



MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ  
TÜRK MİLLÎ KOMİTESİ

# BÜLTENİ

**22**  
SAYI  
YIL SUBAT  
1979

## İÇİNDEKİLER :

KÜLTELERİN MÜHENDİSLİK ÖZELİKLERİ  
VE BUNLARI SAPTAMA YÖNTEMLERİ

K. ERGUVANLI

III. ULUSLARARASI MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ  
KONGRESİ (MADRİD 1978) İZLENİMLERİ

E. YÜZER

YERALTI KAYA YAPILARI MEKANİĞİNDEKİ  
SON GELİŞMELER

M. VARDAR

KARST ARAŞTIRMALARI

S. O. EROSKAY

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 : E. KOŞAR (EİE İDARESİ, JEOTEKNİK FEN HEYETİ MÜDÜRÜ)

ÜYE : Prof. Dr. E. YÜZER (İTÜ, MADEN FAKÜLTESİ)

ÜYE : Prof. Dr. S. O. EROSKAY (İÜ, FEN FAKÜLTESİ)

YAYIN KURULU YÖNETİM KURULUDUR.

YAZIŞMA ADRESİ : **Turhan AKLAN**

DSİ Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuları Dairesi Başkan Yardımcısı  
Yücetepe — ANKARA

## KÜTELERİN MÜHENDİSLİK ÖZELİKLERİ VE BUNLARI SAPTAMA YÖNTEMLERİ

Kemal ERGUVANLI\*

Yerkabuğunu oluşturan mineral ve kütelelerin bir çok özellikleri vardır. Bunlar arasında ilk akla gelen, bunların oluş özellikleri, diğer bir deyişle «Jeolojik özellikleri» dir.

Jeolojik özellikler, minerallerin ve kütelelerin mineralojik ve petrografik bileşimlerine, dokusal ve yapısal karakterlerine, oluş şekillerine, oluş ortamlarına ve zamanlarına göre değişik olmaktadır. Tortul küteleler ayırık, çimentolu, kimyasal ya da organik kökenli olmalarına, tanelerin boyut, biçim ve dizilişlerinin aynı ya da farklı bulunmalarına, çimentolanma, sıkışma (kompaksiyon) ve kristallenme tür, şekil ve derecelerine göre değişik özellikler gösterirler. Diğer taraftan, tortul, magmatik ve metamorfik taşların doku ve yapıları, ayrışma dereceleri, çatlaklı ya da sağlam (som) olmaları, bunların davranışını belirleyen en önemli etmenlerdir.

Kütelelerin yukarda sayılan jeolojik özelliklerinden başka, fiziksel, kimyasal, mekanik, teknolojik ve ekonomik özellikleri de vardır. Jeolojik bir çalışma için bunların kökenlerinin, oluş, şekil, yer ve zamanlarının araştırılması gerekli ve zorunludur.

Kireçtaşlarını ya da killi kireçtaşlarını inceleyen uzmanlar, bunların mineralojik ve petrografik bileşimlerini, doku ve yapılarını araştırırken, bu tür taşların yapı malzemesi (v.b.) kireç, çimento endüstrisinde kullanılmasının düşünülmesi halinde, bu taşların, jeolojik özellikleriyle birlikte, içerilerindeki maddelerin tür ve miktarlarının, kristal boyut ve kristallenme şekilleri v.b. gibi diğer mühendislik özelliklerini de araştırmak zorundadır.

Diğer taraftan çeşitli mühendislik işlerinde, örneğin temel kazılarında, baraj, tünel, yeraltı santral, köprü, yol, v.b. inşaat işlerinde, üst ve alt yapıların projelendirilmesinde, statik ve stabilite hesapların yapılmasında ya da yapılarda kullanılacak malzemenin araştırılmasında, temelin ve kullanılacak malzemenin fiziksel, mekanik, ve teknolojik özelliklerinin saptanması, yapıya ve temele etkimesi olası kuvvetler karşısında doğabilecek deformasyonların ölçülmesi gereklidir. Bu amaçla yapıların türlerine ve büyüklüklerine göre, üzerinde inşaat yapılacak arazinin mühendislik özelliklerini saptamak için, burardan alınan numuneler üzerinde «laboratuvar» da ya da «arazi» de «yerinde» deneyler yapılmaktadır. Laboratuvar deneylerinde, çeşitli mühendislik özelliklerini saptamak için küçük boyutlu numuneler kullanılması, ortam koşullarının tam olarak yansıtılamaması nedenleriyle, zaman,

doğal koşullar altında «arazi deneyleri» nin yapılmasını zorunlu kılmaktadır.

### STANDARDLARIN HAZIRLANMASI :

Her türlü mühendislik yapıları için gerekli ve kaçınılmaz görülen bu «laboratuvar ve arazi deneyleri» nden elde edilen sonuçların herkes tarafından kabul edilmesi için, deneylerin her yerde aynı aletlerle, aynı koşullarda ve aynı yöntemle yapılması zorunludur. Bunun için de, bazı ulusal ve uluslararası kuruluşlar, yapılacak deneyleri standard hale getirmeye başlamıştır. Bu amaçlarda, «Standard», «Norm», «Specification» lar yapmışlardır. Bunların hazırlanması ve kullanılır hale getirilmesi için de özel «Kuruluşlar» ve «Enstitüler», oluşturmuşlardır. Almanya da DIN (Deutsche Industrie Norm), İngiltere'de B.S.S. (British Standard Specification), Amerika'da ASTM (American Standard for Testing and Materials), Türkiye'de TS (Türk Standard) ları kullanılmaktadır.

Her ülkede bu kuruluşlar, pek çok dalda standardlar hazırlamışlardır. Yurdumuzda da Türk Standardlar Enstitüsü (TSE) çeşitli dallarda ve konularda standardlar hazırlamışlardır. Bu standartlarda, geniş kullanım alanı olanlara öncelik verilmiştir. «Makina» Elektrik, İnşaat, v.b. konularda bir çok standard yapılmasına karşın maden, Kaya Mekaniği ve Mühendislik Jeolojisi konularını içeren standardlar, her ülkede olduğu gibi, bizde de yeni ve belki daha çok yenidir.

Uluslararası Kaya Mekaniği Derneği (International Society for Rock Mechanics) kayalar üzerinde, laboratuvar ve arazide yapılacak deneylerin standardlaştırılması için, 1967'de bir komisyon (Commission on Standardization of Laboratory and Field Tests) kurmuş ve bu komisyon ilk toplantısını 1968'de Madrid'de yapmıştır. Bu komisyon, tüm üyelerine yolladığı anket formlarıyla, nelerde hangi deneylerin yapıldığı ve yapıma şekilleri hakkında ayrıntılı bilgi toplamış ve bunlar derlenip, gruplara ayrılmış, önceliklerine göre sıralanmıştır. Bu anket çalışması, 1969'da Oslo'da yapılan toplantıda incelenmiş ve tablo 1'deki gruplamalar ve sıralamalar uygun bulunmuştur. Ayrıca, araştırma deneyleri için de öneriler yapılmıştır. Bu komisyon, 1969'dan sonra her yıl toplanmış hazırlanan son şekiller gözden geçirilmiştir. Eylül 1972'de İsviçre-Lucerne toplantısında, laboratuvar ve arazi deneylerinin ayrı ayrı birer komisyon tarafından hazırlanmasında karar verilmiştir. Bu suretle gelişme ve değiştirilmeye her zaman açık olan bu standartlar, büyük bir alanda, kısmende olsa, uygulamada bir birlik sağlamış bulunmaktadır (Tablo 1).

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

**Tablo : 1 — Standardizasyon İçin Önerilen Deney Grupları**

**Grup I — SINIFLAMA VE NİTELEME :**

**Numuneler Üzerinde Yapılan Laboratuvar Deneyleri :**

- 1 — Yoğunluk, su içeriği, porozite, su emme\*
- 2 — Tek eksenli basınç direnci, nokta yükleme\*
- 3 — Anizotropi indisleri
- 4 — Sertlik, aşınabilirlik\*
- 5 — Permeabilite
- 6 — Şişme ve dayanımlılık (Slake durability)\*
- 7 — Ses hızı\*
- 8 — Mikropetrografik tanımlama\*

**Kaya Kitleleri Üzerinde Yapılan Arazi Deneyleri :**

- 9 — Çatlak sistemleri, yönelim, aralıklılık, açıklılık,\* pürüzlülük, geometri, dolgu ve ayrışma deneyleri
- 10 — Karot yüzdesi, kaya kalitesi niteliği, çatlak aralığı
- 11 — Haritalama ve kaya kalitesi indisi için sismik deneyler
- 12 — Sondajların jeofizik loglaması\*

**Grup II — MÜHENDİSLİK PROJE DENEYLERİ :**

**Laboratuvarda Yapılan Deneyler :**

- 1 — Tek eksenli, basınç üç eksenli basınç ve çekme deneyleri (direnç özelliklerinin Mohr zarflarıyla saptanması)
- 2 — Direk kesme deneyleri\*
- 3 — Plastik özellikler ve zamana bağlı değişim deneyleri\*

**Arazide Yerinde (In-situ) Yapılan Deneyler :**

- 4 — Deformabilite deneyleri\*
- 5 — Direkt kesme deneyleri\*
- 6 — Arazi permeabilitesi, yeraltı suyu basıncı ve akımı su örnekleri alma
- 7 — Doğal gerilme tayini\*
- 8 — Kitle hareketlerinin ön belirtileri, destek basınçları, ankraj ağırlıkları kaya sesleri ve titreşimleri
- 9 — Tek eksenli, iki eksenli ve üç eksenli basınç direnci
- 10 — Kaya ankrajı deneyleri\*.

Kuşkusuz bu gün bütün dünyada, ve yurdumuzda kayalar ve zeminlerde bunlardan başka bir çok deneyler yapılmaktadır. Örneğin, darbe deneyi, don deneyi, dondan sonra basınç; şişme, şişme basıncı ve aşınma deneyleri, basınçlı su deneyleri, standard penetrasyon, Vane kesme deneyleri, granülometri deneyleri v.b. deneyler'de, çeşitli mühendislik işlerinin projelendirilmelerinde gerekli ve zorunludur.

Bu sayıdan itibaren mühendislik jeolojisi ve kaya mekaniği konularında Uluslararası meslek örgütlerinin

hazırlamış oldukları normlardan'da yararlanarak yurdumuzdaki kuruluşlarda en çok yapılan deneyler, yapılış şekilleri, projelerde kullanış birimleri ve yorumlanışları hakkında kısaca bilgi verilmeğe çalışılacaktır.

**STANDARDLARDAN ÖRNEKLER I**

**Kültelerin Petrografik, Tanımlaması, Önemi ve Tanımlama Yöntemleri :**

Yeryüzünde veya yer içinde çalışacak her mühendis, çalışacağı yerde bulunan külteleri tanıması ve bunların mühendislik özelliklerini bilmesi gerekir.

Külteler arazide gözle, ya da 10-12 kez büyüten «Büyüteç»lerle «Makroskobik» olarak tanımağa çalışılır ve bu ilk incelemelere göre de taş a bir isim verilir.

Kültelerin mikroskobik incelemesinde, 1850'den bu yana, taş içindeki mineralleri ve özelliklerini saptamak amacıyla, «Polarizan mikroskop» kullanılmaktadır. Bundan başka, ayrıık olan kültelerin incelenmesinde «Binököler», ince taneli kültelerin örneğin, silt, kil, marn v.b.'nin incelenmesinde ise, 1947'lerden bu yana, «Elektron mikroskop»u ve üç boyutlu, gösteren «Scanning Microscop» kullanılmağa başlanmıştır.

Mühendislik işlerinde önemli olan taşların isimlerinden çok, o taşları oluşturan minerallerin türleri, boyutları, birleşme şekilleri (dokuları), ayrışma dereceleri, içlerindeki boşluk ve fissürlerdir. Bu niteliklere göre de taşların fizik, mekanik, elastik, teknolojik özellikleri, kazılabilme ve betonda kullanılabilirliği değişmektedir. Bunun için her türlü mühendislik işinde, kültelerin ayrıntılı «Mineralojik ve Petrografik Tanımlama»ların yapılması istenir. Bu tanımlamaların, her yerde, aynı şekil ve biçimde, olması için de uluslararası meslek kuruluşları, inceleme yöntemleri hazırlamışlar ve bunların kullanılmasını önermişlerdir.

Uluslararası kaya mekaniği derneğinin bu amaçla oluşturduğu komisyon «Kültelerin Petrografik Tanımlaması» için bir inceleme biçimi önermiştir. Diğer bir deyişle, bu iş için bir «Standard» hazırlamıştır. Önerilen bu standard :

**1 — Amaç,**

**2 — Kullanılan araç ve gereç,**

**3 — Yapılacak işler,**

**3. 1 — İnce kesit hazırlanması,**

**3. 2 — İnce kesitlerin incelenmesi,**

. Mineral türlerinin saptanması,

. Mikrofissür ve ikincil ayrışmaların belirtilmesi

. Tane boyutlarının saptanması,

. Dokusal irdeleme,

**4 — Sonuçların rapor haline getirilmesi**

Bölümlerini içermekte ve her bir başlık kısaca açıklanmaktadır. Aynı komisyon yazılacak raporun şekli ve içeriği hakkında da Tablo 2'de verilen ayrıntılı bilgilerin bulunmasını uygun görmüştür.

\* İşaretili standartlar son şeklini almış olanlardır.



### III. ULUSLARARASI MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ KONGRESİ (MADRİT 1978) İZLENİMLERİ

Erdoğan YÜZER\*

#### GİRİŞ:

Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Birliği (International Association of Engineering Geology, IAEG) tarafından düzenlenen, III. Uluslararası kongre 4-8 Eylül 1978 tarihleri arasında Madrid'de yapılmıştır.

Bundan önce aynı örgüt tarafından düzenlenen Uluslararası Mühendislik Jeolojisi kongrelerinin ilki 1970'de Fransa'da (11 Eylül, Paris), ikincisi 1974'de Brezilya'da (19-24 Ağustos, Sao Paulo) yapılmıştır. Bundan sonraki IV. Kongrenin de Kasım 1982 tarihinde Hindistan, New Delhi'de yapılması kararlaştırılmıştır.

Bundan önce yapılan iki kongrenin ilkinde ülkemizden 4 ikincisine 2 kişi katılmıştır. Üçüncü kongreye biri 5.11.1976'da resmen kurulan «Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi» ni temsil etmek üzere, 4 kişi katılmıştır.

Aşağıda kongre öncesi çalışmaları ve kongre bildirileri ile ilgili bilgiler özetlenmiştir.

#### IAEG GENEL KURUL TOPLANTISI:

III. Genel Kurul, kongrenin açılış tarihinden iki gün önce, 2-3 Eylül 1978 tarihlerinde, Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Birliği'ni oluşturan ülkelerin, ulusal komitelerince daha önce bildirilen, temsilcilerinin katılması ile Madrid'de toplanmıştır. Ulusal komiteleri ile üye olmayan Çin Halk Cumhuriyeti üyeleri genel kurula gözlemci olarak katılmıştır.

Genel kurul toplantısında Türkiye'yi Milli Komite adına, temsil etmek üzere Prof. Dr. Erdoğan YÜZER görevlendirilmiştir.

Genel Kurul, birlik başkanı Prof. Dr. M. ARNOULD'un konuşması ile açılmış ve çeşitli ülkelerden gelen üyeler, kendisi tarafından birbirlerine tanıtılmıştır.

Daha sonra birlik sekreteri Dr. R. WOLTERS tarafından Ulusal Komiteler hakkında bilgi verilmiştir. Bu arada:

- Toplam üye sayısının 3724'e ulaştığı, en fazla üyesi olan ülkenin 675 ile Kanada olduğu,
- Tunus ulusal komitesinin üyelik için gerekenleri yerine getirmediği için üyelikten çıkarıldığı,
- Sudan Ulusal komitesinin birliğe alındığı,
- Amerika Birleşik Devletlerinin ulusal üyeliğinin halen kesinleşmediği,

- Güneydoğu Asya Zemin Mekaniği Grubundaki üyelerin, ulusal komite haklarından yararlanılarak yayınlardan aynı ücretle yararlanabilecekleri,

konuları açıklanmış, bunların bazıları hakkında bilgi edinilmiş, bazıları oylanmıştır.

Bundan sonra ulusal komitelerin oluşturduğu bölgesel grupları (Avrupa, Asya, Kanada) temsil eden başkan yardımcılarının bölgelerinde yapılan mühendislik jeolojisi çalışmaları hakkında genel bilgi vermişlerdir.

Madrid'deki, «İspanya Jeoloji ve Mineraloji Müzesi» nin gezilmesinden sonra, Uluslararası Birliğin gelecek dönemdeki çalışmaları üzerinde durulmuştur.

1979 yılı içinde IAEG'nin katkısı ile iki uluslararası simpozyum düzenlenecektir. Bunlardan ilki, İngiltere'de:

3-5 Eylül 1979 tarihlerinde New Castle - Upon Tyne'de

«Mühendislik Jeolojisi Haritalarının Hazırlanması», ikincisi Rusya'da:

10-18 Eylül 1979 tarihlerinde Tiflis'de

«Su yapılarındaki Mühendislik Jeolojisi Sorunları» konularında yapılacaktır.

Tiflis'de yapılacak olan simpozyumun «Karstik ve yüksek permeabiliteli kireçtaşlarında baraj inşaatı ve rezervuar alanında karşılaşılan sorunlar» konulu oturumuna panelist olarak katılmak üzere mühendislik jeolojisi Türk Milli Komitesi başkanı Prof. Dr. KEMAL ERGUVANLI çağırılmıştır. Ülkemizde karşılaşılan baraj jeolojisi sorunlarına da ışık tutacak bu simpoziuma olabildiğince fazla sayıda yerbilimcimizin katılması çok yararlı olacaktır. İngilizce ve Fransızca olarak sunulacak IAEG normlarına uygun yazılmış bildirilerin en geç 1 Mayıs 1979 tarihine kadar IAEG sekreterliğine gönderilmesi gerekmektedir.

Gelecek yıl (1980) içindeki mühendislik jeolojisi çalışmaları Pariste yapılacak Uluslararası jeoloji Kongresi'nin mühendislik jeolojisi ile ilgili özel oturumunda tartışılacaktır.

1981 yılındaki çalışmalarla ilgili olarak, mühendislik jeolojisi Türk Milli Komitesinin bir önerisi Prof. Dr. Erdoğan YÜZER tarafından genel kurula sunulmuştur. Bu öneri ile, 1981 Eylül ayında «Eriyebilir, özellikle jips ve kayalar üzerindeki yapılar da karşılaşılan mühendislik jeolojisi sorunları» konusunda uluslararası bir simpoziumun IAEG Türk Milli komitesi işbirliği ile, Türkiye'de

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

yapılması istenmiştir. Açılan tartışmada, konuşmaların tümü olumlu olmuş ve bu öneri oy birliği ile kabul edilmiştir.

Mühendislik Jeolojisi ile uğraşan tüm yerbilimcileri çalışma ürünlerini sergilemek üzere, bu uluslararası simpozyuma şimdiden çağırıyoruz.

İngilizce ve Fransızca olarak sunulacak bildiriler için ileride ayrıntılı bilgi verilecektir.

Bundan sonra, 1982 yılında düzenlenecek IV. uluslararası mühendislik jeolojisi kongresi için Yunanistan ve Hindistan'dan yazılı istekte bulunulduğu, ancak Yunanistan Milli Komitesini temsilen genel kurula bir üyenin katıldığı bildirilmiştir. Genel kurulda Hindistan Milli komitesi üyelerinin önerilerini tekrarlaması ile, IV. uluslararası kongrenin 1982 Kasım ayında Yeni Delhi'de yapılması oybirliği ile kabul edilmiştir.

Mühendislik Jeolojisi çalışmalarının zamanlaması yapıldıktan sonra seçimlere geçilmiştir. 1978-82 dönemi için, Profesör SERGEEV (Rusya) başkanlığa seçilmiştir. Genel sekreterliğe Dr. R. WOLTERS, saymanlığa Prof. Dr. LANGER tekrar seçilmişlerdir.

Genel Kurulun 3 Eylül 1978 Tarihinde yapılan toplantısında :

- . Mühendislik jeolojisi öğretimi
- . Mühendislik jeolojisi haritaları
- . Kum - çakıl kırmataş
- . Kitle hareketleri ve heyelanlar
- . Karstik bölgelerdeki mühendislik jeolojisi sorunları,
- . Mermerler ve yapıtaşları
- . Depremlerle ilgili mühendislik jeolojisi sorunları, üzerinde seçilmiş çalışma grupları tarafından hazırlanan raporlar okunmuştur.

Bundan sonra, mühendislik jeolojisinin yüceltilmesinde hizmeti geçenlere verilmesi gelenekleşen ve ilki Prof. ZARUBA'ya verilen ikincisinin Madritte Prof. CALAMBERT'e verilmesi daha önce kararlaştırılan «HANS CLOSS Madalyası» ödülünün üçüncüsünün, IAEG'nin kurulması ve bugünkü düzeyine getirilmesinde üstün çabaları, görülen eski başkan Prof. Dr. M. ARNOULD'a 1980'de Paris'te verilmesi oy birliği ile kabul edilmiştir.

#### KONGRE :

III. uluslararası mühendislik jeolojisi kongresi 4-8 Eylül 1978 tarihleri arasında Madrid'deki görkemli «Kongre Sarayı»nda yapılmıştır. Kongre öncesi dağıtılan bültene göre, kongre'ye 45 ülkeden 485 üye katılmıştır. (Tablo 1) Ancak bu miktarın bülten basıldıktan sonra gelenlerle 600'ü aştığı açılıшта bildirilmiştir. Katılmada, 127 kayıtlı üye ile ilk sırayı alan ve ev sahibi İspanya'yı, 55 üye ile Fransa, 31 üye ile Yugoslavya, 27 üye ile İtalya ve Çekoslovakya izlemiştir. Türkiye'den ön kayıtlı 2, kongre sırasındaki kayıtlı 2 olmak üzere toplam 4 üye katılmış, bunlardan ikisi bildiri sunmuştur.

Tablo : 1 — Madrit Kongresine Katılan Ülkeler ve Sunulan Bildiri Sayıları

| Ülke Adı             | Katılan kişi sayısı | Sunulan bildiri sayısı |
|----------------------|---------------------|------------------------|
| Amerika              | 16                  | 11                     |
| Almanya              | 20                  | 4                      |
| Arjantin             | 6                   | 3                      |
| Avustralya           | 7                   | 1                      |
| Avusturya            | 3                   | 3                      |
| Belçika              | 11                  | 5                      |
| Bengaldeş            | 2                   | —                      |
| Brezilya             | 14                  | 12                     |
| Bulgaristan          | —                   | 1                      |
| Cezayir              | 1                   | 1                      |
| Çekoslovakya         | 27                  | 7                      |
| Çin Halk Cumhuriyeti | 5                   | 1                      |
| Endonezya            | 2                   | —                      |
| Filipinler           | 1                   | 1                      |
| Finlandiya           | 8                   | 1                      |
| Fransa               | 55                  | 29                     |
| Güney Afrika         | 5                   | 3                      |
| Hindistan            | 4                   | 8                      |
| Hollanda             | 11                  | 2                      |
| İngiltere            | 12                  | 6                      |
| İrlanda              | 1                   | —                      |
| İspanya              | 127                 | 45                     |
| İsrail               | 5                   | —                      |
| İsveç                | 20                  | 1                      |
| İsviçre              | 8                   | 1                      |
| İslanya              | 3                   | 1                      |
| İtalya               | 27                  | 2                      |
| Japonya              | 5                   | 5                      |
| Kanada               | 9                   | 4                      |
| Macaristan           | 3                   | 6                      |
| Meksika              | 2                   | —                      |
| Mısır                | 1                   | —                      |
| Nijerya              | 3                   | 3                      |
| Norveç               | 4                   | 1                      |
| Paraguay             | 1                   | —                      |
| Polonya              | 2                   | 2                      |
| Portekiz             | 16                  | 5                      |
| Rusya                | 9                   | 37                     |
| Tayland              | 1                   | —                      |
| Türkiye              | 4                   | 2                      |
| Venezuela            | 2                   | —                      |
| Yeni Gine            | 2                   | 1                      |
| Yenizelanda          | 4                   | —                      |
| Yugoslavya           | 31                  | 5                      |
| Yunanistan           | 5                   | 2                      |
| <b>Toplam 45</b>     | <b>480</b>          | <b>246</b>             |

4 gün süren kongrenin 4 seksiyonu ve 4 özel oturumunda toplam 246 bildiri sunulmuştur. Bu bildiriler 9 cilt halinde kongre öncesinde üyelere dağıtılmıştır.

Kongre'de işlenen konular (Tablo 2)'de toplu olarak görülmektedir.

Bildiri sunan ülkeler arasında 45. bildiri ile ilk sırayı alan İspanya'yı 37 bildiri ile Rusya 29., bildiri ile Fransa izlemektedir.

**Tablo : 2 — Madrid Kongresinde Sunulan Bildiri Konuları**

| Seksiyon No.   | K o n u                                                        | Bildiri Sayısı |
|----------------|----------------------------------------------------------------|----------------|
| I              | Bölgesel Planlama                                              | 63             |
| II             | Zemin, Kaya ve Kaya Kitlelerinin Özellikleri                   | 64             |
| III            | Özel Yapıların Yer Seçimi Mühendislik Jeolojisi Sorunları      | 62             |
| IV             | Mühendislik Jeolojisi Araştırma Tekniklerinin Gelişimi         | 35             |
| Özel Oturum 1. | Mühendislik Jeolojisi Öğretimi                                 | 3              |
| Özel Oturum 2. | Kent, Endüstri ve Radyoaktif Artıkların Atılması               | 2              |
| Özel Oturum 3. | Maden İşletmelerinin Çevredeki Zararlı Etkilerinin Azaltılması | 6              |
| Özel Oturum 4. | Mühendislik Jeolojisinde Bilgisayar Kullanımı                  | 11             |

Bölgesel planlamaya ayrılan ilk sekiyonda, «Bölgesel ve Kent Gelişmesini Etkileyen Doğal Kıran»lardan, yer kaymaları, taşkınlar, volkanlar, depremler, kıyı sorunları taşocağı olayları, nükleer yerleşmeler için yer seçimi ile ilgili bildiriler sunulmuştur.

İkinci sekiyonda «Zemin, Kaya ve Kaya kitlelerinin özellikleri» tartışılmış, zemin ve kayalardaki ayrışma olayında petrografik karakterin önemi; yapısal süreksizlik-

lerin kaya ve zemin davranışına etkisi; kaya ve zeminlerin yapı malzemesi olarak kullanılmaları ve bunların mühendislik jeolojisi açısından sınıflandırılmalarını açıklayan bildiriler verilmiştir.

«Özel yapıların yer seçimi ile ilgili mühendislik jeolojisi sorunları», üçüncü sekiyonda sunulan bildirilerle tartışılmıştır. Bu bildirilerle, karayolu, demiryolu, kanal boru hattı gibi yol boyu çalışmaları; barajlar ve göl alanları, yeraltı yapıları, deniz yapıları, limanlar, açık deniz platformları, nükleer enerji santralleri, uydu izleme antenleri gibi çok duyarlı yapıların temel sorunlarının, mühendislik jeolojisi ile ilgili yönleri sergilenmiştir.

Dördüncü sekiyon «Mühendislik jeolojisindeki Araştırma Tekniklerinin Gelişimine» ayrılmıştır. Sondajlar, numune alma, yerinde (In-situ) yapılan deneyler, jeofizik yöntemler, uzaktan algılama, yeraltısuyu araştırmalarında uygulanan özel yöntemler üzerine bildiriler verilmiştir.

Özel oturumların ilki «Mühendislik Jeolojisi öğretimi»ne ayrılmıştır. İkinci Özel oturumda, «Kent, Endüstri Radyoaktif Artıkların Atılması» ile ilgili bildiriler sunulmuştur.

«Maden işletmelerinin çevredeki Zararlı Etkilerinin Azaltılması»na ayrılan üçüncü özel oturumun, yönetilmesi görevi Türk Milli Komitesi adına Prof. Dr. Erdoğan YÜZER'e verilmiştir.

Son özel oturum, uygulama alanı gittikçe artan bir konuya, «Mühendislik Jeolojisinde Bilgisayar kullanımı» ile ilgili bildirilere ayrılmıştır.

Kongre sonunda İspanyanın çeşitli bölgelerindeki yapılarda karşılaşılan mühendislik jeolojisi sorunlarını yerinde izlemek üzere 8 teknik gezi düzenlenmiştir.

## YERALTI KAYA YAPILARI MEKANIĞİNDEKİ SON GELİŞMELER

Mahir VARDAR\*

### GİRİŞ

Yeraltı yapıları, gelişen toplumlarda, giderek artan enerji, ulaşım ve yerleşim gereksinimleri nedeniyle her geçen gün daha büyük önem kazanmakta, sayıca artmakta ve boyutça büyümektedir. Günümüz Türkiye'sinde de bu alanda geçmişe oranla hızlı atılımlar vardır. Bu projelerin boyutları ve sorunları kendilerine dünya çapında proje dedirtecek nitelikler getirmektedir. Bu arada kazı ve yapım çalışmaları devam eden Kınık-Ankara, Sincan-Ankara ve Urfa tünelleri uzunlukları açısından, Hereke Tüneli en kesit alanının ve Hasan Uğurlu Hidroelektrik santrali kavern boyutlarının büyüklüğü açısından önem taşımaktadır. Benzer çalışmalar gelecek için de planlanmakta ve projelendirilmektedir.

Projelerin hemen hemen tümünde püskürtme beton, ankraj çubukları, çelik bağ ve çelik hasır kullanılmakta ve böylelikle «Yeni Avusturya Tünel Açma Yöntemi» nin uygulandığı belirtilmektedir.

Bu yazıda, mühendisi adı geçen sağlamlaştırma yöntemlerini kullanmaya iten, yeraltı kaya mekaniğindeki son bilgi ve yorum düzeyi belirtilmeğe ve açıklanmağa çalışılmaktadır.

Buna bağlı olarak yeni Avusturya tünel açma yönteminin çoğu kez sanıldığı gibi yalnızca bir sağlamlaştırma yöntemi olmayıp, yeraltındaki tüm etmenlerin anlaşılmasından sonra, en uygun düşen organizasyon, kazı ve sağlamlaştırma işlemlerinin tümünü belirleyen ve kaya ortamına kendikendini taşıtmayı amaçlayan bir tünel açma anlayışı olduğu vurgulanmaktadır.

### TARİHÇE

Yeraltı kaya yapıları mekaniğinin son on beş-yirmi yıl içindeki hızlı gelişimi, yüzelli yıllık bir bilgi ve tecrübe birikiminin teknolojik sonucudur. Madencilikte çok eskiden beri süregelen geleneksel tünel ve galeri sürme bilgi, alışkanlık ve becerisinin bu gelişimdeki olumlu etkileri yadsınamamakla birlikte, buradaki üretime yönelik yeriçi boşluklarının, kalıcı yeraltı yapılarına oranla çok daha değişik kavram ve varsayımlardan hareket edilerek hazırlanması, bazen tutucu ve gelişmeyi engelleyici sonuçlar da yaratmıştır.

Büyük oturma ve en kesitteki daralmalar üzerinde durulmamış, zorlanma ve kırılmaların nedenleri pek ara-

tılmamıştır. Yine biçim bozulmaları ve doğrultudan sapma gibi durumlar önemsiz sayılmıştır. Buna karşın koruyucu bir tahkimatın oluşturulmasına ilişkin, giderek gelişen yöntemler, bilgi ve alışkanlıklar gelenekleştirilerek bir «madencilik zanaatı» ortaya konmuştur.

Günümüzdeki «Kaya mekaniği» anlayışına yönelik bulgu ve kuramlarını 1830'lardan sonra başlayan demiryolu tünelleri çalışmaları sırasında filizlendiği görülmektedir. 19. yüzyıl sonlarına kadar süregelen bu devrede klasik tünelcilik adı verilebilecek bir anlayış geliştirilmiş, pekçok yüksek okul ve üniversitede bu alanda öğretim yaptırılmıştır. 1920'den sonra geleneksel tünelciliğin tümüyle öğretim programından çıkarılmış olduğu ve bu durumun 2. dünya savaşı başlarına kadar devam ettiği görülmektedir. Buna rağmen klasik devrede yetişenlerin (RZIHA, 1872; TROMPETER, 1899; HEIM, 1905; WIESMANN, 1912; ROTHPLETZ, 1918; MAILLART, 1923; ANDREAE, 1925) ardından özellikle tünel statiği alanında başarılı çalışmalar (SCHMID, 1926; FENNER, 1938; KOMMERELL, 1940) yapılmıştır. Geleneksel MAILLART, 1923, ANDREAE, 1925) ardından özellikle tünel statiği alanında başarılı çalışmalar (SCHMID, 1926; FENNER, 1938; KOMMERELL, 1940) yapılmıştır. Geleneksel tünelciliğin dışındaki günümüze değin giderek gelişen anlayışın ise 1944'lerden sonra RABCEWICZ (1944) MÜLLER (1948), STINI, 1950) ile başlatıldığı görülmektedir. KASTNER (1962), RICHTER (1963), PACHER (1964) SATTler (1965), LOMBARDI (1972), EGGER (1973) Orta Avrupa'daki bu yeni anlayışın yönlendiricileri olmuşlardır. Günümüzde çoğun uygulanmakta olan «Yeni Yöntemin» dayandığı yeraltı kaya yapılarındaki bu anlayışa RABCEWICZ (1963) Orta Avrupa'da, özellikle Avusturyalı tünelcilerce geliştirilmiş olduğu için «Yeni Avusturya Tünel Açma Yöntemi» adını vermiştir.

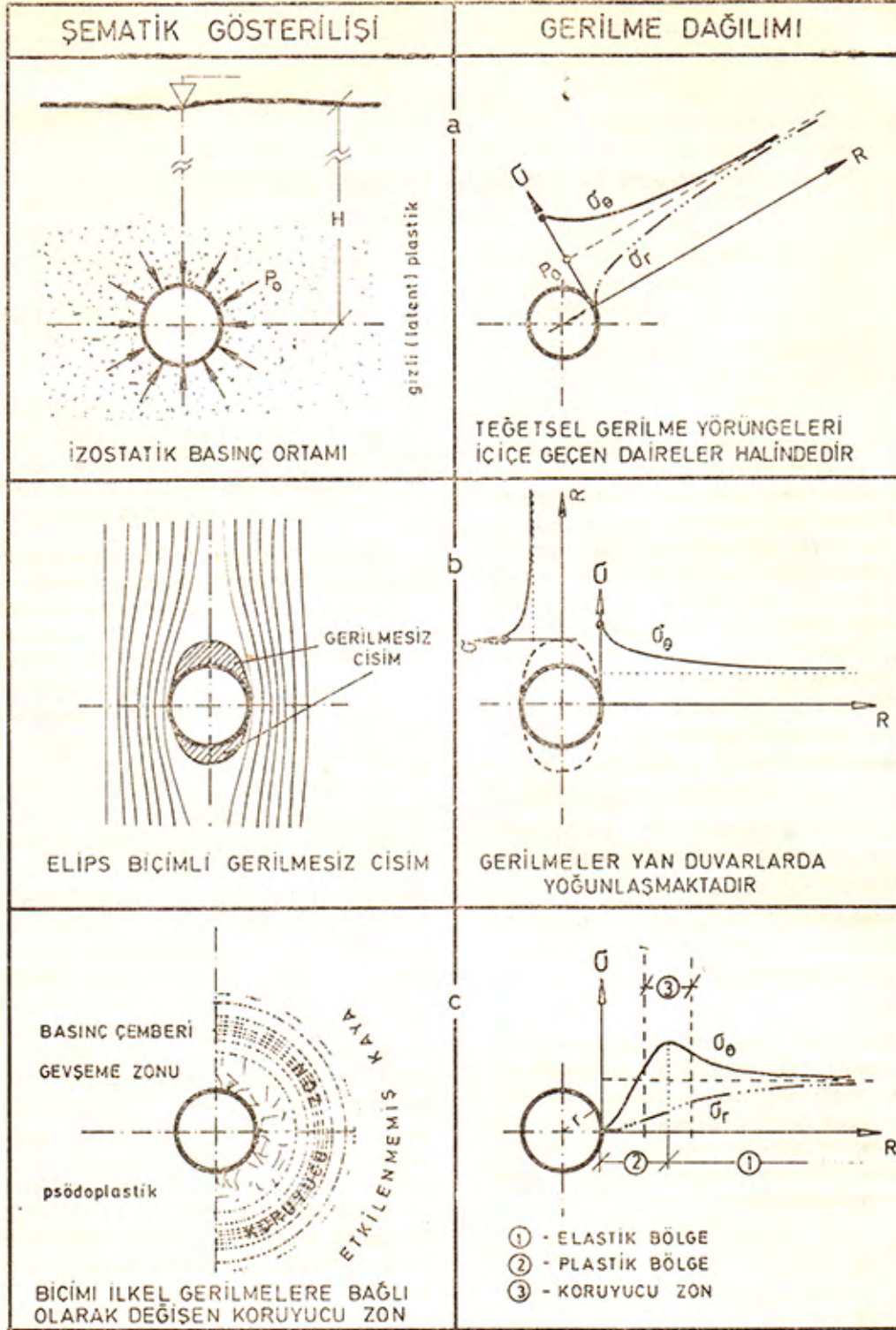
### KLASİK VE MODERN TÜNELCİLİK :

Yeraltı kaya yapıları mekaniğinin bugünkü durumunu belirleyebilmek için klasik devreyi birkaç özelliği ile özetlemekte yarar vardır (Şekil : 1).

Klasik devre, önceleri, tünel duvarlarına her yönde eşit kuvvetlerin etkiğine dayalı görüşleri benimsemiş ve yeraltında kayaçların kendi ağırlıklarının oluşturduğu latent-plastik bir ortamın bulunduğunu varsaymıştır.

HEIM (1905)'da ifadesini bulan bu teori, kazı sonrası oluşan her yönlü dağ basınçlarına karşı koyabilmek için rijit ve kalın duvarlar gerektiği inancını getirmiştir. Sığ derinliklerdeki tünelcilik sorunları ise RITTER (1879)

(\*) Dr. Müh. Mahir VARDAR : İTÜ Maden Fak., Müh., Jeol. Kaya Mekaniği Kürsüsü Teşvikiye - İSTANBUL.



Yeraltı kaya yapılarının ikincil gerileme durumuna ilişkin klasik teoriler

- a) İzostatik gerilme ortamı teorisi (HEIM, 1905)  
b) Tavan ve tabanda gerilmesiz cisim oluşumu teorisi (WILMANN, 1911; KOMMERELL, 1940)  
c) Koruyucu zon teorisi (WIESMANN, 1909 - 1912)

ve ENGESSER (1882)'in toprak basıncı teorilerine dayalı açıklamalarıyla çözümlemek istenmiştir.

Daha sonraları TROMPETER (1899)'in vurgulamalarıyla gerilmesiz, asılı bir cismin boşluğu çevrelediği görüşü benimsenmeğe başlamıştır (WILMANN, 1911 ve 1920).

Klasik tünelticiliğin son fazında ise, tüneller ve model deneylerdeki sayıca artan gözlemler sonucunda, bir koruyucu zonun varlığı saptanmış ve bu zonun plastikleşen bölge ile elastik bölgeyi birbirinden ayırdığı belirtilmeğe çalışılmıştır (WIESMANN, 1909 - 1912).

Tünelticiliğin bunu izleyen durgunluk devresinde, daha fazla o güne değin varılan gözlemsel bilgi düzeyinin ma-

tematiksel (analitik) bağıntılarla yansıtılmasına çalışılmıştır.

SCHMID (1926) ve FENNER (1938) «sürekli ortam» varsayımından hareket ederek dairesel kesitli yeriçi boşlukları çevresindeki plastik ve elastik bölgeleri tanımlayan bağıntıları vermişlerdir.

yan bağıntıları vermişlerdir. Günümüzdeki yeraltı kaya mekaniğinin temel felsefesini oluşturan bu «Trompeter-Wiesmann-Zonu» teorisi modern devrin hazırlayıcısı olmuştur. (MÜLLER, 1970).

Rabcevicz, Stini, Müller-Ekölü bu noktadan hareketle koruyucu zon nedeniyle büyük gerilmelere rağmen dağın kendikendisini taşıması gerektiğini ileri sürerek, yeraltı yapılarında tahkimatın ve iksanın değil, kayanın kendisinin taşıyıcı ortamı oluşturduğunu ortaya koymuştur. Bu ekole göre, bundan böyle tahkimattan değil, doğaya kendi kendini taşıtmaya yetecek olan gerilmelerin yönlendirilmelerinden ve deformasyonların denetiminden sözedecek, bu amaçla yapılan çalışmaların tümü de «sağlamlaştırma» adı altında özetlenecektir.

KASTNER (1962)'in matematiksel denklemlerinde genel ifadesini bulan koruyucu zon teorisi, PACHER (1964) ve nihayet EGGER (1973)'in çalışmalarıyla kırılğan ve zamanla kırılğan ortamlar için kullanılır hale getirilmiş ve uygulayıcıya «İksa direnci «Ausbau widerstand» kavramı altında sağlamlaştırmanın sayısal değerinin saptanmasını sağlayan yöntemler sunulmuştur. Müller'in bu sıradaki çabalarının sürekli ve süreksiz ortam mekaniği arasındaki ilişkilerin saptanmasına yöneldiğini görmekteyiz.

Buna paralel olarak gelişen nümerik analiz yöntemleri ve bilgisayar kapasiteleri ile yeni bulgular irdelemeye ve karşılaştırılmağa başlanmıştır.

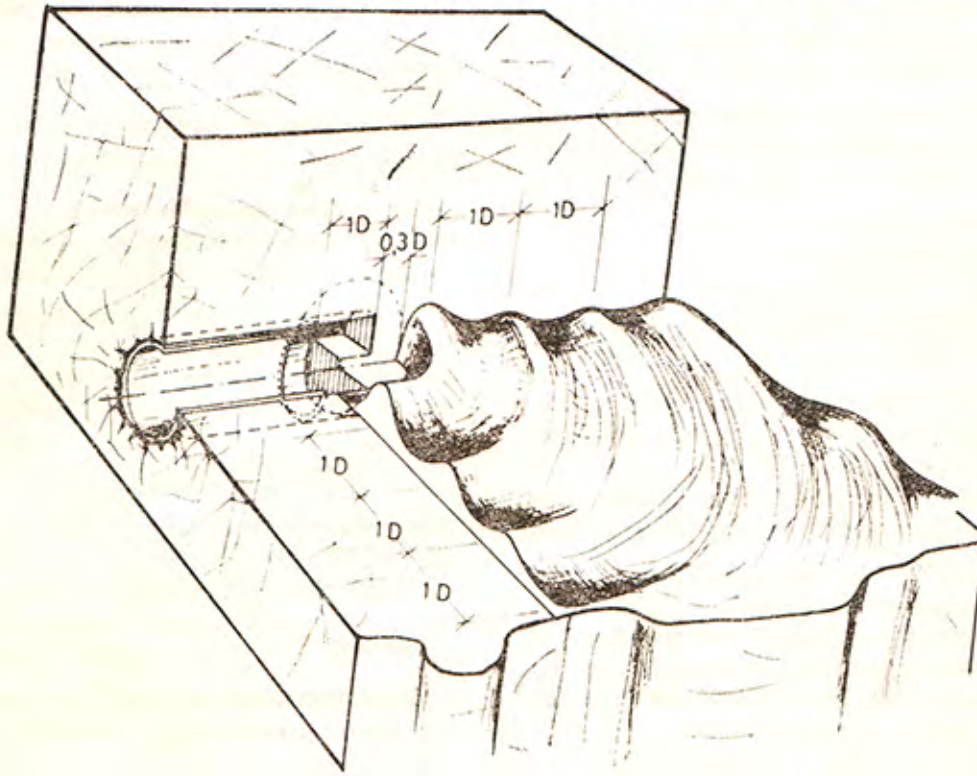
WILSON (1963); MALINA (1969); ZENKIEWICZ, (1971); BARLA (1972); KILHAWY (1975); ve diğerleri).

Son yıllar içindeki yeni bulgularla yeraltında kazı sonrası oluşan nedeni bilinmeyen bir takım davranışlar daha açıklanır olmuştur. SAUER (1976)'ın araştırmaları boşluk çevresindeki koruyucu zonun bir tane değil, gide-rek sönümlenen gerilme konsantrasyonları ile içiçe geçen halkalar halinde, ve pek çok sayıda olabildiğini ortaya koymuştur (Şekil 2). Şu halde, kayanın jeo.-fizikomekanik özelliklerine bağlı olarak yeriçi yapılarının çevresinde gerilmelerin yoğunlaştığı veya azaldığı bölgeler bulunmaktadır ve bunlar özellikle yakın bir mesafede ikinci bir yeriçi boşluğunun açılması sırasında son derece önemli etkiler yaratabilmektedir.

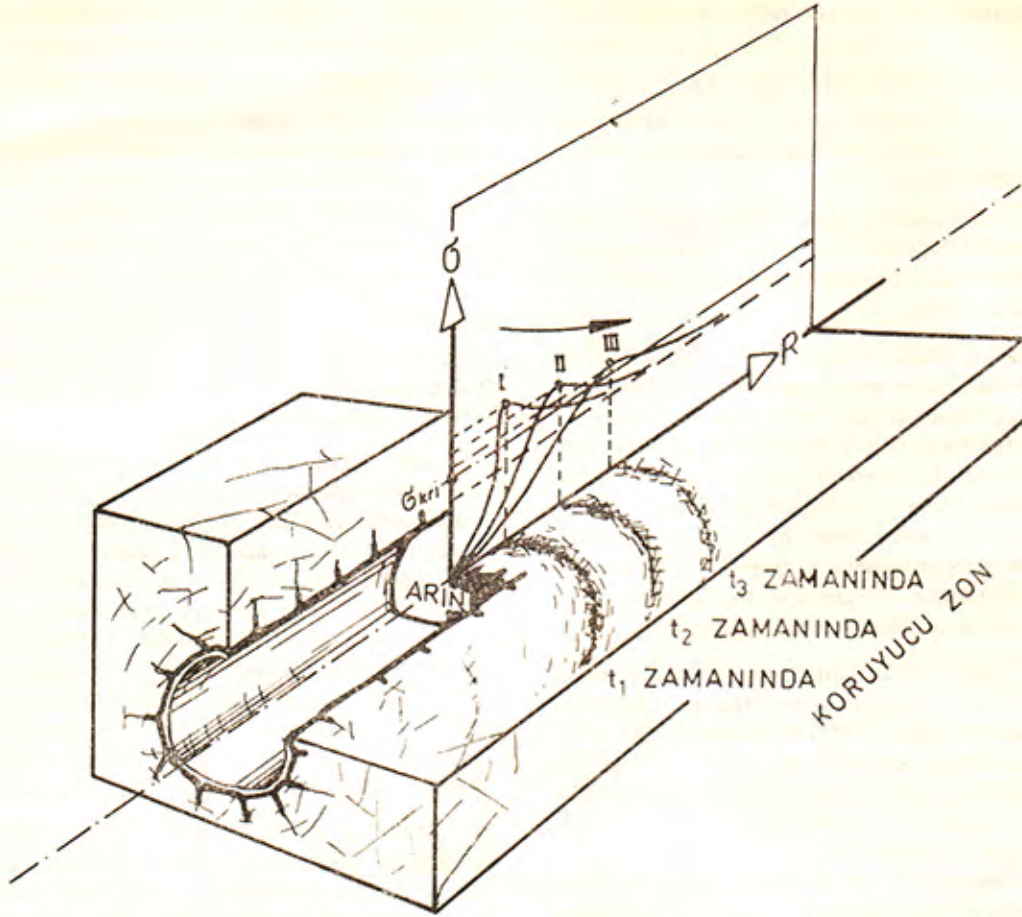
Son olarak VARDAR (1977) kayanın elasto-plasto-viskoz davranışlar, göstermesi ve reolojik bir cisim olması nedeniyle ilkel (primer) gerilme durumunun kazı sonucu ikincil (sekonder) gerilme durumuna geçmesi sırasında, koruyucu zonun ani sıçramalarla, kaya içi gerilmelerinde denge konumu sağlanıncaya dek, boşluk duvarından dağın içerisine doğru ilerlediğini göstermiştir. (Şekil 3). Bu sıçramalı ilerlemenin olabilmesi için kazı sonrasında oluşan ikincil gerilme şiddetinin kayanın kritik kırılma direncinden büyük olması gerekmektedir. Daha küçük ikincil gerilmelerde kaya zamana bağlı kırılma davranışını göstermeyeceği için «dengeli» (stabil) dir.

Boşluğun «kendi kendini tutabilme süresi» ni sayısal yaklaşımla belirlemeğe yarayan yöntemleri de beraberinde getiren bu yeni anlayış, «Yeni Avusturya Yöntemi» nin en önemli unsurlarından biri olan sağlamlaştırma önleminin ne zaman hangi biçim ve boyutlarda uygulanması gerektiğini saptamaktadır.

Bu yöntemin doğru sonuçlar verebilmesi için kayanın ilk durumunun gerilmeler, malzeme özellikleri, doku



Hacim azalması ve artması sonucu yeraltı boşluğu çevresinde çok sayıdaki gerilme halkaları ve SAUER-Dalgasının oluşumu SAUER (1976)'dan yararlanılarak çizilmiştir.



Kayanın elasto-plasto-viskoz davranışları nedeniyle ikincil basınç çemberinin belirli zaman aralıklarıyla sıçramalı olarak dağın içine doğru ilerlemesi ve plastikleşen bölgenin giderek genişlemesi.

özellikleri (süreksizlikler), su gaz ve sıcaklık bakımından bilinmesi ve yerçi yapısının geometrisi ile boyutlarının belirlenmesi gerekmektedir.

Bütün bu ilk duruma ilişkin veriler ise ancak çok incelikli ve sağlıklı mühendislik jeolojisi çalışmaları ve kaya mekaniği yerinde ölçmeleri ile sağlanabilmektedir.

Özetle; günümüzdeki yeraltı kaya yapıları mekaniği tünelticilikten edinilen görgü, tecrübe ve bilgiler sonucu, içinde yaşadığımız yüzyılın başlarında oluşan koruyucu zon (Trompeter-Wiesmann-zonu) teorisine dayanmaktadır (WIESMANN, 1912).

. Bu anlayışın ürünü olarak, boşluk çevresini zorlayan fazla enerjinin plastikleşen bölgelerde boşalması ve yutulması sonunda dağın kendikendini taşıyabilir duruma getirilebileceği ortaya çıkmaktadır (RABCEWICZ, 1944).

. Bundan böyle doğaya zorla karşı konulmayacak, doğa fazla kurcalanmadan kazı sonrasında oluşan ikincil (sekonder) gerilmelerin kaya malzemesinin kendisi tarafından taşınmasını sağlayan, sağlamlaştırma önlemleri alınacaktır. (MÜLLER, 1952; RABCEWICZ, 1957; PACHER, 1964; EGGER, 1973).

. Sağlamlaştırma önlemlerinin gerekip gerekmediğini saptamak, gerektiği durumlarda bunları sayısal ifadelerle dönüştürebilmek için «İLK DURUM»un en iyi şekilde

bilinmesi zorunludur. Dolayısıyla, son derece duyarlı mühendislik jeolojisi çalışmaları ve arazi (in-situ=yerinde) ölçmeleri gerekmektedir (STINI, 1950).

. Koruyucu zor ve plastikleşme bölgesi ya hiç oluşmaz ( $\sigma < \sigma_{kri}$  hali), ya da zaman zaman meydana gelen ani gerilme boşalmaları sonucunda oluşarak sıçramalarla dağ içinde sönümleninceye dek ilerler (VARDAR, 1977).

. Koruyucu zon tek değildir. Gerilmelerin yoğunlaştığı bu bölgeler birden fazla olabilir ve içiçe giren halkalar halinde sönümlenerek kaya ortamın içine yayılırlar (SAUER, 1976).

. İkincil gerilmelerin oluşumu son buluncaya kadar (Pratik durgun denge konumu oluşuncaya dek) tüm değişimler, uygulamada bir sonraki durumun belirlenebilmesi için, yerinde (in-situ) gözlem ve denetim ölçmeleriyle saptanmak zorundadır (MÜLLER, 1978).

## SONUÇ :

Kaya yapılarının davranışını belirleyebilmek ve böylece yapıyı en ekonomik, en hızlı ve en güvenli biçimde inşa edebilmek için, içinde çalışılan kaya ortamın statik denge ve sürekli ortam kavramlarından ayrılan bir düşünce mekanizması içinde ele alınması zorunluluğu vardır.

Bu anlayışın kökeninde jeoloji ile yapı arasındaki karşılıklı ilişkilerin hem kuramsal ve hem de uygulamalı açıdan bilinmesi bulunmaktadır. Özel bir beceri ve önsezi yeteneği ise mühendisin en güzel ve uygun sonuca en kısa zamanda ulaşmasını sağlayacaktır.

ANDREAE, Ch. (1925); Der Einfluß der Überlagerungshöhe auf die Bemessung des des Mauerwerks tiefliegender Tunnel Schweiz. Bauztg 85 S. 71.

BARLA, G. (1972); The Distribution of stress around a single underground opening in a layered medium under gravity loading. Inst. J. Rock Mech. Min Sci, Vol. 9, pp. 127-154.

EGGER, P. (1973); Einfluß des Post-Failure-Verhaltens von Fels auf den Tunnelausbau unter besonderer Berücksichtigung des Ankerbaus. Inst. Bod. and Fels Mech. Univ. KHE Heft 57.

ENGESSER, F. (1882); über den Erddruck gegen minere Stützwände (Tunnelwände) Dt. Bauztg.

FENNER, R. (1938); Untersuchungen zur Erkenntnis des Gebirgsdruckes. Glückauf Jg. 74 Heft 32-33.

HEIM, A (1905); Tunnelbau und Gebirgsdruck. Jahresschrift des Nat. Geo. Bd. 50. Zürich.

KASTNER, H. (1962); Statik des Tunnel- und Stollenbaus auf der Grundlage geomechanischer Erkenntnisse. Springer Verlag 1 Aufl.

KOMMERELL, O. (1940); Statistische Berechnung von Tunnelmauerwerk. W. Ernst und Sohn, Berlin.

KULHAWY, F. H. (1975); Stresses and Displacement around Openings in Rock Containing an Inelastic Discontinuity. Int. F. Rock Mech. Min. Sci. and Geomech. Abstr. Vol. 12 Nr. 3 pp. 73-74.

LOMBARDI, G. (1972); Einige Bemerkungen bezüglich des Gebirgsdruckes auf den Ausbau. Internationales Symposium für Untertagebau Luzern, S. 7-13.

MAILLART, R. (1923); Über Gebirgsdruck. Schweiz. Bauztg. H. 14.

MALINA, H. (1969); Berechnung von Spannungsumlagerungen in Fels und Boden mit Hilfe der Elementenmethode. Veröff. des Inst. für Boden und Felsmechanik, Heft 40, Karlsruhe.

MÜLLER, L. (1948); Von den Unterschieden Geologischer und Technischer Beanspruchungen. Geol. und Bauwesen, fg 16, H. 3/4.

MÜLLER, L. (1952); Beispiele ausgeführter Felsankerungen. Bergm. Fachtag. Leoben Urban, Wien.

MÜLLER, L. (1970); Der Einfluß von Klüftung und Schichtung auf die Trompeter-Wiesmannsche Zone. 10. Ländertr. Int. Büro f. Gebirgsmech., Leipzig 1968. Akademie-Verl., Berlin.

MÜLLER, L. (1978); Der Felsbau, Dritter Band: Tunnelbau. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart.

MÜLLER, L., G. SAUER, M. VARDAR, (1978); Dreidimensionale Spannungsumlagerungsprozesse im Bereich der Ortsbrust. Rock Mechanics, Suppl. 7.

PACHER, (F. (1964); Deformationsmessungen im Versuchsstollen als Mittel zur Erforschung des Gebirgsverhaltens und zur Bemessung des Ausbaues. Felsmech. und Ing. Geo. Suppl. V.

RABCEWICZ, L. V. (1944); Gebirgsdruck und Tunnelbau. Springer Verlag, Wien.

RABCEWICZ, L. V (1957); Die Ankerung im Tunnelbau ersetzt bisher gebräuchliche Einbaumethoden. Schweiz. Bauzeitung 75 Nr. 9.

RABCEWICZ, V. L. (1963); Bemessung von Hohlraumbauteilen. Die «Neue Österreichische Bauweise» und ihr Einfluß auf Gebirgsdruck, Wirkungen und Dimensionierung. Felsmech. u. Ing. Geol. Vol. I, H. 3/4.

RICHTER, R. (1963); Über die elastizitäts und plastizitätstheoretischen Untersuchungen der Gebirgsmechanik. 4. Ländertr. d. Int. Büros f. Gebirgsmech. Leipzig, 1962. Akademie Verlag, Berlin.

RITTER, W. (1879); Die Statik der Tunnelgewölbe. Berlin.

ROTHPLETZ, F. (1918); Woran leiden unsere Eisenbahntunnel, wie kann abgeholfen, wie vorgebeugt werden? SBZ, Bod. 71, S. 69 ff.

RZIHA, Fr. (1872); Lehrbuch der gesamten Tunnelbaukunst. Berlin.

SATTLER, K. (1965); Österreichische Tunnelbauweise. Statische Wirkungsweise und Bemessung. Bauingenieur fg. 40 Heft 8. S. 197-301.

SAUER, G. (1976); Spannungsumlagerung und Oberflächensenkung beim Vortrieb von Tunneln mit geringer Überdeckung. Veröff. des Inst. für Bodenmech. der Universität Karlsruhe, Heft 67.

SCHMID, J. (1926); Statische Grenzprobleme in kreisförmig durchörterten Gebirge. Springer Verlag Berlin.

STINI, J. (1950); Tunnelbaugeologie. Springer Verlag. Wien.

TROMPETER, W. H. (1899); Die Expansivkraft im Gestein als Hauptursache der Bewegung des den Bergbau umgebenden gebirges. C. D. Baedeker, Essen.

VARDAR, M. (1977); Zeiteinfluß auf das Bruchverhalten des Gebirges in der Umgebung von Tunneln. Veröff. d. Inst. f. Bodenmech. u. Felsmech. d. Univ. K'he. Heft 72.

WIESMANN, E. (1909); Ein Beitrag zur Frage der Gebirgs- und Gesteinsfestigkeit Schweiz. Bauztg S. 163.

WIESMANN, E. (1912); Über Gebirgsdruck. Schweiz. Bauzeitung Bd. 60 Nr. 7 S. 87-105.

WILLMANN, E. V. (1911); Über einige Gebirgsdruckerscheinungen in ihren Beziehungen zum Tunnelbau. Fortschr. d. Ing. Wiss. 2. Gruppe H. 26 Elgellmann Leipzig.

WILLMANN, L. von (1920); Tunnelbau Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig.

ZIENKEWICH (1971); The Finite Element Method in engineering science. McGraw-Hill. London.

## KARST ARAŞTIRMALARI

S. Okay EROSKAY

### GİRİŞ :

Mühendislik uygulamalarında, karst araştırmalarının önemini belirlemek yararlı olacaktır. Yurdumuzun yaklaşık üçte biri kireçtaşı veya eriyebilen diğer kayalarla kaplıdır. Enerji veya su sağlamak için inşaa edilen veya edilecek barajlarımızın bir çoğu karstik kireçtaşı alanlarındadır.

Değişik bölgelerimizde, çok önemli karst boşalmaları vardır. Manisa dolayındaki Göksu, Sarıkız kaynaklarından ortalama en az  $4 \text{ m}^3/\text{s}$ , Antalya yakınındaki Kırkgözler'den  $20 \text{ m}^3/\text{s}$ , Düdenbaşı'ndan  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ , Köprüçay'daki Olukköprü kaynaklarından  $25 - 30 \text{ m}^3/\text{s}$  ve Manavgat çayındaki Dumanlı kaynağından  $25 \text{ m}^3/\text{s}$  dolayında su boşalmaktadır. Dumanlı kaynağı benzerleri arasında tek ağızdan boşalan belki de dünyadaki en büyük yeraltı nehridir. Güney-doğu Anadolu da Suriye sınırına yakın Resulayn kaynaklarının boşalması ortalama  $42 \text{ m}^3/\text{s}$  hesaplanmıştır.

Şehirlerin içme ve kullanma suyu ile sanayi ve sulama suyu gereksinimlerinin karşılanmasında karst bölgelerindeki kaynakların geliştirilmesi gerekmektedir. Bu bölgelerdeki yerleşmeler için kanalizasyon veya çevre kirlenmesi de önemli bir sorundur.

Eğirdir, Beyşehir, Suğla v.b. göller bölgesinden güne, yeraltı karst kanallarıyla, önemli akımların olduğu bilinmektedir. kıyılarımızda denizaltı tatlı su boşalmaları da vardır (Ovacık deniz altı kaynağı gibi).

Karayolu, demiryolu güzergâhları seçiminde, çeşitli amaçlı tünel inşaatlarında, yeraltı santrallerinde ve diğer mühendislik projelerinde karst araştırmalarının katkısı büyük olmaktadır.

Karst bölgelerimizde, özellikle Toroslarda çeşitli karst şekilleri, polye, mağara, yeraltı gölleri, çeşitli düden ve şelaleler vardır. Karst şekilleri, bu bölgelerin olağan üstü doğal güzelliklerine bir başka renk katmaktadır. Doğayla ilgili olarak turizm, depolama, balık üretimi ve diğer yönlerden de karst şekillerinden yararlanılabilir.

Toroslar, Güneydoğu Anadolu, Doğu Karadeniz'in iç kesimi, Konya çanağı, Ege, Marmara ve Trakya, karst oluşumları ile sorunları bakımından ayrı değerlendirilmesi gereken yörelerdir.

### KARST ARAŞTIRMALARININ NİTELİĞİ :

Karst şekillerinin, incelenmesi pek çok konuda olduğu gibi, gözlemlere bağımlı, tanımlayıcı bir aşama ile başlamıştır. Günümüzde, karst sorunları çeşitli disiplinlerden oluşan bir takım araştırmasıyla çözümlere ulaşmaktadır. Mühendislik girişimlerine karstlaşma yönünden olumlu katkıları sağlamak için kantitatif yöntemlerden yararlanılmaktadır.

Karst araştırmalarında başlıca jeoloji, jeofizik, hidrojeoloji, hidrolik, jeomorfoloji, jeokimya, ormancılık, tarım, çevrebilimleri... v.b. konularda değişik oranlarda gereksinme duyulmaktadır. Karst ortamının değerlendirilmesinde jeoloji evrimi, karbonat biriminin sınırları, geometrisi, beslenme ve boşalma alanları, zayıflık zonları, iklim koşulları, bitki ve toprak örtüsü... v.b. faktörlerin farklı ağırlıkta etkisi çok sayıda karmaşık sonuçlara neden olmaktadır. Özellikle yeraltı karst sistemlerinin saptanmasında jeofizik ölçümler, izotop ve diğer izleyiciler, bölgesel ve yerel yapı analizleri, sondaj araştırmaları yararlı veriler sağlamaktadır. Yüzeysel ölçmelerde fotojeoloji ve uzaktan algılama yöntemiyle morfometrik değerlendirmelerden yararlanılmaktadır.

### KARST ARAŞTIRMALARININ DÜZEYİ :

Genel bir değerlendirmede, yurdumuz için çok önemli ve ekonomik sonuçları olan karst araştırmaları diğer ülkelere oranla başlangıç aşamasındadır. Üniversitelerimizdeki karst araştırmaları, çoğun bireysel ve az sayıdadır. Eğitim ve öğretim programlarında karst konusuna gerekli önem verilmemektedir. Seminer, simpozyum ve konferanslar da son yıllarda artmağa başlamıştır.

Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi'ne bağlı bir «Karst çalışma gurubu» kurulmuştur. Bu guruba, üniversiteler ile uygulamacı kuruluşlardaki karst konusunda çalışan uzmanlardan istekli olanlar seçilmiştir. Çalışmalar gönüllü olarak sürdürülecektir. Çalışma gurubunun olanakları fevkalade sınırlıdır. Karst gurubunca yapılacak çalışmalarla, konuya ilişkin verilerin derlenmesi, sorunların saptanması ve yönlendirici katkılar beklenebilir. Eğer olanak bulunabilirse, ulusal ve uluslararası toplantılarda sorunlar ve yeni buluşlar da sergilenebilecektir.

Uygulamalı araştırma ve ölçümlerin çoğu, DSİ jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı Suları Dairesince yürütülmektedir. Karst bölgelerinde çeşitli verilerin toplanması, jeoloji ve jeofizik ölçümler, kaynakların saptanması, akım ölçümleri, sızma sorunları... v.b. konular üzerinde çalışılmaktadır. Son yıllarda, DSİ-UNDP projesiyle karst

(\*) Prof. Dr. İst. Üniv. Yerbilimleri Fakültesi.

araştırmaları yeni boyutlar kazanmıştır. Karst araştırma merkezi kurulması konusunda girişimler yapılmıştır.

#### DEĞERLENDİRME :

Birçok Akdeniz ülkesinde olduğu gibi, Yurdumuzda da karst araştırmaları ve mühendislik sorunlarına çözümler bulunması, önemi benimsenmesi gereken bir konudur. Karst sorunlarının daha iyi değerlendirilmesi için artan çabalar memnuniyet vericidir. Ancak, yüzölçümünün yaklaşık üçte biri karstlaşmış birimle kaplı olan bir ülkede söz konusu girişimler yeterli görülmez.

Karst araştırmalarını daha etkin ve gerekli düzeye ulaştırabilmek için üniversitelerimizde ve ilgili kuruluşlarda karst konusuna daha çok yer verilmesi yararlı olacaktır. Çeşitli üniversitelerimizdeki üyelerin birlikte araştırma projelerine katılmaları sağlanmalıdır. Karst sorunlarını çözümlere kavuşturabilecek çok disiplinli, üniversiteler arası takımlar oluşturulmasına yönelinmelidir. Uygulamacı kuruluşlarla üniversiteler arasında kurulacak yakın işbirliğiyle öğretim sonrası konferans, simpozyum, seminer, yaz kursu gibi olanaklardan yararlanarak bilgi iletisini hızlandırılmalıdır.

Karst ortamı bölgesel ölçekte çalışılmalı, toplanan verilen sentezi yapılmalıdır. Uzun sürede sonuçlanabilecek veri derleme işlemi daha çok elemanla hızlandırılmalıdır. Veri toplarken bilgi sayar formları kullanılması standart bilgi derlenmesi sağlayarak zaman kazandırabilir.

Karst bölgelerinde yaşam koşulları, karst topoğraf-

yası gibi genellikle çetindir. Yerleşme, yol, su ve tarım alanı sağlanması diğer bölgelere oranla daha zordur. Bu nedenlerle nüfus yoğunluğu da çoğun azdır. Karst bölgelerinde yerel sorunlar saptanarak bilimsel çözümleri aranmalıdır. Uygulamada yerel yönetimlerle ilgili kuruluşlar arasında işbirliği sağlanması daha ekonomik ve verimli bölgesel değerlendirmelere olanak sağlayabilir.

Yukarda çeşitli görüşler, Yurdumuz için karst araştırmalarının boyutlarını belirlemek amacıyla sıralanmıştır. Bu sorunların bilimsel değerlendirilmesi, her zaman önemli ekonomik çözümleri beraberinde getirecektir. Tersi önemli kayıplara neden olabilmektedir.

Yurdumuz için bilimsel veya ekonomik çok yönlü sorunlar ve olanaklar sağlayan karst konusunun daha üst düzeyde araştırılması çeşitli yararlar sağlayacaktır. Bu yönde, bir «Karst Araştırma Merkezi» kurulması çok yerinde bir girişimdir. Karst araştırmalarının niteliği bireysel çabalar yerine çok disiplinli araştırma gurupları kurulmasını gerektirmektedir.

Karst Araştırma Merkezi bireysel yaklaşımlar ile kuruluşlarımızın olanaklarını birleştirici bir görev de yapacaktır.

Karst Araştırma Merkezi, sistemli araştırmalar ile önemli projelerin güvenilir sonuçlara ulaşmasında etkin çözümler sağlayabilir. Böyle bir merkezin, uygulama alanlarında sağlayacağı bilgi birikimi çok önemlidir. Ayrıca, Karst merkezi üst düzeyde araştırma ve öğretim olanakları ile uzmanlar yetişmesine etkin bir ortam sağlayacaktır.

TOPRAK MALZEMENİN KULLANILABİLME ÖZELLİKLERİ

| Grup simgesi | Tipik isim                                                                                              | Önemli Özellikler                      |                                                     |                                                   |                                           | Çeşitli kullanım yerleri için gerekli uygunluk derecesi |                       |                    |                      |                       |                  |                    |                    |           |  |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|------------------|--------------------|--------------------|-----------|--|
|              |                                                                                                         | Sıkıştırılmış halde iken geçirimsizlik | Sıkıştırılmış ve doygun halde iken kayma mukavemeti | Sıkıştırılmış ve doygun halde iken dayanıklı olma | İnsaat malzemesi olarak kullanılabilir mi | Toprak Barajda                                          |                       | Kanalarda          |                      | Temellerde            |                  | Yollar da          |                    | Stabilize |  |
|              |                                                                                                         |                                        |                                                     |                                                   |                                           | Hemen Çökme Dolgu                                       | Memba ve mansap Dolgu | Erozyon mukavemeti | Sıkıştırılmış toprak | Sızma önemli ise      | Sızma önemli ise | Don olmaksızın ise | Don olmaksızın ise |           |  |
| GW           | İyi derecelenmiş çakıl, kum-çakıl karışımları ince taneleri az veya hiç olmayan malzeme                 | Geçirimsiz                             | Çok iyi                                             | İhmal edilebilir                                  | Çok iyi                                   | -                                                       | -                     | 1                  | -                    | -                     | 1                | 1                  | 1                  | 3         |  |
| GP           | Kötü derecelenmiş çakıl, kum-çakıl karışımları ince taneleri az veya hiç olmayan malzeme                | Çok geçirimsiz                         | İyi                                                 | İhmal edilebilir                                  | İyi                                       | -                                                       | -                     | 2                  | -                    | -                     | 3                | 3                  | 3                  | -         |  |
| GM           | Siltli çakıl, kötü derecelenmiş çakıl-kum silt karışımları                                              | Yarı geçirimsiz ilâ geçirimsiz         | İyi                                                 | İhmal edilebilir                                  | İyi                                       | 2                                                       | 4                     | -                  | 4                    | 1                     | 4                | 4                  | 9                  | 5         |  |
| GC           | Kıllı çakıl, kötü derecelenmiş çakıl-kum silt karışımları                                               | Geçirimsiz                             | İyi ilâ orta                                        | Çok az                                            | İyi                                       | 1                                                       | 1                     | -                  | 3                    | 1                     | 2                | 5                  | 5                  | 1         |  |
| SW           | İyi derecelenmiş kumlar ve çakılı kumlar ince taneleri az veya hiç olmayan malzeme                      | Geçirimsiz                             | Çok iyi                                             | İhmal edilebilir                                  | Çok iyi                                   | -                                                       | -                     | 3                  | 6                    | -                     | 2                | 2                  | 2                  | 4         |  |
| SP           | Kötü derecelenmiş kumlar ve çakılı kumlar ince taneleri az veya hiç olmayan malzeme                     | Geçirimsiz                             | İyi                                                 | Çok az                                            | Orta                                      | -                                                       | -                     | 4                  | 7                    | -                     | -                | 5                  | 6                  | 4         |  |
| SM           | Siltli kumlar, kötü derecelenmiş kum-silt karışımları                                                   | Yarı geçirimsiz ilâ geçirimsiz         | İyi                                                 | Az                                                | Orta                                      | 4                                                       | 5                     | -                  | 8                    | 5                     | 3                | 7                  | 8                  | 6         |  |
| SC           | Kıllı kumlar, kötü derecelenmiş kum-kıl karışımları                                                     | Geçirimsiz                             | İyi ilâ orta                                        | Az                                                | İyi                                       | 3                                                       | 2                     | -                  | 5                    | 2                     | 4                | 8                  | 7                  | 2         |  |
| ML           | İnorganik silt ve çok ince kumlar, taş unu, az plastik siltli veya kıllı ince kumlar                    | Yarı geçirimsiz ilâ geçirimsiz         | Orta                                                | Orta                                              | Orta                                      | 6                                                       | 6                     | -                  | -                    | 6                     | 6                | 9                  | 10                 | 11        |  |
| CL           | Aıcaktan orta dereceye doğru plastisite de inorganik kiler çakılı kumlu kiler siltli kiler yağsız kiler | Geçirimsiz                             | Orta                                                | Orta                                              | İyi ilâ orta                              | 5                                                       | 3                     | -                  | 9                    | 3                     | 5                | 10                 | 9                  | 7         |  |
| OL           | Organik siltler ve alçak plastisite de organik silt kıl karışımları                                     | Yarı geçirimsiz ilâ geçirimsiz         | Zayıf                                               | Orta                                              | Orta                                      | 8                                                       | 8                     | -                  | -                    | 7                     | 7                | 11                 | 11                 | 12        |  |
| MH           | İnorganik siltler, diatomeli veya ince mikali kumlu veya siltli topraklar elastik siltler               | Yarı geçirimsiz ilâ geçirimsiz         | Orta ilâ zayıf                                      | Fazla                                             | Zayıf                                     | 9                                                       | 9                     | -                  | -                    | 8                     | 8                | 12                 | 12                 | 13        |  |
| CH           | Yüksek plastisiteli inorganik kiler yağlı kiler                                                         | Geçirimsiz                             | Zayıf                                               | Fazla                                             | Zayıf                                     | 7                                                       | 7                     | -                  | 10                   | Hacim değişimi kritik | 9                | 13                 | 13                 | 8         |  |
| OH           | Ortadan yüksek plastisiteli organik kiler                                                               | Geçirimsiz                             | Zayıf                                               | Fazla                                             | Zayıf                                     | 10                                                      | 10                    | -                  | -                    | 10                    | 10               | 14                 | 14                 | 14        |  |
| PT           | Turba ve organik topraklar                                                                              | ---                                    | ---                                                 | ---                                               | ---                                       | ---                                                     | ---                   | -                  | -                    | -                     | -                | -                  | -                  | -         |  |

NOT: Çizelgedeki sayılar gerekli değerleri gösterirler. Bir numara en iyidir.

BİRLEŞTİRİLMİŞ TOPRAK SINIFLAMASI

**İLK SINIFLANDIRMA**

75 cm den iri malzeme hacre tutulmuştur

| İNCE TANELİ ZEMİNLER                                                |                  | İRİ TANELİ ZEMİNLER                                                 |                                                           |
|---------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Malzemenin % 50' sinden fazlası 200 No' lu elek boyutundan kuçuktur |                  | Malzemenin % 50' sinden fazlası 200 No' lu elek boyutundan buyuktur |                                                           |
|                                                                     |                  | KUM                                                                 | ÇAKIL                                                     |
|                                                                     |                  | Iri malzemenin % 50' sinden fazlası No.4 elekten kuçuktur           | Iri malzemenin %50' sinden fazlası No.4 elekten buyuktur. |
| Silt ve Kil                                                         | Silt ve Kil      | Kum                                                                 | Çakıl                                                     |
| Likit Limit > 50                                                    | Likit Limit > 50 | İnce malzeme                                                        | İnce malzeme                                              |
|                                                                     |                  | Temiz Kum                                                           | Temiz Çakıl                                               |
| ML                                                                  | CL               | SC                                                                  | GC                                                        |
| OL                                                                  | CH               | SM                                                                  | GM                                                        |
| MH                                                                  | OH               | SP                                                                  | GP                                                        |
| PT                                                                  |                  | SW                                                                  | GW                                                        |

Yuksek derecede organik topraklar

Tipik İsim

Grup Sembolü

Granulometri eğrisinden çakıl ve kum yuzdeleri bulunur. 200 No'dan geçen malzeme oranına göre iri taneli zeminler şöylece sınıflandırılır

% 5 den az GW-GP-SW-SP

% 12 den fazla GM-GC-SM-SC

% 5 - 12 sınırda iki sınığa birden kullanılır.

Laboratuvar sınıflandırma ölçütleri

$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$  ;  $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = 1 \sim 3$

GW nin granulometri koşullarını karşılamayanlar.

Atterberg limitleri A çizgisinin altında veya  $P_L < 4$  A çizgisinin üstünde ve  $P_L > 7$  ,

SW nin bütün granulometri koşullarını karşılamayanlar

Atterberg limitleri A çizgisinin altında veya  $P_L < 4$  A çizgisinin üstünde ve  $P_L > 7$  Her iki sınığa beraber kullanılır

PLASTİSİTE KARTI

Likit Limit "LL"

PL = 0.73 (LL - 20)

**MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ TÜRK MİLLİ KOMİTESİ**  
**ÜYE LİSTESİ**

| Sıra No.: | Adı ve Soyadı                | A d r e s i                                                         |
|-----------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1         | Prof. Dr. İ. Enver Altınlı   | Profesörler Sitesi B 4 B Daire 3 Etiler/İSTANBUL                    |
| 2         | Prof. Dr. A. Kemal Erguvanlı | İ.T.Ü. Maden Fak.                                                   |
| 3         | Turhan Aklan                 | DSİ Jeoteknik Hiz. ve YAS. Dai. Bşk. ANKARA                         |
| 4         | Ercan Koşar                  | EİE İdaresi Genel Direktörlüğü ANKARA                               |
| 5         | Prof. Dr. Erdoğan Yüzer      | İ.T.Ü. Maden Fakültesi                                              |
| 6         | Prof. Dr. S. Okay Eroskay    | İ.Ü. Yerbilimleri Fak. Jeoloji Müh. Böl. Başkanı İSTANBUL           |
| 7         | Dr. Aziz Ertunç              | EİE İdari Genel Direktörlüğü ANKARA                                 |
| 8         | Vedat Çağlayık               | EİE İdari Genel Direktörlüğü ANKARA                                 |
| 9         | Kaler Sümerman               | EİE İdari Genel Direktörlüğü ANKARA                                 |
| 10        | Güngör Umay                  | EİE İdari Genel Direktörlüğü ANKARA                                 |
| 11        | Saim Kale                    | Tunus Cad. 72/4 ANKARA                                              |
| 12        | Behiç Çongar                 | Bestekar Sok. 76/6 Kavaklıdere/ANKARA                               |
| 13        | Saydun Altuğ                 | EİE İdari Genel Direktörlüğü ANKARA                                 |
| 14        | Yüksel Tan                   | EİE İdari Genel Direktörlüğü ANKARA                                 |
| 15        | Erdal Bulutlar               | EİE İdari Genel Direktörlüğü ANKARA                                 |
| 16        | Dr. Okay Gürpınar            | İstanbul Ü. Fen Fak. Tatbiki Jeo. Kürsüsü                           |
| 17        | Ali Malik Gözübel            | İstanbul Ü. Fen Fak. Tatbiki Jeo. Kürsüsü                           |
| 18        | Ertan Özker                  | Söğüt, Seramik Sanayi A.Ş. BİLECİK                                  |
| 19        | Eray Erdoğan                 | MASU, Bankalar Cad. Hazeren Han 82/4 İSTANBUL                       |
| 20        | İnan Ünal                    | Dr. Şakir Paşa Sok. 29/3 Kadıköy/İSTANBUL                           |
| 21        | Necdet Türk                  | EGE Ün. Fen Fak. Jeo. Bil m. İZMİR                                  |
| 22        | Turgut Öztaş                 | İTÜ Maden Fak.                                                      |
| 23        | Doç. Dr. Remzi Dilek         | KTÜ Yer Bilim. Fak. TRABZON                                         |
| 24        | Dr. Rikret Tarhan            | KTÜ Yer Bilim. Fak. TRABZON                                         |
| 25        | A. Mesut Çetinçelik          | PK. 82 Kızılay/ANKARA                                               |
| 26        | Levent Çelebi                | Özveren Sok. 29/8 Demirtepe/ANKARA                                  |
| 27        | Ertuğrul Özbek               | Şimşek Sok. 27/12 Kavaklıdere/ANKARA                                |
| 28        | Nizamettin Atakan            | Rihtim Cad. İzzetin Sok. Polat İşhanı 126/18-29<br>Kadıköy/İSTANBUL |
| 29        | Ermən Aşçıoğlu               | DSİ Jeo. Hiz. ve YAS Dai. ANKARA                                    |
| 30        | Şaban Yıldız                 | DSİ Jeo. Hiz. ve YAS Dai. ANKARA                                    |
| 31        | Mustafa Akıncı               | Dikmen Cad. Nişancılar Sok. 78/13 ANKARA                            |
| 32        | Hasan Özaslan                | Dikmen Cad. Nişancılar Sok. 78/13 ANKARA                            |
| 33        | Yavuz Kurdoğlu               | Güneş Sok. 13/14 Kavaklıdere ANKARA                                 |
| 34        | Adnan Kuntel                 | 39. Sok. 12/2 Bahçelievler/ANKARA                                   |
| 35        | Prof. Dr. Ergün Toğrol       | İTÜ İnş. Fak. İSTANBUL                                              |
| 36        | Dr. M. Ali Ansal             | İTÜ Maçka İnş. Fak. İSTANBUL                                        |
| 37        | Dr. Mahir Vardar             | Valide Çeşme Abacılatif Sok. 9/4 Beşiktaş/İSTANBUL                  |
| 38        | Dr. Caner Zambak             | İTÜ Maden Fak. İSTANBUL                                             |
| 39        | Dr. Mesut Köseoğlu           | KTÜ Jeo. Müh. Bl. TRABZON                                           |
| 40        | Y. Prof. Dr. Vedat Doyuran   | ODTÜ Jeo. Müh. Bl. ANKARA                                           |
| 41        | Y. Prof. Dr. Ayhan Erler     | ODTÜ Jeo. Müh. Bl. ANKARA                                           |
| 42        | Doç. Dr. Mehmet Ayan         | A.Ü. Fen Fak. Jeo. Bl. ANKARA                                       |
| 43        | Necip Özden Üz               | İ.T.Ü.F.F. Tatbiki Jeo. Kür. İSTANBUL                               |
| 44        | Dr. Yücel Eranıl             | Emek Mah. 63. Sok. 16/5 ANKARA                                      |
| 45        | Dr. Gültekin Günay           | DSİ Jeotek. Hiz. ve YAS Dai. ANKARA                                 |
| 46        | Necdet Aksu                  | Piremeci Sok. Oba Apt. Kat : 3 Beyoğlu/İSTANBUL                     |
| 47        | Arif Yörükler                |                                                                     |
| 48        | Doç. Dr. Cahit Çoruh         | İ.Ü. Yerbilimleri Fakültesi İSTANBUL                                |
| 49        | Doç. Dr. Kemal Güleç         | Sakarya DMMA. ADAPAZARI                                             |
| 50        | Mustafa Erdoğan              | İ.T.Ü. Maden Fakültesi İSTANBUL                                     |
| 51        | Yavuz Çoşan                  | Rue Campagne 332 BELÇİKA                                            |
| 52        | Prof. Dr. Nuriye Pınar       | İstanbul DMMA. İSTANBUL                                             |
| 53        | Nejat Özer                   | İ.T.Ü. Maden Fakültesi İSTANBUL                                     |
| 54        | Erdoğan Savaşkan             | İ.T.Ü. Maden Fakültesi İSTANBUL                                     |
| 55        | İsmail Eriş                  | İ.T.Ü. Maden Fakültesi İSTANBUL                                     |
| 56        | Doç. Dr. Baki Canik          | Selçuk Üniversitesi KONYA                                           |
| 57        | Talip Karaoğullarından       | DSİ Aslantaş Barajı ADANA                                           |
| 58        | Doç. Dr. Cavit Demirkol      | Selçuk Üniversitesi KONYA                                           |