



MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ

TÜRK MİLLİ KOMİTESİ

BÜLTENİ

55
SAYI
ŞUBAT
1983
YIL

İÇİNDEKİLER

4. ULUSLARARASI MÜHENDİSLİK JEOLJİ KONGRESİ, BİLİMSEL
TOPLANTI ENDÜSTRİSİ ve TÜRKİYE

K. ERGUVALNLI

YERALTISU DÜZEYİ DEĞİŞİMLERİNİN İSTATİSTİKSEL
MODEL İLE BENZEŞİMİ

V. DOYURAN

DENİZLİ - KIZILDERE ALANININ JEOTERMAL
ENERJİ POTANSİYELİ

Ş. ŞİMŞEK - O. EROSKAY

İZMİR - ALTINDAĞ KÜTLE HAREKETLERİNİN
MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ

S. ÇAKICI

KIBRIS TÜRK FEDERE DEVLETİNİN
SU KAYNAKLARI

O. ÜSTÜN

KAYA ANİZOTROPİSİ ve KAYANIN
KIRILMA DİRENCİNDEKİ DEĞİŞİMLER

M. VARDAR

İSTANBUL

MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ TÜRK MİLLİ KOMİTESİ YÖNETİM KURULU

- Başkan : Prof. Dr. Kemal ERGUVANLI (İ.T.Ü. MADEN FAKÜLTESİ)**
Sekreter : Prof. Dr. Okay EROSKAY (İ.Ü. MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ)
Sayman : Doç. Dr. Aziz ERTUNÇ (E.İ.E. İDARESİ - ANKARA)
Üye : Doç. Dr. Vedat DOYURAN (O.D.T.Ü. MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ)
Üye : A. Mesut ÇETİNÇELİK (D.S.İ. OETD - ANKARA)

Yayın Kurulu Yönetim Kuruludur.

Yazışma adresi : Prof. Dr. Okay EROSKAY
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
Mühendislik Fakültesi
İstanbul Üniversitesi

VEZNECİLER
İSTANBUL

Basıldığı yer :
ÇAĞLAYAN BASİMEVİ
Cağaloğlu, Çatalçeşme Sokak No : 26/3-4 — İstanbul

IV. ULUSLARARASI MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ KONGRESİ BİLİMSEL TOPLANTI ENDÜSTRİSİ VE TÜRKİYE

Kemal ERGUVALI *

GİRİŞ

Çeşitli bilim dallarında yapılan bilimsel toplantılar, simpozyumlar, kollokyumlar ve kongreler, ülkelerin gelişme düzeylerini gösteren belirgin bir ölçüt olarak düşünülmektedir. Bundan dolayı her ülkenin, tüzel ve özel bilimsel kuruluşları, kurumları, araç ve gereç yapanları araştırma enstitüleri ve üniversiteler, yaptıkları çalışma ve araştırmaları dünyaya duyurmak, yaymak ve aynı konuda çalışanların düşünce ve fikirlerinden yararlanmak ve bu kişileri tanımak amacıyla toplantılar düzenlemektedir. Genelde esas amaç bilimsel olmakla beraber, ekonomik yön, çoğun ayrı bir önem taşımaktadır. Bu nedenlerle bu tür bilimsel toplantılar her ülkede her yıl artmaktadır. Özellikle, gelişmekte olan ülkelerin elemanları, bilimsel dağarcıklarını artırmak, ünlü bilim adamların: görmek, dinlemek ve bu arada inceleme ve Turistik gezilere katılarak, bunları daha yakından tanımak ve konuşup problemleri hakkında fikir almak olanağını elde etmektedir. Bu arada, toplantıyı düzenleyicilerin kişiliğine göre de ülke ekonomik açıdan da büyük bir yarar sağlamaktadır. Bunlardan dolayı ülkeler arasında çekişmeli bir yarış ve büyük bir çaba sarfı görülmektedir.

BİLİMSEL TOPLANTI ENDÜSTRİSİ

Bu yıl Hindistanda düzenlenen IAEG'nin Genel Kurulu (cunsul meeting) toplantısında V. Uluslararası Mühendislik Jeolojisi toplantısının kendi ülkelerinde yapılması için, Arjantin ve Birleşik Amerika arasında büyük bir çekişme olmuş, uzun konuşmalar ve gizli oylama sonucu, Arjantine daha önce Paris toplantısında, kısmen de olsa, söz verilmiş olması neden gösterilerek, büyük bir çoğunlukla (28/8 oyla), IAEG'nin V. kongresinin Arjantin'de yapılmasına karar verilmiştir.

Bu gün her ülke çeşitli açılardan yararlanmak için

"Bilimsel Toplantı Endüstrisi"ni geliştirmeye büyük bir çaba sarf etmektedir.

Hindistanın başkenti Yeni Delhide 1982 yılının Aralık ayının ilk yarısında IV. Asya Oyunları, Uluslararası Demiryolu Konferansı, IV. Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Kongresi, Enerji ve Kullanma Yolları, Sigorta ve Rist v.b. konularında, 7-8 toplantı düzenlenmiş, değişik kesimden değişik düzeyde, binlerce insanın Hindistana gelmesi ve gezip görmesi sağlanmıştır.

ULUSLARASI MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ KONGRELERİ VE ÖZELLİKLERİ

1964 yılında Hindistanda, 22. jeoloji kongresi toplantısı sırasında kurulmasına karar verilen Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Birliği (IAEG) ilk kongresini, 1970 yılında Fransada, Pariste yapmıştır. Bu ve bundan sonraki kongrelere ait sayısal bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.

1982 yılı sonunda yapılan IV. uluslararası mühendislik jeolojisi kongresi, 5-10 Aralık 1982 tarihleri arasında Hindistanın başkenti Yeni Delhide toplanmıştır. Kongreye 30 ülkeden 520 dolayında delege katılmıştır. Bunlardan 410 kadarı Hindistanın çeşitli bölgelerinden, 110 kadarı da Hindistan dışından gelmiştir. Dışardan gelen bayan refakatçide 15 kişidir. Kongreden önce ve kongreden sonra, Keşmir bölgesi, Srinagar bölgesi, Bhakra barajı, Varanasi-Nagpur bölgesi ve Obra barajına 5-6 günlük teknik ve turistik geziler düzenlenmiş, mühendislik jeolojisi ile ilgili problemler görülmüş ve incelenmiştir. Ayrıca Agra'ya da günlük bir gezi yapılmıştır.

Tablo 1'e bakılacak olursa, kongrelere katılma sayısının kongrenin yerine göre değiştiği, fakat bildiri konularının ve sayılarının arttığı görülmektedir.

Sıra	Yıl, Ay	Ülke - Kent	Katılan			Sunulan Bildiri	
			Ülke	Delege	Türkiyeden	Diğer	Türkiye
I	1970, Eylül	Fransa-Paris	35	400	4	110	—
II	1974, Ağustos	Brezilya-Sao-Paulo	36	640	2	174	2
III	1978, Eylül	İspanya-Madrit	45	480	4	246	2
IV	1982, Aralık	Hindistan-Yeni Delhi	30	520	1	143	1
V	1986, Eylül	Arjantin-Boinos-Aires					

Tablo 1 — Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Kongreleri

* Prof. İ.T.Ü. Maden Fakültesi,
Jeoloji Mühendisliği Bölümü.

Yeni Delhide toplanan IV. uluslararası Mühendislik Jeolojisi Kongresi 10 Aralık 1982'de, Yeni Delhideki Teknik Üniversite (Indian Institute of Technology) nin konferans salonunda, Hindistan Endüstri-Çelik ve Maden Bakanının konuşması ile açıldı.

Organizasyon komitesi başkanı, önce IAEG'nin icra kurulu üyelerini, M. Arnould, M. Sergeev, P. Primel, Langer'i konuşmalarını yapmak üzere kürsüye davet etti. Sonra, IV. kongre'yi düzenleyenler konuştu ve son olarak da organizasyon komitesi başkanı, Hindistan Endüstri-Çelik ve maden bakanı Shri Tiwari'yi açılışı yapmak üzere kürsüye davet etti. Bakan, mühendislik jeolojisi'nin, Planlama, Enerji, su ve malzeme konularında yaptıkları yardımları ve katkıları uzun uzun anlattı, Hindistan gibi kalkınmakta olan ülkeler için önemini örneklerle ayrıntılı olarak belirtti ve sonra da : Hindistan jeoloji servisi ile mühendislik jeolojisi kuruluşunun düzenlediği "Özel Sergi", Eyalet Endüstri-Çelik ve Maden Bakanı Bayan Shrimathi Ramdulari Sinha tarafından açıl-

dı ve sergi ilgi ile gezildi. Öğleden sonra da, düzenlenen programa göre, Teknik oturumlara, bildirilen sunulmasına geçildi.

KONGRELERDE İNCELENEN KONULAR VE SUNULAN BİLDİRİLER

Yeni Delhideki IV. Uluslararası Mühendislik Jeolojisi kongresinde 7 ana konu ve birçok alt konu ele alınmış ve herbirinde birçok bildiri verilmiştir. Sunulan bildirilerin toplam sayısı 143'dir. Sunulan bu bildiriler 8 büyük kitap halinde, kongreden önce yayınlanmış ve katıllanlara verilmiştir.

Kongrede irdelenen konular ve alt konular mühendislik jeolojisi'nin en güncel sorunlarıdır.

Bildiri konuları, alt konu adetleri, sunulan bildiri sayıları ve sunan ülkeler tablo 2 de gösterilmiştir. Tablonun incelenmesinde, bildirilerin yaklaşık 1/3'ünün Hindli yerbilimciler tarafından verildiği görülür.

Konular		Alt Konu Sayısı	Bildiri Sayısı	Düşünceler
1	Çevre geliştirilmesinde ve değerlendirilmesinde Mühendislik Jeolojisi	6	50	15 ülkeden (19 Hindistan, 4 S. Arabi, 3 Çinli ve U.S.A.)
2	Tünel ve yeraltı kazılarında mühendislik jeoloji problemleri	6	25	13 ülkeden (11'i Hindli)
3	Malzeme olarak taş ve toprak	3	24	13 ülkeden (6 Hindli, 5 Fransız)
4	Doğal ve yapay göllerde Mühendislik Jeolojisi Problemleri	5	13	5 ülkeden (6 Hindli)
5	Deniz Kıyıları ve şelf alanlarında mühendislik jeolojisi problemleri	4	5	3 ülkeden (2 Hindli)
6	Mühendislik projelerinde sismik ve sismo-tektonik araştırmalar	4	19	5 ülkeden (7 Hindli, 5 Çin, 4 İtalya)
7	Mühendislik Jeolojisi Tarihi ve gelişimi	2	7	7 ülkeden

Tablo 2 — Kongrede incelenen konular ve sunulan bildiri sayıları

Bu bildirilerden başka, çağrılı olarak gelen Avusturyalı Prof. Dr. L. Muller "Tünel yapımında mühendislik jeolojisi ve kaya mekaniği'nin etkileri" konusunda; İsveçten Dr. M. Molfrelt'de "Yeraltı Depolama yapıları ve Mühendislik Jeolojisi" isimli iki konferans vermiş-

lerdir.

Kongre panel düzeninde olmuş, oturum başkanları, yardımcıları ve panel, üyeleri düşünce ve fikirlerini 5-15 dakikada açıklamışlar ve sonra da bildirilere geçilmiş-

	1979	1981	1982
Milli komite	38	44	44
Milli komitelerin toplam üyesi	3640	3880	4153
Bülten alanlar	2160	2950	3180
Kişisel üye	180	120	190
kurumsal üye	80	80	100
Toplam üye	3900	4080	4443
Bülten alan üye	2390	3120	3430
Bülten abonesi	180	200	205
Satılan toplam Bülten sayısı	2570	3320	3635

Tablo 3 — Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Birliği (IAEG)'nin 1982 Sonundaki Üye Durumu

IAEG'nin Genel Kurul (Counsul Meeting) Toplantıları ve Alınan Kararlar :

IAEG'nin tüzüğüne ve bu güne kadar süre gelen geleneğe göre, kongre ve simpozyumlardan önce ve simpozium süresinde, IAEG'nin genel kurulu toplanmakta ve genel sekreter tarafından daha önce düzenlenen ve üyelere dağıtılan gündeme göre de işler karara bağlanmaktadır. IAEG'nin tüzüğüne göre esas karar organı yönetim kurulu (Sounsul members) ve sonra da genel kuruldur.

Bu kurul (counsul), İcra Komitesi (Başkan, Genel Sekreter, Muhasip, bir önceki başkan, her kıtadan bir tane olan Başkan Vekilleri ve Milli Komite Başkanları (ya da vekilleri) dan oluşmaktadır.

Bu kongrede, 8, 9 ve 13 Aralık 1982 tarihlerinde, yönetim kurulu toplantıları yapıldı ve 1981 Eylülünde İstanbul simpozyumunda alınan kararlar bu toplantıda Yönetim ve Genel kurula sunuldu ve önemli konular aşağıdaki şekilde karara bağlandı.

1. Yeni yönetim kurulu : Süresi biten eski yönetim kurulu üyeleri yerine oy birliği ile :

Başkanlığa :

Prof. Dr. M. LANGER (Batı Almanya),

Genel Sekreterliğe :

Dr. L. Primel (Fransa),

Muhasip üye :

Ing. A. Peter (Fransa),

Başkan Yardımcısı :

Prof M. Matula (Çek, Batı Avrupa),

Başkan Yardımcısı :

Prof. S. Wang (Çin, Asya),

Başkan Yardımcısı :

Dr. D. Varnes (A.B.D. Kuzey Amerika),

Başkan Yardımcısı :

Dr. V. Rimoldi (Arjantin, Güney Amerika),

Başkan Yardımcısı :

Dr. Bell Caubozu (Avustralya - Avustralya),

Başkan Yardımcısı :

Prof. Dr. Madomo (Nijerya, Afrika),

İcra komitesine seçildi.

2. Bu günkü tüzüğe göre, yönetim kurulları, yaradan bir fazla üyenin bulunmasıyla çoğunluğu sağlamaktır. Bu da çoğun mümkün olmadığı için tüzük değişikliği yapıldı ve bundan sonra, yönetim kurulu; "üye sayısının 1/4'nün bulunmasıyla toplanabilecekleri ve karar alabilecekleri" şekline getirildi.
3. Bu yılda da üye ödentilerinin artırılmamasına,
4. Kurumsal üye aidatlarının % 50 yükseltilmesine,
5. Bu tür üye sayısının artırılmasına ve IAEG birliğinin mali durumunun korunmasına, ve kuvvetlendirilmesine,
6. 3-4 dilde yayınlanarak "Mühendislik Jeolojisi" kitabı için Sergeev, Dearman, Arnould, Erguvanli ve Langer'den oluşan "Editorial Board"ın başkanlığına Prof. Dearman'ın getirilmesine, kitabın 600 sayfa civarında, 8 ana bölüm ve birçok alt bölümler halinde planlanmasına, bu hususta, milli komitelerden de öneri istenmesine,
7. "Yerinde Deneylerle Zemin ve kaya araştırmaları" konusunda, Fransa-Pariste, Mayıs 1983'de Zemin Mekaniği, Kaya Mekaniği ve Mühendislik Jeolojisi Birlikleri, beraberce Uluslararası bir Simpozyum yapmasına,
8. 12-15 Eylül 1983'de, Portekiz-Lisbon'da yapılacak "Mühendislik Jeolojisi ve Yeraltı Kazıları" Uluslararası Simpozyumu" sırasında yönetim kurulu-nun toplanmasına,
9. 21-23 Mayıs 1984'de Fransa-Nice de "Agregates" konusunda uluslararası tertiplenmesine,
10. 4-14 Ağustos 1984 tarihlerinde Moskova (USSR) de toplanacak "27. Uluslararası Jeoloji Kongresi" nin 17. oturumunda Mühendislik Jeoloji'nin
 - 17.1.1 — Mühendislik jeolojisinde Teorik Problemler,
 - 1.2 — Jeolojik çevrenin korunması ve bundan rasyonel yararlanma da mühendislik jeolojisi problemleri,
 - 1.3 — Kayaçlar üzerindeki çalışmalar ve Mühendislik jeolojisi açısından nitelikleri,
 - 1.4 — Jeolojik işleylerin gelişme ve oluşlarını kantitatif ve geniş zaman içinde tanımlama,
 - 1.5 — Bölgesel Mühendislik jeolojisi, haritalama ve bölgeleme (Zonetion), de mühendislik jeolojisi problemleri,

1.6 — Mühendislik jeolojisiinde yeni yöntem ve teknikler.

17.2 — Interdisipliner simpozyumlar :

17.2.1 — Hidrojeoloji de ve mühendislik jeolojisiinde uzaktan Algılama,

2.2 — Tümdonuk (Permafrost) bölgelerin geliştirilmesiyle ilgili mühendislik jeolojisi ve hidrojeoloji problemleri.

Oturum yürütücüleri :

Prof. M. Sergev (USSR)

Prof. M. Arnould (Fransa)

Prof. M. Langer (FRG)

olarak belirlendi.

11 — İtalya-Baride, "Mühendislik Jeolojisi ve Depremler" konusunda Eylül 1984'de Uluslararası bir simpozyum yapılmasına,

12 — "V. Uluslararası Mühendislik Jeolojisi kongresi"nin Arjantinde Boenos-Aires'de, Eylül 1986'da toplanmasına,

13 — Unesco namına toplantıya katılan Dr. N. Snejko, unesco'nun uluslararası mühendislik jeolojisi birliğine her türlü yardımı yapmağa hazır olduğunu, özellikle çevre jeolojisi ve litosferi değiştiren mühendislik jeolojisi parametreleri üzerinde çalışılmasına öncelik verilmesinin yerinde olacağını dile getirdi ve bu konularda çalışılması önerildi.

Yeni Delhide yapılan uluslararası mühendislik jeolojisi yönetim kurulu toplantılarının sonunda özetle :

- Birliği, kuruluşundan bugüne kadar, 10 yıldan fazla bir süre, idare eden, milli komite sayısını 44'e ve üye sayısını 4400'ün üzerine çıkarılan (Tablo 3) genel sekreter Dr. R. Volters ve ekibi, idareyi Fransız grubuna : şeref başkanı Prof. Dr. M. Arnould ile, LPC ve BRGM müdürlerin e : Dr. Primel ve ing. Peter'e verildiği,
- Fransız ekibi, birliği, parasal ve bilimsel açıdan daha da ilerletmeği amaçladığı,
- Yapılacak yayınların, kitapların ve toplantıların bir süre sonra daha düzenli bir şekile getirileceği,
- Her yıl birçok ülke tarafından yapılması istenen simpozyum ve bilimsel toplantılara ayrı bir özen gösterileceği hususlarında birliğe varıldığı görüldü.

KONGREYE KATILANLAR VE YÜRKİYE

Hindistanda toplanan IV. mühendislik jeolojisi kongresine katılanların büyük bir kısmını, yaklaşık 400 kişisini, Hindli yerbilimciler oluşturmuştur. Bu da doğaldır. Ulaşım, uzaklık ve parasal nedenlerle Avrupa ve Amerikadan gelenlerin sayısı azdır; Hindistan dışından, en çok

21 kişi ile katılan Çin grubu olmuştur. Bundan sonra, Fransa (13), Rusya (7) Romanya ve Yugoslavya (5) gelmektedir. Komşumuz Bulgaristandan (4), Yunanistan (3), Türkiyeden de 1 kişi katılmıştır.

Riyad üniversitesinde Asis. Prof. olan Dr. Orhan A. Erol "Collapse Behaviour of Deserd Loess" konulu bir bildiri vermek için gelmiştir. Üyemiz Doç. Dr. V. Doyuran kongreye katılmamış, fakat :

"Makkah Inner Ring Road Project : Engineering Geological Site Investigations for Tunnel Mit-4 isimli bildirisi kongre proceediginde yayınlanmıştır.

YENİ ÇALIŞMA GRUPLARININ OLUŞTURULMASI

Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Birliği (IAEG) kuruluşundan bu yana, 8-9 çalışma grubu oluşturmuş, bunlar arasında, "Kitle Hareketleri Heyelanlar"; "Mühendislik Jeolojisi Haritalar", "Agregalar", "Karstik Bölgelerde Mühendislik Jeolojisi Problemleri" ve "Yapı Alanları Araştırmaları" grupları çok yararlı çalışmalar ve yayınlar yapmıştır.

Bu toplantıda yeni çalışma gruplarının oluşturulması görüşülmüş ve özellikle 1970-1980 arasında, on yıl süren "Uluslararası Géodynamique Projesi" çalışmaları yerine, 1980'de, Uluslararası Paris Kongresinde kurulan, "Unesco ve Uluslararası Jeoloji Birliğince de onaylanan "International Commission on Lithosphere" e bağlı olarak "Çevreye Etkiyen Mühendislik Çalışmaları", "Çevre Jeolojisi" ve "Doğal Afetler" Konusunda çalışma gruplarının kurulması önerilmiştir.

SONUÇ VE DÜŞÜNCELER

Uluslararası Hindistan Kongresinde, bu tür bilimsel toplantıların her ülke için ayrı bir önem taşıdığı, gerçekleştirilmesinde, bildiri vermede, katılıp sunmada ve yapılanları duyurmada, büyük bir yarışın varlığı görülmüştür.

Yurdumuz, velevki bir kişi ve bir bildiri ile de olsa bu yarışa katılmış, yarışta var olduğunu göstermiş ve sesini duyurmuştur. Ayrıca, başlangıçtan bu yana olması ve bulunması gerekli sürekliliği ve tüm yayınları sağlamıştır.

Gerçekte, 45 ülkeden 4400 üyesi olan IAEG'ye 70 üye ile katılan Türkiye'nin nicelik, nitelik, mühendislik jeolojisi ile uğraşanların sayısı ve düzeyi açısından bu tür yarışlara, bir kişi ve bir bildiri ile değil birçok bildiri ve birçok kişi ile katılması gerekir. Bu azlık ve çekingenliğin kuşkusuz birçok nedenleri vardır. Mühendislik jeolojisi Türk Milli Komitesi, bundan böyle tüzük, amaç ve oluş nedeni doğrultusunda, bu azlık ve çekingenliği kaldırmayı kararlaştırmıştır. Bundan dolayı, bu yıldan itibaren, Mühendislik Jeolojisi ile ilgili her türlü bilimsel toplantı, simpozyum ve kongrelere "Bildiri ile Katılacak"lara milli komiteye önceden başvurmak koşulu ile, mümkün olan her türlü "Parasal" ve "İşlemsel" yardım yapılmayı ve toplantılara katılmayı artırmayı, kararlaştırmıştır.

YERALTI SU DÜZEYİ DEĞİŞMELERİNİN İSTATİSTİKSEL MODEL İLE BENZEŞİMİ

SIMULATION OF GROUNDWATER LEVEL FLUCTUATIONS USING STATISTICAL MODEL

Vedat DOYURAN *

ÖZET

Son yıllarda, yeraltı su kaynaklarının en etkin bir şekilde planlanması ve işletilmesi amacı ile çeşitli hidrojeolojik modeller geliştirilmiştir. İstatistiksel modeller ise, sağladıkları esneklik ve kolaylıkları nedeniyle, hidrojeolojide yaygın uygulamalara adaydır.

İskenderun körfezinin kuzeydoğusunda yer alan Erzin ovasındaki iki adet gözlem kuyusunda, yeraltı su düzeyi değişimlerinin benzeşimini gerçekleştirmek için, çok değişkenli regresyon tekniğini kullanarak bir istatistiksel model geliştirilmiştir. Model, yeraltı su düzeyi değişimlerinin yaklaşık % 80-85 dolayında yağışa ve pompaja bağımlı olduğunu göstermektedir. Beslenme ve boşalım ile ilgili diğer güvenilir verilerin de ilavesi ile modeli daha da geliştirmek mümkündür. Önerilen model, değişik yağış ve pompaj koşulları altında, ileriki yıllar için yeraltı su düzeyi değişimlerini tahmin etmek amacı ile kullanılabilir.

ABSTRACT

In the recent years, various hydrogeological models have been developed for the most effective planning and management of groundwater resources. The statistical models, on the other hand, are also likely to have wide applications in hydrogeology since they provide sufficient flexibility and simplicity in their computations. A statistical model, using multiple regression technique, has been developed in order to simulate groundwater level fluctuations of the two observation wells located in Erzin plain, northeast of Gulf of Iskenderun. The model shows that 80 to 85 % of the groundwater level fluctuations may be simulated using precipitation and pumpage data. It is also possible to improve the model with the addition of other reliable data on various recharge and discharge parameters. The proposed statistical model may be used to predict future groundwater level fluctuations under various precipitation and pumpage conditions.

GİRİŞ

Yeraltı suyu işletmeciliğinde en önemli husus, akiferin üretimden (pompaj) etkileşiminin saptanmasıdır. Bu

ise üretim ile yeraltı su düzeyi ilişkilerinin değerlendirilmesi ile mümkündür. Endüstriyel, tarımsal ve içme suyu amaçlı kullanımların özellikle yeraltı suyu kaynaklarına bağımlı olduğu yerlerde bu ilişki daha da önem kazanmaktadır.

Son yıllarda hidrojeolojik model çalışmalarına verilen önem yeraltı suyu işletmeciliğinin en iyi şekilde planlanması gereksiniminin doğal bir sonucudur. Burada "model" sözcüğü, yeraltı suyu rezervuarının dış etmenlerden etkileşimini yansıtabilecek herhangi bir sistem anlamındadır (Prickett, 1979).

Yeraltı su düzeyindeki değişimleri incelemek amacı ile geliştirilmiş modellerin başında fiziksel modeller (kum tankı, Hele-shaw), analog modeller (iletken sıvı analoğu, iletken zar analoğu, rezistans-kapasitans modeli gibi), analitik modeller ve sayısal modeller (sonlu farklar, sonlu elemanlar) gelmektedir (Walton, 1970; Thomas, 1973; Prickett, 1975; Bouwer, 1978). Özellikle yüksek kapasiteli bilgisayarların kullanımı ile son yıllarda sayısal modeller konusunda büyük aşamalar elde edilmiştir. Stallman (1956)'nın öncülük ettiği bu çalışmalara Pinder ve Bredehoeft (1968), Prickett ve Lonnquist (1971), Narasimhan ve Witherspoon (1976) Pinder ve Gray (1977) önemli katkılarda bulunmuşlardır. Ancak, yukarıda belirtilen model çalışmaları geliştirilmiş laboratuvar olanaklarını, ayrıntılı hidrojeolojik verileri ya da fazlaca bilgisayar zamanı gereksinimini zorunlu kılmaktadır.

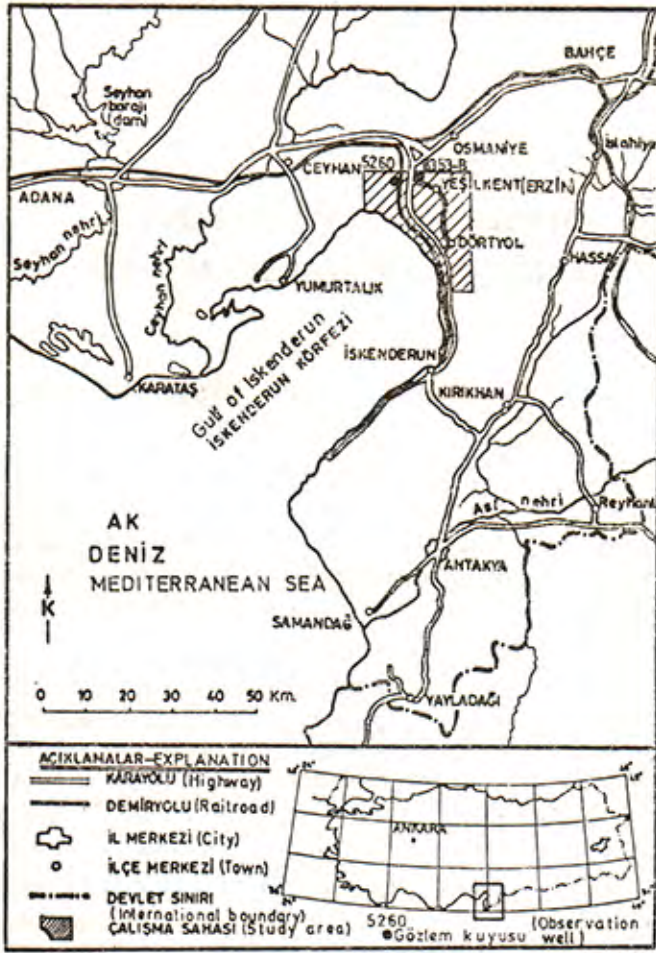
Model çalışmalarına koşut olarak istatistiksel yöntemlerin de hidrojeolojik uygulamaları giderek yaygınlaşmaktadır. Buna örnek olarak Rockaway (1970), Law (1974) ve Hodgson (1978) gösterilebilir. Özellikle çok değişkenli regresyon yöntemi, uygulamada sağladığı esneklik ve kolaylığı nedeniyle tercih edilmektedir.

Bu araştırmada, İskenderun Körfezinin kuzeydoğusunda yer alan Erzin ovasında (Şekil 1) seçilmiş iki gözlem kuyusuna ait yeraltı su düzeyindeki değişimlerin istatistiksel yöntemle modellenmesi ele alınmıştır. Bunun için "çok değişkenli regresyon" yöntemi kullanılmıştır.

İSTATİSTİKSEL MODEL

Yeraltı su düzeyindeki değişimler akiferde beslenme ve boşalmanın bir fonksiyonudur. Bu nedenle, bu değişimlere yol açan öğeleri aşağıdaki genelleştirilmiş yeraltı su bilançosunda görmek mümkündür.

* Doç. Dr. O.D.T.Ü., Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü.



Şekil 1 — Yer bulduru haritası.

$$Q_R + Q_{IN} - Q_P - Q_{ET} - Q_{OUT} = \Delta S \quad (1)$$

Bu eşitliğin sağ tarafı $\Delta S = AS\Delta h$ şeklinde yazılabilir. Böylece (1) no.lu eşitlik aşağıdaki şekli alır:

$$Q_R + Q_{IN} - Q_P - Q_{OUT} = AS\Delta h \quad (2)$$

Burada;

Q_R — Yağıştan, akarsu yatağından, sulama kanallarından ve tarımsal sulamadan süzülme ile beslenme,

Q_{IN} — Yeraltından beslenme,

Q_P — Kuyulardan ve kaynaklardan boşalım,

Q_{ET} — Buharlaştırma ve terleme ile boşalım,

Q_{OUT} — Yeraltından boşalım (dışa akış),

ΔS — Yeraltı haznesindeki değişim,

Δh — Yeraltı düzeyindeki değişim,

S — Akiferin depolama katsayısı,

A — Yeraltı düzeyi değişimlerinden etkilenen alan.

Yukarıdaki (2) no.lu eşitlikte görüldüğü gibi yeraltı düzeyindeki değişimler (Δh) çok sayıda doğal ve yapay olayların etkisinin bir sonucudur. Bunlardan bir kıs-

mı, örneğin, yağış ve pompaj birçok havza için kolaylıkla elde edilebilen verilerdir. Bunlar dışındakiler ise çoğu kez uzun süreli saha deneyleri ya da bazı varsayımlara dayanan yaklaşımlarla hesaplanabilmektedir. Bu nedenle, bunların temini genellikle güç olmakta ya da beraberinde yanlışlı sonuçlar getirmektedir. Yeraltı bilançosunun hazırlanmasında karşılaşılan güçlükler nedeniyle yeraltı düzeyinin dış etmenlerden etkileşimini tanımlayabilecek daha kolay ve pratik modellere gereksinim vardır. Hodgson (1978) böyle bir model için kullanılacak eşitliğin sağlaması gerekli koşulları şu şekilde özetlemektedir:

1. Eşitlik, yeraltı düzeyinin etkileşimini belirli bir duyarlılık çerçevesinde ifade etmelidir.
2. Çözümü kolay olmalıdır.
3. Her türlü değişkeni içerecek şekilde esnek olmalıdır.

Yeraltı düzeyindeki değişimlerin (2) no.lu eşitlikte görüldüğü gibi birçok bağımsız değişkene bağlı olması nedeniyle "çok değişkenli regresyon" (multiple regression) yöntemi kullanılmıştır.

Yeniden (2) no.lu eşitliğe dönersek, burada (Δh) bağımlı değişkeni, eşitliğin sol tarafındakiler ise bağımsız değişkenleri oluşturmaktadır. Bu parametreler çok değişkenli regresyon yöntemi ile aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Davis, 1973, s. 414):

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_mX_m + e \quad (3)$$

Burada (Y) bağımlı değişkeni ve (m) sayıdaki (X) ise bağımsız değişkenleri belirtir. $B_0, B_1, B_2, \dots, B_m$ regresyon katsayıları; e ise modelde öngörülme-yen diğer değişkenlerin etkilerini ve ölçümlerden kaynaklanabilecek hataları içermektedir. Bu eşitliğin çözümü için bağımsız değişkenlere ait verilere gereksinim vardır. Ancak (2) no.lu eşitlik daha da genelleştirilerek aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\Sigma Q_{IN} - \Sigma Q_{OUT} = AS\Delta h \quad (4)$$

Burada,

ΣQ_{IN} : Toplam beslenme

ΣQ_{OUT} : Toplam boşalım, ifade etmektedir.

Böylece (3) no.lu eşitlik iki bağımsız değişken ile ifade edilmiş olur.

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + e \quad (5)$$

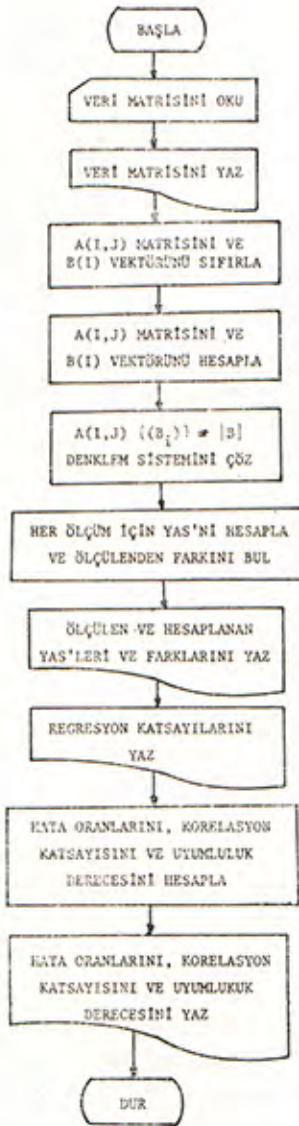
Davis (1973, s. 414) (5) no.lu eşitliğin en küçük kareler yöntemi ile çözümünü şu şekilde vermektedir:

$$\begin{bmatrix} n & \Sigma X_1 & \Sigma X_2 \\ \Sigma X_1 & \Sigma X_1^2 & \Sigma X_1 X_2 \\ \Sigma X_2 & \Sigma X_1 X_2 & \Sigma X_2^2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} B_0 \\ B_1 \\ B_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Sigma Y \\ \Sigma X_1 Y \\ \Sigma X_2 Y \end{bmatrix} \quad (1)$$

Burada, iki bağımsız değişkenli regresyon eşitliği, Erzin ovasında yeralan 5260 ve 8353-B no.lu kuyulardaki yeraltı düzeyi gözlemlerine uygulanacaktır. Erzin ovası için (2) no.lu eşitlikte belirtilen değişkenlerin çoğu geçerlidir (Doyuran, 1980). Ancak, bu değişkenler hakkında

yeterince veri bulunmayışı nedeniyle sadece yağış ve pompaj verileri kullanılacaktır. Burada amaç, iki gözlem kuyusundaki yeraltısu düzeyi değişmelerinin yağış ve pompaja bağlı olarak istatistiksel benzeşim modelini elde etmektir. Bu model, diğer değişkenlerinde ele alınması ile kuşkusuz daha da geliştirilebilir. Ancak, genelde yeraltısu düzeyindeki değişmelerin önemli bir kısmının yağış ve pompaja bağlı olduğu bilinmektedir.

Modelde kullanılan yağış değerleri için Dörtöl istasyonundaki ölçümler seçilmiştir. Pompajlardan boşalım için ise Erzin ovasındaki başlıca sulamayı gerçekleştiren Erzin ve Yeşilkent kooperatiflerinin toplam pompaj cetvelleri kullanılmıştır. Pompaj değerleri 1974 yılı itibarıyla sağlanabildiği için model 1974-1978 yıllarını kapsamaktadır. Bu çalışmada kullanılan bilgisayar programı için akış şeması Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2 — Bilgisayar programı akış şeması.

SONUÇLAR :

İstatistik modelin bilgisayar çözümü ile 5260 no.lu kuyudaki yeraltısu düzeyi değişmelerinin yağış ve pompaja bağlı regresyon eşitliği aşağıdaki gibi bulunmuştur.

$$Y = 6,8101 + 0,0009 X_1 - 0,534 X_2 \quad (7)$$

Burada (X_1) yağışı (toplam logaritmik); X_2 ise pompajı belirtmektedir. Bu eşitlikte korelasyon katsayısı % 91, ilişkinin uyumluluk derecesi % 84 dür. Başka bir deyişle, ilişkinin % 84'ünü bu model ile ifade edebilmekteyiz. Bunun dışında kalan % 16'lık kısım (2) no.lu eşitlikte belirtilen diğer değişkenlerin etkisini ve kullanılan verilerdeki ölçüm hatalarını içermektedir. Buradan da anlaşılacağı gibi 5260 n.lu kuyudaki yeraltısu düzeyi değişmelerinde yağış ve pompaj etkileri diğer hidrolojik verilerden daha önemli yer tutmaktadır.

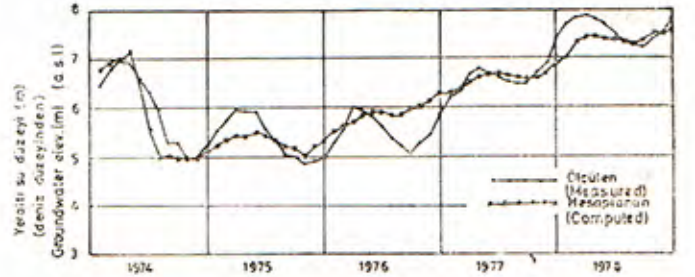
8353-B no.lu kuyudaki yeraltısu düzeyi değişmelerinin yağış ve pompaja bağlı regresyon eşitliği şu şekildedir :

$$Y = 25,3759 + 0,009 X_1 - 0,4879 X_2 \quad (8)$$

Bu eşitlikte korelasyon katsayısı % 89; ilişkinin uyumluluk derecesi ise % 79'dur.

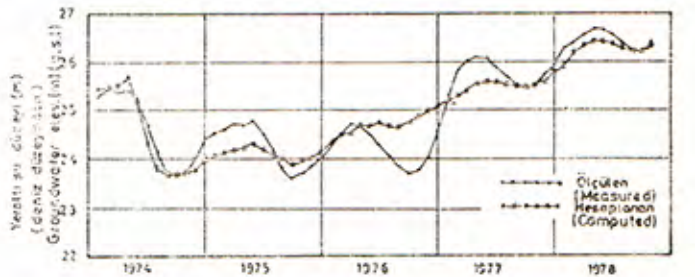
Model çalışmaları sırasında zaman gecikme faktörü de gözönüne alınarak model geliştirilmek istenmiştir. Bunun için 15, 30, 60 ve 90 günlük gecikme faktörleri denenmiştir. Ancak her zaman faktörü için korelasyon katsayısında sürekli azalmalar görülmüş bu nedenle bu uygulamadan vazgeçilmiştir.

Çok değişkenli regresyon yöntemi ile elde edilen yeraltısu düzeyi değerleri, ölçülen değerlerle birlikte 5260 no.lu kuyu için Şekil 3'te; 8353-B no.lu kuyu için ise Şe-



Şekil 3 — 5260 no.lu kuyuda ölçülen ve hesaplanan yeraltısu düzeyi değişmeleri.

kil 4'te verilmiştir. Bu şekillerden görüleceği gibi yeraltısu düzeyindeki değişmelerin genel gidişleri yeterince duyarlı olarak modellenebilmektedir. Bu model yardımı ile Erzin ovasında değişik yağış ve pompaj koşullarına göre yeraltısu düzeyi tahminleri yapılabilir. Ancak, modelin esas amacı yeraltısu düzeyindeki uzun süreli değişimleri saptamaktır. Aslında yeraltısuyu işletme çalışmalarında kısa süreli (günlük, aylık) değişmelerden çok,



Şekil 4 — 8353-B no.lu kuyuda ölçülen ve hesaplanan yeraltısu düzeyi değişmeleri.

uzun süreli (mevsimlik, yıllık) değişmeler ön planda gelmektedir.

İstatistiksel modellerin esas amacı hidrolojik verilerin kısıtlı olduğu havzalarda kısa sürede, veri kısıtlamasının getirdiği duyarlılık içinde, akiferin davranışı hakkında ön bilgi verebilmektir. Bu modeller, daha karmaşık ve aynı derecede etkili sayısal modellerin yerini almalıdır şeklinde yorumlanmalıdır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- BOUWER, H., 1978 Groundwater hydrology: McGraw-Hill Book Company, New York, 480.
- DAVIS, J. C., 1973, Statistics and data analysis in geology: John Wiley and Sons, Inc., New York, 550.
- DOYURAN, V., 1980, Erzin-Dörtüol ovalarının hidrojeolojisi ve yeraltısuyu işletme çalışmaları: Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Doçentlik Tezi, 88 (yayınlanmamış).
- HODGSON, F. D. I., 1978, The use of multiple linear regression in simulating ground-water level responses: Ground water, 16, 4, 249-253.
- LAW, A. G., 1974, Stochastic analysis of groundwater level time series in the Western United States: Hydrology Papers No. 68, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, 26.
- NARASIMHAN, T. N., ve Witherspoon, P. A., 1976, An integrated finite difference method for analysing fluid flow in porous media: Water Resources Research, 12, 1, 57-64.
- PINDER, G. F., ve Bredehoeft, J. D., 1968, Applications of the digital computer for aquifer evaluation. Water Resources Research, 4, 5, 1069-1093.
- PINDER, G. F., ve GRAY, W. G., 1977, Finite element simulation in surface and subsurface hydrology: Academic Press, New York, 295.
- PRICKETT, T. A., 1975, Modelling techniques for ground water evaluation: Adv. Hydrosol. 10, 1-143.
- PRICKETT, T. A., 1979, Ground-Water computer models-state of the art: Ground Water, 17, 2, 167-173.
- PRICKETT, T. A., ve LONNOIST, C. G., 1971, Selected digital computer techniques for groundwater resource evaluation: Illinois State Survey, Bull. 55, Urbana, 62.
- ROCKAWAY, J. Dr., Jr., 1970, Trend-surface analysis of ground-water fluctuations: Ground Water, 8, 3, 29-36.
- STALLMANN, R. W., 1956, Numerical analysis of regional water levels to define aquifer hydrology: Trans. Amer. Geophys. Unsan, 37, 451-460.
- THOMAS, R. G., 1973, Groundwater models: Food and Agriculture Organization of the United Nations, Irrigation and Drainage Paper, 21, Rome, 192.
- WALTON, W. C., 1970, Groundwater resource evaluation: McGraw-Hill Book Co. New York, 664.

DENİZLİ-KIZILDERE ALANININ JEOTERMAL ENERJİ POTANSİYELİ

Şakir ŞİMŞEK *
Okay EROSKAY **

GİRİŞ

Son birkaç on yılda, hızla artan enerji ihtiyacının karşılanması için kömür, petrol, doğal gaz, hidrolik ve nükleer enerji kaynakları yanında jeotermal, güneş, rüzgar, biyogaz vb. diğer enerji kaynaklarının da araştırılması ve yeni olanaklar bulunarak geliştirilmesi konularında önemli projeler gerçekleştirilmiştir. Jeotermal Enerjinin klasik enerji kaynaklarına oranla; daha ucuz, kısa sürede elektrik enerjisi veya diğer amaçlar için yararlanmaya sunulabilir, çoğu zaman ortamı daha az kirlletmesi... gibi nedenlerle tercih edildiği bilinmektedir.

Türkiye'nin genç tektonik evrimi ve yaygın volkanizma etkinliği birlikte değerlendirilince; daha ilk araştırmalarda büyük bir jeotermal enerji potansiyelinin olması gerektiği görüşü benimsenmiştir. Yapılan bölgesel çalışmalara göre ümitli görülen Denizli-Kızılder ve Tekkehamam alanlarında, MTA Enstitüsü tarafından ilk jeotermal araştırma sondajlarına 1965 yılında başlanmıştır. Bu bölgede, MTA Enstitüsünce 17 derin jeotermal sondajı yapılmıştır. Bu araştırmalar sonucunda, Kızılder ve Tekkehamam alanlarında başlıca iki hazne kayanın varlığı tesbit edilmiştir. Birinci hazne kayada en çok 198°C ve ikinci hazne kayadan ise en çok 212°C kuyu dibi sıcaklığı olduğu anlaşılmıştır. Bu önemli keşif, Türkiye'deki Jeotermal enerji potansiyelinin ortaya konulmasında önemli bir kilometre taşı olmuştur. Yapılan fizibilite araştırmalarına göre, Kızılder alanında, yılda toplam 160×10^6 Kwh'lık elektrik üretecek 20 Megawatt gücündeki, Türkiye'nin ilk jeotermal elektrik santralının (JES) inşasına başlanmıştır. Bu santralin 1983 yılı içerisinde işletmeye açılması planlanmıştır.

Jeotermal akışkanın elektrik üretiminden sonra kalan enerjisinin; dokuma sanayinde, sera ve şehir ısıtmasında kullanılması da yararlılığını arttırmaktadır. Bor bakımından zengin santral atıklarının, tarım alanlarında çevre kirlenmesine veya çoraklaşmaya sebep olmayacak sınırlarda tutulması gereği vardır. Ayrıca üretim kuyularında kabuklaşma ve atıkların reenjeksiyonu gibi sorunlar araştırma konusudur.

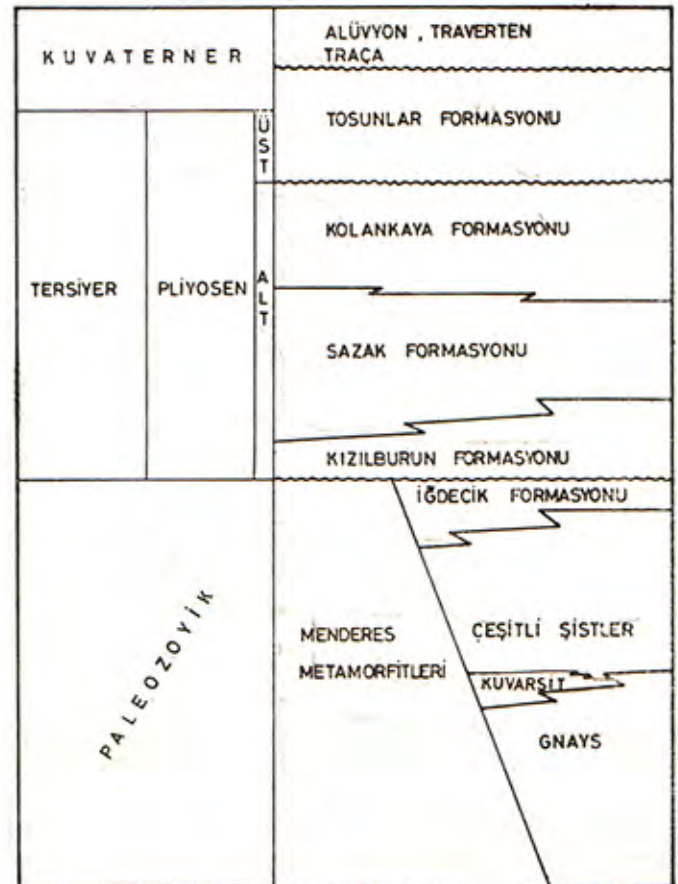
Bu araştırmada Denizli Kızılder alanının jeotermal modeline bir yaklaşım amaçlanmıştır. Bölge için tasarlanan bu model önemli bir jeotermal enerji potansiyeli-

ne sahip görülen Tekkehamam, Buldan ve Yenice... vb. komşu alanlar için de geçerlidir.

JEOLOJİ

Kızılder Jeotermal alanı Büyük Menderes ve Gediz grabenlerinin kesiştikleri bölgededir.

Bölgede, temeli Menderes masifine ait matamorfik kayalar oluşturmaktadır. Yerel kesitlerde, alttan üste doğru başlıca gözlü gnays, gnays-şist, gnays-kuvarsit, çeşitli şistler, mermer-kuvasit-şistlerden oluşan istifler gözlenmiştir. Bu matamorfik temel üzerinde Pliyosene ait örtü birimleri gelmektedir. Karasal veya gölsel fasiyes-teki Pliyosen çökellerinde dört litostratigrafi birimi ayırt edilmiştir. Bunlara alttan üste doğru Kızılburun, Sazak, Kolankaya ve Tosunlar formasyonu adları verilmiştir (Çzl. 1).



Çizelge 1 — Kayastratigrafi birimleri.

* Dr. Jeolog, MTA Enstitüsü, Jeotermal Enerji Servisi Şefi.

** Prof. Dr., İ.Ü. Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü.

Kızılburun formasyonu kırmızı, kahverengi konglome- ra, kumtaşı ve kilitaşı ardalanmasından oluşmaktadır. Ara- da, yer yer linyit tabakaları görülür. Ortalama kalınlığı 200 m. kadardır.

Daha üstte Kızılburun formasyonu ile düşey geçişli Sazakformasyonu yer almaktadır. Sazak formasyonu killi kireçtaşı, kireçtaşı ve marn ardalanmasından oluşmak- tadır. Kalınlığı 100-350 m. arasında değişmektedir.

Pliyosen istifinin üçüncü birimi olan Kolonkaya for- masyonu, sarımsı yeşil marn, kilitaşı ve kumtaşı arda- lanmasından oluşmaktadır. Ortalama kalınlığı 350-450 m. kadardır.

En üstte Pliyosen-Pleyistosen'e ait Tosunlar formas- yonu bulunmaktadır. Bu birim, gevşek tutturulmuş kong- lome- ra ve kumtaşından oluşmaktadır. Ortalama kalınlığı 500 m. kadardır.

Metamorfik birimler interferans kıvrımlı, kırıklı ve faylıdır. Pliyosen veya Pleyistosen sedimentitleri ise ge- nel olarak az eğimli görülmektedir. Yerel kıvrımlar tesbit edilmiştir. Bölge için ayırtman yapı Pliyosen sonu veya Kuvaternerdeki grabenlerin oluşmasıdır. Grabenleşmeyle birlikte yer yer kabuk incilmesi, magma yaklaşımı ve özellikle dislokasyonlar boyunca veya kesişme bölgele- rinde jeotermal alanların oluşmasına elverişli kuşaklar gelişmiştir.

ISI AKIMI

Grabenlerin genellikle büyük atımlı ana fayları bo- yunca birçok termal kaynak vardır. Bu kaynakların sıcak-

lıkları 36-100°C arasında değişir. Yer yer doğal buhar çıkışları vardır. Bölgedeki bazı termal kaynakların sıcak- lıkları Kızıldere 100°C, Tekkehamam 100°C, Demirtaş 100°C, Yenice 42°C, Kamara 56°C, Bölme kaya 36°C ve Uyuzhamamı 74°C ölçülmüştür.

Kızıldere alanında yapılan derin sondajlarda ise ku- yu dibi sıcaklıklarına göre en yüksek değerler, ana fa- ya en yakın kuyularda bulunmuştur. Aynı doğrultu bo- yunca KD-14 de 210.4°C; KD-16 da 211.7°C ve KD 15 de 209.4°C sıcaklık ölçülmüştür. Alanın güneyine doğru sı- caklık düşmektedir. KD-9 da 170°C bulunmuştur (Ş. 1).

Derinlerde ısınan jeotermal akışkan, ana faylar bo- yunca yükselerek graben kenarındaki hazne kayalarda toplanmaktadır. Graben ortasına doğru daha çok soğuk su ile karışmaktadır.

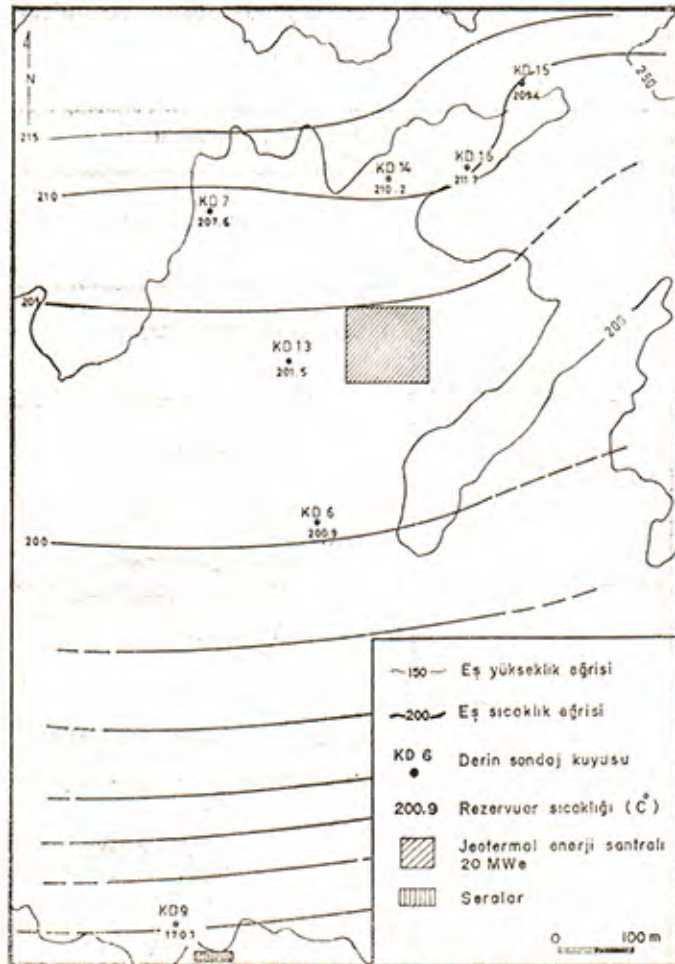
Pliyosen birimlerinde izlenebilen kıvrımların doğrul- tuları genel tektonik gidişlere paralel olup morfolojiye yansımıştır. Asimetrik kıvrımlar yaygındır. Yerel olarak devrik ve yatık kıvrımlar gelişmiştir.

Bölgede jeotermal alanların oluşumunda en önemli etken genç faylardır. Ayrıca yoğun tektonik etkilerle sert ve kırılğan litolojilerde ikincil geçirgenlik gelişmiştir. Böylece hazne kaya niteliği kazanmışlardır. Bu kuşaklar- da jeotermal akışkan birikmesi olmuştur.

ÖRTÜ ve HAZNE KAYALAR

Kızıldere jeotermal alanında üstten itibaren hazne kaya olabilecek birinci birim Sazak formasyonudur (Fo- to 1). Ancak bu birim bölgesel ölçekte hazne kaya nite- liğinde görülmemiştir. Daha derinde ikinci hazne kaya olarak mermer-kuvarsit ve şistlerden oluşan İğdecik for- masyonu iyi bir potansiyele sahiptir. Bu birimde açılan kuyularda dip sıcaklığı 212°C bulunmuştur. Üçüncü haz- ne kayayı da gnays-kuvarsit ve şist biriminin oluşturma- sı beklenmektedir.

Pliyosen'e ait Kolonkaya formasyonu birinci ve Kızıl- burun formasyonu ise ikinci örtü kayayı oluşturmaktadır. İkinci hazne kaya altındaki şistler de üçüncü örtü kaya olmalıdır.



Şekil 1 — II. Hazne kaya eşsıcaklık haritası.



Foto 1 — Kızıldere jeotermal alanına kuzey yönünde ba- kış: KD-6 no.lu üretim kuyusu test sırasında. Geride koyu renkli birim Sazak formasyonu (Ts), açık sarı birim Kolonkaya formasyonudur. (Tko), İki birim arasında Kızıldere fay hattı belirgin olarak görülmektedir.

BESLENME

Kızıldere ve dolayındaki komşu jeotermal alanların beslenmesi başlıca horst alanlarındaki geçirimli metamorfik birimlerden olmalıdır. Ayrıca Sazak formasyonunun geçirimli kireçtaşı ve alüvyon alanlarından da bir miktar beslenme olması düşünülmektedir. Ancak önemli fay ve kırık sistemlerinin gelişmiş olduğu jeotermal alanlarda beslenmenin yağış alanı sınırlarına bağımlı olmadığı bilinmektedir. Ege bölgesindeki birçok termal kaynaklarda yapılan izotop analizleriyle meteorik beslenmenin varlığı tesbit edilmiştir.

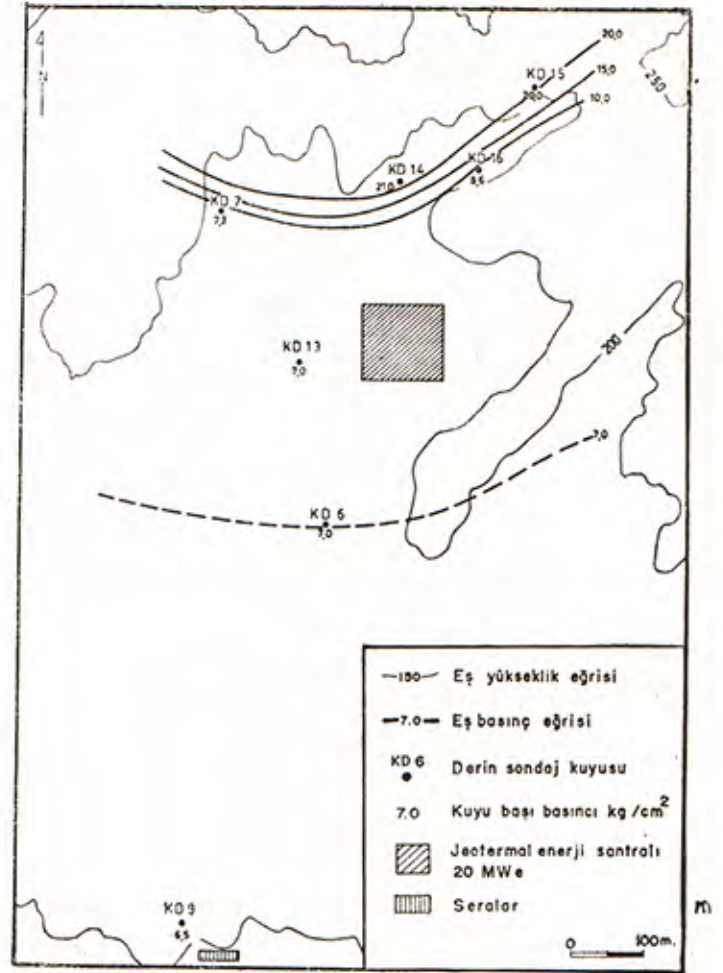
Jeotermal haznelerde beslenme, rezistivitesi 10 ohm-m veya daha az olan alanlarda, ortalama hazne kaya kalınlığı ile etkin gözeneklilik katsayısından bulunabilir. Kızıldere alanında 1. hazne kaya ihmal edilebilir. 2. hazne kaya (İğdecik formasyonu) ortalama 300 m. kalınlığındadır. Ortalama akışkan sıcaklığı ve sıcaklık gradyanına göre 2 bölge ayrılmaktadır. 1. Bölgede ortalama sıcaklık 200°C ve gradyan 4°C/10 m. dir. Bu bölgenin yüzölçümü haritadan 7 km² hesaplanmıştır. 2. Bölge ise ortalama sıcaklığı 150°C ve gradyanı 4-2°C/10 m olan kesimdir. Haritadan bu bölgenin yüzölçümü 20 km² kadar ölçülmüştür. Eğer ortalama etkin gözeneklilik % 5 alınırsa; 1. Bölgede beslenme $R_1 = 105 \times 10^6$ m³ ve 2. Bölgede $R_2 = 315 \times 10^6$ toplam beslenme ise yılda $R = 420.10^6$ m³ tahmin edilebilir. Kurulmakta olan santralde yılda $Q = 14.2 \times 10^6$ m³ akışkan sarf edilecektir. Kızıldere alanından tahmin edilen beslenmeyle santralin ihtiyacı olan akışkanı üretmek mümkün görülmektedir (Foto 2).



Foto 2 — Kızıldere Jeotermal Alanının Kuzey doğudan genel görünüşü. Elektrik üretiminde kullanılacak 4 üretim kuyusunun test sırasındaki açılmış durumu.

EŞBASINÇ HARİTASI

Kızıldere alanındaki araştırma ve üretim kuyularında ölçülen basınçlarla bölgenin eşbasınç haritası hazırlanmıştır (Ş. 2). En yüksek basınç değerleri kuzeyde ana faya yakındır. KD-14 kuyusunda 21.0 kg/cm² ve KD-15 kuyusunda 20.0 kg/cm² ve KD-15 kuyusunda 20.0 kg/cm² ölçülmüştür. Güneydeki KD-7 kuyusunda 7.3 kg/cm², KD-13 de 7.0 kg/cm², KD-6 da 7.0 kg/cm² dir. Haritadan görüleceği gibi kuzeyden güneye doğru basınç düşmektedir. Kuyu verimlerinde de aynı yönde bir azalma olmaktadır. Bölgede yapılan jeoloji ve jeofizik ölçüm-



Şekil 2 — Kuyu başı eşbasınç haritası.

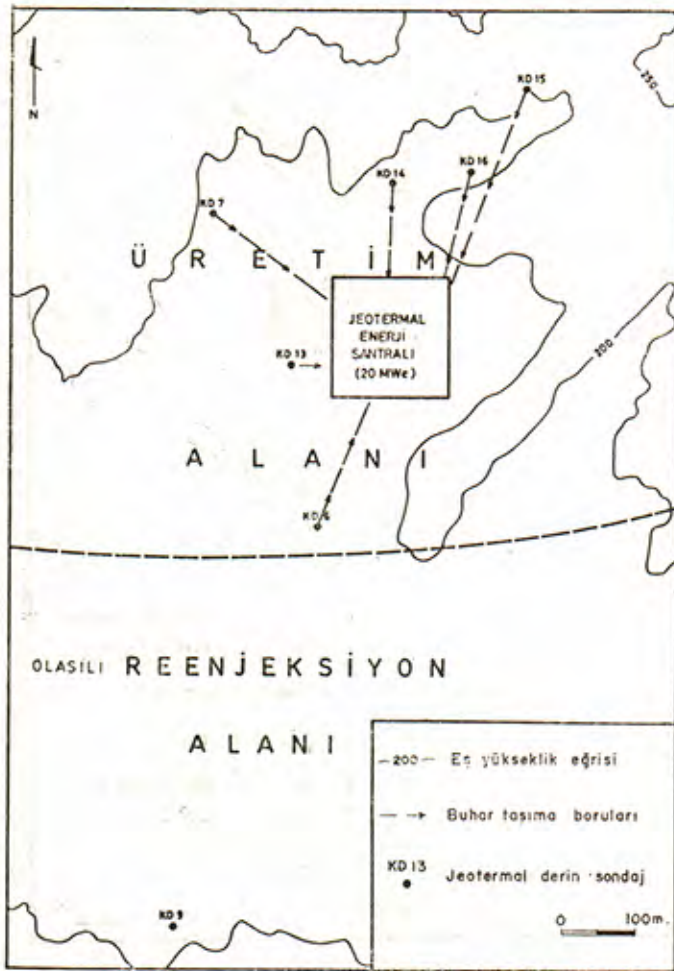
leri, sıcaklık, basınç, kuyu verimi, bor, flor, kalsiyum, magnezyum ve sülfat değerleri; jeotermal akışkanın kuzeyden güneye hareket ettiğini veya bir başka deyişle yeraltından yükselen jeotermal akışkanın balıca Kızıldere fay zonu boyunca olduğu kanısını yansıtmaktadır.

REENJEKSİYON ALANLARI

Elektrik üretimi ve diğer amaçlar için kullanıldıktan sonra bor, flor... vb. kimyasal maddeler bakımından zengin olan ve bazı koşullarda yerüstü veya yeraltısularının kirlenmesine neden olabilecek atık jeotermal akışkanın yeraltına reenjeksiyonu en uygun çözüm olmaktadır. Kızıldere alanında, kuyu basıncı ve sıcaklığı daha düşük olan güney kesimde reenjeksiyon kuyuları açılması önerilmiştir. Kuzeyde daha yüksek kesimdeki kuru kuyular da reenjeksiyon amacıyla deneme kuyusu olarak değerlendirilebilir. Önerilen reenjeksiyon alanı haritada işaretlenmiştir (Ş. 3).

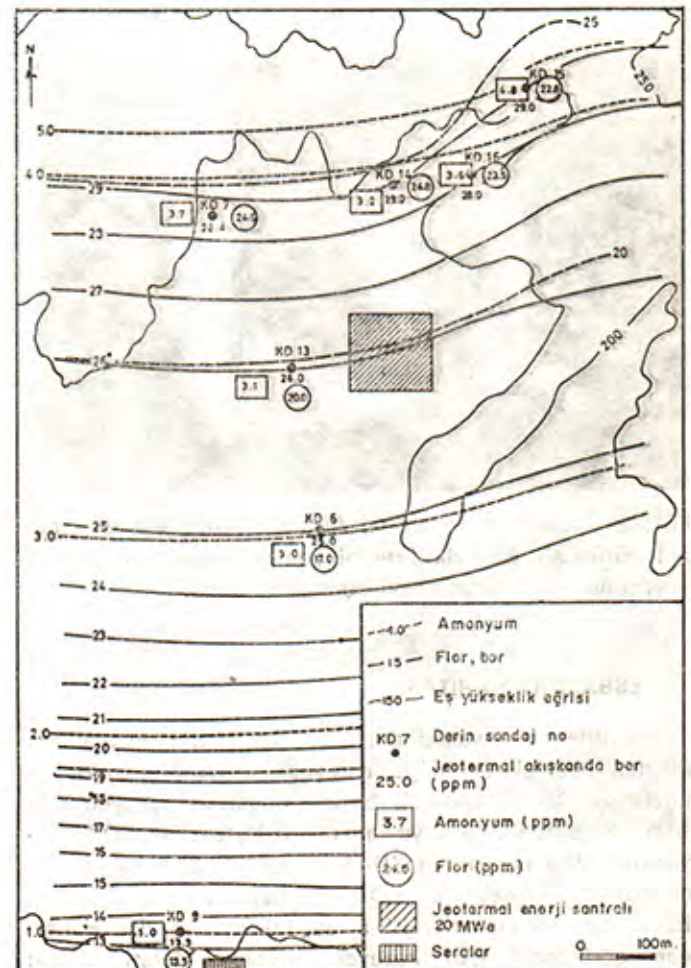
JEOTERMAL ENERJİ POTANSİYELİ

Jeotermal alanların enerji potansiyelinin tahmini için çeşitli yöntemlerden yararlanılmaktadır. Oldukça iyi sonuç verenlerden biri analoji yöntemidir. Bu yöntemde, jeoloji sınırları, düşük rezistiviteli alanlar, eşgradyan anomalileri, beklenen yeraltı sıcaklığı, kuyu verimleri bilinmelidir. İlk olarak bir kilometre karelik bir alanın jeotermal enerji potansiyeli birim alan olarak hesaplanmak-



madan kaçınılmazdır. Birinci üretim alanı güneyinde KD-9 kuyusuna kadar olan alan daha çok ısıtma amaçlı kullanım için değerlendirilmelidir. Bu bölüm, KD-9 kuyusu örnek alınarak onun verileri kullanılabilir. Bu alan 4-2°C/10 m ve rezistivite değeri 10 ohm-m dolayında olan alanlara örnektir. KD-9 da sıcaklık 170°C (yüzeyde 120°C) ve debi 154 ton/saat dir. Bu örneğe uygun alan toplamı; Kızıldere'de 15 km² kadardır. Tekkehamam alanında 5 km² de kuyu açılması planlınırsa Kızıldere de 6000 TMW, Tekkehamam da 2000 TMW potansiyel olduğu söylenebilir.

Jeotermal alanlarda rezervuar sıcaklığının belirlenmesi, jeotermal potansiyelin tahmini ve üretim sırasında karşılaşılabilecek çevre sorunlarının tesbiti için hidrojeokimyasal araştırmalar yararlı olmaktadır.



- ERİŞEN, B. (1971): Denizli-Dereköy sahasının jeolojik etüdü ve jeotermik enerji imkanları, MTA Rapor no. 4665.
- EŞDER, T. and ŞİMŞEK, Ş. (1975): Geology of İzmir-Seferihisar Geothermal area, Western Anatolia of Turkey: Determination of reservoir by means of gradient drilling, Second United Nations Symposium on the Development and Use of Geothermal Resources, San Fransisco.
- GÖKALP, E. (1971): Denizli vilayeti Yenice kazası Gölemezli-Karahayıt kaplıcaları çevresi jeoloji etüdü ve Jeotermal enerji imkanları, MTA Rap. no. 4571.
- İZDAR, E. K. (1975): Batı Anadolunun jeotektonik gelişimi ve Ege denizi çevresine ait üniteleri ile karşılaştırılması, Ege Üni. Müh. Bil. Fak. Yay. no. 8.
- KARAMANDERESİ, İ. H. (1972): Aydın-Nazilli-Çubukdağ arası jeotermal alan olanakları hk. jeolojik Rap. MTA Derleme Raporu no. 5224.
- KASTELLİ, M. (1971): a — Denizli-Sarayköy-Çubukdağ-Karacasu alanı jeoloji incelemesi, MTA Rap. no. 4573.
- KASTELLİ, M. (1971): b — Denizli güneyinin jeolojisi ve jeotermal enerji imkanları MTA Rapor.
- KESKİN, B. (1972): Kızıldere jeotermal sahası jeokimyasal analizleri ve 3. rezervuar varlığı hakkında rapor, MTA Petrol ve Jeotermal Enerji Dairesi arşivi.
- ŞENGÖR, C. and YILMAZ, Y. (1981): Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach. Tectonophysics 75 (1981): 181-241.
- ŞİMŞEK, Ş., UYGUR, N., ÖZBAYRAK, T. H., DİHMENOĞLU, T., COŞKUN, S.B., ARAS, A. (1980): Germencik-Söke (Aydın) alanının Jeotermal enerji olanakları, TÜBİTAK VI. Temel Bilimler Kongresi, KUŞADASI.
- ŞİMŞEK, Ş. ve YILMAZER, S. (1977): Nazilli-Kuyucak-Yenice (Karacasu) alanının jeolojisi ve jeotermal enerji olanakları, MTA Rapor no. 6390.

TÜRKİYEDE MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ İLE İLGİLİ SON YAYINLAR

DİLEK, R. (1982) Hidrojeolojide Pompaj Deney Verilerinin Analizi ve Değerlendirilmesi, K.Ü. Mühendislik - Mimarlık Fakültesi Yayını sayı 1, 186 sayfa (KRUSEMAN, G.P. ve RIDDER, N.A. dan çeviri).

ERGUVANLI, K. (1982) Mühendislik Jeolojisi, İ.T.Ü. Yayını sayı 1227, 590 sayfa, yenilenmiş 3. baskı.

EROSKAY, S.O. ve UZ, N.Ö. (1982) Yeraltısuyu Kuyu Verilerinin Değerlendirilmesi İ.Ü. Yerbilimleri Fakültesi yayını sayı 5, 130 sayfa.

KETİN, İ. (1982) Genel Jeoloji cilt II, İ.T.Ü. Yayını sayı 1228, 396 sayfa.

İZMİR - ALTINDAĞ DOLAYI KİTLE HAREKETLERİNİN MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ

Semih ÇAKICI *

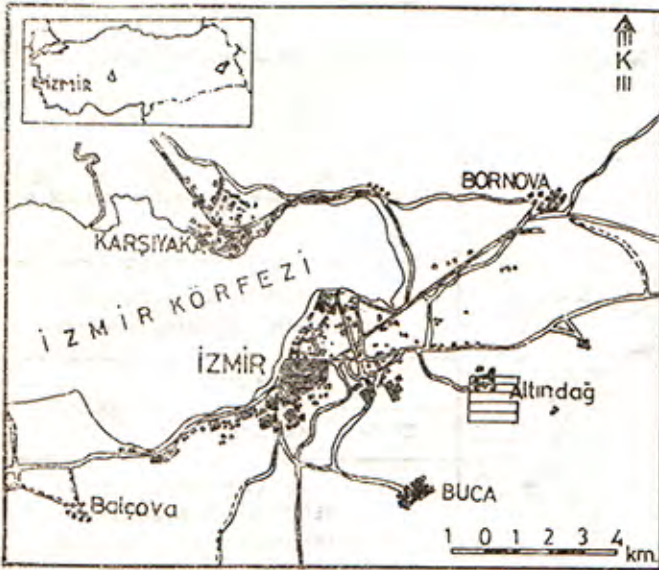
ÖZET

Çok eski yıllardan beri kitle hareketlerinin görüldüğü Altındağ çevresindeki yer kaymaları aşırı ve sürekli yağmurlardan sonra ortaya çıkmaktadır. Son olarak 1978 yılı şubat ayında oluşan yer kayması sonucu iki ev yıkılmış can kaybı olmamıştır. Bu güne dek Altındağ çevresinde görülen bu olaylar, bundan sonra da görülecek, gerekli ön çalışmalar yapılmaz ve gerekli önlemler alınmazsa, kuşkusuz hareketler azalmayacak, artacaktır.

GİRİŞ

İzmir-Altındağ dolayısı kitle hareketlerinin Mühendislik Jeolojisi isimli bu çalışma, 1981 yılından bu yana, bölgede yaptığımız çalışma ve gözlemlerimizin bir değerlendirilmesidir.

Son yıllarda İzmir kenti çevresinde eski köy yerlerinde veya kırsal alanlarda, ana kent yerleşmesine komşu, geçekondulardan oluşan yerleşim alanları oluşmuştur. Buna güzel bir örnek Altındağ mahallesidir. Altındağ yerleşim alanı İzmir iline bağlı olup, İzmir Kemalpaşa yolu üzerinde yer alır (Şekil. 1). Altındağ'ın İzmir'e uzak-



Şekil 1 — İnceleme alanının bulduru haritası.

lığı 4 km. dir. 1965 yılında nüfusu 8077 olan Altındağ'ın 1980 yılı sayımlarına göre nüfusu 35.000 dir. Bugün 8000 evin yer aldığı Altındağ çok hızlı bir şekilde büyümektedir.

Hızlı ve plansız olarak gelişen bu yerleşim alanı ve yakın çevresinde alt yapıdaki bozukluklar ve aşırı yağışlar nedeni ile yerel yer kaymaları ortaya çıkmıştır.

Zaman	Devir	Alt Devir	Kalınlık	LİTOLOJİ	AÇIKLAMA
SENOZOİK	TERSİER	NEOJEN	60		Kireçtaşı
			200-250 m		Konglomera - kumtaşı çamurtaşı - kireçtaşı
MESOZOİK	KRETASE	UST KRETASE	> 200 m		Kireçtaşı

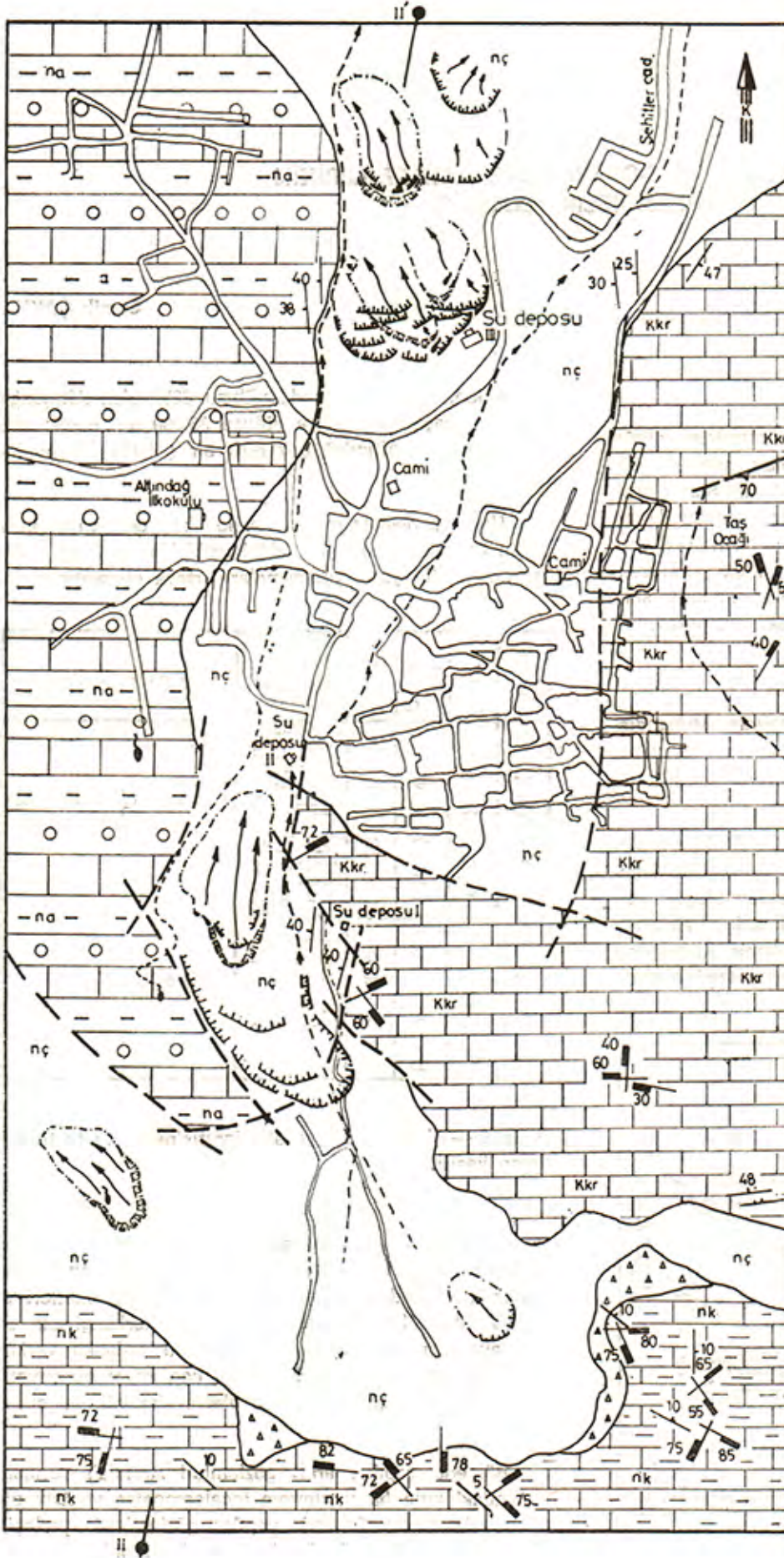
Şekil 2 — Altındağ dolayısı stratigrafisinin genelleştirilmiş kolon kesiti.

Can kaybına neden olmayan yer kaymaları sadece yerleşim alanlarına yakın olmaları halinde önem kazanmaktadır. Altındağ ve çevresindeki kitle hareketleri en az 20 yıldan beri bilinmesine karşın, herhangi bir önlem alınmamıştır. Yağışlı mevsimlerde hızlanan yer kaymalarında az bir mal kaybı olmuş can kaybı olmamıştır. Bunda kayma hızlarının yavaş olması önemli bir etkenidir.

Bölgede yapılan arazi gözlemleri Altındağ yerleşim alanındaki kitle hareketlerinin incelenmesine yönelik olarak planlanmıştır. Çevrede yapılan gözlemlerde yerleşim alanı olmayan kesimlerde de kaymaların olduğu saptanmış ve çalışmalar genişletilmiştir.

Arazi çalışmalarında 1/5000 ve 1/1000 ölçekli topografik haritalardan yararlanılmıştır. Altındağ III numaralı

* 9. Eylül Üniv. Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Bornova - İzmir.



SİMGELER

- Kaynak
- Heyelan aynası
- Fosil heyelan aynası
- Dere
- Tabaka eğim ve doğrultusu
- Çatlak eğim ve doğrultusu
- Formasyon sınırı
- Fay ve olası fay
- Yol
- Yamaç molozu
- Kireçtaşı
- Çamurlu konglomera kireçtaşı ardalanması
- Çamurlu
- Kireçtaşı
- Jeolojik kesit doğrultusu

50 0 50 100 150 200 m.

ALTINDAĞ ve DOLAYLARININ MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ HARİTASI

YAPAN SEMİH ÇAKICI

TARİH MAYIS-1982

ŞEKİL - 3

EGE ÜNİVERSİTESİ
YERBİLİMLERİ FAKÜLTESİ
MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ BÖLÜMÜ

su deposu kuzey batısındaki kitle hareketlerinin takeometrik çalışma sonucu 1/1000 ölçekli bir planı çıkarılmıştır (Şekil 4). Jeolojik birimler ve yapısal özellikler bu haritalara işlenmiştir. Bu suretle ilk kez Altındağ dolaylarının 1/5000 ölçekli mühendislik jeolojisi haritası hazırlanmış ve kitle hareketlerinin tür, şekil, boyutları ve oluş nedenleri araştırılmıştır.

STRATİGRAFİK JEOLJİ

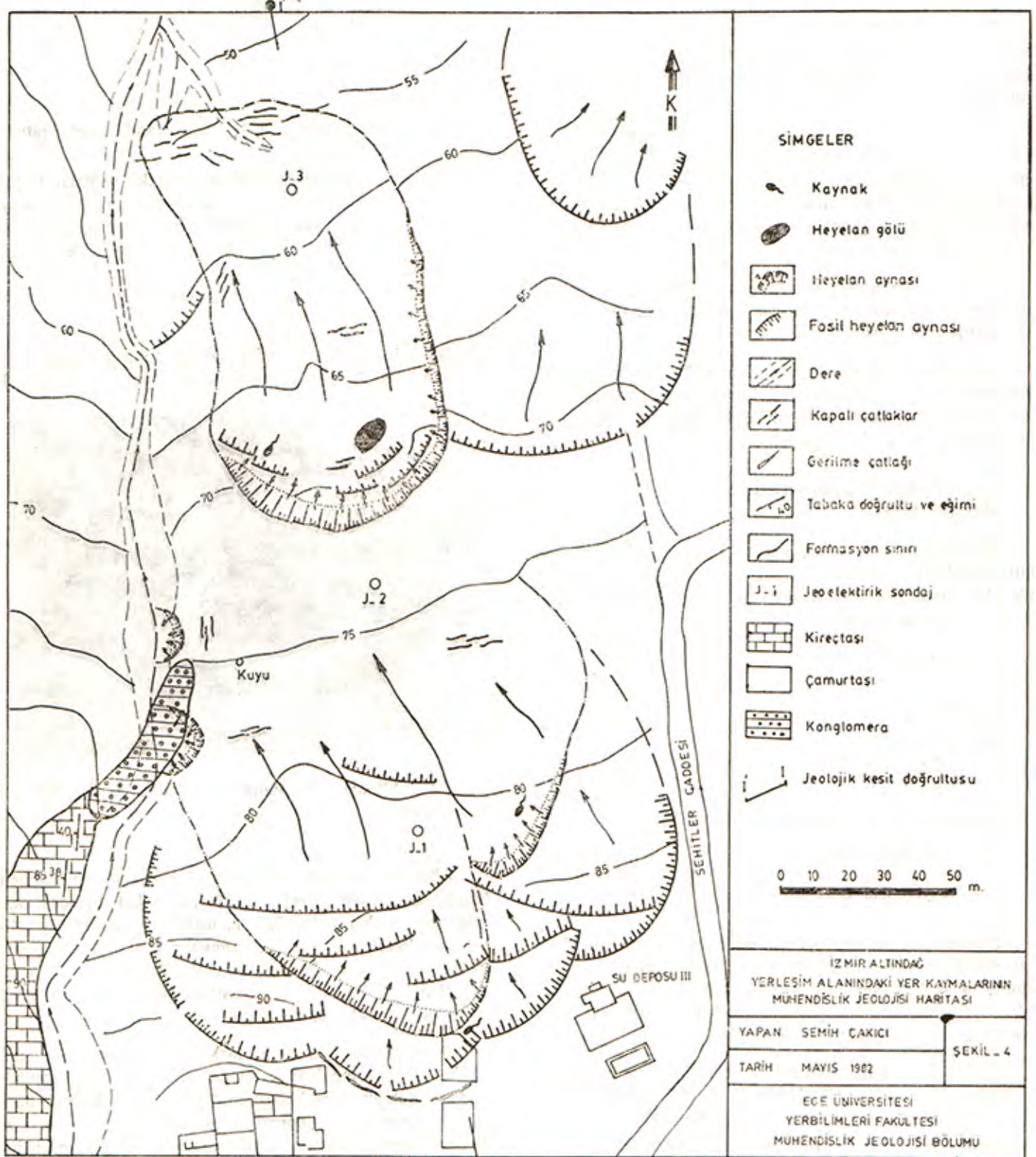
Yaptığımız araştırma ve incelemelere göre Altındağ ve dolayında alttan üste doğru, Üst kretase yaşlı kireç-

taşı birimi ile bunların üzerinde uyumsuz olarak gelen, konglomera, kumtaşı, ve kireçtaşı Neojen serileri görülmektedir.

Bu seriler aşağıda önce litostratigrafik açıdan kısaca açıklanacak sonra litolojik özelliklerin kitle hareketlerine etkileri ayrıntılı olarak irdelenecektir.

KİREÇTAŞI BİRİMİ (ÜST KRETASE)

Altındağ yerleşim alanının güney ve doğusunu koyu gri renkli ve masif kireçtaşları oluşturur (Şekil 3). Taze



kırık yüzeyleri bitüm kokulu, bol çatlaklı ve boşlukludur. Genellikle mikritik bir doku gösterirler. Ana bileşenlerini bol miktarda organizma kırıntısı (biyoklast) ile intraklastlar oluşturur. Üst Kretase kireçtaşlarında şu makro fosillere rastlanmıştır :

Vaccinites Gosaviensis DOUVILLE, Bournonia Sp., Distefeuella Sp., Rediolites Sp.

Bölgede Üst Kretase yaşlı bu kireçtaşları çoğunlukla micir, kireç ve çimento hammaddesi olarak kullanılır.

KONGLOMERA, KUMTAŞI, ÇAMURTAŞI, KİREÇTAŞI (NEOJEN)

Altındağ yereşim alanı, egemen olarak çamurtaşı, kumtaşı, konglomera ve bunların ardalanması ile kireçtaşı seviyeleri içeren Neojen yaşlı birim üzerinde kurulmuştur (Şekil 3).

Konglomera ve kumtaşları killi kireçli gevşek çimentoludur. Çakıllar az köşeli ve yuvarlaktır. Çapları 0.2-20 cm. arasında değişmektedir. Konglomeralar yukarıya doğru gevşek çimentolu kumtaşlarına ve çamurtaşlarına geçerler. Kumtaşları grimsi sarı renkli tane değimlidir ve yerel olarak aradolgu gözlenir.

Çamurtaşları genel olarak grimsi bej renklidir. Ayırmaya atmosferik etkilere karşı az dayanıklıdır. Belirsiz katmanlanma sunarlar.

Güneyde bu birimin üzerine uyumlu olarak Neojen yaşlı kireçtaşları gelir. Kalın katmanlı olan bu kireçtaşları spartik bir doku gösterir. Bol miktarda organizma kırıntıları ve kalsit kristalleri içerir.

KİTLE HAREKETLERİNİN OLUŞUM ve GELİŞİM MEKANİZMASI

Altındağ yerleşim alanı ve yakın çevresinde görülen kitle hareketleri heyelan ve yavaş akma şeklindedir. Bu tür kitle hareketlerinin oluşmasına doğal ve yapay faktörler neden olmuştur.

Bunların en önemlileri :

- a — Yağış,
- b — Ayırışma,
- c — Bitki örtüsünün alınması,
- d — Yamacın taç kısmına ek yük konması,
- e — Dere oyulmaları,
- f — Alt yapıdaki bozukluklar.

Sürekli yağışlar ve plansız yerleşim nedeni ile oluşan sızıntılar, yeraltı su düzeyi ile kohezyon (c) ve iç sürtünme açısı (ϕ) nin değişmesine, taneler arasında boşluk suyu basıncının oluşmasına neden olmakta ve yamaçlarda duyarsızlığa yol açmaktadır.

Ayrıca atmosferik etkilere çamurtaşlarının çok hızlı ayırışmasına neden olmaktadır. Yağış ve ayırışma çamurtaşlarının kıvam limitlerini de etkilemektedir. Heyelan bölgesinden alınan ayırışmış ve killeşmiş zeminlerin kıvam limitlerinin :

Likit limit	(I _l) : % 42
Plastik limit	(I _p) : % 25
Doğal su içeriği	(w) : % 23

olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlara göre heyelanın meydana geldiği ayırışmış ve killeşmiş zeminlerin orta plastisiteli olduğu görülmektedir.

Killerin X-Ray difraktometre yöntemiyle yapılan analizlerinde kil minerallerinin genellikle montmorilonitik olduğu, ayrıca vermikilit, muskovit ve kaolinit içerdikleri saptanmıştır.

Doğal birim hacim ağırlığı 1.75 gr/cm³ olan çamurtaşlarının doğal haldeki drenajsız kesme deneyi sonucunda,

Kohezyon	(c) : 0.30 kg/cm ²
İç sürtünme açısı	(ϕ) : 31° olarak bulunmuştur.

Bölgede kışın ve ilkbahardaki sürekli yağışlar küçük derelerin topraklarını oymakta ve ufak heyelanların meydana gelmesine neden olmaktadır. Ayrıca bitki örtüsünün kaldırıldığı alanlarda diğer faktörlerinde etkisiyle yamaçlar duyarlılığını kaybetmektedir. Yerleşim amacı ile yamaçların aşırı yüklenmesi, yamacın dengesini bozmaktadır.

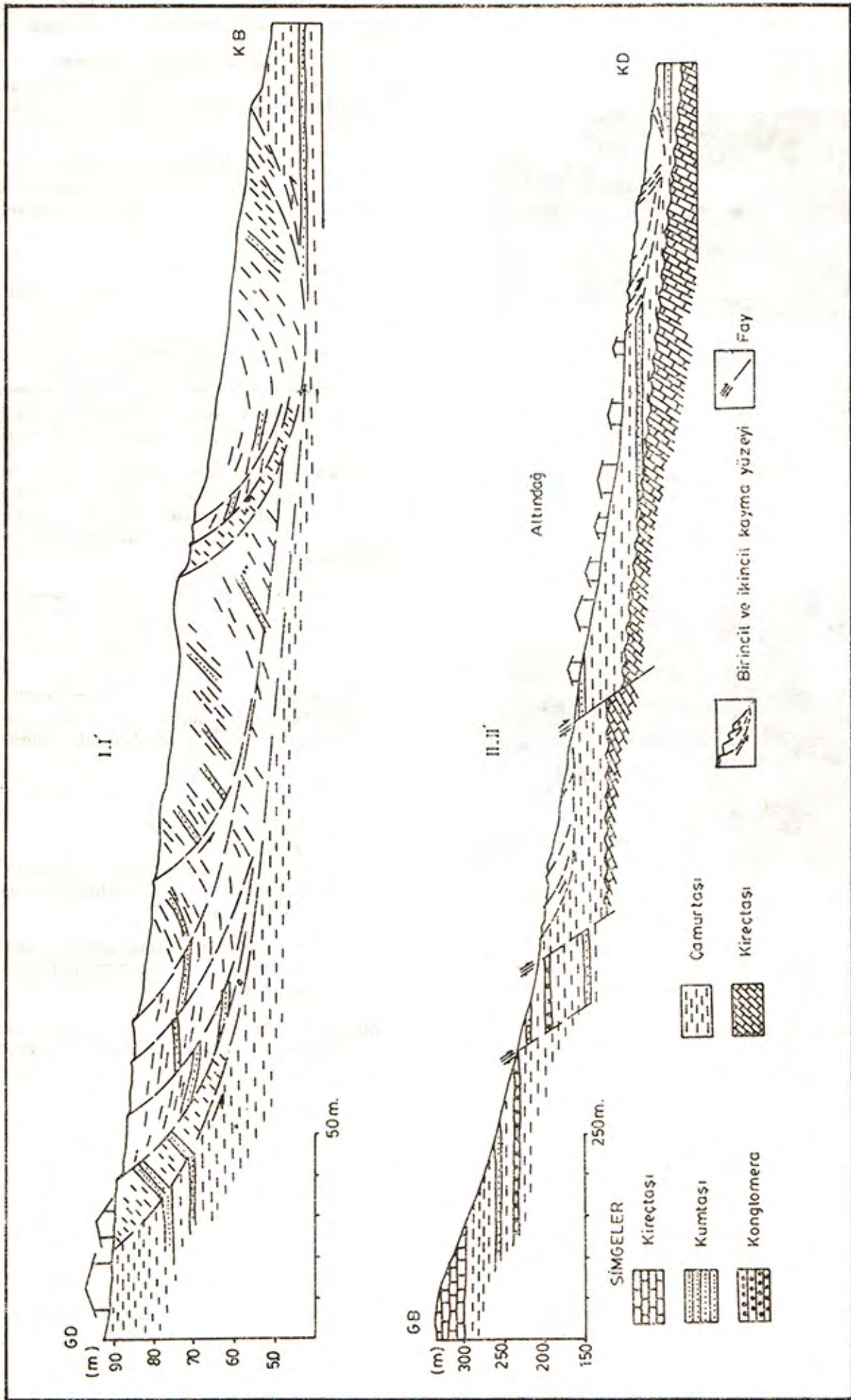
Bölgede görülen kitle hareketleri çoğunlukla akma ve heyelan türünde olup, dil şeklindedir (Foto 1), (Şekil 3).



Foto 1 — Altındağ III numaralı su deposu kuzeyindeki yavaş akma.

Altındağ yerleşim alanında III numaralı su deposu kuzey batısındaki heyelan 1978 yılı şubat ayındaki sürekli yağışlardan sonra 300 m. uzunlukta ve ortalama 75 m. genişlikte bir alanda oluşmuştur (Şekil 4). Yaklaşık 22.000 m² lik bir alanı etkilemiştir. Bu bölge çok eski yıllardan beri heyelanların olduğu (fossil heyelan) izleri görüldüğü bir alandır (Foto 3).

Heyelan alanında birim farklılıklarını saptamak amacıyla üç adet jeoelektrik sondaj yapılmıştır. Bu sondajlardan litolojik farklılıkları saptamak son derece güçtür. III numaralı su deposu kuzey batısındaki kayma alanındaki çamurtaşlarının kalınlığının yaklaşık 35 m. olduğu saptanmıştır (Şekil 5).



Şekil 5—Jeoloji enine kesitleri.



Foto 2 — Kitle hareketlerinin yerleşime etkisi.

Kayma alanı üzerinde bulunan iki ev oturulmayacak hale gelmiştir (Foto 2). Heyelan alanında 5-7 m. yükseklikte heyelan aynaları ve çeşitli doğrultularda yarıklar oluşmuştur. Ayrıca gerek kaynak gerekse yağış suları iki ayrı göl meydana gelmiştir (Foto 3).



Foto 3 — Yeni ve fosil heyelanların genel görünüşü ve heyelan gölü.

SONUÇ

Bu çalışma Altındağ yerleşim alanı ve yakın çevresini etkileyen kitle hareketlerinin yerinde yapılan inceleme ve araştırmaların sonucudur. Bu araştırma ve incelemeler sonucu :

1 — Bölgede gözlenen sedimenter kayalar genellikle kireçtaşı, konglomera, kumtaşı ve çamurtaşlarıdır.

2 — Yapılan ölçü ve gözlemler bölgenin çok kırıklı ve faylı olduğunu ve fayların KB-GD doğrultusunda uzandığını göstermektedir. Bölgede görülen kitle hareketlerinin ise faylarla uyumluluk gösterdiği saptanmıştır.

3 — Bölgede yamaçlarda yapılan gözlemler ve ölçüler, iklimsel, litolojik ve yapısal özellikleri nedeni ile özellikle çamurtaşlarından oluşan yerlerde, kitle hareketlerinin sık sık oluştuğunu ortaya koymaktadır.

4 — Bölgedeki fazla yağışlar, süreksizlikler ve kolayca ayrışabilecek nitelikteki çamurtaşları inceleme alanında, jeolojik devirlerden bu yana, kitle hareketlerinin meydana gelmesine (fosil heyelan) ve tipik heyelan topoğrafyasının her yerde görülmesine neden olmuştur.

5 — Bölgede görülen bu olaylar, kent planlarının bozulmasına, yeryüzünün topoğrafyasının değişmesine ve zaman zamanda önemli mal kaybına neden olmaktadır.

6 — Yapılacak olan kent planlaması ve yapı işlerinde zararları ve zaman kaybını azaltmak için işe başlamadan önce, konu ile ilgili uzmanların beraberce çalışarak en uygun çözümleri ve önlemleri ortaya koymaları en ratabl çözümdür.

Fakat uygulama çok zaman böyle olmamakta, kitle hareketleri meydana geldikten, evler yıkıldıktan, insanlar öldükten sonra uzmanlar çağrılmakta, fikirleri alınmaktadır.

Gerçekte kitle hareketleri ile ilgili mühendislik jeolojisi çalışmaları kent planlaması çalışmaları ile başlamalı ve devamlı bir şekilde sürdürülerek sonuca ulaşılmalıdır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- AKARTUNA M., (1962) : İzmir-Torbalı-Seferihisar-Urla bölgesinin jeolojisi M.T.A. Enstitüsü Dergisi, Sayı 59, s. 1-18, Ankara.
- KAYA O., (1979) : Orta Ege Çöküntüsünün (neojen) Stratigrafisi ve Tekniği, T.J.K. Bülteni Cilt 22, Sayı 1, s. 35-58, Ankara.
- YAĞMURLU F., (1980) : Bornova (İzmir) güneyi Filiş topluluklarının jeolojisi T.J.K. Bülteni Cilt 23, Sayı 2, s. 141-152, Ankara.

KIBRIS TÜRK FEDERE DEVLETİNİN SU KAYNAKLARI

Olgun ÜSTÜN *

Kıbrıs yılın her mevsiminde su sorunları olan bir adadır. Bu nedenle sulama, içme ve kullanma suyu için su ihtiyacının karşılanmasında yeraltı suyu potansiyeli çok önemlidir. Kurak ve yarı kurak yağış koşulları, hemen tüm yıl boyunca sulama suyu ihtiyacını artırmaktadır. Bütün yıl akan devamlı yerüstü suyu yoktur. Önemli akarsular adanın güney kesiminde yer almaktadır. Kıbrıs Türk Federasyonu Devleti sınırları içerisinde kalan akarsuların yıllık ortalama toplam debisi $55 \times 10^6 \text{ m}^3$ olarak hesaplanmıştır. Diğer kesimde ise bu miktar $357 \times 10^6 \text{ m}^3$ kadardır.

Yeraltı suyu araştırmaları ve mevcut potansiyelin optimum değerlendirilmesi çok önemlidir. Kritik sınırlara ulaşan bölgelerde, yeraltı suyunun işletilmesi için gerekli ayrıntılı araştırmalar yapılmıştır. Güzelyurt, Magosa ve Beyarmudu ayrıntılı araştırılmış alanlardır. Buralarda devamlı olarak gerekli gözlem ve ölçümler yapılarak yeraltı suyu kapasitesinin korunmasına çalışılmaktadır. Diğer bölgeler ise araştırma programına alınmıştır. Bu ke-

simlerde mevcut yeraltı suyu değerlendirmeleri çoğu kesin olmakla beraber oldukça gerçek tahminlere dayanmaktadır.

Adada yeraltı suyu kaynakları, öncelikle içme ve kullanma suyu gereksinimleri için ayrılmıştır. Artan yeraltı suyu miktarı tarım, turizm ve sanayi ihtiyaçları için düşünülmektedir.

Kıbrıs Türk Federasyonu Devletinde mevcut yeraltı suyu kaynakları oldukça düzenli beslenmektedir. Eğer su ihtiyacı artarsa bunu yeraltı suyu ile karşılanması kritik bir durum yaratacaktır. Bu değerlendirme 1950'den başlayan yağış ölçüm verilerine dayanmaktadır.

İçme ve sulama için yeraltı suyundan sağlanan miktar yılda $114.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ 'dür. Bu bölgede toplam yeraltı suyu beslenmesi ise $89.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ hesaplanmıştır. Dolayısıyla $25 \times 10^6 \text{ m}^3$ 'lük bir fazla çekim vardır. Bu değer tüm yeraltı suyu sahasındaki beslenme ve su çekimi verilerinden matematiksel olarak elde edilmiştir. Pratikte bu hesap gerçekten biraz farklıdır. Çünkü bir bölgeden diğerine su nakli mevcut koşullarda mümkün olmamaktadır. Dolayısıyla bazı kesimlerde hesaplanandan daha büyük su noksanı söz konusudur.

Güzelyurt ve Magosa bölgelerinde beslenmeden çok, su çekilmesi nedeniyle yeraltı suyunu tuzlu deniz suyu girişimi narenciye tarımı için tehlikeli sınıra ulaştırmıştır. Güvenilir yeraltı suyu akiferi ise, sadece Girne sıra dağı boyunca uzanmaktadır. Diğer kesimlerde, Girne karst akiferindeki yeraltı suyundan yararlanmak mümkün olmamaktadır. Yıllık kayıtlara göre toplam $12.7 \times 10^6 \text{ m}^3$ su içme amacıyla kullanılmaktadır.

Kıbrıs Türk Federasyonu Devletinde 21 küçük baraj veya gölet, sadece kış aylarında akan 37 dere ve değişik debilerde 90 kaynak vardır. Baraj ve göletlerin toplam kapasitesi $7 \times 10^6 \text{ m}^3$ kadardır. Yapılan hesaplara göre toplam yüzeysuyu miktarı yılda $55 \times 10^6 \text{ m}^3$ kadar olup bunun sadece $5 \times 10^6 \text{ m}^3$ kullanılmakta ve önemli bir kısmı denize akmaktadır.

Kıbrıs Türk Federasyonu Devletinde kullanılabilir tarım alanları 1.266.535 dönümdür. Bu sahada 1977-1978 değerlerine göre sulu tarım için $109 \times 10^6 \text{ m}^3$ su kullanılmıştır. Bu değerlere göre tüm sahanın sulanması için gerekli su miktarı ise $1.2 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{yıldır}$. Şu anda sulu tarım yapılan alanlar için gerekli su miktarı ise $140 \times 10^6 \text{ m}^3$ kadardır.

Çizelge 1 — Akarsuların Akış Miktarları

Dere Adı	Ortalama Boşalım (10^6 m^3)
1. Yeşilirmak (Limnitis)	5.6
2. (Kambos) Vedidalga	3.5
3. Gemikonağı (Xeros)	7.0
4. Lefke (Marathasa)	7.5
5. Çamlidere (Karyotis)	8.0
6. Taşköy (Atsas)	2.0
7. Doğancı (Elea)	7.2
8. Aloupos	1.4
9. Yuvacık (Ovgos)+Güzelyurt deresi (Serakis))	2.0
10. Geçitköy (Paleomylos)	1.42
11. Karaağaç (Alakati)	0.43
12. Boğaz	0.35
13. Eski dere (Yero Kolimbos)	0.34
14. Sipahi dere (Melini)	0.25
15. Laris	0.29
16. Kharangas	0.36
17. Kanlıdere (Pedhieos)	7.3
18. Aksu	—
TOPLAM	54.92

* Tarım ve Doğal Kaynaklar Bakanlığı, K.T.E.D. — Lefkoşe.

Çizelge 2 — Göletler

Akarsu Adı	Gölet Adı	Tipi	Toplam Depolama Kapasitesi (X 10 ³ m ³)	Ortalama Yıllık Depolama Kapasitesi (X 10 ³ m ³)	Yapım Yılı	Amaç
1. Çakıllı (Yialias)	Köprü	Toprak	4545	1000	1900	Sulama
2. Çakıllı (Yialias)	Aylüka	»	455	100	1955	Beslenme
3. Çakıllı (Yialias)	Aynikoia	»	1365	300	1964	»
4. Çakıllı (Yialias)	Tatlısu Gölü	»	4545	500	1964	»
5. Kanlıdere (Pedhieos)	Gönyeli	»	1045	1000	1962	Sulama
6. Kanlıdere (Pedhieos)	Kanlıköy	»	1113	1100	1963	»
7. Kanlıdere (Pedhieos)	Haspolat	»	355	350	1964	»
8. Güzelyurt (Serakhis)	Güzelyurt	»	1879	500	1962	Beslenme
9. Güzelyurt (Serakhis)	Güzelyurt	»				
	Besleme	»	130	100	1969	»
10. Güzelyurt (Serakhis)	Şahinler (Massari)	»	2273	875	1973	»
11. Yuvacık (Ovgos)	Ovgos	»	845	830	1964	»
12. Yuvacık (Ovgos)	Protopepos	»	90	80	1970	»
13. Vathys	Akova	»	100	50	1955	»
14. Merikeros	Gölbaşı	»	1115	600	1968	Sulama ve
15. Merikeros	Ayios Yeoryios	»	90	80	1962	Beslenme
16. Merikeros	Mağusa Besleme	»	50	40	1963	Beslenme
17. Potamos tou Kremmow	Türkmenköy (2)	»	82	70	1966	»
18. Potamos tou Kremmow	Akdoğan	»	77	60	1967	»
19. Ay Yeoryios	Karaoğlanoğlu (9)	»	68	60	1967	»
20. Maratha	Çatalköy (6)	»	64	50	1968	»
21. Styrakovlia	Yeni Tatlısu	»	45	30	1968	»
X 22. Yedidalga (Kambos)	Galini	Ağırlık	23	10	1967	Sulama
X 23. Taşköy (Atsas)	Petra (Aşağı)	»	32	25	1948	»
X 24. Taşköy (Atsas)	Petra (Yukarı)	»	23	15	1951	»
X 25. Gemikonağı (Xero)	Kafizes	»	113	100	1953	»
X 26. Lefke (Marathassa)	Lefke	»	368	350	1962	»
Toplam			20890	8270		

Çizelge 3 — Yeraltısuyu olanakları

Akifer Adı	Akifer Alanı (km ²)	Yıllık Beslenme × 10 ⁶ m ³	Yıllık Çekim × 10 ⁶ m ³	Depolanan Su	Su Bilançosu
Güzelyurt	150	35	60	400	-25
Magosa	20	6	18	30	-12
Girne aDğları	80	20	12	300	+8
Girne Kıyı Şeridi (Kyrenia Costal area)	32	6	6	0	0
Beyarmudu	9	1	1,5	6	-0,5
Yeşilköy	2	1,5	3	60	-1,5
Akdeniz	20	2	2	24	0
Lefkoşe-Serdarlı	20	1	1	40	0
Yeşilirmak-Lefke	16	17	11	42	+6
TOPLAM	349	89,5	114,5	962	-25

Bu değerler, su ihtiyaı için yerüstü ve yeraltı sularının yeterli olmadığını göstermektedir.

Yukarda açıklanan koşullarda, 1974 barış hareketinden sonra, içme ve kullanma suyu sağlamak amacıyla, bazı projeler gerçekleştirilmiştir. Ancak bir kısım projeler ise finansman yetersizliği nedeniyle henüz uygulamaya konulamamıştır.

Kıbrıs Türk Federe Devletindeki su sorununun çözümü için uzmanlar aşağıdaki önlemlerin alınmasını önermektedirler.

1 — Programlanan su sağlama projeleri en kısa sürede gerçekleştirilmelidir.

2 — Tahmin edilen beslenme miktarından fazla su kullanılmamalıdır.

3 — Tarım alanında sulama suyu ihtiyacı optimize edilerek gereğinden çok harcanmamalıdır.

4 — Modern sulama sistemlerinden yararlanılmalıdır.

5 — Daha az su isteyen ürünler ve tarım sistemi seçilmelidir.

6 — Yağışlı dönemlerde yüzey sularının denize akması kesinlikle önlenmelidir.

Gelecekteki su ihtiyaçlarını dikkate alarak, master plan çalışmaları, ilgili daire elemanlarınca sürdürülmektedir.

ULUSLARARASI MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ TOPLANTILARI

18-20 MAYIS 1983, Paris — Fransa

International Symposium : Soil and Rock Investigations by in situ testing.

12-15 EYLÜL 1983 Lisbon — Portekiz

International Symposium : Engineering Geology and Underground Construction.

21-23 MAYIS 1984, Nis — FRANSA

International Symposium on Aggregates.

4-14 AĞUSTOS 1984, Moskova — Rusya

27 th International Geological Congress
Section C. 17 — Engineering Geology.

Eylül 1984, Bari — İtalya

Engineering Geology and Earthquake

Eylül 1986, Buenos Aires, Arjantin

V. International Engineering Geology Congress.

KAYA ANİZOTROPİSİ VE KAYANIN KIRILMA DİRENCİNDEKİ DEĞİŞİMLER

Mahir VARDAR *

Kayaların fiziksel ve mekanik özelliklerinde yönlelere bağlı olarak görülen değişimlere anizotropi denilmektedir. Burada; asal gerilmelerin süreksizliklere göre olan konumlarının, kayanın kırılma direncinde oluşturdukları değişikliklere değinilecektir.

Bir veya daha fazla süreksizlik takımı içeren kaya kütlelerinin üzerlerine etkiyen kuvvetler, kuvvet vektörünün yön ve şiddetine bağlı olarak, kayada farklı deformasyonlar, ötelenmeler ve kırılmalar meydana getirirler. Bu süreksiz ortamın, iç dengesindeki bozulmaların daha açık bir deyişle zararlı ötelenmelerin ve kırılmanın başladığı ana kadar, dış ve iç zorlamalara karşı gösterdiği dirence "doku dayanımı", daha genel anlamda "kaya direnci" adı verilmektedir.

Dış yapının kayaya ilettiği yükler ve teknik girişim sonunda kayada oluşan gerilme değişimleri projesi tarafından kayanın dokusuna bağlı olarak, ele alınmak zorundadır. Şu halde kayacın doku dayanımının, asal gerilmelerin yönlerine ve şiddetlerine bağlı olarak tanımlanmış ve belirlenmiş olması gerekmektedir.

Bu amaçla yapılan çalışmalar (MÜLLER, 1958), (SONNTAG, 1958), (MÜLLERPACHER, 1965), (DONATH, 1964), (BRAY, 1967), (EVERLING-DREYER, 1968), (JOHN, 1969), (TESS-FECKER-MÜLLER, 1973), (REIK, 1978) yalnız asal gerilmelerin konumlarını değil, aynı zamanda asal gerilme oranlarının da $(n = \frac{\sigma_3}{\sigma_1})$ doku dayanımı (kaya direnci) na etkidiğini göstermektedir. α açısı altında zorlanan kayanın akma sınırına ait anizotropi sayısı

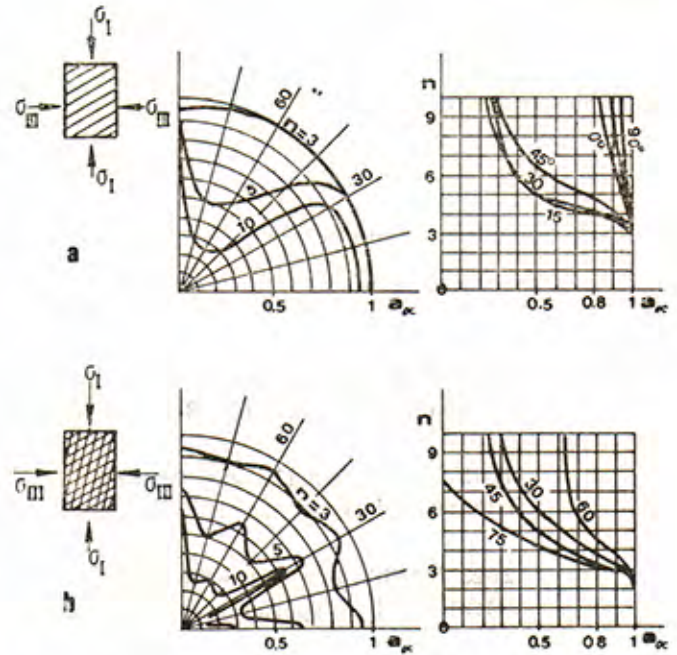
$$a_\alpha = \frac{\sigma_{kaya \text{ akma}}}{\sigma_{taş \text{ akma}}} \text{ şeklinde}$$

tanımlanır. Bu çalışmalar sonucunda a_α için 1 ile 0.2 arasında değişen değerler bulunmuştur. Asal gerilme oranlarının 4'den daha küçük olduğu durumlarda anizotropinin etkinliği giderek azalmaktadır (Şekil. 1).

Şekil. 1a'da, gerilme oranına bağlı olarak tek süreksizlik takımlı kayaçlarda beklenen düzlemsel anizotropi değerlerinin açılara bağlı olarak değişimi sergilenmektedir. Değişik gerilme oranları (n) ve yükleme doğrultuları (α) için çizilen bu grafikler incelendiğinde α 'nın 60° nin üzerine çıkması halinde gerilme oranlarının doku dayanımına etkemediğini ve yine " n " nin 3 ten küçük olması halinde kayacın hemen hemen her doğrultuda

izotrop davrandığı görülmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken önemli nokta kaya elemanlarının homojen ve izotrop bir maddeden yapılmış olduğudur.

Şekil. 1b'de, benzer durum iki süreksizlik takımı içeren kaya dokularında incelenmektedir. Görüldüğü gibi, burada anizotropinin değişiminde yönlelere bağlı olarak büyük değer değişimleri olmakta ve ancak asal gerilme oranının 2'den küçük olması halinde izotrop davranışın beklenebileceği anlaşılmaktadır.



Şekil 1 — Asal gerilme oranı ile asal gerilmelerin süreksizliklerle yaptığı α açısının fonksiyonu olarak, çatlaklı ortamların plastikleşme sınırlarındaki değişim (Müller, 1968).

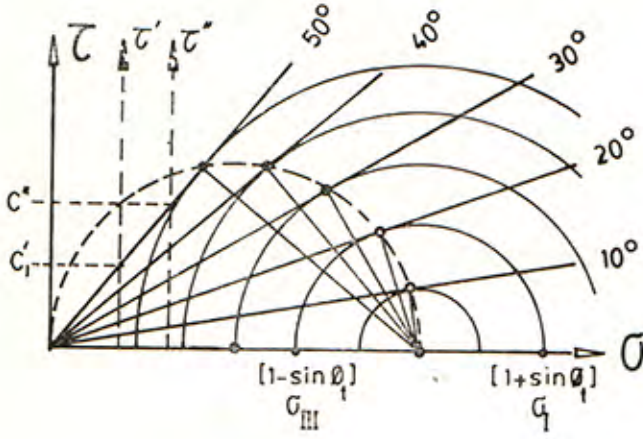
a) Tek süreksizlik takımlı ortam

b) Z süreksizlik takımlı ortam.

Yukarıda adıgeçen grafiklerde; süreksizliklerin konumu dışında, doku ile ilgili hiçbir mekanik özelliğin belirtilmediği ortadadır. Oysa süreksizliklerin mekanik özelliklerinin de kayanın, ancak belirli asal gerilme oranlarında akabileceğini ve kırılabileceğini göstermesi gerekir.

Şekil 2a'da farklı madde özellikleri gösteren taşların akmaya kadar olan davranışlarının elastik olduğu varsayılmış ve bu akma sınırları için değişik iç sürtünme açısı

* Doç. Dr. İ.T.Ü. Maden Fak.
Jeoloji Müh. Bölümü.



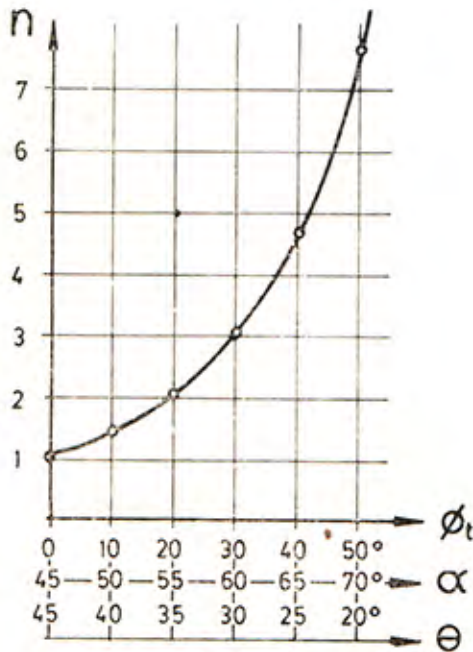
a

Şekil 2 — Kayanın içsel parametreleri ile asal gerilme oranı arasındaki bağıntılar

a) Mohr diyagramı üzerinde kırılma zarfları ve zorunlu asal gerilmeler

ları ϕ_1 ve kohezyonları (C) na bağlı olarak mohr zarfları çizilmiştir. τ - σ -diyagramlarının incelenmesinden de anlaşılacağı gibi, akmanın olabilmesi için her yeni ϕ_1 değerine, bir sabit asal gerilme oranı tekabül etmektedir. Dolayısıyla, kaya birim elemanının kırılabilmesi için en azından bu n-değerinin sağlanması gerekmektedir.

Şekil. 2b'de, 0-50° arasında değişen iç sürtünme açıları (ϕ_1) için bu gerilme oranları $n = \sigma_1/\sigma_{III} = \psi(\phi_1)$ fonksiyonu olarak çizilmiştir. Diyagramda, iç sürtünme



b

b) İç sürtünme açısı ve kırılma açısının fonksiyonu olarak asal gerilme oranının değişimi.

açısındaki artışın kırılma için yeni ve daha büyük bir "gerilme oranı" nı gerektirdiği görülmektedir. Şu halde, kaya elemanları sağlamlaştıkça ve gevrekleştikçe kırılmanın olabilmesi için daha büyük gerilme farklarının (deviyör gerilmeler) oluşturulması gerekmektedir. Başka bir deyişle, birim kaya elemanlarının akmamasını ve kırılmamasını sağlamak için gerilme dağılımlarını homojenleştirmek ve isostatikleştirmek gerekmektedir.

İç sürtünme açısıyla, taşın kırılma açıları olan α ve θ arasında

$$\alpha = \frac{\pi}{2} - \theta \text{ ve}$$

$$\phi_1 = \frac{\pi}{2} - 2\theta$$

bağıntıları bulunduğundan aynı diyagramın apsisine ayrıca α ve θ değerleri de taşınmış ve böylece taşın kırılma açılarıyla gerilme oranları arasındaki bağıntı verilmeye çalışılmıştır.

Grafikteki $n = (\phi, \alpha, \theta)$ eğrisinin üstünde kalan kısımda akma ve kırılma olayı meydana gelebilecek, eğrinin altındaki bölgede ise hiçbir zaman kırılma olmayacaktır. Şu halde, $n = \psi(\phi, \alpha, \theta)$ eğrisi bir birim kaya elemanı için güvenli ve güvensiz gerilme ortamlarını birbirinden ayırmaktadır. Ancak, bunun gerekli ama yeterli olmayan bir kırılma koşulunu tanımladığı unutulmamalıdır.

Birim kaya elemanları arasında kalan süreksizliklerin de, laboratuvardaki kesme deneylerinde belirlendiği gibi, kohezyonları ve sürtünme açıları vardır. Şekil. 3a'da tek çatlak takımlı bir kayanın süreksizliklerindeki sürtünme açısı ϕ_1 ile gösterilmiş ve aynı τ - σ diyagramına birim kaya elemanının mohr zarfı da çizilmiştir. Burada taşın akması ve kırılması için

$$\tau_1 = C_1 + \sigma_1 \cdot \tan \phi_1$$

kesme gerilmesine ve birim kaya elemanlarının birbirini üzerinde kayabilmesi için de

$$\tau_1 = C_1 + \sigma_1 \tan \phi_1$$

kayma gerilmesine ulaşılması gerekir. Bu gerilmelerden, τ_1 'nin meydana gelebilmesi için en az

$$n > n_1$$

koşulunun ve τ_1 için de

$$n_1 > n > n_2$$

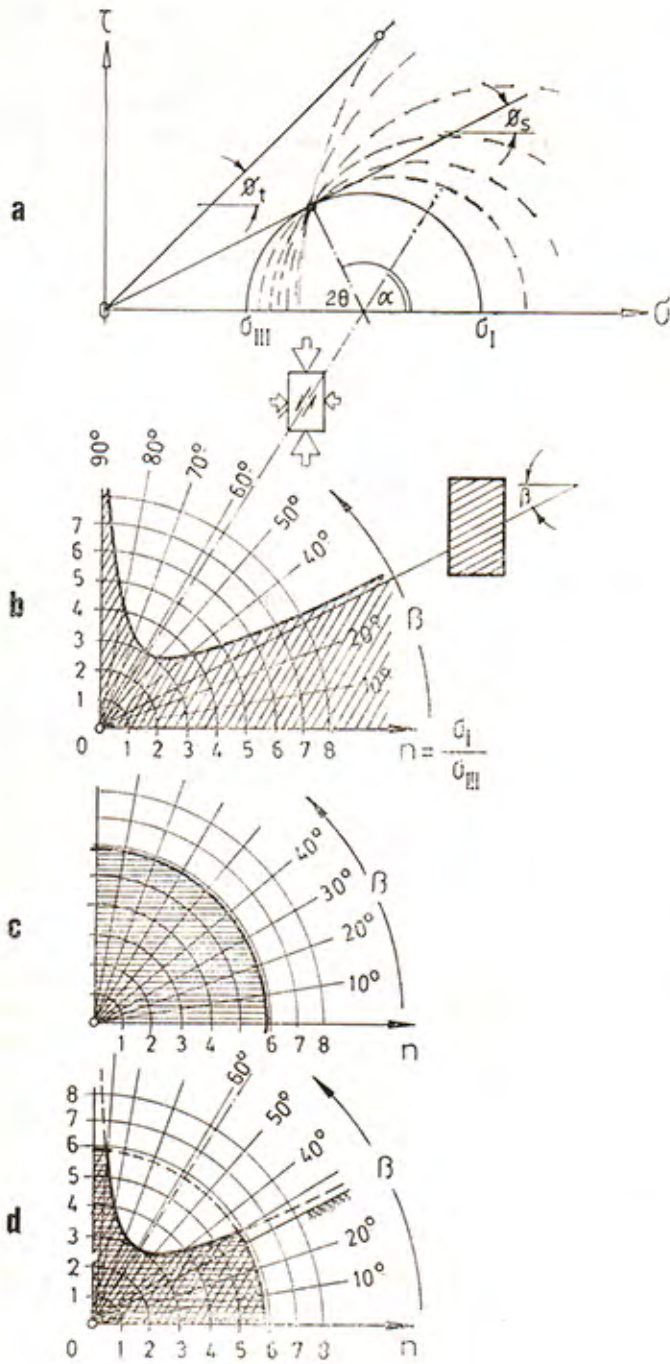
koşulunun sağlanması zorunludur.

Şekil. 3b'de, süreksizliklerin eğim açısı olan β 'nin α ya eşit olması halinde, en düşük asal gerilme oranı altında kayma beklenmelidir. Kaymanın başlayabilmesi için ise β nın ϕ_1 'den büyük olması ve "n" nin ∞ a yakın değerler alması gerekmektedir. Bu sonuçlara göre; kaymanın meydana gelebilmesi için gereken gerilme oranları taralı bölgenin dışında kalmak zorundadır.

Şekil. 3c'de, birim kaya elemanının akması ve kesilebilmesi için gerekli olan en düşük asal gerilme oranı

de ise hem kayacak ve hem de kırılacaktır. Buralarda basamaklı kırılma ve akmlar meydana gelecektir.

Birbirine dik (ortogonal) konumlu iki süreksizlik takımı içeren kayada, her iki süreksizliğe ait ayrılma derecesinin ($\chi_1 = \chi_2$) 1 ve iç sürtünme açılarının aynı olması halinde, Şekil. 4 a'da görüldüğü gibi, $\pi/4$ e göre simetrik olan bir anizotropi meydana gelmektedir. Çünkü takımların herbirinin oluşturduğu anizotropi, diğerinin eşleniğidir ve ortak anizotropi, bunların girişimi sonunda gelişmektedir.

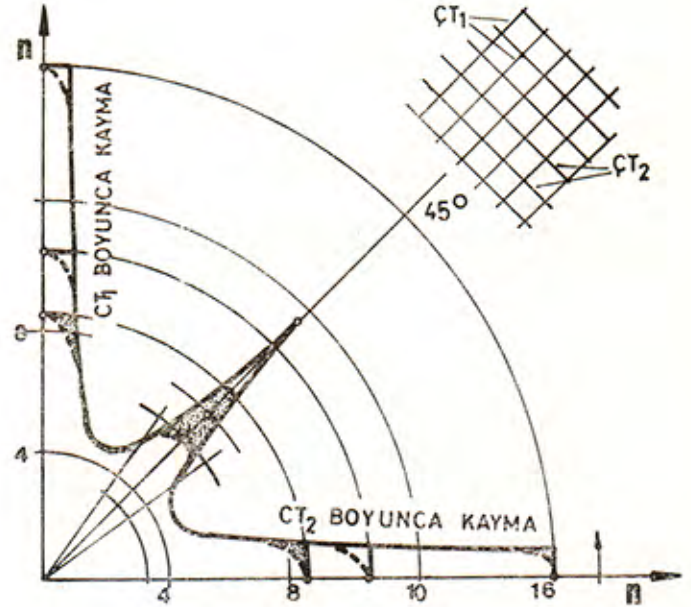


Şekil 3 — Süreksiz ortamlarda anizotropi

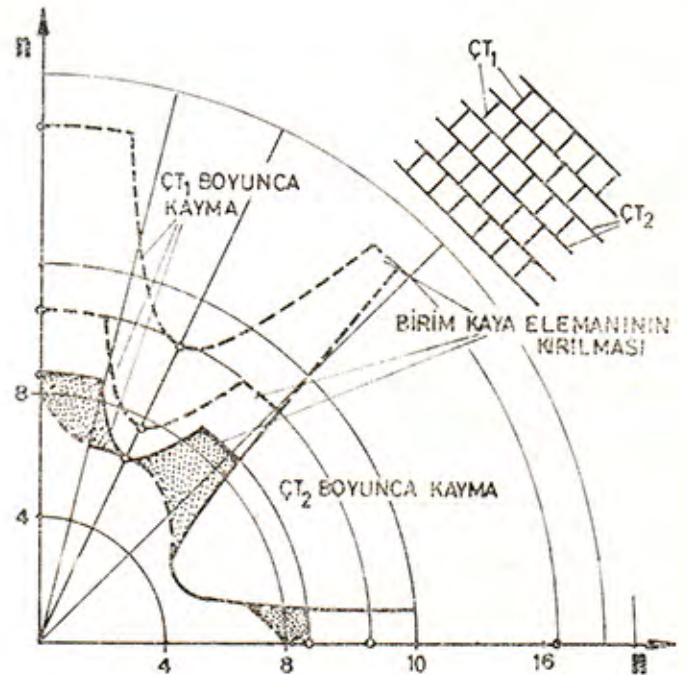
- a) Taşın ve Süreksizliğin mekanik yenilme koşulları
- b) Süreksizliğin yenilmesi
- c) Taşın verilmesi
- d) Taşın ve süreksizliklerin ortak etkisiyle oluşan diskontinuum anizotropisi.

yönlere göre değişmemekte, izotrop kalmaktadır. Böylece; hem süreksizliklerin ve hem de kaya birim elemanlarının maddesel direnç özelliklerinin aşılabilmesi için gereken gerilme oranları, Şekil. 3b ve Şekil. 3 c'de ki ortak sınırlarla belirlenebilecektir (Şekil. 3d).

Sonuç olarak, böyle tek çatlak takımlı (tabakalı) bir kaya $0 < \beta < \theta$ bölgesinde $n > n_1$ koşulunun sağlanması halinde madde özelliklerinin etkisiyle kırılacak, $\beta = \alpha$ durumunda tabakaların üzerinde kayacak ve diğer bölgeler-



Şekil 4 — a Tümenden ayrılmış, ortogonal eklemlili ortamın simetrik anizotropisi



b) Farklı ayrılmış, ortogonal eklemlili ortamda asimetrik anizotropi.

(John, 1968)

Süreksizlik takımlarından birinin ayrılma derecesi diğerinden farklı ($\chi_1 < \chi_2$) ise, bu durumda χ_1 etkisiyle oluşan direnç düşümü, χ_2 ninkine oranla daha az olacak ve bu doğrultuda akma ve kırılma için gerekli olan gerilme oranı daha büyük değerler alacaktır. Şekil. 4b; süreksizlikler üzerindeki kaymalar ile bunların arasında kalan malzeme köprülerinin akma ve kırılması ile belirlenen "asimetrik anizotropi" oluşumunu göstermektedir.

Ayrılma derecelerinin $\alpha < 1$ olması halinde, $(1-\chi)$ değeri, taşın madde özelliklerine bağlı olarak kırılacağı uzunluk oranını vermektedir. Şu halde bir süreksizlik doğrultusundaki doku hareketliliği süreksizlik üzerindeki kayma ve malzeme köprüleri içindeki kesme gerilmelerine bağlı olmaktadır.

BRAY, J.M. (1967) A Study of Jointed and Fractured Rock. Felsmech. u. Ing. Geol Vol. V/2-3, S. 117-136. ve V/4, S. 197-216.

DONATH, F.A. (1964), Strength Variation and Deformation Behavior in Anisotropic Rock, Conf. Santa Monica 1963, Amer. Elsevier, S. 281-289.

EVERLING., DREYER, W. (1968), Festigkeit von Gestein und Gebirge. 10. Ländertref. Intern. Büro f. Gebirgsmechanik, Leipzig.

JOHN, K.W. (1969), Festigkeit und Verformbarkeit von druckfesten, regelmäßig gefügten Diskontinuen. Veröff. des Inst. für Bodenmech. u. Felsm. der Uni. K'he, Heft 37.

MÜLLER, L. (1958), Beispiele für den Einfluß der Gebirgs-Anisotropie auf Talsperrengründungen. Geol. u. Bauwesen. Jg. 24. H. 2. S. 82.

MÜLLER, L., FACHER, F. (1965), Modellversuche zur Klärung der Bruchgefahr geklüfteter Medien. Felsmech. u. Ing. Geol. Suppl. II, s. 7-24.

TESS, FECKER, E., MÜLLER, L. (1973), Kriterien zur Erkennung der Bruchgefahr in geklüfteter Medien. Rock Mech. Suppl. 2. S. 71.

REIK, G., MUHLHAUS, H.B. (1978), Methoden zur Ermittlung mechanischer Eigenschaften von geklüftetem Fels. Grundlagen u. Anwend. der Felsmech. Kollog. Karlsruhe 1978. Trans Tech. Publ. Clausthal, S. 67-83.

SONNTAG, G. (1958), Einfluß der Anisotropie auf die Beanspruchung des Gebirges in der Umgebung von Stollen. Der Bauingenieur, Jg. 33, H. 8.

MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ TÜRK MİLLİ KOMİTESİ ÜYELERİ

AKIN, Nuran
DSİ 5. Bölge MÜd.
Etlik
Ankara

AYAN, M.; Prof. Dr.
A.Ü. Fen Fak.
Müh. Böl.
Ankara

AKINCI, Mustafa
Dikmenci Cad. Nişancılar Sok. 78-13
Ankara

AYAN, Tamer
Geoteknik, Büyükdere Cad. 27/7
Şişli
İstanbul

AKLAN, Turhan
DSİ Jeoteknik Hiz.
ve YAS. Dai. Baş. Yard.
Yücetepe
Ankara

BULUTLAR, Erdal
E.İ.E. İdari
Demirtepe
Ankara

AKSU, Necdet
Piremecı Sok. Oba Apt. Kat. 3
Beyoğlu
İstanbul

BÜYÜKKÖSE, Nevzat
E.İ.E. İdaresi
Demirtepe
Ankara

ANSAL, Atilla M.; Dr.
İ.T.Ü. İnş. Fak.
İstanbul

ÇAĞLAYIK, Vedat
E.İ.E. İdari
Demirtepe
Ankara

ALPAY, H. Erdal
Temel İnşaat, Erzurum Sitesi
Çamlıca
İstanbul

CANİK, Baki; Doç. Dr.
Selçuk Üniv.
Mühendislik Fak.
Konya

ALTINLI, Enver; Prof. Dr.
Profesörler Sitesi B 4 Daire 3
Etiler
İstanbul

ÇELEBİ, Levent
Özveren Sok. 29/8
Demirtepe
Ankara

ALTUĞ, Saydun
Geo. Eng. DAR. 23
P.O. Box 910
Jeddah

ÇETİNÇELİK, Mesut A.
P.K. 82
Kızılay
Ankara

AŞÇIOĞLU, Erman
DSİ Jeoteknik Hiz. ve
YAS Dairesi
Yücetepe
Ankara

ÇORUH, C.; Doç. Dr.
İ.Ü. Mühendislik Fakültesi
Vezneciler - Jeofizik Müh. Böl.
İstanbul

ATAKAN, Nizamettin
Rıhtım Cad. İzzettin Sok.
Polat Apt.
Kadıköy
İstanbul

ÇOŞAR, Yavuz
Rue Campagne 332
Belçika

CONGAR, Behiç
SIAL Bestekar Sok. 76/6
Kavaklıdere
Ankara

DADAŞBİLGE, Kırhan
Temel İnşaat, Erzurum Sitesi
Çamlıca
İstanbul

DEMİRKOL, C.; Doç. Dr.
Jeo. Müh. Böl.
Çukurova
Adana

DENİZ, Servet
İ.T.Ü. Maden Fak.
Maçka
İstanbul

DİLEK, R.; Prof. Dr.
K.Ü. Mühendislik Fakültesi
Jeo. Müh. Böl.
Trabzon

DOYURAN, V.; Doç. Dr.
O.D.T.Ü. Geo. Müh. Böl.
Ankara

ERANIL, Yücel; Dr.
9 Eylül Üniv. Müh. Fak.
Jeo. Müh. Böl.
Bornova
İzmir

ERDOĞAN, Eray; Dr.
MASU Bankalar Cad.
Hazeran Han. 82/4
İstanbul

ERDOĞAN, Mustafa
İ.T.Ü. Maden Fak.
Maçka
İstanbul

ERGUVANLI, A. Kemal; Prof. Dr.
İ.T.Ü. Fen-Edebiyat Fak.
Ayazağa
İstanbul

ERİŞ, İsmail
İ.T.Ü. Maden Fak.
Maçka
İstanbul

ERLER, A.; Doç. Dr.
O.D.T.Ü. Geo. Müh. Böl.
Ankara

EROSKAY, S. Okay; Prof. Dr.
İ.Ü. Mühendislik Fakültesi
Jeo. Müh. Böl.
Vezneciler
İstanbul

ERTUNÇ, Aziz; Dr.
ERTUNÇ, Aziz; Doç., Dr.
E.İ.E. İdaresi
Demirtepe
Ankara

FİLAZİ, F. Cemal
Karakaya Mühendislik
P.K. 209
Diyarbakır

GENÇ, Deniz
E.İ.E. İdaresi
Demirtepe
Ankara

GÖZÜBOL, A.M.; Y. Doç. Dr.
İ.Ü. Mühendislik Fakültesi
Jeo. Müh. Böl.
Vezneciler
İstanbul

GÜLEÇ, Kemal; Doç. Dr.
Mühendislik Fak.
Jeo. Müh. Böl.
Konya

GÜMÜŞOĞLU, Çetin
İ.T.Ü. Maden Fak.
Maçka
İstanbul

GÜNAY, Gültekin; Doç. Dr.
Hacettepe Üniv. Müh. Fak.
Hidroloji Böl.
Beytepe
Ankara

GÜRPINAR, Okay; Y. Doç. Dr.
İ.Ü. Mühendislik Fakültesi
Jeo. Müh. Böl.
Vezneciler
İstanbul

İRFAN, Tefrik Yalçın
O.D.T.Ü. Geo. Müh. Böl.
Ankara

KALE, Saim
SIAL Bestekar Sok. 76/6
Kavaklıdere
Ankara

KARAOĞULLARINDAN, Talip
D.S.İ. Aslantaş Barajı
Adana

KASAPOĞLU, Erçin; Doç. Dr.
Hacettepe Üniv.
Yerbilimleri Enst.
Beytepe
Ankara

KIRMACIOĞLU, M. Aydın
E.İ.E. İdaresi
Demirtepe
Ankara

KAYA, M. Kenan
Karayolları Gn. Md.
Araştırma Dairesi
Yücepete
Ankara

KOŞAR, Ercan
Dar Al-Handasoh P.O. Box 1571
Makkah
Saudi Arabia

ÖZBEN, A. Murat
Karayolları Gn. Md.
Araştırma Dairesi
Yücepete
Ankara

ÖZİŞ, Ünal; Prof. Dr.
9. Eylül Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Bornova
İzmir

TAŞLICA, A. Hamdi
E.İ.E. İdaresi
Demirtepe
Ankara

TEKELİ, İbrahim
E.İ.E. İdaresi
Demirtepe
Ankara

TOĞRUL, Ergün; Prof. Dr.
Boğaziçi Üniversitesi
İstanbul

TÜRK, Necdet
EGE Üniv. Fen. Fak.
Jeo. Bilm.
İzmir

TÜYSÜZ, Okan
İ.Ü. Mühendislik Fakültesi
Jeo. Müh. Böl.
Vezneciler
İstanbul

UNAY, Güngör
E.İ.E. İdari
Demirtepe
Ankara

UZ, Necip Özden
Geokimya A.Ş.
Barbaros Bulvarı no. 16 Da. 5
Balmumcu
İstanbul

ÜNAL, İnan
Dr. Şakir Paşa Sok. 29/3
Kadıköy
İstanbul

VARDAR, Mahir; Doç. Dr.
İ.T.Ü. Maden Fakültesi
Maçka
İstanbul

YILDIZ, Şaban
D.S.İ. Jeo. Hiz. ve YAS. Dai.
Ankara

YURDAKUL, M. Emin
M.T.A. Tem. Araş. Dai.
Ankara

YÜKLER, Arif; Doç. Dr.
Research and Development Phillips
Petroleum Company 259 Geoscience
Building Bartlesville
Oklahoma

YÜZER, Erdoğan; Prof. Dr.
İ.T.Ü. Maden Fakültesi
Maçka
İstanbul

ZAMBAK, Caner; Dr.
İ.T.Ü. Maden Fakültesi
Maçka
İstanbul

KÖSEOĞLU, Mesut; Dr.
K.Ü. Jeo. Müh. Böl.
Trabzon

KUNTEL, Adnan
39. Sok. 12-2
Bahçelievler
Ankara

KURTOĞLU, Yavuz
Güneş Sok. 13-14
Kavaklıdere
Ankara

MUT, Taner
Temel İnşaat, Erzurum Sitesi
Çamlıca
İstanbul

PINAR, Nuriye; Prof. Dr.
Yıldız Üniv.
İnşaat Böl.
İstanbul

OLDAÇ, Yılmaz
Karanfil Sok. 49/2
Yenişehir
Ankara

SAVAŞKAN, Erdoğan
İ.T.Ü. Maden Fak.
Maçka
İstanbul

ÖZASLAN, Hasan
Dikmen Cad. Nişancılar Sok. 78-13
Ankara

SUNU, Rezzan
D.S.İ. 1. Bölge Müdürlüğü
Bursa

ÖZBEK, Ertuğrul
Şimşek Sok. 27/12
Kavaklıdere
Ankara

SÜMERMAN, Kaler
E.İ.E. İdari
Demirtepe
Ankara

ÖZER, Nejat
İ.T.Ü. Maden Fak.
Maçka
İstanbul

ŞENYUVA, Tahsin
İ.Ü. Mühendislik Fakültesi
Jeo. Müh. Böl.
Vezneciler
İstanbul

ÖZİŞ, Ünal; Prof. Dr.
9. Eylül Üniv. Müh. Fak.
Bornova
İzmir

TAN, Yüksel
E.İ.E. İdari
Demirtepe
Ankara

ÖZTAŞ, Turgut
İ.T.Ü. Maden Fak.
Maçka
İstanbul

TARHAN, Fikret; Doç. Dr.
K.Ü. Mühendislik Fakültesi
Trabzon

KURUMSAL ÜYELER

- 1 — Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü - **Ankara**
- 2 — Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü - **Ankara**
- 3 — Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi - **Ankara**
- 6 — Karadeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi - **Trabzon**
- 7 — Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Genel Müdürlüğü - **Ankara**
- 4 — İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi - **İstanbul**
- 5 — İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi - **İstanbul**
- 8 — Maden İhraçatçıları Birliği - **İstanbul**
- 9 — Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi - **Ankara**
- 10 — Temel Araştırma A.Ş. - **İstanbul**