



MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ

TÜRK MİLLİ KOMİTESİ

BÜLTENİ

21 YIL **16**
HAZİRAN
1997

İÇİNDEKİLER

- | | | |
|--|---|----|
| * 500 KAMYON MU? 150 KAMYON MU?
BİR ÇEVRE KİRLENMESİ OLAYI | E. TOĞROL | 1 |
| * ÇEVRE SORUNLARI VE JEOLJİ | F. ANIK | 9 |
| * ANKARA OFİYOLİTİK MELANJINDAKİ
DİYABAZIN JEOMEKANİK ÖZELLİKLERİ VE
AYRIŞMA DERESESİ | R. KILIÇ | 16 |
| * KEMERBURGAZ VE ŞİLE ÖRNEĞİNDE ÇOP
DÖKÜM SAHALARININ MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ
AÇISINDAN İRDELENMESİ | M. YILDIRIM | 26 |
| * KIZILCAPINAR (EREĞLİ-ZONGULDAK) BARAJ
YERİNDEKİ ANDEZİTLERİN JEOMEKANİK
ÖZELLİKLERİ | H.KIRKBUDAK
R. KILIÇ | 35 |
| * KISIKLI TÜNELİ KAZISININ ÇEVREYE ETKİLERİ | S. DALGIÇ | 42 |
| * YAPAY OLARAK YARATILMAYA ÇALIŞILAN
JEOTEKNİK-GEOTEKNİK İKİLEMİNİN OLUMSUZ
ETKİLERİ: BİR ÖRNEK | İ. YILMAZER
M. ARKÜN | 50 |
| * İZMİR İL MERKEZİ VE CİVARINDAKİ
TAŞOCAKLARININ ÇEVRESEL ETKİ YÖNLERİ | M.Y. KOCA
N. TÜRK | 59 |
| * OTOYOL GEÇKİSİ BELİRLENİRKEN | İ. YILMAZER
Y. LEVENTELİ
L. AKDUMAN | 67 |

YÖNETİM KURULU

- Başkan : Prof. Dr. Erdoğan YÜZER (İTÜ MADEN FAK.-İSTANBUL)
Genel Sekreter: Prof. Dr. Okay EROSKAY (İ.Ü. MÜH. FAK.- İSTANBUL)
Sayman : Dr. Erdal ŞEKERCİOĞLU (DSİ JEOTEKNİK HİZ.-ANKARA)
Üye : Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ (Ç.Ü. MÜH. FAK.- ADANA)
Üye : Prof. Dr. Necdet TÜRK (D. E. Ü. MÜH. FAK.- İZMİR)
Üye : Doç. Dr. Recep KILIÇ (A.Ü. FEN. FAK.-ANKARA)
Üye : Jeo. Müh. Behiç ÇONGAR (SİAL-ANKARA)

YAYIN DANIŞMA KURULU

- Prof. Dr. Ergün TOĞROL (İTÜ)
Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ (ÇÜ)
Prof. Dr. Okay GÜRPINAR (İÜ)
Prof. Dr. Remzi DİLEK (KTÜ)
Prof. Dr. Fikret TARHAN (KTÜ)
Prof. Dr. Vedat DOYURAN (ODTÜ)
Prof. Dr. Mahir VARDAR (İTÜ)
Prof. Dr. Erçin KASAPOĞLU (HÜ)
Prof. Dr. Gültekin GÜNAY (HÜ)
Prof. Dr. Şakir ŞİMŞEK (HÜ)
Prof. Dr. Necdet TÜRK (DEÜ)
Doç. Dr. Reşat ULUSAY (HÜ)
Doç. Dr. Recep KILIÇ (AÜ)
Doç. Dr. Remzi KARAGÜZEL (SDÜ)

Bu sayının baskısı TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası tarafından gerçekleştirilmiştir.

YAZIŞMA ADRESİ

Prof. Dr. E. YÜZER

İTÜ Maden Fak. Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı
Ayazağa Kampüsü 80626 MASLAK-İstanbul
Tele Fax: 0212 2856146

Prof. Dr. Okay EROSKAY

İÜ Mühendislik Fak. Uygulamalı Jeoloji Anabilim dalı
Avcılar Kampüsü 34850 AVCILAR-İstanbul
Tel: 0212 2798937 Fax: 0212 2799229

İÇİNDEKİLER

* 500 KAMYON MU? 150 KAMYON MU? BİR ÇEVRE KİRLENMESİ OLAYI	E. TOĞROL	1
* ÇEVRE SORUNLARI VE JEOLJİ	F. ANIK	9
* ANKARA OFİYOLİTİK MELANJINDAKİ DİYABAZIN JEOMEKANİK ÖZELLİKLERİ VE AYRIŞMA DERESESİ	R. KILIÇ	16
* KEMERBURGAZ VE ŞİLE ÖRNEĞİNDE ÇÖP DÖKÜM SAHALARININ MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ AÇISINDAN İRDELENMESİ	M. YILDIRIM	26
* KIZILCAPINAR (EREĞLİ-ZONGULDAK) BARAJ YERİNDEKİ ANDEZİTLERİN JEOMEKANİK ÖZELLİKLERİ	H.KIRKBUDAK R. KILIÇ	35
* KISIKLI TÜNELİ KAZISININ ÇEVREYE ETKİLERİ	S. DALGIÇ	42
* YAPAY OLARAK YARATILMAYA ÇALIŞILAN JEOTEKNİK-GEOTEKNİK İKİLEMİNİN OLUMSUZ ETKİLERİ: BİR ÖRNEK	İ. YILMAZER M. ARKÜN	50
* İZMİR İL MERKEZİ VE CİVARINDAKİ TAŞOCAKLARININ ÇEVRESEL ETKİ YÖNLERİ	M.Y. KOCA N. TÜRK	59
* OTOYOL GEÇKİSİ BELİRLENİRKEN	İ. YILMAZER Y. LEVENTELİ L. AKDUMAN	67

MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ

Geçen yıl olduğu gibi, Mühendislik Jeolojisi Milli Komitemizin bu yılki bülteni de, Jeoloji Mühendisleri Odamızın değerli katkıları ile sizlere ulaşabiliyor. Kendilerine içten teşekkürlerimizi sunuyoruz.

Komitemizin kurulduğu yıldan (1976) bu yana her yıl çıkarılmasına gayret edilen bültenimizin zamanla, içerik açısından daha doyurucu ve aranır hale gelmesinden kıvanç duyuyoruz. İlk sayılarının sınırlı sayfada da olsa aralıksız çıkarılabilmesi için hocamız Prof. Dr. Kemal ERGUVANLI'nın makale bulmadaki ısrarlı gayretlerini anımsadığımızda, ülkemizde Mühendislik Jeolojisi alanında alınan yolu ve olumlu gelişmeyi kolaylıkla gözleyebiliyoruz. Her sayıyı çıkarma durumuna geldiğimizde, bir sonraki sayıyı çıkarabilecek kadar makale sayısı elimizde kalıyor. Gönderilen makalelerin dergide yayınlanmasında sadece ekonomik nedenlerle önüne geçemediğimiz bu gecikmeyi anlayışla karşılayacağımızı umuyoruz. Türkçe yayın konusunda nicelik ve nitelik açısından görülen bu gelişmeyi giderek yabancı yayınlarda da izlemek içten dileğimiz.

Geçen yıl yapılan genel kurul toplantısındaki dilekler doğrultusunda, dergimizin "Hakemli Dergi" niteliği kazanması için, bu sayıdan itibaren girişimde bulunulmuş, gönderilen makaleler 3 öğretim üyesinin incelemesinden geçirilmiştir.

Sizlere ulaştırdığımız IAEG bültenininin 53. sayısında ülkemizden gönderilen iki makalenin yayınlanmasından (E. KARACAN - İ.YILMAZ ve A. ERTUNÇ - O. TANER) kıvanç duyduk.

3.ERGUVANLI Mühendislik Jeolojisi Kollokyumu, 14-15 Kasım 1996, günlerinde Mühendislik Jeolojisi ve Çevre konusunda İTÜ Maden Fakültesinde gerçekleştirilmiştir. Kollokyuma 100'e yakın öğretim üyesi, öğrenci ve meslekdaşımız katılmıştır.

30. Uluslararası Jeoloji Kongresi ve IAEG Konsey toplantısı, 4-14 Ağustos 1996 günlerinde Pekin'de yapılmış ve 7000 dolayında katılım olmuştur. Ülkemizi, Prof.Dr.Aziz ERTUNÇ ve Yrd. Doç.Dr Atiye TUĞRUL temsil etmişlerdir.

23-27 Haziran 1997 tarihinde Atina'da yapılacak olan Uluslararası Mühendislik Jeolojisi ve Çevre konulu sempozyuma ülkemizden 6 katılımcı olacağı bildirilmiştir. Milli Komitemizi, konsey toplantısında, Doç. Dr. İlyas YILMAZER temsil edecektir.

Bu yıl 1-5 Eylül 1997 tarihlerinde JMO tarafından İstanbul'da gerçekleştirilecek olan Geo. Env.97 Uluslararası Sempozyumuna meslektaşlarımızın gerekli ilgiyi göstereceklerinden kuşku duymuyoruz. Dış ülkelerde düzenlenen Uluslararası nitelikteki toplantılara katılmadaki ekonomik güçlükler göz önüne alındığında, ayağımıza kadar gelen bu fırsatı değerlendirmenin önemi kolayca anlaşılıyor. Çevre konularının tartışılacağı bu sempozyumun değişik oturumlarında çok sayıda meslektaşımızın bildiri sunmak isteğini sevindirici buluyoruz.

Daha önceki yıllarda olduğu gibi 1996 yılında da "ERGUVANLI MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ ÖDÜLLERİ" için Üniversitelerimize ve Uygulayıcı kurumlarımıza aylar öncesinden duyuru yapılmıştır. Ülkemizde jeoloji Mühendisliği Öğrenimi verilen bölüm sayısı ve Mühendislik jeolojisi uygulamaları yapan çok sayıdaki kurum gözönünde tutulduğunda ödül için gönderilen eser sayısının bu sayılarla orantılı olduğunu söyleyemiyoruz. Geçen yıldan itibaren verileceği duyurulan MAKALE ÖDÜLÜ" ne bu yıl hiçbir makale gönderilmemiştir.

Bu yıl hazırladıkları tezlerle Dr. Nezih YAVUZ (Çukurova Üniv.), Y.Müh. azım KUTLU (A.Ü.F.F) ve Müh Cem KINCAL (9 Eylül Ün.) ödüle layık görülmüşlerdir. Kendilerini kutluyor, başarılarının meslek yaşamları boyunca sürmesini diliyoruz.

Değerli meslektaşlarımız, sizlerin de yakından izlediği gibi, Milli Komitemiz Mühendislik Jeolojisi komularındaki çabalarını kuruluşundan bu yana, sınırlı ölçüde de olsa, elden geldiğince aralıksız sürdürmektedir.

Katkılarımız ve desteğiniz devam ettikçe bundan sonra da sürüp gidecektir. Deyim yerinde ise "Maya Tutmuştur !"

Başarı dileklerimizle, saygılarımızı sunuyoruz.

Haziran 1997

İstanbul,

UMJTMK

Yönetim Kurulu

500 KAMYON MU ? 150 KAMYON MU ? BİR ÇEVRE KİRLENMESİ OLAYI

Prof. Dr. Ergun TOĞROL, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul,

GİRİŞ

KÜÇÜKÇEKMECE GÖLÜ yurdumuzun doğal güzelliklerinden birisidir. Gölün yüzölçümü 16 km², en derin yeri ise 25 m.dir.Göl çevresi kalkerli bir yapıya sahip,erozyona orta derecede duyarlı ve tarıma az elverişli topraklarla çevrilidir. Göl çevresinde hakim bitki örtüsü Akdeniz iklim florası özelliklerini taşır. Gölün kuzeyindeki bataklık kesim göçmen kuşların uğrak yeri olmaya devam etmektedir. Aynı zamanda bir avlanma alanıdır. Bir yandan da doğanın ciğeri görevini üstlenmiş görünmektedir.

Göl çevresinde son yıllarda yoğun bir kentleşme meydana gelmiştir. Daha önceki yıllarda kurulup fazla gelişmemiş olan Küçükçekmece ve Kanarya mahallelerine, Gölün batı yakasında Yarımburgaz, Altınşehir, Kayabaşı, Gölün doğu yakasında ise Firuzköy, Esenyurt katılmıştır. Bu gelişmelerin başlangıcında Çekmece Nükleer Araştırma Merkezi Göl'ün kıyısında kuruluvermiştir. Acaba Göl'e zehirli atık bırakıyor mu: bilinmiyor. Çernobil'den sonra radyasyon almış çayların Merkez arazisinde gömülmesi çoktan unutulmuştur.

80 li yılların başında, bugün Jandarma Taburu'nun bulunduğu tepeye Küçükçekmece Belediyesi çöp dökmeye başladı. O tarihte çevre nüfusu az, belediyelerin elinde yeterli araç olmadığı için dökülen çöp te azdı. Aşağı Halkalı ile Yukarı Halkalı arasında bulunan bu tepe daha sonra terkedildi. Küçükçekmece Belediyesi, bu kez biraz daha kuzeyde daha yüksek bir tepe buldu, çöpleri oraya dökmeye başladı. bu arada, yeni çöp taşıma araçları alan Büyükşehir Belediyesi bu tepeyi keşfetti ve buraya çöp dökmeye başladı.

Önceleri dökülen çöp, günde bir kaç yüz kamyonun, Büyükşehir Belediyesi'ne çevre belediyelerin de katılması ile günde bin kamyonu ulaştı. Bu süreç içinde, 9 Ağustos 1982 tarihinde Büyükşehir Belediye Başkanlığına yazı ile başvurarak günde 500 kamyon çöp dökülmesinin çevreye verdiği zararlara, çevredeki su kuyularından alınan numunelerde belirlenen kirlenmeye dikkat çekmiş, çöp döküm yerinin kaldırılması gerektiğini belirtmiştim. O tarihte çöp dökülen alan 30 000 m² yi, çöp yüksekliği 15 m. yi bulmuştu.Belediye Başkan Yardımcısını imzaladığı 28 Ağustos 1982 tarihli cevapta, söz konusu yerin "çöp imha istasyonu" olduğu belirtilerek, "**Kaldı ki, mektubunuzda belirttiğiniz gibi buraya günde 500 değil ancak 150 kamyon çöp dökülmektedir.**" deniliyordu.

Sonunda Halkalı çöplüğü bir utanç anıtı olarak yükseldi. Çevrede yaşayanların haklı tepkisi siyasal bir boyut kazandı ve çöp dökülmesi fiziksel engeller oluşturularak durduruldu. Bununla birlikte çöp dağı çevreyi kirletmeyi sürdürdü. Burada anlatacağım araştırma, bu kirlenmenin boyutlarını ortaya çıkarmak amacı ile yapılmıştır (Avcı ve diğerleri, 1993). Yeraltı suyu akımını sonlu elemanlar ile simüle eden bir nümerik model kullanılarak çalışma alanındaki yeraltı suyu akımı tesbit edilmiştir. Bu model kullanılarak atık depolama alanı etrafındaki akım yönleri simüle edilmiş, atık depolama alanı yakınlarında oluşturulan gözlem kuyularında belirlenen su kalitesi verilerine göre yeraltı suyundaki çözülmüş kimyasal maddelerin yayılma mekanizmaları ortaya konulmuştur.

ARAŞTIRMA ALANI

Küçükçekmece Gölü'nün kuzeydoğusunda, Halkalı Toplu Konut alanı içinde bu alanın batısında, Menekşe ve Hasanoğlu Dereleri arasında kalan çöp depolama alanından kaynaklanan kirlenme incelenmiştir. Bu amaçla, arazi profili belirlenmiş, deney kuyularından alınan nünunelerin laboratuvarında yapılan analizleri ile yeraltı suyundaki kirlenme ve kirlenmenin zemin içindeki yayılması araştırılmış; böylece, kirletici kaynağın yeraltı suyuna etkisi belirlenmiştir.

Çevredeki yeraltı su geliri kesin olarak bilinmemektedir. Yirmi yıl kadar önce Taş Ocağı çevresinde açılmış olan derin su kuyuları daha sonra kirlenme nedeniyle terkedilmiştir. Son yıllarda açılan özel kuyulardan devamlı su çekilmektedir. Bu kuyulardan alınan su herhangi bir analize tabi tutulmadan satılmaktadır. Devamlı su çekilmesi nedeniyle yeraltı su seviyesinde meydana gelen düşüşün 2 m. mertebesinde olduğu tahmin edilmektedir.

Bögedeki yıllık yağış miktarı 600-700 mm. arasında değişmektedir. Yağışlı günlerde yüzey suları ile Göle'e taşınan kirletici yükünde artış olmaktadır. Yıllık kurak veya yarı kurak ay sayısı 5 tir (Erinç, 1980). Yüzey buharlaşma değerleri ölçülmediği için bilinmemektedir.

JEOLJİK VE HİDROLOJİK BULGULAR

Küçükçekmece Gölü'nün kuzey doğusundaki bölgede Paleozoyik ve Senozoyik yaşlı formasyonlar bulunmaktadır. Paleozoyik yaşlı birimler, killi şist ve grovak şistlerden oluşan metamorfik kayalardan meydana gelmektedir. Bu formasyonlar geçirimsiz anakayayı oluşturular. Üzerine diskordans olarak Eosen yaşlı birimler gelmiştir. Eosen formasyonları marn, marnlı kireçtaşı ve karstik resifal kireçtaşı ile temsil edilmektedir. Eosen oluşumu üzerine diskordans olarak Miyosen'in kumlu, siltli kilden oluşan üst seviyesi gelmiştir. Daha üstte Pliyosen'in kuvars çakıllı, kil, kum ve marnlı seviyeleri gelmektedir. Dere yatakları ve akarsu vadileri Kuvaterner yaşlı az çakıllı, kum, silt ve kil ile örtülüdür.

Sondaj Kuyularından Elde Edilen Permeabilite Katsayıları

<u>Sondaj No.</u>	<u>Deney Aralığı</u>	<u>Permeabilite Katsayısı (cm/sn)</u>
S-101	0.0-1.5	7.75×10^{-2}
	1.5-3.0	3.14×10^{-4}
	3.0-20.0	Çok Geçirimli
S-102	0.0-1.5	1.33×10^{-4}
	1.5-3.0	1.07×10^{-5}
	3.0-17.0	Geçirimsiz
S-103	0.0-3.0	1.01×10^{-4}
	3.0-4.5	6.46×10^{-5}
	4.5-6.0	4.30×10^{-6}
	6.0-7.5	Geçirimsiz
	10.0-11.5	2.58×10^{-6}
	10.0-14.0	1.48×10^{-6}
	10.0-17.0	8.83×10^{-7}
S-106	3.0-4.5	Geçirimsiz
	6.0-7.5	1.05×10^{-4}
	7.5-9.0	9.30×10^{-5}
	10.5-12.0	5.53×10^{-6}
	13.5-15.0	7.18×10^{-6}
S-107	1.5-3.0	9.04×10^{-5}
	4.5-6.0	Geçirimsiz
	9.0-10.5	Geçirimsiz
	12.0-13.5	3.12×10^{-5}
	13.5-16.5	8.31×10^{-5}
B-1	25.0-30.0	1.38×10^{-3}
B-2	25.0-30.0	3.35×10^{-3}
B-3	25.0-30.0	4.02×10^{-4}
B-4	25.0-30.0	9.67×10^{-3}

Not: Sondaj Yerleri Şekil 5'te Gösterilmektedir

**Katı Atık Alanı Yakınlarındaki
Yüzeysel Suların Kimyasal Nitelikleri¹**

Parametreler	Yüzeysel Su Alma Noktaları ²			İçme Suyu Standartları
	Y-1	Y-2	Y-3	
pH	8,2	7,6	8,0	
KOI mg/l	26	22	10	
BOI ₅ mg/l	5	4	3	
Top. Kjeldahl Azotu mg/l	1,4	1,0	1,0	
Amonyak Azotu mg/l	0,11	0,14	0,25	
Nitrit mg/l	-	-	-	
Sülfat mg/l	70	175	135	
Klorür mg/l	40	645	600	
Top. Fosfor mg/l	0,06	0,25	0,3	
Potasyum mg/l	3	4	3	
Kalsiyum mg/l	60	425	325	
Sodyum mg/l	20	135	100	
İletkenlik m MHO	510	3400	2750	
Top. Askıda Madde mg/l	80	1410	1130	
Top. Çözölmüş Madde mg/l	195	990	570	
Alkalinite mg/l	-	-	-	
Sertlik mg/l	170	1150	900	
<u>Ağır Metaller</u>				
Bakır mg/l	<0,5	<0,5	<0,5	1,0
Çinko mg/l	<0,1	0,2	0,1	5,0
Kurşun mg/l	<1	<1	<1	0,05
Nikel mg/l	<0,5	<0,5	<0,5	-
Top. Krom mg/l	<0,5	<0,5	<0,5	0,05
Kadmiyum mg/l	<0,5	<0,5	<0,5	0,001
Cıva mg/l	<u>0,04</u>	<u>0,04</u>	<u>0,04</u>	0,002
Top. Demir mg/l	-	-	-	0,3
Gümüş mg/l	-	-	-	0,05
Mangan mg/l	-	-	-	0,05

Notlar:

1. İ.T.Ü Çevre Mühendisliği laboratuvarı tarafından 08.11.1991'de yapılan yüzeysel su numunelerinin kimyasal analizleri
2. Numune Alma Yerleri: 1.Hasanoğlu Deresi Memba 2. Menekşe Deresi Memba 3. Menekşe Deresi
- : Bileşim test edilmedi.
- 0,3: İçme suyu standartlarının üzerindeki metal bileşimleri

Katı Atık Alanındaki Sızıntı Suların Kimyasal Nitelikleri

Parametreler	A.B.D Wisconsin Çöplükleri Ölçümleri ¹	Halkalı Çöplüğü	
		İ.T.Ü Ölçümleri ²	Mevcut Çalışma ³
pH	5,4-7,2	7,5	7,5
KOI mg/l	1120-50450	5800	1263
BOI ₅ mg/l	101-29200	1900	132
Top. Kjeldahl Azotu mg/l	47-1470	1200	1210
Amonyak Azotu mg/l	26-557	1960	-
Nitrit mg/l	B-0,11	-	1,8
Sülfat mg/l	8,4-500	1070	475
Klorür mg/l	180-2651	6000	2814
Top. Fosfor mg/l	0,1-117	4,3	-
Potasyum mg/l	B-1375	1200	1880
Kalsiyum mg/l	200-2100	100	-
Sodyum mg/l	12-1630	2900	2550
İletkenlik m MHO	2840-15485	20000	12000
Top. Askıda Madde mg/l	2180-25873	9150	9100
Top. Çözülmüş Madde mg/l	28-2835	6780	1667
Alkalinite mg/l	960-6845	-	9700
Sertlik mg/l	1050-9380	1280	900

Ağır Metaller

			İçme Suyu Standartları	
Bakır mg/l	B-0,32	<0,5	1	1,0
Çinko mg/l	B-54	2,1	0,6	5,0
Kurşun mg/l	B-1,11	<1	<u>0,2</u>	0,05
Nikel mg/l	B-1,65	0,5	0,5	
Top. Krom mg/l	B-1,0	<0,5	<u>0,3</u>	0,05
Kadmiyum mg/l	B-0,07	<0,5	<u>0,25</u>	0,001
Cıva mg/l	B-0,001	<u>0,03</u>	<u>0,014</u>	0,002
Top. Demir mg/l	2,1-1400	-	<u>115</u>	0,3
Gümüş mg/l	B-0,008	-	<0,05	0,05
Mangan mg/l	0,03-25,9	-	<u>2</u>	0,05

Notlar:

1. A.B.D Wisconsin eyaletindeki katı atık alanlarında sızıntı sularındaki kimyasal maddelerin mertebeleri
 2. İ.T.Ü Çevre Mühendisliği laboratuvarı tarafından 08.11.1991 de yapılan sızıntı suyu analizi
 3. Numune 20.12.1992 tarihinde alınmıştır.
- B: Ölçüm sınırının altında
-: Bileşim test edilmedi
0,3: İçme suyu standartlarının üzerindeki metal bileşimleri

Tablo 4

Katı Atık Alanı Yakınlarındaki Gözlem ve Kullanılan Kuyularından Alınan Su Numunelerinin Kimyasal Nitelikleri

Parametreler	Yerleştirilen Gözlem Kuyuları				Kullanma Suyu Elde Edilen Kuyular	
	1	2	3	4	1	2
pH	7,4	6,2	7,7	6,8	6,5	6,3
KOİ mg/l	193	30	68	B	56	42,5
BOİ ₅ mg/l	48	B	12	200	B	36
Top. Kjeldahl Azotu mg/l	3,5	<0,02		1,6	7	<0,02 2
Amonyak Azotu mg/l	-	-	-	-	-	-
Nitrit mg/l	2,7	B	5,5	4,4	1,25	B
Sülfat mg/l	48	75	100	17	47	65
Klorür mg/l	231	431	119	150	69,2	270
Top. Fosfor mg/l	-	-	-	-	-	-
Potasyum mg/l	28	22	5	26	3	3
Kalsiyum mg/l	-	-	-	-	-	-
Sodyum mg/l	40	150	30	40	22	26
İletkenlik m MHO	900	1350	600	350	600	1000
Top. Askıda Madde mg/l	385	218	375	B	103	163
Top. Çözülmüş Mde mg/l	872	1605	607	B	593	8900
Alkalinite mg/l	601	864	348	110	407	935
Sertlik mg/l	439	689	354	270	366	658

Ağır Metaller

İçme Suyu Standartları

Bakır mg/l	0,8	<0,05	0,1	0,05	<0,05	<0,05	1,0
Çinko mg/l	0,2	<0,05	0,2	0,15	<0,1	0,2	5,0
Kurşun mg/l	<0,05	<0,05	<u>0,1</u>	<u>0,1</u>	<0,05	<0,05	0,05
Nikel mg/l	0,4	0,25	0,45	0,45	0,23	0,16	
Top. Krom mg/l	<u>0,01</u>	<0,05	<u>0,25</u>	<u>0,025</u>	<0,05	<0,05	0,05
Kadmiyum mg/l	<u>0,006</u>	<u>0,01</u>	<u>0,006</u>	<u>0,01</u>	<u>0,01</u>	<u>0,006</u>	0,001
Cıva mg/l	<u>0,009</u>	<u>0,014</u>	<u>0,008</u>	<u>0,006</u>	<u>0,009</u>	<u>0,009</u>	0,002
Top. Demir mg/l	<u>6</u>	<u>10</u>	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>0,35</u>	<u>4</u>	0,3
Gümüş mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05
Mangan mg/l	0,4	<u>3</u>	0,15	0,3	<0,1	<u>1</u>	0,05

Notlar:

Su numuneleri 10.12.92 ile 24.12.92 tarihleri aralarında alınmıştır

B: Ölçüm sınırının altında

-: Bileşim test edilmedi

0,3: İçme suyu standartlarının üzerindeki metal bileşimleri

Atık depolama alanında daha önce yapılmış olan ve derinlikleri 30 m. yi bulan zemin inceleme sondajlarında (ŞEKİL 3) atık sahasının önemli bir bölümünün marn ve kireçtaşı ardalanması olarak görülen marnlı kireçtaşı ile kaplı olduğu belirlenmiştir. Marn birimi, gri-bej-krem renkli, çatlaklı, kolayca dağılıbilir ve yumuşak bir kayadır. Kireçtaşı birimi ise bej, kirli beyaz renkli, çatlaklı, az ve orta derecede ayrılmış, orta-sert bir kayadır. Atık alanı olarak kullanılmış olan tepeyi oluşturan resifal kireçtaşları çatlaklı erime boşluklu ve oldukça serttir. Resifal kireçtaşı biriminde belirlenen RQD değerleri 16-57 arasında değişmektedir.

Bölgedeki akarsular, Azatlı Çayı ve Nakkaş Deresidir. Azatlı Çayı bölgenin en önemli akarsuyudur. Nakkaş Deresi ise, atık alanının her iki yanından akan Menekşe ve Hasanoğlu Derelerinin birleşmesinden meydana gelir ve mevsimlik akış gösterir.

Atık depolama alanı çevresinde açılan araştırma sondajlarında permeabilite deneyi yapılmıştır (TABLO 1). Bu verilere göre marnlı kireçtaşının permeabilitesi çok değişkendir.

SONUÇLAR

Araştırma çerçevesinde açılan 7 sondaj kuyusundan 6 tanesi gözlem kuyusu haline dönüştürülmüştür. Gözlem kuyularının son 5 m.si, süzgeçli olup sondaj çukurunun kenarları beton-bentonit karışımı ile doldurulmuştur. Elde edilen su örnekleri, böylece yüzeyden 25 m. derindeki yeraltı suyundan alınmıştır.

Sonuçlar, sızıntı suyunda yabancı ve zararlı madde miktarlarının yüksek değerlerde olduğunu göstermektedir. Ayrıca sızıntı suyunda ağır metal seviyelerinin oldukça yüksek olduğu gözlenmiştir (TABLO 2, 4).

İTÜ Çevre Mühendisliği Laboratuvarında 1992 yılında Menekşe ve Hasanoğlu Derelerinden alınan örnekler üzerinde yapılan analizlerde, bu derelerdeki suyun da katı atık alanından sızan sızılardan etkilendiğini göstermektedir (TABLO 3).

İncelenen bölgedeki yeraltı su akımları sonlu farklar yöntemi kullanılarak incelenmiş, bu incelemede kimyasal maddelerin hareket ve dağılıma mekanizmalarını simüle eden (Hunt, 1985) bir analitik model kullanılmıştır.

Sonuçlar, atık alanından sızan suların çevre kirliliğine yol açan nitelikte ve değerinde kimyasal madde içerdiğini göstermektedir. Sızıntı suları, atık alanının her iki yanındaki derelere de karışmakta ve bu yolla da Göl'e ulaşmaktadır.

Gözlem kuyularından alınan su örnekleri ağır metaller içerdiği için içilmeye elverişli değildir.

Atık depolama alanının altından geçen suların akım yönü güneye, Küçükçekmece Gölü'ne doğrudur. Kirletici kaynağın altından başlayan kirlenmenin Küçükçekmece Gölü'ne doğru ilerlediği ve buradan da Göle'e aktığı anlaşılmaktadır.

80 li yılların başında başlayan ve bugün faaliyeti durdurulduğu halde kirletici etkisi sürmekte olan "Halkalı Çöplüğü"nin öyküsü böyledir. Bu alan çevre kirlenmesi konusunda araştırma yapmak isteyen bütün araştırmacılar için eşi zor bulunabilecek bir örnek oluşturmaktadır. Artık dökülmüş olan çöp miktarının günde 150 mi yoksa 500 kamyon mu olduğunu tartışmanın bir anlamı kalmamıştır. Bu bölgenin katı atık depolama alanı olarak seçilmesi ile yapılan hatanın sonuçlarını çevre halkı uzun süre çekmeye devam edecek, belki Küçükçekmece Gölü yakın bir gelecekte yeni bir Haliç olacaktır.

KAYNAKLAR

AVCI, C., E. GÜLER, E. TOĞROL, M. KARPUZCU, B. KILANÇ, (1993), "Kirlenmiş yeraltı suları hareket ve yayılma mekânizmalarının deneysel ve nümerik metodlar ile incelenmesi" B.Ü. Araştırma Fonu 92A00428.

ERİNÇ, S. (1980), "Jeoloji açısından İstanbul yöresi", İ.Ü. Coğrafya Enstitüsü Dergisi, 23, 279-280.

HUNT, B.W. (1973), "Dispersion from pit in uniform seepage", J. Hydraulics Dev., ASCE, Vol. 99, 13-21.

ÇEVRE SORUNLARI VE JEOLOJİ

Ferruh ANIK, Teknik Müşavir, Temelsu.

Çevre kısaca gezegenimizdeki hava, su ve yeryüzü denilen denizler ve kıtalardır. Gezegenimiz üzerinde yaşayan her türlü canlı da (flora ve fauna) çevrenin ayrılmaz bir parçasıdır. Güneş enerjisi ve gezegenimizin tabii olduğu fiziksel kanunlar (yer çekimi gibi) ve diğer tabiat olayları da (rüzgâr ve yağmur gibi) çevrenin bir parçasıdır.

Gezegenimizde yaşayan canlılar arasında çevresini biçimlendirmeye, yönlendirmeye ve yönetmeye çalışan insan varlığı, yaşadığı çevreyi en çok etkileyen yaratıktır.

Çevreyi etkileyen başka etkenler yok mudur?

- Yıldırım düşmesi ile hektarlarca ormanın yanması
- Okyanus dibinde oluşan bir depremin veya bir volkan patlamasının meydana getirdiği bir Tsunami Dalgası'nın kıyılarda yaptığı tahribat:
 - tarım alanlarının kullanılamaz hale gelmesi
 - yerleşim merkezlerinin tahribi ve binlerce insanın ölümü
 - binlerce ton deniz canlılarının sahillere vurması
 - salgın hastalık ortamı oluşması
- Yanardağların aniden faaliyete geçmesi sonucu onbinlerce hektar ormanın ve içinde yaşayan canlıların (nesli tükenmekte olanlar dahil) telef olması; yüzbinlerce insanın göçe zorlanması ve yoksulluğa sürüklenmesi (Filipinler'deki Pinatibo yanardağı olayındaki gibi)
- Yanardağın dumanları ile havanın kirlenmesi ve sera etkisi oluşması
- Aşırı ve dengesiz yağışların neden olduğu sel felaketleri; tahripkâr kasırgalar ve hortumlar (dini kitaplarda sözü geçen Nuh Tufanı gibi)
- Depremler ve bunların meydana getirdiği etkiler: büyük yer kaymaları, deprem gölleri v.s.

Doğanın doğaya yukarıdaki örneklerde olduğu gibi yaptığı tahribat, doğa tahripçisi olarak suçlanan insanın, özellikle biz mühendislerin en yetenekli ve en gözü pek olanının bile hayal gücünün üstündedir.

Doğal çevrenin oluşumundaki en büyük etmen jeolojidir. Genel olarak yer kabuğu diye isimlendirdiğimiz jeolojik oluşumlar doğa üstü güçlerin marifeti ile meydana gelmiştir. Yer kabuğunun morfolojik yapısı her yerde değişiklik gösteren tektonizma, litoloji ve stratigrafinin etkisi ile şekillenmiştir. Her biri kendine özgü bir ekosistem olan akarsu havzaları, vadiler, dağlar, deltalar ve diğer yeryüzü şekillerinin oluşumunda en büyük etken jeolojidir. Erozyon da, diğer etkenlerin de yardımı ile jeolojik yapının bir ürünüdür. Bugün erozyonu önlemek için çalışan insanlar dünya gıda ihtiyacının üçte ikisini temin eden deltaların erozyon sonucu oluştuğunu görmemezlikten gelmektedirler. Halen birincil enerji kaynağı olarak kullanmakta olduğumuz kömür ve petrolü ve çeşitli madenleri, doğa üstü

güçlerin doğayı tahrip ederek ve biçimlendirerek meydana getirdiğini de gözönünde bulundurmak gerekir.

Doğa üstü güçlerin bu tahribatın yapılması için kimden buyruk aldığı şimdiki kadar düşünülmüş müdür? Bu karmaşık fikirler ve olgulardan şu sonuç çıkarılabilir: gerek doğal afetlerle, gerekse insan başta olmak üzere her türlü canlının ve dinamik kuvvetlerin (akarsular ve rüzgâr gibi) müdahalesi ile doğal çevrenin durmadan ve devamlı bir şekilde değişmesini, gezegenimizdeki doğal yapının ve yaşamın bir evrimi olarak kabul etmek gerekir. Bazı canlı türlerinin yok olup gitmesi de yeryüzündeki değişimin doğal bir sonucudur. Dinozorlar, mamutlar ve benzerleri milyonlarca yıl evvel yok olup gitmişler ve doğal çevre kendini yeni ortama adapte etmiştir. Nesilleri bugün tehlikede olan bazı kuş türleri ve yaratıkların yok olmasını doğal çevrenin evrimi sürecinde marjinal kabul etmek gerekir. İnsanın ortaya çıkışı da doğal çevrenin bir çeşit adaptasyonu olarak kabul edilebilir.

İnsanoğlu yeterli önleyici güce sahip olmadığından, doğal çevreyi kendi yaşadığı çok kısa bir dönem içinde acımasızca tahrip eden doğal afetlere karşı çaresiz kalmakta, ancak kendisinin oransal olarak çok cüzi miktarda etkilediği doğal çevrenin dengesinin bozulmasını önlemeye çalışmaktadır.

Doğal çevrenin oluşumunda ve gelişiminde bu kadar önemli olan jeolojik oluşumların veya genel anlamda jeolojik yapının insanların kendi ihtiyaçları için inşa ettiği baraj, sulama, karayolu, tünel ve benzeri alt yapı tesislerinin çevreye yapacakları etkilerin değerlendirilmesinde de ana tema olacağı aşikardır.

Bugün hemen hemen her önemli alt yapının çevreye yapacağı etkilerin tanımlanması ve bu etkilerin azaltılması ve/veya bertaraf edilmesi için Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) etütleri bir zorunluluk haline gelmiştir. Çevrenin değerlendirilmesi (Environmental Assessment) etütlerini yürüten her ihtisas grubunun içinde daima iki disiplin vazgeçilemez olarak yer almaktadır. Bunlardan biri hidrolojist diğeri ise genel deyimi ile jeologtur. Jeolog veya jeoloji mühendisi bir altyapı projesi ile ilgili jeoteknik etütleri yürütürken çevre konularına aşina olarak çevresel etki konularını tanımlamalı ve bunların olası etkilerini daha işin başında sunacağı raporda projeciye veya iş sahibine duyurmalıdır.

Barajlar ve rezervuarlar, ana sulama kanalları ve sulama şebekeleri, karayolları ve otoyollar, tünel inşaatları, malzeme ve kaya ocakları işletmeleri çevreyi etkileyen en önemli mühendislik yapıları ve konularıdır. Aşağıda verilen örneklerle jeolojinin ve jeologun çevresel değerlendirmedeki önemi vurgulanmaya çalışılmıştır.

- a) ABD'deki 2330 km uzunluktaki Colorado nehrinin mabdan itibaren 960'nci kilometresinde Green nehri kolu üzerinde inşa edilen Flaming Gorge barajı nehrin su kalitesini bozmuştur. Baraj gölü tuz içeren tabakalarla temasa gelince göl seviyesinin alçalıp yükselmesi ile yamaçlarda oluşan su hareketi, baraj öncesi 50 ppm olan nehir tuzluluğunun ABD'nin içmesuyu standardında üst limit değeri olan 500 ppm'nin üzerine çıkmasına neden olmuştur. Tuzluluk mansaptaki kullanıcıları etkileyen bir çevre sorunudur.
- b) Jeolog bir nehrin beslenme havzasında ayrışma durumu ve litolojiyi değerlendirerek inşa edilecek baraj gölüne mil gelme ve gölün uzun süre bulanık kalma olasılığını değerlendirecektir. Bulanıklığa genel olarak üç ana unsur neden olmaktadır.

- hidrotermal olarak altere olmuş piroklastik kayalar
- Organik kolloidal madde içeren topraklar
- mineral tuzlar

Bulanıklığa en çok montmorillonit tipi kil mineralleri ve hallositin yeşil renkli olan (smectite) minerali neden olmaktadır.

Japonya'daki Hitotsuse rezervuarına giren taşkınların getirdiği milin uzun süre çökmediği dikkati çekmiştir. Halbuki doğal şartlarda birkaç gün süren taşkın sonrası nehir berrak akmakta idi. Rezervuar bulanıklığının göldeki termal stratifikasyonun da etkisi ile çamurtaşının (mudstone) egemen olduğu formasyonlardan kaynaklandığı gözlenmiştir. Bulanık suyun mikroskopik analizinde askıdaki maddelerin mika grubu (illit) kil mineralleri olduğu ve çaplarının bir kaç mikron ile 20µ arasında değiştiği gözlenmiştir.

Rezervuardaki asılı madde ve bulanıklığın kabul edilebilir sınırlar üzerinde olması halinde çevresel etkiler rezervuarın kullanılış amacına bağlı olarak aşağıda sıralanmıştır.

- Bu tip rezervuarların hepsinde yumurta halinde canlı ölümü olmakta ve yavru balıklar etkilenmekte
 - Aritma tesisinde içmesuyu filtreleri tıkanmakta ve sık sık ters yıkanmaya ihtiyaç görülmekte (sonuç olarak su kaybı ve fazla enerji kullanımı)
 - Hidroelektrik santraller vasıtası ile mansaba verilen su nehirdaki akuatik yaşamı etkilemekte
 - Sulama kanallarında siltlenme meydana gelmesi ve sulanan toprağın çok ince malzeme çökmesi ile bünyesinin ağırlaşması
- c) Özellikle gerilme boşalması (stress relief) sonucu oluşmuş olan çatlakların topuklarının baraj gölü içinde kalması sonucu büyük hacimli kütlelerin kaymaya maruz kalması. Karakaya'da rezervuarın doldurulmasından 4 yıl sonra rezervuar seviyesinin çok üzerindeki bir köyün üzerinde bulunduğu kütlelerin kaymaya başlaması ile köyün boşaltılması mecburiyeti doğmuştur. Sonuç ekonomik ve sosyal etki.
- d) Bir baraj inşaatı dolayısı ile mansaptaki yeraltı suyu kuyuları kuruyabilir. İzmir'e içmesuyu temini için yapılan Tahtalı barajındaki nehir alüvyonunun bir beton perde ile geçirimsiz hale getirilmesi sonucu, beslenme kesildiği için, mansaptaki narenciye bahçelerinin su kuyuları denizden beslenme nedeni ile tuzlanmış.
- e) DSİ'nin daha membadaki sulama alanlarına sulama suyu temini için bir dere üzerinde inşa ettiği gölet daha mansapta bulunan bir sulama kooperatifinin su tablasını ve su bilançosunu etkilemiştir (jeoloji ve hidrojeoloji bir arada).
- f) Karstik bölgelerden geçen ve trafik akışı yüksek olan karayolları ve/veya otoyolların, proje sahasının çok dışında yüzeylenen ve içmesuyu amaçlı kullanılan karstik pınarları veya yeraltı suyu rezervuarlarını kirlettiği gözlenmiştir. Araç egzozlarından çıkan partiküller, madeni yağlar ve yollara atılan diğer kirleticilerin etkisini azaltmak için yüzey sular bir veya birkaç mecrada toplanarak seperatörlerden geçirildikten sonra akarsu mecrasına verilmektedir. Alternatif çözüm, karayolunu pınarların beslenme havzası dışına almaktır.

- g) Karayolu inşaatının erozyonu artırdığı bir gerçektir. Menderesler yaparak meraları besleyen küçük derelerin yatak seviyelerinin yükseldiği ve evvelce taşkına maruz kalmayan köylerin karayolu inşaatını müteakip sık sık taşkına maruz kaldığı ve taşkın süresinin artması sonucu meraların da etkilendiği tespit edilmiştir.
- h) Tünellerin en önemli çevre etkisi, alt kotlarda yüzeyleyen pınarları besleyen çatlak ve/veya tabakaların kesilmesi ile bunların geçici olarak veya tamamen kurumması ve tünel üzerindeki kuyularda yeraltı su tablasının düşmesi ile kuyuların kullanılamaz duruma gelmesidir. Yeraltı su tablasının düşmesi ile yöredeki binaların kısmen veya tamamen hasar görmesi de değerlendirilmesi gereken diğer bir etkidir. Aşağıdaki örnek bu etkinin kapsamını ve önemini vurgulamaktadır.

İsviçre karayolları idaresinin 3 km uzunlukta açtığı bir araştırma galerisi, 156 m yükseklikteki Zeuizer kemer barajının eksenine 1,4 km uzakta olduğu ve nehir tabanından da 244 m (baraj kretinden 400 m) daha derinde olduğu halde kemer barajın itki zonundaki yeraltı suyunu drene edince kemer barajın memba yüzünde ve sağ yamaçta yoğunlaşan düşeye yakın çatlaklar (10 -13 mm genişlikte) meydana gelmiştir (1978). Barajın mansap yüzündeki çatlaklar beton-kaya temel dokanağının geometrisini takip etmiştir. Baraj, daha yumuşak iki seri arasında sandviç durumunda kalan masif fakat çatlaklı Jura kireçtaşları üzerinde inşa edilmiştir. Malm Formasyonu diye isimlendirilmiş kireçtaşlarında membaa doğru fakat düşeye yakın eğimler dikkati çekmektedir. 3 km uzunluktaki araştırma tüneli karstik olmayan ancak su taşıyan bu çatlaklı kireçtaşında açılmıştır. Sonuçta otoyol inşaatından vazgeçilerek kemer baraj bir mühendislik harikası olarak (epoxy resin) enjeksiyonu ile yapıştırılmış ve tekrar işletmeye alınmıştır (1984).

Çok karstik karbonatlı kayalarda ve özellikle jips karstının geliştiği yörelerde açılacak su tünellerinin işletme sırasında aşağı kotlardaki mevcut mağaralara düşmesi sonucu (jipsli serilerde mağara işletme sırasında da oluşabilir) tesisin devre dışı kalmasının ekonomik ve sosyal etkileri gözardı edilmemelidir.

- i) Birçok ülkede olduğu gibi Türkiye'de jeolog ve mühendisler volkanik yörelerde gerçekleştirecekleri altyapı tesisleri ile ilgili olarak volkanik kayaların ve bunların ayrışma ürünü olan zeminin mühendislik jeolojisi ve çevresel etki konularına derinliğine vakıf değildirler. Volkanik kayalar etüt edilmeden ve değerlendirilmeden önce bunların jeokimyası hakkında geniş bilgi sahibi olmak gerekir.

Volkanik kayaların içinde zeolit, serizit, notronit ve montmorillonit gibi hidro silikatlar bulunduğu takdirde, bunlar su kaybedip tekrar su alınca kimyasal değişikliğe tabi olur. Bu tip kayalarda açılacak tüneller kesinlikle kaplanmalıdır. Karayollarında kazı şevlerindeki devamlı akmaları önlemek için hava ve yağmur ile temas etmeyecek şekilde bunların şotkrit veya başka malzeme ile örtülmeleri gerekir. Bütün gerekli laboratuvar testlerini geçmeleri halinde dahi bu tip kayalar yine de rip-rap malzemesi olarak kullanılmamalıdır. Devegeçidi barajının mansap kaya dolgusu (bazalt) küçük parçalara ayrılmış ve DSİ bu malzemeyi değiştirmek mecburiyetinde kalmıştır. Filipinler gibi tropik bir bölgede önemli bir baraj inşaatında (Magat barajı) rip-rap malzemesi olarak kullanılan aglomeranın paralanması için 4 yıl yeterli olmuştur. Olayın mekanizması kayanın jeokimyasının incelenmesinden sonra anlaşılmıştır.

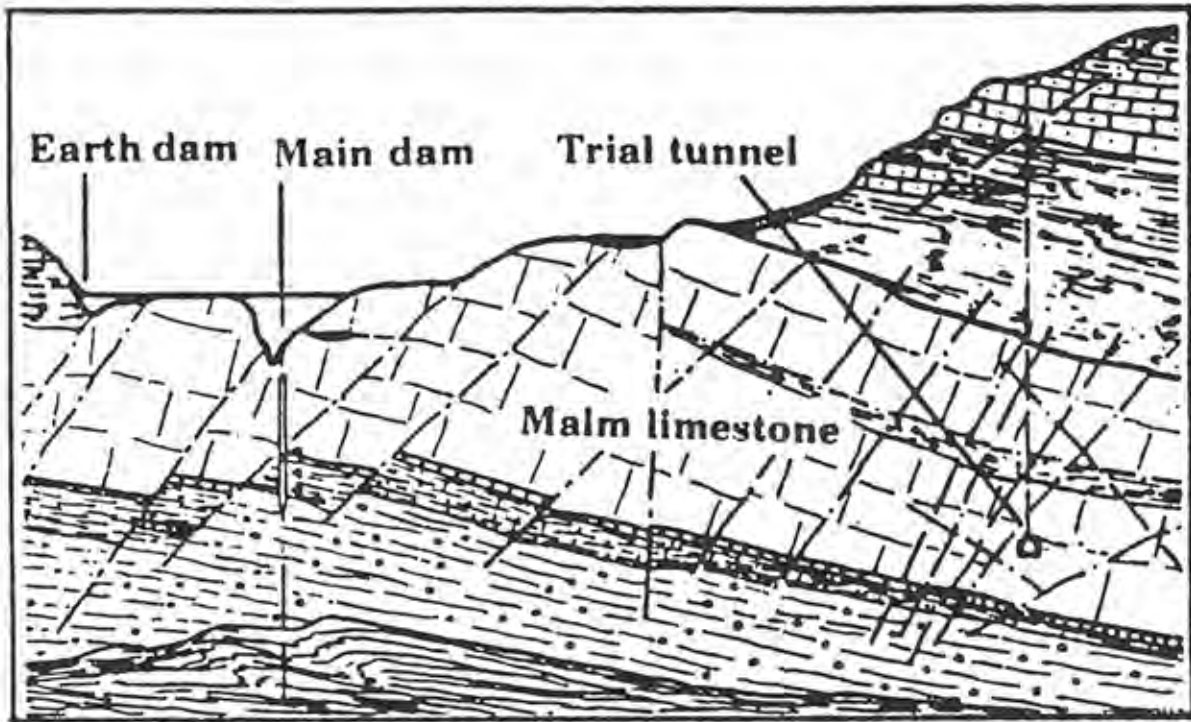
Son olarak Güney Afrika Cumhuriyeti'nde Johannesburg ve Pretoria şehirlerinin içmesuyu ihtiyacını karşılamak için yapılmakta olan çok maksatlı Lesotho Highlands Projesi'nde bazalt içinde tünel delme makinası (TBM) ile açılan bir tünelde benzer durumla karşılaşmıştır. Bazaltın içinde oranı % 40 'a kadar varan Laumontit (zeolit ailesinden) sekonder mineraline rastlanmıştır. Bu mineral ıslak olunca şişen killer gibi davranış göstermiş; kuruyup tekrar rutubet alınca kimyasal olarak değişikliğe uğramıştır. Sonuçta bazaltın yapraklanması ve dökülmesi gibi durumla karşılaşmıştır. Kaplamasız bırakılması düşünülen tünelde aksine ağır iksa gerekmiştir.

Karayollarında durmadan oluşan kazı sevi döküntüleri (özellikle volkanik kayalarda) ve kazı artığı malzemenin (tünel pasası dahil) depolandığı sahalarda zamanla duraylılık problemi oluşması ve sonuç olarak bu malzemelerin erozyona tabi kalması çevre etki konuları arasında yer almaktadır.

- j) Nehirlerdeki kum-çakıl yataklarının işletilmeleri etütlerinde çevresel konular yine ön plana çıkmaktadır.
- i) Bilinçsizce işletilen kum-çakıl yatakları, nehirlerin yatak değiştirmesine ve yapay menderesler yapıp kıyılardaki tarım alanlarını tahrip ederek nehrin gereksiz şekilde yatağının genişlemesine neden olmaktadır. Japonya'da nehir yataklarından kum-çakıl alımı kanunen yasaklanmıştır.
 - ii) Nehrin bulanıklığının düşük olduğu veya berrak aktığı dönemlerde kum-çakıl çıkarılması sırasında nehir bulanmakta ve akuatik hayat (özellikle balık yavruları) etkilenmektedir.
 - iii) Aşırı kum-çakıl kullanımı nehrin denize döküldüğü yerlerde kıyı erozyonuna neden olmaktadır. Bu etkiye en çarpıcı örnek bugün dalgalarla dövülen Anamur kalesidir. Anamur ve çevresindeki aşırı yapılaşma nedeni ile, Anamur çayının yıllık taşıma kapasitesinin çok üstünde alınan kum-çakıl, denizin beslenmesi azalınca kıyı erozyonuna neden olmuştur. Bu durum, 1950'lerde alınan hava fotoğrafları ve eski bir tablonun bugünkü durum ile mukayesesi ile ortaya çıkarılmıştır.
 - iv) Kıyıya yakın yörelerde köprülerin konumları da kıyı ve plaj erozyonuna neden olmaktadır.
- k) İnsanoğlunun neden olduğu yapay depremler, genellikle yeraltı suyunun ve petrolün çıkarılması, derin madencilik faaliyetleri sonucu yeraltı su seviyesinin düşürülmesi veya yer değiştirmesi ve baraj gölleri oluşturulması ile ilgili olarak meydana gelmektedir. Genellikle rezervuar (baraj gölü) kaynaklı depremler, baraj yüksekliğinin 100 m'yi aşması ve göl hacminin 1 km³'ün üstünde olması durumlarında önem kazanmaktadır. Ayrıca kırılğan (brittle) kaya ve düşük Poisson katsayısı ortamının da rezervuar kaynaklı deprem oluşması ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Rezervuar oluşmadan önce rezervuar boyunca yer kabuğundaki doğal gerilme koşulları da önem arz etmektedir. Rezervuar kaynaklı depremlerin pek çoğu normal ve doğrultu atımlı faylarla ilgilidir. Rezervuarın derinlerde oluşturduğu boşluk basınçları (içsel gerilmeler) gerilme ortamını değiştirerek, birim deformasyon birikimi ile, yukarıdaki iki fay tipinin hareketine neden olabilmektedir. Halbuki itki faylarında çok yüksek yatay basınçlara rağmen birim deformasyon (strain) birikimi düşük olduğu için yapay deprem riski azalmaktadır. Su tutulup baraj gölünün hemen doldurulmasını müteakip oluşan depremler çatlakları harekete geçiren su yükü ile, uzun yıllar sonra oluşan depremler ise boşluk basınçlarının olduğu kırıklar veya

sürekli gerilme ortamı ile ilgili görülmektedir. Rezervuar kaynaklı depremler bugün ÇED etütleri konularına dahil edilmiş bulunmaktadır. Özellikle bunlar depremselliği çok düşük olan yörelerde daha da önemi haizdir. Çünkü halk depreme alışık değildir ve alt yapılar da rezervuar kaynaklı bir depremin olası riskinden daha düşük bir riske göre inşa edilmiş olabilir. Sonuç olarak, jeologlar rezervuar jeolojisi etütlerine paralel olarak (su geçirmezlik, yamaç duraylılığı, çevresel etki konularının tanımlanması v.s) faylanmanın karakteri, kayaların kırılma olup olmadığını da değerlendirmek suretiyle, daha işin başında çevre uzmanlarına ve projecilere rezervuar kaynaklı deprem riski hakkında bir fikir verebilirler.

Sonuç: Varlığını sürdürmek ve yaşam koşullarını iyileştirmek için, diğer canlıların (flora ve fauna) yaşadıkları çevre ile olan ilişkisini bozacak şekilde çevreyi biçimlendirmeye, yönlendirmeye ve yönetmeye çalışan insanlığı yaptığı alt yapı tesisleri ile çevreyi etkilemektedir. Bu etkilemede, çevrenin bir parçası olan bugünkü jeolojik ve morfolojik ortamda alt yapı tesislerinin gerçekleştirilmesi ile yapılacak değişiklik, yukarıda açıklanan örneklerde görüldüğü üzere, en büyük rolü oynayacaktır. O halde, özellikle mühendislik jeolojisinde çalışan jeologların çevresel etki konularına aşina olmaları ve bunları değerlendirmeleri gerekmektedir. Bu durumda, jeoloji üzerine eğitime görenlere (özellikle lisans üstü eğitimde) ekoloji, ekosistemler ve çevre konularında bilgi verilmesi, jeokimya ve kil minerolojisi konularında da daha kapsamlı eğitim yapılması tavsiye edilmektedir.



YARARLANILAN KAYNAKLAR

- 1) 11th Congress on Large Dams, Madrid 1973. "The Consequences on the Environment of Building Dams" Q.40 Raporları
- 2) 12th Congress on Large Dams Mexico 1976. "The Effects on Dams and Reservoirs of Some Environmental Factors" Q.47 Raporları
- 3) 14th Congress on Large Dams, Rio de Janeiro, 1982. "Reservoir Sedimentation and Slope Stability, Technical and Environmental Effects" Q.54 Raporları
- 4) 16th Congress on Large Dams, San Francisco, 1988. "Reservoir and the Environment Experience in Management and Monitoring" Q.60 Raporları
- 5) 17th Congress on Large Dams, Viyana, 1991. "Environmental Issues in Dam Project" Q.64 Raporları
- 6) "Dams and Environment" ICOLD, Bulletin 65. 1988
- 7) "Dams and Environment" ICOLD, Bulletin 66. 1989
- 8) "Dams and Environment" Considerations in World Bank Projects
 - * John A. Dixon ve Değerleri
 - * World Bank Technical Paper, 110
- 9) "Environmental Assessment Sourcebook"
 - * Volume I - Policies, Procedures, and Cross-Sectoral Issues
 - * World Bank Technical Paper, 139
- 10) "Environmental Assessment Sourcebook"
 - * Volume II - Sectoral Guidelines
 - * World Bank Technical Paper, 140
- 11) World Water, Ekim 1983
- 12) National Geographic, Haziran 1991
- 13) Water Power and Dam Construction, Ocak 1993
- 14) Water Power and Dam Construction, Mayıs 1993

ANKARA OFİYOLİTİK MELANJINDAKİ DİYABAZIN
JEOMEKANİK ÖZELLİKLERİ VE AYRIŞMA DERECEŚİ

**The alteration degree and geomechanical properties of diabase in
the Ankara ophiolitic melange**

Recep KILIÇ, A.Ü., Fen Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 06100 Ankara

ÖZ:Orta Anadolu'da yer alan Ankara ofiyolitik melanjı içerisinde tektonik dilimler halinde bulunan diyabazın, baraj yeri araştırması sırasında, jeomekanik özellikleri, ayrışma derecesi ve mikropetrografik özellikleri incelenmiştir. Ayrışma derecesine göre baraj eksen yerindeki diyabazın zonlaması yapılmıştır.

Diyabazın laboratuvarında belirlenen P dalga hızı ile tek eksenli basınç direncindeki kayıp yüzdelerinin çarpımı ile "birleşik ayrışma indisi" hesaplanmış ve diyabazın ayrışması ile ilgili yeni bir sınıflama önerilmiştir. Bu sınıflamaya göre diyabaz beş gruba ayrılmıştır. Birleşik ayrışma indisi (K_{vc}) ile fiziksel ve mekanik özellikleri arasındaki ve fiziksel ve mekanik özelliklerin kendi aralarındaki ilişkileri regresyon analizi ile incelenmiştir. Özellikler arasında; $K_{vc} = 0.38 + 0.46 \log A_a$ ($r^2 = 0.80$), $K_{vc} = 1.18 - 3.00e-4C_p + 1.84e8C_p^2$ ($r^2=0.91$) ve $K_{vc} = 0.9 * 10^{(-0.00188\sigma_c)}$ ($r^2=0.69$) gibi ilişkilerin varlığı belirlenmiştir.

ABSTRACT: The diabase as a tectonic block in the Ankara ophiolitic melange located in Central Anatolia, mechanical properties, alteration degree and micropetrographic index studies as a larger part of a study focused on investigating potential dam sites. The diabase have been zoned based on alteration degree in the dam axis.

A new classification is proposed based on a concept called the "unified alteration indice", which equals the multiplication of loss percentage during uniaxial compression test and the P-wave velocity of diabase determined in laboratory. Diabase is classified into five classes based on the proposed classification. A regression analysis was used in examining the relationships between the unified alteration indice and geomechanical properties of diabas. A relationship was established between the unified alteration indice and water absorption in weight, P-wave velocity, and uniaxial compression strength in the form of $K_{vc} = 0.38 + 0.46 \log A_a$ ($r^2 = 0.80$), $K_{vc} = 1.18 - 3.00e-4C_p + 1.84e8C_p^2$ ($r^2=0.91$) ve $K_{vc} = 0.9 * 10^{(-0.00188\sigma_c)}$ ($r^2=0.69$).

1. GİRİŞ

Kayaçların jeomekanik özelliklerini kontrol eden etkenlerin en önemlileri jeolojik yapısı, mineralojik bileşimi, ayrışma derecesi ve süreksizlikleridir. Ayrışma ile kayaçlar büyük ölçüde değişikliğe uğramaktadır. Taneler arasındaki kohezyon ve içsel sürtünme açılarına bağlı olarak kayacın taşıma gücü azalmaktadır. Bunun sonucunda hızlanan erozyonla yamaç ve şevlerin eğimleri değişmekte ve stabilite sorunları ortaya çıkabilmektedir.

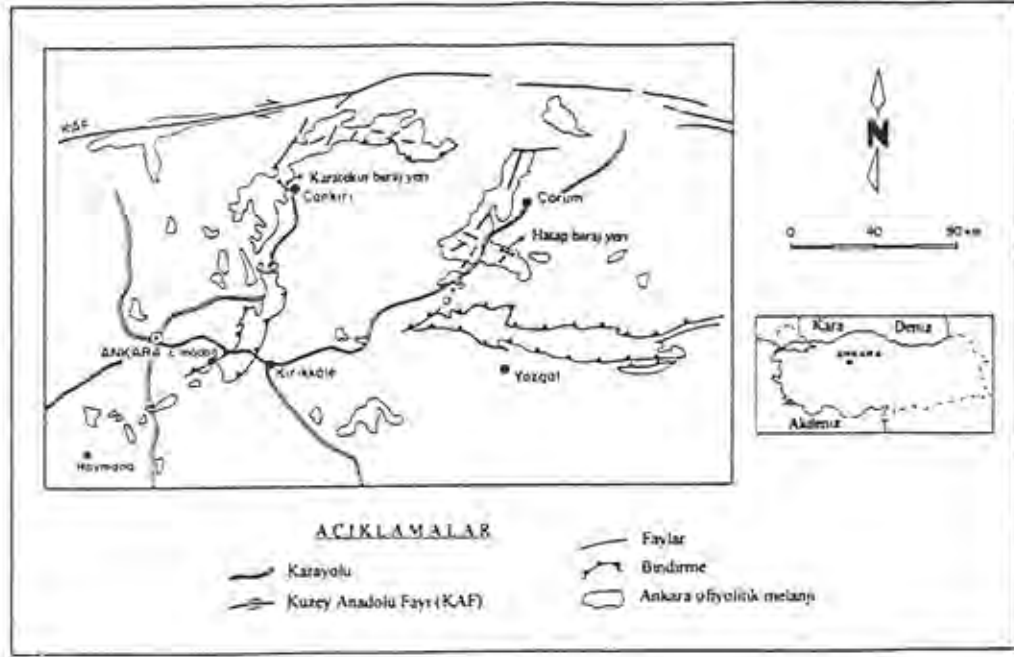
Bu çalışmada, ofiyolitik melanaj içerisinde bulunan Karatekin ve Hatap baraj yerlerinde temel birimi oluşturan diyabazın jeomekanik özellikleri incelenmiştir. Baraj eksen yeri araştırması sırasında, ofiyolitler içerisindeki diyabazın uygun topoğrafik yapı gösterdiği ve ayrışmaya bağlı olarak jeomekanik özelliklerinde farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, ayrışmanın mühendislik jeolojisi ve mekanik açıdan tanımının yapılmasında Ankara melanajı içindeki diyabazdan yararlanılmıştır

Diyabazın P dalga hızı ve tek eksenli basınç direncindeki kayıp yüzdeleri dikkate alınarak birleşik ayrışma indisi hesaplanmış ve ayrışmaya göre beş gruba ayrılmıştır. Ayrıca diyabazın fizikomekanik özelliklerinden birisi bilindiğinde, birleşik ayrışma indisi yardımı ile diğer özelliklerinin hangi oranda belirlenebileceği de araştırılmıştır. Böylece; kayacın ayrışma derecesindeki farklılıklarından yararlanarak en kısa zamanda, barajın en uygun eksen yerinin, optimum sıyırma kazısı derinliğinin belirlenmesi ve bu malzemeden doğal yapı malzemesi olarak yararlanılabilmesi konusunda somut ve kullanılabilir bilgilerin sağlanması için öneriler getirilmiştir.

2. JEOLojİ

Ankara ofiyolitik melanajı, altta peridotit, dunit, harzburgit ve piroksenitler içeren ultramafik birimler ile üste doğru gabro ve diyabaz daykı, bazalt, yastık lav ve pelajik sedimanlar içeren düzenli bir okyanus kabuğu malzemesinden oluşur (Şekil.1).

Hatap ve Karatekin baraj yeri Ankara melanajı içerisinde olup, jeolojisi benzerlik göstermektedir. Hatap baraj yerinde tektonik dilimler halindeki diyabaz mevcuttur. Koyu

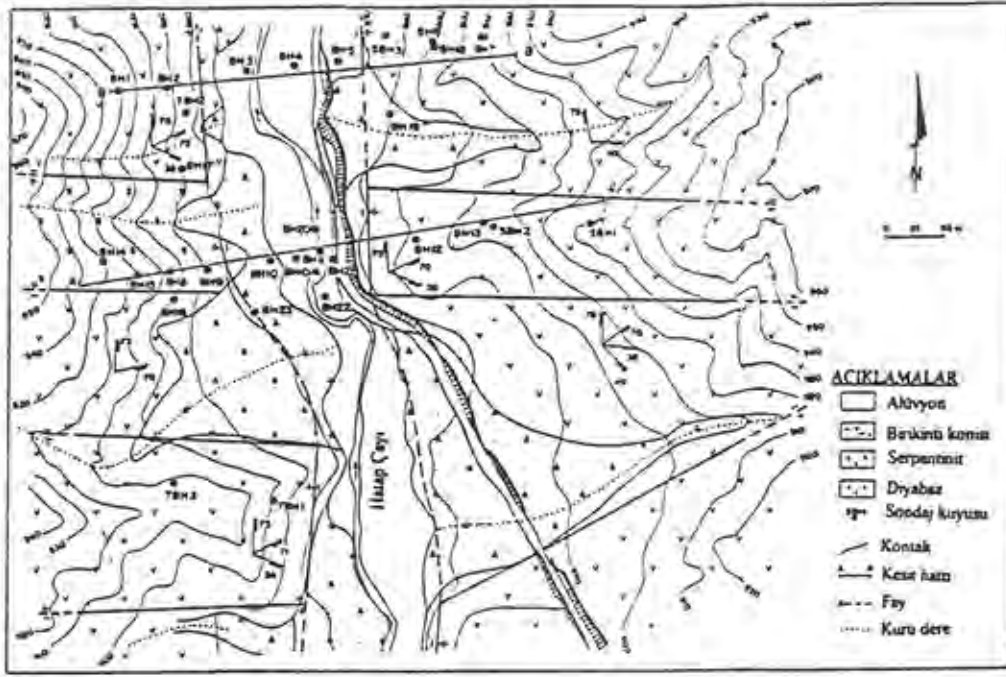


Şekil. 1. Ankara Ofiyolitik melanjının jeoloji haritası

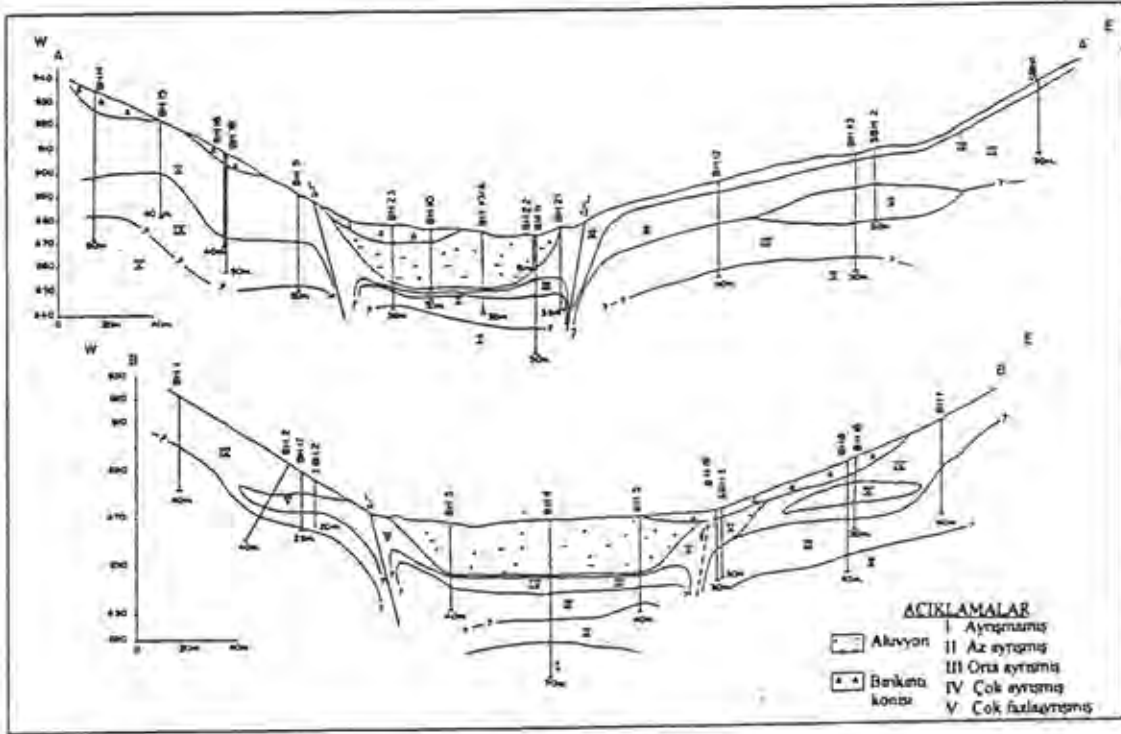
yeşil renkli diyabaz, belirgin ofitik dokulu olup, ana mineral olarak piroksen, plajiyoklas ve opak mineraller, volkan camının ayrışması ikincil mineral olarak klorit, epidot ve kalsit minerallerinden oluşur. Hatap baraj yerinde genel olarak doğu-batı doğrultulu faylar, kuzey-güney doğrultulu faylarla kesilmiştir. Diyabaz mostralarında fay doğrultu ve eğimine uygun olarak gelişen, yaklaşık N-S/76W ve N-S/75 E, E-W/40S, N43E/70SE ve N38W/37SW doğrultu ve eğimli çatlaklar mevcuttur (Şekil.2). Yer yer diyabaz parçalarının dan oluşan fay breşi ile yeşil renkli milonitik zonlar gözlenmiştir. Çatlakların açıklığı 1 mm - 50 mm arasında, uzunluğu 0.20m-2.00m arasında ve çatlaklar arası mesafe 2 cm-15 cm arasında değişmektedir. Çatlaklar kalsit, kuvars, demiroksit ve kil dolguludur.

3. ARAZİ İNCELEMELERİ

İnceleme alanlarınının 1/1000 ölçekli mühendislik jeolojisi haritası yapılarak süreksizlikler ölçülmüştür. Birimlerin düşey yöndeki dağılımını belirliyerek diyabazı temsil eden karot örnekleri almak amacı ile Karatekin barajında 4 adet, toplam 140 m ve Hatap barajında 27 adet toplam 875 m temel sondajı yapılmıştır(Şekil.2 ve 3).



Şekil 2. Hatap baraj yerinin jeoloji haritası



Şekil 3. Hatap barajı eksen yerinin jeoloji kesiti ve ayrışma zonları

Karot yüzdesi(CR) taze ve az ayrışmış diyabazlarda %100, fazla ayrışmış kesimlerde %80 e kadar düşmektedir. Kaya kalite göstergesi (RQD); ayrışmamış ve az ayrışmış diyabazlarda %80-%100 arasında, çok ayrışmış diyabazda %10 a kadar düşmektedir.

4. LABORATUVAR İNCELEMELERİ

Temel sondajlardan, 10 cm den daha uzun diyabaz karotlarından alınan 47 adet silindirik örneğin fizikomekanik özellikleri incelenmiştir. Ağırlıkça su emme (A_a), hacimce su emme (A_v), gözeneklilik (n), kuru yoğunluğu (ρ_d) ASTM C97-90, kuru haldeki P dalgası hızı (C_p) ASTM 2845-90, tek eksenli basınç dayanımı (σ_c) ve statik elastisite modülü (E_s) ASTM 2938-90 standardına göre DSİ Teknik araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi laboratuvarlarında belirlenmiştir. Dinamik elastisite modülü (E_d) Youash (1970) ile Attawel ve Farmer (1989) (E_{df}) a göre, S dalga hızı ise Attawel ve Farmer (1989) a göre hesaplanmıştır. Elde edilen jeomekanik özellikler Çizelge.1 de verilmiştir.

Çizelge 1. Diyabazın jeomekanik özellikleri

Özellikler	N.sayısı	En az	En çok	Ortala.	S. apma	S. hata
Kuru yoğunluk, ρ_d g/cm ³	47	2.45	3.06	2.83	0.16	0.23
Ağırlıkça su emme, A_a %	46	0.10	3.56	1.03	1.02	1.15
Hacimce su emme, A_v %	46	0.30	10.10	2.77	2.66	0.39
Porosite, n %	47	0.07	10.95	4.02	3.11	0.45
P-dalga hızı, C_p m/s	45	1618	6762	4061	1478	220
S-dalga hızı, C_s m/s	45	822	3437	2070	752	112
Din.el.mod.(Youash), E_d kg/cm ²	45	65300	1410000	560540	380930	56786
Din.el.mod.(Attawel), E_{df} kg/cm ²	45	447000	9500000	3782690	2566450	382583
Tek eksenli basınç direnci, σ_c kg/cm ²	43	10.60	1224.09	442.01	356.83	54.42
Statik elastisite mod., E_s kg/cm ²	30	92305	761025	347982	205320	37468
Alteration for C_p , K_v m/s	45	0.001	0.76	0.40	0.218	0.03
Alteration for σ_c , K_c m/s	43	0.01	0.99	0.64	0.29	0.045
Unified alteration indice, K_{vc} m/s	43	0.0004	0.75	0.29	0.227	0.0347

5. DİYABAZIN AYRIŞMASI

Kayaçların ayrışma derecesine göre sınıflaması araştırmacılar tarafından değişik parametreler dikkate alınarak yapılmıştır. Iliev (1967) laboratuvarında siyenit monzonitler üzerinde yaptığı araştırmalarda belirlenen boyuna dalga hızına göre kayaçları beş gruba ayırmıştır. Little (1969) kayaçları doğada gözlenebilen renk, doku ve yapı değişimlerinden yararlanarak ayrışma derecesine göre altı gruba ayırmıştır. Güleç (1973) Afyon mermerleri üzerinde yaptığı çalışmalarda ağırlıkça su emme yüzdesini parametre olarak kabul etmiş ve ayrışma yönünden beş gruba ayırmıştır. Dearman, Baynes ve İrfan (1978) granitin ayrışmasını incelemişler ve altı gruba ayırmıştır. Price (1993) kaya kütlesi sınıflaması için oransal sistemi (rating system) önermiş ve ayrışma derecesine

göre kaya kütlesini yedi gruba ayırmıştır. Bu sınıflamaların ya arazi gözlemlerine veya laboratuvarında belirlenen bir parametreye dayalı olduğu bilinmektedir.

Bu çalışmada laboratuvarında belirlenen birden fazla özellikleri dikkate alınarak kayayı daha etkili temsil eden mühendislik anlamında bir sınıflama alternatif olarak önerilmiştir. Diyabazın ayrışmasının tanımlanmasında C_p ve σ_c değerleri parametre olarak kullanılmıştır. Bunun amacı; σ_c ve C_p nin ayrışmayı kontrol eden en önemli jeomekanik özellikler olmasıdır.

Ayrışmanın hesaplanmasında; mineralojik olarak ayrışmamış, en yüksek σ_c ve C_p na sahip örnek sağlam diyabaz olarak kabul edilmiştir. C_p nin ve σ_c nin birlikte temsil edildiği yaklaşımı elde etmek amacı ile bu çalışmada "birleşik ayrışma indisi (K_{vc})" kavramı önerilmiştir. K_{vc} değeri;

$$K_{vc} = K_v \cdot K_c$$

$$K_{vc} = \left[1 - \frac{C_{pa}}{C_{pi}} \right] \left[1 - \frac{\sigma_{ca}}{\sigma_{ci}} \right]$$

bağıntısı ile hesaplanmıştır. Burada;

K_v = P dalga hızına göre ayrışma derecesi

K_c = tek eksenli basınç direncine göre ayrışma derecesini ifade etmektedir

C_{pa} = ayrışmış diyabazın P dalga hızı,

C_{pi} = ayrışmamış diyabazın P dalga hızı,

σ_{ca} = ayrışmış diyabazın tek eksenli basınç direnci,

σ_{ci} = ayrışmamış diyabazın tek eksenli basınç direnci

Ayrışma değerleri Çizelge.1 de verilmiştir. K_{vc} geniş bir aralıkta dağılım göstermektedir.

C_p , σ_c ve K_{vc} oransal değerlerine göre diyabaz 5 gruba ayrılmıştır. Önerilen sistemin grupları, ayrışma derecesi ve değer aralıkları Çizelge.2 de verilmiştir. Diyabazın ayrışma derecelerine göre K_{vc} , σ_c ve C_p değeri ile ayrışma oranları Çizelge.3 de verilmiştir.

Çizelge 2. Diyabaz için önerilen birleşik ayrışma indisi sınıflaması

Gurubu	Alteration degree	K_v	K_c	K_{vc}
I	Ayrışmamış	<0.01	<0.10	<0.01
II	Az ayrışmış	0.01-0.10	0.10-0.50	0.01-0.10
III	Orta ayrışmış	0.10-0.40	0.50-0.80	0.10-0.30
IV	Çok ayrışmış	0.40-0.60	0.80-0.90	0.30-0.50
V	Çok fazla ayrışmış	0.60<	0.90<	0.50<

Çizelge 3. Birleşik ayrışma indisi, P dalga hızı ve tek eksenli basınç direncine göre diyabazın ayrışma yüzdesi.

Gurubu	Ayrışma Derecesi	$\sigma_c(\text{kg/cm}^2)$	$C_p(\text{m/s})$	K_{vc}	Ayrış.%
I	Ayrışmamış	>1000	>5000	<0.01	9
II	Az ayrışmış	1000 - 500	5000 - 4000	0.0- 0.10	30
III	Orta ayrışmış	500 - 200	4000 - 3000	0.10-0.30	18
IV	Fazla ayrışmış	200 - 100	3000 - 2000	0.30-0.50	20
V	Çok fazla ayrışmış	100>	2000>	0.50<	23

Diyabazın; %9 u ayrışmamış, %30 u az ayrışmış, %18 i orta derecede ayrışmış, %20 si fazla ayrışmış ve %23 ü çok fazla ayrışmış olduğu belirlenmiştir. Hatap barajı eksen yerindeki diyabazın CR, RQD ve K_{vc} değerleri dikkate alınarak zonlama yapılmıştır. Ayrışma bölgeleri Şekil.4 deki kesit üzerinde gösterilmiştir.

Mineral ayrışmasının ince kesitler yardımı ile denetlenmesi kaçınılmazdır. Bu amaçla diyabaz örnekleri polarizan mikroskopta incelenmiştir. Ayrışmamış, az ayrışmış, ayrışmış ve ileri derecede ayrışmış olarak gruplandırılan diyabazın "mikropetrografik özellik indisi=ayrışmış mineral/ayrışmamış mineral bağıntısı ile hesaplanan mikropetrografik özellik indisi oranları Çizelge 4. de verilmiştir.

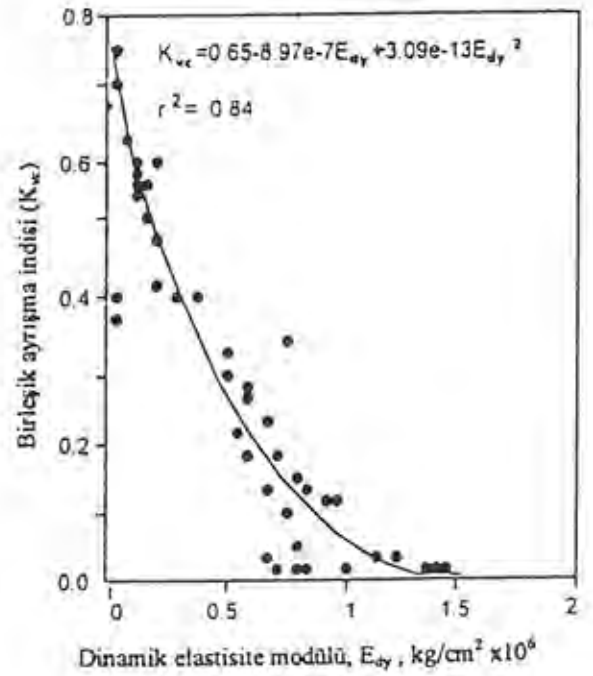
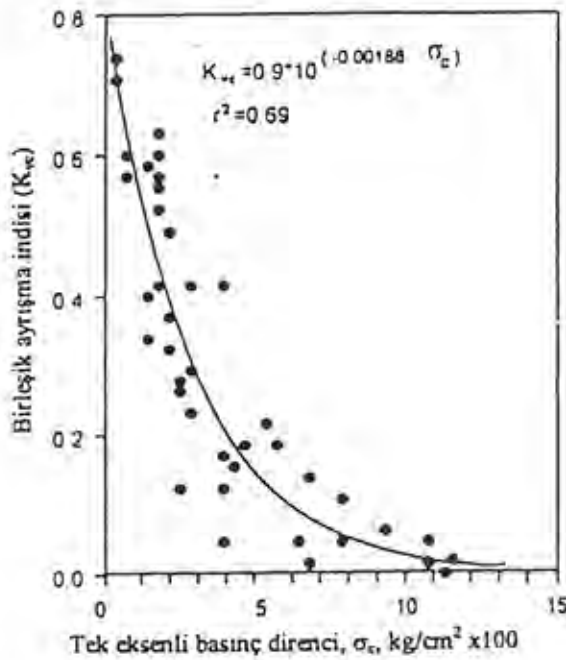
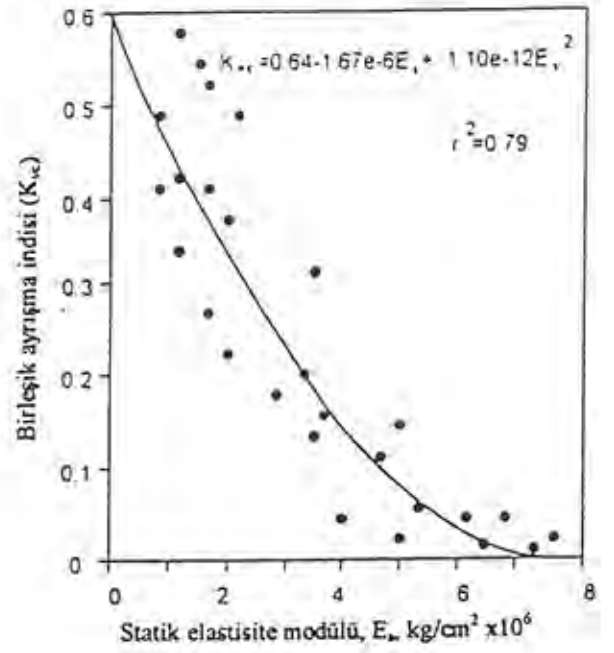
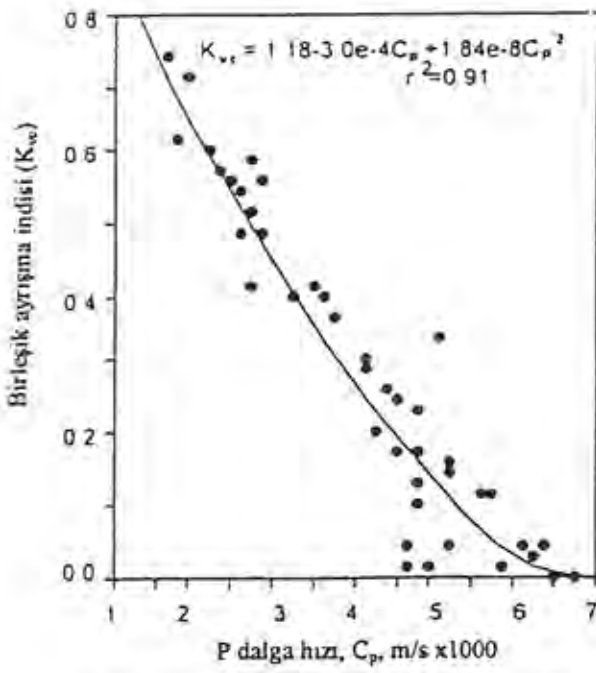
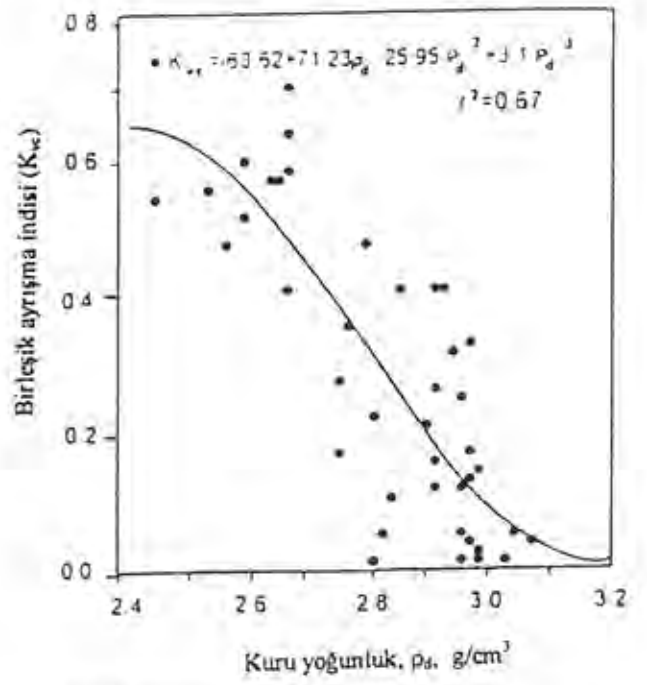
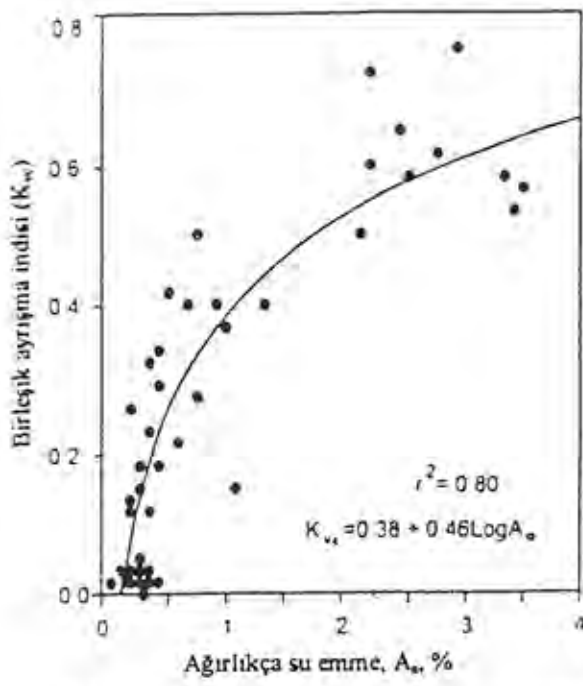
6. K_{vc} ve JEOMEKANİK ÖZELLİKLER ARASINDAKİ İLİŞKİLER

K_{vc} ile jeomekanik özellikler arasında Şekil.4 de bağıntıları ve şekilleri verilen polynomial, exponansiyel ve logaritmik ilişkiler mevcuttur. Elde edilen bağıntılarla, kolayca belirlenebilen özellikler ve K_{vc} yardımı ile diğer bilinmeyen özellikler hesaplanabilmektedir. K_{vc} ile σ_c arasındaki ilişki ile ifade edilebilen birleşik ayrışma indisi sınıflaması Şekil 5 de verilmiştir.

SONUÇLAR

Baraj ve temel uygulamalarında, mağmatik kayalardaki ayrışmayı mühendislik açısından belirlemeye yönelik yeni bir yöntemin ana ilkeleri bu çalışmada verilmiştir. Birleşik ayrışma indisi ile jeomekanik özellikler arasındaki ilişkiler incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

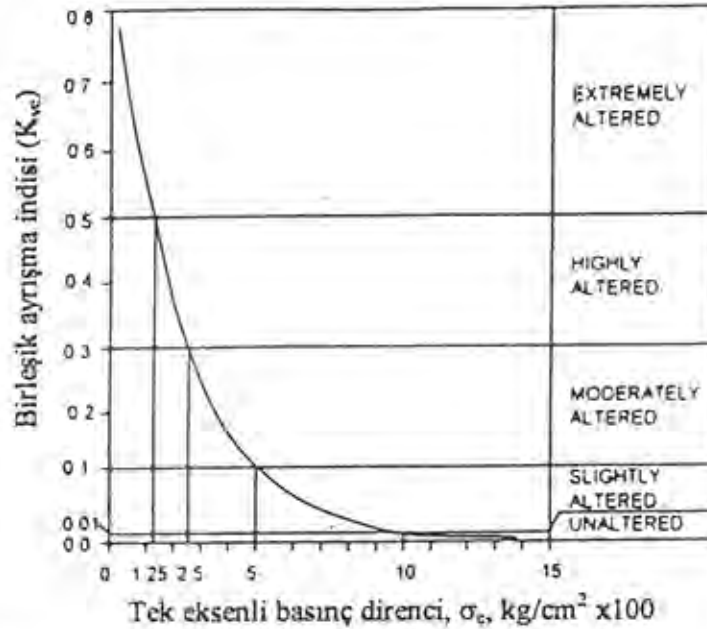
1. σ_c ve C_p nın kayıp yüzdelерinin çarpımı ile elde edilen K_{vc} ne göre diyabaz beş gruba ayrılmıştır. Bu sınıflama çizelge ve şekillerle gösterilmiştir.



Şekil 4. Diyabazın birleşik ayrışma indisi ile jeomekanik özellikleri arasındaki ilişkiler

Çizelge 4. Diyabazın ayrışma derecesine göre mikropetrografik özellik indisi

Gurubu	Ayrışma derecesi	Miropetr. özel. indisi %
I	ayrışmamış	>9
II	az ayrışmış	9-4
III	orta ayrışmış	4-1
IV	çok ayrışmış	1-0.25
V	çok fazla ayrışmış	0.25>



Şekil 5. Birleşik ayrışma indisi ile tek eksenli basınç direnci arasındaki ilişki ve önerilen sınıflamanın sınır değerleri.

2. Diyabazın C_p na göre sınıflamasında alınan sınır değerler İliev (1967) in siyenit monzonitler için almış olduğu sınır değerler ile benzerlik göstermektedir.
3. K_{ve} ile jeomekanik özellikler arasında birbirini denetliyen ve destekliyen ilişkiler mevcuttur. K_{ve} arttıkça C_p , C_s , σ_c , E_s , E_{dy} ve ρ azalmakta, A_a ve n artmaktadır.
4. Diyabaz örneklerinin %9 u ayrışmamış, %30 u az ayrışmış, %18 i orta ayrışmış, %20 si fazla ayrışmış ve % 23 ü çok fazla ayrışmış olduğu belirlenmiştir. Yüzeyde görülen çok yüksek ayrışmış zonun tektonik hatlardaki ezilme zonlarında devam ettiği gözlenmiştir. Ayrıca hidrotermal suların etkisi ile oluşan çok ayrışmış ve çok fazla ayrışmış zonların düzensiz olarak dağıldığı belirlenmiştir.
5. Mikropetrografik özellik indisine göre diyabaz beş gruba ayrılmıştır.

KATKI BELİRTME

Yazar, değerli katkıları için sayın Prof. Dr. Erdoğan Yüzer'e, Prof. Dr. Mahir Vardar'a, laboratuvar çalışmalarındaki destek ve katkılarından dolayı Prof. Dr. Remzi Dilek'e, Prof. Dr. Fikret Tarhan'a ve DSİ personeline teşekkür eder.

KAYNAKLAR

- ATTEWEL, P. and FARMER, I.,W., 1976, Principles of Engineering Geology, John Wiley & Sons, New York.
- BELL, F., G., 1993, Engineering Geology, Blackwell Scientific Publications, London.
- İRFAN, T.Y. and DEARMAN, W.R., 1978. Engineering classification and index properties of weathered granite. Bulletin of the International Association of Engineering Geology, No. 17, 79-90. Paris.
- İLİEV, I.,G., 1967. An attempt to estimate the degree of weathering of intrusive rocks from their physico-mechanical properties. Proc. 1 st Cong. Int. Soc. Rock Mech. 109-114 Lisbon.
- KILIÇ, R., 1994a, Diyabazın ayrışma derecesinin belirlenmesinde yeni bir yaklaşım, 47. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Şubat 1994, Ankara.
- KILIÇ, R., 1994b, Ankara Ofiyolitik Melanjındaki Diyabazik Kayaçların Jeomekanik Özellikleri ve Ayrışma Derecesi, II. Erguvanlı Mühendislik Jeolojisi Kollokyumu, 14-15 Kasım 1994, İTÜ, İstanbul.
- KILIÇ, R., 1994c, Relationship Between Geotechnical Properties of the Antalya Travertine (Turkey), Bulletin of the International Association of Engineering Geology, 50 (3-10), Octobre 1994, Paris.
- LITTLE, A.,L., 1969. The engineering classification of residual tropical soils, Proc. Spec. Sers. Eng. Prop. of Lateritis soil VII. ICSMFE. Vol.1. 1-10.
- PRICE, D.G., 1993, A Suggested method for the classification of rock mass weathering by a rating system, Quarterly Journal of Engineering Geology, 26, 69-76. UK.
- YOUASH, Y.Y., 1970. Dynamic physical properties of rock. Part-1. theory an procedure. Proc. 2 nd Cong. Int. Soc. Rock. Mech., 171- 183, Belgrade.

KEMERBURGAZ VE ŞİLE ÖRNEĞİNDE ÇÖP DÖKÜM SAHALARININ MÜHENDİSLİK JEOLojİSİ AÇISINDAN İRDELENMESİ

**Engineering geology evaluation of solid waste disposal
sites with respect to the Kemerburgaz and Şile examples**

Mustafa YILDIRIM, YTÜ, İnş. Fak., Geoteknik Anabilim Dalı, Beşiktaş 80750 İSTANBUL

ÖZ: Büyük şehirlerde biriken katı atıkların çevreye zarar vermeden depolanması, günümüzde tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de çözümü araştırılan önemli bir problemi yansıtmaktadır. Kentsel atıkların depolanacağı düzenli katı atık depolama alanlarının yer seçiminde, mühendislik jeolojisi araştırma ve uygulamaları yörenin çeşitli koşullarının uygunluğunun değerlendirilmesi yanında, bu sahaların projelendirilme ve inşaat aşamalarında, şevlerin düzenlenmesi, geçirimsizliğin sağlanması, örtü tabakası seçimi ve serilmesi ve drenaj ağının oluşturulması hususlarında da büyük önem taşımaktadır. İstanbul'da ilk defa Avrupa yakası (Kemerburgaz) ve Asya yakasında (Şile) olmak üzere yapımı gerçekleştirilen iki adet düzenli "Katı Atık Depolama Sahası"nın elverişliliği mühendislik jeolojisi açısından irdelenmiştir. Bu inceleme kapsamında depolama alanlarının jeolojik, jeomorfolojik, hidrojeolojik ve geoteknik tanıtımı ve bu unsurların birbirleriyle etkileşimi belirtilmiş ve projelendirmeye esas oluşturan kriterlerin, arazinin ortaya koyduğu koşullar dikkate alınarak seçilmesi gerekliliği vurgulanmıştır.

ABSTRACT: Disposal of the solid waste generated in big cities without adverse effects on the environment is a major problem for which solutions are sought in Turkey as elsewhere in the world. In the selection of sites for the storage of the municipal waste, engineering geology investigations and applications have a great role for the assessment of the suitability of various conditions of the area as well as for sloping the sides, ensuring the impermeability, selection of the cover material and its placement, and establishing the drainage net during the design and construction phases. The suitability of the two Solid Waste Storage Sites which are constructed recently in Istanbul, one at the European side (Kemerburgaz) and the other in the Asian side (Şile), are evaluated from the engineering geology point of view. Within the framework of this investigation the geological, geomorphological, hydrogeological and geotechnical descriptions of the storage areas and the interaction of these parameters with each other are pointed out, and it is emphasized that the design criteria should be established by taking into account the particular site conditions.

1. GİRİŞ

Türkiye'nin 10 milyonu aşan nüfusuyla en kalabalık şehri İstanbul'da 1991 verilerine göre, günde ortalama 10687.6 ton katı atık toplanmaktadır (DİE, 1994). Artan nüfusa paralel olarak şehrin değişik bölgelerinde kontrolsüz ve gelişigüzel dökülen kentsel atıklar, insan sağlığıyla da yakından ilgili çevresel bir sorun yaratmaktadır. Bu sorunların önlenmesi için uygulanabilecek yöntemler arasında, kentsel atıkların düzenli depolama ile uzaklaştırılması en uygun çözümlerden birini oluşturmaktadır. Bu kapsam dahilinde yapımına 1992 sonlarında başlanan iki adet düzenli Katı Atık Depolama Alanı, 1995 yılı başında tamamlanarak işletmeye açılmıştır. Bunlardan birincisi İstanbul'un Avrupa yakasında Kemerburgaz'ın 8 km kuzeybatısında (Odayeri Deponi Alanı), diğeri Asya yakasında İstanbul'un 30 km kuzeydoğusunda (Şile-Kömürcüoda Deponi Alanı) yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. İnceleme alanının mevkii ve sadeleştirilmiş jeoloji haritası.

Fig. 1. Simplified geological map and the location of the investigated area.

İstanbul'da yapımı ilk defa gerçekleştirilen düzenli "Katı Atık Tesisleri" proje giderleri, ABD Ticaret Bakanlığı Ticaret Geliştirme Programı (TDB) tarafından İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne sağlanan bağış ile finanse edilmiştir. İlk aşamada Avrupa ve Asya yakası hakkında yapılan bir ön çalışma ile, nüfus artışı, katı atık oluşumu ve bunu etkileyen değişimler, atım oluşum oranları 28 Mart 1992 - 2 Haziran 1992 tarihleri arasında CH2M HILL International Ltd. Şirketi tarafından araştırılmış ve İstanbul'un 1990 yılı nüfusuna göre katı atık oluşumunun yaklaşık 0.67 kg/kişi/gün olduğu belirlenmiştir. Katı atıklar, transfer istasyonlarında sıkıştırıldıktan sonra, herbiri 4 faza bölünmüş 24 hektarlık alanlarda, 60 cm'lik sıkıştırılmış geçirimsiz kilden ($k=1 \times 10^{-8}$ m/s veya daha az) oluşan tabandaki kil kaplama ile yüzeydeki örtü kaplama zeminleri arasında 12 şer metrelik iki tabaka halinde depolanacaktır. Tıbbi atıklar, 1995 Eylül ayında devreye giren hastahane atıkları yakma tesisinde 1200° C'de baca gazları artırılarak yakılmaya başlanmıştır. İstanbul'un 5 yıllık

ihtiyacını karşılaması beklenen bu deponi alanlarının, ilk hücreleri daha da genişletilerek toplam 200 hektar üzerine yayılabilecek, yaklaşık 2020 yılına kadar işlevini tamamladıktan sonra üzerleri yeşillendirilecektir.

2. DEPONİ ALANLARININ JEOLJİSİ

Katı atıkların depolandığı her iki sahada, İstanbul ve civarının temelini oluşturan Paleozoyik yaşlı, çatlaklı ortamı temsil eden grovakların (Vardar, 1981) üzerinde diskordan oturan Neojen yaşlı genç, karasal nitelikli kırıntılı çökeller bulunmaktadır. Bu genç birimler, altta Oligo-Miyosen yaşlı, Gürpınar Formasyonu olarak adlandırılan, silt bantlı, aşırı konsolide killerden oluşmaktadır. Gürpınar Formasyonu üzerinde ise diskordan oturan, üst Miyosen yaşlı çökeller alttan üste doğru kum (Çukurçeşme Formasyonu) ve bataklık ortamı organik killerdir (Güngören Formasyonu).

3. AVRUPA YAKASI DEPONİ ALANININ ÖZELLİKLERİ

İstanbul-Kemberburgaz'ın 8 km kuzeybatısında, terkedilmiş eski bir kömür ocağında yer alan Avrupa Yakası Kemberburgaz (Odayeri) Deponi Alanı, en yakın yerleşim birimi Odayeri köyüne 3 km, güneydoğusundaki Göktürk köyüne ise yaklaşık 4 km mesafededir. Bu deponi alanı, yamaç eğimleri %8 ile %30 arasında değişen ve kuzey-güney doğrultuda uzanan iki yayvan sırtın arasında oluşan bir vadide yer almaktadır.

13-9-1993 ile 15-11-1993 tarihleri arasında Avrupa ve Asya yakası Deponi alanında zemin sondajları yapılmış, bu sondaj sonuçları, 1/1000 ölçekli üretilen detaylı jeolojik haritalarla korele edilerek zemin profilleri hazırlanmıştır (Özaydın vd., 1995a,b).

3.1. Litoloji

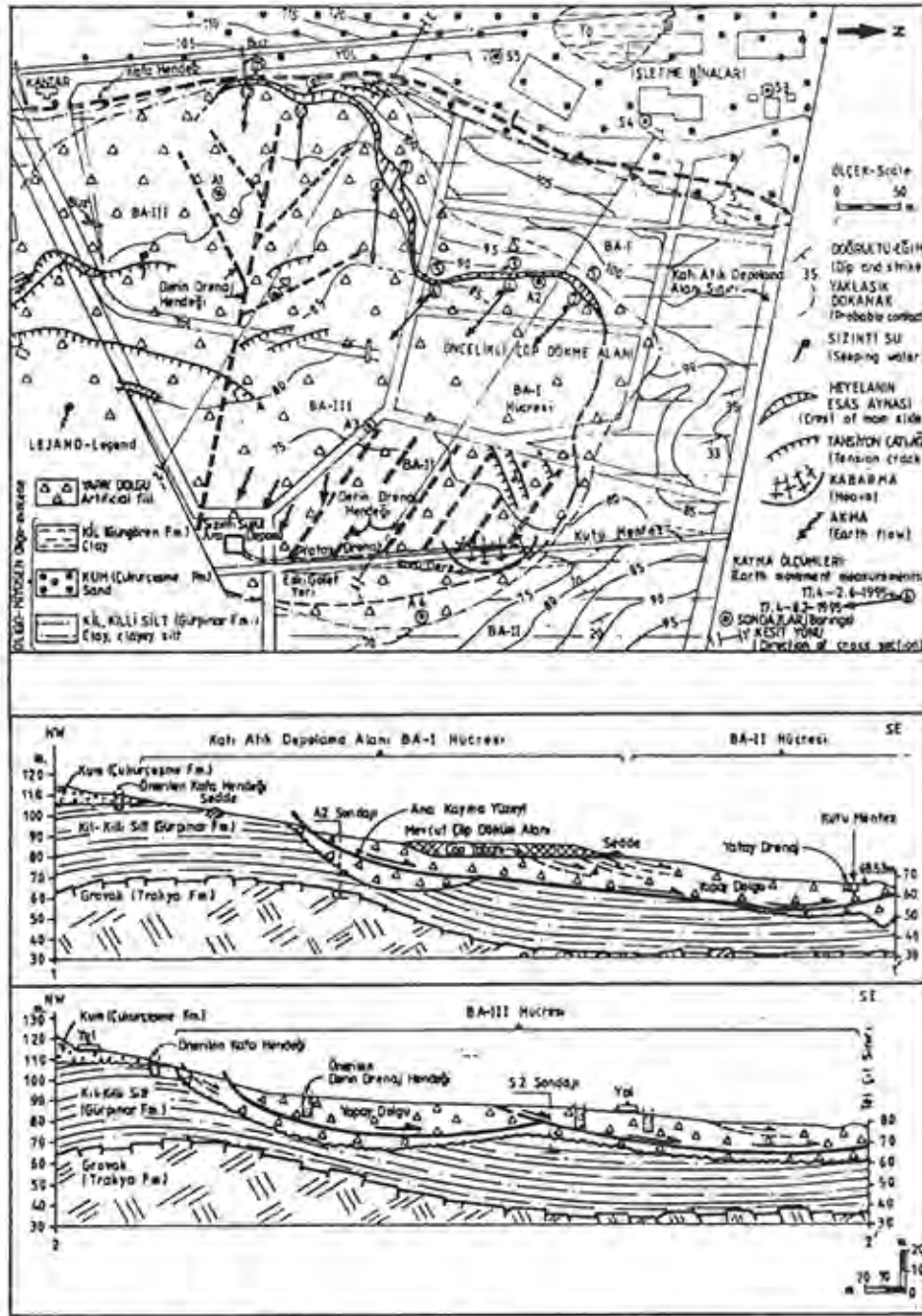
İnceleme alanında yapılan 10 adet zemin sondajı sonuçlarına göre, katı atıkların depolanacağı alanda altta, yeşilimsi gri renkli, sert, silt ara katkılı, yüksek plastisiteli, aşırı konsolide killeri (Gürpınar Formasyonu) yer almakta ve sondaj verilerine göre bu formasyonun inceleme alanındaki kalınlığı yer yer 30 metreyi aşmaktadır. Katı Atık Depolama Sahası'nı çevreleyen tepe ve yamaçlarda ise Gürpınar Formasyonu killeri üzerine açılacak diskordanslı olarak, kalınlıkları ortalama 25-30 metreye kadar ulaşan Çukurçeşme Formasyonu'nun kumları yataya yakın konumda oturmaktadır. İnceleme alanı batı sınırında en üstte mostra yayılımı ufak ve kalınlığı 10 metreyi geçmeyen Güngören Formasyonu'nun organik katkılı killeri yer alır. Bu genç çökeller sondaj verilerine göre bölgenin görünür temelini oluşturan grovaklar üzerinde diskordan durmaktadır (Şekil 2).

Katı atıkların depolanacağı alanın büyük bir kesiminde zemin yüzeyi Şekil 2'de de görüldüğü gibi, kalınlığı ortalama 8-10 m civarında, killi silt ile siltli kil özelliklerine sahip bir dolgu toprak ile kaplı bulunmaktadır. 1972 yılından beri, kömür arama gayesiyle kontrolsüz olarak deponi sahasının değişik kesimlerinde 20 metreyi aşan derin kazılardan hafredilen zemin, çukurların çevresine ve bir önce açılmış çukura gelişigüzel dökülmüş, ve sonuçta yörede sınırları yaklaşık çizilebilen kontrolsüz yapay bir dolgu zemin mostrası oluşmuştur.

3.2. Hidrojeoloji

Avrupa yakası Katı Atık Depolama Sahası'nda yeraltı suyunu oluşturacak akifer özelliğini taşıyan tabakalar bulunmamaktadır. Depolama alanı tabanında yer alan litolojilerin kalınlığı 25 m'yi aşan Gürpınar Formasyonu'nun geçirimsiz ya da geçirimsizliği düşük killere oluşması nedeniyle, depolama alanı temel zemininde yeraltı suyu bulunmamaktadır. Tepelerde yüzeylenen Çukurçeşme Formasyonu'nun kumlu katmanları da serbest drenaj bölgesinde yer almasından dolayı bu

ortamlarda yeraltı suyunun oluşması söz konusu değildir. Ayrıca içme suyu temin edilen havza ve koruma alanları dışında yer alması deponi alanı için olumlu bir etkidir.



Şekil 2. Kemberburgaz katı atık depolama alanının mühendislik jeolojisi haritası ve kayma mekanizmasını gösterir zemin kesitleri.

Fig 2. Engineering geology map of the Kemberburgaz waste disposal area and the soil profiles depicting the slip mechanism.

3.3. Yüzey ve Yeraltı Suyu Kirlenmesi

Çöp sahalarından sızacak sularla yüzey ve yeraltı suyu kirlenmesinin engellenmesi konusunda çok yoğun şekilde çalışmalar yapılmıştır (Wright vd., 1988; Brown ve Anderson, 1988; Jessberger, 1994; Langer, 1995). Katı atıkların depolanmakta olduğu alanın büyük bir kesiminin, kalınlığı yaklaşık 8-10m'ye varan ve genellikle killi silt-siltli kilden oluşan bir dolgu toprak üzerinde yer aldığı belirlenmiştir. Akifer özelliği taşımayan geçirimsiz aşırı konsolide killer üzerindeki bu dolgu toprağın ancak yüzeysel suların kontrol altına alınmaması durumunda içereceği sızıntı sularının kirlenmesi halinde, çevreye zarar vereceği tabiidir. Katı atıklardan kaynaklanacak çöp sularının, kontrolsüz dolgu zemin üzerine rastgelen kesimlerinde, sızdırmazlığın sağlanması için sadece

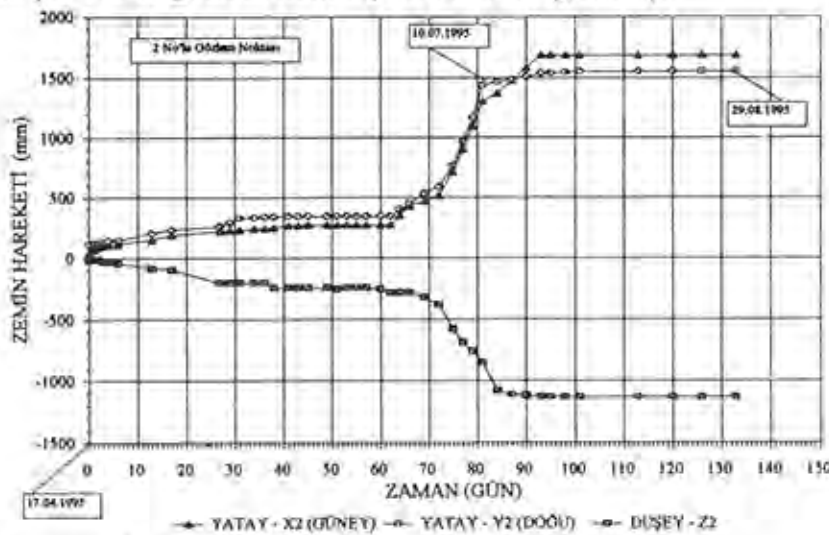
permeabilitesi en az $k=1 \times 10^{-8}$ m/s olan kil kaplama ile yetinilmeyip, ayrıca üzerine yüksek yoğunluklu geomembran (HDPE) ile tecrit edilmesi gerekmektedir. Günde 5000 ton kapasiteye göre tasarlanmış olan tesiste, zehirli atıkların yakılarak depolanacağı kesimde ise, ilave olarak taban kesimi geotekstil ile kaplanmıştır. Gerçekte, zemin cinsine bakılmaksızın atıkların depolanacağı tüm alanın geomembran ile kaplanması sızıntı sularının kirlenmesi gibi olumsuzlukları büyük ölçüde engelleyecektir. Nitekim, Çevre Bakanlığı da 'Katı Atıkların Depolama Yönetmeliği'ni Kasım 1994 tarihinde değiştirerek, kil kaplama ile birlikte HDPE geomembran kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir.

Atıkların depolandığı alana sızacak sızıntı sularının asgariye indirilmesi, yörenin jeolojik yapısına uygun drenaj sistemiyle uyumlu olması gerekmektedir. Sızıntı sularının, inceleme alanının doğu ve batı sınırlarında yer alan tepelerde yüzeyleyen kumlu çökeller ile, altındaki killer ile oluşturduğu dokanak zonu boyunca Deponi alanı ile dolgu toprağa sızacağı saptanmıştır. Çevresel olarak drene edilmesi gerektiği belirlenen sızıntı sular, dokanak zonuna paralel ve yakın bir hat boyunca Kasım 1995'te yapılan kafa hendeği ile büyük ölçüde önlenmiştir.

3.4. Stabilite

Avrupa Yakası Kemberburgaz Deponi Alanı, ufak tepeler arasında derin deşilmemiş güney yöne düşük eğimle uzanan bir kuru dere yatağında yer alır. Yaklaşık % 15 eğimli yamaçları ise, sırtlarda daha düşük açılı yayvan bir morfolojik yapı oluşturmaktadır.

Stabilite bozuklukları sadece tektonik hareketlerden ve yapısal konumlardan değil, aynı zamanda insan eliyle de meydana getirilmektedir (Yüzer, 1995). Nitekim 1993 yılında yamaçlara maksimum % 25 eğim verilerek, tabanı 1993 yılı sonunda hazır hale getirilen ve Nisan 1995 tarihine kadar stabilitesi bozulmayan deponi alanında, bu tarihten itibaren stabilite bozuklukları görülmüştür (Özaydın vd., 1995a; Yıldırım vd., 1995). Zemin hareketlerinin başlaması ile birlikte, arazide ana kayma yüzeyi başlangıcında, çekme çatlağında 17 Nisan 1995 tarihinde oluşturulan 12 adet gözlem noktasından alınan topoğrafik ölçümlerle 2.6.1995 ve 8.7.1995 tarihindeki okumalara göre heyelanın esas aynasındaki zemin hareketlerinin şiddeti ve doğrultusu Şekil 2'de gösterilmiştir. 8.7.1995 tarihi itibariyle maksimum yatay yer değiştirmeler (8 No'lu gözlem noktası) 183 cm, dikey yönde ise (10 No'lu gözlem noktası) 181 cm'dir (Şekil 3).



Şekil 3. Kemberburgaz deponi alanı zemin hareketleri.

Fig. 3. Displacements at the Kemberburgaz disposal area.

Sondajlarda yeraltı suyuna rastlanılmadığı ve arazide yer yer rastlanan dolgu zeminin sınırlı kalınlıkta olduğunun belirtildiği gözönüne alındığında, projelendirme aşamasındaki

değerlendirmelerin yeterli olduğu düşünülebilir. Ancak kömür çıkarma işlemi sırasında gerçekleştirilen büyük çaplı kazı ve kontrolsüz dolgu işleri gözönüne alındığında, dolgu toprak kalınlıklarının sondajlarda öngörülenden çok daha fazla olma ihtimali yüksek görülmektedir. Bu durumda, arazide yer yer projelendirme safhasında ve ön değerlendirmelerde dikkate alınmayan kalınlıklarda kontrolsüz dolgu tabakaları, yamaçlardaki zeminin kayma mukavemetinin öngörülenden daha az olmasına neden olmuştur.

Mevcut geometride, zemin stabilitesinin bozulmasının ve heyelanın başlangıcının ana nedenini, inceleme alanının yüzeysel sulardan iyi drene edilmemesi oluşturmaktadır. 1994 yılı sonbahar aylarından itibaren başlayan ve 1995'in ilkbahar ayları boyunca devam eden aşırı yağışlardan kaynaklanan sızıntı suları, drenaj güzergahı seçiminde mevcut jeolojik yapının dikkate alınmaması nedeniyle üst kotlardaki Çukurçeşme-Gürpınar Formasyonları dokanağından şeve girmiştir. Ayrıca bu bölgede toplanan bütün yağış suları, tepelerde yer alan kumlu katmanlardan süzülerek yol drenaj büzleri vasıtası ile doğrudan depolama alanına yönlendirilmiştir. Bunun sonucunda piyezometrik çizgiyi yükselten sızıntı suları, boşluk suyu basınçları oluşması, yamaçlarda yer alan kontrolsüz dolgunun da yumuşaması sonucu, öngörülen kayma mukavemeti parametrelerinde azalma meydana gelmiş, dolgu toprak içinde kayma yüzeyleri meydana gelmiştir. Ayrıca çöp depolama işlemine vadi tabanında yer alan BA-II hücrelerinden başlamak yerine, yamaç üzerindeki BA-I hücrelerinden başlanması gibi olumsuzlukların da etkisi sonucu heyelan oluşmuştur. Şekil 2, Kesit 1-1' de görüldüğü gibi heyelanın ana kayma yüzeyi, alın bölgesinde kontrolsüz dolgu tabakaları içinde başlamış, dolgunun incelendiği kesimde ise altta yer alan Gürpınar killeriyle dokanağa gelen hat boyunca düzlemsel devam edip, topukta yer yer kabarmalar meydana getirerek son bulmuştur. Dairesel-düzlemsel türde gelişen bu kaymanın alın bölgesini oluşturan çekme çatlağında yer alan tüm noktalarda yatay yer değiştirmelerin bileşkesinin, topukta Çöp Sızıntı Suyu Havuzu ve Eski Gölet Yeri'ne doğru yönlendiği görülmüştür.

Bu gözlem ve değerlendirmeler ışığında 1-1' kesitinde meydana gelmiş kaymalardan en kritik kayma yüzeyi boyunca, geri analiz sonucu belirlenen dolgu zeminin residüel kayma mukavemeti parametreleri efektif kohezyon $c' = 0$, efektif içsel sürtünme açısı $\phi' = 9^\circ$ ve boşluk suyu basıncı için yaklaşık tam suya doyurulmuşluğu ifade eden $r_u = 0.5$ değerleri kullanılarak yapılan stabilite analizleri sonucunda, Modifiye Janbu yöntemiyle göçmeye karşı minimum güvenlik sayısı olarak $G.S. = 0.957$ değeri elde olunmuştur. Bu değer altta yer alan Gürpınar Formasyonu killerinde minimum güvenlik sayısı olarak $G.S. = 2.425$ gibi yüksek değerlere birden sıçrama yapmakta ve böylece, kayma yüzeyi derinliğinin maksimum dolgu kalınlığıyla sınırlı kalacağı anlaşılmaktadır. Stabilite analizleri sonuçları, dolguda yeterli drenaj önlemleri alınması suretiyle piezometrik çizginin yükselmesinin önlenip kontrol altında tutulması ile, boşluk suyu basıncı katsayısı $r_u \leq 0.35$ 'e indirilmesi durumunda, en kritik kayma yüzeyi boyunca $c' = 0$, $\phi' = 9^\circ$ ve $r_u = 0.35$ için yeterli güvenliğin sağlanacağı ve kayma yüzeyi boyunca kaymaya karşı en düşük güvenlik sayısı olarak $G.S. = 1.157$ değerinin elde edileceğini göstermektedir. Şekil 2, Kesit 2-2' de yapılan stabilite analizlerinde ise dairesel türdeki heyelanın, esas aynasının yine dolgu sınırı içinde kaldığı, dolgu içinde oluşan diğer dairesel kaymalarla birbirini takip eder ve eklenir şekilde birleştiği ve dere talveginde son bulduğu anlaşılmaktadır.

Drenaj önlemlerinin 10.7.1995 tarihinden itibaren gerçekleştirilmesine paralel olarak zemin hareketleri Şekil 3'de belirtilen iki ayrı gözlem noktasında da görüldüğü gibi, Temmuz 1995 ortalarından itibaren yavaşlamaya başlamış ve 9 Ağustos 1995 tarihinde ise tamamen durmuştur.

Zemin hareketlerine bağılı olarak meydana gelmiş ana çatlak başta olmak üzere, arazideki yüzey çatlakları içine su girmeyecek şekilde geçirimsiz kil dolgu ile doldurulup arazi geometrisi yeniden düzenlenmiştir.

Bu araştırma için seçilen geoteknik parametreler aşağıda verilmektedir.

Parametre	Çukurçeşme Fm. (Kum)	Gürpınar Fm. (Kil)
Efektif kohezyon (c') kN/m ²	0.0	14.0
Efektif içsel sürtünme (ϕ') (derece)	30.0	24.0
Boşluk suyu basıncı oranı (r_u)	0.3	0.3
Birim hacim ağırlık (γ) (kN/m ³)	19.0	20.0

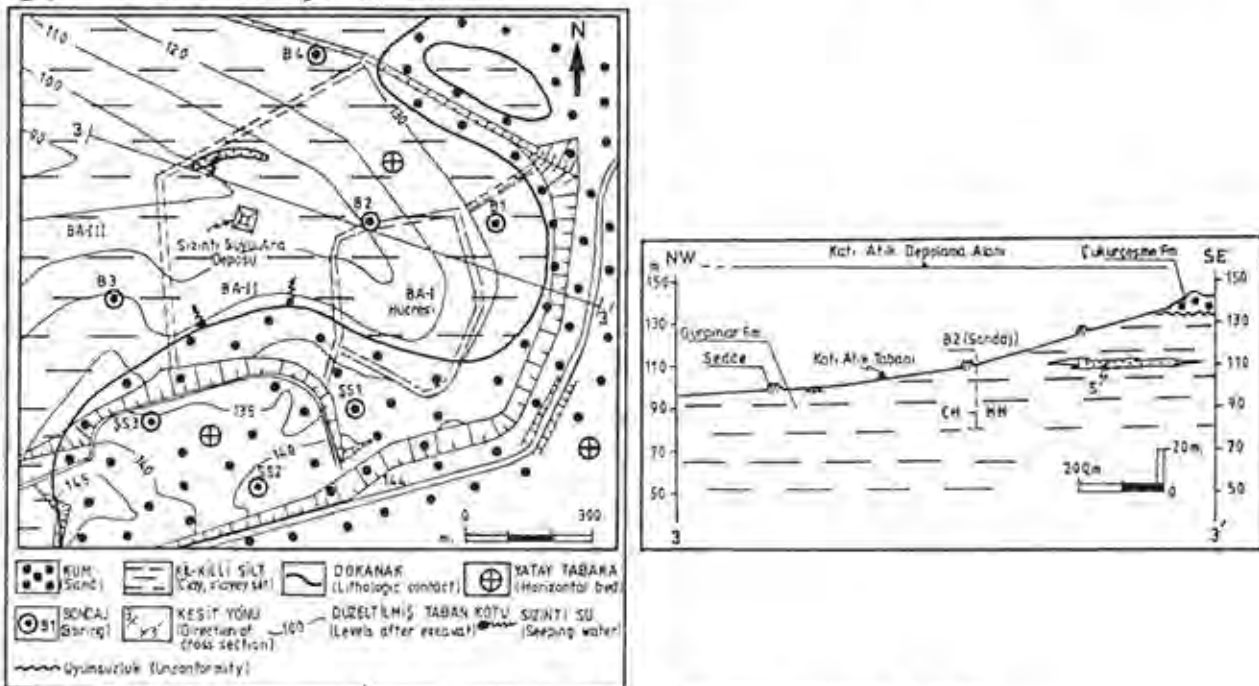
Bu parametrelerin seçiminde sondaj verileri, geri analiz yöntemi ile yapılan hesaplamalar ve bu formasyonlarda daha önce yapılan çalışmalardan faydalanılmıştır.

4. ASYA YAKASI DEPONİ ALANININ ÖZELLİKLERİ

Asya Yakası, Şile (Kömürcüoda) Deponi Alanı, İstanbul'un yaklaşık 30 km kuzeydoğusunda, en yakın yerleşim yeri Karakiraz Köyü'nün ise 3,5 km güneydoğusunda terk edilmiş eski bir kil ocağında yer almaktadır. Katı atıkların depolanacağı bu alan batıya eğimli bir kuru dere yatağı ile bu dere yatağının ortalama % 30 eğimli kuzey ve güney yamaçları üzerinde bulunmaktadır. Kil ocağındaki 20 m'ye varan kazılar doğal topoğrafyayı değiştirmesine rağmen, kazılan malzeme taşındığından bu alanda kontrolsüz dolgu yer almamaktadır.

4.1. Litoloji

Avrupa Yakası'nda görülen formasyonlar, litolojik özellikleri değişmeksizin Asya Yakası Deponi Alanı ve civarında da görülmektedir. Arazi gözlemleri ve sondaj verilerine göre, tamamen yatay tabakalanma gösteren formasyonlar, zemin yüzünden itibaren kalınlığı yaklaşık 5m-10m arasında değişen gri renkli, sert yüksek plastisiteli, aşırı konsolide killer (Gürpınar Fm.) ile devam etmektedir (Şekil 4) (Özaydın vd., 1995b). 20 m ile 30 m arasında değişen derinliklerde yapılan sondajların tümü yüksek plastisiteli killerin içinde devam etmiştir. Bu yörede, yer yer, her iki formasyonun dokanak zonunda ve bu zona yakın kesimlerde birkaç düzeyde kalınlıkları 5 cm ile 25 cm arasında değişen kömür bantları yer almaktadır.



Şekil 4. Şile katı atık tesisleri depolama alanı jeoloji haritası ve zemin kesiti.
Fig. 4. Geological map and cross-section of the Şile solid waste storage site.

4.2. Hidrojeoloji

Asya Yakası Deponi Alanı'nda yeraltı suyunu oluşturacak akifer özelliğini taşıyan tabakalar bulunmamaktadır. Kumlu katmanların serbest drenaj bölgesinde yer almasından dolayı bu ortamlarda yeraltı suyu oluşmayacaktır. Ancak Avrupa Yakası Deponi Alanı'ndaki gibi yağışlı ortamda kumlu litolojilerin kil ile olan dokanaklarında sızıntı suları oluşabilecektir.

4.3. Yüzey ve Yeraltı Suyu Kirlenmesi

Yamaç eğimleri % 25'ten daha düşük eğime getirilerek düzenlenmiş Katı Atık Depolama Alanı'nın suları bu iki yamacın kesiştiği ve batıya eğimli kuru dere yatağı ile drene olmaktadır. İnceleme alanının kuru dere yatağının başlangıç noktasında ve yerel havzanın en yüksek kotlarında bulunması, deponi alanının aşırı yağışlarda sellenmeden etkilenmeyeceğine işaret etmektedir. Yağışlı mevsimlerde kum-kil dokanağı ile atıksu havuzunun 50 m kuzeyinde, killer içindeki kum merceğinden deponi alanı içine sızan düşük debili sızıntı sularının drene edilmesi ile çevreyi kirletmeyen bir ortam oluşturulmuştur. Buna ilaveten bu yörede sızıntı sularını bünyesinde toplayacak dolgu toprağın yer almaması da olumlu bir etkidir. Ancak Avrupa Yakası'nda olduğu gibi Asya Yakası Deponi Alanı'nda da çöp sızıntı suları için Arıtma Tesisleri'nin henüz yapılmamış olması ise olumsuzluklara neden olacaktır. Mevcut halde Asya Yakası çöp suyunun arıtma tesisinin devreye girmemesi nedeniyle, şev üzerinde bir depoya pompalandığı, artan miktarın ise tankerlerle uzaklaştırıldığı bilinmektedir. Bu uygulama, uzun sürede geoteknik açıdan sorun yaratabilecek ve şev stabilitesinde olumsuzlukları görülebilecektir. Bu nedenle geçici depolama işlemine olabildiğince kısa sürede son verilmemesi durumunda, zamanla artacak olan çöp sularının muhafaza edilmesi güçleşecek ve oluşabilecek bir sızıntı çevreye zarar verebilecektir.

4.4. Stabilitite

Asya Yakası Deponi Alanı morfolojisi ve jeolojik yapısı açısından herhangi bir heyelan belirtisine rastlanılmamıştır. Ancak, burada da üst kotlarda yer alan kum katmanları ile altındaki aşırı konsolide killerle olan dokanağında oluşan yüzeyden kaynaklanan sızıntı suların drene edilmesi ile, katı atığın kil taban kaplaması zarar görmeyeceği gibi, bu kesimlerde zayıflık zonları oluşmayacak ve şev stabilitesini de olumlu yönde etkileyecektir. İnceleme alanının jeolojisinde görüldüğü gibi kalınlığı 5-10 m arasında değişen siltli kumdan oluşan Çukurçeşme Formasyonu'nun yüksek plastisiteli killerden oluşan Gürpınar Formasyonu'yla dokanağa geldiği noktalardan şeve suyun sızabileceği varsayılarak, bu formasyonların yer aldığı ve topoğrafyanın şev stabilitesi yönünden en olumsuz olduğu, 3-3' kesitinde (Şekil 4), stabilite araştırmaları gerçekleştirilmiştir. STABLE adlı hazır bir stabilite programında, bu en olumsuz kesit için yapılan analizin sonucunda, çöp yükünün 60 kN/m² olarak üst taraflara yayılı yük etki ettirecek biçimde gözönüne alınması halinde bile en küçük güvenlik sayısı olarak $G.S. = 1.415$ elde edilmektedir ki, bu değer söz konusu şevin yeterli güvenlikte bir şev olarak gözönüne alınabileceğini göstermektedir. Kaldı ki alınacak drenaj önlemleri ve yüklemenin şev tepesinde yoğunlaştırılmaması gibi çalışma yöntemlerinde oluşturulacak düzenleme ile bu değer daha da artması beklenebilecektir.

5. SONUÇLAR

Kemberburgaz ve Şile Katı Atık Depolama Sahaları'nın amaca uygunluğu, mühendislik jeolojisi açısından incelenmiştir. Bu irdelemede yörelerin litolojik ve hidrojeolojik koşulları ve bu koşulların Avrupa ve Asya Yakası Deponi Alanları'yla ilişkisi araştırılmıştır. Her iki sahada yapılan incelemelerden, Deponi alanlarının tektonikçe aktif olmayan yerleşim yerlerine uzak uygun bir topoğrafyada, yeraltı suyu içermeyen geçirimsiz killi formasyonlar üzerinde bulunmaları, taşkın ve

korunmuş alanlar dışında yer almaları gibi özellikleri ile ÇED'e uygun sıhhi depolama alanlarını oluşturdukları tesbit edilmiştir. Deponi alanlarının yer seçimine etken olan başlıca unsurların, tasarım ve inşaat aşamalarının güvenilirliğinin ancak jeolojik, hidrojeolojik ve jeomorfolojik koşulların özenle dikkate alınmasıyla sağlanacağı saptanmıştır. Bu koşullar, deponi alanlarının, çevrede oluşturabileceği zararlı etkilerin en aza indirgenmesi yanında, güvenli ve ekonomik olarak oluşturulması açısından da büyük önem taşımaktadır. Asya Yakası Deponi Alanı'ndan farklı olarak, sadece Avrupa Yakası Deponi Alanı'nda görülen stabilite bozuklukları ise, tabii zeminden değil, arazide sondajlarda öngörülenden çok daha fazla kalınlıklara ulaşan kontrolsüz dolgu zeminden kaynaklanmıştır. Dolgu zeminini harekete geçiren en büyük etkenin drenaj eksikliği olduğu saptanmıştır. Sızıntı suları, yamaçlarda dolgu zemininin yumuşamasına, kayma mukavemetinin tahmin edilenden daha az olmasına ve dolgu stabilitesinin bozulmasına neden olmuştur. Gerekli önlemlerin alınmasıyla duraylı ve çevreyle uyumlu duruma getirilen bu deponi alanı örneği, deponi alanlarının projelendirilmesine baz teşkil edecek esas kriterlerin, mühendislik jeoloji koşullarıyla ne denli uyumlu olması gerektiğini de göstermektedir.

6. KATKI BELİRTME

Bu çalışmanın değişik aşamalarında, değerli görüş ve katkılarıyla büyük yararlarını gördüğüm Sayın Prof. Dr. Mahir VARDAR, Prof. Dr. Kutay ÖZAYDIN, Prof. Dr. Erdoğan YÜZER, Prof. Dr. Sönmez YILDIRIM, Mary AKGÜNER, Arş. Gör. Cem AKGÜNER, Arş. Gör. Dr. M. Şükrü ÖZÇOBAN'a içtenlikle teşekkür ederim.

7. KAYNAKLAR

- BROWN, K.W. ve ANDERSON, D.C., 1988, "Aboveground Disposal, Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment and Disposal, Harry M. Freeman (ed.), s. 10.85-10.91, McGraw-Hill, Inc., New York.
- CH2M HILL INTERNATIONAL LTD., 1992, "İstanbul Anakenti için Hazırlanan Katı Atık Yönetimi Etüdü", Teknik Rapor No: 1, Virginia, USA,
- DEVLET İSTATİSTİK ENSTİTÜSÜ, 1994, "Çevre İstatistikleri-Belediye Katı Atık İstatistikleri", Yayın No. 1704, Ankara.
- JESSBERGER, H.L., 1994, "Recommendations of Committee on "Geotechnics of Landfills and Contaminated Land" of the German Geotechnical Society", Bautechnik, Vol. 71, No. 9, 527-552.
- LANGER, M., 1995, "Engineering Geology and Waste Disposal-Scientific Report and Recommendations of the IAEG Commission No. 14", Bulletin of the International Association of Engineering Geology, No. 51, s. 5-29.
- ÖZAYDIN, K., YILDIRIM, S., YILDIRIM, M. ve AKGÜNER, C., 1995a, "Kemerburgaz (Odayeri) Düzenli Çöp Depolama Sahası Zemin Hareketleri ve Alınan Tedbirler Hakkında Teknik Rapor".
- ÖZAYDIN, K., YILDIRIM, S. ve YILDIRIM, M., 1995b, "Şile-Kömürcüoda Katı Atık Depolama Alanının Geoteknik Etüdü".
- VARDAR, M., 1981, "Kayanın Zamana Bağlı Kırılma Davranışlarının Madenlerdeki Kaya Yapılarının Stabilitesine Olan Etkisi", Türkiye VII Madencilik Kongresi, s. 85-100, Ankara.
- WRIGHT, T.D., ROSS, D.E. ve TAGAWA, L., 1988, "Hazardous-Faste Landfill Consturction: The State of the Art", Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment and Disposal, Harry M. Freeman (ed.), s. 10.3,10.23, McGraw-Hill, Inc., New York.
- YILDIRIM, M., YILDIRIM, S. VE ÖZAYDIN, K., 1995, "Bir Çöp Depolama Sahasında Gözlenen Stabilite Sorunları", İkinci Ulusal Heyelan Sempozyumu, Sapanca, s. 115-134.
- YÜZER, E., 1995, "Heyelan Tehlike ve Hasarlarının Azaltılmasında Heyelan Bölgeleri Haritalarının Önemi", İkinci Ulusal Heyelan Sempozyumu, Sapanca, s. 10-22.

**KIZILCAPINAR (EREĞLİ - ZONGULDAK) BARAJ YERİNDEKİ
ANDEZİTLERİN JEOMEKANİK ÖZELLİKLERİ**

**Geomechanical properties of the andesite in the Kızılcapınar
damsite (Ereğli-Zonguldak)**

Haydar KIRKBUDAK, DSİ, Jeotek. Hiz. ve YAS Daire Başk., ANKARA
Recep KILIÇ, A.Ü. Fen Fakültesi, Jeoloji Müh. Böl., ANKARA

ÖZ: Bu araştırmada Kızılcapınar baraj yerindeki andezitin jeomekanik özellikleri incelenmiştir. Eksen yeri, derivasyon tüneli ve dolu savak yerinin jeoloji haritası yapılarak 15 adet toplam 547 m temel sondajında andezitin geçirgenliği tespit edilmiş ve temsil eden karotlar alınmıştır. Andezitin birim hacim ağırlığı ortalama 2.37 kg/cm^3 , özgül ağırlığı 2.75, ağırlıkça su emmesi % 5.4, gözeneklilik %10.96 ve tek eksenli basınç direnci 602 kg/cm^2 dir. Yapılan sınıflamalara göre “çok gözenekli”, “düşük, orta ve yüksek dayanımlı”, “geçirimli ve az geçirimli” dir. Derivasyon tünel hattındaki andezit, Q sınıflamasına göre “son derece zayıf ve orta kaya”, RMR sınıflamasına göre “çok zayıf ve orta kaya” dir.

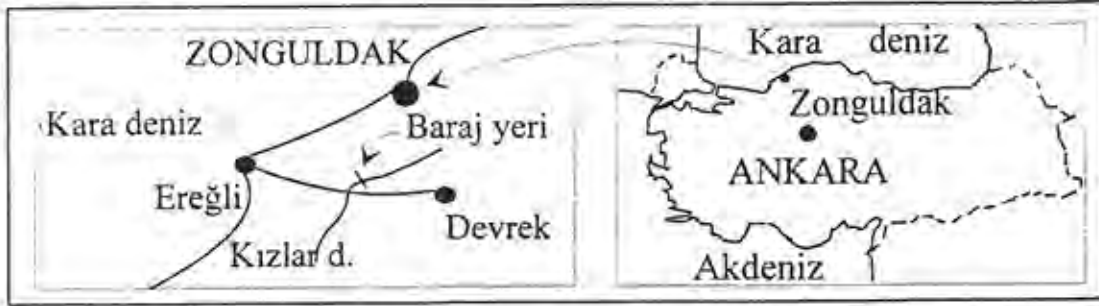
ABSTRACT: In this research, geomechanical properties of the andesite, in the Kızılcapınar dams site are investigated. The geological map of the dame site is constructed and core samples are taken from 15 boreholes (total length=547 m) in the dame axes, derivation tunnel and spillway.

The unit weight mean of the andesite is 2.37 kg/cm^3 , spesific gravity is 2.75, water absorbtion in weight is 5.4 %, porosity is 10.96 %, and uniaxial compression strength is 602 kg/cm^2 . The andesite is “high porosity”, “low, moderately and high strength”, and “permeabl and low permeable”. The andesite is “extremely poor and fair rock” based on Q system and “fair rock-III and very poor rock-V” based on RMR classification system.

1. GİRİŞ

İnceleme alanı, Zonguldak ili Ereğli ilçesinin 25 km doğusunda yer alır (Şekil.1). Baraj, Ereğli Demir Çelik Fabrikasına endüstri, içme ve sulama suyu temini amacı ile 52.50 m yüksekliğinde zonlu dolgu tipte planlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı, baraj yerinin jeolojisini ve temeli oluşturan andezitin jeomekanik özelliklerini belirlemek ve derivasyon tüneli güzergahındaki andezitin Q ve RMR sınıflamaları yapılarak iyileştirme yöntemlerini belirlemektir.



Şekil. 1 Kızılcapınar baraj yeri belirleme haritası

2. JEOLJİ

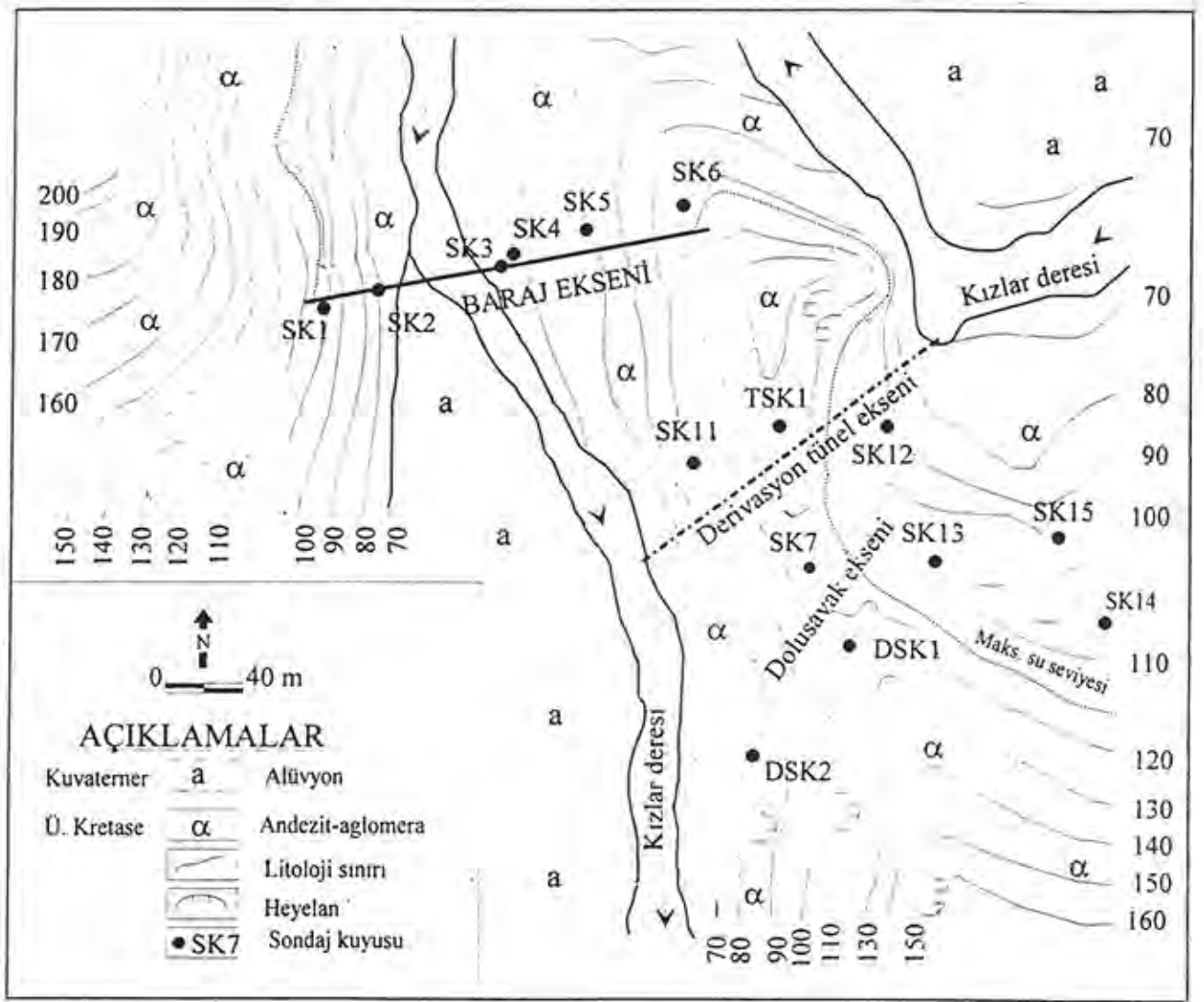
Baraj yeri ve göl alanında temel birimi Üst Kretase yaşlı andezit oluşturmaktadır (Tokay,1952 ve Kırkbudak, 1988, 1991). Pembe ve yeşilin değişik tonlarında olan andezit yer yer ayrıışmış ve çatlaklıdır. Sol sahildeki derivasyon tünel güzergahından geçen yaklaşık N30°W doğrultulu normal fay bulunmaktadır. Dere yataklarında yaklaşık 6.0 m kalınlığında alüvyon ile derivasyon tünelinin giriş ve çıkış ağız ile göl alanı sol sahilinde 5.0 m kalınlığında yamaç molozu bulunmaktadır. Baraj yerinin jeoloji haritası Şekil.2 de verilmiştir.

3. TEMEL SONDAJLARI

Kızılcapınar baraj yerinde 15 adet toplam 547 m temel sondajı yapılmıştır. 6 adedi eksen yerinde, 9 adedi derivasyon tünel hattı ve sol sahilde yapılmıştır. Açılan sondaj yerleri, derinliği ve yeraltı suyu durumu Çizelge.1 de ve sondaj yerleri Şekil.2 de verilmiştir.

4. ANDEZİTİN GEÇİRİMLİLİĞİ VE DURAYLILIĞI

Eksen yerinde yapılan basınçlı su deneyleri sonuçlarına göre andezitin geçirgenliği geniş alanda dağılım göstermektedir. Talveg ve sağ yamaçta yaklaşık ilk 25.00 m ye kadar $K=10^{-3}-10^{-5}$ cm/sn arasında, daha derinlerde ise $K=10^{-6}$ cm/sn veya daha azdır. Sol yamaçta 30.0 m ile 36.0 m ler arasında $K=10^{-4}$ cm/sn dir. Geçirimsizliğin yüksek olduğu yerlerde enjeksiyon yapılması gerekme

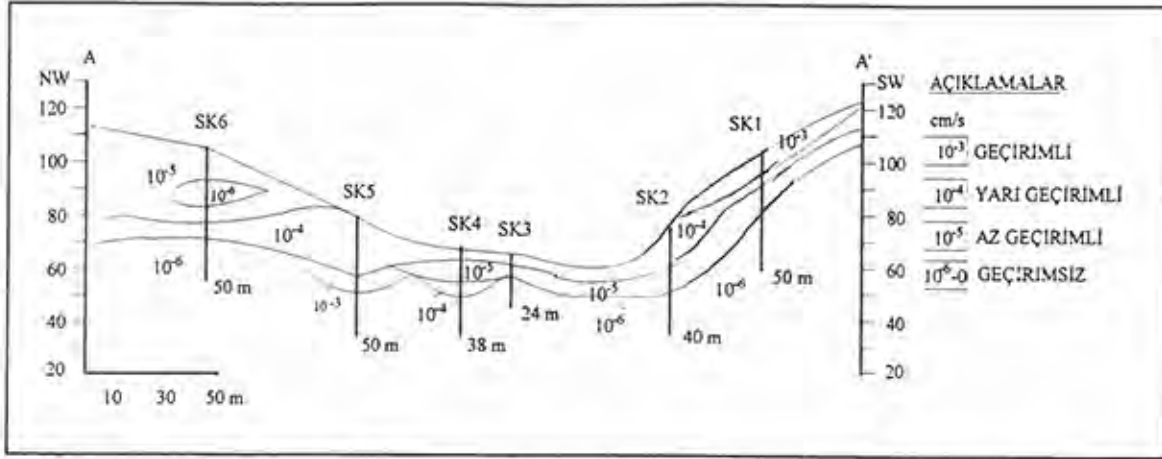


Şekil. 2 Kızılcapınar baraj yerinin jeoloji haritası

Çizelge. 1 Baraj yerinde açılan sondajlara ait bilgiler

Kuyu no	Yeri	Derinliği (m)	YAS derinliği (m)
SK1	Sağ sahil	50	12.75
SK2	Sağ sahil	40	10.07
SK3	Talveg	24	4.16
SK4	Sol sahil	38	3.62
SK5	Sol sahil	50	9.35
SK6	Sol sahil	50	29.02
SK7	Dolu savak	50	5.28
TSK1	Derivasyon tüneli	50	10.38
DSK1	Dolu savak	35	14.33
DSK2	Dolu savak	20	-
SK11	Derivasyon tüneli	30	-
SK12	Derivasyon tüneli	35	-
SK13	Dolu savak	25	-
SK14	Sol yamaç	25	-
SK15	Sol yamaç	25	-

tedir. Eksen yerinde geririmliliğe göre yapılan bölgelendirme Şekil.3 de gösterilmiştir. Eksen yerindeki andezitlerde taşıma gücü ve duraylılık yönünden problem görülmemektedir. Ancak sol yamakta derivasyon tünel ağzı giriş ve çıkış ağzı ile dolu savak güzergahında andezitler üzerinde bulunan ayrılmış andezitten oluşan yamaç molozunda kayma beklenmektedir. Yamaç molozunun sıyrılması gerekmektedir.



Şekil. 3 Kızılcapınar baraj akseni geçirimsizlik haritası

5. LABORATUVAR İNCELEMELERİ

Sondajlardan alınan karot numunelerinin birim hacim ağırlığı (γ), ağırlıkça su emme (ω_a), gözeneklilik (n), özgül ağırlık (G_s) ve tek eksenli basınç direnci (σ_c) ilgili Türk Standardlarına göre yapılmıştır. Elde edilen sonuçların en az, en çok ve aritmetik ortalama değerleri Çizelge. 2 de verilmiştir.

Çizelge. 2 Andezitin jeomekanik özellikleri

Jeomekanik özellikler	En az	En çok	Ar. ort.
Birim hacim ağırlığı, γ , kg/cm ³	2.26	2.52	2.37
Ağırlıkça su emme, ω_a , %	3.1	6.6	5.4
Gerçek gözeneklilik, n^* , %	7.65	16.36	10.96
Özgül ağırlık, G_s	2.73	2.76	2.75
Serbest basınç direnci, σ_c , kg/cm ²	368	1017	602

6. DERİVASYON TÜNEL GÜZERGAHI KAYA SINIFLAMASI

6.1 Q Sınıflaması

Q sınıflamasına (Barton ve diğ. 1974) göre andezit için değişkenler, en iyi ve en kötü durum için belirlenerek Çizelge.3 de gösterilmiştir.

Çizelge.3 Andezit için Q sınıflaması değişkenleri

Parametre	En iyi	En kötü
RQD	75	20
Jn	3	6
Jr	2	1.5
Ja	1	8
Jw	0.66	0.5
SRF	7.5	5

Q değerinin en yüksek ve en düşük değerleri aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$Q_{iyi} = \frac{75}{3} \frac{2}{1} \frac{0.66}{7.50} \quad Q_{iyi} = 4.4 \text{ (orta)}$$

$$Q_{kötü} = \frac{20}{6} \frac{1.50}{8.00} \frac{0.50}{5.00} \quad Q_{kötü} = 0.06 \text{ (çok fazla zayıf)}$$

Eş boyut= En, çap veya yükseklik (m) / Kazı tahkimat oranı (ESR)

Eş boyut= 9 (Tünel çapı) / 1.6 = 5.63

Q değerleri ile Eşboyut değeri Q sınıflaması destek sistemi belirleme tablosunda yerine konduğunda en iyi durum için 17 numaralı destek (orta), en kötü durum için 34 numaralı destek (son derece zayıf) sınıfına girmektedir. En iyi durum için; 1.0-1.5 m aralıkla germesiz ve enjeksiyonlu sistematik bulonlama gerekmektedir. En kötü durum için ise 1 m aralıklı, gerdirmeli, sistematik bulonlama ve kafes takviyeli 5.0-7.5 cm kalınlıkta püskürtme betonu gerekmektedir.

6.2 RMR Sınıflaması

Bieniawski (1976) tarafından önerilen Rock Mass Rating (RMR) sınıflama sistemine göre 6 ana değişkene karşılık gelen puanlar toplanarak kaya sınıfı elde edilir. Toplam değerlendirmeye göre kaya sınıfları Çizelge. 4 de verilmiştir.

Çizelge. 4 Kaya sınıfı ve RMR değerleri

Kaya sınıfı	RMR değeri
I. Çok iyi kaya	100 - 81
II. İyi kaya	80 - 61
III. Orta kaya	60 - 41
IV. Zayıf kaya	40 - 21
V. Çok zayıf kaya	<20

Derivasyon tünel güzergahındaki andezitin bu sınıflamaya göre belirlenen parametrelerinin en iyi ve en kötü durum için sınır değerleri Çizelge. 5 de verilmiştir.

Çizelge. 5 Andezit için en iyi ve en kötü durum için RMR değerleri

Parametreler	En iyi	En kötü
Tek eksenli basınç mukavemeti	12	4
RQD	13	3
Eklemler arası mesafe	10	5
Eklemlerin durumu	12	0
Yeraltı suyu durumu	10	4
Eklemlerin doğrultu ve eğimi	0	-10
Toplam	57	6

Bu değerlendirmeye göre andezit tünel güzergahında en iyi koşullarda “orta kaya”, en kötü koşullarda “çok zayıf kaya” sınıfına girmektedir.

5-12 m genişlikteki tünellerde ilk iksanın seçimi için Bieniawski (1989) tarafından önerilen tabloya göre; Kızılcapınar baraj derivasyon tüneli açımı sırasında “zayıf kaya” da 3-4 m uzunlukta sistematik bulonlar, kemerde 1.5-2.0 m aralıklı tel kafesli duvarlar kazı aynasını 10 m geriden takip etmelidir. Tavan kemerinde 5-10 cm, yan duvarlarda 3 cm püskürtme betonu gereklidir. “Çok zayıf kaya” da ise tavandan 0.5-1.0 m ilerleme esnasında kazıyla birlikte destek yapılmalı, tel kafesli duvarlarda ve kemerde 1.0-1.5 m aralıkta 5.0 m uzunlukta sistematik bulonlama, tavan kemerinde 15-20 cm, aynada 5 cm püskürtme betonu (patlatmadan hemen sonra uygulanmalıdır) ve 0.75 m aralıklı orta-ağır traversler kullanılmalıdır.

7. SONUÇLAR

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

1. Baraj eksen yeri ve göl alanında temeli Üst Kretase yaşlı andezitler oluşturur. Derivasyon tünel güzergahında N30⁰W doğrultulu düşey atımlı bir kırık hatının varlığı belirlenmiştir.
2. Eksen yerinin yamaçlarında, dolu savak yerinde ve tunelin giriş çıkış noktalarında 5.0 m ye varan kalınlıkta ayrılmış andezitten oluşan yamaç molozu ile 6.0 m kalınlığında alüvyon mevcuttur. Alüvyon ve yamaç molzunun sıyırma kazısı ile temizlenmelidir.
3. Yamaçlarda ve vadi tabanında süreksizlikler boyunca oluşabilecek sızmaları önlemek amacı ile cut-off kazısı altında sol yamaçta 30-40 m, sağ yamaçta 25-30 m, talveg de ise 35 m derinliğinde enjeksiyon perdesi oluşturulmalıdır.

4. Andezitin birim hacim ağırlığı ortalama 2.37 kg/cm^3 , özgül ağırlığı 2.75, su emme % 5.4, gözeneklilik %10.96 ve tek eksenli basınç direnci 602 kg/cm^2 dir. Yapılan sınıflamalara göre “çok gözenekli”, “düşük, orta ve yüksek dayanımlı”, “geçirimli ve az geçirimli” dir.
5. Derivasyon tünel hattındaki andezit, Q sınıflamasına göre “son derece zayıf ve orta kaya”, RMR sınıflamasına göre “çok zayıf ve orta kaya” dır.

KATKI BELİRTME

Yazarlar katkıları için Prof. Dr. Vedat Doyuran' a teşekkür eder.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- BARTON, N., Lien, R. and Lunde, J.,1974, Engineering classification of rock masses for designe of tunnel support. Rock Mechanics, Springer Verlag., Vol. 6, pp. 189-236.
- BIENIAWSKI, Z. T., (1989). Engineering Rock Mass Classifications
- DEERE, D.U., (1968). Geological Considerations, In Rock Mechanics In Engineering Practice, Eds., Stagg, K. G. and Zienkiewicz. O. C, Wiley, London.
- KIRKBUDAK, H., (1988-1991). Kızılcapınar (Zonguldak-Ereğli) Baraj Yerinin Özelliklerinin İncelenmesi Yüksek Lisans Tezi.
- TOKAY, M., (1952). Karadeniz Ereğlisi Alaplı-Kızıltepe-Alacaağzı Bölgesi Jeolojisi MTA Dergisi Yayın no; 42/43, Ankara.

KISIKLI TÜNELİ KAZISININ ÇEVREYE ETKİLERİ

Effects of the Kısıklı tunnel excavation on environment

Süleyman DALGIÇ İst. Üniv. Müh. Fak., Jeo. Müh. Böl. 34850 Avcılar - İstanbul

ÖZ

Kısıklı tüneli kazısında heterojen litoloji dağılımı, karmaşık tektonik, örtü kalınlığının az olması, üzerinde yerleşim yerlerinin bulunması, bazı kesimlerde delme patlatma yöntemi ile ilerleme zorunluğu tünel kazısının çevreye olan etkilerini arttırmıştır. Tünel kazısı sırasındaki başlıca çevre sorunları ise yeraltısuyunun doğal dengesinin bozulması, tarihi bir yapıda zemin titreşimlerinin sebep olduğu çatlaklar, dinamit atımlarının hava şoku ile çevreye verdiği psikolojik rahatsızlık ve pasa atım alanları ile ilgilidir. Bu sorunların üstesinden gelebilmek için kontrollü patlatma, zorunlu kesimlerde jet grouting tekniği ile zemin iyileştirme yöntemleri, tünel kazısının başarılı bir şekilde sonuçlanmasını sağlamıştır.

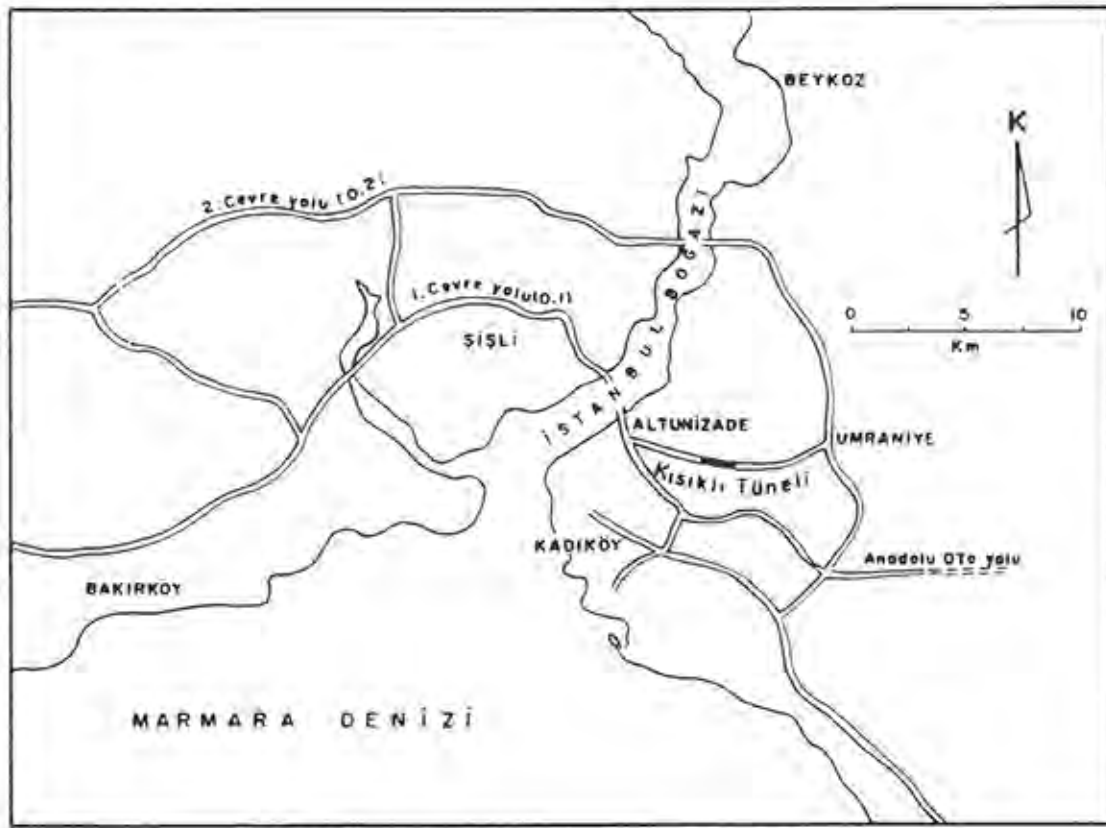
ABSTRACT

Effects of the Kısıklı tunnel excavation on the environment were enhanced by heterogenous lithological distribution, complex tectonic structure, small thickness of overburden, the occurrence in settlement areas and necessity of using blasting technique in some sites. Environmental problems encountered during excavation were disturbance in the underground water level, cracks in historical artifacts related to ground shaking, physically effects caused by air shock after each blasting and storage of excavated material. These problems were overcome by using partial blasting, jet grouting soil improvement by jet grouting technique in problematic sites and tunnel excavation was successfully completed.

1-GİRİŞ

Kent içi tünel kazılarında kendine özgü çevresel sorunlar bulunmaktadır. Bu çalışmada da yoğun yerleşim alanı içerisinde kazısı yapılmakta olan Kısıklı tünelinin çevreye etkileri incelenmiştir (Şekil 1). Altunizade - Ümraniye Otoyolu Kısıklı tüneli, Büyük Çamlıca tepesiyle Küçük Çamlıca tepesi arasında yer almaktadır. Tüneller 660 metre uzunluğunda, çift tüplü, 14 metre çapında, her iki yönde 3.5 m genişlikte ikişer şeritli ve birer emniyet şeridi sağlayacak şekilde projelendirilmiştir (Bermek vd., 1992).

Kısıklı tüneli inşasının olumlu etkileri yanı sıra, tünel kazısı sırasında olumsuz etkiler de bulunmaktadır. Kısıklı tüneli kazısının çevreye verdiği olumsuz etkiler ise, bu çalışmanın ana konusunu oluşturmuştur. Tünel kazısının olumsuz etkilerini belirlemek için güzergah üzerinde yapılan araştırma sondajı verileri, tünel içi gözlem ve ölçüm sonuçları ile laboratuvar çalışmalarından yararlanılmıştır. Elde edilen verilere göre de kaya kütlesi özelliklerinden kaynaklanan yeraltısu düzeyindeki değişimler, zemin titreşimlerin sebep olduğu yapısal hasarlar, patlayıcı madde atımlarının verdiği hava şokları ve tünel kazısından çıkan pasa malzemesinin dökümü alanı ile ilgili çevresel etkiler belirlenmiştir. Kısıklı tünelinin çevreye olumlu etkileri arasında ulaşım güvenliğini sağlamak, yolculuk süresini kısaltmak, tarihi ve doğal çevreyi korumak, en az kentsel yayılma ile düzenli büyümeyi teşvik etmek, kent içi ulaşım sistemleriyle bağlantıyı sağlamak sıralanabilir.



Şekil 1-Kısıklı tünelinin yer bulduru haritası

2-MÜHENDİSLİK JEOLojİSİ

Kısıklı tüneli kazısında arkozik kumtaşı, kuvarsit-mikalı kumtaşı, ile bu birimleri kesen volkanik damar kayaları ve Neojen örtü sedimentleri gözlenmiştir. Kısıklı tüneli için yapılan

araştırma sondajı verilerini yorumlayan Geosan (1990), şariyajlı karmaşık bir yapının güney-güneydoğuya tek düze eğim gösteren kuvarsit-mikalı kumtaşı kütlelerinin yataya yakın bir dokanakla arkozik kumtaşlarının üzerinde durduğunu belirtmiştir. Tünel kazısı sırasında da elde edilen bulgular, şariyajlı tektonik modeli yansıtmaktadır.

Tünel güzergahında Neojen çökelleri ve mikalı kumtaşı düzeyleri killi düzeyler içerdiğinden düşük geçirgenlik özellikleri sunmaktadır. Tünel kazısında arkozik kumtaşları ve kuvarsitlerin de birincil gözenekliliğinin düşük olmasına karşın, özellikle kuvarsitlerin eklem yüzeylerinden 0.1 - 0.5 l/s - yeraltısuyu boşalimleri olmuştur.

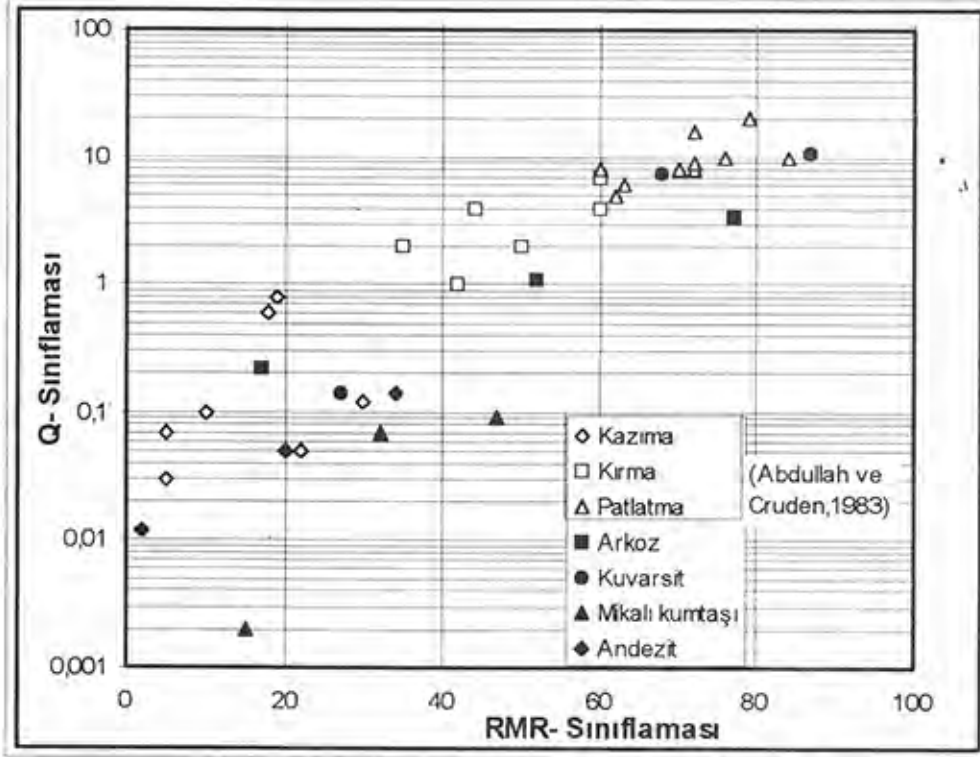
Kısıklı tüneline karşılaşılan kaya kütleleri, mühendislik özellikleri göz önüne alınarak, Barton vd., (1974) ve Bieniawski (1989)'a göre sınıflandırılmıştır (Çizelge 1). Ortalama Q değerine göre arkozik kumtaşları zayıf, kuvarsitler orta, mikalı kumtaşları ve andezitler çok zayıf kaya kütleleri sınıfı içerisinde yer almaktadır. RMR sınıflamasına göre ise arkozik kumtaşlarının ortalama değeri orta kaya, kuvarsitler iyi kaya, mikalı kumtaşları zayıf kaya ve andezitler çok zayıf kaya grubuna girerler.

Çizelge 1- Kısıklı tünelineki kaya kütlelerinin Q ve RMR sınıflaması

	Q Değeri			RMR Değeri		
	En Küç.	En Büy.	Ort.	En Küç.	En Büy.	Ort.
Arkozik kumtaşı	0.22	2.31	1.10	17	77	52
Kuvarsit	0.14	10.5	7.5	27	87	68
Mikalı kumtaşı	0.002	0.09	0.07	15	47	32
Andezit	0.012	0.14	0.05	2	34	20

Kısıklı tünelineki kayanın jeomekanik özelliklerine bağlı olarak kazı delme-patlatma, kırıcı ve kazıcı makineler ve aç-kapa yöntemi kullanarak, üst yarı ve alt yarı kazısı şeklinde yapılmış, bazı sorunlu kesimler 3 ile 6 m uzunluğunda pilot tüneller uygulanarak tamamlanmıştır. Kazı yönteminin belirlenmesinde çeşitli yöntemler kullanılmakla birlikte bu çalışmada Abdullatif ve Cruden, (1983) tarafından önerilen kaya kütleleri kalitesine bağlı kazı

yöntemi değerlendirilmiştir (Şekil 3). Araştırmacılar, RMR değeri 30' kadar olan kaya kütleleri için kazıcı makinalar, 30 ile 60 arasında kırıcı makinalar ve 60'dan yukarı değerleri için patlatma kazı yöntemini önermişlerdir. Kısıklı tünel güzergahında, kuvarsit ve arkozik kumtaşlarının RMR değerleri 60 dolayında olduğu için delme-patlatma yöntemi ile ilerleme zorunluğu ortaya çıkarmıştır (Şekil 2). Tünel kazısı kuvarsit ve arkozlarda delme-patlatma, mikalı kumtaşları, ayrıışmış andezitlerde kırıcı ve kazıcı makinalar kullanılmıştır. Aç-kapa yöntemi ise örtü kalınlığının az olduğu Neojen çökellerinde uygulanmıştır.



Şekil 2- Kaya kütleleri değerlerine bağlı kazı yöntemleri (Abdullatif ve Cruden, 1983)

3-TÜNEL KAZISININ ÇEVREYE ETKİLERİ

3.1-Tünel kazısının yeraltısuyu düzeyine etkileri

Kısıklı tünel güzergahında açılmış 15 kadar sığ ve adı kuyu bulunmaktadır. Bu kuyular Neojen çökellerinde veya mikalı kumtaşları içerisinde açılmıştır. Derinlikleri genellikle 20 metreyi geçmemektedir. Kuyuların statik su düzeyi yüzeyden 10-15 metre ve verimleri 10-20 ton/gün arasında değişmektedir. Tünel kazısından çıkan yeraltısuyu miktarı her iki tüp için 2.5 l/s olarak ölçülmüştür. Bu miktar, tünel eksenine ve dolayında bulunan 15 kuyudan 13'nün kurummasına neden olmuştur. Ayrıca tünel kazısından çıkan sular püskürtme betonu, iç kaplama betonu ve jet grouting tekniğinde kullanılan enjeksiyon malzemelerinin karışması sonucu kirlendiği gözlenmiştir.

3.2-Zemin titreşimlerinin sebep olduğu yerüstü yapılarındaki hasarlar

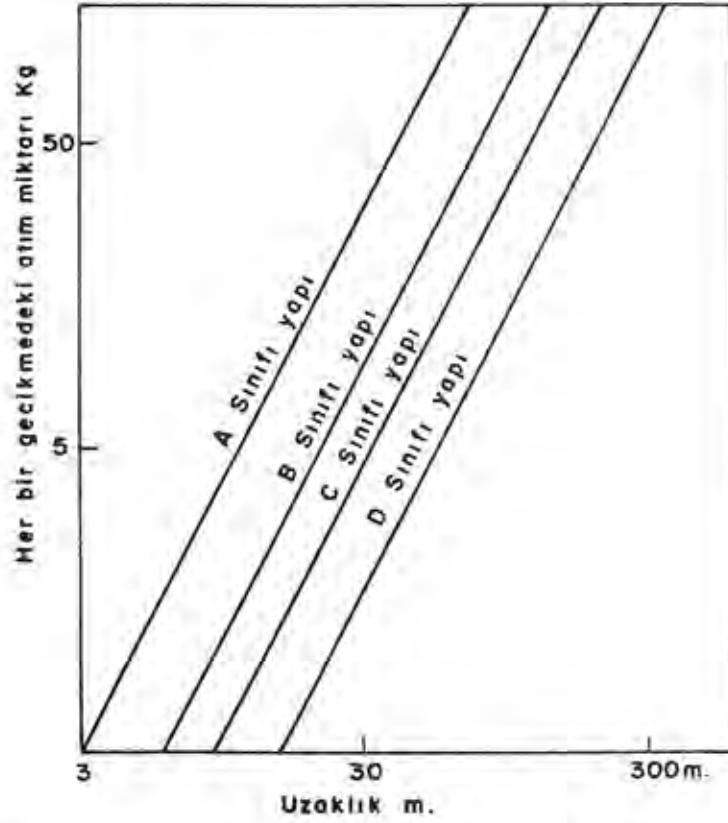
Kısıklı tüneline kuvarsit ve arkozik kumtaşlarının bulunduğu kesimlerde patlatma sistemi kullanılarak tünel açımı, aşırı tektonik bir yapı ve farklı litolojilerin aynı ayna kesitinde bir arada bulunması, örtü kalınlığının az olması (4 ile 20 m.) ve yerüstü yapılarının cinsine bağlı olarak yerüstü yapılarında bazı hasarlar oluşturmuştur. Bu hasarların en önemlisi tarihi Kısıklı Abdullah Camisinde izlenmiştir. Bu caminin temel sisteminin farklı iki litoloji içerisinde yer alması, temel sisteminin kagir olması ve patlatma ile ilerleme yapılması, tarihi caminin ortadan ikiye çatlamaına sebep olmuştur (Şekil 3). Tünel güzergahında yeni yapılan binalarda ise svalardaki çatlaklar dışında yüzeyde yapılan optik okumalar ile herhangi ciddi bir hasar oluşmadığı saptanmıştır.



Şekil 3- Kısıklı Abdullah camisinde zemin titreşimlerinin sebep olduğu çatlamlar

Bu durumda, tarihi yapıların bulunduğu alanların önceden tespit edilerek buradaki patlayıcı madde miktarı, uzaklık ve yapı ilişkisi göz önüne alınması gereği ortaya çıkmıştır. Nitekim, Chae (1978) her bir geçitlerdeki atım miktarı, patlayıcı miktarı ile çevredeki yapılara olan emniyetli uzaklığı dört farklı yapı için değerlendirilmiştir (Şekil 4). Bu şekil de A dayanıklı inşaat yapısını, B görece sağlam koşullardaki yeni yapıyı, C görece zayıf koşullar içerisinde eski oturan yapıyı, D çok zayıf koşullar içerisindeki eski yapıları göstermektedir. Kısıklı tünel güzergahında da, Kısıklı Abdullah camisine verilen hasardan sonra, Chae (1978)'in önerdiği

ilişkilerin kullanılması, tünelin çevreye etkilerinin azatılması bakımından etkili olmuştur. Örneğin, tünel güzergahında tarihi yapıların bulunduğu alanlarda kuvarsit ve arkozik kumtaşlarında dinamit atım miktarının 40-50 kg'dan 5 kg'a düşürülmesi ile tarihi yapıların güvenliği de sağlanmıştır.



Şekil 4- Çeşitli yapılar için emniyetli uzaklık ve herbir geçikmedeki patlayıcı madde miktarı (Chae,1978).

3.3-Patlayıcı madde atımlarının hava şoku yönünden etkisi

Tünel kazısı sırasında oluşan hava şokunun 'desibel' dB biriminde hasar yaratabilecek sınır değerleri Çizelge 2' de verilmiştir. Çizelgeye göre tahammül edilir normal hava şok gürültüsü 85 dB'dir. Hava şoku gürültüsü 90-100 dB olduğunda sorunlar başlamakta ve 120 dB'de işitme açısından zararlı seviye olan 'ağrı eşiği' aşılmaktadır. Kısıklı tüneline bölgede oturan insanların rahatsızlık düzeyinde etkilendikleri belirlenmiştir. Bu durumda hava şokunun yaklaşık 140 dB değerinde olduğu tahmin edilmiştir.

3.4-Tünel kazısından çıkan pası malzemeleri

Kısıklı tünel kazısından yaklaşık 200 000 m³ malzeme elde edilmiştir. Kazıdan çıkan 80 000m³ kadar kuvarsit ve arkozik kumtaşı, yol inşaatında dolgu malzemesi olarak kullanılmıştır. Tünel kazısından çıkan 120 000 m³'lük, özellikle volkanik birimlerin ve

Neojen'e ait siltli killi birimlerin yol dolgusu için uygun olmayan kesimleri ise Çekmeköy'deki döküm sahalarına taşınmıştır. Ayrıca, kış aylarında tünel kazısından çıkan malzemeler tünel eksenine yakın kapalı alanlarda muhafaza edilemediğinden pasa olarak atılmak zorunda kalmıştır. Bu nedenlerle yol dolgusu olarak kullanıma uygun olmayan malzemelerin taşınması sırasında, trafik sorunları, pasa atıldığı yerlerdeki toprak örtüsünün ve doğal dengenin bozulması gibi, çevreyi olumsuz yönde etkileyen faktörler gelişmiştir.

Çizelge 2- Hava şokunun hasar yaratabilecek sınır değerleri (Ladegard-Petersen ve Dally, 1975)

Gürültü Şiddeti desibel	Belirtiler	Patlatma nedeniyle hava şoku oluşumu
180	Yapılarda hasar	*
	Tüm pencere camları kırılır	*
160		*
	Bazı pencere camları kırılır	*
140	Hasar başlangıç sınırı	*
		*
120	Ağrı duyma sınırı	*
	Şikayet başlangıcı	
100		
80		
	Günlük konuşma	
60		
	Hastane odası	
40		
	Fısıltı	
20		
	Duyuma alt sınırı	
0		

4-SONUÇ VE ÖNERİLER

İstanbul Altunizade - Ümraniye Otoyolu Kısıklı tüneli sığ derinlikte, tarihi yapılarının bulunduğu yerleşim yeri içerisinde inşaa edilmektedir. Tünel kazısında tektonik dokanakla bir arada bulunan arkozik kumtaşı, kuvarsit - mikali kumtaşı ile bu birimleri kesen volkanik damar kayaları ve Neojen örtü birimleri bulunmaktadır. Tünel güzergahındaki bu kaya kütleleri ise çok zayıf kaya ile iyi kaya sınıfı arasında yeralmaktadırlar. Bu durum ise delme - patlatma, kırıcı, kazıcı makineler ve aç kapa yöntemi ile tünel kazısını gerektirmiştir. Bu nedenle tünel içerisinde geçikmeli patlatma, zorunlu kesimlerde jet grouting tekniği ile zemin iyileştirme

yöntemleri kullanarak, tünel kazısının başarılı bir şekilde sonuçlanması sağlanmıştır. Alman bu önlemlere rağmen yeraltısuyunun doğal dengesinin bozulması, tarihi bir yapıda çatlama, kırılmalar, dinamit atımlarının çevreye verdiği hava şokları ve pas atılma alanları ile ilgili çevresel sorunlar yaşanmıştır.

Ülkemizde gerek yüzeye yakın tünellerde gerekse taş ocaklarındaki dinamit atımlarının sebep olduğu zemin titreşim değerleri için belirli standart değerler bulunmamaktadır. Bu nedenle, en kısa zamanda bir standart ortaya konulması önerilmektedir. Ayrıca, tünel kazısına başlamadan önce ayrıntılı çevreye etki değerlendirme çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

TEŞEKKÜR

Yazar, bu makalenin hazırlanmasına veri sağlayan Limak İnşaat San. ve Tic. Ltd. Şti. çalışanlarına içten teşekkürlerini sunar.

YARARLANAN KAYNAKLAR

- Abdullatif, O.M., Cruden, D.M., 1983, The Relationship between Rock Mass Quality and Ease of Excavation, Bull. Int. Assoc. Eng. Geol. no 28, pp. 183-187.
- Barton N., Lien R., and Lunde J., 1974, Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support. Rock Mechanics. 6 (4), pp 189-236.
- Bermek, E., v.d., 1992, Kısıklı ve Tantavi Otoyol Tünelleri, Otoyollarda Köprü, Viyadük ve Tüneller, Karayolları Genel Müdürlüğü Yollar Türk Milli Komitesi, 2. Teknik Toplantısı, s. 509-516.
- Bieniawski, Z.T., 1989, Engineering Rock Mass Classifications. McGraw Hill, New York, N.Y., 237 pp.
- Chae, Y.S., 1978, Effects of Blasting Vibrations on Structures and People, Proc. 19 th U.S. Symp. Rock Mech., pp. 312-318.
- Geosan (Doğal Kaynaklar ve Hammaddeler Sanayi ve Tic. A.Ş.), 1990, Ümraniye Otoyolu Kısıklı Tüneli Mühendislik Jeolojisi ve Kaya Mekaniği Raporu. 25 s.
- Ladegaard-Pedersen, A., ve Dally, J.W.A., 1975, A Review of Factors Effecting Damage in Blasting. Report to the National Science Foundation. Mechanical Engineering Department, University of Maryland, 170 pages.

**YAPAY OLARAK YARATILMAYA ÇALIŞILAN
JEOTEKNİK-GEOTEKNİK İKİLEMİNİN OLUMSUZ ETKİLERİ: BİR ÖRNEK
NEGATIVE EFFECTS OF THE ATTEMPTS TO ISOLATE GEOTECHNICS FROM
ENGINEERING GEOLOGY: A CASE STUDY**

* İlyas YILMAZER
** Metin ARKÜN

ÖZ- İstanbul-Ortaköy vadisinin güney yakası üzerinde, geoteknik rapora göre başlatılan Eğitim Tesisleri temel kazıları büyük ölçekli kaymalara neden olmuştur. Bunun üzerine, iki yıl gecikmeye ve yaklaşık bir milyon dolara (\$) mal olacak ankrajlı (kablo tutturmalı) kazık ve dayanma duvarlarının tasarımı gündeme gelmiştir. Kaymaların ana nedeni, yamaçdibi konumunda olan ana süreksizliklerin kazı sırasında yamaçdışı konum kazanması olmuştur. Duraysızlık sorununu yaratan su-süreksizlik-kil (SSK) üçlüsünün sahadaki konumunu gözönünde tutan jeoteknik tasarımın belkemiğini, yapıların konumunun yeniden ayarlanması oluşturmuştur. Böylece, projenin tamamlanması, SSK'nın etkisi gözardı edilerek önerilen iyileştirme çalışması için öngörülen sürenin yarısı kadar zaman almıştır.

ABSTRACT- The excavation at the Ulus-Training Campus site (İstanbul) has caused large-scaled instability problems. The report, including the excavation design did not take the principals of engineering geology into account. The implementation of the proposed remedial work, which was consisting of piling, anchoring, and retaining walls would have take two years and cost an amount of one million US\$. The reason of the instability was that the major discontinuities which were dipslope, had gained an outslope condition by the excavation. The new proposal which accounted the adverse effect of the water-discontinuity-clay (WDC) trinity, included reorientation and rearrangement of the structures with respect to the WDC trinity. The completion of the project took half of the time, foreseen for the remedial work.

1. GİRİŞ

Boğaz Köprüsünün Ortaköy ayaklarının kuzeydoğusunda yer alan çalışma alanı Ortaköy senklinealinin doğu yamacında bulunmaktadır (Şekil 1). Temmuz 1992'de hazırlanan bir **geoteknik** rapor doğrultusunda Eğitim Tesisleri alanında temel kazıları tasarımı gerçekleştirilmiştir. Ancak, gerçeğe yakın yermodelinin **geoteknik** yaklaşımla ortaya çıkarılmasının olanaksız olması nedeniyle uygun jeoteknik önlemler ve yöntemler yerinde ve zamanında uygulamaya konamamıştır.

Duraysız yüzeyşeklini ve çok iyi gelişmiş olan süreksizlik sistemlerini gözardı eden bir yaklaşımla hazırlanan geoteknik rapor doğrultusunda kazılara 1993 yılında başlanmıştır. Yamaçdışı-yamaçdibi tabakalanmanın ve doğal olarak duraysızlaşmış alanların belirgin olduğu çalışma alanının hemen her tarafında, ilk yağıştan hemen sonra kaymalar başlamıştır. Yapılan çok sayıda deneylere dayalı olarak ve jeoteknik modellere bakmaksızın maliyeti bir milyon \$'ı aşan ve iki yıllık bir gecikmeye neden olacak kablo tutturmalı (ankrajlı) kazık ve donatılı dayanma duvarları, iyileştirme çalışmaları olarak önerilmiştir.

* **Jeo. Yük. Müh.**, Spektra Jeotek A.Ş., Kumkapı sok. 20/1-2, 06610 Çankaya-Ankara
** **İnş. Yük. Müh.**, Spektra Jeotek A.Ş., Tel. (312) 4412931-3, Fax (312) 4412934

Bu öneri proje hakkında görüş istenilmesi üzerine yerinde jeoteknik incelemeler yapıldı. 1993 yılı sonunda gerçekleştirilen mühendislik jeolojisi araştırmalarına dayalı olarak yapıların yerleşkeleri jeoteknik modellere dayalı olarak yeniden hazırlandı (Yılmaz ve Arkün, 1994). Böylece, jeoteknik çalışmalar sonucu önerilen pahalı iyileştirme yöntemine gerek kalmadan projede öngörülen süre içerisinde tamamlanabilmektedir.

2. MÜHENDİSLİK JEOLojİSİ

Temel birim düşük derecede başkalaşım geçirmiş ince-orta kalın tabakalı flişten oluşmaktadır. Bu birim daha önceki çalışmalarda Karbonifer yaşlı Trakya Formasyonu (Ct) olarak adlandırılmıştır. Tabaka kalınlıkları 0.1-0.5 m arasında değişmektedir. Güncel çökeller (Qc) ve yapay zemininin (Qm) sıyrılarak kaldırılması ve yeşil alan dolgularında kullanılacağı için incelemeye gerek görülmemiştir.

Yapılan yüzey jeolojisi, yeni kazı yüzeylerinde gerçekleştirilen yeraltı jeolojisi ve kaymaların geri-incelemeleri çalışmalarıyla duraysızlıkların ana nedeninin SSK olduğu anlaşılmıştır. Yamaç dışarı ve yamaç dibi tabakalanmanın sahada yaygın olduğu gözlenmiştir (Şekil 2). Ayrıca, ileri derecede ayrılmış dolerit düşey sokulumları (dykes) da kazı yamaç duraylılığını olumsuz yönde etkilemiştir. Ortaköy senklinealinin doğu kanadında yer alan inşaat alanında tabakalar batıya eğimlidir. Eğim miktarı genellikle 45-70° arasında değişmektedir. Bakışlı (symmetric) bir kıvrımlanma geçirmiş olan Trakya Formasyonu düzenli süreksizlik sistemleri içermektedir. Bu süreksizliklerin mühendislik özellikleri mühendislik jeolojisi tutanaklarına işlenip ayrıntılı olarak Yılmaz ve Arkün (1994) te verilmiştir. Çalışma alanında, duraylı kazı yamaçları elde edebilmek için gerekli verileri sunan tablolar ve bu tablolardaki süreksizliklerin kutup noktaları ve düzlemlerinin izdüşümleri alt-yarıküre düzlemi üzerinde gösterilerek konu edilen kaynakçada verilmiştir.

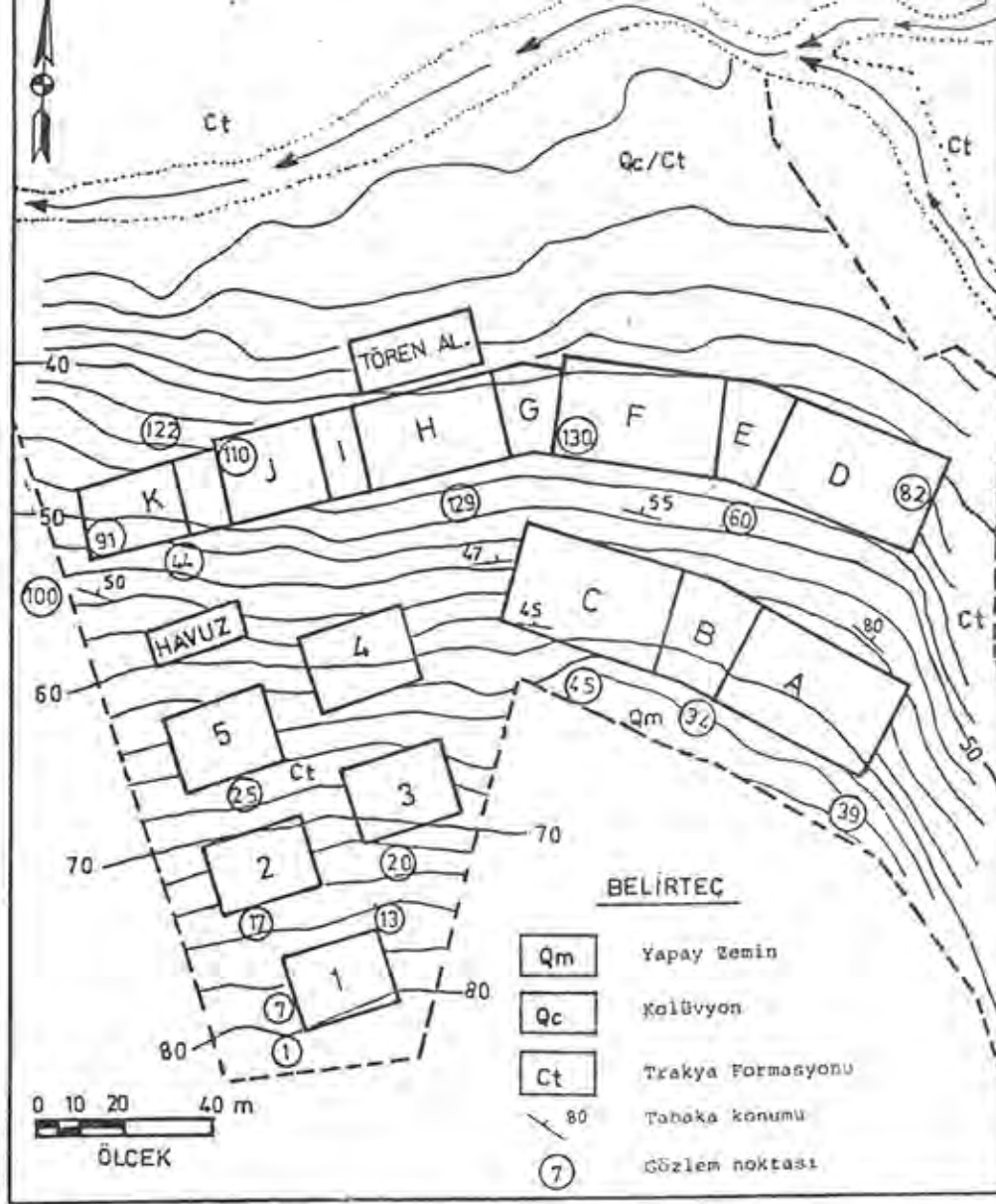
Değişik birimlerin değişik seviyelerinden alınan örnekler üzerinde deneyler yapılarak mühendislik değiştiricileri (parameters) belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar saha ve geriinceleme (backanalysis) verileriyle denetirilerek Çizelge 1 de sunulmuştur. Fay zonları dışında geçirimsizlik (K, m/s) 10^{-4} 'ten 10^{-8} 'e kadar azalmaktadır.

3. JEOTEKNİK DEĞERLENDİRME

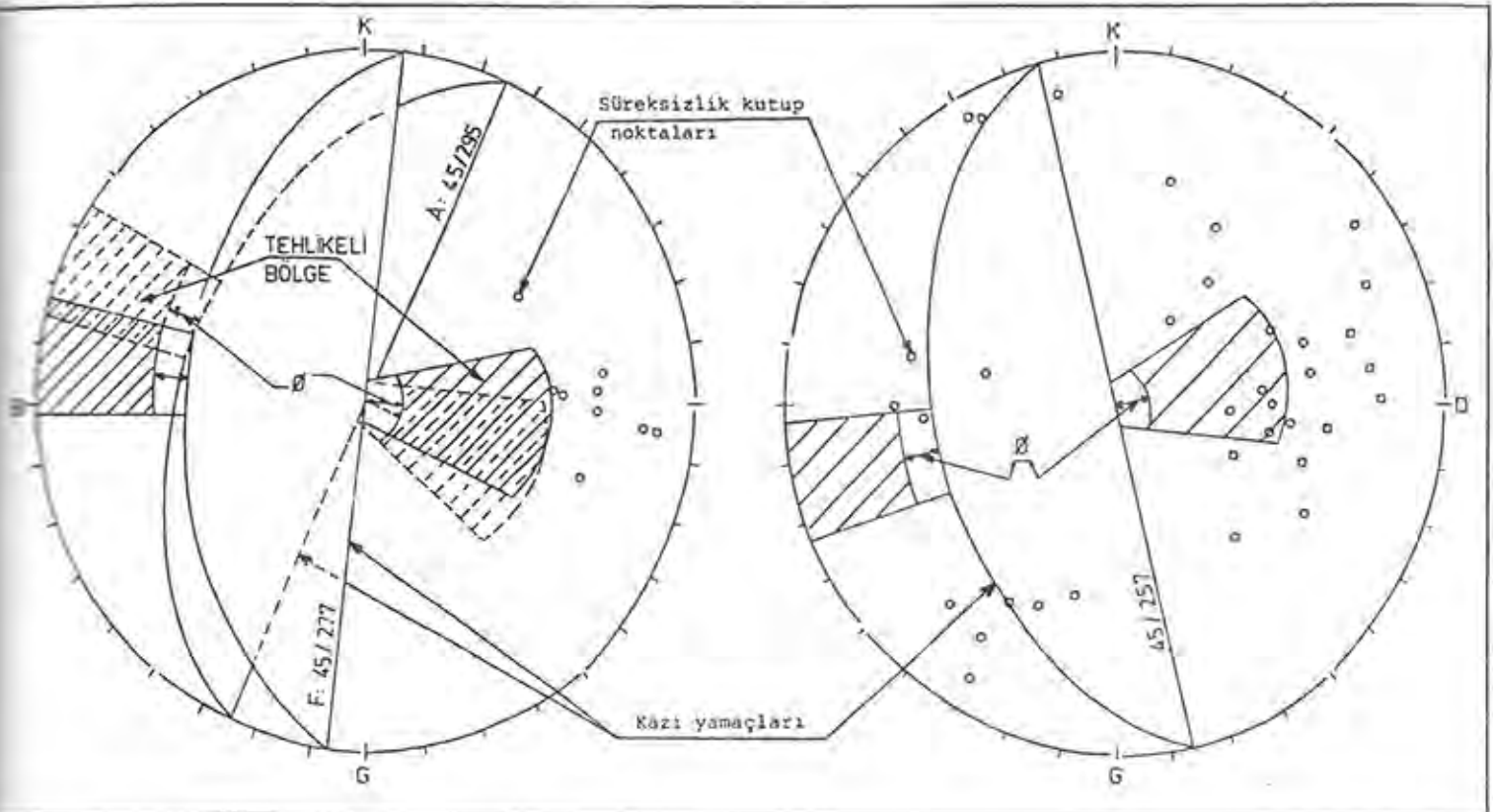
Çalışma alanında, zemin duraylılığının süreksizlikler tarafından kontrol edildiği ve yamaç dışarı-yamaç dibi eğimlerin (Yılmaz ve diğ., 1994) yaygın olduğu yapılan ayrıntılı mühendislik jeolojisi araştırmalarıyla belirlenmiştir. Çok özel koşullar dışında yapay yamaç eğimi $<45^\circ$ olarak belirlenmiştir. Bu sonuca ulaşırken, Yılmaz ve diğ. (1992) ve (1994) te sunulan kinematik yöntem kullanılmıştır (Şekil 3).

Değişik disiplinlerden teknisyenlerce enine-boyuna tartışma ve değerlendirmeler yapılarak en uygun jeoteknik tasarımın üretilmesine çalışılmıştır. Bu araştırma ve jeoteknik çalışmalar sırasında, yapıların eğitim amaçlı kullanılacak olması nedeniyle 1. derecede hassas yapılar olduğu, çalışma alanının II. derece deprem bölgesi içerisinde yer aldığı ve yapı/yeşil alan oranının mimari tasarımda öngörüldüğü şekilde korunmasının gerekliliği sürekli gözönünde tutulmuştur. Bu bağlamda, tüm veriler sınır koşullarında ele alınarak mimari tasarımda öngörülen yapı yerleri olduğu gibi korunmaya çalışılmıştır. Ancak, A-B-C bloklarının birbirleriyle olan ilişkileri korunarak 6° doğuya (saat yönünde) ve 18 m kuzeye kaydırılması jeoteknik zorunluluk olarak ortaya çıkmıştır. Böylece;

- a Edilgen kayma zonundan bu zona teğet olacak şekilde uzaklaşmıştır.
- b Yamaç yukarısında bulunan çok katlı komşu binaların duraylılığı korunmuştur.



Şekil 2 - Yapı Yerleşke Haritası.



Şekil 3 - Süreksizliklerin kazı yamaçlarına göre konumları.

Zemin türü	Kalık kohezyon (C_k , kPa)	Kalık sürtünme açısı (ϕ_k , °)	Kuru birim ağırlık (γ_d , kN/m ³)	Yaş birim ağırlık (γ_s , kN/m ³)	Düşünceler
Güncel örtü	15	2	14	17	Dolgu öncesi sıyırılacak.
Temelkaya	250	40	23	23.5	Kalınlık=0.1-0.5 m, 45°
Sıkıştırılmış dolgu	5	20	18	19.5	Sıkıştırma deney sonuçlarına göre belirlendi.
Süreksizlik dolgusu	10	0	14	18	CH ve yüksek şişme özelliklidir

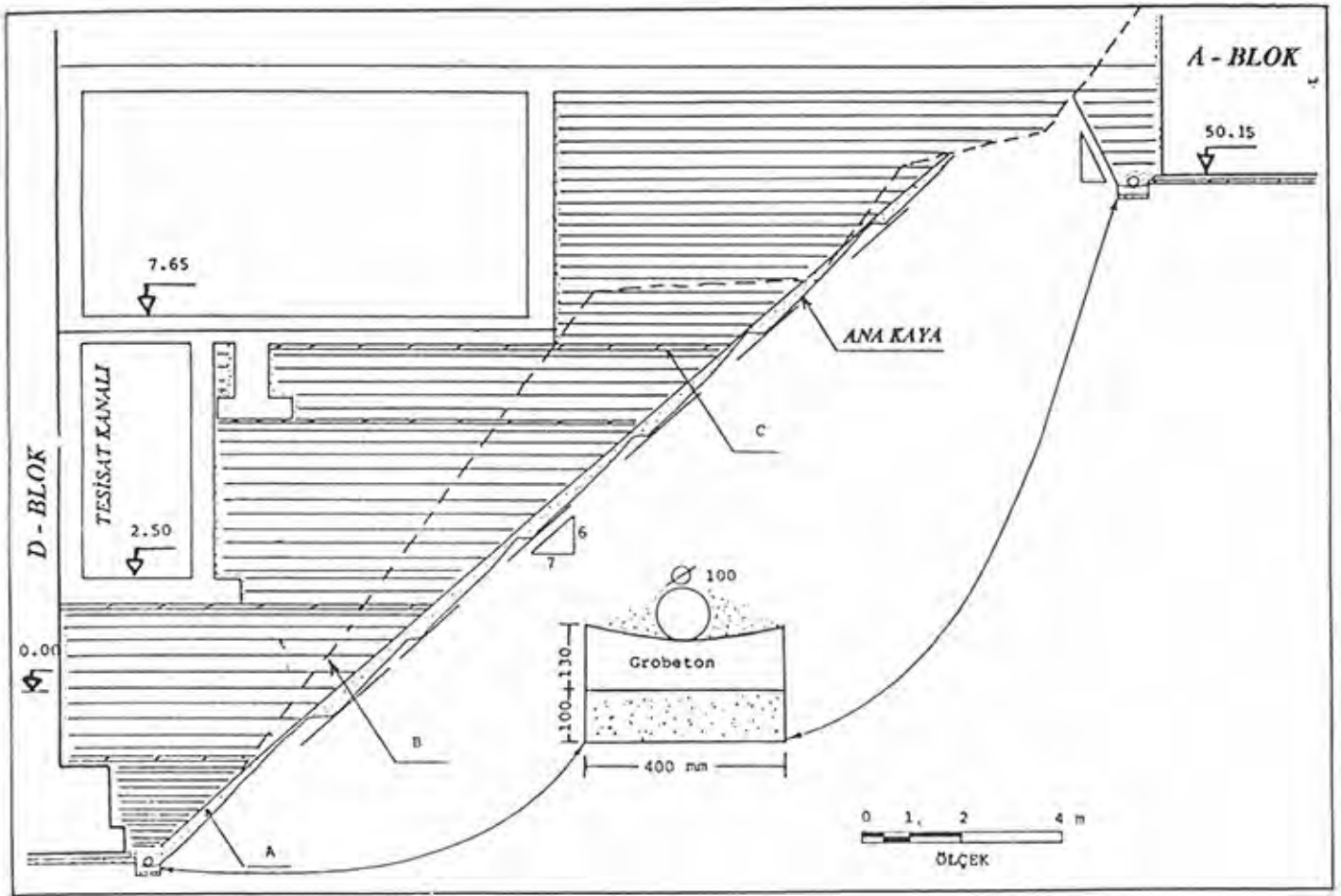
Çizelge 1- Çalışma alanında gözlenen birimlerin mühendislik özellikleri.

- c A-C bloklarının D-F bloklarına yapacağı temel yükü en aza indirilmiştir (Şekil 4-5).
- d Özellikle B-C blokları temelinde farklı oturma sorunu ortadan kaldırılmıştır.
- e Temellerin göreceli olarak daha sağlam kaya üzerine oturtulmasıyla depremin olumsuz etkisi en aza düşürülmüştür.

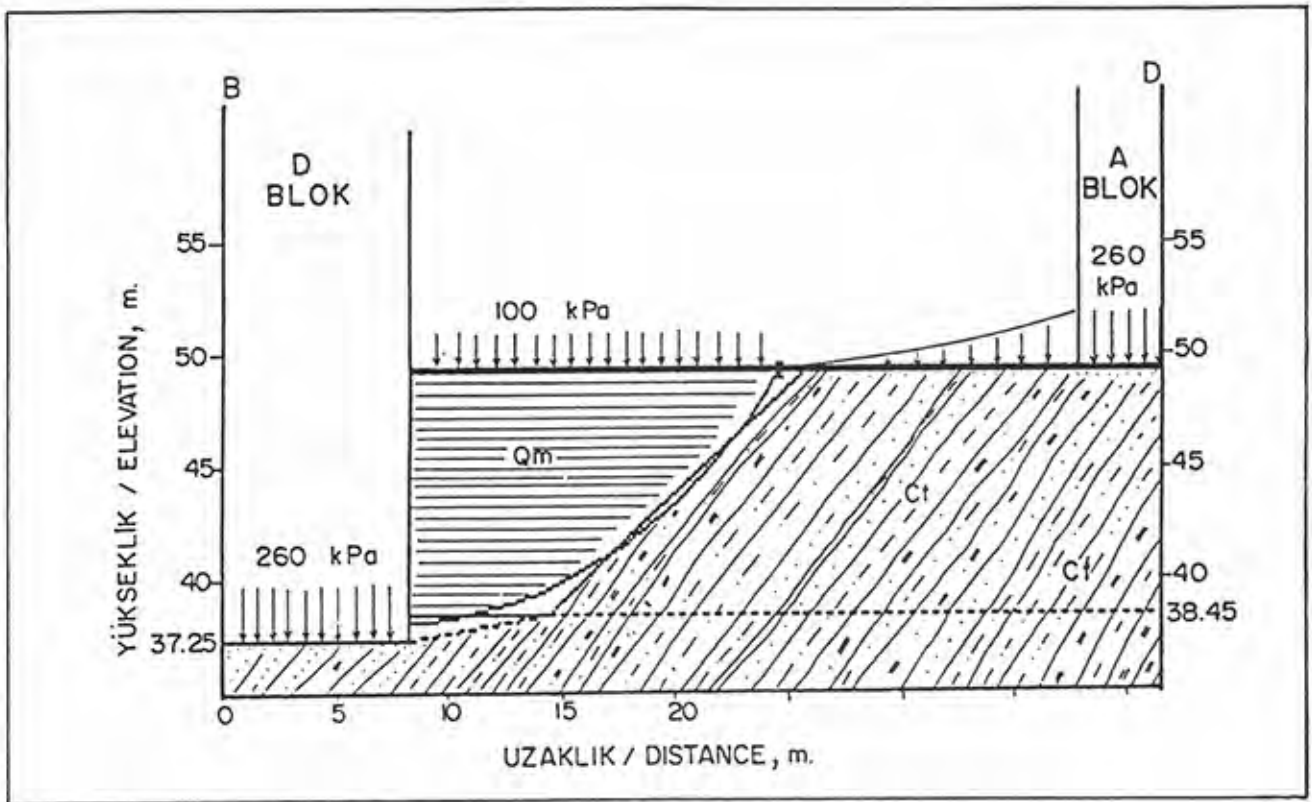
"A" bloğunun yamaçyukarısı için geçerli olan süreksizliklerin kinematik incelemesi sonucu oldukça duraylı olduğu anlaşılmış kısa dönemlerde derin (~ 20 m) ve dik (~ 72°) yamaçların sorunsuz olduğu görülmüştür. Böylece, "A"nın saat yönünde 6° döndürülmesi ile bu kesimde sorun çözülürken, diğer bölümlerdeki jeoteknik sorunlar da benzer yaklaşımlarla giderilmiştir. Dolgu malzemesi olarak 3 (üç) tip gereç kullanılmıştır. Bunlar aşağıda kısaca açıklanmıştır.

1 "A" tipi gereç: Doğal akaçlama gereci olup tane dağılımı Çizelge 2'de verilmiştir. İnce çakıllı dere kumu veya kırmataş bu amaçla, Şekil 4'te nokta (...) ile gösterilen yerlere kalınlık 0.10 - 0.50 m. olacak şekilde her dolgu tabakasının serilişi sırasında yerleştirilmiştir. Kesitlerde, temelkaya tarafındaki 1:1'lik geçici yapay yamaçta basamaklı, pürüzlü ve dalgalı yüzey oluşturularak kayma direnci değişirgelerinin [ϕ , °; C , kPa] artırılması amaçlanmıştır.

2 "B" tipi gereç: Trakya formasyonu olarak adlandırılan temelkayanın, koşullar elverdiğince, daha derin (az günlenmiş) kesimlerinden alınan gereç dolgularda doğrudan kullanıldı. Sıkıştırma için en uygun su içeriği % 12-16 arasında değişen bu gerecin doğal nem içeriği % 10-14 arasında değişmektedir. Dolgunun kurak mevsimde yapılıyor olması nedeniyle zaman zaman çok az su verilmiştir. En yüksek kuru birim ağırlık (γ_d , kN/m³) 18.50-19.50 arasında değişmektedir. Bu bağlamda sıkıştırma sırasında, gerek duyulduğunda "yoğunluk-nem-boşluk oranı ölçen" nükleer aletlerle (TROXLER ve HUMBLE) ölçüm alınmaya çalışıldı. Su içeriğinin % 12-16 arasına düşmesi ve birim ağırlığın >17.00 kPa olması, gerekli koşul olarak belirlendi. Tane dağılımının Çizelge 3 'te verilen değerlere yakın olmasına özen gösterildi. Trakya formasyonundan (C_t) alınan dolgu gerecinin serilip sıkıştırılmasında Çizelge 4'ten yararlanıldı. Bu tabloda sunulan sergi kalınlığı, titreşimli silindir ağırlığı ve silindirin bir noktadan geçiş sayısı ile belirlenmeye çalışıldı. C_t 'nin kazı sonrasında hemen serilip sıkıştırılmasına doğal nem içeriğinin uygun olması nedeniyle büyük önem verildi. Bloklar, orta boyutunun sıkıştırılacak tabakanın kalınlığının 2/3'ünden fazla olması durumunda elle ayıklanmıştır. Ancak, 2 t/m'den daha ağır bir titreşimli silindirin kullanılması durumunda, bu blokların >%90'ı kolayca ezilebileceğinden böyle bir sınırlamaya gerek yoktur. Kıvamlı (cohesive) özellik taşıması nedeniyle sıkıştırma kalınlığı taneli malzemeye göre daha kalın tutuldu. Bu durum, çizelgede de yansıtılmaya çalışılmıştır.



Şekil 4 - Geridolgu ve akaçlama sistemi ayrıntıları.



Şekil 5 - "A - D" blokları arasında duraylılık inceleme modeli.

BS elek açıklığı, mm	20	10	5	0.6	0.2	0.075
Ağırlıkça geçen oran, %	100	80-100	50-80	20-50	5-20	0-5
Düşünceler	Suda çözünür killi gereç ve organik parçacıklar içermemelidir.					

Çizelge 2- "A" tipi dolgu gerecinin tane dağılımı.

BS elek açıklığı, mm	160	75	35	10	5	0.6	0.075
Ağırlıkça geçen oran, %	100	90-100	70-90	40-70	25-40	5-25	0-5
Düşünceler	Suda çözünür killi gereç ve organik parçacıklar içermemelidir.						

Çizelge 3- "B" tipi doğal dolgu gerecinin tane dağılımı.

Makina tipi	Titreşimli silindir					
Ağırlık/Genişlik, ton/m	0.5-1	1-2	2-2.5	2.5-4	4-6	6-8
Sıkıştırılan tab. kal., mm	100-150	150-200	200-250	250-300	300-350	350-400
Geçiş sayısı, -	14	14	13	13	12	12
Düşünceler	Su içeriğinin %13 dolaylarında ve en düşük kuru birim ağırlığının $\geq 17 \text{ kN/m}^3$ olması gerekmektedir.					

Çizelge 4- Trakya formasyonundan alınacak gerecin etkin bir şekilde sıkıştırılması için önbilgi.

3 "C" tipi gereç: İyi derecelenmiş (ineden kabaya) kum veya 0.075-5 mm aralığında taneli gerecin m^3 'üne 80-100 kg çimento eklenerek ve % 8-12 oranında su ile nemlendirilerek elde edilmiştir. Bu karışımdan 100 mm kalınlığında tabakalar serilip, yukarıda aynı kalınlık için önerilen geçiş sayısı 1.2 oranında artırılmıştır. Örneğin, 14 geçiş 17 geçiş çıkarılmıştır.

4. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Anlamsızca yaratılan jeoteknik-geoteknik çatışmasından ülke ekonomisinin kaybı yazarların tanık oldukları kadarıyla 20 milyar \$'ın üzerindedir. Oysa, birlikten güç doğar ilkesinden hareketle, değişik disiplinlerin birarada çalışmasından bilimsel ve teknolojik gelişme, dolayısıyla ülke ekonomisi yarar görecektir.

Yaygın olarak kullanılan beş ayrı dilde jeo- (yer-) ön eki jeoloji ve jeofizik gibi çok sayıda sözcüğün başında nasıl aynı yazılıp aynı okunuyorsa Jeoteknik sözcüğünün başında da aynı şekilde yazılıp aynı şekilde okunmaktadır. Geoteknik ve geoçevre gibi sözcüklerin kullanılmasına özen gösteren ayrılıkçı (chauvinist) yaklaşım, ilgili projeleri yadsınlamayacak ölçüde olumsuz yönde etkilemektedir. Sırasıyla izlenmesi gereken ve herbirisinin güvenilirliği bir öncekine bağlı olan (jeoloji-hidrojeoloji-mühendislik jeolojisi-jeoteknik) modeller, jeoteknik tasarım için vazgeçilemez önem taşımaktadır. Özellikle, 4-boyutlu (x-y-z-t) olan ilk üç modelin hazırlanmasında yer bilimcilerin görev alması kaçınılmazdır. Jeoteknik model, ilk üç modele dayalı olarak gerçekleştirilecek olan saha ve laboratuvar deney sonuçlarından elde edilen değişirgelerin üç boyutta dağılımını sunar. Tersî durumda, (ülkemizdeki genel durum) sağlıksız tasarımlar ortaya çıkmaktadır. C, Ø ve U_c 'si sırasıyla 500 kPa, 1^o ve 1000 kPa olan çok katı bir kil çökeli, içerisine açılacak 100 m yüksekliğinde ve 4/3 eğimli bir yarmanın güvenlik katsayısı (GK) 1.4 dır, duravlıdır. Oysa, ana süreksizliklerinin yamaç dışarı konumunda olduğu dayanımlı tabakalardan oluşan birimde ise, aynı yarma için, GK 1.0 'in altındadır.

duraysızdır. İlk üç modeli dışlayanların yaptığı jeoteknik tasarımlara ve ilgili duraysızlık sorunlarına, otoyol ve baraj projelerinden pek çok güncel örnek verilebilir.

Yeni bir sözcük üretilmek isteniyorsa bu türkçe olmalıdır. Örneğin, yerbilimleri tekniği anlamında **yertechnik** 1984-1994 arasında, harcamalar yönünden Türkiye'nin en büyük projesi olan otoyol çalışmalarında gözardı edilen jeoloji, hidrojeoloji ve mühendislik jeolojisi modellerinin katkısını dışlamak üzere **geoteknik** raporlar hazırlanmış ve geoteknik sempozyumlar düzenlenmiştir. Karayolları Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi, Otoyol çalışmalarından kasıtlı olarak soyutlanmıştır. Ancak, mühendislik hatalarının doğası gereği olumsuz sonuçlar ortaya çıktıkça, sorumlular da geri-adım atmaya başlamışlardır. Ayrıca, bu kurumlarda çalışan değerli teknisyenlerin onurlu uğraşları sonunda, Araştırma Dairesi çalışanları otoyol projelerinde de yadsınılamaz sorumluluklar almaya başlamışlardır. **Jeoteknik** sözcüğü de, bu bağlamda kullanıma sokulmuştur (sözlü görüşme, N. Sevinç 1994).

İki yıl gecikmeye ve bir milyon dolara neden olacak olan jeoteknik dışı yaklaşım, otoyolunkilerle karşılaştırılamayacak kadar küçüktür. Ancak, **Erguvanlı Sempozyumunun** yapıldığı İTÜ'nün çalışma alanına yakınlığı önemsenerek bu örnek sunulmuştur. Projenin sağlıklı bir şekilde zamanında tamamlanabilmesi için izlenen aşamaların bir bölümü öz olarak burada sunulmuştur. A-B-C bloklarının temellerinin ve D-E-F bloklarının inşaatının sağlıklı bir şekilde sürdürülebilmesi için öncelikle D-E-F bloklarının doğusunda kontrollü dolgu yapıldı. Gerekli doğal gercin tamamına yakını A-B temel alanından sağlandı. Kazı işleri sürececek olan inşaat sahasında toprak işlerinde uyulması gereken noktaları da anımsatmak için çalışma alanının mühendislik jeolojisi ayrıntılı olarak raporlandırıldı. Bu anlamda, uygulanan öneri toprak işleri sırasıyla aşağıda verildi.

- 1 D-E-F-G-H-I-J-K yapılarının yamaç yukarısın (doğusun) da kalan duraysız gereç (yapay zemin + kayan kütle + bitkisel toprak + temel birimin ileri derecede günlenmiş üst bölümü) tamamen kaldırıldı.
- 2 Jeolojik kesitlere temel kayanın gerçek topoğrafyası işlendi. Bu durum, özellikle "C" bloğu temelinin jeoteknik tasarımı için büyük önem taşımaktaydı.
- 3 Havuzun temel tasarımını ilgilendirdiği için "J" nin güney kenarından ve "K" nin kuzey bölümünden başlayıp havuzdan geçen iki kesit hazırlandı. Temel kayanın topoğrafyasını gösteren bu kesitler üzerine J-K blokları ve havuz temellerinin konumları işlendi.
- 4 G-H-I bloklarının temel kazıları tamamlanırken D-E-F ve J-K bloklarının yamaç yukarısı bölümündeki dolgu işleminin konu içerisinde önerilen yöntemlere olanaklar elverdiğince bağlı kalınarak gerçekleştirildi.
- 5 Dolgu işlemi, A-B-C bloklarının temel kazı seviyesine kadar sürdürülürken tesisat kanalı, binalar arasındaki geçiş yapıları ve D-K sırasındaki blokların inşaatı devam ettirildi.
- 6 Daha sonra, A-B bloklarının temel yapımına geçildi. C bloğunun temel kazısı, özellikle yamaç yukarısında daha önce yaptırılan dayanma duvarının önündeki kesimde, jeoteknik mühendisin gözetiminde gerçekleştirildi.
- 7 A-B-C bloklarının doğusunda kalan bölümde akaçlama sistemi ve denetimli dolgunun yapılmasına temel inşaatı tamamlandıktan hemen sonra başlandı.
- 8 Hiçbir ankraj ve kazık gerektirmeden inşaatın tamamlanabilmesi ve maliyet-zaman kaybının en aza indirilebilmesi için saha kontrol mühendisi, jeoteknik mühendis, inşaat mühendisi, mimar ve yüklenici firmanın teknisyenleri arasındaki teknik ilişki sürekli canlı tutuldu.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gerçekleştirilen ayrıntılı saha ve laboratuvar araştırma ve çalışmalarına dayalı olarak

- a kazı şekil ve yöntemleri,
- b geri-dolgunun tasarımı,
- c temel akaçlama sistemleri ve
- d temel kazı alanlarında ortaya çıkabilecek sorunlu bölümler belirlenip gerekli jeoteknik işler uygulamalı olarak ilgili teknik uzmanların gözetiminde gerçekleştirilmiştir. Saha mühendisleriyle bilgi ve deneyim alış-verişini sürekli tutmak, projeyi olumlu yönde etkilemiştir.
- e Böylece, ortaya çıkan jeoteknik sorunların modellenmesi ve gerekli çözümün anında saha mühendisi ve/veya ilgili uzman danışmanlarla birlikte alınmasına olanak sağlanmıştır.

Yapıların kullanım amacına göre I. derecede hassas oluşu, uzun dönem duraylılığın büyük bir özenle sağlanmasını gerektirmiştir. Bu anlamda, A-B-C blokları dışındaki yapı alanlarında zeminde iyileştirme yapılarak mimari tasarımda öngörülen yerleşkeler korunmuştur. Uzun dönem de duraylılığı sağlamak için SSK durumu ve kinematik inceleme sonuçları jeoteknik tasarımda sürekli gözönünde tutulmuştur.

KATKI BELİRTME

Yazarlar, Ulus-Eğitim Tesisleri alanında gerçekleştirilen jeoteknik araştırma ve uygulamalarda yer alan teknisyenlere ve katkılarından dolayı I. Arıkan'a teşekkür ederler.

KAYNAKÇA

- YILMAZER, I., ARKÜN, M., (1994), MEF-Ulus Eğitim Tesisleri alanında gerçekleştirilen mühendislik jeolojisi çalışmalarında-ortaya çıkarılan duraysız alanların jeoteknik modeli bu modele bağlı olarak jeoteknik tasarımdaki zorunlu değişim. Yayınlanmamış rapor, Spektra Jeotek A.Ş., Ankara.
- YILMAZER, I., ERTUNÇ, A., KAYA, Ş., (1992), Yarma yamaç tasarımı ve kinematik inceleme. 3. Mühendislik Jeolojisi Sempozyumu, 21-23 Mayıs 1992. Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi ve Çukurova Univ. Müh. Mim. Fak., Adana. Müh. Jeolojisi Türk Milli Komitesi Bülteni, 14, 42-60.
- YILMAZER, I., SELÇUK, Ş., TÜMER, H., (1994), Cut slope recommendation. Proceedings of the 7th Congress of the International Association of Engineering Geology Organising Committee, 5-9 September 1994, Lisbon- Portugal, 3909-3919.

İZMİR İL MERKEZİ VE CİVARINDAKİ TAŞOCAKLARININ ÇEVRESEL ETKİ YÖNLERİ

M.Y. KOCA* ve N. TÜRK*

* D.E.Ü., Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Bornova/İZMİR

ÖZ

İzmir şehir merkezi ve yakın çevresinde 70 adet eski taşocağı bulunmaktadır. Bunların 56 tanesi andezitlerde, 2'si dasitik lavlarda, 6'sı flişte ve 6'sı da kireçtaşlarında açılmıştır. Halen, andezitlerde 1, flişte 3 ve kireçtaşlarında 4 taş ocağı aktif durumdadır. Önceleri, İzmir şehir merkezinin yakın çevrelerinde yer alan taşocakları, hızlı nüfus artışı ve göçe paralel olarak yerleşim alanlarının genişlemesi ile bugün, onların içersinde kalmışlardır. Eski taşocaklarından özel şahıslara ait olanlar günümüzde, arsa olarak konut inşaaı için kullanılmakta, belediyelere ait olanlar ise yeşilalan, kültürpark ve diğere sosyal tesisler için değerlendirilmektedir. Bu eski taşocağı alanlarında :

- a) Kaya düşme ve devrilmeleri şeklinde stabilite problemleri,
- b) İçerisinde evsel atıklar depolananlarda su ve zemin kirlenmesi gözlenmektedir.

ABSTRACT

There are about 70 disused quarries in and around the Izmir city centre. Of these quarries, 56 are in andesites, 2 are in dasitic lavas, 6 are in flysch and 6 are in limestones. The quarries which were initially located near the Izmir city centre, are now remain within the city centre because of the expansion of the dwelling areas in parallel to the rapid increasing of population and immigration. While the disused quarries owned by individuals are used for development and the ones belonging to the municipalities are used as reclamation and cultural activity areas. The following general environmental problems are identified in the disused quarry sites :

1. Rock fall and toppling type slope stability problems
2. Soil and water contamination associated with waste dumping.

I. GİRİŞ : Doğaltaşlar, İzmir şehrinin tarihsel gelişimi boyunca doğadan çıkarılarak şehrin inşaatında yoğun olarak kullanılmışlardır. Şehrin gelişmesine paralel olarak yapı malzemesi ihtiyacında da artışlar olmuştur. Zamanla yapıtaşları ve/veya hammadde çıkarmak için açılmış bulunan taşocaklarının sayı ve kapasiteleri artarken, şehir yerleşim alanları içerisinde kalan taş ocakları terkedilmek zorunda kalmışlardır. Taşocakları genelde, ilk yıllarda andezitlerde ve zamanla gelişen teknoloji ve ihtiyaçtan dolayı da kireçtaşlarında açılmışlardır. Taşocaklarının, İzmir şehri yerleşim alanının güney ve kuzeyinde bantlar şeklinde oluşan bir hat boyunca sıralandıkları gözlenmiştir (Şek. 1). Halen çoğunluğu aktif olmayan bu taşocakları, çoğu kez herhangi bir iyileştirici önlem ve tedbir alınmadan terkedilmiş olup, günümüzde bunlardan özel sektöre ait olanlar konut inşaat alanı, belediyelere ait olanlar ise yeşil alan, kültürpark ve diğer sosyal tesislerin yerleşim alanı olarak kullanılmaları sözkonusudur.

Andezitler, gri ve pembenin değişik tonlarındaki renklerinden, parçalanması ve yontulmasının kolay olmasından, oldukça dayanımlı ve kolayca elde olunmalarından dolayı özellikle yapı ve parketaşı olarak uzun yıllar İzmir şehrinde kullanılmışlardır. Geçmişte, binalar genel olarak, andezit ve kireç harcı kullanılarak yapılmış olmalarına karşın, son yıllarda inşaat sektöründe kireçtaşı inşaat hammaddesi olarak değerlendirilmektedir. İzmir şehri çevresinde kireçtaşları çimento fabrikaları için hammadde, beton imalatında agrega malzemesi, kıyı yollarında dolgu ve kireç üretiminde de ana madde olarak kullanılmaktadır.

Eski taş ocakları, günümüzde yerleşim alanlarının genişlemesiyle onların içinde kalmıştır. Nakliye sorunu taş ocaklarının şehrin merkezine yakın yerlerde açılmasına neden olmuştur. Sonradan şehir alanının genişlemesinden dolayı, özellikle andezit taş ocaklarının çoğunun etrafı yerleşim sahaları haline gelmiş ve onların kapatılmalarına sebep olmuştur. İlk etapta açılmış bulunan taş ocakları, körfezin kuzeyinde ve güneyinde alüvyon-andezit dokanağına koşut bir yay şeklinde uzanmaktadırlar (Şek. 1). Bu yay, körfezin kuzeyinde, doğudan batıya Bornova, Osmangazi, Bayraklı, Soğukkuyu, Şemikler ve Cumhuriyet semtlerini kapsarken, güneyde Altındağ, Gültepe - Kadifekale, Asansör ve Susuzdede semtlerini içine alır (Şek. 1).

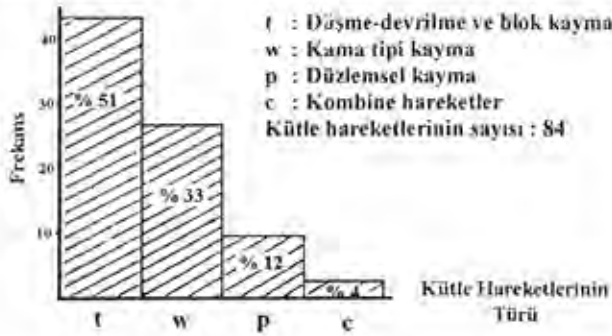
Halen andezitlerde 1, flişte 2 ve kireçtaşlarında 4 taş ocağı aktif durumdadır. Taş ocakları İzmir körfezinin güneyinde Kadifekale, Hatay, kuzeyinde Bornova, Bayraklı ve Çiğli semtlerinde yoğun olarak bulunmakta (Şek. 1) ve bazılarının uzun yıllar işletildiğine inanılmaktadır. Andezit, dasitik lav ve flişte açılan taş ocakları 3-40 m. şev yüksekliğine ve 50-150 m. ocak genişliğine sahipken, kireçtaşlarında açılanlar basamak şeklinde olup 80-90° şev açısında, 20-120 m. şev yüksekliğine ve 100-750 m. ocak genişliğine sahiptirler. Belkahve ve Altındağ'da kireçtaşlarında açılmış bulunan taşocaklarının üretimleri, olumsuz çevresel etkilerinden dolayı 1996 yılı sonunda İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından durdurulmuştur. Eski taşocaklarında günümüzde;

- a) Yaygın olarak kaya düşme ve devrilmesi şeklinde şev stabilite problemleri,
- b) İçlerinde evsel ve diğer atıkların depolanmasından dolayı, su ve zemin kirlenmesi şeklinde çevresel problemler gözlenmektedir.

II. TAŞ OCAKLARINDA GÖZLENEN PROBLEMLER : İzmir içinde terkedilmiş andezit taşocaklarının kamuya ait olanlarının içleri genellikle, bitişik nizam 100 m² den daha küçük müstakil konutlarla kaplanmış durumdadır. Önceden taşocağı işletmeciliği düzenli bir planlama içinde yapılmadığından bu ocakların pek çoğunda şev stabilite problemleri vardır (Koca, 1995). Taş ocaklarının şevleri genel olarak, düzensiz bırakıldıklarından, bu taş ocaklarında zaman zaman şev kaymaları, blok düşmeleri gibi kütle hareketleri meydana gelmekte ve taş ocağı içi ve etrafındaki yapıların yıkımına neden olmaktadır. Taş ocakları, şev stabilite problemlerinin (Ocak no : 6, 7, 48...) yanısıra, atıkların içerlerinde depolanmasıyla çevreyi etkileyen sorunlu alanları oluştururlar. Boş olan ve/veya belediyelere ait olup henüz değerlendirilmemiş olan taş ocakları içersinde yer yer evsel ve sanayi atıklarının biriktirildiği gözlenmiştir (Ocak no : 7 ve 65 gibi).

II.a Stabilite Problemleri : İzmir içi ve yakın çevresinde yer alan toplam 70 taşocağında meydana gelmiş ve/veya olma olasılığı bulunan kütle hareketlerinin sayısı toplam 84 olarak belirlenmiştir. Bu kütle hareketlerinin 77'si andezit taş ocaklarındaki kaya şevlerinde, diğer 5'i ise kireçtaşı, fliş ve dasitdedir (Şek. 2). Gözlenen kütle hareketlerinin türleri ise kama, düzlemsel, düşme-devrilme ve kombine hareketler

olarak belirlenmiştir. Genellikle "U" şeklinde açılmış bulunan taşocaklarında şev düzleminin konumunun değişmesine bağlı olarak aynı taş ocağında birden fazla yenilme türü gelişebilmektedir. Andezit taş ocaklarında stabilite problemleri yoğun olarak gözlenirken kireçtaşı, fliş ve dasitlerde önemli boyutta kütle hareketleri gözlenmemiştir. Andezitlerde gözlenen en yaygın kütle hareketleri, kaya düşmesi, devrilme ve blok kaymalarıdır (Şek. 2).



Şekil 2 : Taş ocaklarında gözlenen kütle hareketlerinin frekans dağılımı.

II.b Çevre Sorunları : İzmir içi ve yakın çevresinde, kamu ve belediyelerce henüz değerlendirilmemiş gerek andezit gerekse de kireçtaşı ocaklarının bazıları, yöre halkı ve işletmeler tarafından çöp alanı olarak kullanılmaktadır. Osmangazi 7 - nolu andezit taş ocağı, Kadifekale 65-nolu

Hacıaliefendi eski andezit taş ocağı, Naldöken ve Işıklar kireçtaşı ocaklarının bazıları ve Bornova doğusunda, Boğazkesen kum ocaklarının bulunduğu dere yataklarının içi bilinçsizce evsel ve sanayi atıklarıyla doldurulmaktadır (Şek.1). Andezit ve dasitlerde açılmış taş ocaklarının tabanı genellikle, bu kayaların ayrışma ürünü olan ve bünyelerine su alıp şişebilme özelliğine sahip montmorillonit türü killer ve siltli killer ve/veya sıkı dolgu niteliğindeki zeminlerden oluşmaktadır. Siltli killer ve sıkı dolgu zeminlerde geçirimsizlik katsayısı 10^{-4} ile 10^{-8} cm/sn arasında değişmektedir. Bu durum Kretase yaşlı karstik kireçtaşlarında ise karstlaşmaya bağlı olarak değişmektedir. Karstlaşmanın ileri evrelere ulaştığı kireçtaşlarında geçirimsizlik andezit ve dasitlere oranla çok daha yüksek olabilmektedir.

Taş ocaklarına atılan çöplerin kalınlığının artmasıyla alt seviyelerde sıkışmanın üstteki çöp yüküne bağlı olarak artması ve anaerobik ayrışma işlevinin geçte olsa gerçekleşmesi sözkonusudur. Sıkışma neticesinde oksijen miktarının azalmasına bağlı olarak anaerobik dekompozisyonun (organik madde → Karbondioksit + Metan + Su) artacağı da bilinmektedir (Kargı, 1993). Bu bozunmada, sıkışma ve ısının etkisiyle metan oranı da artmaktadır. Ayrıca, taş ocağı içersinde biriken çöpün yağmur ve yüzey

suları ile teması, dekompozisyon işlevini hızlandıracaktır. Çöpün kendi suyuyla çözünemeyecek nitelikteki kirliliklerini yağmur ve yüzey suları çözecek ve dolayısıyla kirli su hacmi büyüyecektir.

III. DEĞERLENDİRME : İzmir içi ve yakın çevresinde işletildikten sonra taş ocağı şevlerinin düzensiz olarak bırakılması ve/veya gerekli rekültivasyon çalışmalarının yapılmaması, terkedilen taş ocaklarında zaman zaman blok düşmeleri ve şev kaymaları gibi kütle hareketlerinin gelişmesine neden olmakta ve taş ocağı çevresinde ve içinde yer alan binaların zarar görmesine sebep olmaktadır. Eski andezit taş ocaklarının gerek içleri gerekse de şev üst yüzeylerinde yoğun yapılaşmanın bulunması söz konusudur. Taş ocağı şevlerinin eğim açılarının genellikle 60° den yüksek olması, taş kısmına yakın ve tabanının binalarla kaplı olması, ocak şevlerinin yatırılmasına olanak tanımamaktadır. Eski taş ocaklarının aynalarında yüzlek veren süreksizliklerin devamlı olması, aynanın yatırılmasından ziyade mevcut şev yüzeylerinin temizlenerek iyileştirilmesinin ve de şehir şebekesinden ve/veya atıksu şebekelerinden gelen suların drene edilerek mevcut şevlerin korunmasının daha yararlı olacağını belirlenmiştir (Koca, 1995).

Açılan taş ocaklarında yeraltısu tablasının yeni oluşan morfolojiye de uyum gösterdiği belirlenmiştir. Örneğin körfezin güneyinde, denizden yaklaşık 200 m. güneyde yer alan Asansör andezit taş ocağında şevin taş kısmından 30 m mesafede mevcut su kuyularında yapılan ölçümler, su seviyesinin kuyu ağzından 4.5-5 m. derinde, bu seviyenin şev tabanından 8.0 m. açıkta yer alan kuyuda ise, kuyu ağzından 2.0 m derinde olduğu gözlenmiştir. Asansör eski taş ocağında şevin eğimi 85° , yüksekliğinin ise 40 m.'ye eriştiği bilinmektedir. Bu ölçümlerden su tablasının, şev üst yüzeyinden 4.5-5.0 m. derinde, şevin topoğrafik eğiminden daha düşük değerdeki bir hidrolik eğimle şeve yaklaşık koşut olarak devam ettiği ve nihayet şev tabanından 2.0 m. derinlikte bulunan bir eğri çizdiği anlaşılmaktadır. Mevsimsel olarak, yeraltısu seviyesinin şev tabanında yükselerek, ocak tabanındaki killi zeminden kontamine olması söz konusu olacaktır. İzmir şehir merkezinin kuzey ve güneyinde şerit halindeki bir alan içersinde yer alan taş ocaklarının pek çoğu günümüzde, yerleşim alanlarının içersinde, diğerleri de kısa bir zaman sonra, bu sınırlar içersinde kalacaktır. Çöp deponi

alanlarının en yakın yerleşim ve yüzeysel su kaynağına ≥ 1 km mesafede olması (Katı Atıklar Yönetmenliği; Resmi Gazete, 1991) gerekliliği düşünülürse İzmir şehir merkezi yakınındaki eski taşocaklarının atık depolama alanı olarak kullanılmalari biran önce önlenmelidir. Çöp depolama alanı olarak kullanılan eski taş ocakları yeraltısuyunu kirleten kaynaklar olarak faaliyet göstermektedir. Özellikle yağışlardan sonra, çöplerin yağmur sularıyla yıkanarak yeraltına süzölmelerini kontrol etmek zor olup, yağışların olmadığı zamanlarda da kılcal su hareketleri yeraltısuyunun kirlenmesinde etkin olmaktadır.

İzmir'deki çimento fabrikalarına yakın açılmış kireçtaşı ocaklarında kireçtaşı tabaka ve kırık yüzeylerinin yüzey sürtünme açılarının yüksek oluşu ($\theta > 44^\circ$) ve süreksizliklerinin genellikle kapalı olması ve yaygın olarktan da kalsit dolgulu bulunmaları, onların şevlerinin yüksek eğimde stabil kalmalarını sağlamaktadır. Kireçtaşı ocaklarının büyük bir bölümü İzmir Metropolitan alanı sınırları içersinde kalmaktadır. Bu ocaklar aktif olarak işletildikleri sırada üretim amaçlı olarak yapılan patlatmalar, yerleşim alanlarında hasara ve ayrıca, gürültü kirliliğine neden olmaktadır. Altındağ ve Naldöken kireçtaşı ocaklarında mevcut şev yükseklikleri, açıldıkları dağ ve/veya tepenin doruk noktasından alttaki kireçtaşı-alüvyon dokanağına kadar olan mesafeyi içermektedir. Bu durum, maksimum 120 m'ye ulaşan dik yarma şevlerini oluşturmakta, bunun sonucu olarak yüzey morfolojisinin değişmesine ve yeraltı doğal drenajının bozulmasına sebep olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı günümüzde bu kireçtaşı ocaklarının üretimleri İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından durdurulmuş durumdadır.

Körfezin kuzeyinde yer alan dasitik lavlarda sadece 2 eski taşocağının bulunması, onların oldukça ve/veya tamamen ayrışmış olmaları ve ayrışmış dasitlerin yapıtaşı olarak kullanımı için istenilen özelliklere sahip olmamasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, ayrışmanın dasit içersinde bünyesine su alarak şişen montmorillonit tipi killer oluşturmaları, dasitin beton katkı malzemesi olarak kullanımını da kısıtlamıştır.

Fliş içersinde açılmış taş ocakları Buca'nın güneydoğusunda ve körfezin güneyinde Balçova semti içersinde bulunmaktadır (Şek. 1). Genellikle, yol dolgu malzemesi olarak kullanılan fliş içersinde açılan ocaklarda, şev stabilite problemlerinin olmayışı,

şev yüksekliklerinin 5 m'nin altında olması ve şeyl'lerin içerdikleri killerin şişebilen türden killer olmayışından ileri gelmektedir (Türk ve Koca, 1993).

IV. SONUÇLAR : 1. İzmir içi ve çevresindeki taş ocaklarının lokasyonları İzmir körfezinin güneyinde ve kuzeyinde 1.5 km. genişlikte, 15-20 km. uzunlukta şeritler üzerinde yer aldığı belirlenmiştir (Şek.1). Eski taş ocaklarının herhangi bir iyileştirme yapılmaksızın terkedilmiş olmaları, bu ocaklarda yaygın olarak kaya düşmesi ve blok kayması gibi kütle hareketlerinin gelişmesine neden olmuştur. Bu hareketler, terkedilmiş eski andezit taş ocaklarında inşaa edilmiş olan binaların zaman zaman hasar görmesine sebep olmaktadır.

2. Taş ocaklarının bazıları, işletmeler ve yöre halkı tarafından çöp atık sahası olarak kullanılmaktadır. Bu tür taş ocakları, potansiyel yeraltısuyu kirletme kaynaklarını oluşturmaktadır. Özellikle, kireçtaşları içerisinde açılmış taş ocaklarında, karstlaşmaya bağlı olarak geçirimliliğin fazla olması yeraltısuyu kirlenmesini daha da kolaylaştırmaktadır.

3. Eski taş ocaklarında şev stabilitesini arttırıcı tedbirler alınmalı, bu ocakların yapılaşmaya açılmaları ve çöp depolama alanları olarak kullanılmalrı önlenmeli, ve halen çöp depolanmış olanlardan çöpler kaldırılmalı ve bu alanlar, yeni aktivite alanları olarak tekrar düzenlenmelidir.

V. KAYNAKÇA

Kargı, F. (1993) : Çevre Müh.'de Biyoprosesler. D.E.Ü., Müh. Fak., No : 234, s. 193.

Koca, M.Y. (1995) : Slope Stability Assessment of the Abandoned Andesite Quarries in and Around the Izmir City Centre. Unpublished Ph.D. thesis D.E.Ü. İzmir.

Resmi Gazete (1991) : Sayı : 20814. Katı Atıklar Yönetmeliği, 14 Mart 1991.

Türk, N. ve Koca, M.Y. (1993) : İzmir Metro su I. Aşama Güzergahının Mühendislik Jeolojisi. I. İzmir ve Çevresinin Jeoteknik Sorunları Sempozyumu ve Karşıyaka Paneli, 22-24 Aralık 1993, s. 135-144, İzmir.

OTOYOL GEÇKİSİ BELİRLENİRKEN WHILST SELECTING A MOTORWAY ALIGNMENT

İlyas YILMAZER *
Yasemin LEVENTELİ **
Levent AKDUMAN **

ÖZ - Otoyol koridoru ve geçkisinin seçiminde yeralan etkenlerin başında sırasıyla

- zemin duraylılığı,
- ülke ulaşım (karayolu-demiryolu-denizyolu-havayolu) ağı içerisindeki konum,
- çevre etki değerlendirmesi,
- depremsellik,
- yolun yatayda ve düşeyde geometrik standartlara uygunluğu,
- yol yapımında kullanılacak doğal gereç kaynaklarına uzaklık,
- ortalama deniz seviyesinden yükseklik (kot) ve
- politik tercih gelir.

ABSTRACT - The factors including

- ground stability,
- master transportation (highway-railway-waterway-airway) plan,
- environmental impact assessment,
- seismicity,
- geometric standards of the road on profile and map (vertical and horizontal),
- proximity to aggregate resources,
- elevation above mean sea level, and
- politic interest

play significant role in the selection of corridors and then alignments.

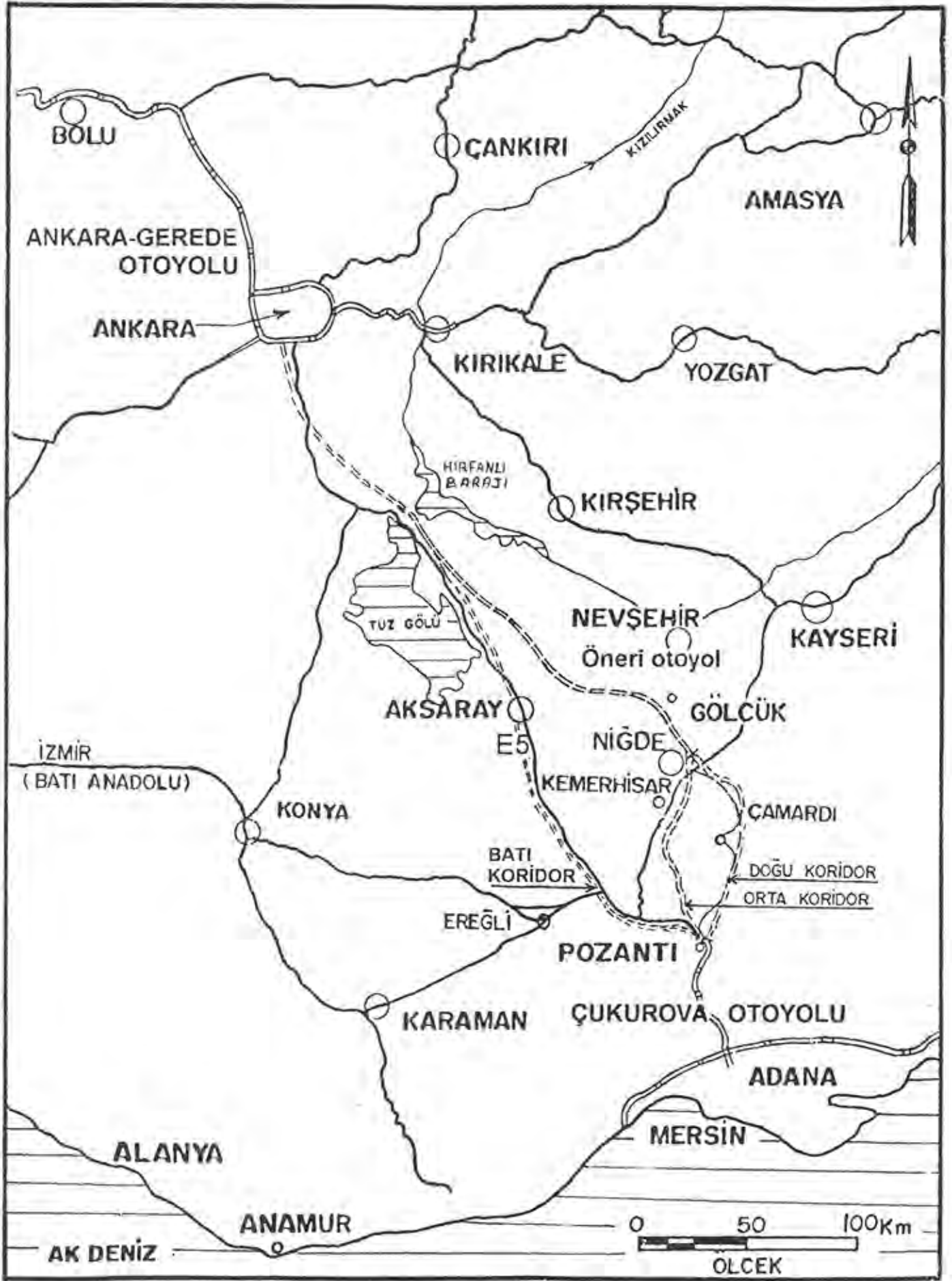
SUNUŞ

Koridor belirleme çalışmalarında belirleyici etkenlerin, daha iyi anlaşılabilmesi için somut bir örnek olarak Ankara-Pozantı otoyolunun Torosdağı geçişi gözönünde tutulmuştur. Burada sunulan yaklaşım, bu örneğe özgü olmayıp, yol ve benzeri tüm çizgisel mühendislik yapıları için de geçerlidir (Yılmazzer ve Duman, 1996). Pozantı'dan başlayarak Torosları İçanadolu'ya doğru aşan üç ana koridor vardır (**Şek. 1**). Bunlar batıdan doğuya

- Pozantı-Şekerpınar-Çifttehan-Ulukışla Devletiyolu (**batı** veya E5),
- Pozantı-Şekerpınar-Kırkgeçit-Eminlik-Kemerhisar İpekyolu (**orta** veya Kırkgeçit) ve
- Pozantı-Ecemiş-Çamardı-Elmalı-Niğde İlyolu (**doğu** veya Ecemiş) koridorlarıdır.

* Jeoloji Yük. Müh., Spektra Jeotek A.Ş. Kumkapı sok., 20/1-2, 06700 Çankaya, ANKRA

** Jeoloji Yük. Müh., Çukurova Üniversitesi, Müh. Mim. Fak. Jeol. Müh. Bölümü, ADANA



Şekil 1. Çukurova otoyolunun Toros Dağlarını aşabileceği üç ana koridor.
 Figure 1. Three main corridors for Çukurova motorway to cross the Toros Mountain.

Aday koridorların değişik yönlerden birbirlerine üstünlükleri vardır. Ancak, bilimsel anlamda sayısal bir değerlendirme yapıldığında hangisinin daha seçilebilir olduğu ortaya çıkar. Yukarıda sunulan örnekte olduğu gibi, bu tür bir çalışmada, öncelikle iki zorunlu uç noktayı birbirine bağlayan ve çok sayıda geçki seçenekleri (alignments) içerebilecek ana koridorlar belirlenir. Daha sonra, gerçekleştirilen araştırma ve inceleme sonuçları tablo ve grafiklerde karşılaştırmalı olarak gösterilip sayısal değerlendirmeye sokulur. Bu aşama, harcamalar açısından proje bedelinin %0.1 'den daha az olmasına karşın, projeyi %70 ve daha fazla bir oranda etkileyebilmektedir.

ANA KORİDORLARIN BELİRLENMESİ

Değişik geçki seçeneklerini içeren ana koridorların en genel hatlarıyla belirlenmesi, bu tür çizgisel mühendislik yapı projelerinde ilk adımdır. Bunun için topografik haritayı okuyabilmek yeterlidir. Ancak, bu koridorların değerlendirilmesi uzmanlık konusudur. Bu bağlamda, değişik meslek dallarının birlikte çalışmasını zorunlu kılar. Eşgüdümlü çalışması gereken meslek dallarının başında sırasıyla

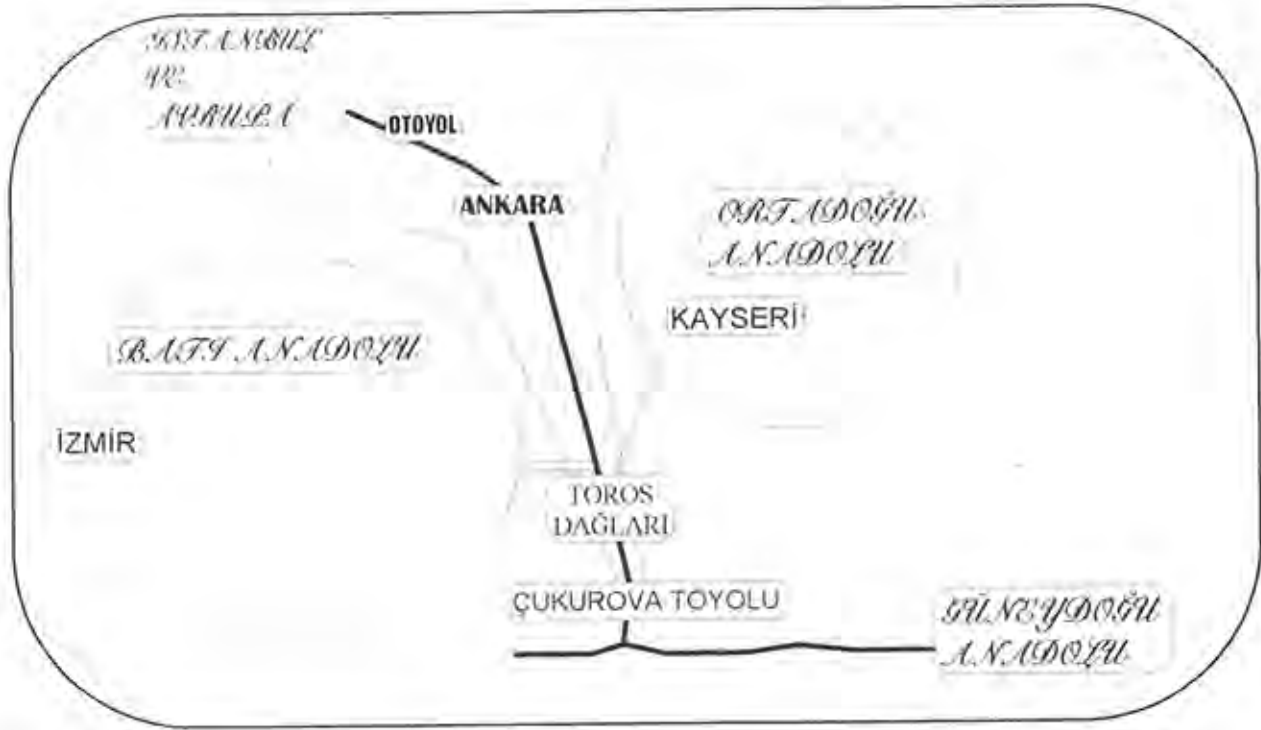
- harita mühendisi ve jeomorfolojistler,
- jeoloji ve jeofizik mühendisleri,
- inşaat ve maden mühendisleri,
- çevre, ziraat ve orman mühendisleri ve
- şehir planlamacı ve mimarlar yer alır.

Pozantı'dan başlayarak Torosları İçanadolu'ya doğru aşan üç ana koridor vardır (bkz. Şek. 1). Bunlar, yukarıda da değinildiği gibi batıdan doğuya E5 (batı), İpekyolu (orta) ve Çamardı İlyolu (Ecemiş veya doğu) koridorlarıdır.

Mevcut Devlet yolu (batı veya E5) koridoru

Pozantı-Şekerpınar'dan Ulukışlaya kadar olan 45 km lik kesimde, otoyolun E5'e yer değiştirmeden gitmesi bu koridorun büyük bir kesiminde hemen hemen olanaksızdır. Paralı bir yola paralel uzanan parasız bir devlet yolunun bulundurulması zorunluluğu bu seçenek için yadsınılamayacak bir engeldir. Ancak, Çamardı İlyolunun Devlet yoluna dönüştürülmesi, ilk aşamada düşünülebilir. Jeoteknik açıdan Ecemiş koridoruyla karşılaştırılmayacak kadar üstündür. Ülke ulaşım ağı içerisinde, Çukurova'yı Batı Anadolu'ya bağlayan en önemli koridor özelliğindedir. Aksaray Yönünde ilerleyen trafiğin %40'ının Ereğli yönünde Batı Anadolu'ya ayrıldığı düşünülürse bu açıdan önemli bir üstünlük içerir (Şek. 2). Geometrik olarak ta İpekyolu koridorundan daha seçilebilir özellikler taşımaktadır.

Depremsellik ve çevre açısından Ecemiş koridorundan çok daha üstündür. Kesilecek jeolojik birimlerin başında bulanık akıntı çökelleri ve spilitik püskürük kayalar gelmektedir. Çiftehan'dan Ulukışlaya doğru olan kesimde kırmataş sahaları Bolkadağı eteklerine yol yapmak koşuluyla sağlanabilir. Kot 1450 m 'ye ulaşmaktadır.



Şekil 2. Çukurova otoyolunun Toros Dağlarını aştıktan sonraki trafik akışı.
Figure 2. Traffic-flow of the Çukurova motorway beyond the Toros Mountain.

İpekyolu (orta veya Kırkgeçit) koridoru

Şekerpınar'dan (Pozantı) 4.0 km sonra E5-koridorundan sağa ayrılır. Kırkgeçit vadisinde 20.0 km gittikten sonra daha yumuşak olan topoğrafyada 10.0 km ilerleyip Niğde-Kemerhisar havzasına girer (bkz. Şek. 1)

Spilitik vakanotortullar, kırıntılı tortul ve yer yer de kristalize kireçtaşları içerisinden geçer. Zemin Duraylılığı, çevre etki değerlendirmesi ve yol yapım doğal gereç kaynakları açısından diğer iki koridordan büyük üstünlükler içerir. Ecemiş Koridorundan ise politik tercih dışında her yönüyle daha iyidir. Yol kotu 1450 metrenin altındadır. Kemerhisar kavşağından Ereğli ayırımına 30 km uzunluğunda bir bağlantı yapılırsa, Batı Anadolu'ya ve Kayseri yönünde ilerleyen trafiğe de hizmet verebilecek bir koridor olabilir.

Çamardı İlyolu (doğu veya Ecemiş) koridoru

Pozantı-Çamardı-Niğde İlyolunun koridoru olup yaklaşık 60 km si (yolun %60 'ı) Ecemiş Fayı zonu içerisinde yer alır. Sağ yanal atımlı ve diri olan bu fayın Mersin'den Kayseri'ye kadar olan bölümünün uzunluğu yaklaşık 300 km dir. Bu koridorda, çok sayıda büyük ölçekli ($V > 10^6 \text{ m}^3$) kayma alanları vardır. Oluşum nedenlerinin başında

- yüksek geçirimli ($K > 10^{-4} \text{ m/s}$) karstik kireçtaşlarını içeren Aladağ'ın eteklerinde geçirimsiz ve yarı-geçirimli Tersiyer tortul çökellerinin uyumsuz olarak üzerlediği kireçtaşlarında yaratılan basınçlı su sistemlerinin varlığı ve
- Ecemiş Fayı boyunca gelişen sismik etki (deprem) gelmektedir.

Kot, Niğde ve Çamardı havzalarını ayıran belende 1750 m yi aşmaktadır. Ulaşım ve geometrik standartlar açısından da yadsınılamayacak olumsuzluklar içermektedir. Özellikle, yüksek debili kaynak sularıyla beslenen Ecemiş Çayı boyunca tarıma uygun yöresel iklim hüküm sürmektedir. Doğu tarafında kotu 3000 metreyi aşan Aladağlar ile sınırlanan bu çukurluk, önemli bir çizgisel tarım alanıdır. Otoyol bu koridoru izleyecekse, tarım ve orman sahaları içerisinde geçmek zorunda kalacaktır.

SEÇENEKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Örnek olarak sunulan 3 koridorun genel özellikleri nitel olarak kısaca yukarıda verildi. Ancak, ilgili değişik disiplinler arasındaki iletişimi kolaylaştırmak için sayısal değerlendirme de kaçınılmazdır. Bu amaç için kullanılan ölçüt (criteria) ve denkliklerin önemli bir bölümü Tablo 1 'de sunulmuştur. Bu tablo, bir koridor içindeki geçki seçeneklerinin birbirleri ile karşılaştırılmasında da kullanılabilir.

Her aday koridor içerisinde en uygun seçenek öncelikle belirlenir. En çok 15 km uzunluğunda alt bölümler şeklinde 100 üzerinden değerlendirmeye sokulur (Tablo 2). Elde edilen sonuçlar, ilgili bölümün uzunluğu ile orantılı olarak genel değerlendirmede yerini alır.

Bu yaklaşım izlenerek yapılan değerlendirme sonunda; **E5, İpekyolu ve Ecemiş koridorları** sırasıyla 100 üzerinden **78.89, 76.98** ve **34.67** almışlardır. Bu değerlendirmeye politik tercihin ağırlığı yansıtılmamıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Otoyol gibi büyük ölçekli çizgisel mühendislik yapılarının geçkilerinin doğru belirlenmesi mesleklerarası eşgüdümü gerektirir. Harcamalar açısından proje bedelinin %0.1 dolaylarında olmasına karşın projeyi %70 ve daha fazla oranda etkileyebilmektedir. Meslekler arasında iletişimi kolaylaştırmak için verilerin şekil, tablo ve çizimsel anlatımla ve sayısal olarak ortaya konması da kaçınılmazdır.

KATKI BELİRTME

Yazarlar, otoyol geçkisinin belirlenmesinde ülke çıkarlarını öne çıkararak ve yanlışlıklar karşısında susmayan kişi ve kuruluşlara teşekkür ederler.

KAYNAKÇA

YILMAZER İ. ve DUMAN T.Y., (1996). Mühendislik projelerinde yenilenebilirlik özelliği; Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi Bülteni. 15, 52-59.

Tablo 1. Seçeneklerin birbirleriyle karşılaştırılmasında kullanılan ölçüt ve dneklikler.

	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P															
	Ölçütler (Criteria)														DÜŞÜNCELER														
	Birim ve belirteçleri														I. Genel değerlendirilmede ki ağırlığı					II. Değerlendirme denklileri					DÜŞÜNCELER				
10	Proje uzunluğu							PL, km	-	-	-	-	-	-	-	98.000	Değişkendir.												
	Alt bölüm uzunluğu							AL, km	-	-	-	-	-	-	-														
	En fazla eğim							α , %	4.0	5- α						Genel değerlendirmeye etkisi = (1.)*(II.). Ör., = (4)*(5- α)													
	Bu eğimin geçerli olduğu uzunluk							L, km	2.0	(5- α)*L						Genel değerlendirmeye etkisi = (1.)*(II.). Ör., = (2)*(5-a)*L													
	En fazla dolgu yüksekliği							h, m	1.0	5-h/10						"													
15	En fazla yarma yüksekliği							h, m	1.0	5-h/20						"													
	Yarma ile dolgu hacimlerin arasındaki oran							OR, -	2.0	5-(OR-1/OR)					"														
	Olası jeoteknik sorunlar ve çözümleri							JT, -	5.0	5.0 ile 0.0					Sorunsuzsa tam puan (5.0) ile aşırı sorunlu ise çok kötü puan (0.0) verilir.														
20	Menfez sayısı							MS, -	1.0	5-MS/4						Topoğrafya ve toprak işleri hacmi hakkında da genel değerlendirmede pay almaktadır.													
	Köprü yüksekliği							h, m	3.0	5-H/15					Standarlara uygunluğu, sıradagılarla ilişkisi, iklimsel özellikleri														
	Köprü uzunluğu							L, km	2.0	5-L					(ör., rüzgar, kar, don, ıslak kalma süresi) kısılması-uzaması vb.														
25	Tünel uzunluğu							L, km	4.0	5-L																			
	Aç-kapı uzunluğu							L, km	3.0	5-L																			
	Yolun fiziki konumu ve kısılma-uzama durumu							FK, -	2.0	5.0 ile 0.0																			
30	Altgeçit ve üstgeçit sayısı							GS, -	1.0	5-GS						Yolun standardı, ülke trafik planlamasına uygunluğu, ÇED*, fiziki ve stratejik konumu, diğer kesimlerde uygunluğu ve burada değinilmeyen genel çekiciliğini yansıtmak üzere tam puan 5.0 ile çok kötü puan 0.0 arasında değerlendirilir.													
	Tarım alanı içerisinden geçilecek uzunluk							L, km	3.0	5-5/LAL																			
	Orman alanı içerisinden geçilecek uzunluk							L, km	1.0	5-5/LAL																			
	Yerleşim alanı içerisinden geçilecek uzunluk							L, km	4.0	5-5/LAL																			
	Depremsellik katsayısı							DK, g	3.0	10(0.4-DK)																			
	Sağduyu (engineering judgment)							SD, -	3.0	5.0 ile 0.0					arası bir değer														

Tablo 2. İpekyolu koridorunun (İK) ilk alt-bölümünün (İK-AB1) 'nin' öndeğerlendirmesi.

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
5	Ko-	Alt	Alt	Bölüm	Alt	En fazla eğim,	Eğ.	En fazla	Eğ.	En fazla	En fazla	En fazla	En fazla	Yarma	Yarma	Duray-	Yatay						
	ri-	bölüm	bölüm	uzun-	böl.	uzun ve	uzun ve	En fazla	uzun ve	En fazla	En fazla	En fazla	En fazla	ile dolgu	ile dolgu	sızlık	değerlendirme						
	dor	baş,	sonu	luğu,	ora-	luk	uz.	yüksek-	uz.	yüksek-	yüksek-	yüksek-	yüksek-	arasında-	arasında-	sorunu,							
	adı	km	km	km	ni,	km	deg.	liği,	km	liği,	liği,	liği,	liği,	ki oran,	ki oran,								
					%	Dğl.*	-	m	Dğl.	m	Dğl.	m	Dğl.	*** - Dğl.	*** - Dğl.	-	-	%					
10	İK						2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	5.0	15						
		280.0	290.0	10.0	10.2	2.0	3.0	3.0	3.0	30.0	2.0	40.0	3.0	1.1	4.8	4.0							
		DEĞERLENDİRME																					
						12	6	2	3	9.6	20	52.62	70.16										
15	Ko-	Alt	Alt	Bölüm	Alt	Menfez	Köprü	Köprü	Köprü	Köprü	Tünel	Aç-kapa	Yolun	Yatay									
	ri-	bölüm	bölüm	uzun-	böl.	sayısı,	uzun-	uzun-	uzun-	uzun-	uzun-	uzun-	fiziki	değerlendirme									
	dor	baş,	sonu	luğu,	ni,	-	luğu,	luğu,	luğu,	luğu,	luğu,	luğu,	konumu,										
	adı	km	km	km	%	Dğl.	km	km	km	km	km	km	kısalma										
							m	Dğl.	Dğl.	Dğl.	km	Dğl.	durumu	-	%								
20	İK					10.0	10.0	10.0	10.2	10.0	10.0	10.2	2.0	15									
		280.0	290.0	10.0	10.2	10.0	2.5	23.0	3.5	0.3	4.3	5.0	4.4	8.8	65.20	86.93							
		DEĞERLENDİRME																					
25	Ko-	Alt	Alt	Bölüm	Alt	Altgeçit	İçerisinden	İçerisinden	İçerisinden	İçerisinden	İçerisinden	İçerisinden	İçerisinden	İçerisinden	İçerisinden	İçerisinden	İçerisinden	İçerisinden	İçerisinden	İçerisinden	İçerisinden	İçerisinden	İçerisinden
	ri-	bölüm	bölüm	uzun-	böl.	ve	geçilecek	geçilecek	geçilecek	geçilecek	geçilecek	geçilecek	geçilecek	geçilecek	geçilecek	geçilecek	geçilecek	geçilecek	geçilecek	geçilecek	geçilecek	geçilecek	geçilecek
	dor	baş,	sonu	luğu,	ni,	Üstgeçit	orman	orman	orman	orman	orman	orman	orman	orman	orman	orman	orman	orman	orman	orman	orman	orman	orman
	adı	km	km	km	%	sayısı	alanı	alanı	alanı	alanı	alanı	alanı	alanı	alanı	alanı	alanı	alanı	alanı	alanı	alanı	alanı	alanı	alanı
						-	Dğl.	Dğl.	Dğl.	Dğl.	Dğl.	Dğl.	Dğl.	Dğl.	Dğl.	Dğl.	Dğl.	Dğl.	Dğl.	Dğl.	Dğl.	Dğl.	Dğl.
							1.0	3.0	3.0	1.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
							2.5	23.0	3.5	0.3	4.3	5.0	4.4	8.8	65.20	86.93							
							2.5	10.4	8.5	20	15	15	8.8	65.20	86.93								
30	İK					2.0	2.0	7.0	1.5	0.5	4.8	0.2	4.6	0.2	2.0	3.4	46.85	62.47	İK 'nun alt bölüm 1'nin notu	İK-AB1 'in aldığı not= 73.2			
		280.0	290.0	10.0	10.2	2.0	3.0	7.0	1.5	0.5	4.8	0.2	4.6	0.2	2.0	3.4	46.85	62.47	İK 'nun alt bölüm 1'nin notu	İK-AB1 'in aldığı not= 73.2			
		DEĞERLENDİRME																					
		GENEL DEĞERLENDİRME																					

* Dğl.: Değerlendirme

** Tepe burunu (spur) yarmaları dışındaki yarmalar için.

*** Yarma ile dolgu arasındaki oran, büyük olanın küçüğe bölümü olarak değerlendirilmeye sokulmalıdır.

A.Mesut ÇETİNÇELİK
(1927-1996)



* İstanbul'da, 1927 yılında dünyaya gelmiştir. İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi Jeoloji Bölümünden 1952 yılında mezun olmuştur. 1952-1954 yılları arasında, İ.Ü. Jeoloji Enstitüsünde asistan olarak görev yapmıştır. Aynı zamanda, İTÜ Hidrojeoloji Enstitüsüne devam ederek, 1954 yılında "Hidrojeolog" ve 1979 yılında, İ.Ü. Fen Fakültesi Jeoloji Bölümünden "Jeoloji Mühendisi" ünvanlarını almıştır. 1954-1955 yıllarında DSİ Genel Müdürlüğünde, Jeoloji Şefi olarak görev yapmıştır. Askerlik görevinden sonra 1956 yılında, İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Kürsüsünde asistan olmuş ve 1963 yılına kadar bu görevine devam etmiştir. Bu arada, 1957 yılında, UNESCO bursuyla 9 ay süreyle ve 1960 yılında, Fransız hükümetinin bir bursuyla 6 ay süreyle, Fransa'da, hidrojeoloji ve radyoizotopların kullanılması konularında öğrenim ve staj yapmıştır.

* DSİ Genel Müdürlüğünde, 1963 yılında, uzman jeolog olarak tekrar göreve başlamıştır. 1966 yılında, Fransız ASTEF bursu ile Fransa'da, mühendislik jeolojisi çalışmaları yapmıştır. 1978 yılında, DSİ, Doğal Yapı Gereçleri Etüd ve Değerlendirme Fen Heyeti Müdürlüğüne atanmıştır. 1982 yılında ise, Organizasyon, Eğitim ve Teknoloji Dairesi Başkan yardımcısı olmuştur. Sırasıyla, 1979 ve 1982 yıllarında kısa sürelerle Zürih ve Neuchatel üniversiteleriyle Yugoslavya'da mesleği ile ilgili incelemelerde bulunmuştur.

* A.D.M.M. Akademisi İnşaat Mühendisliği Bölümünde, 1967 ve 1979 yılları arasında jeoloji ve mühendislik jeolojisi, 1984 yılından itibaren H.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümünde dersler vermiştir. DSİ'ndeki görevinden, 31.07.1992 tarihinde emekli olmuştur.

* A.Mesut ÇETİNÇELİK, Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesinin 25nci üyesidir. Milli Komitemizin Yönetim Kurulunda, uzun yıllar görev yapmıştır. Komitemize ve mühendislik jeolojisine yapmış olduğu değerli katkıları nedeniyle, 1993 yılında kendisine onursal üyelik ünvanı verilmiştir.

* A.Mesut ÇETİNÇELİK, 17.12.1996 günü Ankara'da vefat etmiştir. Değerli meslektaşımızın kaybı, büyük üzüntüye sebep olmuştur. Her zaman, görevini en iyi şekilde yapmak için üstün çabalar harcayan bu örnek meslektaşımızı rahmetle anarken ailesine, DSİ mensuplarına, arkadaşlarına ve üyelerimize başsağlığı dileriz.

ULUSAL MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ TÜRK MİLLİ KOMİTESİ

KURUMSAL ÜYELER

1. Ankara Üniversitesi
2. Cumhuriyet Üniversitesi
3. Çukurova Üniversitesi
4. Dokuz Eylül Üniversitesi
5. Fırat Üniversitesi
6. Hacettepe Üniversitesi
7. İstanbul Teknik Üniversitesi
8. İstanbul Üniversitesi
9. Karadeniz Teknik Üniversitesi
10. Kocaeli Üniversitesi
11. Selçuk Üniversitesi
12. Afet İşleri Genel Müdürlüğü
13. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
14. EİE İdaresi Genel Müdürlüğü
15. İller Bankası Genel Müdürlüğü
16. Jeoloji Mühendisleri Odası
17. BOTEK A.Ş.

ONURSAL ÜYELER

1. Mesut ÇETİNÇELİK
2. Prof. Dr. İ.Enver ALTINLI
3. Prof. Dr. Kazım ERGİN
4. Jeo. Müh. Turhan AKLAN

AKTİF ÜYELER

5. Prof. Dr. Erdoğan YÜZER
6. Prof. Dr. Okay EROSKAY
7. Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
11. Jeo. Müh. Saim KALE
12. Jeo. Müh. Behiç ÇONGAR
16. Prof. Dr. Okay GÜRPİNAR
17. Dr. Ali M. GÖZÜBOL
21. Prof. Dr. Necdet TÜRK
23. Prof. Dr. Remzi DİLEK
24. Prof. Dr. Fikret TARHAN
29. Jeo. Müh. Erman AŞCIOĞLU
35. Prof. Dr. Ergun TOĞROL
37. Prof. Dr. Mahir VARDAR
40. Prof. Dr. Vedat DOYURAN
50. Doç. Dr. Mustafa ERDOĞAN
62. Jeof. Müh. Nevzat BÜYÜKKÖSE
73. Dr. K. Tahsin ŞENYUVA
91. Dr. Erdal ŞEKERCİOĞLU
93. Yar. Doç. Dr. Suat BOYNUKALIN
94. Yard. Doç. Dr. Fikri BULUT
96. Yard. Doç. Dr. Özkan CORUK
104. Doç. Dr. Nurkan KARAHANOĞLU
111. Doç. Dr. Simav BARGU
114. Dr. Mehmet YALÇINKOCA
115. Dr. Orhan ŞİMŞEK
117. Dr. Süleyman DALGIÇ
118. Doç. Dr. Reşat ULUSAY
120. Yard. Doç. Dr. Feda ARAL
126. Doç. Dr. Recep KILIÇ
133. Prof. Dr. Ergin ARIOĞLU
134. I. Halil ZARİF
139. Prof. Dr. Ahmet ERCAN
143. Doç. Dr. Hasan TOSUN
144. Yard. Doç. Dr. Atiye TUĞRUL
148. Dr. Tamer TOPAL
150. Doç. Dr. Mustafa YILDIRIM
151. Doç. Dr. Can AYDAY
154. Prof. Dr. Şakir ŞİMŞEK
166. Prof. Dr. Akın ÖNALP
169. Doç. Dr. Remzi KARAGÜZEL
171. Jeo. Müh. Mehmet ALKAN
172. Doç. Dr. Turgut ÖZTAŞ
175. Doç. Dr. Safiye Feyza ÇİNİCİOĞLU
177. Prof. Dr. Ethem GÖNENÇ
178. Doç. Dr. M. Nuri BODUR
179. Hidayet TAGA
180. Doç. Dr. Hüseyin GÖKÇEKUŞ
181. Jeo. Yük. Müh. Ayhan KOÇBAY
182. Yard. Doç. Dr. Mehmet ÇELİK
183. Adnan GÜL
184. Jeo. Yük. Müh. Zülfü GÜROCAK

YAZIM KURALLARI

- * Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi Bülteni, Uygulamalı Jeolojinin değişik alanları ile ilgili, özgün sonuçları olan Türkçe makaleleri kabul eder.
- * Makaleler, şekil, çizelge, levha ve fotoğraflar dahil olmak üzere en fazla 8 sayfa olacak şekilde, A4 kağıdının bir yüzüne, alt, üst ve yanlarında 2,5 cm boşluk bırakılarak, 1 1/2 aralıklı, Word 6.0, Times New Roman fontunda 12 ölçüsünde yazılmalıdır.
- * Makaleler, Türkçe ve İngilizce başlık, Yazar(lar)ın adı soyadı ve adresi, öz, abstract, giriş, bölümler ve alt bölümler, sonuçlar veya tartışmalar ve sonuçlar, teşekkür ve kaynaklar sırasına uygun olarak düzenlenmelidir.
- * Öz ve abstract makalenin tümünü yansıtır nitelikte ve kısa olmalıdır.
- * Bölümler ve alt bölümler, 1., 1.1.,.....2., 2.1.,....., şeklinde numaralandırılmalıdır.
- * Kaynaklara metin içerisinde yazarın soyadı ve tarihi belirtilerek atıfta bulunulmalıdır.
- * Kaynaklar aşağıdaki sırada verilmelidir.
- * Soyadı, A., tarih, makalenin başlığı, derginin kısaltılmış adı, sayı, başlangıç ve bitiş sayfası.
- * Şekil, çizelge, levha ve fotoğraflar A4 kağıdında, en büyük boyut 15x20 cm olmalıdır. Şekillerin çizgi ve yazıları net ve okunaklı olmalıdır. Levha sayısı en çok üç, fotoğraflar siyah-beyaz renkte ve parlak kağıda basılmış olmalıdır. Şekil, çizelge, levha ve fotoğraflarla ilgili tüm açıklamalar Türkçe ve İngilizce olarak ayrı ayrı listeler halinde verilmelidir.
- * Makaleler, biri orjinal olmak üzere üç nüsha halinde Genel Sekreterlik adresine gönderilmelidir.

Not: 1996 yılı Genel Kurulunda alınan karar uyarınca, makaleler hakemli dergiler kurallarına göre yayınlanmaktadır.

KURUMSAL ÜYELER

* AFET İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ - LODUMLU
ANKARA

* ANKARA ÜNİV. FEN FAK. JEOLojİ MÜH. BÖLÜMÜ
ANKARA

* BOTEK A. Ş. MASLAK İŞ MERKEZİ
İSTANBUL

* CUMHURİYET ÜNİV. JEOLojİ MÜH. BÖLÜMÜ
SİVAS

* ÇUKUROVA ÜNİV. JEOLojİ MÜH. BÖLÜMÜ
ADANA

* DOKUZEYLÜL ÜNİV. JEOLojİ MÜH. BÖLÜMÜ
İZMİR

* DSİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ YÜCETEPE
ANKARA

* EİE GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
ANKARA

* HACETTEPE ÜNİV. JEOLojİ MÜH. BÖLÜMÜ
ANKARA

* İLLER BANKASI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
ANKARA

* İSTANBUL ÜNİV. JEOLojİ MÜH. BÖL. AVCILAR
İSTANBUL

* İTÜ MADEN FAK. JEOLojİ MÜH. BÖL. MASLAK
İSTANBUL

* KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ YÜCETEPE
ANKARA

* KTÜ JEOLojİ MÜH. BÖLÜMÜ
TRABZON

* JEOLojİ MÜHENDİSLERİ ODASI KIZILAY
ANKARA

* MTA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
ANKARA