelliklerden ödün vermeden, çimentolardaki klinker içeriğinin mineral katkıları kullanılarak azaltılması en etkin yol olarak ön plana çıkmaktadır.

Kaynaklar

- Aköz, F., Türker, F., Koral, S., Yüzer, N., 1999. *Effects of raised temperature of sulfate solutions on the sulfate resistance of mortars with and without silica fume. Cement and Concrete Research*, 29 (4) 537-544.
- Aruntaş, H.Y., 1996. *Diatomitlerin Çimentolu Sistemlerde Puzolanik Malzeme Olarak Kullanılabilirliği. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 1-55.*
- ASTM C 618 ,1994. *Standart Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use as a Mineral Admixture in Portland Cement Concrete. Annual Book of ASTM Standards.*
- Baltacı, F., 1989. *İnşaatlarda Traslı Çimentonun Kullanılabilirliği. DSİ, TAKK yayınları, 55-57. Ankara.*

• Baradan, B., Türkel, S., Yazıcı, H., Ün, H., Yiğiter, H., 2001. *Beton Teknolojisi. Yapı Denetimi El Kitabı 2. İzmir.*

• Çakıroğlu M. A., Çakıroğlu G. M, 2006. *Püskürtme betonda kullanılan katkıları. Dünya İnşaat Dergisi 6, 116-118.*

• DPT (2001). *Çalışma :Grubu Raporu (Mika-Zeolit-Lületaşı). Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Genel Endüstri Mineralleri II, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara.*

• Engin , Y., 2014. *Kayaçlar (Endüstriyel Hammaddeler). 123 sayfa.*

• Erdil, B., <http://www.slideserve.com/israel/ders-4-puzolanlar>, 10/02/2017.

• Erdoğan, T.Y., 2003. *Beton. ODTÜ Yayınları, Ankara,175-177.*

• Erdoğan, S.T., Erdoğan, T.Y., 2007. *Puzolanik mineral katkıları ve tarihi geçmişleri. II. Yapılarda Kimyasal Katkıları Sempozyumu 12-13 Nisan 2007, Ankara 263-275.*

• Erdoğan, Ş., Kurbetçi, Ş., 2003. *Betonun Performansına Sağladıkları Etkinlik Açısından Kimyasal ve Mineral Katkı Maddeleri. Türkiye Mühendislik Haberleri, 426 (4): 115-120.*

• Erdoğan, K., Tokyay, M., Türker, P. (2009). *Traslar ve Traslı Çimentolar. Araştırmaların Gözden Geçirilmesi ve Durum Değerlendirmesi Raporu. Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, AR-GE Enstitüsü, Fersa Matbaacılık, Ankara.*

• Fragoulis, D., Stamatakis, M. G., Papageorgiou, D., Chaniotakis, E., 2005. *The Physical and Mechanical Properties of Composite Cements Manufactured with Calcareous and Clayey Greek Diatomite Mixtures. Cement and Concrete Composites, 27(2), 205-209.*

• Lea, F.M., 1971. *The Chemistry of Cement and Concrete. Chemical Publishing C.O. New York.*

• Malzum, F., 1989. *Pirinç kabuğu külünün puzolanik özellikleri ve külün çimento harcının dayanıklılığına etkisi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 129 s.*

• Mazsazza, F., 1989. *Puzolanlar, Puzolanlı Çimentolar ve Kullanım Alanları. Seminer, TÇMB, Ankara, 41-79.*

• Massazza, F. *Pozzolana and Pozzolan Cements. Hewlett P. H. (Ed.), Lea's Chemistry of Cement and Concrete, Elsevier Butterworth Heinemann, Sf. 471 - 635. (1998).*

• Mehta, P. K., 1985. *Chemical attack of low water cement ratio concretes containing latex or silica fume as admixtures, ACI/RILEM. Symposium on Technology of Concrete When Pozzolans, Slags and Chemicals are Used, Monterrey, Mexico, March, 1985, pp.325-340.*

• Ramachandran, V. S., 1995. *Concrete admixtures handbook: properties, science, and technology. Park Ridge, N.J.: Noyes Publications.*

• Stamatakis, M.G., Fragoulis, D., Csirik, G., Bedeleian I., Pedersen, S., 2003. *The Influence of Biogenic Micro-silica-rich Rocks on the Properties of Blended Cements. Cement and Concrete Composites, 25 (2), 177-184.*

• TS 25, 2008. *Doğal puzolan (tras)-Çimento ve betonda kullanılan-Tarifler, gerekler ve uygunluk kriterleri. 14 sayfa.*

• Türker, F., Aköz, F., Koral, S., Yüzer, N., 1997. *Effects of magnesium sulfate concentration on the sulfate resistance of mortars with and without silica fume. Cement and Concrete Research, 27 (2) 205-214.*

• Ulusoy, G., 2004. *Pomzanın izole monolitik malzeme imalinde kullanılması. MTA Dergisi 129, 89-96.*

• Uzal, B., Karahan, O., Korkanç, M., 2016. *Nanotanecekler İçeren Yüksek Miktarda Doğal Puzolan Katkılı Çimentolar: Özellikler, Hidratasyon ve Hamur İç Yapısı. TÜBİTAK projesi, Proje No: 113M310, 112 sayfa.*

Tünelcilikte neredeyiz?



Karayolları 10. Bölge Müdür Yardımcısı, Jeoloji Mühendisi Ahmet Şirin

Ülkemizin son birkaç on yılda gerçekleştirdiği en önemli alt yapı yatırımlarının başında hiç kuşkusuz bölünmüş kara yolu ve otoyol projeleri gelmektedir. Coğrafyamızın olumsuz jeolojik koşulları sebebiyle de bölünmüş yol ve otoyol yatırımlarının en önemli bileşenlerinden biri olarak tüneller öne çıkmaktadır. Bu dönemde gerek gerçekleştirilip kullanıma açılan gerekse de halen proje ve inşaat aşamasında bulunan tünelcilik yatırımları, konuya ilişkin önemli bir teknik birikim ve deneyimi de beraberinde getirmiştir.

Karayolları 10. Bölge Müdür Yardımcısı, Jeoloji Mühendisi Ahmet Şirin, söz konusu tünel projelerinden en önemlilerinde gerek sahada mühendis olarak gerekse de yönetici olarak önemli görevler üstlenmiş en yetkin uzmanlardan biridir. Kendisine karayolu tünelciliğimizin son yıllardaki gelişimini, karşılaşılan zorlukları ve geliştirilen çözüm yöntemlerini sorduk.

Ülkemizdeki karayolu tünelciliğinin son yirmi yıldaki gelişimini kısaca anlatır mısınız?

Ülkemizin son yıllardaki yol hedefleri, kamuoyu beklentileri, ulusal ve uluslararası ulaşım politikalarına bağlı olarak bölünmüş devlet yolu ve otoyol hedeflerinin gerçekleştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Tüm bu altyapı çalışmalarının gerçekleştirildiği ülkemiz coğrafyasının olumsuz jeolojik koşullar içermesi, aktif deprem kuşakları içerisinde yer alması, büyük ölçekte kaya ve zemin heyelanları ile sel ve doğal afet riskleri içermesi, yüksek dağlık alanlar ve geçit noktaları üzerinde yapılmak zorunda olması ve çevresel hassasiyetlerin artması sonucu istenilen proje standartlarının oluşturulmasında tünel seçeneğinin kullanılması ön plana çıkmaktadır.

Karayollarında Modern Tünelciliğinin ve hatta ulaşım tünellerinin dönüm noktası, Karayolları Genel Müdürlüğü'nün 1997 yılının sonlarında çıkardığı NATM (New Austrian Tunneling Method) Uygulamalı Tünel Teknik Şartnamesi ve buna bağlı olarak proje, yapım birim fiyat analiz ve tariflerinin yapılarak uygulamaya konulmasıyla başlamaktadır. Bu şartnamenin uygulamaya koyulması ve Tünelcilik sektörünün oluşması Karadeniz Sahil Yolu Projesi ile eşzamanlıdır. 1997 yılı öncesi ise modern numerik analiz modeline dayanmayan klasik del-patlat yöntemi ile drenaj, yapım ve işletme güvenliği açısından uluslararası şartları sağlamayan bir metodoloji ile tünel çalışmaları gerçekleştirilmekteydi.

Karayolları Genel Müdürlüğü'nün yol hedeflerinin gerçekleştirilmesinde proje öngörü ve tasarımındaki gelişme dünyanın takip ettiği önemli proje yapılarının yapımını beraberinde getirmiştir. Ülkemizde son yıllarda yapımının tamamlandığı ve halen devam eden önemli tünel yapıları; Kuzey Marmara Otoyolu güzergahında yer alan dünyanın ilk 4 şeritli karayolu tünelleri (Sütlüce ve Riva Tünelleri), İstanbul-Izmir Otoyolu güzergahında yer alan 3 şeritli Samanlı ve Selçukgazi Tünelleri,

Tablo-1: Karayolları Tünel Envanter Bilgileri

Genel Tünel Envanteri	Adet	Uzunluk (m)
Trafiğe Açık Tüneller (2016)	222	189.849
Taahhüde Bağlanan Tüneller	187	388.623
Planlanan Tüneller (2023-2035)	215	647.113
Toplam	624	1.225.585

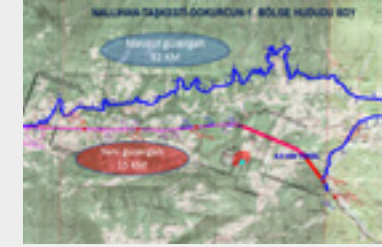
Karadeniz Sahil Yolu Tünelleri şeklinde sıralanabilir. Yapım çalışmaları tamamlanan, devam eden ve planlanan 93 adet tünel mevcut olup toplam bunların toplam uzunluğu 79.468,87 metredir. KGM 2016 yılı tünel yapım ve proje envanteri Tablo-1'de özetlenmiştir.

2003 yılına kadar toplam uzunluğu 50 km'yi bulan 83 adet tünel yapımı gerçekleştirilmiş olup 2023 yılına kadar yol ağıımızda toplam 490 km uzunluğunda 312 adet tünelin trafiğe hizmet vermesi hedeflenmektedir. 2035 hedeflerinde ise 402 adet tünelde 647 km uzunluk hedeflenmiştir.



Şekil 1. Eski Zigana Tüneli – 1984 (sol üst), Halil Rifat Paşa Tüneli – 1860-1960 (sağ üst), Kuzey Marmara Otoyol Tünelleri – 2016 (2x4 şeritli).

Karayolu Tünelciliğinin gelişimine aşağıdaki görsellerle örneklemek geçmişten günümüze tünelcilik uygulamaları arasındaki farkı net olarak göstermektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Tünel seçeneği ile güzergâh kısalması örneği.

Uzun dönemdeki zaman, yakıt ve amortisman maliyet azalışında önemli ekonomik kazanımlar olabilmektedir.

Karadeniz bölgesindeki zorlu doğa koşullarında ulaşımın tüneller yardımıyla sağlanmasının ülke ekonomimize ne gibi katkıları olmaktadır?

Karayolları Genel Müdürlüğü'nün bölünmüş yol projeleri kapsamında doğu-batı aksları ve kuzey-güney aksları 2023 ve 2035 yılı devlet yolu ve otoyol hedeflerini oluşturmaktadır. Ülkemiz coğrafyası yüksek dağlık alanları içermekte olup ortalama yükseltisi 1131 metreden fazla olan bir ülkedir. Karayollarında olumsuz kış koşullarında trafik güvenliğinin sağlanabilmesi için karla mücadele kotları 600 m kotlarından başlayarak proje tasarımlarına 850 m kotlarından sonra kar hendeği projesi ilave edilmektedir.

Karayolları Genel Müdürlüğü'nün aks bazlı trafik projeksiyonunda öncelik yolların her türlü meteorolojik koşullarda yol trafik güvenliğini sağlayarak kesintisiz ulaşımın sağlanmasıdır. Ancak Doğu Karadeniz Bölgesindeki kuzey-güney dağ geçitlerinin 2000 m kotlarından daha yüksek olması kar, tipi, fırtına, don gibi olumsuz meteorolojik koşullarla mücadeleyi hem fiziksel olarak hem de ekonomik açıdan imkânsız kılmaktadır. Bu imkânsızlık ülke yük ve yolcu taşımacılığının %80-90 oranında karayolu ile gerçekleştirildiği düşünüldüğünde zaman ve özellikle ulaşımı za-



Şekil 3. Karayolu ulaşım modunda yer alan kuzey-güney akslarındaki önemli dağ geçitleri ve rakımları

man ile endeksli birçok ürünün pazar ve tüketici ile buluşmasına bir engel teşkil etmektedir. Bu engellerin aks bazında ortadan kaldırılmasına yönelik birçok projeler yapım aşamasında ve hatta birkaç yıl gibi çok yakın tarihlerde hepsinin bitirilmesi planlanmıştır.

Bu önemli tünel yapılarının gerçekleşmesinde bir diğer ekonomik değer araç ve yakıtlarında dışarıya bağımlı ülkemizin yakıt, yıpranma payı ve zaman maliyet faktöründeki önemli kazanımlardır. Yolum trafik hacmi ve aks başına kısalmaya bağlı olarak bu maliyetlerdeki yıllık 20-30 milyon TL arasında sadece yakıt tasarrufları trafik projeksiyonunda gözlenebilmektedir. Yine bazı önemli projelerde trafik hacmine bağlı olarak 5 yıl içinde kendini amorti edebildiği bilinmektedir.

Karayolları Genel Müdürlüğü'nün en önemli projelerinden olan ve ayrıca ülkemizin uluslararası ağ bütünlüğü açısından Türkiye Cumhuriyetleri

arasında ticari ve sosyo-ekonomik ilişkilerin geliştirilmesinde çok önemli yeri olan Karadeniz Sahil Yolu Projesinin hayata geçmesi ile birlikte güzergahtaki TIR trafiği %1000-3500 arasında artış gerçekleşmiş ve bu yansıma doğrudan ülkemiz ticaretinde önemli yansımalar sebebiyet vermiştir.

Doğu Karadeniz bölgesinde tamamlanmış, yapımı devam eden ve proje aşamasında olan önemli karayolu tünel projeleri nelerdir? Bunlardan kısaca bahseder misiniz?

Ülkemizin son yıllardaki yol hedefleri, kamuoyu beklentileri, ulusal ve uluslararası ulaşım politikalarına bağlı olarak bölünmüş devlet yolu ve kuzey-güney akslarının gerçekleştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu kapsamda yapılan önemli tünel yapılarımız **Tablo-2**'de verilmektedir.

Tablo 2. Tablo 2. Doğu Karadeniz Bölgesinde yer alan bazı önemli tünel projeleri.

Yolun Adı	Tünelin Adı	İl Adı	Tüp Adedi	Sol (m) A	Sağ (m) B	Toplam uzunluk (m) C=A+B
İkizdere-İspir Yolu	Ovit Tüneli	Rize	2	14.500	14.500	29.000
Zigana Tüneli (Bağlantı Yolları Dahil)	Zigana Tüneli	Gümüşhane	2	14.650	14.650	29.300
Giresun-Dereli-Şebinkarahisar	Eğribel Tüneli	Giresun	2	5.900	5.900	11.800
Hopa-Borçka-Artvin Yolu (Açıldı)	Cankurtaran Tüneli	Artvin	2	5.223	5.224	10.447
Araklı-Dağbaşı-Uğrak Yolu (Açıldı)	Salmankas Tüneli	Bayburt	2	4.100	4.100	8.200
Rize Güney Çevre Yolu	Salarha Tüneli	Rize	2	2.920	2.945	5.865
Köstere-Gümüşhane Yolu	T-5 Tüneli	Gümüşhane	2	2.505	2.506	5.011
Trabzon-Maçka Yolu	Maçka Tüneli	Trabzon	2	2.775	2.775	5.550
Trabzon-Maçka Yolu	Deliklitaş Tüneli	Trabzon	2	1.274	1.275	2.549
Maçka-Karahava Yolu	Başar Tüneli	Trabzon	2	2.425	2.425	4.850
İkizdere-İspir Yolu	Güneyce Tüneli	Rize	2	3.800	3.800	7.600
Kanuni Bulvarı (Açıldı)	Akyazı Tüneli	Trabzon	2	2.509	2.509	5.018
Adet tamamlanan tüneli toplam uzunluğu				62.581	62.609	125.190

Cankurtaran Tüneli

Doğu Karadeniz Bölgesinin en önemli kuzey-güney aksları ve trafik hacmine sahip Hopa-Borçka-Artvin-Ardahan ve Erzurum aksında yer alan Cankurtaran Geçidi üzerinde yapılan tünel çift tüp 2 x 5.250 m uzunluğundadır. Çok düşük standartlı mevcut geçit yolunun 12 km kısalması ve yaklaşık 30 dk seyahat süresi kazanımı sağlayacak olup karla mücadelede önemli ekonomi ve trafik-can ve mal emniyeti sağlayacak bir projedir (**Şekil 4**).



Şekil 4. Cankurtaran Tüneli (Hopa, Artvin) viyadük inşaatından görüntüler.

Ovit Tüneli

Standardı düşük ve yılın 6 ayı kar nedeniyle geçit vermeyen İkizdere-İspir Yolunda Tünelin yapılması ile birlikte Kuzey-Güney koridorlarında en önemli akslardan biri olan 15 aksın yol standartları da yükseltilmiş olacaktır. Söz konusu tünel dahil bu proje, Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) kapsamındaki illerin önce Doğu Karadeniz Bölgesine oradan da diğer komşu ülkelere yüksek standartlı bir yol ile bağlanması suretiyle GAP ürünlerinin önemli bir bölümünün Karadeniz limanlarına çıkarılarak Rusya, Ukrayna, Kafkaslar ve Türkiye Cumhuriyetlere ulaştırılmasında önemli bir potansiyele sahiptir.



Şekil 5. Ovit Tüneli inşaatından görüntüler.

Eğribel Tüneli

Doğu Karadeniz Bölgesinin Orta Anadolu'ya bağlayan önemli kuzey-güney akslarından biridir. Bölünmüş yol aksı olmamasına rağmen tünel yapım güvenlik kriterlerine bağlı olarak çift tüp olarak imal edilmektedir.

Zirve kotu 2245 m olan geçitte standart artmakta mevcut Eğribel Dağı geçit yolunda 5 km kısalması ve yaklaşık 25 dk seyahat süresi kazanımı ile birlikte karla mücadelede önemli ekonomi ve trafik-can ve mal emniyeti sağlayacak bir projedir. Giresun Ayrım-Dereli -Şebinkarahisar-Suşehri ayrım yolunda bulunan Eğribel Tüneli 2x5.905 m tüp tünel ve 1.777 m bağlantı yollarından oluşmaktadır.

2014 yılında başlanmış olan tünelin 2018 yılı Aralık ayında bitirilmesi hedeflenmektedir.



Şekil 6. Eğribel Tüneli inşaatından görüntüler.

Yeni Zigana Tüneli

Doğu Karadeniz Bölgesinin Doğu Anadolu ve Gürbulak-Doğubeyazıt sınır kapılarına bağlayan tarihi ipek yolu ve medeniyet yolu olarak bilinen tarihi yolun ve ülkemizin en önemli kuzey-güney aksı sayılmaktadır. Mevcut yol aksında 10 km kısalması ve yaklaşık 30 dk seyahat süresi kazanımı ile birlikte karla mücadelede önemli ekonomi ve trafik-can ve mal emniyeti sağlayacak bir projedir. Ovit tüneli ile birlikte dünyanın en uzun Çift Tüp 2. Karayolu Tüneli özelliğini taşıyacaktır. Proje; Trabzon ili sınırları içerisinde, Trabzon Gümüşhane yolunun Km: 45+180'den başlayıp Km: 66+797,01 de Gümüşhane il sınırları içerisinde Köstere Mevkiinden çıkarak yapım çalışmaları tamamlanmak üzere olan Köstere Deresi-Gümüşhane Arası devlet yolu güzergâhına bağlanacaktır.



Şekil 7. Zigana Tüneli inşaatından görüntüler.

Bir ulaşım tüneli projelendirilirken Tünel Delme Makinası mı (TBM) yoksa Konvansiyonel Yöntemle mi açılacağı neye göre karar verilir?

Tünel projelendirilme çalışmalarında esas öncelikle kesinleşmiş tünel güzergahının temel jeolojik-jeoteknik modelinin ortaya çıkarılmasıdır. Bu jeolojik model esas alınarak tünelin yapım metodolojisinin projelendirilmesinde aşağıdaki hususlar dikkate alınmaktadır.

- Tünel güzergahının jeolojik-jeoteknik özellikleri, tünelin uzunluğu, tünelin çapı, yapım hızı, yapım yeri kısıtları (şehir içi karayolu, metro tüneli vb etkenler) Ülkenin öz kaynaklarının kullanımına yönelik tercihler (makine ekipman temini, yetişmiş teknik ve işçi grubu gibi) sıralanabilir.

Ülkemizde tünel projelendirilme çalışmalarında “Tünel Yapım Metodolojisi” açısından aşağıdaki yöntemler kullanılmaktadır.

- Klasik tünelcilik metodu (del-patlat-destekle), TBM (Tunneling Boring Machine-Tünel Delme Makinası) Metodu, Kazıcı Makineler (Roadheader, ekskavatör vb makinalar ile), Bu yöntemlerin birlikte dizayn edildiği karma yöntemler, **Yapay Yöntemler** (Tünel giriş-çıkış bölgeleri, metro istasyonları vb. ortamlarda) şeklinde sıralanabilir.

Karayolları Genel Müdürlüğü'nün 2013 Karayolları Teknik Şartnamesi kapsamında yer alan tünel proje ve yapım şartlarının tarıflendiği şartnamede; NATM [N(ew) A(ustrian) T(unneling) M(ethod)] metodu ile tünel açma yöntemi esas alınmaktadır. Tüm bu yöntemlerin uygulamasında tünel kayasının dayanım parametresine ve jeolojik ortam özelliklerin çok detaylı ortaya konulması gereklidir.

Doğu Karadeniz tünellerinin inşasında karşılaşılan mühendislik sorunları hakkında kısaca bilgi verebilir misiniz?

Doğu Karadeniz Bölgesinde yapılan tünel çalışmalarında;

- Doğu batı yönündeki akslarda özellikle kuzey-güney uzanımlı dağ morfolojisinde verev tünel geçişlerinde tünel-giriş çıkış yapılarının oluşturulmasındaki problemler,
- Volkanikler üzerinde 5-25 arasında değişen alterasyon zonlarında heyelan riskleri ve kil zonlarının varlığı ile heyelan riskleri,
- Yüksek eğimlerde kazı ve portal oluşturma zorlukları,
- Tünel iç bölgelerinde hidrotermal alterasyonlara bağlı olarak zayıf zonlar, kil ve makaslama zonlarının geçilmesindeki özel koşullar sayılabilir.

Bu sorunların çözümünde mühendislik jeolojisinin önemi nedir ve katkıları neler olmuştur.

Ülkemizin olumsuz jeolojik yapısına bağlı olarak yatay ve düşey yönde kaya-zemin geçişlerinin çok sık değişkenlik göstermesi, aktif deprem kuşakları içerisinde yer alması, çok eğimli ve dal-



galı dağlık arazi morfolojisi sunması gibi birçok faktör nedeniyle yeterince mekanik sondaj, yerinde deneyler ve diğer araştırma yöntemlerinin uygulanamaması, güzergahın jeolojik-jeomekanik modelinin kurulamaması ve ortamların teknik girişimlere karşı davranışının öngörülememesine, proje sürelerinin uzamasına ve maliyetlerin artmasına neden olmaktadır. Yukarıda açıklanan mühendislik jeolojisi çalışmaları ile tünel jeoteknik ölçüm ve tasarımları sonucunda ekonomik tünel yapımı, tünel inşaat güvenliğinin (makine ekipman ve ekip güvenliği) sağlanmış ve tünel yapım hedefleri gerçekleştirilmiştir.

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde Açılan Tünelde Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Yöntemleri hakkında bilgi verir misiniz?

Karadeniz Sahil Yolu ve Doğu Karadeniz Bölgesi Tünel Projelerinde yer alan tüneller, gerek jeolojik koşulları sebebi ile gerekse jeomorfolojik zorluklar nedeni ile kötü arazi koşulları içerisinde kalmaktadır.

Tünel eksenleri kimi yerlerde sarp yamaç yüzeyleri ile kesilmekte, tünel ile yüzey arasında yeterli kalınlık sağlanamadığında tünel büyük kuvvetlerin etkisinde kalmakta, kimi yerlerde ise heyelanlı sahadan geçmekte, stabilite sorunları yaşamaktadır. Bu tür sorunların sıkça karşılaşıldığı sahil yolu projesinde, problemlerin çözümü için klasik tünelcilik anlayışının dışında özel mühendislik çözümlerinin uygulanmasını zorunlu kılmıştır. Karadeniz Sahil Yolu Tünel Projesi kapsamında yapılan tünellerde proje öngörüsü ile yapım gerçekleştirmelerinin kısmen farklılık gösterdiği tünel geçişlerinde, klasik metot tünelciliğinin (NATM)

esnek olmasının avantajını ortaya çıkan jeolojik modele göre değiştirilebilir destekleme sistemleri üretmek mümkün olabilmektedir.

“Karadeniz sahil yolu tünellerinde karşılaşılan bazı sorunlar ve ortam koşullarına uygun olarak geliştirilen çözüm yöntemleri aşağıda sıralanmıştır.

- a) Tüneli giriş portal bölgesi konsolidasyon enjeksiyonu,
- b) Heyelan bölgesi konsolidasyon-sağlamlaştırma enjeksiyonu,
- c) Şehir içi örtü kalınlığı çok az olan (< 10 m) tünellerde çok zayıf zemin yapısı ve düşük örtü kalınlığı nedeniyle konsolidasyon enjeksiyonu ile tünel kayası sağlamlaştırılmış ve tünelli geçiş sağlanmıştır.
- d) Zayıf kaya koşullarına bağlı olarak gerçekleşen tünel göçüklerinde özellikle zayıf kaya koşulları ve düşük örtü kalınlığına bağlı olarak gerçekleşen göçüklerde Türkiye'de ilk uygulaması olan yatay jet-grout süren uygulanmıştır.
- e) Portal bölgelerindeki zayıf kaya ve kil kalınlıklarının tünel kesiti içine girmesinden dolayı radyal kemerlenmelerin artırılması amacıyla kesişen çapraz jet-grout kazıklarla iyileştirme yöntemi,
- f) Karadeniz Sahil Yolu Projesinde inşa edilen ve dik bir yamacı keserek devam eden bir tünelde yamaç stabilitesinin sağlanabilmesi için özel çözümlerin getirilmesi gerekmiştir. Asimetrik tünel girişi olan kesimlerde yapılacak tünel giriş yapısı - yamaç tüneli uygulaması Ülkemiz tünelcilik yapım ve proje tecrübesinin gelişimine büyük katkı sağlamıştır.



Anadolu doğaltaşlarının

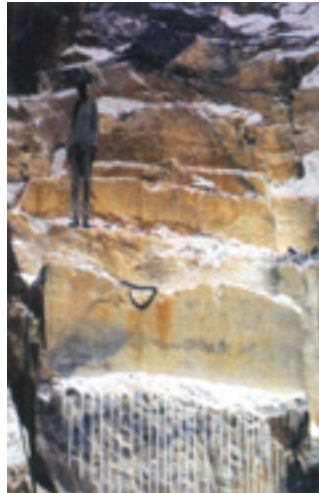
tarihsel dönemler boyunca mimaride kullanılması



Prof. Dr. Erdoğan Yüzer

İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maslak, İstanbul

Doğal taşlar, sağlamlığın, güvenilirliğin ve mesken korunmasının sembolü bir malzeme olarak asırlar boyunca kullanılmıştır. Anadolu'da ilk insanların yaptıkları el baltaları silisli bir doğal taş türü olan çakmaktaşıdır. Günümüzde halen ulaşılabilen kanıtlara göre Anadolu'da doğal taşların son yıllarda ortaya çıkarılan Urfa-Göbekli Tepedeki dinsel amaçlı yerleşimde kullanılması M.Ö 11600, Konya-Çatalhöyük'te M.Ö 6000 yıllara kadar gitmektedir.



Afyon-İşçehisar mermer ocaklarında antik ve güncel işletme izleri.

dın-Karacasu'daki (Aphrodisias) ocaklar başta olmak üzere, bu üretim ve işleme merkezlerindeki mermerler tarihsel dönemlerde Anadolu'da hüküm süren Helenistik, Roma, Bizans, Selçuk ve Osmanlı uygarlıklarının en görkemli yapılarında kullanılmıştır. Bu antik ocakların bazılarının bulunduğu simgesel yöreler ve yakın dolayı, doğal taş kültürümüzün yaşatılması açısından, jeolojik miras olarak korunmalıdır. Genel bir anlatımla doğal taşlar, bulundukları yöredeki çevre koşulları ile uyumlu en uygun yapı malzemesidir.

Anadolu'da büyük ölçekli doğal taş işletmeciliği ve üretimi Antik Yunan'a kadar uzanır. Yunan,

Anadolu, bulunduğu jeolojik kuşaktaki yapısının doğal bir sonucu olarak, çok çeşitli renk ve kalitede, milyonlarca metreküple ifade edilebilecek miktarda doğal taş rezervlerine sahiptir. Günümüzde ülkemizin hemen her yöresinde doğal taş kaynakları ve işletmeleri bulunmaktadır. Ancak, tarihsel bakımdan en önemli ocaklar Batı Anadolu'da yer almaktadır. Özellikle Marmara Adası (Proconnesos), Afyon-İşçehisar (Dokimeion) ve Ay-



Şanlı Urfa-Göbekli Tepe'deki antik yerleşim (MÖ 9600).

Greko-Romen ve Bizans mimarisi büyük ölçüde Batı Anadolu'da çıkarılan mermer, traverten ve kireçtaşlarına dayanıyordu. Daha sonra Selçuk ve Osmanlı dönemlerinde Anadolu ve çevresindeki inşaat yoğunluğu doğal taş endüstrisi ve üretimini Orta ve Doğu Anadolu'ya kadar genişletti. Bu büyüme sayesinde inşaatlarda bazalt, andezit, kumtaşı ve özellikle İslam mimarisinin ayrıntılı dekoratif süslemelerinde tercih edilen kireçtaşı'nın farklı türleri de kullanılmaya başlandı.

Türkiye'deki modern doğal taş endüstrisi ise, önceleri ekonomik merkez İstanbul ve Marmara Denizi'nin çevresinde Bursa ve Bilecik'te yoğunlaşmıştır. Daha sonra, 20. yüzyılda, ülke ekonomisinin gelişmesiyle birlikte, Ege ve Akdeniz'deki mermer ve traverten ile Orta ve Doğu Anadolu'daki kireçtaşı, bazalt ve andezit, başkent Ankara'nın inşası ve İzmir ve Antalya çevresindeki kıyılarda gelişmekte olan turizm sektörünün ihtiyaçları için değerlendirilmeye başlanmıştır.

Binalarda kullanılan yapı malzemelerinin sıcak ve soğuğa karşı korumalı olması çok önemlidir. Bu amaçla tarihsel dönemlerdeki duvar ve yapılar da, çatıda kullanılacak malzemenin ısı geçirgenliği daima göz önünde bulundurulmuştur.

Yapı elemanlarının yerleri ve boyutları, renk ve desenlerinin yanı sıra, fiziksel özellikleri de tercih sebebi olmuştur. Örneğin, Mezopotamya'ya

komşu olan Güneydoğu Anadolu'daki yerleşimlerde bu yaklaşım gelenekselleşmiştir. Mardin'deki binalar da kendine özgü yöresel tebeşirli kireçtaşlarının ve Diyarbakır surlarında gözenekli bazaltların kullanılması bunlara en güzel örneklerdir. Osmanlı döneminde de geleceğe kalması istenen yapıtların çoğunda doğal taş kullanılmıştır. Mimar Sinan, bilinen ocakların yanı sıra, bazı yeni doğal taş ocakları da bulmuş (Edirne-Süloğlu-Lalapaşa) ve onları kullanmıştır (Selimiye Camii).

Doğal taşların Dünya'daki kullanımı günümüzde giderek artmaktadır. Bu artışta, doğal taşların dekoratif özelliklerinin yanı sıra, dış etkilere (bozunmaya) karşı dayanıklılığı ve ısı yalıtımlıkları çok etkilidir. Belirtilen nedenlerle doğal taşlar tüm uygarlıkların asırlarca mimari eserlerinde kullanılan benzersiz bir malzeme olarak tercih edilegelmişlerdir.



Güncel doğal taş işletmesinden bir görüntü.

Çanakkale-Ezine Koçali köyü dolayındaki antik granit ocağından çıkarılan sütunlar.

BİLİMSEL TOPLANTILAR

Uluslararası Bilimsel Toplantılar (2017):

Adı: 2017 ISRM Young Scholars' Symposium on Rock Mechanics (YSRM 2017 – an ISRM Specialized Conference) and the 2017 International Symposium on New Developments in Rock Mechanics and Geotechnical Engineering (NDRMGE 2017).
Yer: Jeju Adası, Kore
Tarih: 10-13 Mayıs 2017
Web: www.ysrm2017.com

Adı: 4th World Landslides Forum,
Tarih: 29 Mayıs, 2017
Web: https://www.wlf4.org/
Yer: Ljubljana, Slovenya

Adı: 3rd North American Symposium on Landslides (NASL) 2017
Tarih: 04 Haziran 2017
Web: www.aegweb.org/mpage/nasl17m
Yer: Virginia, ABD

Adı: PROGRESSIVE ROCK FAILURE 2017
Tarih: 05 Haziran 2017
Web: https://www.prf2017.ethz.ch/
Yer: Zürih

Adı: 3rd North American Symposium on Landslides (NASL) 2017
Yer: Roanoke, Virginia, ABD
Tarih: 4-8 Haziran 2017
Web: blogs.agu.org/landslideblog/2016/05/04/3rd-north-american-symposium-on-landslides/

Adı: Progressive Rock Failure Conference (ISRM Specialised Conference)
Yer: Monte Verità, İsviçre

Tarih: 5-7 Haziran 2017
Web: www.prf2017.ethz.ch.

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

Adı: 51st US Rock Mechanics/ Geomechanics Symposium
Yer: San Fransisco, ABD
Tarih: 25-28 Haziran 2017
Web: www.armasymposium.org.

Adı: GeoProc2017: 6th Int. Conference on Couple THMC Processes in Geosystems (ISRM Specialised Conference)
Yer: Paris, Fransa
Tarih: 5-7 Temmuz 2017
Web: geoproc2017.sciencesconf.org

Adı: International Conference on Geology, Mining, Mineral and Groundwater Resources of the Sub-Saharan Africa
Tarih: 11-13 Temmuz 2017
Web: http://mines.unza.zm/conference/
Yer: Livingstone, Zambiya

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

Adı: 5th Mediterranean Clay Meeting
Yer: Çeşme-İzmir, Türkiye
Tarih: 25-29 Eylül 2017
Web: www.mcm2016.org

Adı: Uluslararası Madencilik ve Çevre Sempozyumu
Yer: Budrum-Muğla, Türkiye
Tarih: 27-29 Eylül 2017

Web: www.isme.org.tr

Adı: II. Uluslararası Enerji Hammaddeleri ve Enerji Zirvesi
Yer: Hilton İstanbul Bosphorus, İstanbul
Tarih: 27-30 Eylül 2017
Web: www.inerma.com

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: 4. Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı
Yer: Eskişehir, Türkiye
Tarih: 11-13 Ekim 2017
Web: http://www.tdmd.org.tr/TR/Genel/KonferansAnaSayfa....

Adı: 13th AusIMM Underground Operators' Conference 2017
Tarih: 16-18 Ekim 2017
Yer: Gold Coast, Queensland, Australia
Web: www.undergroundoperators. ausimm.com.au

Adı: ISGGG2017 International Symposium on GIS Applications in Geography&geosciences
Yer: Çanakkale, Türkiye
Tarih: 18-21 Ekim 2017
Web: http://isggg2017.com.edu.tr

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: Shaoxing, Çin
Tarih: 28-29 Ekim 2017
Web: www.sxfrg.org

Adı: Shaoxing International Forum on Rock Mechanics and Engineering Geology (SXFRG),
Yer: Kathmandu, Nepal
Tarih: 28-30 Kasım 2017
Web: www.iaegarc11ngs.com

Adı: Türkiye 9. Uluslararası Mermer ve Doğaltaş Sempozyumu ve Sergisi
Yer: Antalya, Türkiye
Tarih: 13-15 Aralık 2017
Web: http://mersem.org.tr/

Ulusal Bilimsel Toplantılar (2017):

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

Adı: 40. Yıl Jeoloji Sempozyumu (Uluslararası Katılımlı)
Yer: Çukurova Üniversitesi / Adana
Tarih: 3-6 Mayıs 2017
Web: jeoloji.cu.edu.tr/

Adı: 5. İstanbul'un Jeolojisi Sempozyumu
Yer: Kadir Has Üniversitesi, Cibali Kampüsü, İstanbul
Tarih: 12-14 Mayıs 2017
Web: www.istjeo5.com

Adı: MÜHJEO2017: Ulusal Mühendislik Jeolojisi ve Jeoteknik Sempozyumu
Yer: Çukurova Üniversitesi Balcalı Kampüsü, Adana
Tarih: 12-14 Ekim 2017
Web: www.muheoder.org.tr/sempozyum

Mühendislik Jeolojisi Derneği Üyeleri

Derneğimizin üye sayısı Nisan 2017 itibariyle, 135'i asil ve 2'si onursal üye olmak üzere, toplam 137'ye ulaştı. Bu üye sayısı ile Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Birliği (IAEG)'ne üye Avrupa ülkeleri arasında Türkiye üye sayısı itibariyle 4. sıradaki yer almaya devam ediyor. Derneğimize üye başvuruları devam etmekte olup, üye olarak katkı veren meslektaşlarımıza teşekkür ediyoruz.

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

AD	SOYAD	ÜNVAN	E-POSTA
Yasemin	LEVENTELİ	Yrd. Doç. Dr.	leventeli@akdeniz.edu.tr
Özgür	AKTÜRK	Yrd. Doç. Dr.	akturko@akdeniz.edu.tr
Atiye	TUĞRUL	Prof. Dr.	tugrulatiye@gmail.com
İbrahim	KUŞKU	Jeo. Yük. Müh.	ibrahim@istanbul.edu.tr
Murat	YILMAZ	Yrd. Doç. Dr.	yilmazm@istanbul.edu.tr
Ömer	ÜNDÜL	Yrd. Doç. Dr.	oundul@istanbul.edu.tr
Nilsun	HASANÇEBİ	Dr.	nilsun.hasancebi@enerjisa.com
Barış	HASANÇEBİ	Jeo. Müh.	bhasancebi@hidrodizayn.com
TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası			jmo@jmo.org.tr
Levent	SELÇUK	Doç. Dr.	lselcuk@yyu.edu.tr
Necdet	TÜRK	Prof. Dr.	necdet.turk@deu.edu.tr
Hakan	ELÇİ	Ar. Gör. Dr.	hakan.elci@deu.edu.tr
Ömer	AYDAN	Prof. Dr.	aydan@tec.u-ryukyu.ac.jp
Işık	YILMAZ	Prof. Dr.	isik.yilmaz@gmail.com
Recep	KILIÇ	Prof. Dr.	rkilic@ankara.edu.tr
Tülay	EKEMEN KESKİN	Doç. Dr.	tulayekemen@karabuk.edu.tr
İnan	KESKİN	Yrd. Doç. Dr.	inankeskin@karabuk.edu.tr
Dursun	ERİK	Dr.	dursunerik@gmail.com
Hasan	ÖZASLAN	Jeo. Müh.	hozaslan@yukseproje.com.tr
İbrahim İskender	SOYASLAN	Yrd. Doç. Dr.	isoyaslan@mehmetakif.edu.tr
Koray	ULAMIŞ	Ar. Gör. Dr.	ulamis@ankara.edu.tr
Kemal	KARAKUŞ	Jeo. Müh.	kkarakus@dsi.gov.tr
Orhan	TANER	Jeo. Müh.	taner@jeodizayn.com.tr
Hasan	ARMAN	Prof. Dr.	Hasan.arman@gmail.com
Sedat	TÜRKMEN	Prof. Dr.	sturkmen@cu.edu.tr
Tolga	ÇAN	Doç. Dr.	tolgacan@cu.edu.tr
Orhan	ŞİMŞEK	Dr.	o.simsek@fugrosial.com.tr
Niyazi	ŞENNAZLI	Jeo. Müh.	n.sennazli@fugrosial.com.tr
Mustafa	YILDIRIM	Prof. Dr.	yildir@yildiz.edu.tr
Tamer	TOPAL	Prof. Dr.	topal@metu.edu.tr
Şule	TÜDEŞ	Doç. Dr.	studes@gazi.edu.tr
Celalettin	ŞİMŞEK	Prof. Dr.	celalettin@deu.edu.tr
Okay	GÜRPINAR	Prof. Dr.	okaygurpinar@gmail.com
Cavit	ATALAR	Prof. Dr.	cavit.atalar@hotmail.com; cavit.atalar@neu.edu.tr
Serdar	AKER	Dr.	sdrkr@gmail.com
Onur	KÖROĞLU	Jeo. Yük. Müh.	korogluonur@hotmail.com
Mustafa	KORKANÇ	Doç. Dr.	mkorkanc@nigde.edu.tr
Hidayet	TAGA	Dr.	htaga@mersin.edu.tr; hitaga@gmail.com
Cüneyt	GÜLER	Prof. Dr.	cuneytguler@gmail.com
Kıvanç	ZORLU KENDİR	Doç. Dr.	zorlukivanc@gmail.com
Ersin	AREL	Yrd. Doç. Dr.	e.arel@iku.edu.tr
Nazlı	TUNAR ÖZCAN	Araş. Gör. Dr.	ntunar@hacettepe.edu.tr
Doğacan	ÖZCAN	Jeo. Yük. Müh.	dogacan.ozcan@istanbul.edu.tr
Aycan	KALENDER	Jeo. Yük. Müh.	aycancoskun@hacettepe.edu.tr
Tümay	KADAKÇI KOCA	Jeo. Yük. Müh.	tumaykoca@gmail.com
Altay	ERTİN	Jeo. Yük. Müh.	altayertin@yahoo.com
Arzu	FIRAT ERSOY	Doç. Dr.	firat@ktu.edu.tr
Evren	POŞLUK	Jeo. Müh.	evrenposluk@gmail.com

AD	SOYAD	ÜN VAN	E-POSTA
Hasan	KARAKUL	Yrd.Doç.Dr.	hkarakul@gmail.com
Elif	OKUR	Araş.Gör.Dr.	elifceada@gmail.com
Gürhan Rahmi	KOÇBAY	Jeo. Yük. Müh.	gur@gurmuhendislik.com
Mehmet	MESUTOĞLU	Maden Yük. Müh.	mehmetmesutoglu@selcuk.edu.tr
İhsan	ÖZKAN	Doç. Dr.	ozkani@selcuk.edu.tr
Hüseyin Hüsnü	AKSOY	Prof. Dr.	haksoy@hacettepe.edu.tr
Emine Mercan	ÖNÜR	Jeo. Müh.	mercanonur@yahoo.com
Candan	GÖKÇEOĞLU	Prof. Dr.	candan.gokceoglu@gmail.com
Hakan Ahmet	NEFESLİOĞLU	Doç. Dr.	hanefeslioglu@gmail.com
Hakan	TANYAŞ	Jeo. Yük. Müh.	htanyas@hotmail.com
Murat	BEREN	Jeo. Müh.	murat.beren@istanbul.edu.tr
Candan	ALPTEKİN	Jeo. Yük. Müh.	candanalptekin@gmail.com
Ömer Faruk	APAYDIN	Jeo.Müh.	omerfaruk.apaydin@hotmail.com
Selman	ER	Jeo. Yük. Müh.	selmaner@gmail.com
Sinem	ERİŞİS	Jeo.Müh.	sinemerisis@gmail.com
Seyfettin	ATMACA	Jeo. Müh.	seyfettin.server@gmail.com
Ertan	ER	Jeo.Yük.Müh.	ertaner@gmail.com
Seyfi	KULAKSIZ	Prof. Dr.	seyfi@hacettepe.edu.tr
Mete	ALBAYRAK	Jeo. Yük. Müh.	info@istanbulmuhendislikltd.com.tr
Dilek	KARAPINAR	Jeo. Müh.	dilekrapinar@yandex.com
Muharrem	İNANLI	Jeo. Müh.	m_inanli@hotmail.com
Serhat	DEMİR	Jeo. Müh.	serhatdemir@gmail.com
İsmail	DİNÇER	Doç. Dr.	idincer@gmail.com
Atakan	SÜLER	Jeo.Müh.	atakansuler@gmail.com
Evrin	SOPACI	Dr.	evrimsopaci@gmail.com
Özkan	COŞKUN	Jeo. Müh.	coskunozkan@yahoo.com
Fazıl	KIRAN	Jeo. Müh.	fazilk@stfa.com
Aykut	AKGÜN	Doç. Dr.	aykut.akgun@ktu.edu.tr
Ahmet	ORHAN	Yrd. Doç. Dr	ahmet.orhan@nevsehir.edu.tr
Ersin	KOLAY	Yrd. Doç. Dr	ersin.kolay@bozok.edu.tr
Mesut Gökhan	GÜMRÜK	Jeo. Müh.	mg-gumruk@hotmail.com
Merve	ŞAHİN	Jeo. Müh.	mrvesahn_@hotmail.com
Sina	KIZIROĞLU	İnş. Yük. Müh.	sina.kiziroglu@gmail.com
Serhat	DAĞ	Yrd. Doç. Dr	serhatdag@gumushane.edu.tr
Selçuk	ALEMDAR	Yrd. Doç. Dr	selcukalemdag@gmail.com
Melis	ALDEMİR	Jeo. Müh.	melisaldemir@jemas.com.tr
Fatma	GÜLTEKİN	Doç. Dr.	fatma@ktu.edu.tr
Meral	ERDOĞAN	Jeo.Yük.Müh.	erdoganmer@itu.edu.tr
Eylem	GÖKYAY	Hidrojeo. Müh.	eylem.gokyay@suyapi.com.tr
Mete	GÜRLER	Hidrojeo. Müh.	metegurler@gmail.com
Erkil Onur	TARI	Jeo. Müh.	erkilonur@gmail.com
Onur	ÖZDEMİR	Jeo. Müh.	oozdemir.muh@gmail.com
Mehmet	BAŞALMA	Jeo. Müh.	mehmetbasalma@gmail.com
Aydın	ALPTEKİN	Jeo. Müh.	aydinalptekin@mersin.edu.tr
Muhammet Oğuz	SÜNNETCİ	Jeo. Yük. Müh.	moguzsunneci@ktu.edu.tr
Murat	KARAHAN	Dr.	muratkarahan21@hotmail.com
Sabri Cansu	AKBAY	Jeo. Müh.	s.cansu_akbay@hotmail.com
Zülfü	GÜROCAK	Doç. Dr.	zgurocak@gmail.com

THE TOWER PROJECT



World's tallest building with deep barrette foundations by Soletanche Bachy & Zetaş, Dubai, UAE.



ZETAŞ[®]
ZEMİN TEKNOLOJİSİ A.Ş.

Reşadiye Cad. No: 69/A 34794
Alemdağ - Çekmeköy - İstanbul / Türkiye
Tel: 0216 430 06 00 Faks: 0216 484 41 74
www.zetas.com.tr



HES SU YAPILARI DENETİM HİZMETLERİ LTD.ŞTİ.

Erdoğan BAĞCI
İnşaat Mühendisi



HES TESİSLERİ PROJE – DENETİM
SU YAPILARI PROJE – DENETİM
ATIK BARAJLARI PROJE – DENETİM
ATIK TESİSLERİ PROJE – DENETİM
YERALTI SUYU AKIM MODELLEMELERİ
JEOTEKNİK RAPOR DEĞERLENDİRİLMESİ
JEOFİZİK RAPOR DEĞERLENDİRİLMESİ
NEHİR SEVİYELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ
ŞEV – GÖVDE STABİLİTE HESAPLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ
GEOSENTETİK MALZEME DEĞERLENDİRİLMESİ

Ceyhan Atıf Kansu Cad. 112 / 14 Balgat / ANKARA
Tel.: 0532 325 68 51 bagci@hesdenetim.com.tr / bagci.erd@gmail.com www.hesdenetim.com.tr



KÜRE

ETİ BAKIR A.Ş.



MURGUL



SAMSUN



**Metal madenciliği, metalurji kimya
alanlarında faaliyet gösteren şirketimiz;**

Ülkemizde Mineralden Metal Bakır Üreten

Tek Kuruluşur.

- %18-23 Bakır içerikli Bakır Konsantresi
- % 42-48 Kükürt içerikli Pirit Konsantresi
- Katot Bakır
- % 96-97 H₂SO₄ içerikli Sülfirik Asit
- % 65-69 Antimuan içerikli Antimuan Konsantresi

Aşıköy Mevkii
Küre - Kastamonu
Tel: 0366. 751 20 60
0366. 751 20 04
Fax: 0366. 751 20 38
www.etibakir.com.tr



Etibakir A.Ş. Bir Cengiz Holding Kuruluşudur.



**BÜYÜK
İDEALLER
YENİLİKÇİ
FİKİRLER**

yukselproje.com.tr

**YÜKSEL
PROJE**