



MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ

TÜRK MİLLİ KOMİTESİ

BÜLTENİ

44
YIL
ŞUBAT
1981

İÇİNDEKİLER

İSTANBUL ULUSLARARASI MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ
SİMPOZYUMU 14 - 18 EYLÜL 1981,

AÇILIŞ KONUŞMALARI

Serbülend H. BİNGÖL

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

Y. Müh. Sabahattin SAYIN

DSİ Genel Müdürü

Y. Müh. Süheyl ELBİR

E.İ.E.İ. Genel Direktörü

Kemâl ERGUVANLI

Organizasyon Komitesi Başkanı

Teknik Turlar: 18-22 Eylül 1981

İZMİR - ANTALYA

M. ÇETİNÇELİK - G. UNAY

İNCELEME VE ARAŞTIRMALAR

JEOLJİK PARAMETRELERİN SU KAYNAKLARI
PLANMASINA ETKİSİ

LİBYA'DA SU YAPILARINA AİT GÖZLEMLER

MÜHENDİSLİK JEOLJİSİNİN YENİ GELİŞEN UZMANLIK
ALANI: (ÇEVRE JEOLJİSİ)

TÜNEL İNŞAATI İÇİN KAYA (DAĞ) SINIFLAMALARI

YAPILARDA KULLANILAN TAŞLARDA GÖZLENEN
BOZULMALAR VE İYİLEŞTİRME YÖNTEMLERİ

4. ULUSLARARASI MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ KONGRESİ
(10 - 15 ARALIK 1982 YENİ DELHİ - HİNDİSTAN)

YILMAZ KARATABAN

KEMÂL ERGUVANLI

ERDOĞAN YÜZER

H. LAUFFER

Çeviri: **M. VARDAR**

M. ERDOĞAN

MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ TÜRK MİLLÎ KOMİTESİ YÖNETİM KURULU :

- BAŞKAN** : Prof. Dr. **K. ERGUVANLI** (İTÜ, MADEN FAKÜLTESİ)
- SEKRETER** : **T. AKLAN** (DSİ, JEOTEKNİK HİZMETLER VE YERALTISULARI DAİRESİ
BAŞKAN YARDIMCISI)
- SAYMAN** : Prof. Dr. **S. O. EROSKAY** (İ.Ü. YERBİLİMLERİ FAKÜLTESİ)
- ÜYE** : Prof. Dr. **E. YÜZER** (İTÜ, MADEN FAKÜLTESİ)
- ÜYE** : **A. M. ÇETİNÇELİK** (DSİ, JEOT. HİZ ve YAS. D. DOĞAL YAPI GEREÇLERİ
FEN HEYETİ MÜDÜRÜ)

YAYIN KURULU YÖNETİM KURULUDUR.

YAZIŞMA ADRESİ : Turhan AKLAN

DSİ Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuları Dairesi Başkan Yardımcısı
Yücetepe — ANKARA

İSTANBUL ULUSLARARASI MÜHENDİSLİK JEOLojİSİ SİMPOZYUMU

14 — 18 EYLÜL 1981

Atatürk'ün doğumunun 100. yılı onuruna, 14 - 18 Eylül 1981 tarihleri arasında, İstanbul'da, Maden Fakültesi binasında, "Eriyebilen Kayaların Mühendislik Jeolojisi Sorunları" konulu uluslararası bir simpozyum düzenlenmiştir. Bu bilimsel toplantıya, 29 ülke'den 350 kadar bilim adamı ve teknisyen katılmıştır.

Yurdumuzun, çeşitli üniversite ve akademilerinden, uygulayıcı kuruluşların (DSİ, EİEİ, MTA, İller Bankası, Karayolları, Demir Çelik İşletmeleri v.b.) 200'den fazla teknik eleman katılmıştır. Uluslararası mühendislik jeolojisi yönetim kurulu ve bazı çalışma grupları simpozyumdan önce 10-11 Eylül 1981 tarihlerinde toplanarak, gündemlerindeki konuları görüşerek karara bağlamış ve tarafımızdan düzenlenen gezi ve toplantılarla kendilerine İstanbul'un günlük yaşamı gösterilmeğe çalışılmıştır.

Simpozyum, 14 Eylül 1981 Pazartesi günü saat 10.00'da Maden fakültesi binasında, MTA Enstitüsü Genel Direktörlüğünün Parasal desteği ile Türkiye mermerleri kullanılarak hazırlanan Türkiye haritasının yer aldığı Atatürk Köşesi'nin Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı Sayın Serbülent H. Bingöl tarafından açılmasıyla başlamıştır.

Bundan sonra açılış töreni ve açılış konuşmaları yapılmış ve sırasıyla Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı, Serbülent H. Bingöl, Uluslararası Mühendislik jeolojisi birliği başkanı Prof. M. Sergeev, Şeref Başkanı, Prof. M. Arnould, genel sekreter Prof. Dr. M. Langer ve sonra da DSİ Genel Müdürü Y. Müh. Sabahattin Sayın, EİEİ Genel Direktörü Y. Müh. Süheyl ELBİR, Organizasyon Komitesi Başkanı Prof. Dr. Kemal ERGUVANLI birer konuşma yapmışlardır. Yapılan bu konuşmalar bu bültende yayınlanmıştır.

Panel şeklinde, beş oturum halinde düzenlenen simpozyumda, sunulmak üzere 54 bildiri yollanmıştır. Bunlardan 5 genel rapor, 15 panel konuşması, 29 bildiri sözlü olarak sunulmuştur. Yapılan beş oturum da, "Karbonatlı kayaların mühendislik özellikleri" "Evaporitik kayaların mühendislik özellikleri" "Eriyebilen Kayalarda baraj yeri ve gölalanı sorunları", "Eriyebilen kayalarda, araştırma yöntemleri" ve "Eriyebilen kayalarda iyileştirme yöntemleri" ayrı ayrı ele alınmış, slaytlarla işlenmiş ve tartışılmıştır. Simpozyum sırasında, İstanbul'un turistik yerleri ve müze-

ler gezilmiş ve Belgrad ormanındaki eski bendlere bir günlük teknik gezi düzenlenmiştir.

Simpozyum sonunda da İzmir - Güzelhisar-Denizli ve Antalya-Oymapınar dolaylarındaki su yapılarında ve turistik yerlerde incelemeler ve geziler yapılmıştır.

Simpozyum, katılanlar, sunulan bildiriler, konuşmalar ve teknik geziler, mühendislik jeolojisi konularının ve bilimsel düzeyinin bütün dünyada ve yurdumuzda yıldan yıla geliştiğini ve ayrı bir önem kazandığını ortaya koymuştur.

Simpozyuma bildirileri ile katılan, panel konuşmaları yapan Türk bilim adamları eriyebilen kayalar üzerindeki çalışmaların ve deneyimlerini, katılan tüm bilim adamlarına sunmuşlar, ve ayrıca dünya çapında kendi konularında uzman olan bilim adamlarının bildiri ve tartışmalarını izleyerek bilgi ve görgülerini artırmışlardır.

Simpozyum sırasında ve simpozyumdan sonra yapılan konuşmalarda ve organizasyon komitesine gönderilen yazılarda simpozyumun çok yararlı ve başarılı geçtiği, Türkiye'de bilim düzeyinin sevindirici durumda bulunduğu, yaşam şeklinin dünyanın bir çok ülkesini imrendirecek kadar ilgi çekici olduğu belirtilmiştir.

29 ülkeden 49 bildirinin sunulduğu simpozyuma katılan tüm bilim adamlarına bildiri, konuşma ve eleştirileriyle katkıda bulunan konuşmacıların tümüne, çok yakın ilgi gösteren izleyicilere, bu simpozyumun İstanbul'da yapılmasını kararlaştıran uluslararası mühendislik jeolojisi birliğine, maddi ve manevi desteğini esirgemeyen Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığına ve buna bağlı, DSİ, EİEİ, Etibank, MTA, Türkiye Kömürleri İşletmesi Kuruluşlarına ve ayrıca Unesco ve Türk Milli Komitesine, Alman Yardım Komitesinin ilgisini ve parasal desteğini sağlayan önceki genel sekreter Dr. R. Wolters ile Prof. M. Langer'e, simpozyum için her türlü kolaylığı ve alanları sağlayan İTÜ Rektörlüğü ile Maden Fakültesi Dekanlığına ve Simpozyumun en iyi şekilde olması için mümkün olanın en iyisini yapmağa çalışan koordinasyon ve organizasyon komitesi üvelerile çalışma arubu başkan ve üvelerine mühendislik jeolojisi Türk Milli Komitesi yönetim kurulu olarak en içten teşekkürü ve minnetlerimizi sunarız.

Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi
Yönetim Kurulu

Sayın Başkan, Sempozyumun Değerli Delegeleri,
Sayın Davetliler, Sayın Misafirler,

Dünyamızın bugün bulunduğu noktada, toplumların sosyo-ekonomik gelişmelerine paralel olarak artan enerji ihtiyacının yeterli ve güvenilir olarak temini, halihazır gelişme seviyesi ne olursa olsun, tüm ülkeler için büyük boyutlar arzeden ciddi bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Enerji kaynaklarının gittikçe artan bir hızla tüketiminin gelecekte yaratabileceği muhtemel sorunların daha belirginleşmiş olması ve özellikle petrolde, 1970'li yıllarda başlayarak gözlenen hızlı fiyat artışlarının bir çok ülkede büyük boyutta ekonomik sorunlar yaratmış olması, tüm dünya ülkelerinin, gerek enerji üretim ve tüketim alışkanlıklarında ve gerekse bu konuda geleceğe yönelik ulusal enerji planlama çalışmalarında, konuya yeni yaklaşımların getirilmesini zorunlu kılmıştır. Bu anlam içinde, Ülkemizde de hedef alınan ekonomik ve sosyal gelişme seviyesine ulaşabilmek için en önemli temel girdilerden birisi olan yeterli enerji üretiminin, daha büyük ve zamanla artan bir oranda öz kaynaklarımıza dayalı olarak en rasyonel şekilde geliştirilmesinin arayışı içinde olmamız zorunluluğu vardır ve ulusal enerji planlamalarımıza buna göre yön verme çabalarımız devam etmektedir. Bu çabalar içinde, yeni enerji kaynaklarımızın süratle hizmete sokulması için gerekli araştırma, planlama ve uygulama projelerine de büyük ağırlık vermek gerektiğine olan inancımı bu vesile ile önemle belirtmek isterim.

Halen Ülkemiz'de yıllık toplam birincil enerji tüketimiz 34 milyon ton eşdeğer petrol olup, bu miktarın %57 sini öz kaynaklarımızdan ve geri kalan %43 ünü de ithal yoluyla karşılamaktayız. Kendi kaynaklarımızdan karşıladığımız enerji tüketiminde katı-yakıtlar %72, hidro-elektrik %15 ve petrol %13 oranında paya sahip bulunmaktadır. İthal yoluyla karşılanan %43 mertebesindeki birincil enerji tüketiminde, en büyük pay %90 oranında petrole düşmekte olup, bunun millî ekonomimize olan etkisi önemli boyutlardadır. Özellikle hidro-elektrik kaynak olarak büyük bir potansiyele sahip bulunan Ülkemiz'de bugünkü koşullarda teknik ve ekonomik olarak kullanılabilir 100 milyar kilowatt-saat hidroelektrik potansiyelimizin halen %11'i mertebesinde küçük bir bölümü kullanılmaktadır. Bugün yaklaşık 24 milyar kilowatt-saat olan elektrik enerji tüketimimizin, 1990 yılında 95 milyar ve 2000 yılında ise 200 milyar kwh'e ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu nedenle Ülkemiz orta vadeli enerji gelişim planı içinde, hidroelektrik enerji üretimimizin 1990 ılı yıllarda mevcut potansiyelin tümüne yakın bir bölümünün kullanılabilir hale getirilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu yönde yapmak zorunda bulunduğumuz atılımların muhtelif safhalarındaki planlama, proje ve inşaat çalışmalarımızda, yer-bilimleri ve mühendislik dallarında uğraşan teknik kadroyu ve bilim adamlarımızı büyük görevler beklemektedir.

Türkiye'mizin mevcut su kaynaklarının %30'a ve hidro-elektrik kaynaklarımızın %50 ye yakın bir bölümü, çok

karmaşık jeolojik, hidro-jeolojik ve mühendislik problemleri olan eriyebilen kayaların kapladığı havzalarımıza yayılmış bulunmaktadır. Su kaynaklarının geliştirilmesi faaliyetleri kapsamında baraj ve hidro-elektrik santral yapımı sürecinde, başlangıçta en uygun ve en az problemli yerlerin seçilerek kullanılmasına verilen önceliğin doğal bir sonucu olarak, bundan böyle inşa etmek durumunda olduğumuz tesisler zamanla daha zor topoğrafik ve jeolojik koşullar altında yapılmak durumundadır ve kaçınılmazdır. Bunun Ülkemiz'deki tipik bir örneği olarak, tamamlandığında 22 milyar kwh enerji üretimini, 1.800.000 (1 milyon sekizyüzbin) hektar alanın sulamasını gerçekleştirecek olan ve toplam maliyeti 1980 değerleri ile 18 milyar Dolar'a ulaşan Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) içinde yer alan çok-maksatlı bir dizi tesisin çoğunluğu eriyebilen kayalardan oluşan havzalarda yer almaktadır. Bu tip eriyebilen kayalar üzerinde inşa olunmak durumunda olan tesislerin herbirinin, konumuna bağlı olarak özellikler arzeden ve gerek teknolojik ve gerekse ekonomik açıdan çözüm bulunması gereken çok değişik ve karmaşık jeo-teknik problemleri içeriyor olduğu muhakkaktır. Belirttiğim bu genel görüşler ile, sadece Ülkemize münhasır olmayan ve bir çok ülke içinde geçerli olan nitelikteki problemleri yansıtırıyor olduğuma eminim.

Bunun içindir ki, bir çok konuda olduğu gibi, bu konuda da bilgi alış-verişinin, görüş teatisinin ve bugüne dek edinilmiş bulunan tecrübelerin paylaşılmasının Uluslararası platformda yapılmasının, çeşitli jeolojik problemlere en uygun teknik ve bilimsel çözümlere ulaşabilmek için son derece faydalı ve gerekli olduğuna inanıyorum. Bundan dolayı ana teması eriyebilen kayaların jeolojik problemlerini irdelemek ve çözüm yollarını aramak olan "Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Sempozyumu"nun Ülkemizde yapılması bundan duyduğum büyük memnuniyeti ifade etmek isterim. Bu sempozyuma katılan bilim adamları, mühendis ve bilimci arkadaşlarımızın değerli katkıları ile, işlenecek konuların bulguları ışığı altında, eriyebilen kayalar ile ilgili bir çok probleme çözüm getirilebileceğine ve yine bu bulgular ışığı altında, bu konuda bundan böyle yapılması gereken araştırma ve çalışmaların en anlamlı şekilde yönlendirilebileceğine ve bu toplantının bu konuda yapılagelen Uluslararası işbirliğinin daha da geliştirilebilmesine büyük ölçüde katkıda bulunacağına inanıyorum.

Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Sempozyumunun değerli üyelerine bu toplantıya katıldıkları için içten teşekkürlerimi sunar çok faydalı sonuçlara ulaşacağından emin olduğum bu sempozyumda çalışmalarınızda başarı dilekleriyle saygıları sunarım.

Serbülend H. BİNGÖL

Sayın Bakan, Sayın Vali, Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Birliğinin Sayın Başkanı ve Üyeleri, Sayın Delegeler ve Dinleyiciler.

Yurdumuzun su ve toprak kaynaklarını geliştirerek, Milli Ekonomimize en büyük katkıda bulunacak seviyeye getirme görevini üstlenen Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, kuruluşundan bu yana inşaatını tamamladığı 67 baraj ile 1.052.000 ha. araziye sulama tesislerine kavuşturmuş ve yılda 11.350.000.000 Kwh hidroelektrik üretimini gerçekleştirmiştir.

Halen memleketimizde sulanabilir 6.000.000 hektar araziye daha sulayabilmek ve üretilebilir 90 milyar Kwh hidroelektrik potansiyelimizi daha geliştirmek için Genel Müdürlüğümüz bütün gayreti ile çalışmaktadır. İlk etüdlere göre bu gayeye erişmek için, sularımızı regüle etmek maksadı ile mevcuda ilâveten, büyük projelerle ilgili 470 adet baraj inşaatı gerekmektedir. Bunun 49 adedi inşaat programımıza alınmış ve bilfiil inşaatına başlanmıştır.

Barajlar gibi büyük yapılarda temel şartları ayrı bir önem kazanmaktadır.

Yüzölçümünün üçtebiri kireçtaşı ile kaplı olan yurdumuzda Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü olarak, hedefe çabuk ve emniyetli bir şekilde varabilmemiz için, eriyebilen kayalar üzerindeki yapıların mühendislik sorunlarını bilmemiz ve bu problemlere çözüm getirmemiz şarttır.

Genel Müdürlüğümüz bünyesinde kurulan Karst Araştırma Fen Heyeti Müdürlüğü, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP)'nin de katkıları ile, Göller Bölgesi ile Akdeniz arasındaki alanda bölgesel Karst Hidrojeolojisi çalışmalarını sürdürmektedir. Türkiye'deki Karst kaynaklarının havza, formasyon, büyüklük tip ve su kalitesi yönlerinden incelenmesine devam edilmektedir.

Karstik alanlardaki;
Su tutmayan rezervuarlar,

Plânlama ve geliştirme için yapılan su bilânçosu tutarsızlığı ve Kirlenen karst akiferleri;

Gibi problemlerin giderilmesi için çalışmalar sürdürülmektedir.

Sayın Delegeler,

Halen memleketimizin en büyük hidroelektrik santralına su sağlayan Keban barajında, eriyebilen kayalar üzerindeki yapıların mühendislik jeolojisine konu olabilecek çeşitli problemlere rastlanmıştır. 1964 yılında inşaatına başlanıp 1974 yılında enerji üretimine geçen 211 m. yüksekliğin-

deki bu baraj, karstik kireçtaşları üzerine oturmaktadır. Baraj su toplamaya başladıktan sonra, baraj yapısından yaklaşık 2,5 km. uzaklıkta bulunan Keban Deresinde, kaynaklar oluşmaya başlamış ve 1976 yılı Mayısında göl seviyesi maksimuma çıktığı zaman kaynakların debisi 25 m³/sn. ye ulaşmıştır.

Genel Müdürlüğümüz kaçakların oluşmasını izleyen günlerde, kaçak nedenlerini ve yollarını çeşitli yöntemlerle, yoğun bir şekilde araştırmaya başlamış ve yüzeyden 40-50 m. derinde, taban tavan arası 60-65 m. yi bulan Petek Mağarasının varlığı saptanmıştır. Yapılan dolgu (605.000 m³) ve enjeksiyonlarla baraj gölünden kaçarak Petek Mağarasına boşalan suların hareketleri ve geliş yolları kesilip kaçaklar kontrol altına alınmıştır.

Güneydoğu Anadolu'da Dicle nehri üzerinde yapımı plânlanan barajların evaporitli seriler üzerinde olması sebebi ile bu birimlerin özelliklerini araştırmak, jips ve anhidridin etki derecesini ortaya koymak için, yerinde ve karotlar üzerinde ayrıntılı laboratuvar deneyleri yapılmasına başlanılmış ve birçok deneyin sonuçları alınmıştır. Çalışmalara devam edilmektedir.

Memleketimizde eriyebilen kayalar üzerindeki yapıların mühendislik jeolojisine konu olabilecek yukarıda sıralanan örneklerin adedini çoğaltmak mümkündür.

Devlet yatırım bütçemizin yaklaşık yedide birini harcayan Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğünün giriştiği yoğun çalışma temposu içerisinde bu simpozyum konuları önemli bir yer işgal etmektedir.

Konu ile ilgili uzmanları Uluslararası düzeyde bir araya getirerek sorunların daha ayrıntılı tartışılması, çözüm yollarının araştırılması ve bu konuda yurdumuzda yapılan çalışmaların tanıtılması Genel Müdürlüğümüzü yakından ilgilendirmektedir.

Bu sebeptendir ki Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Simpozyumunun yurdumuzda yapılması ve konusunun "Eriyebilen Kayalar Üzerindeki yapıların Mühendislik Jeolojisi Sorunları" oluşu Genel Müdürlüğümüzce büyük bir şans olarak kabul edilmiş, konularımıza ışık tutacağından emin olarak büyük bir delege grubu ile toplantıya katılmış bulunuyoruz.

Simpozyumun yararlı olmasını diler, tertip heyetine ve bildirileri ile toplantıya iştirak eden değerli delegelere teşekkür eder başarılar dilerim.

Sabahattin SAYIN
DSİ Genel Müdürü

"Sayın Bakan, Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Simpozyumunun Sayın delegeleri, Sayın davetliler, Sayın bayanlar ve baylar.

Sanayileşmenin, ekonomik ve sosyal hayatın gelişmesinin en başta gelen unsurlarından birisi yeterli ve güvenilir enerjiye sahip olmaktır. Halen ülkemizde kişi başına enerji tüketimi 31 GJ olup, dünya global ortalama değeri olan kişi başına 65 GJ tüketim değerinin oldukça altındadır. Ülkemizde ürettiğimiz birincil enerjinin değişik kaynaklara dağılımında taşkömür %11.6 linyit %26.3, petrol %12, hidrolik %14 ve odun %22.1 paya sahip olup, toplam tüketimi karşılayabilmek için kendi kaynaklarımızdan ürettiğimiz enerjiye eşdeğer bir miktarı da yurt dışından ithal etmek durumunda bulunmaktayız. Yurt dışından ithal edilen enerji içinde petrol çok büyük bir paya sahip olup, son yıllarda dünya petrol fiyatlarında görülen büyük artışlar, tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi, gelişmekte olan Türkiye'mizin gündeminde de enerji sorununun ilk sıralarda yer almasına neden olmuştur.

Bugün için toplam birincil enerji tüketiminde %48.6 oranında paya sahip bulunan ve büyük ölçüde ithal yoluyla temin edilen petrolün enerji tüketimi içindeki bu payının önümüzdeki 8-10 yıl içinde önemli ölçüde düşürülerek, 1990 yılında %38 mertebesine indirilebileceği tahmin edilmektedir. Buna göre, toplam enerji tüketimi içinde kömür ve linyit kaynaklarımızın payının süratle artırılması kaçınılmazdır. Ayrıca, buna paralel olarak, Jeotermal, Güneş, rüzgar ve biomas gibi yeni enerji kaynaklarında önemli potansiyele sahip bulunan ülkemizde, bu kaynakların Ulusal enerji üretimi içinde optimum gelişim planının saptanarak, bu kaynaklardan süratle yararlanma çabalarına hız verilmesinin çok önemli katkıları olacağı şüphesizdir. Ülkemiz elektrik enerjisi tüketimimizin bu asrın sonlarına doğru, halihazır seviyenin 4 katına çıkarılarak yılda kişi başına 2650 kwh değerine ulaştırılması gerekmektedir ve bunu temin için önümüzdeki 20 yıllık sürede toplam 34150 MW lık bir üretim gücüne ulaşmamız zorunluluğu vardır. Bu üretim kapasitesi içinde halen 1/10 mertebesinde değerlendirilmekte olduğumuz hidrolik kaynaklarımız büyük ağırlık taşıyacaktır.

Bunun için, halen inşa halinde olan baraj ve hidroelektrik santralleri, mümkün olabilecek en büyük süratle inşa etmek zorunluluğundayız.

Ülkemizde ve dünyamızda son 15-20 yılda mühendislik jeolojisinin giderek önem kazanmakta olduğu, bu konudaki yayınların gittikçe çoğalması, konuya ilişkin seminer, simpozyum ve kongrelerin sık sık yapılma zorunluluğunun doğmasından anlaşılmaktadır. Bunun en güzel örnekleri son yıllarda 1977 de Prag'da yapılan "Heyelanlar ve Diğer Kütle Hareketleri", 1979 yılında Newcastle'de yapılan "Mühendislik Jeolojisi Haritalamaları", yine 1979 yılında Tiflis'te yapılan "Hidro teknik yapılarda Mühendislik Jeolojisi Sorunları", ve nihayet burada toplanan "Eriyebilen Kayalar

Üzerindeki Yapıların Mühendislik Jeolojisi Sorunları" konulu simpozyumlardır.

Türkiye'de bu güne kadar inşa edilmiş Baraj ve Hidro Elektrik Santrallerin bir çoğu jeoteknik problemleri az olan yapılar olup, ülkemiz hidroelektrik potansiyelinin değerlendirilmesi yönünden halen etüt edilmekte olan ve bundan sonra etüt edilecek mutasavver baraj projelerinin çoğu eriyebilen kayalar üzerine isabet etmektedir ve kayaların jeoteknik problemleri, bundan sonra daha zor temel şartlarında inşaat yapmamızı zorunlu kılacaktır,

Eriyebilen kayalar üzerinde, özellikle karstik kireç taşlarında baraj, santral ve tünel gibi büyük mühendislik yapılarının etüt edilmesi ve projelendirilmesi Genel Direktörlüğümüzün 35 yılı aşkın bir süre içinde araştırma konusu olmuştur. Bu uğraşlarımızın bize kazandırmış bulunduğu bilgi ve tecrübelerimizi bu sempozyuma katılan üyelerle paylaşmaktan mutluluk duyacağız. Büyük bir hidroelektrik potansiyele sahip Akdeniz Bölgemizde Toros dağlarının güney eteklerindeki birçok büyük baraj projesinin belli bir dereceye kadar karstik olan kireçtaşları üzerine oturtulması planlanmıştır. Bu baraj yerlerinde ve rezervuarlarında sondaj ve galeri açımı, jeoelektrik sondalama, deneme enjeksiyonları, boya tecrübeleri ve izotoplar ile izleme tekniklerinin uygulanması uzun yıllar almıştır. Bunlardan en önemlisi olarak kabul edilen Manavgat Irmağı üzerinde Karstik Paleozoik kireçtaşlarında halen inşa edilmekte olan Oymapınar barajı 15 yılı aşan yoğun jeolojik, hidrojeolojik ve jeofizik araştırmaların yapılmasını gerektirmiştir.

Yine Akdeniz bölgesinde Köprüçay Irmağı üzerinde elemanları kireçtaşı, çimentosu büyük oranda kireç olan konglomeralar üzerinde planlanan ve uzun süre araştırılan Köprüçay barajının üzerine oturacağı konglomeraların fazla karstik olması ve karst olaylarının deniz seviyesinden 150 m' den daha derinlere devam etmesi nedeniyle baraj şimdilik ekonomik bulunmamış ve terkedilmiştir.

İdareimizce 1970 li yıllarda temel etüt çalışmalarına oşlanan Göksu nehri üzerindeki Kayraktepe baraj yerinde, temel araştırmaları sırasında permokarbonifer kireçtaşında hidrotermal karst olaylarının halen devam ettiği ve sağlıklı bir enjeksiyon perdesi inşası mümkün olmadığı için araştırılan baraj yerleri terk edilmiş ve araştırmalar kati proje aşamasında olumlu görülen başka bir eksende sürdürülmektedir.

Büyük bir sanayi potansiyeline sahip Çukurova yöresine enerji sağlamak amacıyla yönelik Seyhan nehri üzerinde kilit bir baraj olarak düşündüğümüz ve uzun yıllar araştırdığımız ve yılda 2 milyar kw/saat enerji üretimini amaçlayan Kavşak barajı, temelde karstik Permo-karbonifer kireçtaşında oturtulmasının yanı sıra, rezervuarında çok pahalı bir enjeksiyon perdesiyle inşası zorunluğu nedeniyle bırakılmış ve aynı nehir üzerinde başka seçenekler aranmıştır.

Öte yandan, 1960 ılı yıllarda temel etütlerine başlanılan Dicle nehri üzerinde Rezuk I, Rezuk II ve Dermah gibi

muhtelif baraj yerleri ,araştırma sondajları sırasında sığ derinliklerde rastlanan 40-50 cm. kalınlıktaki jips seviyelerinden dolayı, o günkü teknolojinin yetersizliği nedeniyle terkedilmiştir. Ancak daha iyi temel şartlarına haiz baraj yerlerinin önemli bir kısmının araştırmasının tamamlanması, teknik elemanları zorunlu olarak evaporitik kaya sorunlarını da içeren baraj yerlerinin araştırılmasına yöneltmiş olup ülkemizde, Dicle nehri üzerinde böyle sorunlar içeren bazı baraj yerleri araştırılmaktadır.

Belirtmeye çalıştığım bu bir kaç örnekte de görüldüğü gibi, Ülkemizde özellikle baraj projelerinin yapımı sırasında bu tip kayalarda büyük mühendislik yapılarının inşası için uzun dönemli incelemeler ve ayrıntılı etütler gerek-mekte olup, ortaya çıkan güçlüklerden dolayı eriyebilen kayalardaki mühendislik jeolojisi sorunlarının ayrıca proje maliyetlerini arttırıcı nitelikte olduğu açıktır.

Baraj inşaatı ve büyük yapılar yönünden önem taşıyan bu simpozyumun, eriyebilen kayalar üzerindeki yapıların mühendislik jeoloji sorunları ile ilgili konulara açıklık getireceğine, yurdumuzdan ve dünyanın birçok yöresinden gelen eriyebilir kayalar üzerinde araştırma yapan, baraj projelerinde ve inşaatlarında çalışan değerli uzmanların tecrübeleri ve elde ettikleri kıymetli sonuçları burada takdim etmeleri ve tartışmalarının yararlı bir bilgi alışverişi sağlayacağına inanıyorum.

Bu düşüncelerle ve sempozyumun başarılı sonuçlara ulaşması dileğiyle hepinize saygılar sunarım.

Süheyl ELBİR
E.İ.E.İ. Genel Direktör V.

Sayın Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı, Sayın Vali,
Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Birliğinin Sayın
Başkan ve Üyeleri, Sayın Konuklar,

Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Birliği'nin İstanbul Simpozyumuna, Organizasyon Komitesi adına, tekrar hoş geldiniz der, hepinizi hürmet ve saygı ile selamlarım. 1950'lerden sonra, büyük bir gelişme gösteren ve sanayileşmeye yönelen Türkiye'de büyük yapıların artması, baraj, tünel, yol, köprü ve benzeri inşaatının ve kazıların günden güne çoğalması, bu işlerde çalışacak inşaat, maden ve jeoloji mühendislerinin aranmasına ve mühendislik jeolojisinin ayrı bir meslek ve ayrı bir dal olarak gelişip yayılmasına neden olmuştur. Bu çalışmaya paralel olarak da yüksek öğretim kuruluşlarında "Jeoloji Mühendisliği" diploması veren bölümler kurulmağa başlanmıştır. İlk kez, İTÜ Maden Fakültesinde, 1960'da, Jeoloji Mühendisliği Bölümü kurulmuş, 1964'te ilk mezunlarını vermeye başlamıştır. Bugün Türkiye'den 20 üniversitenin 10'unda Jeoloji öğretimi yapılmakta ve jeoloji mühendisliği diploması alınmaktadır.

Bu meslek dalı, dünyanın diğer ülkelerinde de gelişmiş ve gelişmektedir.

Mühendislik Jeolojisi ile uğraşan bilim adamları, 1964'te Hindistan'da toplanan 22. Uluslararası Jeoloji Kongresinde bir araya gelerek bir dernek kurmak üzere harekete geçmiş, kurucu heyet oluşturmuş ve bu çalışmalar sonunda 1967'de dernek resmen kurulmuştur. Bugün 47 ülkeden 3500 üyesi bulunan Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Birliği (IAEG) 1968'den bu yana Paris (1970), Brezilya-Sao-Paulo (1974) ve Madrid (1978) de Uluslararası kongreler yapmış ve değişik tarihlerde ve ülkelerde de belli konularda 10 simpozyum düzenlemiştir.

1978 yılında Madrid'de yapılan Uluslararası 3. Mühendislik Jeolojisi Kongresine Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi kararı ile katılan Prof. Dr. E. YÜZER, gelişmiş ve gelişmekte olan tüm ülkeleri çok yakından ilgilendiren "Eriyebilen Kayalar Üzerindeki Yapıların Mühendislik Jeolojisi Sorunları" isimli bir simpozyumun 1981 yılı Eylül'ünde İstanbul'da yapılması isteğimizi Yönetim Kurulu'na sun-

muş ve bu istek oy birliği ile kabul edilmiştir. Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının katkıları ve öncülüğü ile Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi ve Uluslararası Mühendislik Jeolojisi işbirliği ile gerçekleştirilen bu simpozyuma, bugünkü kayıtlara göre, 30 ülkeden 100 dolayında bilim adamı, yurdumuzdan üniversite, Akademi ve uygulayıcı kuruluşlardan da 250'den fazla yerbilimci ve uzman katılmak üzere kayıt yaptırmıştır.

Panel ve bildiri sunma şeklinde yürütülecek ve 4 gün sürecek olan bu bilimsel toplantıda 5 oturum da 5 genel rapor, 15 panel konuşması ve 54 bildiri sunulacaktır.

Simpozyum sırasında, İstanbul kuzeyindeki tarihi barajlarda incelemeler yapılacak, İstanbul'un tarihi yerleri ve müzeleri gezilecektir.

Oturumların sonunda, Yurdumuzdaki erimeli kayaçlar üzerinde inşaa edilmiş ilginç baraj örneklerini tanıtmak üzere, İzmir-Güzelköy barajı, Antalya-Oymapınar ve Konya May. Apa baraj yerlerine 3 teknik gezi düzenlenmiştir.

Simpozyumumuzun gerçekleşmesinde büyük katkıları olan Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığına ve buna bağlı ilgili kuruluşlara, Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Birliği'ne, Unesco Türk Milli Komitesine, Koordinasyon Organizasyon ve çalışma grubu başkan ve üyelerine, salonlarından ve odalarından yararlandığımız İTÜ Rektörlüğüne ve Maden Fakültesi Dekanlığına, Organizasyon Komitesi adına teşekkürlerimizi arz eder, kusur ve eksiklerimizin iyi niyetimize bağışlanmasını rica eder, toplantıların ve teknik gezilerin yararlı ve zevkli geçmesini diler, hepinizi saygılarımla selamlarım.

Prof. Dr. Kemâl ERGUVANLI
Organizasyon Komitesi Başkanı

ULUSLARARASI MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ SİMPOZYUMU TEKNİK TURLARI

Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Simpozyumu 14-17 Eylül 1981 tarihleri arasında İstanbul'da yapılmıştır.

Simpozyum sonrasında da 3 ayrı yöreye Teknik Turlar Grubu tarafından programlanan ve düzenlenen üç Teknik Tur yapılmıştır.

Tur: 1 — Güzelhisar Barajı, Göksu Kaynakları, Bergama, Efes, Pamukkale Turu,

Tur: 2 — Çubuk I, May, Apa Barajları, Ürgüp, Göreme Turu.

Tur: 3 — Oymapınar Barajı, Aspendos Turu.

Tur: 1

Bu Tur'a 19'u yabancı (4 Arnavutluk, 3 Fransa, 2 İsveç, 1 İngiltere, 1 Japonya, 2 Kanada, 2 Kıbrıs Türk Federasyonu Devleti, 2 S.S.C.B., 2 Yeni Zelanda), 4'ü Türkiye'den olmak üzere toplam 23 kişi katılmıştır.

18 Eylül 1981 Cuma günü öğleden sonra İstanbul'da başlayan gezi 22 Eylül 1981 sabahı İstanbul'da sona ermiştir. Tur süresince Göksu Kaynakları DSİ'nin ilkel gerilmeli 2,5 m çapında beton boru yapan fabrika, Güzelhisar Barajı, PETKİM Aliağa tesisleri, Asklepion, Akropol, Bergama harabeleri, Efes, Meryemana, Pamukkale, Sarayköy Kızıldere Jeotermal Enerji İstasyonu gezilip görülmüş delegelere teknik, jeolojik, arkeolojik, turistik vb. bilgiler verilmiştir.

Tur : 2

Bu Tura katılmak isteyenlerin sayısı 6 yı geçmediğinden bütün hazırlıkların (otel, otobüs, uçak vb. rezervasyonların) tamamlanmış olmasına rağmen iptal edilerek yapılmamıştır.

Tur : 3

Bu Tur'a 13'ü yabancı (2 Fransa, 2 Norveç, 6 Çin Halk Cumhuriyeti, 1 Hindistan, 1 Guatemala, 1 Batı Almanya), 5'i Türkiye'den olmak üzere toplam 18 kişi katılmıştır.

18 Eylül 1981 Cuma günü öğleden sonra İstanbul'da başlayan gezi 22 Eylül 1981 Salı günü sabahı İstanbul'da sona ermiştir.

Bu Turda Antalya Kuzeyindeki Kırkgöz Kaynakları, Düden başı, Side, Alanya, Damlatış Mağarası, Antalya Müzesi, Manavgat Şalâlesi, Oymapınar Barajı ve HES. İnşaatı, Dumanlı Kaynağı gezilip görülmüştür. Gezi süresince delegelere jeolojik, teknik, arkeolojik, turistik bilgiler verilmiştir.

SONUÇ :

Turların tüm organizasyonu Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Simpozyumu Organizasyon Grubuna bağlı Teknik Turlar Grubu tarafından programlanıp yürütülmüş olup, vasıta (uçak, otobüs vb.) Otel, yemek vb' hizmetleri "VİP TURİZM" tarafından yapılmıştır. Turlar esnasında PETKİM ALİAĞA tesislerinde delegelere bir yemek verilmiştir. Ayrıca DSİ tarafından Güzelhisar Barajında ve Aydın'da çay, Oymapınar Barajı tesislerinde de bir yemek verilmiştir.

Bütün yerli ve yabancı delegeler, sunulan tüm hizmetlerden son derece memnun kalmışlar ve beğenilerini çeşitli kez dile getirmişlerdir.

U.M.J.S. Teknik Turlar Grubu Başkanı
A. Mes'ut ÇETİNCİLİK

JEOLOJİK PARAMETRELERİN SU KAYNAKLARI PLANLAMASINA ETKİSİ

YILMAZ KARATABAN*

Bütün mühendislik yapılarından yada mühendisin projelendirdiği bir makinadan, istenen hususlar başlıca dört ana bölümde toplanabilir. Bunlarda yapının yada makinanın,

- Fonksiyonel olması,
- Ekonomik yada verimli olması,
- Emniyetli yada uzun ömürlü olması,
- Estetik yada çevresine uyumlu olmasıdır.

Bunlardan ilki olan fonksiyonel olma şartı, tesis yada makinanın mühendislik yapısı olup, olmadığını karakterize eder. Bir başka deyimle, belirli bir ihtiyaca cevap veremeyen yada bir gayesi olmayan hiç bir tesis yada makina mühendislik yapısı olamaz. Bu temel prensip, mühendisle, bir ilim adamını yada bir ressam veya bir heykeltıraşı ayırt etmeğe yeter. O halde mühendisi, ilmin yada sanatın kendisine sağladığı imkanlardan faydalanmak suretiyle fonksiyonel bir tesis yada makina tahayyül edip onu vücuda getiren kimse olarak tanımlamak yanlış olmayacaktır.

Mühendisler, başarılı olabilmeleri için, belirli bir maksada hizmet eden yada bir ihtiyaca cevap veren tesisi vücuda getirirken, diğer üç hususun hepsinde ya da en az birinde daha önce vücuda getirilmiş ya da aynı tesis için düşünülmüş diğer alternatiflere nazaran bir üstünlük sağlamaya mecburdurlar. Aksi halde başarılı oldukları söylemez.

Yukarıda değinilen bu son hususun, yerine getirilmesinin, pratikte pek kolay olmayacağı kolayca görülebilir. Zira son üç prensip birbirleriyle çelişki halindedir. Nitekim, emniyet şartı, ekonomi ile, çok zaman estetiklik şartı yine ekonomi ile ters düşer. Yani daha sağlam yada daha güzel bir tesis vücuda getirmek için, daha fazla harcamayı göze almak icap edecektir. Buda düşünülen alternatifi diğerlerine nazaran daha pahalı yada daha az verimli yaparki, bu da o alternatifi elimine edilmesi için yeterli olur. O halde mühendisler, emniyet ile ekonomi arasında hassas bir denge kurmak mecburiyetindedirler.

Su yapıları ise, su kaynağının, değişik maksatlar için kullanımını sağlamak üzere vücuda getirilirler. Genellikle, amme karakterli olup, millî ekonomiye katkıda bulunmak maksadını güderler ve bunun neticesi olarakta, milyarlarca TL. ile ölçülen çok büyük yatırımları gerektirirler. Bu husus

maliyet için olduğu kadar, miktarlar için de doğrudur. Nitekim orta büyüklükte bir baraj inşaatı için 5 ilâ 10 milyon m³ toprak veya kayanın yerinden sökülerek, bir başka yere nakli, ve bunlarla dolgu yapılması, her zaman karşılaşılabilecek bir durumdur. Yine orta büyüklükte, beton ağırlık tipten bir barajın, çimento ihtiyacı, civardaki bir çimento fabrikasının bir kaç yıllık toplam üretimine eşdeğer olabilir. Nitekim, bazen bu tipten bir barajı inşa edebilmek ve toplam maliyeti ucuzlatmak için, daha uzaktan nakliye yerine, civarda bir çimento fabrikasının inşaatı cihetine gidilebilir.

Su yapılarında, maliyetlerin böylesine yüksek, tesislerde kullanılacak malzeme miktarlarının böylesine çok oluşu dolayısıyla, mühendisin hem yukarıda bahsi geçen emniyet - ekonomi dengesini daha emin esaslara oturtması, hemde tesiste kullanılacak malzemenin yeteri miktar, ve kalitede olduğunu kanıtlaması gerekir.

Su yapılarında emniyet denince, tesisin ekonomik ömrü boyunca, kendisine dışarıdan gelebilecek her türlü statik ve dinamik etkilere karşı durması ve bu süre içinde kendisinden beklenen fonksiyonu eksiksiz yerine getirmesi anlaşılır, ve bu husus bir ihtimal yüzdesi ile belirlenir. Mesela 50 yıllık bir süre için, tesis binde 999 ihtimalle emniyetlidir gibi. Su yapıları için geliştirilen ve risk analizi prensibine dayanan bu esaslar, bu gün bina, köprü veya yol gibi diğer mühendislik yapılarına da uygulanmaya çalışılmaktadır.

Su yapılarında ekonomi ve emniyetin, ehemmiyetine böylece ve kısaca değindikten sonra, esas konumuz olan, Jeolojik parametrelerin, Su yapılarında oynadıkları role geçebiliriz.

Bilindiği gibi, tabiatla su ve zemin, iç içe bulunurlar. Zemin, su için, bazen üstünden akacağı bir yatak teşkil ederken, bazen içinden süzüleceği bir vasatı oluşturur. Bu bakımdan su ve zeminin bir birleri üzerine müsbet yada menfi tesirler yapacağını beklemek normaldir. Su mühendisi, suyun yağmur yada kar halinde yere düşmesinden itibaren, suyun denizlere intikaline kadar geçirdiği devre içinde, etüdünü yaparken, suyun katedeceği zemini tanımak ve karakteristiklerini bilmek zorundadır. Bunun zaruri sonucu olarakta, su mühendisinin iyi bir jeoloji bilgisine sahip olması, yada en azından beraberce çalışmaya mecbur olacağı jeolog-mühendislerle diyalog kurabilecek kadar jeoloji ilmine ve terimlerine aşina olması gerekir.

(*) Y. Müh, Müşavir Mühendis, Ankara

Bütün jeolojik parametrelerin, su kaynağı planlamasına olan etkilerini bu kısa makale içinde ayrıntıları ile incelemek mümkün olamayacağına göre, burada bazı önemli görülen hususlara değinilmekle iktifa edilecektir.

1. Hidrolojik yönden

1.1. Satış sularının incelenmesinde

Bir drenaj havzasına düşen yağış, zemine temas ettikten sonra, bir kısmı zemin içine sızar, diğer kısmında, arazinin topoğrafyasına uyarak satıhta akışa geçer. Zemin içine sızan kısmı ise ikiye ayrılır. Bir kısmı satıhtan altından akarak, bir müddet sonra satıhtan akan kısma karışırken, diğer kısım zemin içine nüfuz etmeğe devam eder ve yer altı suyuna intikal eder. Yer altı suyunun tekrar satha çıkması ise çok zaman aylar yada yıllara varan bir zaman ister. Yağışın bu şekilde, satıhtan akışı, satıhtan altı akışı vede yeraltı suyu şekline intikali, taşkın etüdü yapan bir su mühendisi için çok büyük önem taşır. Bilhassa satıhtan altı akışı ile yer altı suyunun gecikerek satıhtan suya intikali, yağıştan dolayı meydana gelecek taşkın pik (azami) değeri ve zamanı üzerinde büyük etki yapar. Hele bunlara birde havzada mevcut olabilecek bitki örtüsünün sebep olacağı geciktirme ilave edilirse, pik sarfiyat değerinde on misline varan farklar beklenmelidir. Halbuki taşkın pik değerleri, bazan da taşkın hacimleri, su mühendisinin kurmayı tasarladığı tesislerin boyutlandırılmasında en büyük faktördür ve tesis maliyeti üzerinde doğrudan etkili olurlar.

1.2. Yer altı sularının incelenmesinde

Pratikte aküfer adı verilen ve su tutabilen zeminler, milyonlarca m³ suyu bünyesinde saklayarak, yer altı suyu rezervuarlarını oluştururlar. Yer altı suyu kaynaklarının mevcudiyeti bu aküferlerin tesbitine bağlıdır. Bu tipten aküferlerin olmadığı yada oluşumuna jeolojik yapı itibariyle imkan bulunmayan yerlerde, yer altı suyu aramanın boşuna bir gayret olacağı açıktır. Aküferlerle ilgili olarak, depolama katsayısı, emniyetli verim, iletgenlik ve kuyu verimi gibi, bazı karakteristikler, tarif edilmiş olup, bu karakteristikler aküferin ekonomik değerini ortaya koyar. Nitekim aküfer hacim olarak, ne kadar büyük olursa olsun, bu aküferden alınabilecek yer altı suyu miktarı, emniyetli verimi ile sınırlıdır. Diğer taraftan kuyu özgül verimleri düşükse, su çekimi sırasında, kuyularda büyük dinamik seviyeler oluşacağından, hem işletme pahalı olacak, hemde kuyu ömürleri azalacaktır, bunun neticesi olarak ta aküfer ekonomik değerini kaybedebilecektir. Buna mukabil, iletgenlikleri yüksek ve satha yakın aküferler, su nakil vasatı olarak kullanılabilirler. Örneğin su bir noktadan aküfere enjekte edilmek, ve çok uzaklardan kuyu açılarak geri alınmak suretiyle, kilometrelerce uzunlukta kanal yada boru gibi su isale tesislerinden sarfınazar edilebilir. Bunun tipik bir örneği, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından, Konya Kapalı Havzasındaki kireç taşlarının oluşturduğu bir aküfere tatbik edilmiştir.

Konya Kapalı havzasının batısı geçirimli kireç taşları ile kaplıdır. Bu kireç taşları ova sınırına gelince, dalarlar ve üzerlerinde yaklaşık 60 m. kalınlığında geçirimsiz bir tabaka bulunan, kapalı ve basınçlı (confined) bir aküfer oluştururlar. Bu aküfer, havzanın batı kısmını kapsadığı cihetle, ovada açılacak ve bu aküfere erişen bir kuyudan yer altı suyu temini mümkün olmaktadır. Aküferin verimi beslenme alanına vaki yağışla orantılıdır. Ancak bu alana yağın sağnak şeklindeki yağışların büyük bir kısmı dibe

süzülmeye fırsat bulamadan, satıhtan akmakta ve ovaya erişince, taşkınlar husule getirmekte ve ovada 60 m. kalınlıktaki geçirimsiz tabaka dolayısıyla aküfere intikal edemeyip ovada bataklıklar oluşturmakta ve drenaj problemi yaratmakta idiler.

DSİ olumsuz bu durumu düzeltmek maksadıyla, geçirimli formasyonlar üzerine, May barajını inşa etmiş, böylece taşkın sularının ovaya intikalini önlemiş, ve baraj arkasında toplanan suları, aküfere enjekte ederek, hem aküferin verimi artırılmış, hemde ovadaki taşkın ve drenaj problemi hafifletilmiştir. Bu hususlara ilaveten su, ovaya aküfer vasıtasıyla taşındığından yüzlerce kilometrelik kanal inşaatından sarfınazar edilebilmiştir.

2. Malzeme Yönünden

Yukarda işaret edildiği gibi, su yapılarının inşasında, büyük miktarda malzeme kullanılır. Nakliye masraflarını asgaride tutmak içinde, mahalli malzemeden istifade zaruri olur. Bu bakımdan hemen her yerde bulunabilen toprak, taş, kum-çakıl gibi malzemeden istifade cihetine gidilir. Bu gibi malzemelerin fiziki ve kimyasal karakteristikleri, onların nerede, ne şekilde ve ne miktarda kullanılabileceğini tesbit eder.

Bu hususu basit bir misal üzerinde müşahhas olarak göstermek kabildir. Talvegden 100 m. irtifaında, ve kret genişliği 10 m. olan kil çekirdekli, kabuk malzemesi de kaya veya agrega olan bir dolgu baraj düşünelim ve bu gövdenin 1 m. kalınlığındaki bir diliminin maliyetini bulmaya çalışalım. Talvegde alüvyon kalınlığı sıfır olsun. Baraj gövdesine verilecek şevler, dolguda kullanılacak malzemenin karakteristiklerine bağlı olacaktır. Kalitesi yüksek malzeme ile daha dik şevli bir baraj inşa etmek mümkün olduğundan dolgu hacmi düşecektir. Maliyet ise, sadece dolgu hacmine bağlı olmayıp, malzemenin nakliye maliyetine de tabi olacaktır. Bu bakımdan bazen daha uzaktaki iyi kaliteli bir malzeme yerine, daha düşük kaliteli fakat yakındaki bir malzemeyi kullanmak toplam maliyeti düşürebilir. Misalimizdeki barajın kil çekirdeğinin menba ve mansap şevinin 0.3 ve tg ϕ nin 0.25 olduğunu kabul edelim. Bunu koruyan kabuğun bir kerre tg ϕ si 0.90 olan kayadan, bir kerre de tg ϕ si 0.60 olan agrega malzemesinden teşkil edileceğini kabul edelim. Zelzele katsayısı 0.15, rezervuarda seviye düşümü %50 için,

	Kaya halinde	Agrega halinde
Menba şevi	2.—	3.3
Mansap şevi	1.8	2.9

alınabilir. Bu halde malzeme miktarları kil için 3.500 m³/m, Kaya için 16.000 m³/m, Agrega için 28.000 m³/m bulunur. (Filtre ihmal edilmiştir.)

Maliyetlere gelince, açıkta kaya hafri ve vasıtaya yüklenmesi, 100 birim kabul edilirse,

Kayanın hafredilerek, dolguya konması ve sıkıştırılması (nakliye hariç) 105 birim

Kilin hafredilerek, dolguya konması ve sıkıştırılması (nakliye hariç) 55 birim

Agreganın hafredilerek, dolguya konması ve sıkıştırılması (nakliye hariç) 79 birim

Malzemenin m³ nakliye fiyatı ise,

Mesafe (km)	Kil ve agrega	Kaya
1	22 birim	29 birim
5	50 birim	65 birim
10	70 birim	92 birim
20	100 birim	130 birim

Kil ve agreganın 1 km. mesafede ,iyi kayanın ise 10 km. de olduğunu farz edersek,
Kaya dolgu alternatifi maliyeti :

Kil 3500 m ³ /m x (55 artı 22)den	269.500 birim
Kaya 16.000 m ³ /m x (105 artı 92) den	3.152.000 birim
	3.421.500 birim

Agregalı alternatif maliyeti :

Kil 3500 m ³ /m x (55 artı 22) den	269.500 birim
Agrega 28.000 m ³ /m (79 artı 22) den	2.828.000 birim
	3.097.500 birim

Buradan emniyet şartı aynı bırakılmak suretiyle, barajın kabuk malzemesinin agregadan teşkil edilerek daha yatık şevli inşaatı suretiyle toplam maliyeti düşürmenin mümkün olacağı kolayca görülür.

Yukarda verilen basit misalden, yapılarda kullanılacak malzemenin, yapıya verilecek ebatlarda, hatta yapının tipinin tesbitinde, taşın mesafesinin ise, maliyet üzerinde ne kadar etkili olduğunu görmek kabildir. Bu bakımdan tesisler civarında yapılacak malzeme araştırmalarına gereken önem her zaman verilmelidir.

3. Temel şartları yönünden

Yapılardan gelen statik ve dinamik yükler zemine temel sistemi ile aktarılır. Zeminin yükler altındaki davranışı, temel sistemini dolayısıyla yapının tümünü etkiler. Zeminin yüklerle karşı davranışını belirlemek üzere, taşıma gücü, elastisite modülü, poisson katsayısı, porozite, sıklık, kohezyon, içsel sürtünme açısı, sıkışma katsayısı, yatak kapasitesi, v.s. gibi çok sayıda karakteristik tarif edilmiştir. Temeli teşkil edecek zeminlerin kaya yada killi, kumlu oluşuna göre gereken karakteristiklerin tesbitine çalışılır. Mühendis gerek yerinde ve gerekse laboratuarda yapılacak tesler sonucu tesbit ettiği bu karakteristik büyüklüklerden, zeminin yükler altındaki davranışını tahmine çalışır. Ancak zemin ve yapı bir yerde bir bütün teşkil edeceğinden, mühendis, yapıdan gelebilecek yüklerle göre zeminde olabilecek deformasyonları, bilahere de bu deformasyonların, yapı üzerinde yapacağı ilave tesirleri bir arada nazarı dikkate almak mecburiyetindedir.

Zemin ve yapının, birbirlerine karşı yaptıkları bu etkiler, problemi çok karışık şekle sokar ve çok zaman sayısız alternatifi ortaya çıkmasına sebep olur. Bu alternatifler arasında bulunacak en ekonomik, en sade ve emniyetli çözüm mühendisin dehasını ortaya koyacaktır.

4. Sızdırma yönünden

Su yapılarının hemen hepsi, zemin ve yapının dışında birde su problemini içerirler. Drenaj problemlerinde, suyun yapıya zarar vermiyecek şekilde toplanıp atılması, yada

suyun yapıya verdiği ilave yüklerin azaltılması bahis mevzuu olurken, baraj gibi su depolama tesislerinde, suyun sızma yoluyla kaçmasına mani olunmaya çalışılır. Sızmalar, çok zaman sadece ekonomik değeri olan suyun kaybı dışında, yapıların stabilitesi üzerinde yapacağı menfi tesirleri dolayısıyla da önem taşırlar. Bu bakımdan bilhassa baraj projelerinde, rezervuar sahasının geçirimsiz formasyonların oluşturduğu bir yerde teşkil edilmesini, ve baraj yerinde de, barajın geçirimsizliğini sağlayan kısımların, bu geçirimsiz formasyonlara bağlanmasını gerektirir. Çok zaman, bu geçirimsizliğin sağlanması şartı, baraj tesisinin esas fonksiyonunu teşkil ettiğinden barajın yapılıp yapılmamasında verilecek karar üzerinde fevkalade müessir olur. Baraj yerinde temel şartları, yük taşıma bakımından ne kadar sağlam ve müsait olursa olsun, formasyonlar geçirimli ise veya bunların geçirimsiz hale getirilmesi ekonomik sınırlar içerisinde mümkün olamayacaksa, bu baraj yerini terk etmekten başka çare kalmıyabilir. Bu ifadedden de anlaşılabilir ki üzere, topoğrafik bakımdan çok müsait gibi görünen her aks, jeolojik bakımdan istenilen şartları yerine getirmediği takdirde, uygun bir baraj yeri olamayabilecektir.

5. Şev stabilitesi yönünden:

Aslında tali bir faktör gibi görünmesine rağmen, şev stabilitesi konusu, su yapılarında özel bir mahiyet arzeder. Şev stabilitesi konusunu, biri rezervuar sahasında olabilecek şev kaymaları, diğeri de yapının geleceği yerde vukua gelebilecek olanlar şeklinde ikiye ayırmak faydalı olabilir. Rezervuar sahası içinde stabl halde bulunan şevler, baraj göl seviyesinde olacak oynamalar dolayısıyla, harekete geçebilir. Bu şekildeki toprak kaymaları, hem rezervuarın faydalı hacmini küçülteceklerinden, hemde baraj üzerinden suyun aşmasına sebebiyet vererek barajın emniyetini tehlikeye soktuklarından arzu edilmezler. Rezervuarlarındaki şev kaymaları yüzünden yıkılmış barajlar göz önünde tutulursa, konunun ehemmiyeti daha iyi anlaşılır. Heyelan sahaları üzerine yapıların oturtulmasının yaratacağı tehlikeler çok açık olarak bilindiğinden, bu konuda tanişmaya girmek faydasız mütealea edilmiştir.

Netice olarak denilebilir ki, su yapılarında, su, zemin ve yapı bir bütünü oluştururlar, her üç unsurun bir birleri üzerinde müsbet menfi tesirleri vardır. Gaye tabiatın bahsettiği nimetlerden olasıya faydalanmak, meydana getirdiği problemleri de asgariye indirmek üzere gerekli tedbirler almak olmalıdır. Her tedbir, her müdahale ilave bir masrafı gerektirir. Aynı fonksiyonu yerine getirecek alternatifler içerisinde asgari müdahale gerektireni arayıp bulmak, ve tesisin ekonomik limitler içinde kalmasını sağlamak başlıca gaye olmalıdır. Aksi takdirde ,teknolojinin bu gün erişmiş olduğu seviye göz önünde tutulursa, ve maliyet faktörü ikinci plana atılırsa, evvelce elimine edilmiş pek çok proje tatbikat alanına çıkma şansına kavuşabilir. Halbuki su yapılarında gaye, estetik bir yapı yapmak yada yüksek bir teknoloji gösterisinde bulunmaktan ziyade, milli ekonomiye en büyük katkıyı sağlayacak tesisleri vücuda getirmek olmalıdır. O halde çözümler, basit, sade emniyetli, ucuz ve çevreye uyumlu olmalıdır.

LİBYA'DA SU YAPILARINA AİT GÖZLEMLER

Kemâl ERGUVANLI*

Giriş :

Afrika'nın kuzeyinde yer alan Libya Arap Halk Sosyalist Cemahiriyesi 1.600.000 km²'lik alanı, 2,5 milyon nüfusu olan bir ülkedir. Arazisi Akdeniz'in güneyinde 2000 km uzunluktaki kıyılardan başlar, güneye, sahraya, kum çöllerine doğru 3000 metreye kadar yükselerek uzanır gider.

Ülkenin %10'u ancak yılda 50 mm., %75'i de 25 mm.'den daha az yağış almaktadır. Yaz kış akan suyu yok denemek kadar azdır. Bu kurak ortamda herşey, günlük yaşam, ziraat, endüstri, her türlü çalışma, gelişme ve hayat için, birinci planda önemli olan sudur. En önemli sorun da bunun bulunup çıkarılmasıdır.

Libya'ya düşen yağmur, kıyılarda (100 - 380 mm/yıl) arasında değişirken, güneyde Çat ve Niger sınırında 10 mm/yıl kadardır. Hatta hiç yağış almayan yerleri dahi vardır.

Bu kurak ülkede su hayattır, herşeydir. Bundan dolayı yüzey sularını toplayıp, bunlardan yararlanmak ya da yeraltı sularını arayıp, bulup çıkarmak bugün gelişmekte olan ve gelirinin %99'unu petrolden sağlayan Libya'nın en önemli sorunudur. Bu sorunun çözümü için de petrolden sağladığı geliri, ülkenin gelişmesine, gelişme ve yaşam için gerekli olan suyun bulunup çıkarılmasına büyük bir emek ve çaba ile çalışılmaktadır. Bu yazıda, Libya'da, 1981 Şubatında su ile ilgili yaptığımız gözlemler özetlenecektir.

İlk Su Yapıları ve Akifer Türleri

Kuzey Afrika'da yaşayan ilk insanlar yaşamları için gerekli suyu ufak kaynaklardan, kışın akarsulardan, yazın da açtıkları basit kuyulardan sağlamışlardır.

Kuyular:

Kıyı şeridinde, Tersiyer-Kuvaterner yaşlı tortul kayac ve alüvyonlar içindedir. Derinlikleri 10-50 m. arasındadır. Nüfusun yarısından fazlasının, yaşadığı yeşil kıyı şeridinde açılan adı sığ kuyuların kendilerine özgü bir yapı şekilleri ve görünüşleri vardır. Bunlar Libya'nın bir simgesi, bir imajı olmuştur (Şekil: 1)

Bugün bu tür kuyular terk edilmekte, yerlerini modern "Keson" kuyular ve depolama yapıları almaktadır (Şekil: 2)

Libya, yeraltısuyu açısından 18-20 havzaya ayrılmıştır. Bunların arasında kıyı şeridi ve özellikle nüfusun

1/3'ü oluşturan Tripoli en önemli kesimi oluşturur. Burada ve Nefusa dağlarının kuzeyinde yağış fazladır. Batı kıyıda 100 mm/yıl, Tripoli'de 380 mm/yıl kadardır.



Şekil 1: Tripoli güneyinde bu gün terk edilen eski tip adı kuyu (K.E. Şubat 1981).



Şekil 2: Kıyı şeridinde, Homs şehri dolayında, bir Hurma çiftliğinde eski tip kuyuların yerini alan yeni tip keson kuyular ve su depoları (K.E. Şubat 1981).

Tripoli dolayındaki akiferler kuvaternere ait kumlu oluşuklardan ibarettir. Yeraltı su seviyesi 50 m. derinliği geçmez. Kalitesi orta ve iyicedir, içmede ve sulamada kullanılabilir. Fazla çekilirse su tuzlanır. Bu bölgeden 5.10⁸

(*) Prof. Dr. İ.T.Ü., Maden Fakültesi, Mühendislik Jeolojisi ve Kaya Mekaniği Kürsüsü.

m³/yıl su alınmaktadır. Derinlere gidildikçe de su kalitesi fenalaşmaktadır.

Yeraltısuyu açısından Bingazi, Tobruk, Kalanşra havzaları çok önemlidir. Güneyde Çat, Niger sınırında Kufra ve Muzruk havzalarından Nubian kumtaşlarından derin sondajlarla alınan sular iyice kaliteli ve petrol kadar önemli bir yeraltı servetidir.

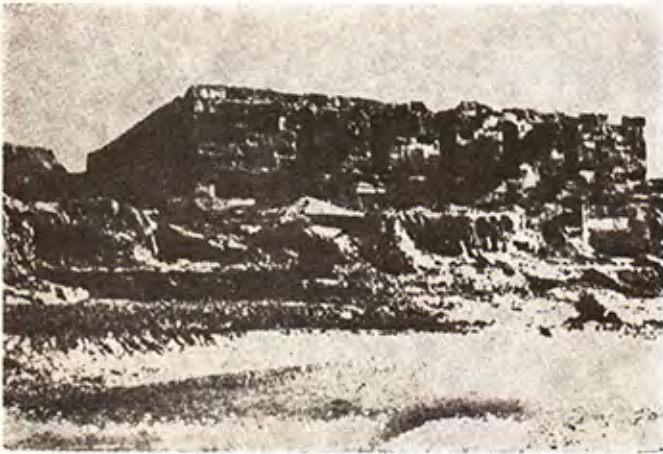
Son yıllarda artan nüfus ve petrol geliri, ülkenin gelişmesini hızlandırmış ziraat ve endüstri artmış, fabrikalar yapılmış, bir kısmı çalışmaya başlamıştır. Kır ve kent planlamasına, ziraat ve çiftlik evleri ve toplu konut yapımına ayrı bir önem verilmiştir. Dolayısıyla, gelişmeye paralel su gereksinimi de artmıştır. Bunun için de yeraltı ve yerüstü sularının her damlasından yararlanılmağa gidilmiştir. Bu amaçla derinlikleri 1000 metre ve hatta daha derin araştırma ve işletme sondajları yapılmaktadır.

Yapılan yüzlerce petrol sondajı, yeraltısuları, akifer türleri, derinlikleri ve yeraltısularının kaliteleri hakkında bilgi edinmeğe yardımcı olmuştur.

Yeraltısuları, bugün kıyı şeridinde ve içerde, toplu yerleşme merkezlerinde, yapılan yüzlerce derin sondajın bir kısmından, derin kuyu tulumbaları ile alınmaktadır. Bu derin akiferlerden alınacak suların miktarı ve kalitesi (çok zaman klorludur), bölgenin litolojisine ve jeolojik yapısına bağlı olarak değişmektedir.

Kıyı şeridinde, çok zaman tuzlu su üzerinde, ince bir tatlı su akiferi bulunmaktadır. Fazla su çekildikçe su tuzlanmaktadır. Bundan dolayı, son yıllarda daha derin akiferlerden yararlanılma yoluna gidilmiştir. Özellikle iç kesimlerde yeni yerleşme ve endüstri bölgelerinde derin akiferlerden derin sondajlar ile, yeraltısuyu alınmağa çalışılmaktadır. Bu tür sondajların yapımı da kolay olmadığından, ayrı bir teknik, gerekli alet, gereç ve yedek parça gerektirdiğinden çok zaman işleri bitirmek çok zaman almakta, ya da sondajlar yarıda bırakılıp terk edilmektedir. Bu halde yüzlerce sondaj bulunmaktadır.

Libya'da, kaynak sularından yararlanma çok azdır. Kaynaklar güneyde yüksek dağların eteklerinde, çok az debili ve süreksizdir. Bazaltların altlarından ve tüflerin içinden çıkan kaynakların debisi kışın 5-6 lt/sn. kadar, yazın ise çok azdır. Halen Libya'da Tripoli'nin 40 km. güneyinde,

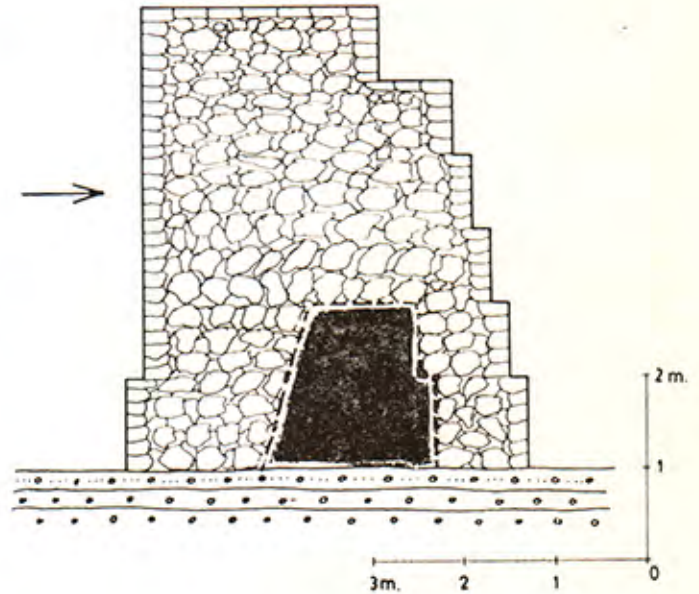


Şekil 3: Homs şehri güneyinde Lebda vadisinde, kesme taşlardan yapılan Roma sarnıcı (Shata, Şubat 1971).

Tarhuna yolu üzerinde, Bingaşir Kazasından, yeraltından alınan sular şişelenip "Bingaşir" maden suyu adı ile satılmaktadır.

Sarnıçlar ve Barajlar :

Su bulma ve sağlama, Libya'da yaşayan ilk insanlardan günümüze dek en önemli bir sorun olmuştur. Kuzey Afrika'da yaşayan ilk insanlar ve uygarlıklar kaynak ve akarsulardan yararlanmışlar. Fakat bunlar gereksinimleri için yetmediğinden, başka yollarla sulardan yararlanmayı düşünmüşlerdir. Bunun için, çok ani düşen zaman zaman bol debili, sağnak sularını toplamak için değişik büyüklükte "Sarnıç"lar ya da "Baraj"lar yapmışlardır. Bugün bu tür su yapılarının harabeleri bir çok yerde görülür. Bunların en güzelleri Homs şehrinin güneybatısında uzanan "Lebda Vadisi"nde Romalılara ait çok görkemli kesme taşla yapılmış büyük sarnıçlar ve barajlardır (Şekil 3). Tripoli'nin 100 km. güneyinde, Tarhunanın 25 km. doğusunda, Homs yolu üzerinde bulunan ve Romalılara ait olan barajın rölevesi ve bu günkü durumu Şekil: 4, 5, ve 6'da verilmiştir.



Şekil 4: Tarhunanın 25 km. doğusunda, Tarhuna-Homs Şosesi kenarında, Romalılara ait baraj kesiti.

Romalılara ait olan bu baraj, kalker ve gremsi-konglomeramsı kalkerler üzerinde yapılmıştır. Dışı kesmetaş, içi moloz ve harçlıdır. Gövdesinin ortasında, tabandan 2 m. üstte kadar uzanan ve kesiti trapuz olan bir boşluk görülmektedir (Şekil 5). Buranın, geçirimsizliği sağlamak için silt veya kille doldurulmuş Çekirdeğin sularla oyulmuş kısmı diye düşünmekteyiz.

Barajın kesiti trapez ve talvegden yüksekliği 5 m. dir. Taban genişliği 4.10 m., tepe genişliği 2.60 m.'dir. Menba yüzü düşey ve temel de 20 cm. çıkıntılıdır. Mansap yüzü merdivenimsi olarak genişleyerek tabana iner (Şekil: 4).

Tarhuna, Homs bölgesinde, Lebda vadisinde, Romalılara ait bir kaç baraj harabesi daha vardır.

Su, Libyada, bugün eskiden de önemlidir. Büyük bir gelişme içinde olan kurak ve sıcak Libya, ve burada yaşayanlar için su, kanımızca, petrol kadar önemlidir. Bun-



Şekil 5: Kağır Roma barajının bu günkü durumu (K.E. Şubat 1981).



Şekil 6: Baraj gövdesine menbadan bakış solda kıyatay Üst Kretase kalkerleri, sağda yeni yapılmış Homs yolu.

dan dolayı hayatın kaynağı olan, her damla suyu toplamak, kışın akan suları ve şiddetli sağnak yağışlarını barajlarda biriktirmek için çeşitli su yapıları inşa edilmeğe çalışılmaktadır. Yapılan ön çalışmalara, ölçü ve gözlemlere göre Tripoli Güneyinde ve Güneybatısında uzanan (Şekil: 7) Nafusah dağlarından, Kuzeye uzanan Vadi Megenin, Vadi Gattarah, Vadi Kan, Vadi Alherah ve daha do-

ğuda, Zileytan Güneyinde Vadi Kaam (Şekil: 8)de, son yıllarda çok amaçla barajlar yapılmıştır. Tripoli dolayındaki barajların amaçları:



Şekil 7: Vadi Megenin (deliler vadisi)nde Megenin barajı, Yatay durumlu, çatlaklı Üst Kretase'ye ait kalker ve marnlı kalker ve marnlar üzerinde H. 39, V.



Şekil 8: Zileytan güneyinde, Vadi Kaam girişinde Hurmalıklar. Levhada (arap harfleriyle "Seddi Vadii Kaam" (Kaam vadisi barajı) ekberi seddi tûrabı filâlem (dünyanın en büyük toprak barajı yazılı).

- Taşkınları önlemek,
- Kurulmakta olan yerleşim bölgelerine, çiftliklere, endüstriye, içme, sulama ve endüstri suyu sağlamak,
- Buharlaşması çok olan bu ülkede taşkın suların vadilerde toplayarak yeraltı suyunu zenginleştirmek ve yeraltı su düzeyini yükseltmektir.

Karşılaşılan Problemler :

Libya'da yapılan barajlarda iki büyük problemle karşılaşmaktadır. Bunlardan biri baraj göllerinde "siltlenme", diğeri de baraj ve abatenlerindeki "Kaçak"lardır.

Tripolinin 75 km. güneyinde geniş bir yağış alanı olan Tarabulus Vadii Megenin (Mecnunlar Vadisi) de, Nafusah dağlarının yağışını ve sağnak sularını toplamak, Bingaşı ve Tripoli şehirlerini taşkınlardan korumak amacıyla 38 m.

yükseklikte ve 58.10^6 m^3 hacimli, çatlaklı kalker ve marnlı kalkerler üzerinde, beton çekirdekli, kaya dolgulu "Megenin Barajı" yapılmıştır (Şekil: 6). Çok güzel bir şekilde inşa edilen bu baraj Nafusah dağlarından gelen 5 vadinin sularını toplayacak yerde planlanmıştır. Bu bölgeye, kısa süreli çok şiddetli sağnak yağışları düştüğünden, baraj gölünün selinti malzemesi ile dolmaması için her vadi içinde, 8-13 m. yükseklikte, 9 tane "Rusup tutma barajı" "Selkapnin yapılmıştır." Bu ufak 9 sediman tutma yapısı ile barajın dolması önlenmiş, ömrü uzatılmış ve daha yararlı hale getirilmiştir.

Diğer problem, çatlaklı, erimeli kalker, marnlı kalker ve marn ardaşıklı Üst Kretase formasyonları üzerinde inşa

edilmiş barajların temel, dolu savak ve abatmanlarında meydana gelen kaçaklardır. Bu kaçakların nedeni, baraj yapımından önce, baraj yeri ve dolayının mühendislik jeolojisi açısından, ayrıntılı olarak incelenmemiş, baraj yerinin litolojik ve süreksizliklerinin iyi anlaşılmamış olmasıdır. Kaçaklar fazla olmamakla beraber, su gelirinin az oluşu ve kaçak suların yıkama ve süpürme ile marnlı kısımları götürme olasılığı, temel ve diğer su yapılarında, zorunludur. Temellerde görülen bu hastalık ancak iyi ve ısbetli enjeksiyon çalışmaları ile önlenabilir. Projeler derin ve etraflı incelenmeli, yapılan işler kesin olarak tespit edilmeli ve enjeksiyonlar hemen yapılmalıdır.

**MÜHENDİSLİK JEOLojİSİNİN
YENİ GELİŞEN UZMANLIK ALANI:
ÇEVRE JEOLojİSİ**

Erdoğan YÜZER*

Çağdaş koşullar altında yaşama çabasında olan günümüzün insanı, bugününü ve yakın geleceğini güvence altına alabilmek için sürekli olarak düşünmek ve içinde bulunduğu "ortam", ya da "çevre"sine uyum sağlamak zorundadır. Bu düşüncenin bilimsel olarak yönlendirilmesi ile "Ekoloji" olarak isimlendirilen bir bilim dalı doğmuştur. 1950'lerden sonra sadece insanın değil, genel anlamda canlıların çevresi ile tüm ilişkilerini inceleyen ve bunlar arasında uyum sağlanmasını amaçlayan bu bilim dalı, çağımızın bilimi olarak nitelendirilmektedir. Hızla değişen çağımızda bu ilişkilerin yakın gelecekte alacağı yeni boyutların araştırılması için de, şimdilik spekülasyon payı fazlaca olan yeni bir bilim dalı, "Fütüroloji" doğmak üzeredir.

Canlıların yaşamlarını sürdürebildikleri ortam, (Biyosfer) yer yuvarımızın, yarı çapının 1/300'den az (yaklaşık 20 km.) bir bölümünde yer almaktadır. Canlıların tümü değil de, sadece insanın normal yaşam koşulları düşünüldüğünde, bu ortam çok daha daralmaktadır. "Doğal çevre" olarak adlandırılan ve "Hava, su ve taş-toprak"dan oluşan bu ortamın iyi kullanılması ve korunmasına ilişkin sorunlar genel anlamda "Çevre sorunları" çerçevesi içinde toplanmaktadır.

Doğal çevreye ilişkin sorunlara çözüm arayanların içinde bir doğa bilimcisi olan yer bilimci düşünürlerin ve bunlara sayısal çözümler getirmeye çalışan uygulayıcı yer bilimci mühendislerin bulunması kaçınılmazdır.

Bu gerçek, geçtiğimiz 10 yıl içinde daha iyi görülmeye başlanmış ve çevre sorunlarına çözüm arayan gelişmiş toplumlarda planlamacı, mimar, iktisatçı, hukukçu ve insan sağlığı ile uğraşan uzmanların arasına yer bilimcilerin de katılması gerekmiştir. Önceleri sadece "gerektiğinde", bilgilerine başvurulmuş, danışman olarak kendilerinden yararlanılan uygulayıcı yer bilimciler, günümüzde çevre sorunlarına çözüm arayan bu toplumlarda uzman kadrosunun sürekli elemanı olmuşlardır. Bu gereksinimin sonucunda, çevre sorunlarına çözüm getirmeye çalışan uygulayıcı yer bilimcilerin çalışma alanı olan yeni bir uzmanlık dalı, "Çevre Jeolojisi" (Environmental Geology) doğmuştur. Son 10 yıl içinde yabancı dillerde çevre jeolojisi ile ilgili pek çok makale ve kitap yayınlanmıştır. 1975 yılından bu yana da, "Environmental Geology" adı altında iki ayda bir çıkan dergi yayınlanmaya başlamıştır.

Mühendislik Jeolojisi - Çevre Jeolojisi İlişkisi:

Çevre sorunlarının, yerbilimleri ile ilgili olanlarının başlıcaları:

- Çevre ile uyum sağlayan ve sorunu olmayan her türlü yer seçimi ve arazi kullanımı,
- Yerkabuğundan doğal gereçler elde edilirken karşılaşılan sorunların yenilmesi,
- Yeraltısuyu kirlenmesinin önlenmesi,

gelmektedir. Görüldüğü gibi bu konular, jeolojinin mühendislik işlerine uygulaması ile uğraşan "Mühendislik Jeolojisi"nin uğraşı alanı içine girmektedir. Yerleşme sırasında karşılaşılan jeoloji sorunlarının çözümü için daha dar anlamda "Urban Geology" karşılığı olarak dilimizde "Kent Jeolojisi" deyimini de kullanılmaktadır.

Çevre jeolojisi ile mühendislik jeolojisi arasındaki doğal ilişkiyi gözönüne alarak, üniversitelerarası Kurulda bilim dallarının sınıflandırılmasında çevre jeolojisini, mühendislik jeolojisi konuları içine almıştır.

Çevre sorunları, gelişmekte olan ülkelere göre çok daha hızlı artan yabancı ülke üniversitelerinde çevre jeolojisi eğitimi, lisans üstü, uzmanlık eğitimi (M. Sc. ve Ph. D) şeklinde yürütülmektedir. Ülkemizdeki gelişmeler de bu yoldadır.

Çevre Jeolojisinin Türkiye İçin Önemi :

Ülkemizde karşılaşılan çevre sorunlarına, başbakanlığa bağlı "Çevre Müsteşarlığı", bazı bakanlıkların alt birimleri ve yerel yönetimler yardımı ile çözüm getirilmeye çalışılmaktadır. Üniversiteler ve bazı derneklerin de bu konuda eğitici yönde katkıları olmaktadır.

Bugüne kadar yapılan yasal düzenlemelerle çevre sorunlarına, özellikle bunların çevre jeolojisi ile ilgili olanlarına çözüm getirildiği söylenemez. Bu olguda, yapılan yasal düzenlemelerin yetersizliğinden çok, var olan yasaların uygulanmasındaki aksaklığın etkisi görülmektedir.

Aşağıda verilen somut örnekler, çevre jeolojisinin çözüm getirilmesinde etkili olacağı konularda bugünkü durumumuzu yansıtmaktadır:

Çağdaş Mühendislik açısından yer seçimi denilince, artık sadece jeoteknik açıdan duraylı alanlar değil, insan

(*) Prof. Dr., İTÜ Maden Fakültesi, Mühendislik Jeolojisi ve Kaya Mekaniği Kürsüsü.

ve diğer canlı sağlığı açısından da uygun olanlar anlaşılmaktadır. Ülkemizde buna ne kadar uyulduğu Haliç, İzmit ve Gemlik körfezlerinin dolayındaki yerleşme şekli ve buraların bugünkü durumları gözününe getirilerek anlaşılabılır. İstanbul'un yakın doğusunda ve batısındaki çimento fabrikalarının, İzmit dolayındaki kimyasal madde fabrikalarının belki doğal gereç eldesi açısından sorunu yoktur ama çevreyi ne denli zor yaşanır hale getirdiği gözler önündedir.

Yine İstanbul batısında, ilin en büyük çöp dökme alanı olan Habibler Çöplüğü'nün, Avcılar gibi önemli bir yerleşme merkezinin su gereksinmesini karşılayan karstik Altınşehir Kaynağını ve bu dolaydaki derin kuyulardaki yeraltısularını bakteriyolojik açıdan içilemeyecek derecede kirlettiği bilinmektedir.

Antalya ve dolayındaki karst boşluklarının yıllardır doğal kanalizasyon kanalı olarak kullanılmasının yakın gelecekte doğurabileceği önemli sorunlar halen tartışma düzeyindedir.

Diğer yandan, çeşitli endüstri için gerekli doğal yapı gereçlerinin çıkarılması sırasında gözetilen "Kalite, Rezerv ve Maliyet" olarak bilinen değişmez ilkelerin yanı sıra, doğal görünümün onarılamayacak şekilde bozulmasına özen gösterilmediğine verilecek örnekler de sayılamayacak kadar çoktur.

Boğazdaki İstinye sırtları, Sarıyer'in karşısında, Anadolu yakasındaki sırtlar, Çatalca ve Hereke dolayındaki yamaçlarda açılan taş ocaklarının oyukları, göz zevkimizi bozan onarılmaz doğal yaralardır.

Çoğu ülkede yapı gereci ocaklarının açılmasında doğayı yaralamayan, görünümü çirkinleştirmeyen kuytu köşeler seçilmesi için, bazı hallerde ise, ekonomik olmamasına karşın yeraltı işletmelerine gitmeyi zorunlu kılan yasal düzenlemelere gidilirken, ülkemizde bu durum halen gözardı edilmektedir.

Doğal çevrenin insan yaşamı için vazgeçilmeyen bir parçası olan deniz kıyılarının bugünkü kullanımındaki uygulama ise, çevre jeolojisinin ve bununla uğraşanların ülkemizdeki işlevlerini halen yerine getiremediğinin en çarpıcı örneğidir.

Türkiye'yi çevreleyen dört denizin 8000 km.'yi aşan kıyısı olmasına karşın, bunlar içinde pek azının kumundan yararlanılabilecek durumda bulunması "Kumlu Kıyı"ların önemini ve çekiciliğini artırmaktadır. Deniz ve göllere benzeri kıyıları olan ülkelerde, buraları tümüyle kamu malı sayılmakta ve toplumun bunlardan sınırsız ve koşulsuz yararlanmasına özen gösterilmektedir. Bu ülkelerin imar yasalarında kıyı kullanımına ayrılan özel maddelerle, buraları toplumun yararlanmasına açık tutulmakta, her türlü özel ve kamu yapıları, kıyıların dışında yer almaktadır. Türkiye'de ise, kıyıların bu tür kullanımdan çok uzak olduğu, özellikle Marmara ve Ege Denizlerindeki kıyıların çoğunun amaç dışında kullanıldığı hepimizce bilinmektedir.

Ülkemizde 1972 yılında çıkarılan imar yasası, 1974 ve 1975 yıllarında İmar ve İskân Bakanlığı tarafından aynı amaçla yayınlanan genelgelerle "Kıyı Şeridi" tanımına ve bunların kullanımına bilimsel açıklık getirilmiştir. Ancak, geçen zaman içinde, kıyı şeritlerimizin ayrıntılı haritalanması ve gerekli denetim yapılmadığından amaç dışı kullanım süregelmiştir. Kıyılarımızın korunması için, hava fotoğraflarından da yararlanarak kıyı şeritlerinin bir an önce haritalanmasında en büyük görev kuşkusuz yine yer bilimcilere düşmektedir.

Sonuç :

Yukarıda sıralanan örnekler ülkemizde çevre jeolojisinin ve bununla uğraşanların etkinliğini halen yeterince gösteremediğini kanıtlamaktadır. Yerel yönetim birimlerinde, özellikle belediyelerde sürekli çalışan, kadrolu jeoloji mühendislerinin bulunmayışı bu eksikliğin en önemli nedenidir. Buralarda, mühendislik jeolojisinde deneyim kazanmış, geniş düşünebilen, değişik disiplinlerde yetişmiş uzmanlarla uyum içinde çalışabilen, jeoloji mühendislerinin görev alması ile gelişim sürecinde bulunan ülkemizin bu önemli eksiği büyük ölçüde giderilmiş olacaktır. Bu amaçla, Üniversitelerimizdeki lisans üstü öğretimi ile, belirtilen nitelikte, doğayı koruyucu, elemanların yetiştirilmesine özen gösterilmesinin yanı sıra, belediyelerde bu uzmanlaşmış elemanlara sürekli görev verilmesini zorunlu hale getirecek yasal düzenlemelere gidilmesi gerekmektedir.

TÜNEL İNŞAATI İÇİN KAYA (DAĞ) SINIFLAMALARI

Yazan : H. Lauffer, Innsbruck

Çeviren : M. VARDAR*

"... GEÇMİŞİN BAŞARILI ÇALIŞMALARINI VE BUNLARIN OLUMLU SONUÇLARINI GÜNÜMÜZÜN ACELECI, HEP EN YENİ BİLGİLERİ EDİNDİĞİ SANISINDA OLAN KUŞAKLARINA DA MALEDEBİLMEK İÇİN, ALDATMACALI DAVRANIŞ OLSALAR BİLE, ZAMAN ZAMAN —BELKİ DE ADSIZ— YENİDEN YAYINLAMAK ZORUNDAYIZ, GEOMEKANİK BİLİMİNİN GELECEĞİ BAKIMINDAN, ESKİ KONULARI İÇEREN TOPLANTILAR DÜZENLEMELİK BU NEDENLE KACINILMAZDIR VE ÖDEVLERİMİZ ARASINDADIR."

Leopold MÜLLER
17.X.1979/SALZBURG

Çevirenin Önsözü

Başta tüneller olmak üzere tüm yeraltı kaya yapılarında "Yeni Avusturya Tünel Açma Yöntemi"nden sık sık söz edilmektedir. Bu yöntemin ana ilkelerinin araştırılması ve anlaşılması için kayaç sınıflaması gibi çok sayıdaki tanımların, ortak kavramlar olarak kullanılması gerekmektedir.

Son yıllarda, yurt içinde planlanan ve uygulanan yeraltı projelerinde de yer alan bu sınıflamalar, teknik girişim ile doğanın etkilenimi arasındaki ilişkileri yansıtmaları açısından büyük önem taşımaktadır. Bu sınıflamaların dolaylı da olsa, kazı tekniği ve sağlamlaştırma yöntemleri ile ilgili önlem ve önerileri de beraberinde getirmekte ve mühendisleri, "Kaya Kaliteleri", "Dağ Karakterleri", "Kayaç İndeksleri", "Kaya—", "Zemin—" ve "Kaya Sınıflamaları"nı yapmaya ve kullanmağa zorlamaktadır.

Tarihsel gelişimi içinde; Rziha, Heim, Andrea, Maillard gibi Alp Bölgesi tünellerini izleyen bir grup (Stini, Terzaghi, Sander, Rabcewicz, Müller, Lauffer, Pacher v.b.) doğanın yorumlanmasında giderek niteliksellik, niceliğe doğru adım adım yaklaşırken, doğa ile teknik girişim arasındaki karşılıklı etkileşimler de belirginleşmeğe başlamıştır. Bu gelişmelerdirki; "Yeni Avusturya Yöntemi"nin oluşmasına ve onun bir teknik felsefe olarak olgunlaşmasına yol açmıştır.

Bu, yeni Avusturya yönteminin "doğayı olabildiğince kendisine taşıtma" ilkesinin, çabukluk, güvenilirlik, ucuzluk ve denetlenebilirlik gibi üstün özellikleri bulunmaktadır. Ancak, bu niteliklere ulaşabilmek için, teknik, boyutsal ve jeomekanik öğelerin zaman ve ortam içinde ele alınması, incelenmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Özellikle

uygulayıcı mühendise bu alanda yardımcı olmak ve ona yerkabuğunun sayısız olasılıkları arasında kesin bir yön verebilmek için, en olası beklentilerin sıralanması zorunludur. Böylelikle onun uzun süren teorik yaklaşım ve yorumlarla zaman kaybetmesi önlenilecek, olasılıklara hazır ve beklentileri sınırlanmış olarak çalışma yönteminin saptamasına yardımcı olunabilecektir. Mühendislik Jeolojisi ve Kaya Mekaniği ile uğraşan yer bilimcilerini, son on yıllarda daha yoğun olarak kayaçların niteliklerini ve niceliklerini araştırmaya iten neden de budur. Bu çabalar son şeklini, hemen hemen her zaman yeni bir takım kaya sınıflamalarında bulmaktadır.

İzleyen sayfalarda, Orta Avrupa Ekolünün en çok kullanılan ve yeni sınıflamalara hala yön veren bir çalışmasının çevirisi bulunmaktadır. 1958 yılında jeoloji ve inşaatçılık (Geologie und Bauwesen, Vol. 24, No. 1, pp. 46-51) adlı dergide Lauffer imzasıyla çıkan bu yazıyı, almanca yayınları izleyemeyen yer bilimcilerin ve tünelcilerin gerçek şekliyle tanımalarında bu bakımdan yarar vardır. Konuyla ilgilenenlerin, aynı doğrultudaki bazı çalışmalarını içeren, DSİ 2. jeoteknik bülteni'ni (1980), E.İ.E.İ.'nin 81-82 (1979) ve 91-92 (1981) sayılarını incelemeleri uygun olacaktır. Yine, almanca yayınları izleyebilenler için, Avusturya Geomekanik Kurumu'nun (Österreichische Gesellschaft für Geomechanik) düzenlediği "Jeolojik etmenlerin inşaat işlemleri ve sözleşmelerine etkisi" adlı simpozyumun bildirileri bulunmaktadır. Bunlar, Bundesministerium für Bauten und Technik tarafından Strassen forschung dizisi içinde 18. kitap olarak yayımlanmıştır.

(*) Asis. Dr. Müh., Müh. Jeol. ve Kaya Mek. Kürsüsü İ.T.Ü. Maden Fakültesi Teşvikiye - İSTANBUL

Galeri ve tünel inşaatına başlamadan önce, beklenen yeraltı koşullarını araştıran jeoloji çalışmalarının gerektiği bilinmekte ve bu nedenle de, ayrıntılı jeoloji incelemeleri olmaksızın, büyük boyutlu yeraltı boşluklarının açılmasına geçilmemektedir.

Uzun süren bu araştırmaların yanında, tünel açımını izleyen kısa süreli jeoloji incelemeleri de giderek önem kazanmaktadır. Özellikle yönlendirme galerilerinin yardımıyla parçalı olarak açılan geniş çaplı tünellerde, tam kesitin nasıl davranacağına ilişkin en değerli veriler, yönlendirme galerisi içindeki jeoloji gözlemleriyle elde edilmektedir. Örneğin TIWAG Prutz-Inst Inn Hidroelektrik santralinin yapımı sırasında 12, 3 km. uzunluğunda ve 5.5 ila 7 m. açıklığındaki basınçlı su tünelinin hızla ve güvenli olarak tamamlanabilmesi, jeologların sürekli ve ortak çabalarının sonucudur. İlk kez olarak böyle bir ortak çalışmayı başlatabilmiş olması, kuşkusuz usta hocamız Prof. Stini'nin büyük bir başarısıdır.

İster uzun, ister kısa süreli olsun, bu jeoloji çalışmalarından tünel yapımcısının sonuçta beklediği, kayaç özelliklerine dayalı ve yapı tekniği ile ilgili somut önerilerin getirilmesidir. Kayaçların sınıflandırılmasından yararlanan bu tahminin, olabildiğince değişmeden aşağıdaki alanlarda kullanılabilir olması gerekmektedir:

1 — Projelendirmede, yapım süresi ve maliyet ön hesaplarında,

2 — İhalede, uygulamada ve ödemede,

3 — İnşaat jeolojisi ile ilgili deneyimlerin, başka tünel inşaatlarına da aktarılabilmesi için, kolayca anlaşılabilir günümüze değin daha çok tanımlara dayalı sınıflamalar kullanılmış ve özellikle Stini (1) tarafından kayaçların dayanımlılığı ile yapıları arasındaki ilişkiler açık ve seçik olarak tanıtılmağa çalışılmıştır.

Kaya içindeki tünel inşaatlarında; sağlam (duray), zamanla kırılğan, gevrek ve baskılı şeklinde dört ana grup kullanılmakta ve bunlar yerine göre daha da bölümlendirilerek, geçici sağlamlaştırma girişimleriyle bağdaştırılmak istenmektedir.

Burada; örnek olarak, yukarıda anılan Prutz-Inst basınçlı su tünelinin yapımında kullanılan ve çok zor koşullarda bile olumlu sonuçlar veren dağ sınıflaması konu edilecektir.

Bu sınıflama, öncelikle ilerleme sırasındaki koşulların saptanması için düşünülmüştür. Kalıcı tünel kaplamasının boyutlandırılması için ise, iç su basınçları, çatlak (boşluk) suyu basıncı, dengelenmiş ikincil gerilme durumları v.b. gibi diğer etmenlerin dikkate alınması gerekmektedir. Bu bakımdan her kayaç sınıfı için kesin çizgilerle, kalıcı bir tünel kaplama profilinin önerilmesi her zaman uygun düşmeyecektir.

Kayaç Sınıfı	Kayacın Duraylığı	Sağlamlaştırma Türü
A	Sağlam (Duray)	Sağlamlaştırmaz
B	Zamanla Kırılğan	Başın Korunması
C	Zamanla Çok Kırılğan	Tavan İksası
D	Gevrek	Hafif Tahkimat
E	Çok Gevrek	Orta Ağır Tahkimat
F	Baskılı	Sürgülü Tahkimat (Arın Hariç)
G	Çok Baskılı	Arın Dahil Sürgülü Tahkimat

Çizelge 1 — Tünel Açılmasında Sağlamlaştırma Türüne Bağlı Olarak, Kayaçların Duraylığı (In Hidroelektrik Eantrali-Prutz-Inst TIWAG)

Alışlagelmiş ağaç tahkimatın yerini, giderek çelik bağlar, püskürtme beton ve kaya ankrajları gibi diğer sağlamlaştırma önlemlerinin almakta oluşu, belirli bir sağlamlaştırma türüne ait bağınların saptanmasını zorlaştırmaktadır. Büyük bir olasılıkla; günümüzdeki anlamıyla geçici iksalar, yerlerini pek özel durumlar dışında, kalıcı iksanın bir parçası olan sağlamlaştırma önlemlerine bırakacaklardır. Bu bakımdan, belirli bir sağlamlaştırma önlemine göre tanımlanan kayaç sınıflarına kayıtsız şart-sız bağlanması, bazı koşullar altında, belki de tünel ya-

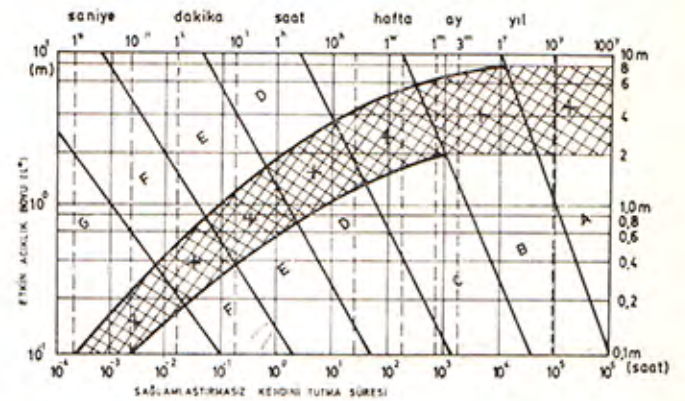
pım tekniğinin gelişmesini durduran engelleri oluşturacaktır.

Bu nedenle de, günümüze kadar, ulaşan, niteliksel ve uz-çok sübjektif olan kayaç değerlendirmelerinin yerlerini, ölçülebilen büyüklüklere bırakması arzulanmaktadır. Burada ilk akla gelen "Zaman"dır.

Duray olmayan dağ kesimlerindeki kazılarda, zaman etkisinin büyük önemi genelde bilinmektedir ve Stini (1) ile Terzaghi (2) tarafından yeterince koru edilmiştir.

ile belirtilmiştir. Tünel yapılarımızda en çok karşılaştığımız değerler, yaklaşıklıkla taralı bölge içinde kalmaktadır. Bu yer belirlemesinin kesinlikle yapılabilmesi, ancak büyük kırılma ve kavlaklanmaların gözlenmesi, veya en azından bunların pek yakın bir gelecekte oluşacağı ile ilgili gözlemlerin bulunması, yani gerçek duraylık süresinin bilinmesi ile mümkündür. Bütün diğer durumlarda; duraylık süresi yerine, kısa gözlem süresi değerleri taşınabilmektedir ki, bu takdirde gerçek karakteristik nokta, daima taşınan bu değerlerin daha sağında yer almak zorundadır.

Özellikleri değişmeyen belirli bir kayaç türü için, birbirine ait t ve 1^* çiftleri, basitleştirmek için doğrusal olduğu varsayımıyla, bir çizgi oluşturmakta ve uygulamada bu doğrunun taralı kesimi kullanılmaktadır. Doğruların eğimi, boşluk boyutunun kayacın tünel açılabilme özelliğine olan etkisini vermektedir. Ancak burada, tünel ekseninin süreksizliklere göre olan konumları, çalışma yöntemi, yeraltı suyu gibi öteki etkilerin değişmediği varsayılmaktadır. Dayanıklılığın (Duraylılığın) azalması ile kayacın, boşluk hacminin artmasına karşı daha duyarlı hale gelmesi, deneyine dayalı bilgilerden ve dolayısıyla bu çizgiler uygun olmayan yeraltı koşullarında daha yatık konum almaktadırlar.



Şekil 2: Tünellerde duraylık süresine t (k) ve sağlamlaştırmasız serbest dayanma açıklığına bağlı olarak kayaçların duraylığı

Prutz-İmst'teki değerler, Şekil 2'deki diyagramda görüldüğü gibi (1. çizelgeye uygun olarak) kayac sınıflamasını verecek şekilde gösterilebilmektedir. Böylelikle, kabul-lenilebilir sınırlar içinde, incelenen bölgenin oldukça uyumlu bir bölümlendirmesi yapılabilmektedir.

3. Çizelgede her kayaç sınıfının tipik değer çiftleri ve taşınan sınır çizgilerinin denklemleri verilmiştir.

Birbirini izleyen kayaç sınıfları arasındaki duraylılık süresi oranı, en azından 10 olduğundan, farklılıklar öylesine belirgindir ki, sıralama yaparken herhangi bir güçlük çıkmamaktadır.

Önerilen bu değerlendirme yöntemi; ayrıca, dayanma açıklığı dışındaki etmenlerin belirtilmesinde de kullanılabilir. Şekil 3'te, t ve 1* arasındaki ilişkilerin belirli bir kayac içinde nasıl değişebileceği şematik olarak gösterilmeğe çalışılmıştır.

Dağın Niteliği	T ₁	Geçici	Kalıcı
1 Sağlam, özürsüz kaya		Çelik Beton veya Çelik Ankraj Sağlamlaştırmasız	Çelik Bağ Ağaç İksa Duray
2 Özürsüz, tabakalı veya klivajlı kaya	÷24	Çelik Ankraj	Demir beton ankraji - püskürtme beton
3 Çok çatlaklı ve kırıklı kaya	24÷1		
4 Tümüyle paralanmış kaya	0	—	Madenci Tahkimatı- çelik bağ veya ağaç direkler
5 Psödo (aldatıcı) sağlam kaya			
6 Yüzeye yakın az basınçlı kaya	Bir kaç gün ila birkaç saat ²	Demir beton ankraji- püskürtme beton veya geçici iksa olarak yalnızca çelik hasır veya ağaç desteklere yardımcı olarak demir beton ankraji henüz deneyim yok	Madenci tahkimatının gerekli olduğu durum- larda çelik bağ veya ağaç direkler
7 Derindeki, etkin dağ basınçlı kayac			Beton
8 Kabaran-şişen kaya			
9 Silt, kil			
10 Kum, çakıl, Moloz, kohezyonsuz kaya	0	—	Madenci tahkimatı - çelik bağ veya ağaç direk

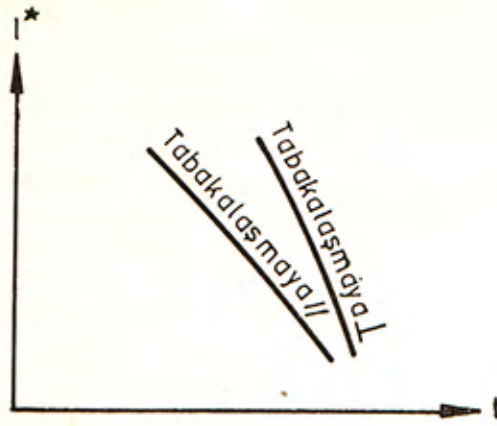
1) T = Saat olarak tünel duvarının kendini tutma süresi

2) Diğer jeolojik koşullara ve su durumuna bağlı olarak

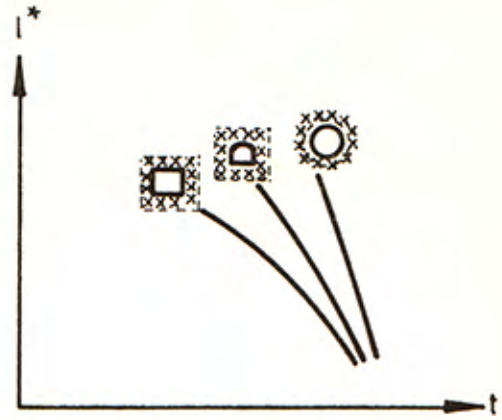
Çizelge 2 — Değişik Ankraj Türlerinin Kullanımı için L.v. Rabcewicz'e (3) göre dağ sınıflaması

Kayaç Sınıfı	Duraylık Süresi ve Dayanma Açıklığı için Örnekler	Sınır Çizgilerinin Denklemleri t (saat), 1* (m) olarak...
A Sağlam (Duray)	20 yıl 4 m.	$t.1^{1.0} = 1.0.10^5$
B Zamanla Kırılğan	6 ay 4 m.	$t.1^{1.2} = 2.5.10^3$
C Zamanla çok Kırılğan	1 Hafta 3.0 m.	$t.1^{1.4} = 6.3.10^1$
D Gevrek	5 Saat 1.5 m.	$t.1^{1.6} = 1.6.10^0$
E Çok Gevrek	20 Dakika 0.8 m.	$t.1^{1.8} = 4.0.10^{-2}$
F Baskılı	2 Dakika 0.4 m.	$t.1^{2.0} = 1.0.10^{-3}$
G Çok Baskılı	10 Saniye ... 0.15 m.	

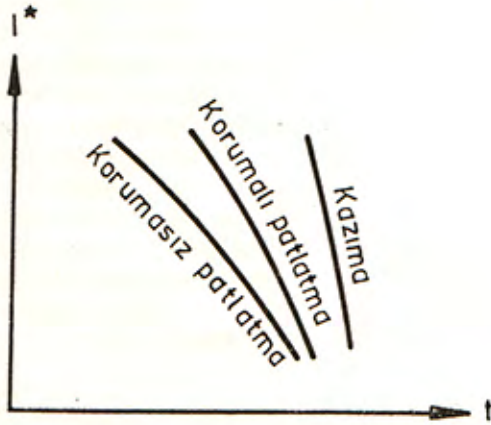
Çizelge 3 — 1. Çizelgeye göre, 1* Açıklığındaki bir Tünelin Duraylık Süresi t (h) ne bağlı olarak kayacın duraylık sınırlarını gösteren çizgiler ve tiplik örnekler



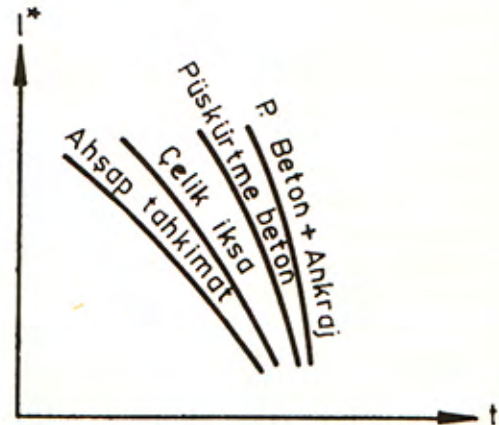
a) Tünel eksenini doğrultusu



b) Kesit biçimi



c) İlerleme(kazı) yöntemi



d) Sağlamlştırma yöntemi

Şekil 3: Tünel açımında değişik faktörlerin kayacın dayanıklılığına etkisi

a) İnşaat jeolojisi açısından önem taşıyan süreksizliklere göre tünel ekseninin konumunun etkisi

b) Tünelin kesit biçiminin etkisi

c) İlerleme (kazı) tekniğinin etkisi

d) Sağlamlştırma yönteminin etkisi

Deneyim verilerinin sistemli olarak değerlendirilmesi ve gösterilmesi ile umut edilirki, tünel uygulamaları için büyük önem taşıyan öteki etmenler de sayısal olarak keşfedilebilecektir.

Yazın

1 — Stini J. : Tunnelbaugeologie. Wien, Springer Verlag 1950

2 — Terzaghi : Proctor u. White, Rock-tunneling with Steel-Supports, Youngstown, Ohio, 1946.

3 — Rabcewicz, L.v.: Die Ankerung im Tunnelbau ersetzt bisher gebräuchliche Einbaumethoden, Schweiz. Bauzeitung, 75 (1957) H.9.

4 — Lauffer, H. : Das Innkraftwerk Prutz-Imst. Öst. Wasserwirtsch. 7 (1955), H. 5/6.

YAPILARDA KULLANILAN TAŞLARDA GÖZLENEN BOZULMALAR VE İYİLEŞTİRME YÖNTEMLERİ

M. ERDOĞAN*

Giriş

İnsanlığın tanıdığı evrimler, ilkel toplumlardan modern toplumlara dek tarihsel gelişim içinde izlendiği an, taşların, her dönemde değişik amaçlar için farklı şekil ve biçimlerde araç olarak kullanıldığı görülür. İlk insan o devredeki bilgi birikimi azlığına karşın, onca taş türü arasından kendisini korumada, avını yakalamada kullanacağı taşı, özsevisi yardımı ile kolayca ve isabetli bir şekilde seçebilmiştir. İzleyen yıllarda toprağa yerleşme düşüncesi ağırlık kazanırken sığınak yani barınak anlayışında değişmiştir. Her yeni toplum geçmişteki deneyimlerin mirasçısı olmuş ve onları gereksinme duyduğu herşeyi gerektiği gibi yapma çabasını ortaya koyarken kullanmıştır. İnsan zamanla kişilik kazandıkça egosu keskinleşmiş, çok toplumlu döneme geçilmiş ve bunun sonucu sanat anlayışı daha da olgunlaşmıştır. Derken, toplumlararası varolma savaşında bir kısmı yok olurken yenileri doğmuş, fakat ortaya koydukları eserlerden birçoğu günümüze dek ulaşmıştır.

Karşısında bugün bile hayranlıkla seyretmekten kendimizi alamadığımız bu eserlerin, çetin doğal koşullar altında ayakta kalabilmesi, gelecek nesillere aktarılabilmesi özel bir çabayı, araştırmayı gerektirmektedir.

ÖZET

Yapıda kullanılacak malzemenin bilinçli seçimi, şüphesiz yapının ayakta kalma süresini etkilemektedir. Ancak, doğal etkenler karşısında varlığını sonsuza dek sürdürecektir bir doğal malzemeden de söz edilemez.

Yanlış malzeme seçimi, olumsuz temel koşulları, hatalı işleme, iklim, hava kirliliği, yangın, deprem, kimyasal ve biolojik etkenlerle tarihsel eserler, zaman içinde hızla yıkılmaktadır. Bu nedenle günümüzde, sanat değeri olan ve yüzyıllardan beri ayakta kalmış, fakat güncel durumu bakım-onarım gerektiren yapıtların iyileştirilmesi, üzerinde önemle durulan bir konu olmuştur.

İlgililer, onarımı gereken bir esere yaklaşırken klasik anlamdaki restorasyonu (ilkselleştirme) yani; yapıda ayrışarak bozulmuş, işlevini artık yerine getiremeyen bir elemanı, yenisi ile değiştirme düşüncesini sürekli geri planda tutmaktadırlar. Hatta ayrışan elemanın yapıdan çekilip alınması çoğunlukla olanak dışı olmaktadır. Bugün sıklıkla uygulanan yöntem; taşlarda bozulmaya neden olan faktörleri ortadan kaldırmak, ayrışmayı durdurmak ve taş özel-

liklerini iyileştirmek (consolidation) şeklindedir. Bütün bu çalışmalar daha başlangıçta çok dikkatli olmayı gerektirmektedir. İyileştirmek amacıyla kullanılan kimyasal maddelerin ve uygulama yönteminin yanlış seçimi, tersine bir etki yaparak ayrışmayı hızlandırmaktadır. Bu nedenle başlangıçta, acele edilmeksizin, bozulmaya yüz tutmuş elemanlardan örnekler alınarak laboratuvar çalışmalarının yapılması, bozulma nedenlerinin saptanması ve uygulanmasında yarar görülen onarım yöntemlerinin denenmesi ve sonuçların gözlenmesi daha emin yol olmaktadır. Elde edilecek sağlıklı sonuç jeolog, kimyacı, mimar, arkeolog, biyolog ve meteorologların ortaklaşa çabaları sonucu elde edilebilmektedir. Sunulan bu yazıda, yapılarda kullanılan taşlarda gözlenen bozulma nedenleri üzerinde durulacak ve iyileştirme yöntemlerinden kısaca söz edilecektir.

TAŞLARIN BOZULMASINA NEDEN OLAN FAKTÖRLER

Taşların, çevreleyen koşulları altında ve zaman içinde ayrışmaları doğal bir değişimdir. Ancak, malzemelerde gözlenen bozulmaların yaşanmadan mı (taşın normal koşulların etkisi ile yorulması ve yıpranması), yoksa yapının yer aldığı çevredeki olumsuz etkilerden mi kaynaklandığı kesinlikle saptanmalıdır. Daha başlangıçta bu sorunun yanıtı açıklık kazandıktan sonra düşünülen iyileştirme programı uygulanabilir. Yaşlanmanın yol açtığı bozulma derecesi, taşın geldiği yer olan ocaktaki kalıntılara bakılarak veya yapıda çok iyi korunmuş kısımlar incelenerek ayırtedilebilir. Çevre kirliliği, taş içinde gelişen kimyasal olaylar, bakteri ve mikroorganizma etkileri vb., taştan alınan örnekler üzerinde yapılacak kimyasal analiz ve mikroskop çalışmaları yardımı ile ortaya çıkartılabilir.

Yapılan gözlemlerden taşların ayrışmasına neden olan faktörlerin şunlar olduğu belirlenmiştir.

- 1 — Taş özelliklerine bağlı olumsuzluklar,
 - 2 — Taşın seçimi, işlenmesi ve yerleştirilmesi sırasında yapılan hatalar,
 - 3 — Fiziksel olaylar,
 - 4 — Kimyasal olaylar,
 - 5 — Bakteri ve mikroorganizma etkileri
- İzleyen satırlarda bu faktörler tek tek ele alınarak kısaca irdelenecektir.

(*) İ.T.Ü. Maden Fakültesi, Mühendislik Jeolojisi ve Kaya Mekaniği Kürsüsü

1 — Taş Özellikleri

Eski eserler alıcı gözle incelendiği an çoğunda, taşıma sorunu düşünülerek, çevreye yakın taşlar kullanılmıştır. Ulaşım güçlüğü karşısında taş seçimi ister istemez sınırlanmıştır. Oysa taşların ayrışmasında;

- taşın litolojisi,
- mineralojik ve petrografik özellikleri,
- kimyasal bileşimi,
- Yapısal özellikleri,
- fiziko mekanik özellikleri

Önemli rol oynayan ve taş seçimi sırasında göz önünde bulundurulması gereken özelliklerdir.

Taşın litolojisi

Yerinde ve laboratuvarında yapılan gözlemlerden elde edilen sonuçlara göre tortul taşlarda bozulma-ayrışma, metamorfik ve magmatik taşlara oranla çok hızlı olmaktadır. Özellikle kalker, konglomera, kumtaşlarında erime, çiçeklenme, ayrılma ve kabuk oluşumu şeklindeki değişimler daha yaygındır. Metamorfik ve magmatik kökenli taşlar yapı ve dokuları gereği, genelde, tortul taşlara göre dayanıklıdır.

Mineralojik ve Petrografik Özellikler

Metamorfik ve magmatik taşlarda; mineral türü, boyutu, kenetlenme derecesi, tortul taşlarda tane boyutu, çimentonun cinsi önemlidir. Diğer yandan kristallerin birbiri ile olan durumu, dilinim sistemleri, kristallerarası boşluklar, taşın direncini belirlemektedir. Ayrışmaya, şişmeye yatkın mineraller taş dokusunu zayıflatmakta, bozulmayı hızlandırmaktadır.

Kimyasal bileşim

Taşın ve minerallerin kimyasal bileşimi, mineral göçü ve taşın zayıflaması açısından göz önüne alınmalıdır. Karbonatlar zamanla erimekte, sülfatlar su karşısında hacimsel değişikliğe uğramakta ve bakteri türemesini hızlandırmaktadır.

Yapısal Özellikler

Taşların ayrışmasında bir katalizör görevi yapan su, taş içindeki boşluklarda, çatlaklarda dolaşırken, her türden agresif maddeleride taşın derinliklerine kadar sürüklemektedir. Taş içindeki boşluklar donma-çözülme, bakteri-liklen yerleşmesi ve ikincil reaksiyonların sonunda açığa çıkan tuz minerallerinin birikmesine yardımcı olmaktadır.

Fiziko-Mekanik Özellikler

Kısaca birim hacim ağırlığı, su emme, porozite, boşluk oranı şeklinde bilinen fiziksel özellikler, dış etkenler karşısında taşın davranışını belirlemektedir. Taşın donma - çözülmeden etkilenmesi boşluk boyutuna, dağılımına, birbirleri ile ilişkili olup olmayışına bağlıdır. Deney sonuçlarına göre boşluk boyutu 50 μ dan küçük olan taşlar donma-çözülme olayında, iri boşluklu taşlardan daha fazla etlenmektedir. Malzemelerin termik iletkenlikleri, genleşme katsayıları, ısınma - soğuma sırasında ortaya çıkan değişimler yönünden gözönüne alınmalıdır. Bunun yanında taşların basınç, çekme, kesme, eğilme dirençleri yapı elemanın sistem bütünü içindeki çalışma durumunu etkilemektedir.

2 — Taşın Seçimi, İşlenmesi ve Yerleştirilmesi Sırasında yapılan Hatalar.

Taşın ocaktan çıkartılma yöntemi, işlenmesi ve yapıya yerleştirilmesi çok önemlidir. Ocaktan patlatma yoluyla çı-

kartılan taş daha başlangıçta, patlatma şoku ile gözle görülmeyen süreksizlikler kazanmaktadır.

Yüzeylerin şekillendirilmesi sırasında kullanılan alet, teknik, yüzeylere verilen aşırı detay ve küçük pürüzler taşın dış cephesindeki belirli bir kalınlığı zayıflatmaktadır. Taşların üst üste yerleştirilmesinde subasmana dayanıklı olanların seçilmesi, birleşme yerlerinin alabildiğince düz, dudak-dudağa ve derz bırakılmadan yapılması, taşın tabakalanmaya dik yük alacak şekilde konulması daha sağlıklı olmaktadır.

3 — Fiziksel Olaylar

Yapı taşlarının ayrışmasına, parçalanmasına neden olan başlıca fiziksel olaylar; donma-çözülme, termik şok, buharlaşma, yoğunlaşma, hidrotasyon, boşluklarda tuz kristallenmesi gösterilebilir. Atmosferdeki bağıl nem oranı, temelden kapillorite ile su yükselimi, yağış sularının taş yüzeyinden içeriye doğru nüfuz etmesi, su içeriğini arttırmaktadır. Bünye suyunda artan tuz konsantrasyonu buharlaşma ile boşluklarda kristallenmekte, taş içinde gerilmelerin doğuşuna neden olmaktadır. Çoğun hava kirliliğinin bir sonucu olarak porlerde oluşan jips buharlaşma ile anhidrite dönüşmektedir. Donma-çözülme olayının etkilerinde gözönüne alındığı an taşlarda kabuk oluşumu, oyulma, çiçeklenme mekanizması açıklık kazanmaktadır. Alterasyon bir kez başlayınca kimyasal reaksiyonlar mikroorganizmalar, likenler için gelişme ortamı doğmakta ve taşın ayrışması günden güne hızlanmaktadır.

4 — Kimyasal Olaylar

Daha önceden değinildiği gibi çeşitli yollarla taş içinde toplanan elementler, su içeriği artınca, kendi aralarında reaksiyonlara girerek tuzları meydana getirmektedir. Oluşan tuzlar taşın su içeriğine bağlı olarak taş boşluklarına yerleşmekte, zaman zaman yeniden kristallenerek por içi gerilmelerinin artmasına sebep olmaktadır. (Önceki çalışmalardan taşların ayrışmasında sülfat (Jips-anhidrit), nitrat, karbonat (kalsit)larla klorür bileşimli tuzların etkili olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 1-2).



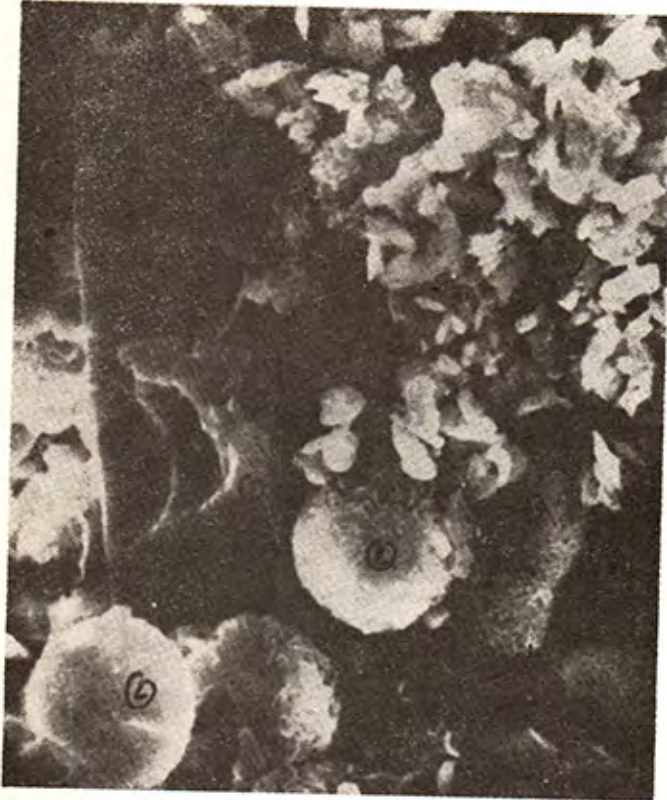
Şekil 1: Taş boşluklarında tuzlanma ile oluşan jips gülü. S.E. Mx 1000 (L.D. CAPİTANİ'den 1976).



Şekil 2: Volkanik tuf boşluklarında çevre kirliliğine bağlı olarak oluşan jips kristalleri. S.E. Mx 1500 (J.P. CAUTRU'den 1976).

5 — Mikroorganizma etkileri

Taş üzerinde yaşayarak sülfat, nitrat üreten sülfat, nitrat bakterileri ve tyobosiller önemli ölçüde ayrışma ola-



Şekil 3: Kalker boşluklarında kristallenen jips (1) ve kalsit kristalleri (3) ve mikroorganizmalar (2). S.E. Mx 2000 (J.P. CAUTRU'den 1976).

yına katılmaktadır. Sülfat bakterilerinin ürettikleri SO_4^{2-} lar karbonat bileşimli taşlarda jips - anhidrit dönüşümüne yardımcı olmaktadır. Nitrat bakterileri ise salgıladıkları enzimlerle nitrat, nitritleri meydana getirmekte ve bu yolla taşları kemirmektedir.

Taş üzerinde koloni şeklinde yaşayan mantarlar, likenler, yosunlar ve algler oksidasyon-redüksiyon reaksiyonlarını hızlandırmakta, taşları yıpratmaktadır (Şekil: 3).

Taşlarda gözlenen bozulma türleri

- ① Erime
- ② Oyulma
- ③ Çiçeklenme
- ④ Kabuk oluşumu

Şeklinde sıralanabilir.

Erime: Daha çok içerisinde karbonat, klorür sülfat bileşimli mineral içeren taşlarda görülmektedir. İçerisinde agresif elemanlar bulunduran su gevşek dokulu bu türden taşları zamanla eritmekte ve büyük boşluklar meydana gelmektedir.

Oyulma: Karbonatlı taşlarda, kumtaşlarında ve konglomeralarda, oyulma şeklindeki bozulmalara yaygın olarak rastlanmaktadır. Çoğun tabakalaşma düzlemine paralel bir dizilime gösteren boşluklar, ya çimentonun ayrışması ile kum ve çakılların düşmesi, veya küçük boyutlu porların donma-çözülme, yeniden kristalleşme, bakteri-mikroorganizma faaliyetleri ile genişlemesi sonucu oluşmaktadır. Bunun yanında rüzgar, dalga etkileri oyulmayı etkilemektedir (Şekil: 4 - 5).

Çiçeklenme: Bina dış yüzeyinde tuzlanma şeklinde kendini göstermektedir. Taşın boşluklarına yerleşen tuzlar, boşluk suyunun buharlaşma ile ortamdaki çok yavaş bir şekilde uzaklaşması halinde yüzeye kadar taşınmadıklarından çiçeklenme oluşmaktadır. Eğer buharlaşma hızlı ise çiçeklenme görülmemektedir (Şekil: 6).

Kabuk oluşumu: Dış etkenlerle taştan ince bir kısım ayrılarak sağlam yüzeyden ayrılmakta ve yer yer düşmektedir. Bu olay kabuk oluşumu şeklinde tanımlanmaktadır (Şekil: 7).



Şekil 4: Kalkerlerde denizel hareketler sonucu oluşan oyulmalar. (J.P. PAULY'dan 1976).



Şekil 5: Marnlı kalkerlerde gözlenen oyulmalar (R. MANARESSI'den 1976).



Şekil 6: Temelden kapilarite ile su yükselimi sonucu kabuk oluşumu (A. ARNOL'dan 1975).

Taşların Korunması

Taşlarda ortaya çıkan bozulmalar nedenleri ile birlikte belirlendikten sonra, koruma aşamasına geçmeden önce bina cephesinin kir - tozlardan temizlenmesi, kırık ve eksik kısımların onarılması gerekmektedir. Daha sonra laboratuvar çalışmalarında yardımı ile sağlamlaştırma yöntemi-ne ve kullanılacak solüsyon türüne karar verilmektedir.

Bina Cephesinin Temizlenmesi

Yapı cephesinde biriken toz, kir ve düşmeye yüz tutmuş kısımları temizlemeden kullanılacak sağlamlaştırma

yöntemleri etkili olmamaktadır. Çok değişik temizleme yöntemleri günümüzde kullanılmaktadır. Kullanılan her temizlik yönteminin ve maddesinin kendisine özgü kullanıma koşulları, yarar ve sakıncaları vardır.



Şekil 7: İnce elemanlı kumtaşlarında yüzeysel ayrışmaya bağlı kabuk oluşumu (R. MANARESSI'den 1976).

a — Mekanik yolla temizleme

Yapı cephesinde zamanla oluşan kir ve toz, taş içine dek girmiş ve sabitleşmişse mekanik yolla temizleme daha iyi sonuç vermektedir. Bazen zımpara taşı kullanılmakta, bazen de ince kum taneleri basınç altında temizlenecek yüzeye püskürtülmektedir. Şayet yüzeydeki ayrışan kabuğun kaldırılması istenmiyorsa, bina cephesinde işleme ve süsleme gibi, ayrıntılar varsa mekanik yolla temizlemeden kaçınılmalıdır.

b — Hidropnömatik yol.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Normal şehir suyu veya temizlemeyi hızlandırmak için katkı maddelerinin ilavesiyle hazırlanan çözelti belirli basınç altında temizlenecek sathı püskürtülerek ayrışan kısımlar, toz, kir kolayca ve ucuz olarak kaldırılmaktadır. Temizleme sırasında bol miktarda su kullanıldığı için taş içine su sızması ihtimali bu yöntem için bir sakıncadır.

c — Suyun ince bulut halinde yüzeye püskürtülmesi ve fırça yardımıyla yıkama.

Doğal temizlemeye yakın bir yöntemdir. Cephede yıkama ve bozulmalara neden olmaz, fakat her zaman etkili değildir. Yavaş çalışma zorunluğu, fazla suyu gereksinme, suyun taş içine dek girmesi olasılığı, yıkama sonrası yüzeyin kurutulması şartı en büyük sakıncasıdır.

d — Kimyasal maddelerle temizlik

Kimyasal maddelerle temizleme yaparken zararlı olmayan bir solüsyona karar vermek gerekir. Hazırlanan temizleme sıvısına çoğunlukla sabun tozları, deterjanlar ve asit çözeltisi ilave edilir. Yöntem çok etkilidir. Temizlenme sonrasında bina cephesinde seçilen temizleyici madde artıklarının kalmamasına dikkat etmek gerekir, aksi halde çiçeklenmeye yolaçabilir. Çalışan kişilerin sağlığı, satıhta kimyasal madde artıklarının kalması halinde çiçeklenme ihtimali, pahalı oluşu, bu yöntemin en büyük sakıncalarıdır. Daha çok statülerin temizliğinde kullanılır.

e — Attapuljit ve Sepiyolit yöntemi.

Attapuljit veya sepiyolit su ile karıştırılıp pelte halinde temizlenecek sathı yayılır ve kurumaya terk edilir. Hazırlanan pelte absorban olduğu için kiri yüzeyden çekerek alır. Statülerin temizliğinde sıklıkla kullanılmaktadır.

f — Lazer ışını ile temizleme

Temizlenmesinde güçlükle karşılaşılan küçük yüzeyler için kullanılır. Çok pahalı oluşu nedeniyle statülerin temizliğinde kullanılmaktadır.

TAŞLARIN ONARILMASI

Temizleme işlemi bittikten sonra yapıdaki kırık-çatlak ve eksik olan kısımların onarımına geçilir. Bu amaçla hazırlanmış özel patentli karışımlar kullanılır. Almanya'da; MAROMİT, MİNEROS, Amerika'da; DEKOSİT, Fransa'da CIMENT METALİQUE, GAYSTON gibi patentli onarım maddeleri onarımda kullanılmaktadır. Yukarıda sayılan hazır patentli onarım maddeleri sabit renkli taşlarda çok iyi sonuçlar vermesine karşın kristalli ve renkli taşlarda iyi sonuç vermemektedir.

Sağlamlaştırma ve Koruma Maddeleri

Gerek koruma (protection) gerekse sağlamlaştırma (consolidation) için kullanılan maddeler şu özellikleri taşımak zorundadır.

- 1 — Kimyasal madde zamanla renk değiştirmemeli,
- 2 — Özellikleri malzemenin direnç ve termik özelliklerine yakın olmalı,
- 3 — Reversible (istenildiği an temizlenebilmeli),
- 4 — Taşın solunumuna izin vermelidir.

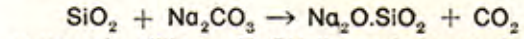
Konsolidasyon ve proteksiyon maddelerini taş cinsine göre reçete şeklinde vermek olanak dışıdır. İsterse taş birleşim olarak aynı olsun, birinde iyi sonuç veren solüsyon diğeri içinde aynı sonucu verecektir beklentisine girmek büyük yanılgı olacaktır. Her taş için değişik solüsyonları denemek ve en iyi sonucu vereni seçmek doğru yoldur.

Konsolidasyon veya proteksiyon maddelerini kullanmadan önce temelden kapilarite su yükselmesi ihtimalini kaldırmak, bina içinde yoğunlaşan buharın dış cepheye çıkmasını önlemek, duvar içinde su dolaşımını durdurmak gerekir. Aksi halde uygulanan maddeler kısa sürede kopmakta ve yapı cephesine çirkin bir görünüm vermektedir. Günümüzde değişik kimyasal solüsyonlar koruma ve sağlamlaştırmak amacıyla kullanılmaktadır.

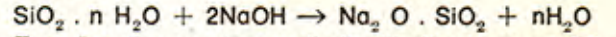
1 — Alkali Silikatlar (Na_2SiO_2 , K_2SiO_2)

Alkali silikatların kullanım tarihleri M.Ö. 1400 yıllarına ait uzanmaktadır. Kısaca Na, K silikatlar olarak bilinen bi-

leşim, 1400°C de kuvars kumu ile birlikte Na_2CO_3 veya K_2CO_3 'un eritilmesi sonucu elde edilir.



veya sulu silikatın NaOH ile reaksiyonundan yararlanarak elde edilir.

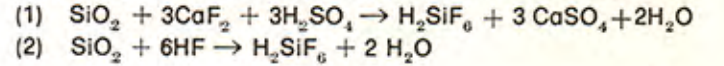


Taş yüzeyine uygulanan alkali silikatlar havanın CO_2 ile sertleşmekte ve Na_2CO_3 , K_2CO_3 oluşmaktadır. $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ silis jeli şeklinde saydam olarak katılaşmakta ve taşı konsolide etmektedir.

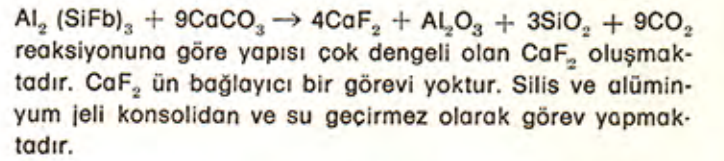
Na silikat veya K silikat'ın karbonatlarla birleşmesi Na_2CO_3 ve K_2CO_3 gibi eriyebilen tuzların oluşumuna, çiçeklenmeye yol açmaktadır.

2 — Fluosililik Asit Tuzu (H_2SiF_6)

Sülfürik asitle konsantre olmuş CaF_2 tuzunun ısıtılması ile (1), veya HF ile reaksiyonu (2) sonucu elde edilir.



Ayrıca fluosilik asitin değişik metallerle yaptığı, (Fe, Al, Pb) tuzlar yıllardır karbonatlı taşların onarımında kullanılmaktadır. Örneğin Alüminyum fluosilikat karbonatlı taş korumasında kullanılırsa,



Alkali silikatların tersine, bu işlem sonunda çözülen tuzlar açığa çıkmamaktadır. Fluosilik asit, yüzeydeki ayrışma toz haline gelmişse çok iyi sonuç vermektedir.

3 — Mumlar

Mumlar bir yağ asiti esteridir. Kullanılma tarihleri M.Ö. dek uzanmaktadır. Doğal mumlar hayvansal, bitkisel veya mineral kökenli olabilirler. Sentetik yolla elde edilen mumlar polimerize olmuş hidrokarbürlerdir. Mumlar daha çok su geçirmezliği istenen yerlerde kullanılmaktadır.

4 — Vinilik Polimerler

Esası vinil türevli monomer bileşenlerdir. Vinil türevleri çok geniş bir termoplastik grubu oluşturmaktadır ve daha çok koruyucu kaplama şeklinde ve yapıstırıcı olarak kullanılmaktadır. Özellikle su girişini önliyen bir özelliği vardır. En çok kullanılan türleri arasında polivinil alkol, (PVA) ve polivinil klorür (PVC) dır.

PVA'nın dış etkenlere karşı direnci çok yüksek ve uzun ömürlüdür. Su buharı geçişine müsaade eder. Böylece duvar içindeki buhar dışarı çıkabilir. Aşınmaya karşı dayanıklıdır. PVC, ışık ve sıcaklık altında klorürlerin serbest hale geçmeleri sonucu parçalanma özelliği vardır. Bu yüzden PVC, Stearat, kurşun silikat veya epoksi reçineleri ile karıştırılır ve dengeli hale getirilir.

5 — Epoksi Reçineleri

Bu reçinelerin yapıları lineer bir dizilim gösterir. Epoksi reçineleri poliamin yada karboksilik asit ile karıştırılırsa katılaşma özelliği kazanır. Epoksiler hem konsolidasyon hem de proteksiyon maddesi olarak kullanılabilir. Epoksi-

lerin sertleşmiş haldeki mekanik özellikleri son derece iyidir. Epoksilerin en büyük sakıncaları zaman içinde renk değiştirmeleridir.

6 — Doygun Olmayan Polyesterler

Polyester molekülleri, polimer ve vinil grubunda olduğu gibi lineer bir dizilim gösterir. Uygulamadan önce içine bir miktar streñ katılırsa molekül diziliş i çok yavaş olmaktadır. Hızlanmayı sağlamak amacıyla içine kobalt naftenat, dimetil veya anilin dietil karış tırmak gerekmektedir. Son zamanlarda, uygulama sırasında, hızlı katılaş ma için polimerler içine parafin ve polyester bazlı cila katılmaktadır.

Esnek ve ş oka karşı dayanıklı olan polyesterler daha çok konsolidasyon maddesi olarak kullanılmaktadır. Zamanla renk değiştirebilirler. Bunun önlemek için bileş ime bir miktar benzofenol katılır. Biyolojik faktörlere karşı çok dayanıklıdır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- MAMİLLAN, M. (1963): Recherches récentes sur le nettoyage des façades en pierre calcaire. Revue Annales de l'institut technique du bâtiment et des travaux publics.
- TARALON, J. (1965): La Maladie de la pierre des Monuments historiques de la France Numeros hors serie, Paris.
- MAMİLLAN, M. (1976): Nuvelles Connaissances pour l'utilisation et la protection des pierres de construction. Annales de l'institut technique du bâtiment et de travaux publics, Paris.
- MAMİLLAN, M. BOUİNEAU, A (1976): Etude de L'Asséche-ment des Murs Soumis á des Remontées capillaires. Centre experimental de recherches et d'etudes du batiment et de travaux publics, Paris.
- ICOMOS (1976), 2^{me} colloque international sur la détérioration des pierres en oeuvre. Athéns.
- FURLAN, V., (1977): Aperçu sur les désagréments et dégâts provoqués par l'eau dans les constructions. Laboratoire des matériaux pierrex de l'EPF, Lausanne.
- AMOROSO, G.G. - FELİX, C. (1978): Les Produits de traitements de la pierre de taille et la lutte contre l'irreversibilite des processus d'altération. Departement des materiaux-ecole polytechnique de Lausanne.
- JATON, C. (1978): Altération biologiques des pierres. R. laboratoire de recherche des monuments historiques champ/marne.
- FASSİNA, V. (1978): A survey on air pollution and deterioration of stonework in Venice. Scientific department of the restoration Laboratory of St. Gregory.
- FASSİNA, V., LAZZARİNİ, BİSCONTİN, C., (1978): Effects of atmospheric pollutants on the composition of black crusts deposited on venetian marbles and stones. Institut of Industrial chemistry, padova.
- CREO (1979)^{3em}: Congres international sur la deterioration et la preservation de la pierre. Venezia.
- TORRACA, G. (1981). Porous building materials ICCROM. Roma.

4. ULUSLARARASI MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ KONGRESİ

10 - 15 Aralık 1982 Yeni Delhi - Hindistan

IV. Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Kongresi 10 - 15 Aralık 1982 tarihleri arasında, Hindistan'da, Yeni Delhide yapılacaktır. Kongre'ye sunulacak bildiriler aşağıda verilen konulara göre düzenlenecektir:

- 1 — Ortamsal Evrim ve Gelişme İçin Mühendislik Jeolojisi Araştırmaları,
- 2 — Yeraltı Kazıları ve Tünellerde Mühendislik Jeolojisi Sorunları,
- 3 — İnşaat Malzemesi olarak Toprak ve Kaya;
- 4 — Yapay ve Doğal Göllerin Mühendislik Jeolojisi Sorunları,
- 5 — Şelf ve Deniz Kıyısındaki Alanlarda Mühendislik Jeolojisi Sorunları,
- 6 — Mühendislik Projelerinde Sismik ve Sismo Tektonik Araştırmalar.

4. Uluslararası Kongrede, resmi diller, IAEG yönetmeliğine göre, İngilizce ve Fransızca olacaktır. Sunulacak bil-

diriler, 31 Aralık 1982'den önce yayınlanmamış olmalıdır. Bildiri özleri 300 kelimeyi geçmemeli ve 31 Aralık 1981 tarihine kadar aşağıdaki adrese gönderilmelidir:

Dr. Srivastava, K.N.
Secretary, Organising Committee,
IV International Congress, IAEG, India-1982
Geological Survey of India,
Pashpa Bhawan, Madangir Road
New Delhi - 110 062 (India) - Hindistan

Ülkemizde yapılmakta olan mühendislik jeolojisi araştırma ve uygulamalarının 4. Uluslararası Kongrede sunulması çeşitli yönlerden yararlar sağlayacaktır. 4. Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Kongresi'nde Türkiye'nin en iyi şekilde temsil edilmesi ve yapılmakta olan araştırmaların duyurulması için üyelerimizin değerli katkıları beklenmektedir.

Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi
Yönetim Kurulu