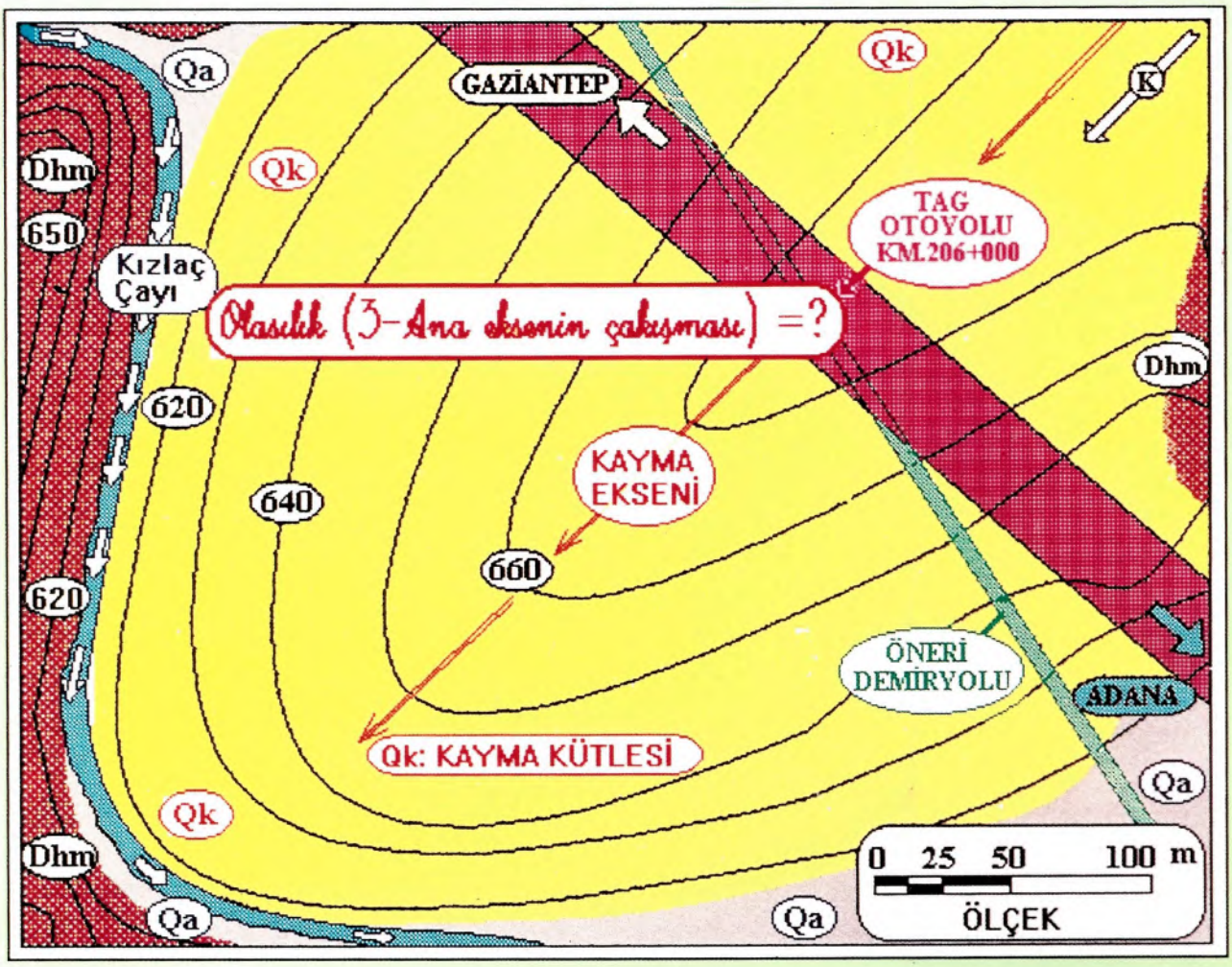
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayını

Mayıs 1996 Sayı 48

ISSN 1016-9172



- ▶ Jeokronoloji
- ▶ Çevre Jeolojisi
- ▶ Jeokimya
- ▶ Sondaj Teknolojisi
- ▶ Mineraloji
- ▶ Su Kimyası
- ▶ Mühendislik Jeolojisi
- ▶ Deprem
- ▶ Jeoteknik

TMMOB
JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI

YÖNETİM KURULU

Hikmet TÜMER	Başkan
Tahir ÇEBİ	İkinci Başkan
Erçin TÜRKEL	Yazman
Aydın Bülent BAŞ	Sayman
Bahadır ŞAHİN	Mesleki Uygulamalar Üyesi
Erdem ÇÖREKÇİOĞLU	Yayın Üyesi
Oğuz DEMİRKAN	Sosyal İlişkiler Üyesi

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ
YAYIN KURULU

Editörler
Kemal TÜRELİ - Ferda ÖNER
Tamer Yiğit DUMAN

Teknik Yönetmen
Semih GÜRSU

MAKALELERİ İNCELEYENLER (Sayı 48)

Nihal AYDIN (MTA)
Serdar BAYARI (HÜ)
Zeki ÇAMUR (ODTÜ)
Tandoğan ENGİN (MTA)
Nilgün GÜLEÇ (ODTÜ)
Ali İŞCAN (MTA)
Yusuf Ziya ÖZKAN (MTA)
Fuat ŞAROĞLU (TPAO)
Sadık USTA (AÜZF)
Reşat ULUSAY (HÜ)
Mustafa YURDAGÜL (DSİ)

SAHİBİ ve YAYIN SORUMLUSU
Hikmet TÜMER
YÖNETİM YERİ - Bayındır sok. No: 7/1 Kat :1 Kızılay - ANKARA
YAZIŞMA ADRESİ - P.K. 464- 06424 Kızılay - ANKARA

REKLAM FİYATLARI

Arka Dış Kapak (Renkli)	40.000.000 TL.
Arka Dış Kapak (S/B)	25.000.000 TL.
Arka İç Kapak (Renkli)	30.000.000 TL.
Arka İç Kapak (S/B)	25.000.000 TL.
İç Sayfa (S/B)	10.000.000 TL.
1/2 Sayfa (S/B)	5.000.000 TL.
1/4 Sayfa (S/B)	2.500.000 TL.
Özel Renk	2.500.000 TL.
Renk Süzümü	2.500.000 TL.

Tescilli bürolara ve sürekli reklam yayımlanması isteminde % 10 indirim yapılır. Bu sayı 1000 adet basılmıştır.

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası yayınıdır. Yılda iki kez yayınlanır. Dergi Odanın amaç, ilke ve yayım koşullarına uygun bilimsel ve teknik yazılara açıktır. Yayımlanan yazılardaki fikir ve teknik sorumluluk yazarlara ait olup, Jeoloji Mühendisleri Odası ve Dergi sorumlu değildir.

Dr. Mehmet TATAR
Jeoloji Yük. Müh.

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayını

Mayıs 1996 Sayı 48 **ISSN 1016-9172**

İÇİNDEKİLER

1 **Uranyum serisi ile yaş saptama yöntemlerinin hidrojeolojide kullanım olanakları**
Mehmet EKMEKÇİ

16 **İndikatör temel bileşenler Kriging Yöntemi ile yeraltısuyu kirliliğinin saptanması ve yöntemin Eskişehir ovasına uygulanması**
Cem SARAÇ, A.Erhan TERCAN, Deniz MAMUREKLİ ve Fikret KAÇAROĞLU

22 **Türkiye'deki bazı kromitlerin ana bileşen kimyası özellikleri**
Osman KOPTAGEL

27 **Su kuyusu: Çamurlu delgiye karşı akışkan teknolojisi**
İlyas YILMAZER

32 **Gördes zeolitli (Klinoptilolit) tüflerinin mineralojisi ve bitki yetiştirme ortamında kullanımı**
A. Cihat KÜTÜK, Mahmut YÜKSEL, Sonay SÖZÜDOĞRU, Ferda ÖNER ve İsrafil KAYABALI

40 **Doğal salamura sularda mineral çökelim ve çözünümünün termodinamik değerlendirimi için bilgisayar programı**
M. Zeki ÇAMUR

57 **Şevlerde hareketlerin izlenmesi için inklinometre aletinin kullanımı ve bir örnek uygulama**
Engin ERTÜRK

63 **17 Ocak 1995 Hyogo Ken Nanbu depreminde (Japonya) gözlenen faylanmalar ve oluşan deprem dalgalarının özellikleri**
Ömer AYDAN

78 **Schmidt Sertlik Çekici kullanılarak tahmin edilen tek eksenli sıkışma dayanımı verilerinin güvenilirliği üzerine bir değerlendirme**
Candan GÖKÇEOĞLU

82 **Jeoteknik çalışmalarda doğru adlandırmanın önemi**
İlyas YILMAZER

88 **Sağlığı zararlı mineral tozlarının genel özellikleri ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri**
Mine ŞENOĞLU

91 **Niçin Poster?**
Selim İNAN

94 **Jeoloji Panorama**
Sefer ÖRÇEN

kapak fotoğrafı
Otoyol ve Demiryolu geçkilerinin belirlenmesine bir örnek:
Otoyol ve Demiryolu eksenleri, dereyi de öteleyen büyük bir kaymanın ekseni ile çakıştırılmıştır.
İlyas YILMAZER

Değerli Üyelerimiz,

"Doğal kaynaklarımızın gerçek sahibi halkımızdır" Odamız örgütlü olduğumuz yıldan beri bu ilkeyi bu güne kadar savunmuştur.

Yeni hükümetle birlikte ard arda açılan PAKETLER zincirinde Madencilik Sektöründen 10 Milyar Dolar gelir bekleyenler hemen gündeme Yeni Maden Yasasını getirdiler. Odamız yıllardır Madencilik Sektöründe önerdiklerini, Yeni Yasa düzenleme çalışmalarına katılarak dile getirmiş ayrıca bunları Enerji Bakanlığı'na yazılı olarak da iletmiştir. Yasa çalışmaları Odamızca yakından ve ilkelerimizden ödün vermeden izlenmektedir. Yeni Yasa Çalışmaları ile birlikte gündeme getirilen Madencilik Bakanlığı kurulmasına Odamız olumlu bakmaktadır. Ancak yeni Bakanlığı sadece siyasal kadrolaşma olarak gören anlayışa da sonuna kadar karşı çıkılacaktır.

Değerli meslektaşlarımız örgütlülüğümüzün 50. yılı olan 1997 yılı içinde, Odamız 50. yıl etkinliklerine Jeoloji Mühendislerinin toplumdaki işlevi açısından özel bir önem vermektedir. Daha önceki sayılarımızda da duyurduğumuz gibi GEOENV'97 JEOLOJİ ve ÇEVRE 1-5 Eylül 1997'de İstanbul'da gerçekleştirilecektir. Sempozyum etkinliklerimiz tüm yoğunluğu ile devam etmektedir.

Ayrıca, 50. yıl etkinlikleri kapsamında, Antalya Şubemiz 28-30 Kasım 1996'da Akdeniz Zemini Sempozyumunu gerçekleştirecektir.

Adana Şubemiz 1 Kasım 1996'da Mersin'de Yerleşim Yerlerinde Zemin Etütleri Panelini gerçekleştirecektir.

İstanbul Şubemiz 1997 Haziran'ında Su ve Çevre konulu Sempozyum düzenlemektedir.

17-19 Şubat 1997'de Ankara'da Jeoloji Mühendisliği ve Sondaj Uygulamaları Sempozyumunu, 2-4 Nisan 1997'de Ankara'da Yeraltı Suları Sempozyumunu, 28-30 Nisan 1997'de Ankara'da Maden Jeolojisi Sempozyumunu gerçekleştirilecektir.

Siz değerli üyelerimizin tüm bu çalışmalara büyük katılımlar koyacaklarına eminiz. Bu etkinliklerin başarıya ulaşması hem mesleğimize, hem ülkemize büyük faydalar sağlayacaktır.

50. Yılımız tüm arkadaşlarımıza kutlu olsun.

Beraber üretelim ve üretmeye devam edelim.

Saygılarımızla,

Yönetim Kurulu

Uranyum serisi ile yaş saptama yöntemlerinin hidrojeolojide kullanım olanakları

Mehmet Ekmekçi, H.Ü., Jeoloji Müh. Böl. Beytepe, Ankara

Kuvaterner yaşlı karasal ortamlarda çökelen litolojik malzemelerin yanal ve düşey devamlılıklarının az olması, bu tür ortamlarda, klasik litostratigrafik yöntemlerle yapılan deneştirme çalışmalarının, özellikle, bölgesel araştırmalar söz konusu olduğunda, güvenilir sonuç vermesini engellemektedir. Kuvaterner dönemini çalışan yerbilimciler, bu sorunu, belli bir döneme ait fauna ve flora örneklerinden yararlanarak aşmaya çalışmışlardır. Ancak, biyolojik evrimin çok yavaş olması, bu yöntemlerle 1 milyon yıldan daha genç yaşların belirlenebilmesine olanak vermemektedir. Kaldı ki, benzer paleoiklimsel koşullarda aynı toplulukların, farklı dönemlerde ortaya çıkması da olasıdır. Bu durum da, sağlıklı yaş verme ve deneştirme olanağını kısıtlamaktadır. Kuvaterner jeolojisinde olduğu kadar, arkeometri, jeomorfoloji, jeotermal sistemler, jeokimyasal araştırmalar ve karst evriminin belirlenmesinde de kullanım potansiyeli yüksek olan Uranyum Serisi Yaş Saptama Teknikleri, bu tür sorunlara sayısal, güvenilir ve hassas çözümler getirmektedir.

Öte yandan, hidrolojik bir havzanın hidrodinamik yapısının ortaya konması, karst hidrojeolojisi incelemelerinde öngörülen ana amaçların başında gelmektedir. Sistemin hidrodinamik yapısı, karstlaşmanın zaman içinde üç boyuttaki gelişmesine bağlıdır. Sözkonusu gelişme, karstlaşmayı etkileyen koşullara (iklimsel, kimyasal, stratigrafik, yapısal vb.) bağlı olarak hızlanır, yavaşlar veya durur. Çözünme ve çökelmenin jeolojik zaman cetvelinde kısa sürelerde meydana gelmesi ve bu tür çökellerin aralarında düzenli, sürekli ve yaygın litostratigrafik bir ilişki bulunmayışı, özellikle bölgesel anlamda yapılacak deneştirme, değerlendirme ve yorumun sağlıksız ve hatalı olmasına neden olmaktadır. Bu tür sorunlar, Kuvaterner dönemi için, büyük oranda Uranyum Serisi ile Yaş Saptama Teknikleri ile çözülebilmektedir. Sunulan çalışmada, yaş saptama tekniklerinin temel ilkeleri verildikten sonra bu tekniklerden özellikle karst hidrojeolojisinde yararlanma olanakları konusu tartışılmıştır.

Giriş

Uranyum Serisi (U - Serisi) ile Yaş Saptama Yöntemleri, 1 milyon yıl yaşına kadar olan çok çeşitli jeolojik malzemelere uygulanabildiklerinden, özellikle Kuvaterner jeolojisi çalışmaları açısından büyük önem taşımaktadırlar. Ivanovic ve Harmon (1992)'nin bildirdiğine göre, ilk uygulamalar, Joly (1908)'in derin denizel çökellerin radyum (Ra) içeriğinin, sığ denizel çökellerinkinden yüksek olduğu yolundaki gözlemleriyle başlamıştır. Daha sonraları, Piggot ve Uray (1942) Ra fazlasının, yine yüksek oranda bulunan 230Th (toryum)'dan kaynaklandığını ortaya koymuşlardır. II. Dünya Savaşından sonra radyoaktivitenin daha sağlıklı ve hassas bir şekilde saptanabilmesini sağlayan tekniklerin geliştirilmesi derin deniz çökellerinin kronolojilerinin oluşturulmasını sağlamıştır. U - Serisi ile Yaş Saptama Tekniklerini, karasal karbonatlı çökellere (mağara çökelleri ve travertenler) ilk olarak Rosholt ve Antal (1962) uygulamışlardır (Ivanovic and Harmon, 1992).

Özellikle Kuvaterner jeolojisi, jeokimyasal ve jeotermal prospeksiyon, paleoiklimsel yorumlamalar ve jeomorfolojik evrim gibi çalışmalara sayısal veriler sağlayan bu tekniklerin karstlaşma evriminin ortaya konmasına yönelik olarak önemli bir kullanım alanı bu-

lunmaktadır. Karst hidrojeolojisi incelemelerinin ülkemiz için önemi, Türkiye'nin yüzölçümünün yaklaşık üçtebirinin karstlaşabilen karbonatlı kayaçlarla kaplı olmasından kaynaklanmaktadır. Karmaşık bir hidrodinamik yapı sunan karstik alanlarda bulunan yeraltısuyu araştırmaları, klasik yöntemler dışında, özel bazı yöntem ve teknikler gerektirmektedir. Türkiye'de bu tür alanlarda bulunan yeraltısuyu potansiyelinin önemli bir bölümünden halen yararlanılamamaktadır. Bugün sayısal olarak ortaya konamayan birçok parametre arasında karstlaşma evrimine ilişkin parametrelerin de bulunması, yeraltısuyu akımının meydana geldiği yolların sağlıklı bir şekilde belirlenebilmesini engellemektedir. Bu amaçla yapılan speleoloji çalışmalarına büyük katkılar sağlayacak olan Uranyum Serisi Yaş Saptama Tekniklerini uygulama çalışmaları, bu alanda büyük bir eksikliği tamamlamış olacaktır. Sayısal sonuçlar veren Uranyum Serisi Yaş Saptama Teknikleri, Kuvaterner yaşlı malzemelerde kronostratigrafi, paleoiklimsel yorum ve deniz seviyesindeki alçalma - yükselmelerin belirlenmesi, buradan giderek karstlaşma evrimi ve sistem (akiferin) hidrodinamiğinin ortaya konmasında büyük yararlar sağlayacaktır.

Kuvaterner dönemi yaş saptama yöntemleri

Colma et. al (1987) ve Smart and Frances (1991) Kuvaterner dönemi yaş saptama yöntemlerini, kullandıkları teknik ve verdikleri sonuçlara bağlı olarak iki tür sınıflama önermişlerdir (Çizelge 1).

1- Sayısal Yöntemler: Bu tür yöntemler, belli bir hata payı ile salt (absolüt) yaş verirler. Yöntemde yaş, belli bir ölçek kullanılarak sayısal olarak verilmektedir. Radyokarbon ve diğer izotopların kullanıldığı yöntemler bu gruba girerler.

2- Kalibrasyon Yöntemleri: Herhangi bir parametrenin zaman içerisinde sistematik olarak meydana gelen değişimlerinin ölçüldüğü yöntemlerdir. Ancak, burada değişimin ölçülmesinde kullanılan ölçüt yine başka (ve çoğu durumda bilinmeyen) bir değişkendir. Bu nedenle, bağımsız bir kronolojik parametre ile kalibrasyon yapılmaktadır. Yapılış tarihi bilinen mezar taşları, duvarlar ve binalar üzerinde likenometri ve radyokarbonlu morenler kalibrasyon için kullanılabilmektedir.

3- Bağıl Yöntemler: Adından da anlaşıldığı gibi, bağıl yaşlar veren bir grup yöntemlerden ancak, yaklaşık büyüklükler elde edilebilmektedir. Bağıl yaşı gösteren bu büyüklükler, bağımsız kronoloji bir parametre bulunduğu takdirde kalibrasyon yöntemlerinin verdiği yaşa dönüştürülebilirler. Aminoasit teknikleri bu yöntemlere örnek oluştururlar. Bu tekniklerde hesaplaması güç olan parametre, epimerizasyon hızıdır. Çünkü, epimerizasyon hızı büyük ölçüde geçmişte hüküm süren iklim koşullarına bağlıdır.

4- Korelasyon Yöntemleri: Bu yöntemler sadece, herhangi bir olaya eşdeğerlik kanıtları sağlarlar. Derin deniz karotlarından elde edilen foraminiferlerdeki ^{18}O içeriği buna bir örnektir.

Bunların dışında, temel ilkeler, kabul edilen varsayımlar, kullanılan teknikler ve uygulama alanlarına göre altı grup yöntem belirlenmiştir (Çizelge 1). Herhangi bir çalışmada kullanılacak yöntem, yaş verilecek malzemenin türüne, incelenen zaman aralığına ve sonuçta istenen duyarlılığa bağlı olarak seçilmelidir. Eldeki laboratuvar olanakları da yöntem seçiminde önemli parametrelerden birini oluşturmaktadır. Uygulanacak yöntemde izlenen fiziksel ve kimyasal süreçlere bağlı olarak ancak belli yöntemlerle belirli jeolojik malzemelere yaş verilebilmektedir (Çizelge 2). Öte yandan her yöntemin etkin olduğu bir minimum ve maksimum yaş sınırı bulunmaktadır. Çizelge 3'te çeşitli yöntemlerin etkin olarak kullanılabildiği yaş aralığı verilmiştir.

U - serisi ile yaş saptama tekniklerinin temel ilkeleri

Dinamik Denge Kavramı

Kütle Spektrometrisinin gelişmesine bağlı olarak, ilk yıllarda yaş saptamada uranyum serisinin ancak yarılanma ömrü ($T_{1/2}$) uzun olan izotopları (^{238}U, ^{235}U ve ^{232}Th) (Şekil 1) kullanılabiliyordu. Yarılanma ömürlerinin çok uzun olması ise bu tekniğin bir milyon yıldan daha yaşlı örneklere uygulanabilmesini sağlamıştır. Spektrometrik tekniklerin gelişmesi, son 35 yılda, yarılanma ömürleri daha kısa olan U - serisi izotoplarının yaş saptamada kullanılabilmesine olanak sağlamıştır.

U - Serisi yardımıyla yaş saptama teknikleri, uranyumun ve radyoaktif bozunma sonucunda oluşan ürünlerinin aktivitelerinin ölçülmesine dayanmaktadır. Birkaç milyon yıl boyunca her türlü fiziksel, kimyasal, jeolojik vb. olaya kapalı bir durumda kalmış olan ve uranyum içeren herhangi bir doğal malzemede, bozunmaya uğrayan izotop ile bu izotopun bozunması sonucunda oluşan ürünler arasında dinamik bir denge oluşmaktadır. Radyoaktif bozunma zincirini oluşturan izotoplardan birinin ortamdan uzaklaştırılması veya ortama katılması, sözkonusu dinamik dengeyi bozar. İşte bu şekilde oluşan denge bozulması uranyum serisi yaş saptama tekniklerinin temelini oluşturmaktadır.

Uranyumun doğal olarak oluşan iki bozunma serisi vardır. Bozunma serilerinin ana izotopları ^{238}U ve ^{235}U olup her iki izotopun da yarılanma ömrü çok uzundur

Çizelge 1. Kuvaterner Dönemi Yaş Saptama Yöntemleri (Smart and Frances, 1991'den).

Sonuç Türü*

= = = = = Sayısal = = = = = = = = =

– – – – – – = = = Kalibrasyon = = = = = = = = = = = = – – – – – – – –

– – – – – – – = = = = = = = = Bağıl = = = = = – – – – – – – –

– – – – – – – – – – – – – – – = = Korelasyon = =

Yöntem

Takvimsel	İzotopsal	Radyojenik	Kimyasal ve Biyolojik	Jeomorfik	Korelasyon
Tarihsel kayıtlar	^{14}C	**Yarılma - İzi**	**Aminoasit epimerizasyon**	Toprak profili gelişimi	Litostratigrafi
Dendro-kronoloji	**K-Ar ve ^{39}Ar-^{40}Ar**	**Luminisans**	Obsidiyen ve tefra hidrasyon	Kayaç ve mineral ayrışması	Tefrokronoloji
Lamina-kronolojisi	**Uranyum serisi**	**Elektron-spin rezonans**	Likenometri	Yeryüzü yapısı değişimleri	**Paleomagmetizma**
	Uranyum-trend		Toprak kimyası	Çökelme hızı	Fosiller ve tarihi eserler
	Kozmojenik izotoplar (^{210}Pb, ^{10}Be, ^{36}Cl, vb.)		Kayaç cila kimyası	Deformasyon oranı	**Duraylı izotoplar**
				Jeomorfik konum	**Yörüngesel değişimler** Tektit ve mikrotektitler

*Kesikli çift çizgilerin arasındaki sonuç türü, çizgilerin uzandığı kesimin altında kalan yöntemlerden genellikle elde edilen sonuç türünü göstermektedir. Kesikli tek çizgiler arasındaki sonuç türü, çizgilerin altında kalan yöntemlerden ancak belli durumlarda elde edilebilecek sonuç türüdür.

(Şekil 1). ^{236}U izotopu, yarılanma ömrünün göreli olarak kısa oluşu (2.4×10^7 yıl) nedeniyle, artık doğada bulunmamaktadır. Fakat bozunma ürünü olan ^{232}Th, 1.39×10^{10} yıllık bir yarılanma ömrüne sahiptir. Bu nedenle doğada yaygın olarak bulunur. ^{232}Th izotopunun bozunması sonucunda oluşan ürünler Şekil 1'de gösterilmiştir. ^{238}U izotopunun α - taneciği yayarak bozunması sonucu oluşan ^{234}U izotopu, göreli olarak daha kısa yarılanma ömrü nedeniyle (2.48×10^5 yıl) doğada göreli olarak az bulunan uranyum izotoplarındadır.

Bununla birlikte, Şekil 1'den de görüldüğü gibi bozunmaya uğrayan ana izotoplar (başka bir değişle seri başındaki izotoplar), bozunma sonucu oluşan izotoplardan çok daha uzun yarılanma ömürlerine sahiptirler. Bu durum, seri başı izotopunun atom sayısının, bozunma ürünü izotopun birkaç kat yarı ömrü kadar bir süre boyunca sabit kalması anlamına gelmektedir. Bozunma ürün izotopun aktivitesi, kendi bozunma katsayısına bağlı olup üstel bir fonksiyona uygun bir şekilde artar. Sözkonusu artış

$$N_2\lambda_2 = N_1\lambda_1 (1 - e^{-\lambda 2t})$$

eşitliği ile ifade edilmektedir (Smart and Frances, 1991).

Eşitlikte

N_1 = bozunan atomların sayısı

λ_1 = bozunun izotopun (birincil izotop) bozunma katsayısı

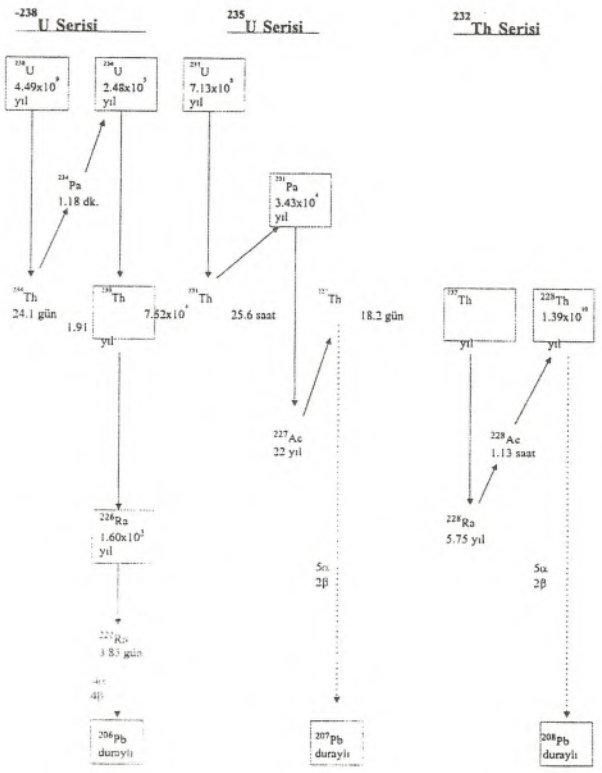
N_2 = bozunma ürünü atomların sayısı

Çizelge 2. Yaş Saptama Yöntemleri ve uygulanabildikleri jeolojik malzemeler. Yöntemin güvenirliği dörtgenin kapalılık oranı ile artmaktadır. Soru işaretleri yöntemin uygulanabilirliği konusunda yeterli bilgi bulunmadığını göstermektedir. Çizgi ise yöntemin uygulanamadığı malzemeleri göstermektedir (Smart and Frances, 1991).

	Deniz Karotları	Mercan	Volkanik	Sediman	Tufa	Mağara Çökeli	Kabuk	Kemik	Diş	Odun ve bitki kalıntısı
Radyokarbon	■	■	—	—	□	□	■	■	■	■
Potasyum-Argon	□	—	■	—	—	—	—	—	—	—
Uranyum Serisi	■	■	■	□	▬	■	▬	▬	▬	□
Helyum-Uranyum	—	■	?????	—	—	?????	—	—	—	—
Luminisans	□	■	▬	■	?????	■	—	—	—	—
Electron spin Rezonans	□	■	■	□	▬	■	▬	□	■	
Yarılma İzi	—	—	■	—	—	—	—	—	—	—
Amino Asit	—	?????	—	—	—	—	▬	□	▬	—
Paleo-magnetizma	▬	—	▬	▬	—	□	—	—	—	—
Yörünge Ayarı	■	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Çizelge 3. Çeşitli yaş saptama tekniklerinin etkin oldukları yaş aralığı (α= alfa spektrometresi ile analiz, MS = kütle spektrometresi ile analiz). Parantez içindeki rakamlar, belirli uygun koşullarda erişilebilen eşiği göstermektedir (Smart and Frances, 1991).

Yöntem		**Yaş Aralığı (x 1000 yıl)**
Radyokarbon		0.3 - 45
Potasyum - Argon		(1) 30 -< 20 000
Uranyum Serisi	$^{234}U / ^{238}U$ (α)	100 - 1 500
	$^{230}Th / ^{234}U$ (α)	3 - 350
	$^{230}Th / ^{234}U$ (MS)	0.05 - 500
	$^{231}Pa / ^{235}U$ (α)	5 - 150
Helyum - Uranyum		100 -> 2 000?
Uranyum trend		10 - 1 000?
Termoluminisans		0.1 - 100 (500)
Elektron spin rezonans		(1) 5 - 900
Fizyon - İzi		(0.1) 50 -> 2 000
Paleomagnetizma		0.05 -> 2 000
Yörüngesel ayar		1 -> 2 000



Şekil 1. Uranyum Serisi İzotopları ve Yarılanma Ömürleri.

λ_2 = bozunma ürünü izotopun (ikincil izotop) bozunma katsayısı

t = zaman ve

$\lambda = \ln 2/T_{1/2}$,

$T_{1/2}$ = yarılanma ömrü

t'nin, bozunma ürünü izotopun yarılanma ömrünün birkaç katı büyük olması durumunda, bozunma ürünü izotupun (ikincil izotop) aktivitesinin bozunan izotopun (birincil izotop) aktivitesine oran 1'e yaklaşır ve böylece dinamik denge oluşur.

Ayrımlanlama (Fractionation) Kavramı

Kimyada, bir karışımdan farklı özelliklere sahip bileşenlerin ayrılması çeşitli yöntemlerle sık yapılan bir işlemdir. Sıcaklık parametresi değiştirilerek, örneğin farklı kaynama noktasına sahip iki sıvı birbirinden ayrılabilmektedir. İzotopların ayrılması ise biraz farklı bir olaydır. Herhangi bir fiziksel veya kimyasal süreç içinde izotoplarda görülen ayrılma kısmi bir ayrılmadır. Farklı izotoplar içeren moleküllerin fiziko - kimyasal özelliklerindeki küçük farklardan kaynaklanan bu kısmi ayrılma, kuramsal olarak 1947 yılında Bigeleisen, Mayer ve Urey tarafından incelenmiştir (Ivanovic and Harmon, 1992).

Uranyum serisine ait izotopların farklı fiziksel ve kimyasal özellikler göstermesi sonucunda, bazı izotoplar ortamda kalırken, bazıları ortamdan ayrılırlar. Bu ayrılma, fiziksel ve kimyasal özelliklere bağlı olması nedeniyle, bir tür tercihli, 'seçilerek' ayrılma şeklinde gerçekleşmektedir. Bu nedenle bu olay burada "ayrımlanma" kavramı ile ifade edilmiştir. Ayrımlanma, ortamdaki dinamik dengeyi bozmakta ve radyoaktif dengesizliğe neden olmaktadır.

Uranyum (U), toryum (Th), protaktinyum (Pa) ve radyum (Ra) elektropozitif elementler olup kuvvetli iyonik bağ kurmaya eğilimlidirler. Buna karşın, radon (Rn) bir soy gaz olup iyonlaşmamakta ve doğal koşullarda tepkimeye girmemektedir. Doğal sularda, Ra^{2+}, Th^{2+} ve Pa^{5+} genellikle renksiz çözeltiler oluştururlar. U^{4+} ve U^{6+} derişik çözeltilerine, dış yörüngede bir veya daha fazla elektrona sahip olmalarından dolayı genellikle yeşil ve sarı renkler verirler (Ivanovich and Harmon, 1992).

U ve Th'un kaynakları

Toryum ve uranyum yerkabuğunda Th/U oranı yaklaşık olarak 3.5 olacak şekilde bulunurlar (Roger and Adams, 1969; Ivanovich and Harmon, 1992). Magmatik kayaçlarda bu oranın genellikle değişmemesi, Th ve U'un mağmanın soğuması sırasında ayrımlanmaya uğramadığını göstermektedir. Goldschmidt (1954) Th ve U'un iyon yarıçaplarının büyük olması nedeniyle kristallenmenin son evrelerinde kristal yapısına girdiğini, dolayısıyla olivin ve piroksenlerde nadiren, buna karşın genellikle granit ve pegmatitlerde bol miktarda bulunduklarını belirtmiştir.

Çizelge 4'te, uranyum ve toryumun çeşitli kayaçlardaki bollukları listelenmiştir. Görüldüğü gibi kırıntılı çökellerin büyük bir çoğunluğu 0.5 - 4 ppm oranında U içerirler. Organik maddece zengin siyah şeyller ile denizel fosfatlar ise 3 - 1200 ppm düzeyinde U içerebilmektedirler.

Öte yandan toryumun doğal sulardaki çözünürlüğü çok düşük olduğundan çoğu kırıntılı çökelde, ana kayaçta bulunduğu kadar bol miktarlarda bulunabilmektedir. Kireçtaşları genellikle 2 ppm dolayında uranyum içerirken, toryum içerikleri çok düşüktür veya hiç toryum içermezler.

Çökelde kil oranı ve kireçtaşında ağır metal içeriği arttıkça toryumun bulunma olasılığı artmaktadır. Dolomitlerin uranyum içerikleri kireçtaşlarınkinden daha düşüktür. Uranyumun büyük bir kısmı dolomitleşme sırasında kaybolmaktadır.

Metamorfik kayaçlarda U ve Th bolluğu, ana kayaçtaki U ve Th miktarına ve metamorfizma sırasında meydana gelen U - Th kaybına bağlıdır. Metamorfizma derecesi yükseldikçe, U - Th miktarı azalmaktadır. Bunun başlıca nedeni, Heier and Adams (1965) tarafından, metamorfizma sırasındaki sıvı - gaz kaybı ve bu

Çizelge 4. Uranyum ve Toryumun Kaynakları ve Bulunma Bollukları (Ivanovich and Harmon, 1992).

Kayaç Türü	Adı	U(ppm)	Th(ppm)	Th/U
Magmatik	granit, granodiyorit, riyolit, dasit	2.2-6.1	8-3 3	3.5-6.3
	gabro	0.8	3.8	4.3
	bazalt	0.1-1	0.2-5	1-5
	ultramafik	<0.015	<0.05	değişken
Metamorfik	eklojit	0.3-3	0.2-0.5	2-4.3
	granolit	4.9	21	4.3
	gnays	2.0	5-27	1-30
	şist	2.5	7.5-19	≥3
	fillit	1.9	5.5	2.9
	sleyt	2.7	7.5	2.8
Sedimanter	ortokuvarsit	0.45-3.2	1.5-9	1.6-3.8
	grovak	0.5-0.2	1-7	~2
	şeyl: gri - yeşil	2-4	10-13	2.7-7
	kırmızı-sarı	2-4	10-13	2.7-7
	siyah	3-1250	-	düşük
	boksit	11.4	49	~5
	kireçtaşı	~2	0-2.4	<1
	dolomit	0.03-2	-	-
	fosfat	50-300	1-5	<0.1
	evaporit	<0.1	<1	-
	mağara çökeli	<0.03-100	0-10	-
	yaşayan mollusk	<0.01-0.5	düşük	-
	fosil mollusk	0.5-8	düşük	-
	mercan	2-4	düşük	-
	manganez nodülleri	2-8	10-130	~7
	denizel kumlar ve killer	0.7-4 1-12	1-30	0.4-10
	turba	<50-80	1-5	<1
	linyit	<10	-	-
	kömür	<6000	-	-
	asfalt	10-3760	-	-
	petrol	4-77	-	-

elementlerin yüksek basınç ve sıcaklık koşullarında haraket edebilme (göçebilme) yetilerinin artışı ile açıklanmıştır.

Uranyum, özellikle linyit, kömür gibi hümik maddelerden oluşan organik çökellerde büyük miktarlarda bulunmaktadır. Hümik maddeler, sudaki (çözeltilerdeki) U ve Th'u tutabilme (absorbe) yetileri nedeniyle bu tür çalışmalarda büyük önem taşımaktadırlar. Hümik maddelerin uranyumu uranil olarak iyon - değişimi ile tutması veya doğrudan doğruya adsorplaması genellikle bitkinin ölümünden sonra meydana gelen olaylar olarak bilinmektedir. Bununla birlikte, planktonlar ve tatlı - su alglerinin de bulundukları sulu ortamdan 10^3 - 10^6 kat fazla uranyum içerebildikleri gösterilmiştir (Mann and Fyfe, 1985).

Deniz suyunda 3.3 ppb oranında uranyum bulunurken, tatlı suların uranyum içerikleri uranyum içeren kayaç veya malzeme ile temas sürelerine, bu kayaçların veya malzemelerin uranyum içeriklerine, buharlaşma oranına ve uranyumun çözeltiye geçmesini sağlayan iyonların varlığına bağlıdır.

Yüzeysel sularda genellikle 0.01 - 5 ppb olan uranyum derişimi yeraltısularında 0.1 ile 50 ppb arasında değişir. Ancak, yeraltısuları için bu oranın 2000 ppb'ye yükselebildiği de belirtilmektedir. Yeraltısularındaki bu geniş aralıktaki değişimin akım yolu boyunca uranyumun çökelmesine neden olabilen Eh - pH koşullarına bağlı olduğunu açılamışlardır. Buna karşın Th'un doğal sulardaki miktarı yok denecek kadar azdır (Ivanovich and Harmon, 1992).

U ve Th'un jeokimyasal özellikleri

Uranyum ve toryum yükleri +4 iken, yüzeye yakın ortamlarda ve düşük sıcaklıklarda kimyasal olarak hemen hemen durağandırlar. Ancak, uranyum yükseltilenerek U^{+6} haline geldiğinde ortam değiştirebilmektedir. Bu durumu Langmuir (1978), aşağıdaki tepkime ile ifade etmiştir.

$$U^{+4} + 2H_2 = UO_2^{+2} + 4H^+ + 2e^-, E^\circ = 0.27\ V$$

Buradaki UO_2^{+2}, uranil iyonu olarak adlandırılmaktadır. Karbonatlı kayaçlarda bulunan uranyum, genellikle uranil iyonu şeklindedir. Uranil iyonunun doğal sulardaki çözünürlüğü yüksek olup, karbonat ve fosfatlarla anyon kompleksleri oluşturmaktadır. Buna karşın toryum, kil mineralleri, hidroksitler veya başka katı madde yüzeylerince tutulur (adsorplanır). Uranil içeren çözeltiden itibaren, biyojenik veya kimyasal olarak çökelme meydana geldiğinde, uranyum da kristal yapısına girer. Çözeltide toryum bulunmadığından, bu çökelde de toryum bulunmaz. Bu durum, yeni çökelen malzemede ^{234}U izotopunun bol miktarda, buna karşın bu izotopun bozunma ürün olan ^{230}Th izotopunun hiç bulunmaması anlamına gelmektedir. Çökelmeden itibaren zaman geçtikçe ^{230}Th / ^{234}U oranı artar ve sonunda dinamik dengeye ulaşılır.

Uranyum ve toryumun jeokimyasal çevriminde etken olan indirgenme - yükseltgenme ortamları, yeraltısuyunun tuzluluğu, organik madde varlığı, taşınma ortamları (kolloid, gaz, sediman vb.) inorganik - biyojenik çökelme, tutulma (adsorplanma), sedimantasyon, diyajenez gibi olaylar bu çalışmanın amacına bağlı olarak burada incelenmemiştir. Bu tür bilgiler Goldschmitd (1954), Yılmaz (1988) ve Ivanovich and Harmon (1992)'de bulunabilir.

Uranyum serisi ile yaş saptama yöntemleri

U - Serisi ile yaş saptama, kullanılan izotoplara bağlı olarak çok sayıda yöntemle gerçekleştirilebilmektedir. Ancak, kullanılan izotoplar ne olursa olsun, bütün yöntemler dayandıkları temel ilkeye göre ikiye ayrılırlar; ortamda ikincil (bozunma ürünü) izotopun denge durumundan ***eksik*** miktarlarda bulunmasına dayanan yöntemler ve ikincil izotopun ***fazla*** miktarlarda bulunmasına dayanan yöntemler. İkincil izotopun ***eksik*** oluşuna dayanan yöntemlerde, çökelme sırasında ortamda sadece birincil izotopun varolduğu, zamanla birincil izotopun bozunması ile ikincil izotopun oluştuğu varsayımı geçerlidir. Radyoaktif bozunma özellikleri bilinen bu izotoplar arasındaki oran, çökelmenin bugünden ne kadar zaman önce meydana geldiğini göstermektedir. Karbonatlı çökellerin yaşlarının saptanmasında kullanılan ^{230}Th / ^{234}U ve ^{231}Pa / ^{235}U bu tür yöntemlere örnek olarak verilebilir.

İkincil izotop fazlalığına dayanan yöntemlerde ise, ikincil izotop, başlangıçta, birincil izotoptan daha büyük miktarlarda bulunmaktadır. Malzemenin yaşı, çökelme anından itibaren, bu fazlalıktan meydana gelen bozunmanın ölçülmesi ile saptanmaktadır. Derin deniz çökellerinin yaşlarının saptanmasında kullanılan ^{230}Th ve ^{231}Pa fazlalığına dayanan yöntemler bu gruba girmektedirler.

Karbonatlı çökellerin yaşlarının saptanmasında en yaygın olarak kullanılan yöntem Çizelge 2'den de görüldüğü gibi ^{23}Th / ^{234}U yöntemidir. Bu nedenle, U - Serisi yaş saptama yöntemlerinin, karst hidrojeolojisindeki uygulamaları açısından incelendiği bu çalışmada, ^{230}Th / ^{234}U yöntemi ele alınmıştır.

^{230}Th / ^{234}U Yöntemi

Mağara çökelleri, traverten, kaliçi, mollusk, mercan, kemik, diş, gölsel çökeller, evaporit, fosforit ve turba gibi çok çeşitli malzemelerin yaşlarının saptanmasında kullanılan ^{230}Th / ^{234}U yöntemi, U - serisi yöntemleri arasında en yararlı olanı olarak görülmektedir. Bu yöntemin mağara çökellerinde geçerli sonuçları verdiğini ilk olarak Thompson (1973) göstermiştir (Ivanovich and Harmon, 1992). Thompson, Virginia'daki bir mağaradan aldığı bir dikit örneğinde 137 ile 35 bin yıl (bin yıl = ky) arasında değişen sekiz ayrı yaş bulmuştur. Bulduğu bütün bu yaşların stratigrafik dizilimle uyumlu olduğunu göstermiştir. Harmon (1975) (Smart and Frances, 1991'de) ise ^{230}Th / ^{234}U yöntemini Kuzey Amerika'da, paleoiklimsel çalışmalarında kullanılmıştır.

Bu yöntem, alfa spektrometresi ile 350.000 yıl (350 ky), kütle spektrometresi ile 500 ky önce oluşmuş çökeller için güvenilir sonuçlar vermektedir (Ivanovich and Harmon, 1992). Yöntem, ^{234}U izotopu ile bu izotopun kaynağı olan ^{238}U ve ürünü ^{230}Th arasındaki dengesizlikten yararlanarak, çökelin yaşının saptanmasına olanak sağlamaktadır. ^{238}U izotopunun radyoaktif bozunmasından kaynaklanan ikincil ve üçüncül izotoplar sırasıyla ^{234}Th ve ^{234}Pa, çok kısa yarılanma ömürlerine sahip olduklarından (Şekil 1), bu yöntemde bu izotoplar dikkate alınmamaktadırlar.

^{234}U ile 238U arasındaki dengesizliğin yanısıra ^{234}U izotopu radyoaktif bozunmaya uğradıkça ^{230}Th / ^{234}U oranı çok düşük oranda da olsa artmaktadır. Şekil 2'de verilen ve ^{230}Th / ^{234}U ile ^{234}U / ^{238}U oranları arasındaki ilişkiyi zamana bağlı olarak gösteren eşyaş eğrilerinde (isochron) bu artış görülebilmektedir. Şekilde gösterilen eşyaş eğrileri, başlangıç ^{234}U / ^{238}U oranları farklı, ancak ^{230}Th / ^{234}U başlangıç oranı sıfır olan kapalı bir sistem için oluşturulmuşlardır (Smart and Frances, 1991).

Eşyaş eğrilerinin matematiksel ifadesi;

$$^{230}Th / ^{234}U = [(1-e^{-\lambda 230 t}) / (^{234}U / ^{238}U)] + [1 - (1/^{234}U / ^{238}U)] [\lambda_{230} / \lambda_{230} - \lambda_{234}] [1 - e^{-(\lambda 230 - \lambda 234) t}]$$

şeklindedir.

^{234}U / ^{238}U ve ^{230}Th / ^{234}U oranları belli olan bir örnek için bu denklem iteratif yöntemlerle çözülebilir.

^{230}Th / ^{234}U Yöntemi'ndeki varsayımlar ve kısıtlar

Yöntem, çökelme sırasında kristal yapısında ^{232}Th izotopu bulunmadığı varsayımına dayanmaktadır. ^{230}Th izotopunun büyük bir kısmı, ^{232}Th izotopu çok uzun yarılanma ömrüne sahip olduğundan yerli olmayan (veya sedimanlarla gelmiş) toryum katkısı (toryum kirlenmesi) çeşitli yöntemlerle belirlenebilmektedir. Kırıntılı malzemelerden itibaren uranyum katkısı da sözkonusu olabilir. Bu nedenlerden dolayı kırıntılı malzeme içeren kayaç veya malzemelerin yaşlarının bu yöntemle saptanması amacıyla örnek olarak seçilmemeleri gerekir (Çizelge 5).

Yöntemin dayandığı bir başka varsayım, çökelme sona erdikten sonra, ortamın uranyum ve toryum göçüne (giriş - çıkışına) kapalı olduğudur. Bu durum, aynı yaştaki örneklerde ^{230}Th / ^{234}U oranı (>1) ile ^{234}U / ^{238}U arasında pozitif bir korelasyonun varlığı ile belirlenebilir. Ayrıca, örnek yaşları ^{231}Pa / ^{235}U yöntemi ile elde edilen yaşlarla uyumlu değilse, sistem kapalı değildir demektir. Sistemin kapalı olmadığı, fiziksel olarak, örneğin dış görünüşünden de belirlenebilmektedir. Yeniden kristallenme, çözünme, ikincil çökelme veya yüksek gözeneklilik açık sistemin kanıtlarıdır. Bu tür örneklerden kaçınmak gerekir.

^{234}U / ^{238}U, ^{230}Th / ^{234}U ve ^{230}Th / ^{232}Th aktivite oranlarının ölçülmesi

Uranyum serisi izotoplarının aktivitelerinin ölçülmesinde kullanılan en yaygın yöntem alfa - spektroskopisidir. ^{230}Th / ^{234}U birbirlerine çok yakın enerji düzeylerinde alfa (K) parçacığı yayarlar. Bu nedenle analizden önce Th ve U izotoplarının kimyasal yollarla birbirlerinden ayrılmaları gerekmektedir. Bu izotoplar, kimyasal özellikleri farklı olduğundan dolayı çözeltiden farklı oranlarda alınabilmektedirler. Kimyasal yollarla çözeltiden Th ve U izotoplarının ne kadar etkin bir şekilden alınabildikleri (kimyasal verim) ayırma işleminden önce çözeltiye, örnekte bulunmayan Th ve U izotoplarından belli bir derişimde izleyici (spike) eklenerek belirlenebilmektedir.

Ayırma işlemi yapıldıktan sonra K - spektrometresinde izleyici izotopların derişimlerinden yola çıkarak örnekteki Th ve U izotoplarının kimyasal verimleri hesaplanabilmektedir.

İzleyici olarak kullanılacak izotopların alfa enerjileri, örnekte bulunan ve analiz edilecek olan izotoplarınkinden tamamen farklı olmalıdır. İzotoplar arasında ayrımlanma oluşmamalıdır. Karbonatlı kayaçlar için kullanılan izleyici ^{229}Th ve ^{236}U'dur. Sayımdan gelecek hatanın %1 dolayında tutulabilmesi için spektrometrede en az 10^4 sayım yapılmalıdır. Bunun için gereken zaman, kaynağın (örnekteki U ve Th) aktivitesine bağlıdır. Elde edilen piklerin altında kalan alan izotopun aktivitesini vermektedir.

U ve Th derişimlerinin hesaplanması

W (g) ağırlığındaki bir örnekteki uranyum ve toryum izotoplarının derişimleri ppm olarak aşağıdaki şekilde bulunabilir.

$$[^{238}U] = (^{238}U)\ ^{236}W_s[^{236}U]_s / 0.747\ W(^{236}U) \text{ ve } [^{232}Th] = (^{232}Th)\ ^{229}W_s[^{229}Th]_s / 0.246\ W\ (^{229}Th)$$

Burada Ws çözeltiye eklenen izleyici ağırlığı; [ ] ise derişimi göstermektedir. ( ), spektrometrede okunan piklerin altında kalan alanı belirtmektedir. Aktivite oranları ^{234}U / ^{238}U, ^{230}Th / ^{234}U ve ^{229}Th / ^{236}U okumalardan doğrudan elde edilebilmektedir. Ancak, ^{230}Th / ^{234}U aktivite oranı, farklı spektrumlardan elde edildiği için aşağıdaki şekilde düzeltilmelidir.

$$[^{230}Th / ^{234}U]_{gerçek} = (^{230}Th / ^{234}U)_m\ (^{236}U / ^{229}Th)_m\ \{^{229}W_s[^{229}Th]_s / ^{236}W_s[^{236}U]_s\}$$

burada m, ölçülen izotop aktivitesini göstermektedir.

^{230}Th / ^{234}U yaşının belirlenmesi

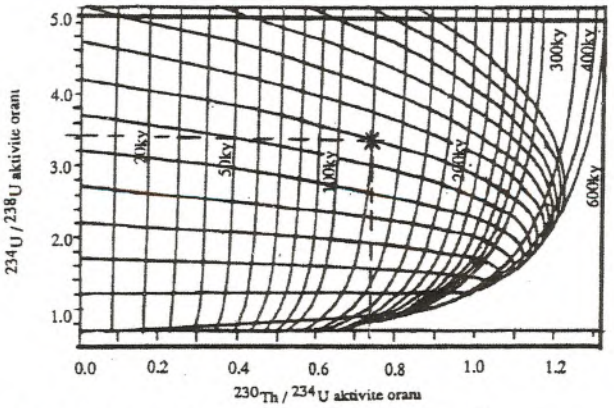
Düzeltilmiş ^{230}Th / ^{234}U ve ^{234}U / ^{238}U aktivite oranları belli olan bir örnek için yukarıda verilen denklem kullanılarak yaş saptanabilmektedir. Yaş saptama, grafiksel veya sayısal yöntemlerle yapılabilmektedir. Grafiksel yöntemde kullanılan diyagram Şekil 2'de gösterilmiştir. Görüldüğü gibi eşyaş eğrilerinin eğimleri yaş arttıkça düşmektedir. 50 ky'dan genç örnekler için eşyaş eğrileri hemen hemen dik olup genç örnekler için ^{234}U / ^{238}U aktivite oranının etkisi çok düşüktür. Yaşlar, eşyaş eğrileri arasında enterpolasyon ile saptanabilmektedir. Sayısal yöntem ise iterasyon tekniğine dayanmaktadır. İterasyonun Newton - Raphson'a göre yapıldığı UTAGE - 3 programı Thompson (1973) tarafından yeniden düzenlenip düzeltilmiştir. Program

'background' hesaplamalarına dayanarak düzeltme yapmakta, doğal kirlenmeyi, ikincil izotopların uranyum - toryum ayırımından sonraki bozunma sonucunda oluşan miktarlarını ve kimyasal verimi de dikkate almaktadır. Program listesi Ivanovich and Harmon (1992)'de verilmiştir.

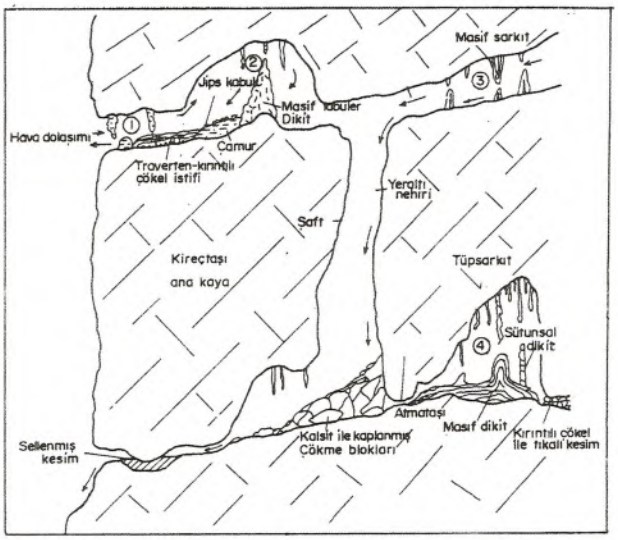
Hidrojeolojide kullanım olanakları

Mağaraların oluşum yaşlarının saptanması

Mağara çökellerinden en yaygın olanları sarkıtlar, dikitler ve akma - taşlarıdır. Bu çökeller, genellikle kalsit, bazen de aragonitten oluşmaktadır. Karbonatlı mağara çökelleri, yeraltısularının mağaralara ulaştıkları anda $CaCO_3$'ca doygun hale gelmeleriyle çökelmeye başlamaktadırlar. Çökelme ya topraktan kaynaklanan CO_2'in, mağara atmosferi ile dengeye gelmesi için kaybolması (uçması) ve/veya yeraltısuyunun buharlaşması sonucunda oluşmaktadır. Buharlaşma genellikle göreli



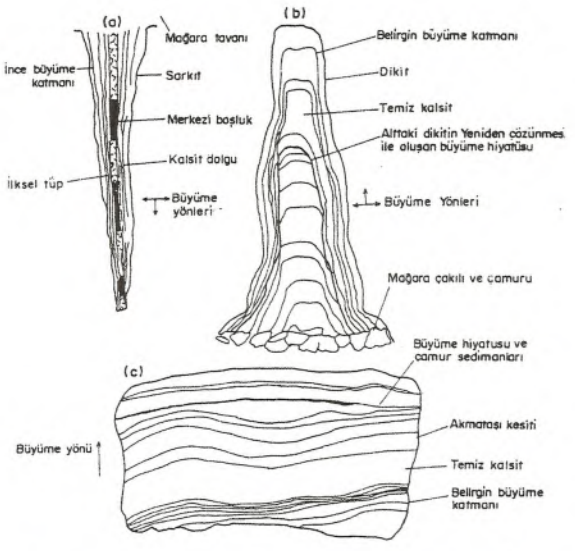
Şekil 2. Grafiksel Yöntem ile Yaş Saptama Örneği.



Şekil 3. Bir Mağaranın Genel Kesiti ve Oluşan Mağara Çökelleri (Ivanovich and Harmon, 1992'den).

nem oranının düşük olduğu ortamlarda görülmektedir. CO_2 gazı uçuşu ile oluşan çökellerde büyüme yavaştır. Bu tür çökeller sıvı kapanımlar da içerdiklerinden, hem kalsitten hem de bu sıvı kapanımlarındaki duraylı izotop içeriklerinden yararlanılarak paleoiklimsel yorumlamalarda kullanılabilirler. Şekil 3'te gösterilen mağara kesitinde mağara çökelleri ve oluşum yerleri görülmektedir. Mağara tavanından süzülen sular, tavanda $CaCO_3$ çökeltmeye başlarlar. Çökelme yavaş yavaş bir tüp şeklinde büyüyerek tabüler veya pipet şeklinde sarkıtlar oluşturur. Tüpün tıkanması sonucunda sarkıtın etrafında çökelme devam eder. Dikitler ise mağara tabanında, tavandan damlayan sulardan itibaren çökelirler. Genellikle sarkıtlardan daha kalın olan dikitler suyun yere çarparak yayılması sonucunda daha geniş alanlar kaplarlar. Akma taşları ise ince katmanlı çökeller olup sızan suların mağara duvarında veya tabanında akmaları sonucunda oluşurlar. Her üç tür mağara çökelinde de kristaller genellikle dış yüzeye dik olarak büyürler. İç yapılarında büyüme katmanları, renk, doku, saflık ve sıvı kapanım yoğunluklarındaki farklardan ayırdedilebilirler (Şekil 4). Sediman içermeyen, saf karbonattan oluşan çökeller, beyaz, turuncu, kırmızı, kahverengi - siyah arasında değişen renklerde görülebilmektedirler. Renk farklılıkları, çoğunlukla organik madde içeriğine bağlıdır. Bazı durumlarda, herhangi bir elementin bol miktarda bulunması da çökelin belli bir renk almasına neden olmaktadır.

Mağara çökellerinin büyümesine etki eden birçok faktör arasında en önemlisi, hava ile dolu ortamlara (boşluklara) yavaş ancak sürekli bir su akışının varlığıdır. Eğer büyüme su akışının kesilmesi veya ortamın



Şekil 4. Karbonatlı Mağara Çökellerinin İç Yapısı a: sarkıt b: dikit c: akmataşı (Ivanovich and Harmon, 1992'den).

Çizelge 5. ^{230}Th - ^{234}U *Yaş Saptama Yönteminin, karasal malzemelerin kapalı sistemden sapma derecelerine ve kırıntılı malzemelerle kirlenme oranlarına bağlı olarak güvenirlik sınırları.*

Güvenirlik	Malzeme	Kapalı sistem ?	Kirli mi ?
Güvenilir	Bozulmamış mercan	Kapalı	Temiz
	Temiz mağara çökeli		Temiz
	Volkanik kayaçlar		-
	Kirli mağara çökeli		Kirli
Muhtemelen Güvenilir	Demirli bileşikler	Muhtemelen kapalı	Kirli
	Tufa		Kirli
	Yumuşakça kabuğu		Kirli
	Fosfatlar		Kirli
Genellikle Güvenilir değil	Diyajenez sonucu Bozunmuş mercan	Açık	Temiz
	Kemik		?
	Evaporitler		Kirli
	Kaliş		Kirli
	Stromatolitler		Kirli
	Turba ve odun		?

su ile dolması sonucunda durursa, çökeldeki kristal sürekliliği (büyümesi) de sona erer. Çökelin yüzeyi toz, çamur veya kum gibi ince bir sediman katmanıyla kaplanır. Daha sonra çökelme yeniden başladığında bu katman tamamen kaybolmadığı için iki büyüme evresi arasında belirleyici bir seviye olarak kullanılabilir. Bu seviye 'hiyatüs'ü temsil eder ve bazı durumlarda bölgedeki iklimsel değişimi (buzul ve kurak koşullar) ifade eder. Bununla birlikte, mağaraların derinliklerinde (iç kısımlarında) ve sellenme düzeyinin üzerinde oluşan mağara çökelleri klastik sediman içermemeleri nedeniyle uranyum serisi yaş saptama teknikleri için ideal örnekler oluşturmaktadırlar.

Büyüme katmanları, genellikle büyüme ekseni boyunca kesilen çökellerde kolayca ayırdedilebilmektedir. Bu tür örneklerde, belli büyüme katmanından altörnek alınıp eksen boyunca birden fazla yaş saptanabilmektedir. Böylece, mağaranın gelişme evrimi, dolayısıyla karstlaşma evrimi konusunda önemli bilgiler elde edilmiş olmaktadır.

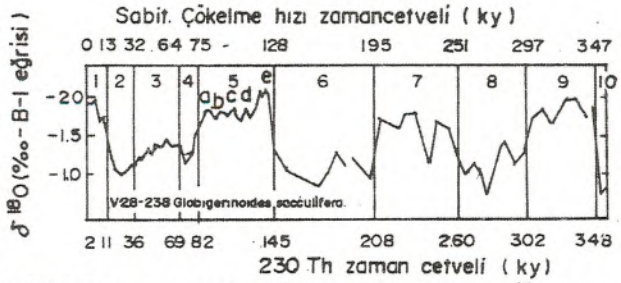
Mağara çökelleri genellikle masif, gözenekleri bulunmayan kalsitten oluştuklarından, izotop göçü (kayıp - kazanç) veya yeniden kristallenme gibi sorunlarla pek karşılaşılmamaktadır. Ancak, büyüme seviyeleri arasında, kalsit içinde tutulan sedimanların neden olduğu uranyum ve toryum katkısı yaygın olarak karşılaştırılan bir sorundur. Alt örnek alınırken bu seviyelerden mümkün olduğunca kaçınmak gerekir. Elde edilen yaşlar ile çökelin içsel stratigrafisi uyum içinde olmalıdır. Örneğin dikitlerin tabanında en büyük, tavanında en küçük yaşın elde edilmesi gerekir.

Sarkıtlar, eksenlerindeki boşluktan su akımı sürdüğünden ve merkezde oluşan yeniden kristallenmeden dolayı uygun örnek oluşturmazlar. Bu açıdan dikitler ve akma taşları yaş saptama çalışmaları açısından daha uygundurlar.

Traverten ve tufaların oluşum yaşlarının saptanması

Traverten sözcüğü yüzeysel türeyen bütün masif $CaCO_3$ çökellerinin tanımı için kullanılmaktadır. Tufa ise bu tür malzemelerden çok daha yüksek oranda gözenekli ve bitki kalıntılarının etrafında görülen çökeller için kullanılmaktadır (Chafetz and Folk, 1984). Bu tür malzemelerin yaşlarının saptanması, fluviyal erozyon, buzul veya fluviyal çökelme, yağışlı - kurak dönemlerin belirlenmesi, genç tektonik hareketlere yaş verilmesi gibi özel amaçlarla yapılmaktadır.

Travertenlerin genel olarak fiziksel yapısı, bu tür malzemelerin yaşlarının U - Serisi ile sağlıklı bir şekilde saptanmasını engellemektedir. Özellikle, yosun, alg veya diğer bitki kalıntıları üzerinde çökelmeleri ve bu bitki kalıntıları ve yosunların daha sonra çürüyerek çökellerin gözenekli ve geçirimli bir yapı kazanmalarını sağlamaları izotop göçüne (ortama katılması veya ayrılmasına) neden olmaktadır. Ayrıca, atmosfere açık olarak meydana geldiği için çökelme sırasında rüzgarla, akarsularla vb. gibi etkenlerle getirilen sedimanlar, hataya neden olan toryum kirlenmesi yaratmaktadırlar. Buna bağlı olarak fosil travertenlerin pek çoğunun bir kısmı klastik sediman hamuru ile dolmuştur. Bir kısmı da $CaCO_3$ açısından doygun suların ikincil kalsit kristalleri



Şekil 5. Derin deniz çökellerinden alınan örneklerin ^{18}O izotopu içeriklerinden yararlanılarak hazırlanan Buzul - Buzularası Devreler (Smart and Frances, 1991'den).

ile doldurulmuşlardır. Böylece, genç traverten ile yaşlı traverten karışmış olur. Bu da sağlıksız sonuç anlamına gelmektedir. Bu nedenle, ilksel gözenekliliği çok düşük örnekler üzerinde çalışmak sağlıklı sonuçlar elde edebilmek için zorunludur. Mikroskop altında inceleme bu tür örnek seçiminde izlenen yöntemlerden birisidir. Traverten çökelten kaynakların, periyodik olarak daha az gözenekli ve daha yoğun katmanlar çökeltmesi, bu katmanların yaş saptamada kullanılabilmelerini sağlamaktadır.

Paleoiklimsel yorum ve deniz seviyesi değişimleri

Kuvaterner dönemi, jeolojik yapısı, çökelme ortamları, biyotası, hidrosfer ve atmosferdeki değişimleri ile farklı bir özellik taşımaktadır. Bu özelliği, dünya ikliminde bu dönemde sık sık meydana gelen değişimlerle kazanmıştır. Büyük buz kütleleri zaman zaman ilerlemiş, zaman zaman da kıta içlerine çekilmişler, böylece deniz seviyesinde yükselme ve alçalmalara neden olmuşlardır. Bu iklimsel değişimler, bıraktıkları jeolojik ve jeomorfolojik izlerden belirlenebilmekte, böylece denizel veya karasal paleoiklimsel tarihçe bu dönem için yeniden oluşturulabilmektedir. Sözkonusu olayların meydana geldiği zaman ölçeğinin göreli olarak çok kısa olması, bilinen, klasik yaş saptama yöntemlerinin bu alanda yetersiz kalmasına neden olmaktadır.

Uranyum serisi ile tarihleme, genellikle 40 bin yıldan (ky) daha gençe malzemeler için kullanılabilen radyokarbon yöntemi ile 500 ky'dan yaşlı malzemeler için kullanılabilen Potasyum - Argon ve $^{39}Ar/^{40}Ar$ gibi yöntemler arasındaki boşluğu doldurmuştur. Ancak, uranyum serisi ile yaşı saptanacak malzemenin, iklimsel değişimi yansıtacak çökelme özelliklerine sahip olması gerekmektedir. Bu nedenle, Kuvaterner jeolojisi ile ilgili çalışmalar genellikle kara ve kıyılarda gözlenen jeomorfolojik yapılar üzerinde yoğunlaşmıştır.

Öte yandan iklimsel değişimlerin kronolojisi, denizel çökellerin, özellikle derin deniz çökellerindeki foraminiferaların incelenmesi ile ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu çökellerin üst kesiminin yaşı doğrudan doğruya ^{14}C ile saptanmıştır. Ancak çökel kesitinin büyük bir kısmı için, paleomagnetik terslenme ile desteklenen uranyum serisi yardımıyla yaş saptama mümkün olmuştur. Derin deniz çökellerindeki bentik foraminiferalarda ^{18}O izotopundaki değişimler karalardaki buzulların hacmindeki değişimlere bağlıdır. Bu nedenle, ^{18}O izotopu, en azından teorik olarak, paleoiklimsel değişimlerin tarihlenmesinde kullanılabilmektedir. Bu konuda bugüne kadar yapılmış olan çalışmalar henüz genel bir geçerlik kazanamamıştır. Bu nedenle derin deniz çökellerinden yararlanılarak oluşturulan ^{18}O izotopu devreleri (Şekil 5) henüz tam olarak klasik buzul devreleri yerine kullanılamamaktadır. Buzulların ilerlemesi veya gerilemesi yerel ölçekte makro (global) ve mikro (yerel) iklim koşullarının etkileşimi sonucunda meydana gelmektedir. Bu da genel yapı hakkında bilgi toplarken dikkate alınması gereken bir konudur. Bununla birlikte son yıllarda, foraminiferalardan elde edilen izotopik kayıtlar ile denizel karbonatlar arasında ^{14}C, U - Serisi ve ^{18}O kullanılarak doğrudan bir korelasyon kuran çalışmalar yaygınlaşmaktadır (Smart and Frances, 1991).

Sunulan çalışmanın amacı doğrultusunda paleoiklimsel yorumlama çalışmalarının denizel çökellerle ilgili kısmı yerine karasal çökellerle ilgili kısmı incelenmiştir. Paleoiklim yorumlamaları, karst akiferlerinin gelişmesi ve evrimi ile ilgili önemli bilgiler vermektedir. Paleoiklimsel değişimlere bağlı olarak deniz seviyesinde meydana gelen yükselme ve alçalmalar, karstlaşma evriminin temel öğesi olan karstlaşma tabanını belirlemesi nedeniyle karst hidrojeolojisi çalışmaları büyük önem taşımaktadır. Bu tür ortamlarda inşaa edilecek barajlarda, örneğin enjeksiyon perdesinin inmesi gereken derinliğin belirlenmesinde önemli bilgiler bu yolla sağlanabilecektir. Özellikle Türkiye'de bazı karst yapılarının bugünkü deniz seviyesinin de altında kaldığı Toros Karst Kuşağında akifer hidrodinamiğinin açıklanmasında bu tür bilgiler büyük yararlar sağlayacaktır. Kuvaterner sırasında oluşmuş iklimsel değişimlerle ilgili bilgiler çeşitli karasal çökellerde saklı bulunmaktadır. Aşağıda bu çökellere ilişkin bilgiler özetlenmiştir.

Göller

Yarı kurak bölgelerde, yağışın, buharlaşma ve yüzeysel akışla meydana gelen kayaplara oranla artı ., göl seviyesinin yükselmesine neden olmaktadır. Bu durumda göl hacminde oluşan artış, yerel olarak tuzlanmayı azaltmakta (aksi halde kapalı havza koşulları geçerli olacağından tuzlanma artacaktır) ve ayrıca kıyı şeridinin büyümesine neden olmaktadır. Bu tür bir olay, göl ve kıyı çökellerinden edinilecek bilgilerden yararlanılarak belirlenebilmektedir. U - Serisi yöntemi ile yaşı saptanabilecek malzeme bu tür çökellerden elde

edilebilmektedir. Buradan giderek paleoiklimsel yorumlamalar yapılabilmektedir.

Akarsular

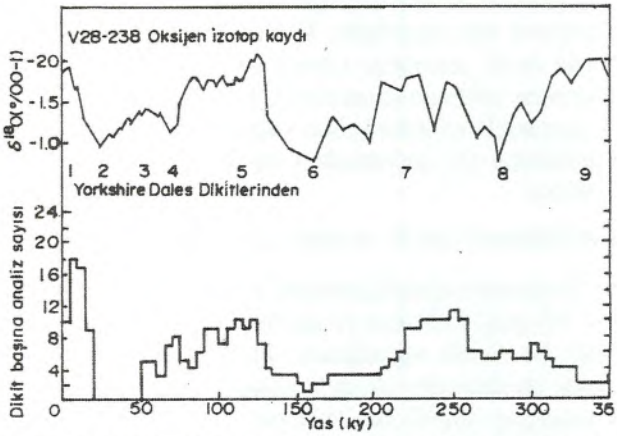
Akarsu vadilerinde aşınma - derinleşme oranları, yine büyük oranda iklimsel değişimlere bağlı olarak gelişmektedir. İklimsel değişim, akarsu akımını ve bazı durumlarda buzulların erime oranını etkilmektedir. Fluviyal malzemeler her ne kadar U - Serisi ile tarihlenemezlerse de, bu malzemeleri üzerleyen kaynaklardan itibaren çökelen tufa gibi malzemelerin yaşı saptanabilmektedir. Böylece, dolaylı olarak fluviyal malzemelerin yaşı saptanmış olmaktadır. Bu tür malzemelerin vadilerdeki konumları, saptanan yaşlarla birlikte değerlendirilerek paleoiklimsel yorum yapılabilmesini sağlamaktadır.

Kaynaklar

Kaynak akımı genellikle yağıştaki değişimler tarafından denetlenmektedir. Yağış ise atmosferik dolaşıma bağlıdır. Kurak bölgelerde kaynak akımı ancak yerel akiferin yağışla beslendiği dönemlerde yani fluviyal dönemlerde görülebilir. Çeşitli dönemlerde buzul etkisi altında kalan bölgelerde kaynakların boşulttığı akiferin beslenmesi buzullaşma ile kesilmektedir. Buz örtüsü ve permafrost bu olaya neden olan başlıca etkenlerdir. Karbonatlı kayaç akiferlerini boşalttıklarında kaynaklar tufa ve traverten çökeltmektedirler. Karbonatlı kayaç akiferlerini boşalttıklarında kaynaklar tufa ve traverten çökeltmektedirler. Temiz, sediman içermeyen ve gözenekliliği yüksek olmayan tufa ve travertenlerin yaşı ^{14}C veya Uranyum Serisi yöntemleriyle saptanabilmektedir. Bu karbonatlı çökeller genellikle paleoiklim konusunda önemli bilgi veren buzul tilleri, morenler, lössler, paleosoller, polen içeren alüvyon, kollüvyum gibi malzemeleri örtmekte veya bu malzemelerden oluşan ana katmanlar içerebilmektedirler. Ayrıca erozyona bağlı olarak oluşmuş yerşekilleri ile travertenler arasında ilişkiler de yorumlamada kullanılan önemli bilgiler sağlamaktadırlar. Bu şekilde, kaynakların hidrolojik rejimleri ve paleoiklim konusunda yorumlamalar yapılabilmektedir.

Mağara çökelleri

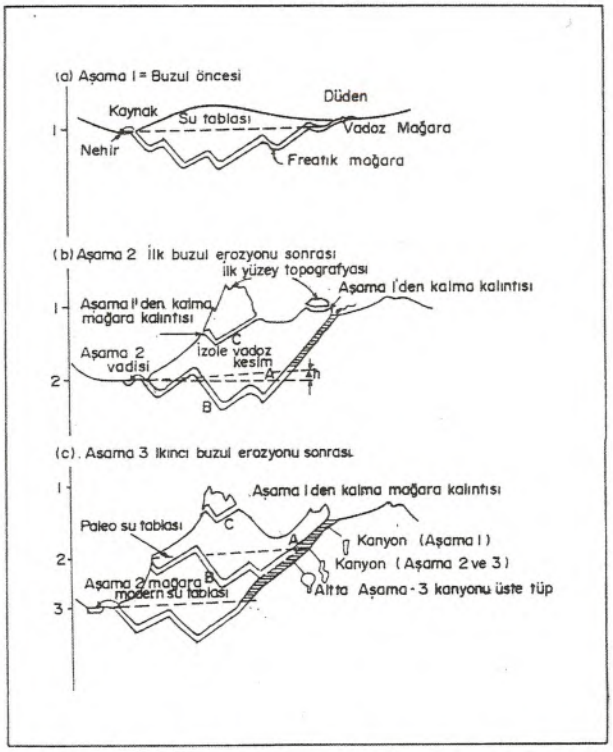
Karstik mağaralar, yerel karbonatlı çökellerin bozulmadan uzun süre kalabildikleri ortamlar sağlamaktadırlar. Bu nedenle iklimsel yorumlamalar için eşsiz örnekler barındırmaktadırlar. Mağara çökelleri çeşitli kırıntılı çökeller arasında veya üzerinde oluşabilmektedir. Genellikle kalsit veya aragonit şeklinde çökelen kalsiyumkarbonat çok düşük oranlarda uranyum içerirken, hiç toryum içermemesi nedeniyle U - Serisi yöntemi için önemli malzeme oluşturmaktadır. Karbonatlı mağara çökellerinin izotopsal ve kimyasal değişimleri de önemli paleoiklimsel bilgiler sağlamaktadırlar. Eğer, suyun ^{18}O içeriği açısından denge koşulları sağlanmış halde iken bu malzemeler çökelmişlerse, oluşum döneminin ortam sıcaklığı ve suyun izotopik bileşimi konusunda da önemli bilgiler elde edilebilmektedir. Mağara çökelleri, kristallenme sonrasında kristal aralarında, oluştukları sudan küçük miktarlarda kapanlar da içerebilmektedirler. Bu suyun izotopsal bileşimi de yine yerel sıcaklık ve iklimsel yorumlamalarda kullanılabilmektedir. Kurak bölgelerde, mağara çökelleri pluviyal dönemlerde oluşabilirler. Buzullarla kaplı alanlarda çökelme mümkün olmamaktadır. Mağara çökellerinin yaşlarına ilişkin yoğunluk analizleri buzlanma - pluviyal iklim dönemleri konusunda bilgiler verebilir. Bu tür bir çalışmaya örnek Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Magara çökellerinde yoğunluk analizi ile buzlanma - pluviyal dönem yorumlamalarına bir örnek (Ivanovih and Harmon, 1992'den).

Yeraltısuları ve jeotermal sistemler

U - Serisi kullanılarak yeraltısularının ve çözünmüş maddelerin geçiş süreleri, çatlak ve kırıkları dolduran damar dolgularının yaşları, hidrotermal faaliyet süresi, element taşınım mekanizmaları, kırık boyutu ve akım miktarı gibi hidrojeolojik karakteristikler konusunda bilgiler elde edilebilmektedir. Bununla beraber, bu konularda bugüne kadar yapılan çalışmaların ancak bir kısmı başarılı sonuçlar vermiştir. Bunun nedeni, izotopların tutulması (adsorplanması), çökelme ile ilgili fizikokimyasal süreçlerin çok karmaşık olması ve bu karmaşıklıkların önerilen modellerde dikkate alınamamasıdır. Bu da, modellerden elde edilen bazı parametrelerin yanlış yorumlanmasına neden olmaktadır. Öte yandan, kırıkların geometrisi, kırıklara yakın bölgelerde kayaçtaki heterojen yapının etkisi, henüz çözümlenememiş olduğundan dolayı çeşitli varsayımlara dayanmaktadır. Bu nedenle kayaç - su etkileşimi net bir şekilde açıklanamamaktadır.



Şekil 7. Vadi tabanı derinleşmesinin U - serisi teknikleri ile analizi (Ford and Williams, 1989'dan).

Jeomorfolojik evrim

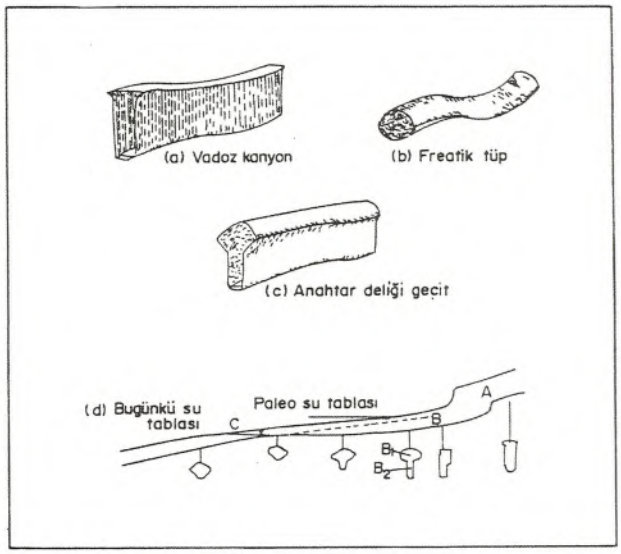
Vadi tabanı derinleşmesi

U - Serisi kullanılarak vadi tabanındaki aşınma oranının belirlenmesi düşüncesi ilk olarak Ford et al (1972) tarafından ileri sürülmüş, Ford et al (1981) tarafından geliştirilmiştir (Ford and Williams, 1989). Akarsu alüvyonları gibi yumuşak çökellerin erozyonla kolaylıkla yok olması, öte yandan vadi yamaçlarında bu malzemenin teraslar şeklinde korunabilmesi, önceki vadi tabanı seviyelerinin saptanabilmesine olanak vermektedir. Ancak, bu tür malzemeler, genellikle yaş saptamaya uygun çökeller içermemektedirler. Öte yandan, vadi tabanlarının bir diğer göstergesi yaş tayinine uygun karbonatlı çökeller içeren mağaralardır. Bu mağaraların evrimi, vadi tabanı derinleşmesi ile ilgili bilgiler vermektedir. Şekil 7'de görüldüğü gibi karbonatlı kayaçlarla kaplı ve ortalama bir topoğrafyaya sahip bir alanda bulunan mağara sistemi (a) suyunu vadi tabanındaki bir kaynaktan boşaltmaktadır. Daha sonra meydana gelen yükselme ve erozyon, örneğin buzul erozyonu, önceki topoğrafik yüzeyin daha engebeli bir görünüm kazanmasına neden olmaktadır (b). Ancak yüzey altındaki mağaralar, yüzeyden daha iyi bir şekilde korunmuş olarak kalırlar. Yeni mağara sistemi, suyunu bu kez yeni (derinleşen) vadi tabanındaki yeni kaynaktan boşaltmaya başlar. İkinci bir erozyon vadinin biraz daha derinleşmesine neden olur (c). Bu kez ikinci mağara sistemi de fosilleşir ve yeni bir mağara sistemi oluşur. İlk mağara sisteminden kalıntılar artık daha da azalmıştır. Görüldüğü gibi mağara sistemlerinin gelişimi, yüzey şekillerinin evrimi ile yakından ilişkilidir.

Şekil 7'de verilen jeomorfolojik evrimin ilk aşamaları, mağaraların morfolojileri kullanılarak yeniden oluşturulabilmektedir. Genel anlamda, mağaralar kireçtaşlarının, su tablası üzerinde ve altında olmak üzere iki farklı koşul altında çözünmeleri ile oluşurlar.

Su tablası üzerinde, vadoz mağaralar oluşurlar. Çok kısa bir süre sonra, mağaranın meydana geldiği kırıklar su ile dolar, yeraltı nehirleri mağara tabanında akmaya ve böylece tabanı aşındırarak derinleştirmeye başlarlar. Sonuçta Şekil 8'de görülen vadoz kanyonlar oluşur. Buna karşılık, su tablasının altında kalan kırıklar, boyutları ne olursa olsun sürekli olarak su ile dolu kalırlar. Bu nedenle, tabanda, duvarlarda ve tavandaki aşınma oranı hemen hemen eşittir ve freatik tüp olarak bilinen dairesel veya eliptik kesitli erime boşlukları oluşur (Şekil 8).

Mağaralar ilk olarak freatik (suya doygun - derin) bölgede gelişirler. Daha sonra karstlaşma tabanının, deniz seviyesi değişimleri ve kıtasal yükselmeler gibi çeşitli nedenlerle alçalması ile vadoz ortam koşullarında kalırlar. Bu durumda oluşan morfoloji, anahtar deliğine benzediğinden, anahtar deliği terimi ile anılmaktadır (Şekil 8). Aktif mağara sistemlerinde mağaranın kesiti, su tablasına yaklaşıkça vadoz bölgede aldığı şekilden, freatik tüpe doğru değişen morfolojilerde görülür. Bu morfoloji değişimi paleo - su seviyesinin bir göstergesidir (Şekil 8). Kireçtaşı katmanlarının yüksek

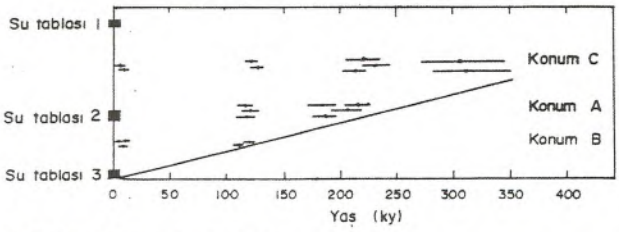


Şekil 8. Oluşum türüne göre mağara morfolojileri (Ford and Williams, 1989'dan).

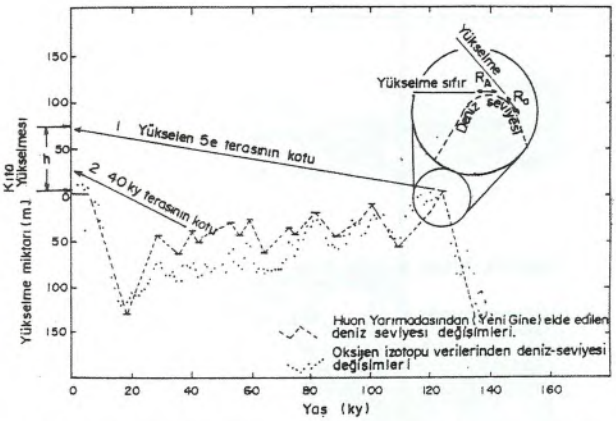
eğime sahip olduğu bölgelerde mağaralar düşey yönde zigzaglar çizerek gelişmektedirler (Ford ve Williams, 1989). İlk çözünme katmanlanma düzlemi boyunca gelişmekte, daha sonra su, rastladığı eklem sisteminden yukarı doğru hareket etmekte ve yeniden katmanlanma düzlemi boyunca akmaya devam etmektedir. Böylece şekilde gösterilen freatik yükselme - alçalmalar görülmektedir. Bu dalgalanmanın üst kesimi su tablasının konumunu temsil etmektedir. Bu nedenle, mağaraların ayrıntılı bir şekilde morfolojileri, genel mağara geometrisi ile birlikte incelendiğinde paleo - su seviyeleri konusudan önemli bilgiler elde edilebilmektedir. Paleo - su seviyeleri ise yüzeydeki yerşekillerinin evrimini denetleyen temel etkenlerdendir. Mağara sistemlerinin paleo - su seviyeleri ve yüzey yerşekillerinin evrimindeki önemi bu sistemlerin yaşlarının saptanmasını gerektirmiştir. Bu da U/Th yöntemi ile önceki kısımlarda anlatıldığı şekilde yapılabilmektedir. Şekil 9, bu amaçla yapılmış yaş saptamalarının nasıl yorumlandığı konusunda bir örnek oluşturmaktadır. Şekildeki A seviyesinden alınan dikit en yaşlı dikit olup 225 kky yaş vermiştir. Eğer vadi, kısa bir buzul döneminde hızlı bir şekilde B'den C'ye derinleştiyse, bu durumda 225 ky, buzlanma çağının minimum yaşını verir. Öte yandan vadi tabanı derinleşmesi genellikle sabit bir oranla gelişir. Dikitlerden alınan yaşlar yorumlanacak olursa, vadi tabanı derinleşme oranı bütün noktaları içerecek en dik eğime sahip doğurun eğimi ile verilebilir. Ancak bu oran, vadi tabanı derinleşmesinde etkili olan çeşitli faktörlerin gözardı edilmesi nedeniyle oldukça kaba bir tahmine dayanmaktadır.

Kıtaların yükselme oranı

Mercan yaşlarının U - Serisi ile saptanması, tektonik etkilerle kıyıların yükselme oranlarının belirlenebilmesine olanak sağlamıştır. Mercanlar deniz seviyesinin karaya göre kararlı olduğu tropik - subtropik alanlarda oluşmaktadırlar. Tektonik olarak kararlı kıyılarda, Pleyistosen sırasında deniz seviyesinin birkaç bin yıl veya daha uzun sürelerde sabit kaldığı zamanlarda mercanlar yaygın olarak oluşmuştur. Yükselen kıyı şeritlerinde, bölgesel deniz seviyesinin (eustatic) yükselme oranı ile karaların yükselme oranı eşit olduğunda resifler oluşmaya başlamaktadır. Mercan resifleri sadece sığ sular-



Şekil 9. Mağaralarda Paleo - su seviyelerinin yorumlanması (Ivanovich and Harmon, 1992'den).



Şekil 10. Uranyum serisi analizleri yardımıyla kıta yükselme oranının saptanmasına ilişkin bir örnek (Ivanovich and Harmon, 1992'den).

da, fotik (ışığın süzülebildiği) zonlarda oluşmakta ve eğer resif ve resife bağlı olarak tutulan sedimanlar iyi korunmuşsa, genellikle, oluşum dönemlerindeki ortalama deniz seviyesinin belirlenmesi mümkün olmaktadır. Hızlı yükselen kıyılarda, basamaklı resif teras oluşumu yaygın olarak gözlenmektedir. Bu terasların yaşlarının saptanması, son 250 ky için paleo - deniz seviyelerinin tarihçesinin belirlenebilmesini sağlamıştır. Ancak, basamaklı teraslanmanın, doğrudan deniz seviyesi ile bağlantılı olarak yorumlanmasından önce yerel tektonik yükselmenin belirlenmesi gerekir. Bu sorun, terasın kotu (bugünkü deniz seviyesinde yüksekliği) ile oluşumu sırasındaki paleodeniz seviyesi arasındaki ilişki ile çözülebilmektedir (Şekil 10). İki yükselti arasındaki fark terasın oluşumundan bu yana meydana gelen yükselme miktarını vermektedir. Burada çözelmesi gereken bir döngü bulunmaktadır; yükselme miktarının belirlenebilmesi için paleodeniz seviyesinin belirlenmesi gerekir; aynı anda paleodeniz seviyesinin belirlenebilmesi için de yükselme miktarının bilinmesi gerekmektedir. Bu döngü, Bermuda veya Bahama adaları gibi tektonik açıdan oluşumundan bugüne kadar hep kararlı olduğu bilinen bölgelerde yapılan çalışmalarda çözülmüştür. Son buzularası dönemde paleodeniz seviyesinin bugünkü deniz seviyesinden 5 - 8 m daha yüksek olduğu belirlenmiştir. U - Serisi ile yapılan analizler sonucunda, kararlı kıyılarda resif oluşumunun 125 ky önce gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu dönem "5e oksijen - izotopu dönemine" karşılık gelmektedir. Bu bulgu, bölgesel (global - eustatic) deniz seviyesinin Pleyistosen sırasında ancak bir kez bugünkü deniz seviyesinden daha yüksek olduğu sonucunu vermiştir ki bu sonuç derin deniz sedimanlarının izotop analizleri ile uyumlu bulunmuştur (Shackleton and Opdyke, 1973; Smart and Frances, 1991). Bu durumda, tektonik etkilerle yükselen kıyılarda, yerel yükselmeler, 5e dönemine ait terasların U - Serisi ile

saptanması ile belirlenebilmektedir. Teras yükseltisi ile 6.5 m olan 5e dönemi paleodeniz seviyesi arasındaki fark, kıta yükselme miktarını vermektedir.

Sonuçlar

Yerbilimcilerinin çeşitli dallarında değerlendirme ve yorumlamaların sayısal verilere dayandırılmasına yönelik olarak yoğunlaşan çalışmalar, bu bilimin, uygulamada daha sağlıklı sonuçlar vermesini sağlamaktadır. Jeomorfoloji, jeokimya, tektonik gibi yerbilimlerinin diğer dalları ile yakından ilişkili olan hidrojeoloji bilim dalı, yeraltısuyu hareketinin matematiksel olarak ifade edilebilmesi nedeniyle, ilgili olduğu alanda sayısal çözümler üretebilmektedir. Öte yandan, karst hidrojeolojisinde, klasik yöntemlerin geçersiz olması, bu tür ortamlardaki yeraltısuyu dolaşım sisteminin ortaya konmasında büyük güçlüklere neden olmaktadır. Karstlaşma evriminin nasıl geliştiği konusunda sayısal veri elde etme güçlüğü, bu tür sorunların başında gelmektedir. Karbonatlı malzemelere, uranyum serisi ile yaş verme çalışmaları, karstlaşmayı denetleyen ana etmenlerin sayısallaştırılması konusunda büyük yararlar sağlamaktadır. Paleoiklimsel değişimlerin ortaya konduğu izotopik yöntemlerle birlikte ele alındığında, uranyum serisi ile yaş saptama teknikleri karst evriminin açıklanmasında önemli sonuçların elde edilmesini sağlamaktadır. ^{230}Th / ^{234}U yöntemi, bu amaçla izlenebilecek en uygun yöntem olarak kabul edilmektedir. Özellikle, toryum kirlenmesi ve ikincil kalsit çökelmesi veya çözünmesi görülmeyen traverten - tufa malzemelerde sağlıklı sonuçlar veren bu yöntem, Türkiye'deki mağaralarda bulunan çökellerin büyük bir kısmında sorunsuz uygulanabilir. Uranyum Serisi kullanılarak, özellikle karasal karbonatlı çökellere yaş verme tekniklerinin gelişmesi, Kuvaterner döneminin paleoiklimsel koşullarının belirlenebilmesini sağlamıştır. Paleoiklimsel yorumlama ile birlikte jeomorfolojik evrim konusunda yapılan çalışmalar özellikle Kuvaterner Jeolojisi ve Jeomorfolojisi konularında önemli katkılar sağlamıştır. Paleoiklim ve jeomorfolojik yorumlamalara koşut olarak karstlaşma evriminin belirlenebilmesine olanak sağlayan bu teknikler, özellikle Türkiye'nin Toros Karst Kuşağında olduğu gibi, karstlaşmanın bugünkü deniz seviyesinin altında da gözlendiği bölgelerde, hidrodinamik yapının ortaya konmasında çok önemli bilgiler sağlamaktadır. Yeraltısuyu dolaşımının meydana geldiği karstik ortamlar, çözünme - çökelme süreçleri sonucunda oluşmaktadırlar. Çözünme ve çökelme farklı iklimsel koşulların göstergesi olarak ele alındığına göre paleoiklimsel yorumlama, bu süreçlerin tarihçesinin belirlenebilmesini sağlamaktadır. Öte yandan, karstlaşmanın deniz seviyesine bağlı olarak gelişmesi ve U - serisi teknikleri ile deniz seviyesindeki dalgalanmaların belirlenebilmesi, karstik akiferin gelişme evriminin açıklanabilmesinde kullanılan önemli bilgiler vermektedir. Böylece, akiferin bugünkü durumu ve yeraltısuyunun dolaşımı ile ilgili sağlıklı yorumlamalar yapılabilmektedir. Bugüne kadar, gözlemlere ve deneyime bağlı olarak yapılan bu tür yorum ve açıklamalar, uranyum serisi izotopları kullanılarak geliştirilen yaş saptama teknikler ile sayısal bir karakter taşıyacaktır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi Uluslararası Karst Su Kaynakları Uygulama ve Araştırma Merkezi (HÜ - UKAM) ile Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) arasında yürütülen TUR / 88 / 007 kodlu proje kapsamında, Bristol Üniversitesi (İngiltere) Coğrafya Bölümü, Uranyum Serisi Yaş Saptama Laboratuvarında yazar tarafından yapılan kuramsal ve uygulamalı çalışmalar sonucunda hazırlanmıştır. Yazar, bu çalışmanın yapılabilmesi için gerekli her türlü desteği sağlayan UKAM Merkez Müdürü, Prof. Dr. Gültekin Günay'a ve Bristol Üniversitesi'ndeki çalışmaları başlatıp yakından izleyen, her türlü bilgi ve ekipmanı sağlayan Prof. Dr. Peter L. Smart'a teşekkür eder.

DEĞİNİLEN BELGELER

Goldschmidt, V.M., 1954, Geochemistry, Clarendon Press, Oxford.

Heir, K.S. and Adams, J.A.S., 1965, Concentration of radioactive elements in deep crustal material. Geochim. Cosmochim. Acta, 29, 53 - 61.

Langmuir, D., 1978, Uranium solution - mineral equilibria at low temperatures with applications to sedimentary ore deposits. Geochim. Cosmochim. Acta, 42, 547 - 69.

Chafetz, H.S. and Folk, R.L., 1984, Travertines: Depositional Morphology and The Bacterially Constructed Constituents, Journal of Sedimentry Petrology, Vol. 54, No. 1, p. 289 - 316.

Yılmaz, H., 1988, Uranyum ve Toryum Jeokimyası, M.T.A. Yayınları, Eğitim Serisi, No. 29, Ankara.

Ford, D.C. and Williams, P.W., 1989, Karst Geomorphology and Hydrology, Unwin Hyman, London.

Smart, P.L. and Frances, P.D., (eds) 1991, Quaternary Dating Methods - A User's Guide Quaternary Reserach Assoc., Technical Guide No. 4, Cambridge.

Ivanovich, M. and Harmon, R.S., (eds) 1992, Uranium Series Disequilibrium, Applications to Earthy, Marine and Environmental Sciences, 2nd Edition, Clarendon Press, Oxford.

İndikatör temel bileşenler kriging yöntemi ile yeraltısuyu kirliliğinin saptanması ve yöntemin Eskişehir Ovası'na uygulanması

Cem Saraç H.Ü. Jeoloji Müh. Böl. Beytepe, Ankara
A. Erhan Tercan H.Ü. Maden Müh. Böl. Beytepe, Ankara
Deniz Mamurekli H.Ü. Maden Müh. Böl. Beytepe, Ankara
Fikret Kaçaroğlu C.Ü. Jeoloji Müh. Böl. Kampüs, Sivas

Kirlenmiş bir yeraltısuyu ortamında, kuyu yeri seçimi oldukça önemlidir. Gözönüne alınan kirleticinin kritik bir değeri aşma olasılığı bilinirse, karar verme aşamasında çeşitli risklerden kaçınılabilir. İndikatör temel bileşenler kriging yöntemi, bu gibi durumlarda uygulanabilecek ideal bir yöntemdir. Araştırmada yöntem tanıtıldıktan sonra, Eskişehir Ovası'nda bir uygulaması verilmektedir. Eskişehir Ovası'ndan alınan yeraltısuyu örneklerindeki nitrat derişimlerine ilişkin indikatör temel bileşenler variogramları hesaplanmakta ve ayrıca gerçek değerlerin, önerilen en yüksek nitrat değerlerinden daha büyük olma olasılıkları gösterilmektedir.

Giriş

Bağıl olarak dar bir sıcaklık ve kimyasal değişim aralığına sahip olan yeraltısuyu; içme, sulama ve endüstriyel amaçlar için kullanılan suların önemli bir bölümünü oluşturur. Ancak, yeraltısuları tarım, sanayi ve evsel kökenli atık suların nehirlere, sulama kanallarına boşaltılması ve doğrudan yeraltına sızma gibi faaliyetler sonucu kirlenirler. Kirlenmiş bir akiferde kuyu yeri seçimi ise oldukça önemli bir konudur.

Burada problem, gözönüne alınan kirletici maddeler tarafından kirletilmemiş ilgili temiz bölgeleri tanımlamak ve kuyu yerlerini bu alanlarda belirlemektir. Bu, örneklenmemiş lokasyonlarda kirletici maddenin değerleri hakkında belirsizliğin değerlendirilmesini gerektirecektir.

İncelenen kirletici madde z(x)'in krig edilmiş bir değerini üretmek ve bilinmeyen değer hakkındaki belirsizliği, her bir kestirim değeri z* (x) üzerinde

$$Pr[z^*(x) - z_{\alpha/2}.\sigma_k(x) < z(x) < z^*(\chi) + z_{\alpha/2}.\sigma_k(\chi)] = 1 - \alpha$$

ile verilen %(1 - α). 100 lük bir güven aralığı oluşturarak değerlendirmek bu probleme bir çözüm oluşturacaktır. Yukarıdaki eşitlikte, $z_{\alpha/2}$; normal dağılım yoğunluk eğrisi altında α/2 lik alanı sağa bırakan z değeri ve σ_k^2; kriging varyansını göstermektedir. Bu yaklaşım, kestirim hatalarının ortalaması sıfır ve varyansı, kestirim (kriging) varyansına eşit olan normal bir dağılıma sahip olduğunu varsaymaktadır. Ancak düzensiz veri dağılımlarının varlığında, kestirim hatalarının dağılımı da düzensiz olacaktır ve kriging varyansı gerçekçi güven aralıklarını sağlayacaktır (Tercan and Dowd, 1993).

x lokasyonundaki bilinmeyen z(x) değeri hakkındaki belirsizliği daha iyi karakterize etmek için aşağıda verilen koşullu kümülatif dağılım fonksiyonu (kkdf) gözönüne alınabilir:

$$F(x;z_c \mid Z_n = F[x;z_c \mid Z(x_1) = z(x_1), ..., Z(x_n) = z(x_n)]$$
$$= Pr[Z(x) \le z_c \mid Z(x_1) = z(x_1), ..., Z(x_n) = z(x_n)]$$

Burada:

Z: rastlantı fonksiyonunu,

z: bölgesel değişkeni ve

z_c: sınır değeri göstermektedir.

Buradaki koşullu kümülatif dağılım fonksiyonu kullanılarak, çeşitli optimal kestirim değerleri ve herhangi bir sınır değer z'yi aşma olasılıkları türetilebilir.

Koşullu kümülatif dağılım fonksiyonlarının kestirimine ilişkin, parametrik ve parametrik olmayan şekilde iki farklı yaklaşım bulunmaktadır (Marcotte and David, 1985; Matheron, 1976; Journel, 1983). Matematiksel olarak basit olmalarından dolayı, parametrik olmayan yöntemler daha çok kabul görmektedirler. Literatürde koşullu kümülatif dağılım fonksiyonunun kestirimine ilişkin çok sayıda parametrik olmayan jeoistatistiksel tekniğin geliştirildiği görülmektedir. İndikatör kokringing yöntemi, indikatörler arasındaki çapraz kovaryansları dikkate alan bir yöntem olmasına karşılık, uygulamalarında çok sayıda çapraz kovaryansın modellenmesindeki güçlükler nedeni ile kullanılamamaktadır. İndikatör kriging ve olasılık kriging bu güçlükler karşısında geliştirilmiş alternatif yöntemlerdir, ancak bu yöntemlerde de çapraz kovaryansların hepsi kullanılmamaktadır. İndikatör temel bileşenler kriginig yöntemi, bu iki uç / zıt yöntemi; indikatör kriging ve indikatör kokriging arasında olan ve bunların iyi yönlerini kulanan bir yöntemdir. bu teknik, indikatörler arasındaki çapraz bilgiyi kullanmakta ve daha az sayıda kestirim ve modelleme gerektirmektedir.

Bu çalışmanın amacı, indikatör temel bileşenler kriging yöntemini yeraltısuyu kirliliğinin değerlendirilmesine, özellikle kuyu yeri seçimine uygulanmaktır. Bu konuda ilk defa gerçekleştirilen bu çalışmada, ilk olarak, koşullu dağılımın türetiminde kullanılan indikatör temel bileşenler yöntemine kısaca değinilecek ve yöntem Eskişehir Ovası'ndaki yeraltısuyu verilerine uygulanacaktır.

Koşullu dağılımların türetimi ve E - tipi kestirimler

Belirli bir z_c sınır değerine ilişkin indikatör değişken aşağıdaki gibi tanımlanabilir;

$$i(x;z_c) = \begin{cases} z(x) \le z_c \text{ ise, } 1 \\ \text{değilse, } 0 \end{cases}$$

Journal (1983), indikatör değişken $i(x;z_c)$'nin kriging ile kestirimi ve bu kestirilen değerin koşullu kümülatif dağılım fonksiyonuna bir yaklaşımı olarak kullanılmasını önermektedir:

$$F(x;z_c \mid Z_n) = [\, i(x;z_c) \,]^*$$

x noktasında türetilen koşullu dağılımın beklenen değeri, bu noktadaki bilinmeyenin bir kestiricisini sağlayacaktır. Bu kestirici E - tipi kestirim olarak adlandırılabilir (Suro - Perez and Journal, 1991).

$$Z^*_E(x) = \int_0^1 z\,dF(x;z \mid Z_n)$$

Bu integral altta verildiği gibi nümerik olarak değerlendirilir:

$$z^*_E = \sum_{k=1}^{K} z_k [F(x;z_{k-1} \mid Z_n)] - [F(x;z_k \mid Z_n]$$

burada $z_{k'}$, $[z_{k-1},z_k]$ sınıfı içindeki koşullu sınıf ortalamasıdır.

İndikatör temel bileşenlerin kestirimi ile koşullu dağılımların türetimi

Eğer farklı sınır değerlerindeki indikatörler ilişkisiz ise, indikatör değerlerin bağımsız bir şekilde yapılan krigingi tam bir kokriging gibi aynı sonucu verecektir. İndikatör değişkenleri ortogonal rastlantı değişkenlerine (örneğin temel bileşenlere) dönüştürerek bu gerçekleştirilebilir. İndikatörlerin, temel bileşenlerinin kovaryansı matrisi bütün uzaklıklar için köşegen bir matris oluşturuyorsa, her bir temel bileşenin kestirimi diğerlerinden bağımsız bir şekilde yapılabilir ve ters dönüşüm ile gerekli indikatör değerlerin bir kestiricisi sağlanabilir (Dowd, 1991).

İndikatör temel bileşenlerin krigingi ve indikatörlerin geri döşünümle kestirimi, Suro - Perez and Journal (1991) tarafından ortaya atılmıştır. Tekniğe ilişkin ayrıntılı bilgi aşağıda verilmektedir.

Temel Bileşenler Analizi (TBA)

Temel bileşenler analizi, veriler hakkında hiçbir istatistiksel varsayım gerektirmeyen bir ortogonalleştirme işlemidir. Fakat, dönüştürülmüş değişkenler (Y_i (x)) arasındaki çapraz kovaryansın değeri sıfıra eşittir:

$$E\{(Y_i(x) - M_i)\,(Y_j(x) - M_j)\} = 0 \quad \forall J \neq i$$

M_i; Y_i (x) bileşeninin ortalamasıdır. İlk dönüştürülmüş değişken $Y_1(x)$ ya da ilk temel bileşen en yüksek varyansa, ikinci temel bileşen $Y_2(x)$ ise ikinci en yüksek varyansa sahiptir.

İndikatör değişkenlerin temel bileşenlere dönüştürülmesi x lokasyonundaki indikatör vektör

$$I(x;z) = [I(x;z_1), \ldots, I(x;z_k)]^T$$

ile tanımlanır. h_1 uzaklık vektörü için oluşturulan indikatör kovaryans matrisi $\Sigma_I(h_1)$ aşağıda verilen eşitlikte görülmektedir:

$$\Sigma_I(h_2) = \begin{bmatrix} C_I(h_1;z_1,z_2)...C_I(h_1;z_1,z_k) \\ C_I(h_1;z_2,z_1)...C_I(h_1;z_2,z_k) \\ C_I(h_1;z_k,z_1)...C_I(h_1;z_k,z_k) \end{bmatrix}$$

$$C_I(h_1;z_k, z_{k'}) = kov\,[I(x;z_k), I(x+h_1;z_{k'})]$$

Temel bileşenleri elde etmenin bir yolu $\Sigma_I(h_1)$'in spektral dekompozisyonunu göz önüne almaktır:

$$\Sigma_I(h_1) = A\Lambda A^T$$

Burada A ortonormal matris ve Λ köşegen matristir. Her iki matris de belirli bir h1 vektörü için tanımlanır. A matrisinin sütunları $\Sigma_I(h_1)$'in özvektörleri ve Λ köşegen matrisinin elemanları $\Sigma_I(h_1)$'in en büyükten küçüğe doğru sıralanmış ($\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq ... \lambda_n \geq 0$) özdeğerleridir (Wilkinson, 1965).

A matrisi hesaplandıktan sonra, indikatör temel bileşen vektörü, iki matrisin çarpımı ile elde edilir:

$$Y(x) = A^T I(x;z)$$

Y(x)'in her elemanı

$$Y_k(x) = \sum_{k'=1}^{K} a_{k',k} I(x;z_k)$$

olarak yazılır. Burada $a_{k',k}$ ve $I(x;z_{k'})$ sırası ile A matrisi ve I(x;z) vektörünün elemanlarıdır. Y_k, orijinal indikatörlerin doğrusal bileşenleridir. Bu bileşenlerin $h = h_1$ için çapraz kovaryansları sıfıra eşittir:

$$C_y(h_1;k,k') = 0 \qquad k \neq k'$$

Ancak diğer uzaklıklar ($h \neq h_1$) için bu garanti edilemez ve çapraz kovaryansların sıfıra eşit olduğu varsayılır.

İndikatör Temel Bileşenlerin Kriging ile Kestirimi

$Y_{ko}(x)$ temel bileşeninin korkriging tipi kestiricisi aşağıdaki bağıntı ile verilebilir:

$$Y^*_{ko}(x) = \sum_{k=1}^{K} \sum_{\alpha=1}^{n} \lambda_{ko\alpha} Y_k(x_\alpha)$$

Ortogonalliğin bütün h uzaklıkları için geçerli olduğu varsayıldığında üstte verilen kokriging kestiricisi, normal kriging kestiricisine indirgenir.

$$Y^*_{ko}(x) = \sum_{\alpha=1}^{n} \lambda_{ko\alpha} y_{ko}(\chi_\alpha), \quad k_o = 1,...,K$$

$\lambda_{ko}\alpha$ ağırlıkları aşağıda verilen kriging sisteminin çözümünden elde edilir:

$$\sum_{\beta=1}^{n} \lambda_{ko\beta} C_y(x_\beta - x_{\alpha'};k_o) + \mu_{ko} = C_y(x - x_{\alpha'};k_o)$$

$$\sum_{\beta=1}^{n} \lambda_{ko\beta} = 1, \qquad \alpha = 1,...,n$$

Eşitlikte $C_y(x_\alpha - x_\beta ; k_o) = kov\,[Y_{ko}(x_\alpha), Y_{ko}(x_\beta)]$. $Y(x) = A^T I(x;z)$dönüşümünün tersi Z(x) koşullu kümülatif dağılım fonksiyonunun bir modelini verecektir:

$$F_{ITBK}(x;z \mid Z_n) = AY^*(x)$$

Eşitlikte $F_{ITBK}(x;z \mid Z_n)$ ve Y* (x) vektörleri aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

$$F_{ITBK}(x;z \mid Z_n) = [F_{ITBK}(x;z \mid Z_n) ... F_{ITBK}(x;z_k \mid Z_n)]^T$$

$$Y^*(x) = [Y^*_1(x) ... Y^*_k(x)]^T$$

Yöntemin Eskişehir Ovası'na Uygulanması

Çalışma alanının jeolojisi

Eskişehir ve çevresi ile ilgili jeoloji çalışmaları 1940'lı yıllarda başlamıştır. Bu tarihten bugüne kadar bölgede çeşitli amaçlarla jeoloji çalışmaları yapılmıştır. Eskişehir Ovası'nın ve çevresinin jeolojisi konu alan en son çalışma, MTA Genel Müdürlüğü tarafından, "Orta Sakarya Güneyi ile Uludağ Güneyinin Jeolojik Sorunları ve Kompilasyonu Projesi" adı altında yürütülmüştür.

Eskişehir ili ve çevresindeki bölge, jeolojik evrimini Jura öncesi (Triyas ?) ile Holosen arasında tamamlamıştır (Kaçaroğlu, 1991). Bu alanda metamorfik ofiyolitik, metadetritik, volkanik ve sedimanter kayaçlardan oluşan bir istif yeralır. Metamorfik ve ofiyolitik kayaçların oluşturduğu topluluk doğu - batı yönünde uzanır. Eskişehir civarının bugünkü jeolojik yapısı, bölgede Triyas sonundan günümüze kadar gelişen jeolojik olaylar sonucu ortaya çıkmıştır. Bölgedeki kuzey - güney yönlü sıkışmalar sonucu Eskişehir Ovası'nın kuzey ve güneyinde çoğunlukla doğu - batı yönlü bindirme fayları ve normal faylar oluşmuştur (Gözler ve diğ., 1985).

İnceleme alanında Kuvaterner yaşlı birimler eski ve yeni alüvyonlardan oluşmaktadır. Eski alüvyon; ovanın batı kesiminde, ova çevresindeki yükseltilerde ise teraslar şeklinde bulunmaktadır ve genellikle daha yaşlı formasyonlara ait kil, silt, kum ve çakılların gevşek tutturulmasından oluşmaktadır. Yeni alüvyon, İnönü Ovası'ndan gelen Sarısu Deresi ile Porsuk Çayı ve yan kollarının getirip ovada biriktirdiği malzemeden oluşur. Eskişehir Ovası'nda geniş bir alanı kaplayan yeni alüvyonu, kil, silt, kum ve çakıl oluşturur.

Su kirliliği incelemeleri

Eskişehir ili, Türkiye'deki hızla gelişen ve endüstrileşen şehirlerimizden biridir. Şehrin su ihtiyacı, çeşitli faaliyetlerle kirletilen Eskişehir Ovası'ndaki alüvyon akiferden sağlanmaktadır. Kütahya ilinin evsel atıkları ile Eskişehir ilinin evsel atıklarının bir bölümü ve bu iki şehirdeki endüstri kuruluşlarının atık suları, özellikle Kütahya ilindeki azot fabrikası, herhangi bir arıtma işlemi yapılmaksızın, Kütahya'nın güneybatısından doğan, Kütahya ve Eskişehir'den geçtikten sonra Sakarya Nehri ile birleşen Porsuk Çayı'na boşaltılmaktadır. Eskişehir'de bütün şehri kapsayan bir kanalizasyon sistemi bulunmadığından, evsel atıkların bir bölümü Porsuk Çayı ve sulama kanallarına boşaltılmakta, geriye kalan bölümü ise fosseptiklerde toplanmaktadır. Şehir yerleşim alanına yayılmış olan binlerce fosseptik çukur yeraltısuyu için önemli bir kirlilik kaynağını oluşturmaktadır.

Tarım, Eskişehir Ovası'nda önemli bir ekonomik aktiviteyi oluşturmaktadır. DSİ tarafından inşa edilmiş olan sulama kanalları ile ovanın büyük bir kısmı sulanmaktadır. DSİ verilerine göre ortalama yıllık 115 000 hektar tarım alanında sulama yapılmaktadır (DSİ, 1987). Ovada yapılan tarımda, gübre ve ilaç kullanımı oldukça yaygın olarak görülmektedir.

Yukarıda verilen bilgiler doğrultusunda Eskişehir Ovası'ndaki yeraltısuyu kirliliğine neden olan kaynaklar aşağıdaki şekilde kısaca özetlenilebilir:

a) Porsuk Çayı ve sulama kanallarından yeraltısuyu beslenimi,

b) Azot fabrikası atıkları,

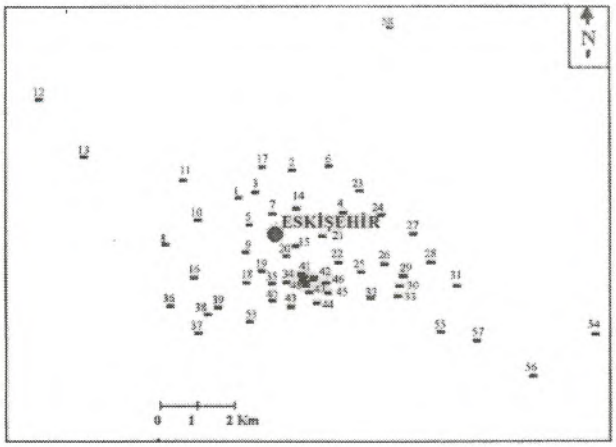
c) Evsel atıkların toplandığı fosseptik çukurlardan sızıntılar ve

d) Tarımsal amaçlı kullunalın gübre ve ilaçlar.

Hızlı bir gelişme ve endüstrileşmeye bağlı olarak, artan su gereksiniminin karşılanması amacı ile yeni pompaj kuyularının açılması gerekmektedir. Bununla birlikte, yeni açılacak kuyu yerlerinin akiferin kirlenmemiş bölümlerinde seçilmesi, kullanılabilir yeraltısuyu sağlanması açısından önemlidir.

Verilerin değerlendirilmesi

Eskişehir Ovası'ndaki yeraltısuyu kirliliğini değerlendirmek amacı ile 58 adet mevcut içme suyu kuyusunda periyodik olarak 2 yıl süresince alınan yeraltısuyu örnekleri analiz edilmiştir (Kaçaroğlu, 1991). Şekil 1'de yeraltısuyu örneklerinin lokasyonları gösterilmektedir. Örnekleme de; örnek noktalarına ulaşılabilirlik, alınacak örneğin o noktadaki su niteliklerini temsil edebilmesi, kuyuların arazideki konumları gibi özellikler



Şekil 1. Eskişehir Ovası'ndan alınan örneklerin lokasyonları.

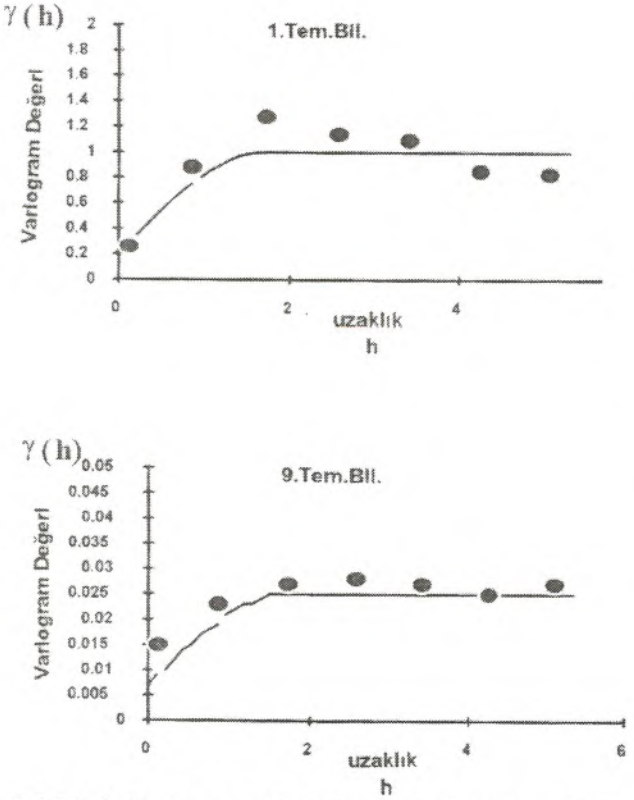
göz önünde tutulmuştur. Alınan içme suyu örnekleri çeşitli değişkenler için test edilmiştir. Analiz edilen değişkenler arasında elektrik iletgenliği, pH, nitrat içeriği ve bulanıklık gibi dağılımlar bulunmaktadır.

Eskişehir Ovasındaki yeraltısuyu kalitesi ve kirliliği mevsimsel değişimler göstermektedir. Yeraltısuyunun beslenme koşulları, kirletici kaynaklardan gelen kirlilikteki mevsimsel değişimler, iklim koşulları, yeraltısuyu düzeyi değişimleri ve tarımsal çalışmalar gibi faktörlere bağlı olarak yeraltısularındaki nitrat içeriği, kurak ve yağışlı dönemler arasında 1 ile 10 kat arasında değişmektedir. Bu nedenle yöntemde, periyodik örnek alım süresince ölçülen örnek değerlerinin ortalama nitrat içerikleri kullanılmıştır. Çizelge 1'de nitrat değerlerine ait istatistiksel bilgiler sunulmaktadır.

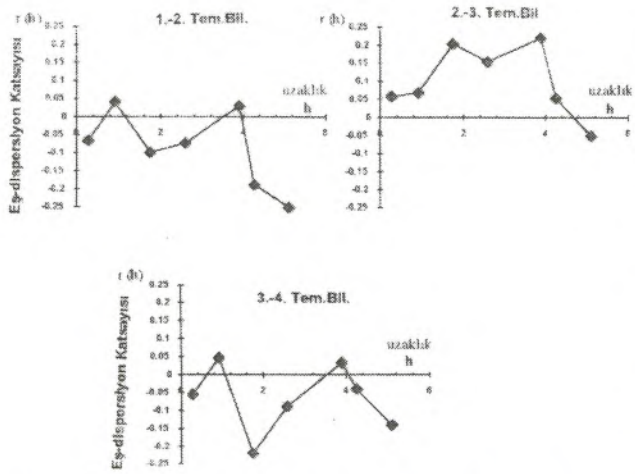
Uygulamada 9 temel bileşen, indikatör veriler ve lhl = 0 adımında oluşturulan U matrisi kullanılarak hesaplanmıştır. 9 temel bileşenin herbirine göre yönsel variogramlar hesaplanmış ve ortalama variogram kullanılarak modelleme yapılmıştır. Şekil 2, ilk temel bileşen ve ayrıca son temel bileşenin variogramlarını göstermektedir. 1.7 km.'lik yapısal uzaklığa sahip küresel bir model ve nugget etkisi kullanarak modellenen deneysel variogramlarda, yapısal uzaklıklar temel bileşenlerin her biri için aynıdır. Modellemenin geçerliliği Saraç ve

Çizelge 1. Eskişehir Ovası'ndan alınan örneklere ilişkin istatistiksel bilgileri.

Örnek Sayısı	:	58
Ortalama	:	39.99
Varyans	:	690.55
Minimum	:	5.44
Medyan	:	31.72
Maksimum	:	100.07
Varyasyon katsayısı	:	0.66



Şekil 2. İndikatör temel bileşenlerin otovariogramları (1. ve 9. bileşen)



Şekil 3. İndikatör temel bileşenlerin eş - dispersiyon katsayıları.

Tercan (1992)'da verilen algoritmaya göre yapılmış ve model parametrelerinin geçerli olduğu saptanılmıştır.

İndikatör temel bileşenler kriging yönteminde, temel bileşenlerin uzamsal ortogonal olduğu varsayılmakta; belirli bir uzaklık için garanti edilen ortogonalliğin bütün uzaklıklar için geçerli olduğu kabul edilmektedir. Temel birleşenlerin herhangi bir çifti arasındaki uzaklığa bağlı korelasyonun büyüklüğünü değerlendirmek için, bu çalışmada eş - dispersiyon katsayısı r(h) kullanılmıştır. Bu katsayı Matheron (1965)'a göre, çapraz varogramlara karşılık gelen otovariogramların çarpımının karekköküne oranı olarak tanımlanabilir. Şekil 3'de en önemli üç eş - dispersiyon katsayısı gösterilmektedir. Her grafik temel bileşenlerin ortogonalliğinin uzamsal olarak kabul edilebileceğini göstermektedir.

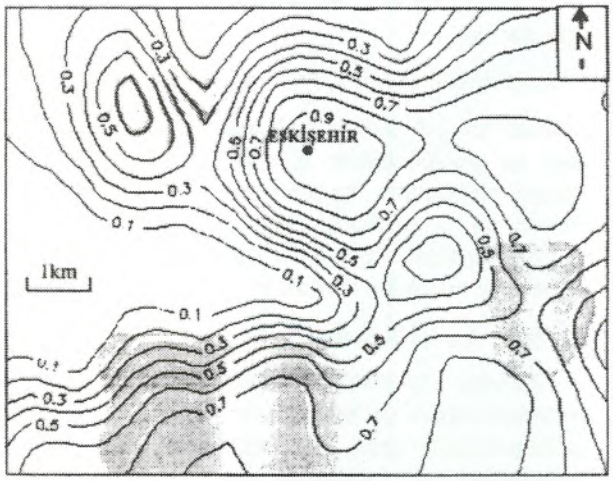
Koşullu dağılımların kestirimi

İndikatör temel bileşenler ayrı ayrı krig edildikten sonra, düzenli aralıkta 152 lokasyondaki koşullu dağılım kestirilmiştir. Kriging komşuluğu en çok 16 veri içermektedir ve koşullu dağılım değerlerinin, geçerli bir dağılım fonksiyonunun özellikleri sağlamadığı lokasyonlarda Deutsch and Journel (1992)'de verilen algoritma kullanılmıştır:

$$F(x;z \mid Z_n) \in [0, 1]$$

$$F(x;z_k \mid Z_n) \leq F(x;z_{k+1} \mid Z_n),\ z_k \leq z_{k+1}$$

Sonuç olarak koşullu dağılımlardan, E - tipi kestirim değerleri hesaplanmıştır. World Health Organisation - WHO (1984), nitratın insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini göz önüne alarak, nitrat derişimlerinin 45 mg/l NO_3'den az olması gerektiğine işaret etmektedir. Lokasyonlardaki nitrat derişiminin bu sınır değeri aşması olasılığı hesaplanarak, Şekil 4'de sunulan kontur haritası hazırlanmıştır. Şekilde gölgeli olarak E - tipi kestirim değerlerinin 45 mg/l NO_3'den daha büyük olduğu bölgeler gösterilmiştir. Dikkat edileceği üzere şekilde, kontur değerleri ile E - tipi kestirimle saptanılan kirlilik bölgelerinin farklı olduğu görülmektedir. Bu da uygulanan yöntemin klasik konturlamaya göre farklı-



Şekil 4. Eskişehir Ovası yeraltısularındaki nitrat konsantrasyonu kontur haritası, nitrat değerleri 1/100 olarak verilmektedir. (E - tipi kestirimin 45 mg/l NO_3'dan fazla olduğu bölgeler gölgeli olarak gösterilmiştir.

lığını açıkça ortaya koymaktadır. Konturlama yönteminde herhangi bir kestirme işlemi yapılmaksızın sadece araziden elde edilen verilere göre eğriler geçirilmektedir. E - tipi bir kestirim uygulayarak izlenen yöntemde ise, indikatör temel bileşenlerin otovariogramları kullanılarak nitrat derişimleri modellenmiş ve Eskişehir Ovası'ndaki yapısal uzaklıklar dikkate alınarak kestirim gerçekleştirilmiştir. Şekilden açıkça görüldüğü gibi, WHO (1984) standartlarına göre E - tipi kestirim sonucu gölgeli olarak gösterilen bölgeler, kuyu yeri için uygun değildirler. Ayrıca, bu bölgeler dışındaki çeşitli yerlerde kestirilen değerler, sınır değerlerinden daha az olduğu halde gerçek değerlerin bu sınır değeri aşma olasılığı oldukça yüksek gözlenmektedir. Böyle zonlar için ek bir örnekleme önerilebilir.

Sonuçlar

İndikatör temel bileşenler kriging yöntemi, daha az sayıda kestirim ve modelleme kullanarak, indikatörler arasındaki çapraz kovaryansın kullanıldığı bir yöntemdir. Yapılan çalışma sonucu, yöntemin yeraltısuyu kirliliği araştırmalarında kolayca uygulanabileceği gösterilmiştir. Temel bileşenlerin çapraz varogramlarının bağıl büyüklüğü, karşılık gelen otovariogram ile karşılaştırılarak yapılmıştır. İncelemede deneysel variogramlar hesaplanarak, bunlara küresel tip bir model uyarlanmış ve yapısal uzaklıklar saptanmıştır. Eskişehir Ovası yeraltısularındaki E - tipi kestirim değerlerinin 45 mg/l NO_3'den fazla olduğu alanlar belirlenmiştir. Bu alanlar, standartlar çevçevesinde kuyu açımı için uygun değillerdir. Ayrıca yöntemin konturlamaya göre farklılığını da göstermek amacı ile lokasyonlardan alınan örnek değerleri kullanılarak, nitrat konsantrasyonunu gösteren bir kontur haritası hazırlanmıştır.

DEĞİNİLEN BELGELER

Deutsch, C.V. and Journal, A.G., 1992, GSLIB, Geostatistical Software Library and User's Guide, Oxford University Press.

Dowd, P.A., 1991, A Review of Recent Developments in Geostatistics, Computer & Geosciencies, 17, 10, 1481 - 1500.

DSİ, 1987, Su Kalitesi Gözlem Yıllığı: DSİ İçmesuyu ve Kanalizasyon Dairesi Yayını, 525 s.

Gözler, M.Z., Cevher, F. ve Küçükayman, A., 1985, Eskişehir Civarının Jeolojisi ve Sıcaksu Kaynakları, MTA Dergisi, 103/104, 40 - 54.

Journal, A.G., 1983, Nonparametric Estimation of Spatial Distributions, Mathematical Geology, 15, 3, 445 - 468.

Kaçaroğlu, F., 1991, Eskişehir Ovası Yeraltısuyu Kirliliği İncelenmesi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Marcotte, D. and David, M., 1985, The BiGaussian Approach, A Simple Method for Recovery Estimation, Mathematical Geology, 17, 6, 625 - 644.

Matheron, G., 1965, "Les Variables Regionalisees et Leur Estimation", Mason, Paris.

Matheron, G., 1976, A Simple Substitute to Conditional Expectation: The Disjunctive Kriging, NATO ASI.D. Reidel, Dordrecht, 221 - 236.

Saraç, C. ve Tercan, A.E., 1992, A Geostatistical Case Study of the Kızılyüksek - Yataardıç Chromium Orebody, Geosound, Çukurova University, 20, 219 - 230.

Suro - Perez, V. and Journel, A.G., 1991, Indicator Principal Component Kriging, Mathematical Geology, 23, 5, 759 - 788.

Tercan, A.E. and Dowd, P.A., 1993, Nonparametric Methods for Estimating Conditional Distributions and Local Confidence Intervals, LUMA, Leeds University Mining Association, 173 - 183.

Wilkinson, J.H., 1965, The Algebraic Eigenvalue Problem, Oxford University Press.

World Health Organisation (WHO), 1984, "Guidelines for Drinking Water Quality, Volume 1, Recommendations" WHO publications, Genava, Switzerland.

Türkiye'deki bazı kromitlerin ana bileşen kimyası özellikleri

Osman Koptagel C.Ü., Jeoloji Müh. Böl. Kampüs, Sivas

Türkiye, sahip olduğu çok sayıdaki krom cevherleşmesi ile dünyada önemli bir yere sahiptir. Türkiye'deki krom cevherleşmeleri 6 ana bölgede dağılım göstermektedirler. Bu çalışmada, önceki yıllarda değişik araştırıcılarca kromitlerin kimyasal analizi yapılan ve 6 ana bölgenin 5'inde dağılmış 9 ayrı lokasyonda yer alan 10 cevherleşme kullanılmıştır.

Ana bileşen analiz sonuçları; oksit % ağırlığı, katyon % ağırlığı ve kromitlerin birim hücrelerindeki katyon sayısı cinsinden ele alınmış, oluşumlar kendi aralarında ve dünyadaki diğer oluşumlarla karşılaştırılmıştır. Sonuçta, incelenen kromitlerinin kompleks bir özellik sundukları, alpin tip - stratiform tip kromit sınıflamasında mükemmel ayrılım göstermedikleri izlenmiştir. Bu durumun nedeni olarak ya analizi yapılan örneklerin ofiyolitik serilerin farklı seviyesini yansıtıyor olmasından ya da kullanılan parametrelerin bu tip çalışmalar için uygun olmadığından kaynaklandığı düşünülebilir.

Giriş

Kromun bir element olarak 1787 de Fransız kimyager N.L. Vauquelin tarafından keşfinden iki yıl sonra Urallar'da mineralojik anlamda ilk Kromit bulunmuştur (Simirnov ve diğ., 1983). 19. yüzyıl başlarında sadece refrakter hammadde olarak kullanılan kromitten ancak aynı yüzyılın sonlarında, çelik üretimi ile başlayan, metalurjide kullanım yaygınlaşır olmuştur. Türkiye'de ise ilk krom cevherleşmesi 1848 yılında Harmancık (Bursa)'da bulunmuş ve işletilmesine 1850 li yıllarda başlanmıştır (Enver, 1931 ve Toklu, 1947; Engin, 1986'dan).

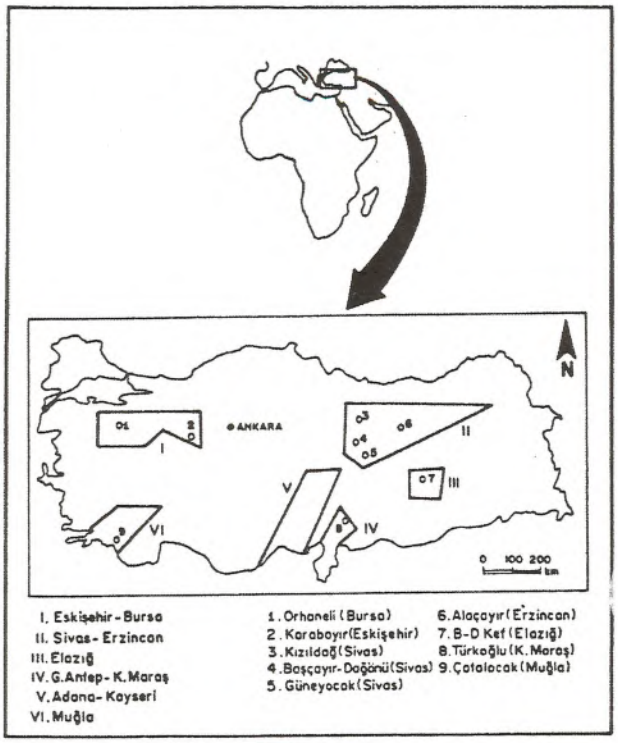
İlk krom cevherleşmesinin işletilmeye başlamasından itibaren son yıllara kadar, Türkiye, sahip olduğu çok sayıdaki krom cevherleşmesi ve kromit üretimi ile, dünyanın önde gelen ülkelerinden olmuştur. Yerkürede, bilindiği gibi, oluşum, jeolojik konum, yerleşim, dış şekil, iç yapı, kimyasal özellik vb. bakımından farklılıklar gösteren krom cevherleşmeleri iki ana sınıfa ayrılmakta, alpin tip (veya podiform tip) ve stratiform tip (veya Bushweld tipi) sınıflaması (bu iki tip arasında geçiş özelliği sunan ve konsantrik masiflerde gözlenen oluşumlar önemsiz bulunmaktadırlar) yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu iki tip ana oluşumun birbirinden ayırtlanması oldukça kolay gözükmekte, öncelikle yankayaçların jeotektonik konumu ve türü belirleyici kriter olarak kullanılmaktadır. Türkiye'deki krom cevherleşmelerinin tamamında ofiyolitik serilere ait ultramafik kayaçların yankayaç olarak gözlenmesi ve ülkemizin jeolojik özelliklerinin de uygunluğundan hareketle, Türkiye kromitleri Alpin Tip kromitler sınıfına dahil edilmektedir.

700 ün üzerinde krom cevherleşmesinin gözlendiği Türkiye'de, cevherleşmeler esas olarak 6 ana bölgede izlenmektedirler (Şekil 1). Türkiye'deki metalik cevherleşmeler ele alındığında, cevherleşme sayısı bakımından demirden sonra ikinci sırada yer alan krom cevherleşmelerimizde maden jeolojisi amaçlı çalışmaların yaygın olarak yapılmış olmasına karşın kromitlerin kristal kimyası incelemeleri, çeşitli olanaksızlıklar nedeni ile, çok sınırlı sayıda kalmıştır.

Bu çalışmada, çeşitli araştırıcılarca kromitlerinin kristal kimyası incelemeleri yapılmış krom cevherleşmeleri ele alınarak, kromitler birbirleri ile ve dünyanın tanınmış oluşumları ile karşılaştırmalı olarak incelenmeye çalışılmıştır.

Metod

İncelemenin konusunu oluşturan ve 9 farklı lokasyonda yer alan toplam 10 krom cevherleşmesi 6 ana bölgenin 5 inde dağılım göstermektedir (Şekil 1). Bu çalış-

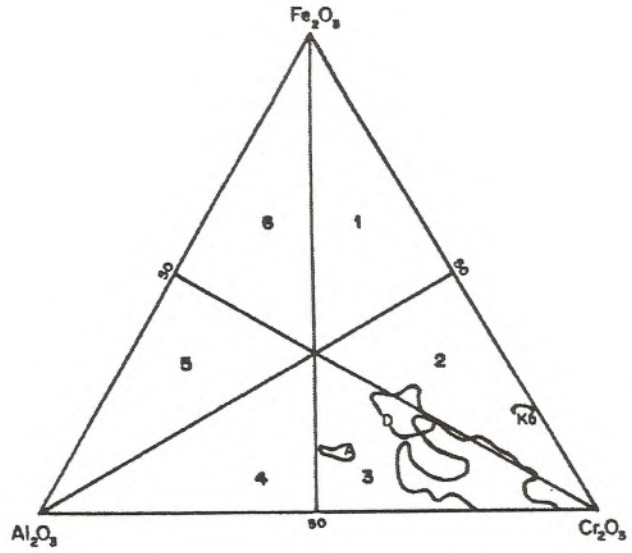


Şekil 1. Türkiye kromit bölgeleri (I'den VI'ya) (Engin, 1986'dan) ve bu çalışmada kullanılan cevherleşmelerin dağılımı (1'den 9'a).

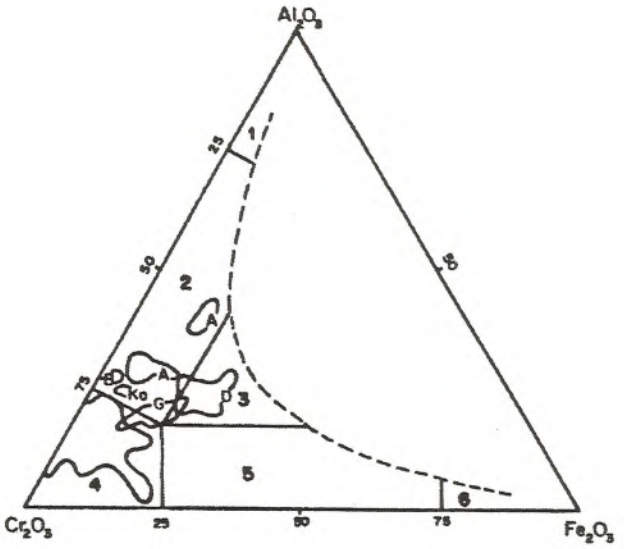
mada, aşağıda isim ve araştırıcıları yer alan cevherleşmelerdeki kromitlerin analitik değerleri derlenmiş, onların oksit % ağırlık, katyon % ağırlık ve kromitlerin birim hücrelerindeki katyon sayılarından yararlanılmaya çalışılmıştır. İlgili cevherleşmeler, onların metin içi şekillerde kullanılan kısaltmaları ve araştırıcıların şöyle sıralanabilir: Orhaneli (O) (Tankut, 1979); Karabayır (Ka) (Kırıkoğlu, 1987); Kızıldağ (Kz) (Koptagel ve Gökçe, 1987); Başçayır - Dağönü (U) (Koptagel ve Gökçe, 1993); Güneyocak (G) (Koptagel ve diğ., 1995); Alaçayır (A) (Demir, 1990); Türkoğlu (T) (Anıl, 1989); Çatalocak (Ç) (Paktunç, 1978); Doğu (D) ve Batı (B) Kef (Engin, 1985). Bu araştırıcılarca belirtildiğine göre ilgili kromitlerin kristal kimyası incelemelerinde analiz yöntemi olarak; Orhaneli'de mikroprob destekli XRF, Kızıldağ ve Çatalocak'da saflaştırılmış örneklerde yaş kimyasal analizler, diğerlerinde elektron mikroprob kullanılmıştır. Cevherleşmelerin tamamı ultramafik kayaçlar içinde yer almakta olup, yatak bazında sadece Karabayır cevherleşmesi metaofiyolitler içerisinde yer almaktadır.

Bulgular

Kromitlerin isimlendirilmesi amacı ile kullanılan Stevens (1946)'in üçgen diyagramına göre kromitlerin

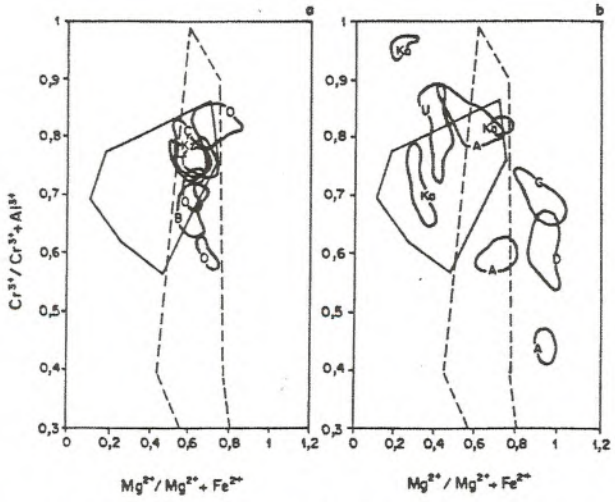


Şekil 2. Kromitlerin Stevens (1946)'in üçgen diyagramındaki dağılımı (diyagram Paktunç, 1978'den alınmıştır). (1. Krom manyetit, 2. Ferri kromit, 3. Aluminyum kromit, 4. Krom spinel, 5. Ferri spinel, 6. Aluminyum manyetit).

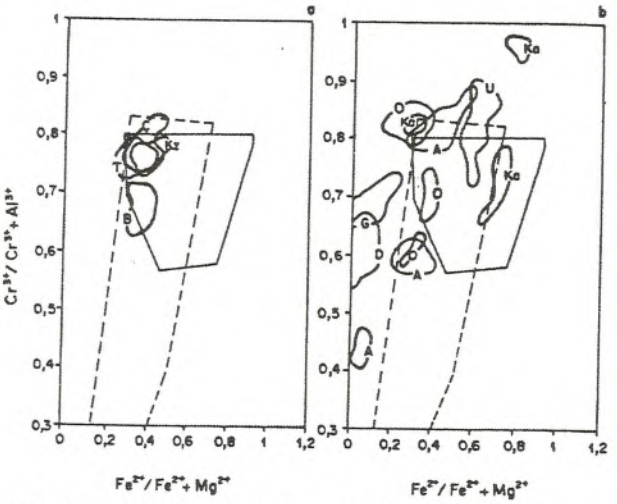


Şekil 3. Kromitlerin Sokolov (1948)'un üçgen diyagramındaki konumları (diyagram Simirnov, 1976'dan basitleştirilmiştir). (1. Pikotit, 2. Krom pikotit, 3. Ferrokrom pikotit, 4. Kromit, 5. Ferrokromit, 6. sınırlı izomorf sahası).

büyük bir çoğunluğu Aluminyum Kromit, Karabayır ve Doğu Kef cevherleşmeleri ise kısmen Ferri Kromit olarak olarak adlandırılabilir özelliktedir (Şekil 2). Sokolov (1948)'un diyagramına göre ise Alaçayır, Batı Kef, Karabayır ve kısmen Güneyocak kromitleri Krom Piko-



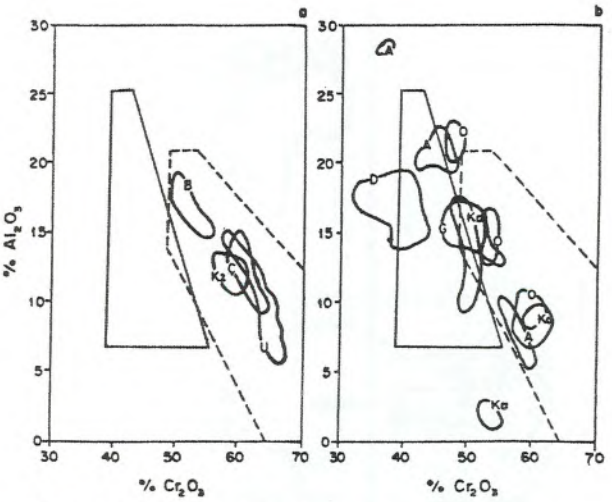
Şekil 4a, b. Kromitlerin Irvine (1967)'in alpin tip - stratiform tip sınıflama diyagramındaki konumları (diyagram Panayiotou ve diğ., 1986'dan alınmıştır) (kesik çizgi alpin tip, düz çizgi stratiform tip).



Şekil 5a, b. Kromitlerin Irvine ve Findlay (1972)'ın diyagramındaki konumu (diyagram Paktunç, 1981'den alınmıştır) (kesik çizgi alpin tip, düz çizgi stratiform tip).

tit, Doğu Kef ve kısmen Güneyocak kromitleri Ferrokrom Pikotit, diğer oluşumlar ise Kromit olarak isimlendirilmeye uygundurlar (Şekil 3).

Alpin Tip - Stratiform Tip kromitlerin kimyasal açıdan sınıflandırılmasında yaygın olarak kullanılan diyagramlardan dört tanesi bu çalışmada kullanılmıştır. Bunlardan Irvine (1967) diyagramına göre Çatalocak, Kızıldağ, Batı Kef, Orhaneli ve Türkoğlu kromitleri Alpin Tip kromit bölgesinde yer almışlardır (Şekil 4a, b). Ancak, Irvine ve Finlay (1972)'ın daha sonra geliştirdikleri diyagramda ise bir öncekine göre Orhaneli kromitleri alpin tip kromitlerin dağılım alanı dışında yer almıştır (Şekil 5a, b). Mussalam ve diğ. (1981)'nin diyagramında ise sadece Çatalocak, Kızıldağ, Batı Kef ve Başçayır - Dağönü kromitleri Alpin Tip kromit bölge-



Şekil 6a, b. Kromitlerin Musselam ve diğ. (1981)'nin alpin tip - stratiform tip sınıflama diyagramındaki konumu (diyagram Bonavia ve diğ., 1993'den alınmıştır) (kesik çizgi alpin tip, düz çizgi stratiform tip).

sinde yer alabilmişlerdir (Şekil 6a, b). Her üç diyagramda da diğer oluşumlar düzensiz dağılım göstermişlerdir. Ferrario ve Garutti (1988) tarafından geliştirilen bir başka diyagramdan ise kısmen yararlanılmış olup (diyagramda kullanılan % TiO_2 parametresinin ele alınan cevherleşmelerin tamamında analiz edilmemiş olması nedeniyle), kullanılabilen cevherleşmelerden sadece Türkoğlu kromitlerinin net bir şekilde Alpin Tip kromitler bölgesinde konumlandığı gözlenmiştir (Şekil 7).

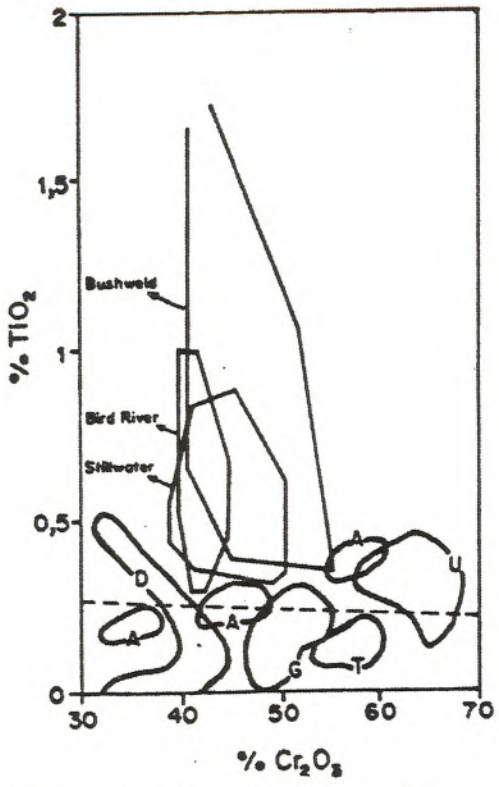
Bilindiği gibi, son yıllarda kromitlerin kristal kimyası özelliklerinden hareketle ofiyolitik dizilimlerdeki yerleri konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Rammlmair (1986)'in Filipinlerde yaptığı ve çeşitli bulgularla (arazi, petrografi, kayaç - cevher kimyası gibi) desteklediği diyagramda ofiyolitik dizideki kromitleri; derinlerdeki dünit diyapirleri içerisinde yer alan oluşumlar (I nolu bölge), kümülat alt dokunağında dünit diyapirlerindeki oluşumlar (II nolu bölge), taban seviyelerde (kümülat alt dokunağı) uzanan dünitlerdeki oluşumlar (III nolu bölge), gabroyik seviyelerdeki dünitli kesimlerde izlenen ince mercekler şeklindeki oluşumlar (IV nolu bölge) şeklinde ayırtlanabilmektedirler. Bu çalışmada ele alınan cevherleşmelerin ise esas olarak I ve II nolu bölgelerde yoğunlaşmakla birlikte tüm alanlarda konumlandıkları izlenmektedir (Şekil 8a, b).

Tartışma

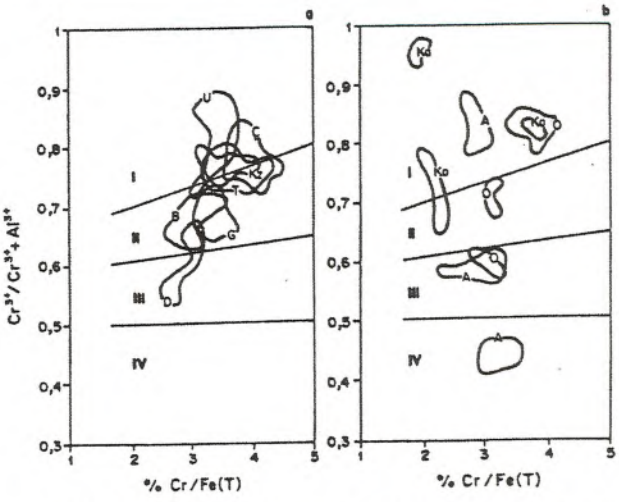
Bilindiği gibi kromitlerin ana bileşen kimyası incelemelerinde, özellikle isimlendirme ve sınıflandırma amaçlı olarak çeşitli araştırıcılarca geliştirilmiş diyagramlardan yaygın bir şekilde yararlanılmaktadır. Bu diyagramlarda analizi yapılan bileşenler kullanılabilir hale getirilip parametre olarak değerlendirilmektedir.

*Çizelge 1. Çalışılan kromitlerin korelasyon katsayıları (r) ve istatistiksel önem testleri (t). (r için açıklama; 0.00 - 0.50 zayıf ilişki; 0.50 - 1.00 kuvvetli ilişki; + pozitif ilişki; - negatif ilişki. t için açıklama; * anlamlı katsayı ** tesadüfi katsayı).*

	Cr_2O_3-Al_2O_3		Cr_2O_3-Fe_2O_3		Fe_2O_3-Al_2O_3	
MINERALIZATION	r	t	r	t	r	t
Orhaneli	-0.938	-12.358 *	-0.001	-0.003 **	-0.233	-1.096 **
Başç-Dağönü	-0.884	-5.975 *	+0.000	0.000 **	0.000	0.000 **
Kızıldağ	-0.493	-2.121 **	-0.019	-0.072 **	-0.072	-0.271 **
Çatalocak	-0.829	-6.103 *	-0.010	-0.042 **	-0.002	-0.008 **
Karabayır	-0.516	-2.256 *	+0.005	-0.019 **	-0.881	-6.953 *
Türkoğlu	-0.229	0.880 **	-0.005	0.017 **	-0.286	-1.115 **
Batı Kef	-0.903	-6.308 *	0.000	-0.001 **	+0.318	1.007 **
Doğu Kef	-0.354	-0.758 **	0.000	-0.001 **	-0.525	-1.234 **
Alaçayır	-0.979	-21.081 *	-0.001	-0.006 **	+0.312	1.431 **
Güneyocak	-0.695	-7.364 *	-0.001	-0.008 **	+0.453	3.871 *
	FeO-MgO		**Cr_2O_3-FeO(T)**		**Al_2O_3-FeO(T)**	
MINERALIZATION	r	t	r	t	r	t
Orhaneli	-0.880	-8.478 *	-0.517	-2.767 *	+0.410	2.062 **
Başç-Dağönü	-0.464	-2.676 *	-0.044	-0.138 **	-0.377	-1.285 **
Kızıldağ	-0.336	-1.336 **	-0.144	-0.546 **	-0.306	-1.204 **
Çatalocak	-0.223	-0.945 **	+0.372	1.651 **	-0.503	-2.400 *
Karabayır	-0.984	-20.781 *	-0.583	-2.667 *	-0.387	-1.566 **
Türkoğlu	-0.821	-5.388 *	-0.394	-1.603 **	-0.455	-1.910 **
Batı Kef	-0.963	-10.726 *	-0.542	-1.933 **	+0.172	0.524 **
Doğu Kef	-0.779	-2.483 **	+0.369	0.795 **	+0.189	0.384 **
Alaçayır	-0.993	-37.959 *	+0.731	4.669 *	-0.823	-6.321 *
Güneyocak	-0.962	-26.973 *	+0.602	5.744 *	-0.656	-6.623 *



Şekil 7. Kromitlerin Ferrario ve Garuti (1988)'nin alpin tip (kesik çizgi altı) - stratiform tip (Bushweld, Stillwater, Bird River) sınıflama diyagramındaki konumu (diyagram Bonavia ve diğ., 1993'den alınmıştır).



Şekil 8a, b. Kromitlerin Rammlmair (1986)'ın ofiyolitik dizi diyagramındaki konumu (açıklama için metne bakınız).

Ancak, gerek isimlendirme gerekse de sınıflama diyagramlarında, bir diyagramdan diğerine geçildiğinde cevherleşmelerin diyagramlardaki konumunda farklılıkların olduğu, bir diyagramda alpin tip olarak gözlenen oluşumun diğer diyagramda aynı sınıfta konumlanmadığı izlenebilmektedir. Farklılık için çok çeşitli nedenleri ileri sürmek olasıdır. Bunların ilk akla gelenleri; 1) analitik yöntem farklılıkları, 2) laboratuvar ve teknoloji farklılığı, 3) analizlerde kullanılan örnek sayı-

sındaki azlıklar ve / veya yanlışlıklar / hatalar, 4) cevherleşmelerin oluşum ortamı farklılığı (ana magma bileşimlerindeki farklılıklar) ve/veya oluşum ortamlarının zaman içerisindeki heterojenliği (oluşum sırasındaki termodinamik koşullardaki değişimler) şeklinde olup bu olasılıklar artırılabilir.

Ancak, parametre olarak kullanılan bazen tekli, bazen ikili ve hatta üçlü gruplar olarak ele alınan bileşenler arası ilişki çoğunlukla gözardı edilmektedir. Bu durumu değerlendirebilmek amacı ile bileşenlerin birbirleri ile eşleştirilip eşleştirilemeyecekleri veya parametre ile kullanılıp kullanılmayacaklarını tartışmaya açabilmek amacıyla istatistiksel yöntemlere başvurulmuş ve bu amaçla çalışmada kullanılan ve çeşitli parametrelerin temelini oluşturan oksit % ağırlık değerleri kendi aralarında eşleştirilerek korelasyon katsayıları ve korelasyon katsayılarının istatistiksel önem testleri hesaplanmıştır. Çizelge 1'de görüldüğü gibi ikili ilişkilerin çoğunluğu zayıf bir korelasyon ve az sayıdaki pozitif ilişkinin yanısıra çok sayıda negatif ilişki sunmaktadırlar. Korelasyon katsayıları hesaplanan ikili parametrelerin istatistiksel önem testleri ise Cr_2O_3 - Al_2O_3 ve FeO - MgO parametreleri hariç ikili parametrelerde çoğunlukla tesadüfi çıkmıştır. Kızıldağ, Türkoğlu, Doğu Kef ve Çatalocak kromitlerinin Cr_2O_3 - Al_2O_3 ve FeO - MgO parametrelerinin tesadüfi olmasının nedenleri yukarıda değinilen "diyagramlardaki farklı konumlanma nedenlerinde" tartışılan 4 sebepten ileri gelebilir. Genel anlamda, tesadüfi ilişkilere sahip parametrelerin çeşitli diyagramlarda kullanımı ise tesadüfi katsayıların taşıdığı uyumsuzluklar nedeniyle çeşitli problemleri gündeme getirmektedir.

Bunların yanısıra, iyi bilinen oluşumlardan hareketle hazırlanan diyagramların çeşitli uç oluşumları temsil etmesi için zorlayıcılık da bir diğer sakınca olarak değerlendirilmeli ve aslında her cevherleşme kendi oluşum ortamı koşullarının bir yansıması olarak düşünülmelidir.

KATKI BELİRTME

Yazar, yapıcı eleştiri ve yönlendirici katkıları nedeni ile Sayın Dr. Tandoğan Engin'e (M.T.A.) teşekkür eder.

DEĞİNİLEN BELGELER

Anıl, M., 1989, Türkoğlu - Şerefoğlu (K. Maraş), Kömürler (G. Antep) arası ofiyolitlerin petrografisi ile bunlara bağlı krom yataklarının jeolojik ve jeokimyasal incelenmesi. Yerbilimleri, CÜ Yay., 6 - 7/1 - 2, 55 - 64.

Bonavia, F.F., Diella, V. and Ferraria, A., 1993, Precambrian Podiform Chromitites From Kenticha Hill, Southern Ethiopia. Econ. Geol., 88, 198 - 202.

Demir, A., 1990, Alaçayır (Refahiye - Erzincan) Krom Yatağının Jeolojisi, Oluşumu ve Kökeni. Yük. Lis. Tezi. CÜ Fen Bil. Enst., 129 s (yayınlanmamış).

Engin, T., 1985, Petrology of the Peridotite and Structural Setting of the Batı Kef - Doğu Kef Chromite Deposits, Guleman - Elazığ, Eastern Turkey. Metallogeny of Basic and Ultrabasic Rocks. Ed. by MJ Gallagher et al., London. 229 - 240.

Engin, T., 1986, Türkiye Maden Yatakları ve MTA'nın Maden Aramacılığındaki Yeri. MTA Yay., No: 194, s 21.

Kırıkoğlu, M.S., 1987, Karabayır Metaofiyolitli Krom Spinellerinin Mineral Kimyası. Yerbilimleri, İÜ Yay., 6/1 - 2, 20 - 36.

Koptagel, O. ve Gökçe, A., 1987, Kızıldağ (Zara - Sivas) Krom Yataklarının Jeolojisi, Kromitlerin Ana Bileşen Kimyası ve Kökeni. Yerbilimleri, CÜ Yay., 1/4, 43 - 56.

Koptagel, O. ve Gökçe, A., 1993, Başçayır - Dağönü (Ulaş - Sivas) Yöresi Kromitlerinin Ana Bileşen Kimyası ve Kökeni. Yerbilimleri, HÜ Yay., 16, 1 - 17.

Koptagel, O., Uçurum, A., Larson, L.T. ve Sjoberg, J., 1995, Güneyocak Krom Cevherleşmesi (Kangal - Sivas) Ana Bileşen Kimyası ve Ofiyolitik Dizilimdeki Yeri. TJK Bülteni, 10, 123 - 126.

Paktunç, D., 1978, Fethiye - Göcek Yöresi Çatalocak - Suluocak Krom Cevherlerinin Mineralojisi ve Jeokimyası. Yük. Müh. Tezi. HÜ Yerbilimleri Enst., 62 s (yayınlanmamış).

Paktunç, D., 1981, Alpin Tipi Krom Yataklarının Oluşumu. Yeryuvarı ve İnsan. TJK Yay., Ağustos - Kasım, 33 - 39.

Panayiotou, A., Michalides, A.E. and Georgiou, E., 1986, The Chromite Deposits of the Torodos Ophiolite Complex, Cyprus. Chromites. IGCP - 197 Project Metallogeny of Ophiolites. Athens, Greece, 161 - 199.

Rammlmair, D., 1986, Chromite in the Philipines: Its Relationship to the Tectonic Setting of the Host Ophiolites: Examples From Zambales and Palavan. Chorimetis, IGCP - 197 Project Metallogeny of Ophiolites. Athens, Greece, 285 - 309.

Simirnov, V.I., Ginzburg, A.I., Grigorie, V.M. and Yakovlev, G.F., 1983, Studies of Mineral Deposits. (English Trans. Ed. by A.A. Beus), Mir Publishers, Moscow, 287 p.

Simirnov, V.I., 1976, Geology of Mineral Deposits. Mır Publishers, Moscov. 520 p.

Tankut, A., 1979, The Orhaneli Massif, Turkey. Ophiolites. Int. Oph. Symp. Cyprus, 1979, 702 - 713.

Su kuyusu: Çamurlu delgiye karşı akışkan teknolojisi

İlyas Yılmazer Spektra Jeotek A.Ş. Kumkapı Sok. 20/1-2, Çankaya, Ankara

Yüksek basınçlı hava ve köpük, su kuyusu açılmasında kullanılan akışkan teknolojisinin temelini oluşturmaktadır. 1953'ten günümüze gelişmiş ülkelerde yaygın kullanım alanı bulmuştur. Çöküntü yapmayacak zeminlerde: zaman, gecikme cezasınıda içeren genel giderler ve kuyu verimi açısından büyük önem taşımaktadır.

Bütün bunların yanısıra, akışkan teknolojisi geçilen zemin türünün doğru tanımlanmasını kolaylaştırırken su tablası ve geçilen seviyelerin hidrojeolojik özelliklerinin belirlenmesine de olanak sağlamaktadır. Karstik zeminlerde 50 m³'lük bir boşluk, döngüyü ancak birkaç dakika durdurabilirken çamurlu sistemde birkaç günlük uğraşıyı gerektirmektedir.

Giriş

Akışkan (basınçlı hava + köpük) teknolojisi özellikle göçme yapmayacak zeminlerde su kuyusu açılmasında çağdaş bir teknolojidir. 1953'te petrol arama delgilerinde kullanılmaya başlanmış ve bu yöntemle 3000 m lik delgiler gerçekleştirilmiştir. Su kuyularının açılmasında da üstünlük sağlayan bu sistem, gelişmiş ülkelerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Ülkemiz için yeni olan bu sistemden henüz gereği gibi yararlanılmamaktadır. Sıradan (coventional) bir sistem olan çamurlu yöntem % 100'e yakın bir oranda kullanılmaktadır. Elinde çok sayıda havalı delgi makinası bulunduran ilgili devlet kurumlarımızda bu makinalarla çamurlu uygulamaların ağırlıklı olarak yapılıyor olması düşündürücü olduğu kadar da üzücüdür. Ankara karmaşığının Karakaya biriminde, çamurlu sistemle 40 günde tamamlanan 155 m'lik kuyunun akışkan teknolojisiyle 2 günde tamamlanabiliyor olması, bu tekniğin önemini daha iyi vurgulamaktadır.

Akışkanlı delgi sistemi değişik boyutta makinalarla uygulanmaktadır. Yazar, araştırmalarını ve deneyimini Tamrock 25K3W tipi makina üzerine yoğunlaştırmıştır. Bu bağlamda, konu içerisinde örnekler sunularak çamurlu ve akışkanlı sistemlerin özellikleri ve öncelikleri belirtilmeye çalışılmıştır.

Akışkanlı delgi sistemi

Yukarıda da belirtildiği gibi, T25K3W tipi makinayla gerçekleştirilen araştırma ve bulgular bu başlık altında verilmeye çalışılmıştır. Toplam ağırlığı 30 tona yaklaşan, çift çekerli ve 10 tekerlekli kamyon üzerine kurulan bir sistemdir. Hidrolik ve sıkıştırılmış hava (pneumatic) sistemi ileri derecede geliştirilmiştir. İlerleme takım borusu uzunluğu 6.1 m olup, toplam 122 m uzunluğunda takım borusunu üzerinde taşımaktadır. Kulesindeki vinç ve takım değiştirici sistemler ile tüm delgi sistemleri, kumanda tablası önündeki tek kişi tarafından denetlenebilmektedir. Makinanın dengesi aynı kumanda tablası üzerinden sağlanabilmektedir. Delme baskısı, delgi sırasında hidrolik olarak istenilen düzeyde tutulabilmektedir. Konuya açıklık getirmek için su basma yüksekliğinin 100 m'nin altında olduğu ve $Q < 3$ l/s debili su istenilen yerlerde, T25K3W ile Ankara çevresinde yapılan çalışmalardan birkaç örnek aşağıda sunulmuştur. Çapı 0.25 m olan aşındırıcı matkapla (uçla) yapılan kuyularda ilerleme hızları, yaklaşık değerleriyle Çizelge 1'de verilmiştir.

Köpük ve basınçlı hava kullanılarak, 155 m derinliğindeki bir kuyu, 0.25 m çaplı olarak 30 saatte delinirken aynı yerde yapılan ve 80'inci metredeki karstik boşluğu geçemeyen çamurlu sistem kuyusunda 600 saat harcanmış ve kuyu terkedilmiştir. Ayrıca 350 m akış aşağısında bulunan kuyulardaki sular hidrolik ilişkili boşluklar yardımıyla bentonitleşmiştir (çamurlanmıştır). İki sene sonra, terkedilen bu kuyunun 15 m batısına akışkanlı sistemle açılan yeni kuyunun geliştirmesine geçildiğinde, ancak 10 saatlik bir sürede bu bentonit kuyudan dışarıya atılabilmiştir. Yılmazer (1991) tarafından çalışılan bu alanda, yer yer çakıllı mil seviyeleri içeren Pliyosen yaşlı Kızıl formasyonun (Plk) kalınlığı 27 m, Triyas yaşlı Karakaya formasyonun (TRk) kireç-

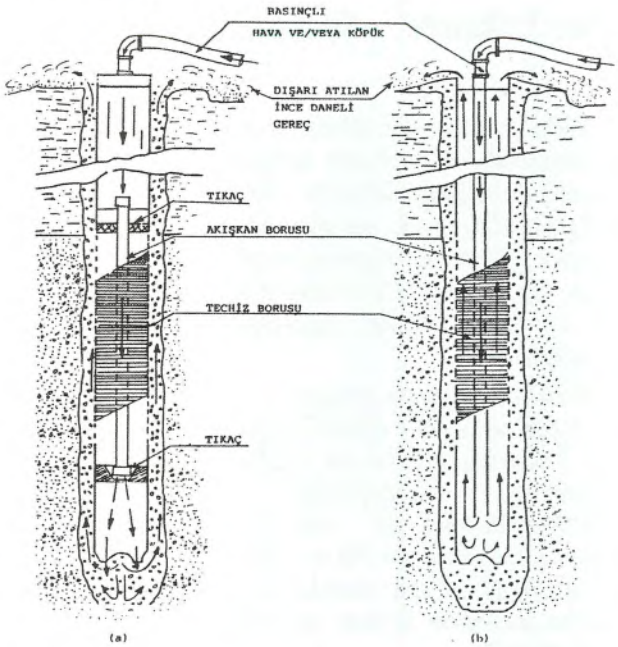
Çizelge 1. Ankara ve çevresinde gözlenen birimlerde akışkan delgi sistemiyle yapılan kuyularda yaklaşık ilerleme hızı.

Formasyon Formation	Jeolojik birimin özellikleri Lithological properties	İlerleme hızı, m/saat Perforation speed, m/h
Alüvyon (Qa)	Pliyosen çökelim havzalarında sıkı killi kum - çakıl (kuyu derinliği < 36 m)	8
Kızıl formasyon (Plk)	Çökelim havzaları kenarında ve - püskürük kayaçlardan türemiş ise,	7
	- başkalaşmış kırıntılılardan türemiş ise, veya	8
	Kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşından türemiş ise	10
	-Çökelim havzası ortası ise	9
Miyosen yaşlı Baraj formasyonu (Mib)	Andezit	6
	Bazalt, silisleşmiş tüf	7
	Aglomera	7
	Lapilli tüf,	15
	Kalkerli tüf	10
Oligo - Miyosen (Ol - Mij)	Jipsli çamurtaşı	17
	Jipsli şeyl	18
	Kuvars yoğun kırıntılı tortullar	11
Eosen filişi (Ef)	Kiltaşı	8
	Çamurtaşı - miltaşı - kumtaşı	12
	Çakılkaya, iri taneli kumtaşı - kuvars taneli	4
	-kalker taneli	12
Kretase melanjı (Km)	Serpantinit	6
	Spilit, çörtlü kireçtaşı	8
	Radyolarit (sağlam)	5
	Radyolarit çamuru, killi bağlayıcı	14
	Killi kireçtaşı	13
Triyas kanmaşığı Karakaya Birimi (T_Rk)	Karbonlu (grafitik) dolomitik kireçtaşı	12
	Bej renkli dolomitik kireçtaşı	10
	Kayraktaşı	12
	Fillit	14
	Metagrovak, Dolerit	9
	Tektonotortul bağlayıcı	12

taşı tektaşlarının (olistolitlerinin) toplam kalınlığı 101 m ve boşluk ve bağlayıcıların toplam kalınlığı 12 m olarak gözlenmiştir. Koyu siyah rengiyle grafitik şisti anımsatan kayraktaşına 140 ıncı metrede girilmiştir. Delgi çapı 0.25 m olması nedeniyle, 0.15 m lik teçhiz boruları ve 0.10 m lik dalgıç pompa kullanılmıştır. Kuyunun emniyetli verimi 10 l/s olarak bulunmuştur. Basma yüksekliğinin 75 m olması nedeniyle ancak 4 l/s lik su basılabilmiştir.

Aynı alanda, çamurlu sistemle açılan 3 kuyunun verimsiz olmaları (Q < 0.4 l/s) nedeniyle terkedildiği gerçeğine karşın, Q > 4 l/s lik rakam oldukça çekici olmuştur. Plk'nın 27 m lik örtüsünün altında karstik boşluklu kristalize kireçtaşının oluşu, ve suyun bu birimden alınıyor olması, kuyunun emniyetli verimini 10 l/s'ye yükseltmiştir. Bu tür kayada çakıllamaya gerek duyulmadığından, yüksek verim istenseydi, 0.20 m lik teçhiz ve 0.15 m lik pompa kullanılarak emniyetli verim olan 10 l/s'lik pompojda gerçekleştirilebilirdi.

Akışkanlı sistemle delgi işlemi tamamlandıktan sonra yapılan kuyu geliştirme işleminde, uygulanan yöntemlerin seçimi geçilen birimlerin özelliklerine bağlıdır. Gevşek ve taneli zeminlerde Campbell ve Lehr (1973) ve Johnson (1975)'in yanısıra pek çok araştırmacı Şekil 1a'da sunulan yöntemi önermişlerdir. Ülkemizdeki uygulamalarda yaygın olarak ucu kapalı boru (Şekil 1b) indirmekle giderilmesi güç bir yanlışlık yapılmaktadır. Örneğin, çamurlu sistemde açılan bir kuyunun geliştirilmesi için önerilen t > 48 saatlik süre akışkan teknolojisiyle açılan kuyuda 2 saatten daha kısa bir süre almaktadır. Kuyu geliştirmesiyle ilgili ayrıntılı bilgi Todd (1980) ve Johnson (1975)'de verilmiştir. Bunlardan yaygın olarak kullanılanlarına aşağıda kısaca değinilmiştir.

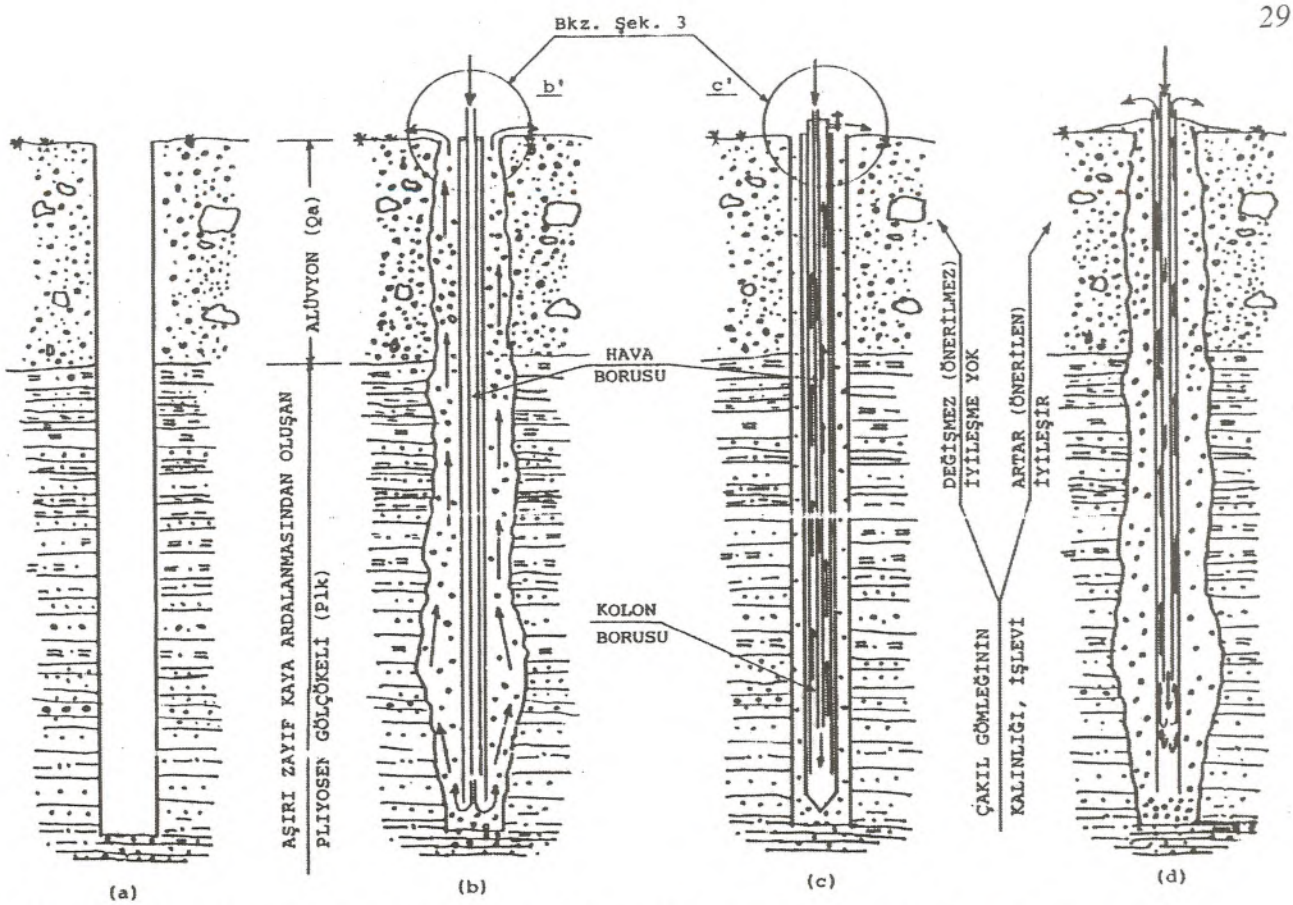


Şekil 1. Gevşek ve az yoğun (pekişmiş) taneli bir akiferde ince taneli gerecin dışarı yıkanması sonucu doğal çakıl gömleğinin oluşturulması.

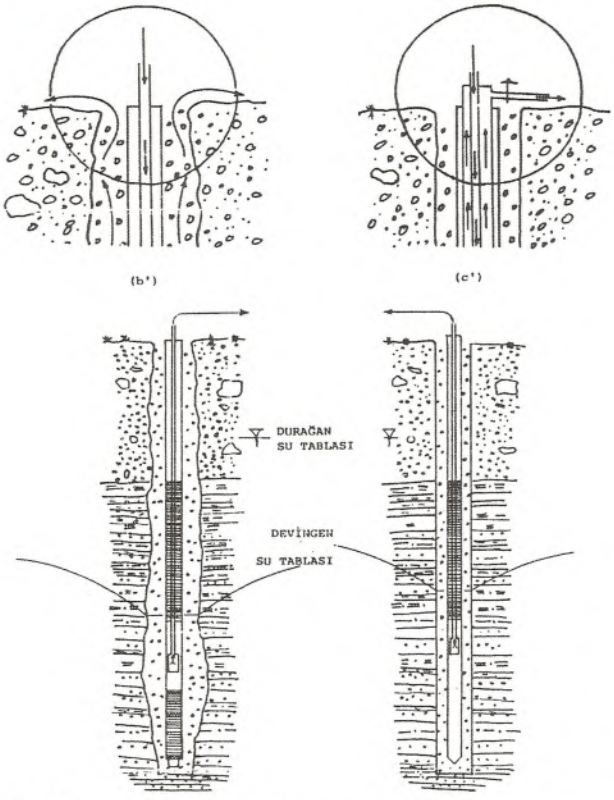
1. Pompaj: Düşük debiden oldukça yüksek debiye değişim gösteren, ardışık pompajla yapılır. Düşükte kum köprüleri kurdurulurken yüksek pompajda bu köprüler bozularak, kum ve milin kuyunun içerisine çekilip buradan atılmasına çalışılır.

2. Yayıklama (surging): Filitre borusunun çapından 2 - 5 cm daha az çaplı ve lastik veya benzeri yumuşak gereçle kaplı silindir blokun (fişeğin) aşağı yukarı hareketiyle yapılır. Böylece kum köprüleri yıkılıp serbestleşen ince taneli gereç kuyunun içersine çekilir ve daha sonra yüksek debili pompajla dışarı atılır.

3. Havalı yayıklama: Boşaltma ve hava basma işlemlerini gerçekleştirecek içiçe geçmiş boru, teçhizi ve çakıllaması tamamlanmış kuyuya indirilir. Boşaltma borusunun 2/3'ü su içerisinde olmalı ve yüksek basınçlı (10 - 20 atm) hava borusu, delikli zonunun altına indirilmelidir. Hava basıncının azaltılıp çoğaltılmasıyla mil ve kum boyutundaki taneler önce kuyunun içine çekilir ve daha sonra boşaltma borusundan dışarı atılır. Ülkemizde yaygın olarak kullanılmasına karşılık, son pa



Şekil 2. Açılmış bir su kuyusu (a), akışkanlı sistemle delinmiş bir kuyuda geliştirme (b ve d) ve kolon borusuyla geliştirme (c).



Şekil 3. Onerilen kuyu geliştirme ve teçhiz durumu (b') ve önerilmeyen ancak yaygın olarak kullanılan (c').

rağrafta verilen nedenlerden dolayı, yazar tarafından önerilmemektedir. Ayrıca, her kuyu için birkaç günlük çalışmayı zorunlu kılmaktadır.

4. Havalı geri - yayıklama: Kuyu ağzının sızdırmazlığı sağlanır. Kuyu ağzında ve boşaltma borusu içerisinde olmak üzere iki hava borusu bulunur. İç borudan basınçlı hava gönderilerek, borusu içerisindeki su hızla kuyunun içeni basılır. Daha sonra, ağız hava borusundan basınçlı hava gönderilerek kuyunun içindeki suyun boşaltma borusu içerisinden dışarıya boşaltılması sağlanır (bkz. Şekil 2 ve 3). Bu hareket temiz su elde edilinceye kadar tekrarlanır.

5. Basınçlı su çarptırma: Yatay doğrultuda basınçlı su sıkabilecek başlık kullanılır. Teçhizsiz (çıplak) kuyular veya geniş delikli filitre teçhizli kuyular için önerilebilir. Başlık, dönel ve yukarı - aşağı hareket ettirilerek kuyu kenarında, çakıl içerisinde ve / veya gevşek formasyon içerisinde akıntı yaratılır. Böylece, ince tanelerin kuyu içerisine akışı sağlanır. Daha sonra yüksek debili pompajla kuyu içerisine çekilen malzeme dışarı atılır. Böylece, kum - çakıl köprüleri ortadan kaldırılır ve kuyunun etki çapı arttırılır.

6. Kimyasallar: Teçhizsiz (çıplak) kuyular için önerilir. Kireçtaşı ve dolomitik akiferlerde hidroklorik asit

(HCl) ve silikatli akiferlerde hidroflorik asit (HF) kullanılarak kuyu kenarında etkin boşluk oranının artması sağlanır. Killerin suda asılı tutulmasını kolaylaştırmak için polifosfat kullanılabilir. Yukarıda sunulan yöntemlerle birlikte uygulanmasında yarar vardır.

Asitleme ve / veya yayıklama yöntemleriyle geliştirilmiş kuyularda kuru buz (katı CO_2) bloğu kuyu tabanına yerleştirilir. Kuyu içerisinde ve kenarında kopmuş ve kopmaya hazır tüm parçalar, yüksek basınçla dışarı atılır. Çöküntüsüz çıplak kuyular için uygun bir yöntemdir.

7. Hidrolik Kırıklama: Çıplak kuyular için önerilir. Akiferin seçilen bölümü alttan ve üstten lastik balonlarla tıkanır. Bu bölüme su ve / veya kumlu su basılarak yeni kırıklar ve / veya çatlaklar açılır. Böylece, etkin kuyu çapı artırılmış olur.

8. Patlayıcılar: Çıplak kaya kuyularında kuyunun etkin çapı ve akiferde çatlak oranı artırılarak kuyunun verimi artırılmaya çalışılır. Kuyu tabanında yapılacak bir patlamayla, kuyu tabanında ve çevresinde bulunan parçacıklar dışarı atılabilir.

9. Köpükle temizleme: Akışkanlı sistemde, sistemin doğal sonucu olarak kuyu delinirken temizlenmiş olur. Kuyu tabanına ulaşıldığında takım 8 m yukarı çekilip 8 m aşağı indirilirken, P > 17 atm basınçla yoğun köpük basılarak kuyu kenarları ve tabanı iyice temizlenmiş olur. Böylece, yukarıda önerilen yöntemlere gerek duyulmadan kuyu açılırken temizlenmesi sağlanır.

Ancak, yukarıda Çizelge 1'de verilen birimlerin %90'nından fazlasında etkin olarak uygulanabilecek yöntem Şekil 2 (a, b ve d)'de verilmeye çalışılmıştır. Şekilden de anlaşılabileceği gibi teçhiz borusunun ucu açık olup tabanda 1 - 2 m yüksekliğinde çakıl dolgusu üzerine oturtulmuştur. Yaklaşık 17 atm (1700 kPa) lik basınçlı havanın (lastik tıpanın yardımıyla) çakıl gömleği içerisinden geçmesi sağlanır. Böylece, çakıl gömleği sağlıklı bir şekilde oturtulur. Kuyu kenarlarında oluşabilecek çamur sıvamalarının yanısıra çakıl gömleği ve formasyon içerisindeki ince taneli gereç kuyu dışına atılır. Daha sonra lastik tıpa açılıp, kuyu içinin tabandan köpük ve basınçlı hava uygulanarak temizlenmesine geçilir. Böylece, uzun yıllar (t > 15 yıl) sağlıklı şekilde yeraltısuyu elde edilmesi sağlanmış olur. Şekil 3'te taban tabana zıt iki sistemin (Şekil 2b, c), kuyu geliştirme aşamasındaki kuyu ağız bölümü şeklin üst tarafında gösterilmiştir. Önerilen sistemde, tamamlanan kuyudaki teçhiz sistemi (Şekil 3b) diğerinden yadsınılamayacak farklılık sunar. Bu durum, şeklin alt tarafında gösterilmeye çalışılmıştır. Önerilen durumda, gerek görüldüğünde, kısa ve ucu açık bir kılavuz kullanılabilir. Kuyuya su gelişi küçük bir zondan değil, pompanın yerleştirildiği bölümün altındaki delikli borudan da gelmesi sağlanır. Alt seviyeden ve geniş bir zondan giren suyun pompaya daha düşük oranda ince taneli malzeme sunacağı gözardı edilmemelidir.

Tartışma ve Öneriler

Akışkan (yüksek basınçlı hava + köpük) teknolojisi yıkıntısız zeminlerde su kuyusu açılması konusunda, sıradan ve çok eski bir yöntem olan çamurlu sisteme göre üstünlükler sunmaktadır. Bu yöntemin kayadaki delgi hızı çamurlu sistemden en az 10 kat daha fazladır.

Delgi sırasında kaya kuyusu temizlenerek ilerlendiği için, ayrıca bir geliştirmeye gerek duyulmamaktadır. Kuyu tabanına inildiğinde tabandan 8 m yukarı ve aşağı yapılacak yayıklama sırasında kullanılan yoğun köpük ve P > 17 atm basınçla, kopmuş veya kopmaya hazır parçacıkların tamamı dışarı atılır. Gerek görülürse, durağan su tablasının 10 m altında kalmak koşuluyla, benzer işlem daha yukarı seviyelerde de uygulanabilir. Böylece 150 m derinliğindeki bir kaya kuyusunda kuyu geliştirme işlemi 60 saatten 3 saate indirilebilmektedir.

Pliyosen göl çökellerinden iyi derecelenmiş killi alüvyona kadar uzanan aşırı zayıf kaya ve sıkı - katı toprak zeminlerde de uygulanabilen bu yöntem, oldukça geniş kullanım alanı bulmaktadır. Yazar ve ekibi denetiminde yapılan çalışmalarda ülke genelinde açılan su kuyularının bilgi kütükleri (bankası) ilgilenenlere sunulmak üzere kesintisiz tutulmaktadır. Bu tür bilgilerin belirli merkezlerde toplatılıp veri tabanı olarak ülke genelinde kullanıma açılması sayısız yararlar sağlayacaktır.

Burada önerilen ve karşı konulan iki ayrı yöntem çeşitli yönleriyle irdelendiğinde, aralarındaki fark karşılaştırma yapılamayacak kadar büyüktür. Belediye kuyuların açılmasında denetim görevi alanların bir bölümü, ısrarla ucu kapalı boru indirtmektedir. Yaptıklarını özümsemeden bir kuralmış gibi dayatmak, bu bağlamda teknolojik ve bilimsel gelişmelere bilmeyerek engel olmaktır.

KATKI BELİRTME

Yazar, yapıcı eleştirileri ve önerileri nedeniyle Metin Arkün ve Levent Okay'a, ayrıca düzenleme işlerindeki değerli katkıları için Esin Demirbağ'a teşekkür eder.

DEĞİNİLEN BELGELER

Campbell, M.D. and Lehr, J.H., 1973, Water well technology. Natural Water Well Association, McGraw - Hill, New York, 681 pp.

Johnson, E.E., 1975, Groundwater and wells. Edward E. Johnson, St. Paul, Minn., 440 pp.

Todd, D.H., 1980, Groundwater hydrology. John Wiley and Sons, Inc., 535 pp.

Yılmazer, İ., 1991, Ankara ve çevresinde yeralan Pliyosen yaşlı birimin çökelim ortamı üzerine. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 39, 43 - 50.

Gördes zeolitli (klinoptilolit) tüflerinin mineralojisi ve bitki yetiştirme ortamında kullanımı

A. Cihat Kütük A.Ü. Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Ankara
Mahmut Yüksel A.Ü. Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Ankara
Sonay Sözüdoğru A.Ü. Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Ankara
Ferda Öner MTA Genel Müdürlüğü, MAT Dairesi, Ankara
İsrafil Kayabalı MTA Genel Müdürlüğü, MAT Dairesi, Ankara

Bu çalışmada Gördes zeolitli tüflerinin mineralojik özellikleri ile sera koşullarında yetiştirilen fasulye ve şeker pancarında bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılma olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla bölgeyi temsil edecek şekilde alınan zeolit örnekleri M.T.A. Genel Müdürlüğü cevher zenginleştirme tesislerinde 1-2 mm ile 7-10 mm irilikte sınıflandırılmış ve mineralojik özellikleri incelenmiştir. %70'in üzerinde zeolit içerdiği belirlenen bu tüfler üzerinde ısıl kararlılık deneyleri ve Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) çalışmaları yapılmıştır. X-RD (tüm kayaç) çözümlemeleri, ısıl kararlılık testleri ve SEM çalışmaları sonucu bu zeolitlerin klinoptilolit olduğu ve başka tür zeolit içermediği saptanmıştır. Isıl kararlılık deneyleri bu zeolitlerin 700 °C'ye kadar kararlı kalabildiklerini göstermiştir. SEM çalışmaları ile zeolitleşmenin volkan camını direkt olarak yerinde alterasyonu ile oluştuğu belirlenmiştir. İstenilen tane iriliğinde sınıflandırılan zeolit A.Ü.Z.F. Toprak Bölümünde gerçekleştirilen sera denemesinde killi tın tekstürlü deneme toprağıyla belirli oranlarda karıştırılarak bitki yetiştirme ortamına uygulanmıştır.

Serada Kick - Brown saksılarında yetiştirilen şeker pancarı ve fasulye bitkilerinin yetişme ortamına hacim esasına göre yüzde 0.5, 10 ve 15 oranlarında ince (1-2 mm) ve kaba (7-100 mm) fraksiyonlu zeolit karıştırılmıştır. Ayrıca temel gübreleme olarak kontrol dışındaki tüm saksılara NH_4NO_3'tan 50 µg/g azot, KH_2PO_4'tan 60 µg/g fosfor ve 75 µ/g potasyum ekimden önce uygulanmıştır.

Fasulye bitkisinden elde edilen ürünün yaş ve kuru ağırlığı ile toprak üstü aksamın kuru ağırlığı üzerine farklı oran ve fraksiyonlardaki zeolitin etkisi istatistiki yönden önemli bulunmuştur. Bu etki; ürün yaş ağırlığında kaba fraksiyonlu zeolitin %5 uygulamasında belirgin olmuştur. Şeker pancarı bitkisinden elde edilen ürünün yaş ve kuru ağırlığı ile toprak üstü aksamının kuru ağırlığı üzerine farklı oranlarda uygulanan zeolitin etkisi önemli bulunmuştur.

Şeker pancarı ve fasulye bitkisinden elde edilen ürünün toplam azot kapsamı üzerine artan zeolit dozlarının ince ve kaba fraksiyonunun etkileri önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur. Yetiştirme ortamına farklı oran ve fraksiyonlarda uygulanan zeolitin toprakta çözünebilir bor kapsamına etkisi, fasulye bitkisinin yetişme ortamında etkisiz bulunmuş, şeker pancarında önemli bulunmasına karşın belirtilen sınır değerler arasında olduğu görülmüştür.

Bitki yetiştirildikten sonra topraktan ayrılan klinoptilolitli tüfler üzerinde tekrar SEM çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda, klinoptilolitlerin bitki yetiştirilmesi sırasında herhangi bir mineralojik değişikliğe uğramadığı, bununla birlikte volkan camında killeşme şeklinde bir alterasyon başladığı belirlenmiştir.

Giriş

Gördes ve çevresinde yeralan beyaz renkli, tabakalı ve zeolit içeren tüfler; kül akması (ash flow) şeklindeki volkanik faaliyetin Neojen yaşlı gölsel havzaya taşınması ve çökelmesi ile oluşmuşlardır. Asidik (riyolitik) bileşimli olan kül akması tüfleri (ash flow tuffs) gölsel alanda bazik bir ortamda altere olarak zeolitleşmişlerdir. Volkanik cam / kristal oranının oldukça büyük olması, alterasyonun ve aynı zamanda zeolitleşmenin miktarını yükseltmiştir.

Esenli (1992) ve Öner (1993) tarafından mineralojik dağılımları incelenmiş zeolitli tüfler mineral içeriği esas alınarak iki sektöre ayrılmıştır.

1- Doğu Sektörü: Ortalama % 70 - 90 arasında klinoptilolit minerali içeren bu sektöre ait tüfler az miktarda kuvars, feldspat, biyotit ve volkan camı içermektedir. Ayrıca çok çok az miktarda demiroksit (hematit) minerali de içerebilmektedir. Gerek Esenli ve gerek bu çalışmada yapılan ısıl kararlılık çalışmaları ile zeolitli tüflerin ana minerali olan klinoptilolitlerin Na'lu olduğu ve 750°C ye kadar kararlı kalabildiği belirlenmiştir. Bunların kristal boyutları çok küçük olup optik mikroskopta saptanması mümkün değildir. Bunun dışında az miktardaki kuvars (0.3 - 0.7 mm.), feldspat, biyotit (0.1 - 0.5) ve hematit (0.1 - 0.8 mm.) minerallerinin de parajeneze girdiği belirlenmiştir.

2- Batı Sektörü: Doğu sektörü ile aynı zeolit mineralini (klinoptilolit) içermektedir. Doğu sektöründen ayrılabilen en önemli özelliği bunların daha fazla simektit türü kil minerali içermesidir. Diğer aksesuar mineraller benzer oranlarda bulunmaktadır. Doğu sektörü tüfleri gibi mineral tane boyları da genelde aynıdır.

Gördes zeolitli tüfleri Esenli (1992) tarafından ilk olarak "Alt Tüf Birimi" olarak tanımlanmıştır. Bu tüfler Neojen yaşlı Gördes Gölü'nün orta kesimlerinde çökelmiştir (Şekil 1). Göl, Gördes kuzeyinde yeralan (Güneşli - Kobaklar) volkanik faaliyetin eksplozif evresinin ürünü olan ignimbiritlerle kesilmiş ve o dönemde bir çukurluk olan bu gölün tabanı ignimbiritlerle kaplanmıştır. Genelde zeolitik alterasyona maruz kalan bu malzeme istifte bir stratigrafik düzey oluşturmaktadır. Alt tüf birimi havzada yaklaşık 150 km^2'lik alan içinde 5 - 90 m arasında değişen bir kalınlıkla yayılmaktadır. Kuzeyden güneye doğru kalınlıkları azalan bu tüfler, Batı Anadolu'da örnekleri görülen (Bigadiç - Balıkesir, Kestelek - Bursa) diğer yataklanmalar gibi ekonomik oluşum sergilemektedir.

Günümüzdeki bitki yetiştirme ortamlarında kullanılan peat, torf gibi materyallerin oldukça pahallı olması ve rezervlerinin özellikle ülkemizde sınırlı düzeyde bulunması, ideal bitki yetiştirme ortamı olarak nitelenen bu materyallerinin yerine sap, saman, talaş, yaprak kompostu gibi bitkisel atıklarla birlikte perlit, volkanik tüf, kum, sentetik köpükler vb. bitki yetiştirme ve düzenleme materyallerinin de kullanımını gündeme getirmiştir. Ancak organik kökenli substartların ömürlerinin kısalığı ve bulaşma riskinin yüksek oluşu, diğer materyallerin ise pahalı ve yetersiz fiziksel özellikler göstermesi yeni ortam ve karışımlara yönelmenin başlıca nedenini oluşturmaktadır. Bu yüzden ülkemizde 45.8 milyar ton (Büyükakyol, 1988) gibi oldukça yaygın rezervi olan zeolitin tarımsal amaçlı kullanım olanaklarının araştırılması son yıllarda üzerinde durulan konulardan biri olmuştur.

Zeolitlerin taşıdıkları çeşitli özelliklerinden dolayı tarımda değişik alanlarda kullanılabileceği ifade edilmektedir. Burriesci ve diğ. (1984), zeolitin ıspanak üretiminde su ve gübre yarayışlılığını artırıp kolaylaştırdığını, Rivero - Gonzales ve Rodriguez - Fuentes (1988) hidroponik ortamda doğal zeolitte yetiştirilen domates bitkisinde verimin yanısıra su ve gübre ekonomisi yönünden olumlu sonuçlar alındığını saptamışlardır.

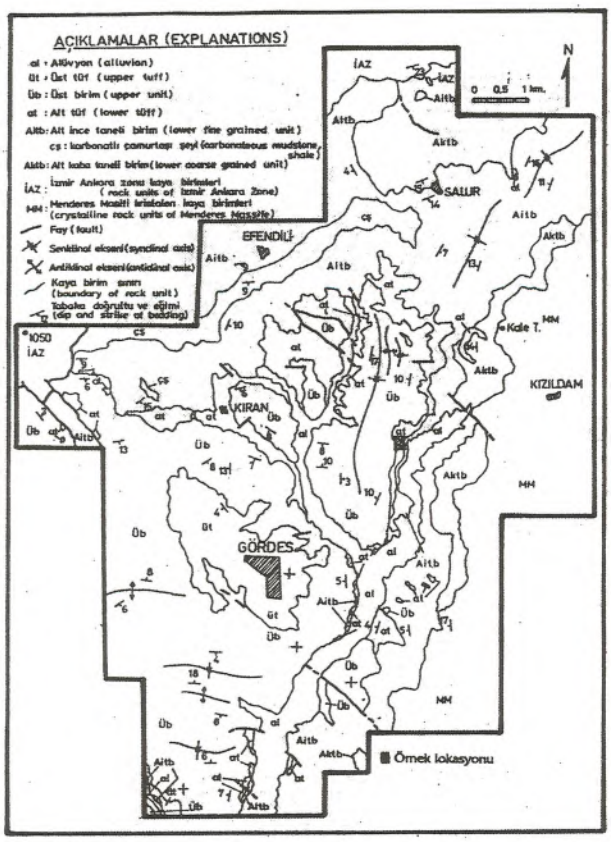
İstenilen tane iriliğinde oldukça kolay sınıflandırılması ve yetiştirme ortamına elverişli fiziksel özellikler kazandırması gibi nitelikleri olan zeolitin tarımda kullanım olanaklarının araştırılması bu açıdan büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada; genelde borat yataklanmaları ile oluşumları nedeniyle yüksek bor içeren diğer zeolit yataklanmalarının (örneğin Bigadiç - Balıkesir, Göndoğdu, 1982) aksine; havzada bor yataklanması olmaması ve bunların çok düşük oranda bor içermeleri nedeniyle Gördes (Manisa) doğu sektöründe ekonomik yataklanma sunan zeolitli tüfler seçilmiş ve mineralojik özellikleri belirlenerek bitki yetiştirme ortamında kullanım olanakları araştırılmıştır.

Materyal ve Metod

Zeolit örneğinin alınması ve çözümlemeye hazırlanması

Araştırmada; bölgede en kalın ve en yüksek zeolit (klinoptilolit) içeren Dedeçam Tepeden (Şekil 1) yaklaşık 250 m'lik zonu temsil edecek şekilde 500 - 600 kg'lık örnekleme yapılmıştır. Daha sonra bu örnekler Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğü cevher zenginleştirme tesislerinde kırma - öğütme ve eleme işlemleri (Kayabalı vd. 1996) ile değişik fraksiyonlara ayrılmıştır.



Şekil 1. *Gördes ve çevresinin jeoloji haritası (Esenli, 1992'den alınmıştır).*

Fraksiyonlarına ayrılan örneklerin mineralojik özelliklerinin belirlenmesi için X - RD çözümlemeleri, ısıl kararlılık testleri ve SEM (Scanning Electron Microscope) çalışmaları yapılmıştır.

X - RD çözümlemeleri Rigaku marka X - ışınları Difraktometresinde yapılmıştır. Analiz şartları aşağıda verilmiştir.

Anod: Cu, Filtre: Ni, Gerilim: 40kV, Akım: 30mA,

Örneklerin zeolit cinsinin tayini için uygulanan ısıl kararlılık testi Minato ve Nishimura (1994) nın önerdiği yönteme göre yapılmıştır. Bu yöntemde cam üzerine sıvanan pudra halindeki örnekler 200 - 800°C arasında 100'er derece aralıklı olarak fırında 4'er saat bekletilmiş ve desikatörde sogutulduktan sonra X - RD çekimleri yapılmıştır. Bunların d (020) şiddet değerleri ölçülmüş ve ısıl kararlılık değerleri hesaplanmıştır.

Ayrıca örneklerde gerek mineralojinin korelasyonu ve gerekse örneklerin içinde miktar olarak çok az olup X - RD ile saptanamayan eriyonit gibi insan sağlığına zararlı (kanserojen) zeolit minerallerinin bulunup / bulunmadığı SEM çalışmaları ile denetlenmiştir.

Deneme toprağının alınması ve çözümlemeye hazırlanması

Denemede kullanılan toprak; Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü deneme tarlasından Kacar (1994) tarafından bildirilen ilkelere uygun olarak 0 - 20 cm derinlikten alınmıştır. Hava kuru ağırlığa gelene kadar kurutulan ve 4 mm'lik elekten elenen toprağın yaklaşık 1 kg'ı laboratuvar çözümlemeleri için ayrılmış geri kalanı sera denemesinde kullanılmıştır. Deneme toprağı ve zeolitin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1 de verilmiştir.

Çizelge 1. *Zeolit ve Deneme Toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri.*

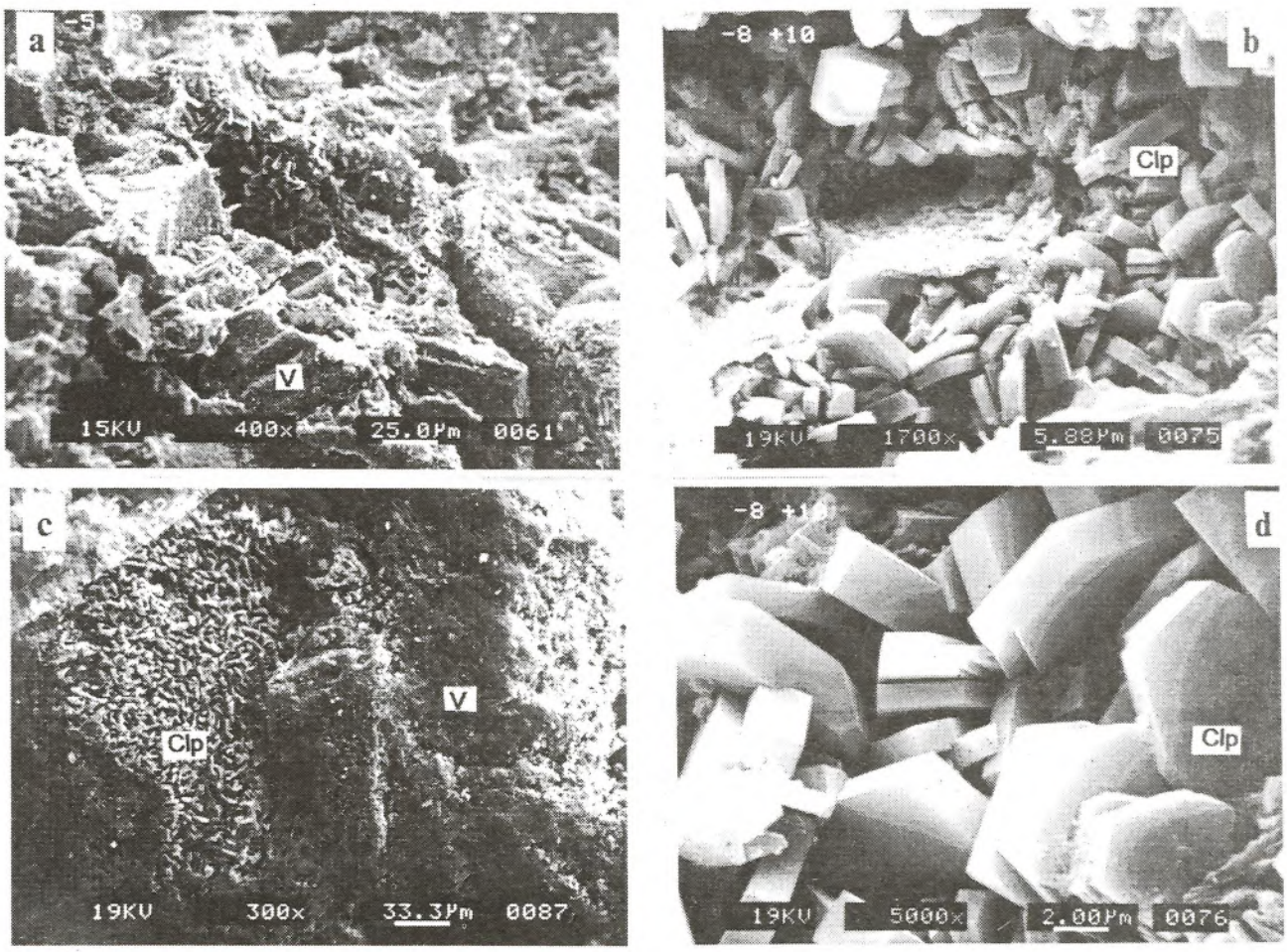
MATERYAL	ORGANİK MADDE%	SATURASYON EKSTRAKTINDA		KİREÇ	KDK	ÇÖZÜNEBİLİR BOR	TEKSTÜR
		pH (1:2.5)	EC 25°C mmhos/cm	%	mey/100g	µg/g	
Zeolit							
İnce	0.27	7.80	0.180	-	18.48	0.26	-
Kaba	-	7.48	0.100	-	17.39	0.19	-
Toprak	1.24	7.84	0.172	5.12	13.59	0.94	killi tın

Sera Denemesi

Jenny ve diğ. (1950) tarafından gerçekleştirilen yöntem esas alınarak tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak Toprak Bölümü serasında gerçekleştirilen denemede; 8 litre hava kuru toprak konulmuş Kick - Brown saksılarına zeolit, hacimsel olarak %0, %5, %10 ve %15 oranlarında karıştırılmıştır. Saksılara üç adet bodur tip (Sazova) fasulye (Phaseolus ulgaris L.) ile beş adet şeker pancarı (Beta vulgaris saccharifera) tohumu ekilip, çıkış sonrasında bire seyreltilmiştir.

Temel gübreleme olarak kontrol dışındaki saksılara NH_4NO_3'tan 50 µg/g azot, KH_2PO_4'tan 60 µg/g fosfor ve 75 µg/g potasyum ekimden önce çözelti halinde uygulanmış ve kuruduktan sonra toprakla iyice karıştırılmıştır. Deneme süresince saksılar hergün tartılarak su düzeyi tarla kapasitesinde tutulmuş, 16 haftalık gelişim süresi sonunda bitkiler hasat edilmiştir. Fasulye bitkisinin gövde kısmı toprak yüzeyinden kesilerek hasat edilmiş, ürün belirli aralıklarda, toplanma büyüklüğüne eriştiğinde elle toplanmıştır. Şeker pancarı bitkisinin toprak üstü aksamı baş kısmından kesilmek suretiyle hasat edildikten sonra toprak içinde kalan kök (yumru) kısmı zedelenmeden çıkarılıp, basınçlı su ile toprak ve çamuru temizlenmiştir.

Deneme toprağında tekstür hidrometre yöntemiyle (Bouyoucos, 1951), organik madde Walkley - Black yöntemiyle (US. Salinity Staff Lab, 1954), 1:2.5 toprak su süspansiyonunda pH, cam elektrotlu pH metre kullanılarak U.S. Salinity Lab. Staff'a (1954)'e göre, elektriksel iletkenlik (EC) 1:2.5 toprak - su ekstraktında U.S. Salinity Lab. Staff'a (1954) göre Wheatstone köprüsü ile, katyon değişim kapasitesi (KDK) U.S. Salinity Lab.



Şekil 2. Gördes Zeolitli Tüflerinin (-5 +8), (-8 +10). (-16 +24) mesh fraksiyonlarının SEM Fotoğrafları; a ve d: Tüflerin genel görüntüsü, b ve c: Klinoptilolit tabletleri. (B: Biyotit, Clp: Klinoptilolit, V: Volkan camı).

Staff'a (1954) göre, % kireç Scheibler kalsimetresi kullanılarak Çağlar'a (1958) göre, çözünebilir bor Azometin - H yöntemiyle (John ve diğ., 1975), bitki örneklerinde toplam azot Kacar'a (1972) göre belirlenmiştir.

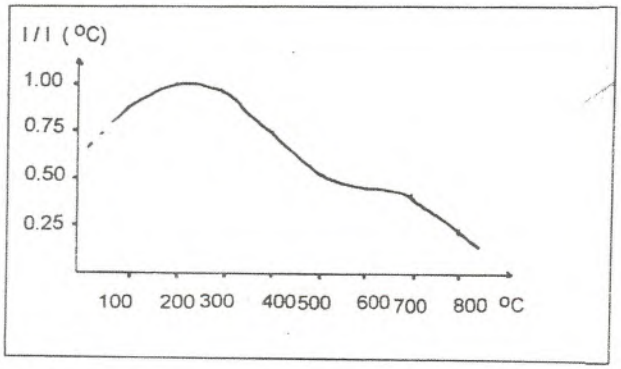
Bulgular ve tartışma

Zeolitte yapılan X - RD çözümlemeleri sonucunda Gündoğdu (1982)'nun önerdiği yarı kantitatif mineral oranları metodu uygulanmış ve % 80 - 85 oranında Klinoptilolit, % 5 - 10 Kil (Simektit) ve % 5 - 10 oranında da diğer mineraller (Feldspat +Q+Opal CT) belirlenmiştir (Şekil 4). Şekil 2b-c verilen SEM fotoğraflarından da görüldüğü üzere Klinoptilolitler genelde 5 - 6 mikron boyutunda tabletler şeklinde volkan camının alterasyonu ile oluşmaktadır. Şekil 2a-d'de kayacın tamamı kristallenmiş olup, volkan camı genelde transformasyonunu tamamlanmış olarak görülmektedir. Öte yandan Esenli (1992) tarafından da belirlenmiş olmakla birlikte, bu çalışma için alınan temsili örneğin de ısıl kararlılık çalışması yapılmıştır. Buna göre, Minato ve Nishimura (1994) tarafından önerilen metodla yapılan ısıl kararlılık çalışmasındaki değerler Çizelge 2'de verilmiştir. Şekil 3'de verilen diyagramda görüldüğü gibi ısıl kararlılık değerleri 300°C ye kadar nispi olarak artmıştır. Bu artış örnekteki az miktardaki kilin yıkılması ile oluşan yanıltıcı bir artıştır. Sonuç olarak 700 - 750°C ye kadar halen yapısını koruyan (Şekil 4) bu zeolit türünün K - Klinoptilolit olduğu bu verilerle ortaya konulmuştur (Çizelge 3).

Gördes zeolitli tüflerinden bu çalışma için alınmış temsili örnek ile ve Esenli (1992) tarafından aynı lokas-

Çizelge 2. Çalışılan örneğin ısıl kararlılık değerleri.

1200°C/1100°C	1300°C/1100°C	1400°C/1100°C	1500°C/1100°C	1600°C/1100°C
1.01	0.98	0.75	0.53	0.72
1700°C/1100°C	1800°C/1100°C	Polimorfizm	Sonuç	
0.42	0.20	A	Klinoptilolit	



Şekil 3. Zeolitli tüflerin ısıl kararlılık diyagramı.

Çizelge 3. Gördes zeolitli tüfünün kimyasal analiz sonuçları.

	%SiO_2	%Al_2O_3	%Fe_2O_3	%CaO	%MgO	%Na_2O	%K_2O	%H_2O	Bppm
Bu çalışma	71.29	13.55	1.15	1.96	0.70	0.60	3.50	5.90	10
Esenli (1992)	67.83	11.63	0.94	2.35	1.59	0.28	1.59	7.36	?

yondan alınan örneğin kimyasal analiz değerleri karşılaştırmalı olarak Çizelge 3'de verilmiştir.

Zeolitin bitki yetiştirme ortamında kullanım olanağını belirlemek amacı ile serada yürütülen çalışma neticesinde şeker pancarı ve fasulye bitkilerinden elde edilen ürün kuru ağırlıkları üzerine değişik oranlarda toprağa karıştırılan zeolitin etkisi istatistiki yönden % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Çizelge 4'de gösterildiği gibi yapılan duncan testi sonucunda şeker pancarının ürün yaş ağırlığında uygulamalar arasında genelde önemli bir farklılık belirlenemezken, kuru ağırlıklar karşılaştırıldığında; kontrol ve NPK + % 0 (Zeolit uygulanmamış) uygulamasına göre ince zeolitin farklı dozlarının uygulanmasıyla elde edilen ürün kuru ağırlıkları arasında önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır.

Şeker pancarında, toprak üstü aksamın kuru ağırlığına etkileri bakımından uygulanan zeolit doz ve fraksiyonları arasında genel olarak önemli bir farklılık belirlenmemiş ancak kontrole oranla bu farklılıklar önemli çıkmıştır (Çizelge 4). Kontrole göre belirlenen artışların yetişme ortamına zeolitin yanısıra temel gübrelemeyle verilen bitki besinlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Smith ve diğ. (1973) şeker pancarı veriminin toprağa verilen azotlu gübre ile arttığını, Şiray (1968) Ankara şartlarında sulu şekerpancarı tarımında kullanılan azotlu, fosforlu ve potasyumlu gübrelerin verimi arttırdığını saptamışlardır.

Farklı fraksiyon ve dozlarda zeolit uygulanarak yetiştirilen fasulye bitkisinin ürün yaş ve kuru ağırlıkları ile toprak üstü aksamının kuru ağırlıklarına ilişkin ortamalar duncan testi ile karşılaştırılmış ve sonuçlar Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 4. Yetiştirme ortamına farklı fraksiyon ve dozlarda zeolit uygulanarak yetiştirilen şeker pancarı bitkisinin ürün yaş ve kuru ağırlıkları ile toprak üstü aksamı kuru ağırlıklarına ilişkin ortalamaların duncan testi ile karşılaştırılması.

		ÜRÜN		TOPRAK ÜSTÜ AKSAM
Fraksiyon	Zeolit Dozları V/V	Yaş Ağ.(g/saksı)	Kuru Ağ.(g/saksı)	Kuru Ağ.(g/saksı)
İNCE (1-2 mm)	KONTROL	72.89B	24.94E	16.40B
	NPK+%0	78.35A	33.75D	24.22A
	NPK+%5	78.79A	44.97AB	21.12AB
	NPK+%10	79.23A	46.95AB	20.45AB
	NPK+%15	79.03A	44.04AB	20.82AB
KABA (7-10 mm)	KONTROL	77.84A	28.76DE	17.45B
	NPK+%0	78.59A	44.79AB	25.30A
	NPK+%5	79.49A	50.79A	20.92AB
	NPK+%10	78.70A	41.78BC	23.44A
	NPK+%15	78.49A	35.70CD	20.66AB
		LSD%1=4.15	LSD%1=7.62	LSD%1=4.81

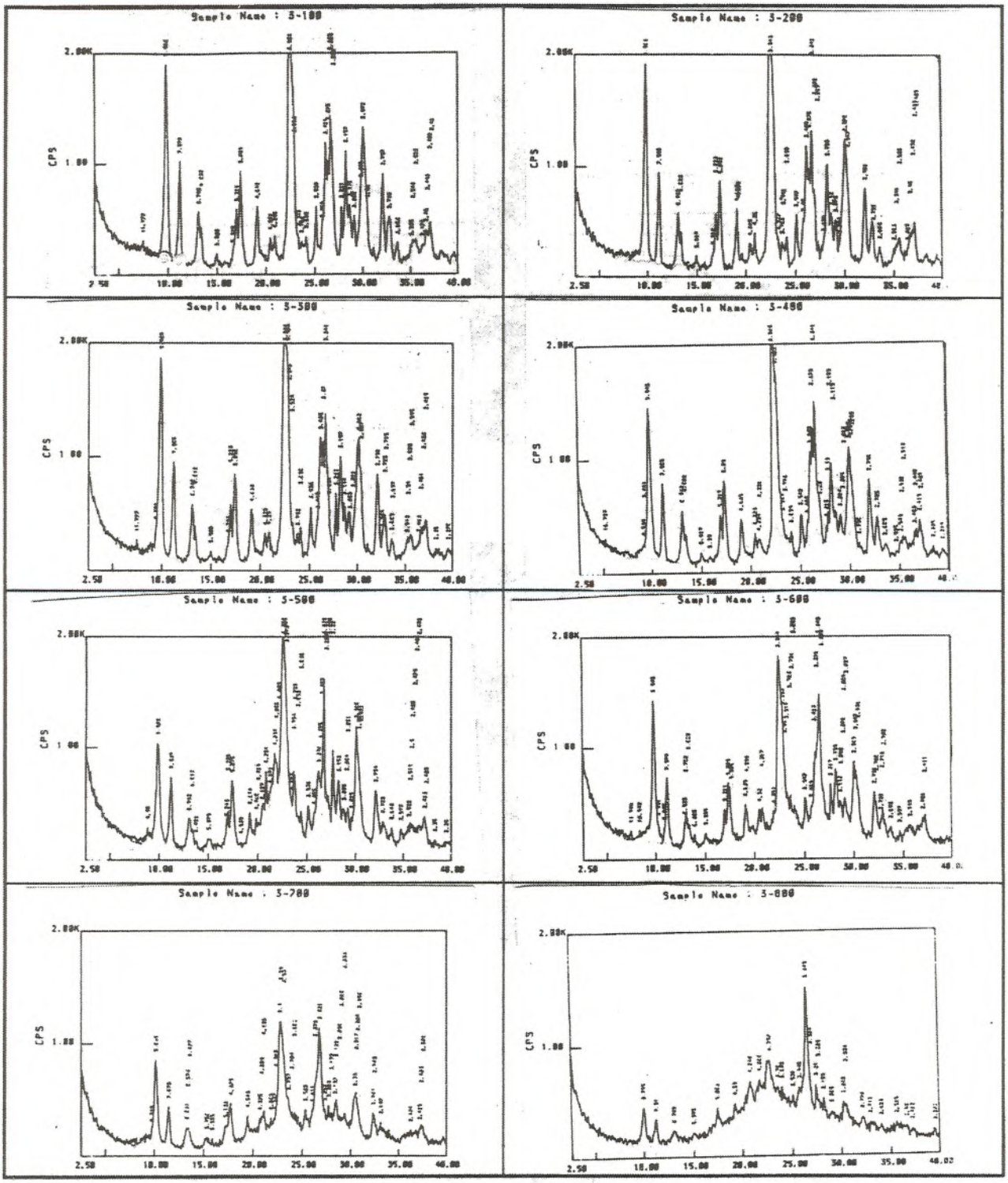
Çizelge 5. Yetiştirme ortamına farklı fraksiyon ve dozlarda zeolit uygulanarak yetiştirilen fasulye bitkisinin ürün yaş ve kuru ağırlıkları ile toprak üstü aksamının kuru ağırlıklarına ilişkin ortalamaların duncan testi ile karşılaştırılması.

		ÜRÜN		TOPRAK ÜSTÜ AKSAM
Fraksiyon	Zeolit Dozları V/V	Yaş Ağ.(g/saksı)	Kuru Ağ.(g/saksı)	Kuru Ağ.(g/saksı)
İNCE (1-2 mm)	KONTROL	45.57D	7.94D	28.27E
	NPK+%0	61.55CD	13.11B	42.95BC
	NPK+%5	58.52CD	11.98BC	44.12BC
	NPK+%10	75.49BC	12.71BC	38.35CD
	NPK+%15	69.31C	10.16CD	49.77AB
KABA (7-10 mm)	KONTROL	63.42CD	12.36BC	29.85DE
	NPK+%0	95.05B	11.27BC	57.15A
	NPK+%5	126.20A	16.65A	57.19A
	NPK+%10	93.56B	12.55BC	58.24A
	NPK+%15	71.14C	10.92BC	49.90AB
		LSD%1=21.37	LSD%1=2.44	LSD%1=8.81

Çizelgenin incelenmesinden fasulye bitkisinden elde edilen ürün yaş ağırlığı üzerine kaba fraksiyonu NPK+%5 zeolit uygulamasının, kontrol ve NPK+%0 (zeolit uygulanmamış) uygulamasına göre önemli etkide bulunduğu anlaşılmaktadır. Benzer etki ürün kuru ağırlığında da görülmektedir. Bu durum zeolitin toprağın fiziksel özellikleri üzerine olumlu etkisinin (Baldar and Whitting, 1968; Ming and Dixon, 1986) yanısıra bitki besinlerinin yarayışlılığını arttırmış olmasıyla açıklanabilir. Nitekim Burriesci ve diğ. (1984), zeolitin ıspanak üretiminde su ve bitki besinleri yarayışlılığını arttırıp, çıkışı kolaylaştırdığını saptamışlardır.

Breck (1979), değişik bitkilere farklı oranlarda uygulanan zeolitin kontrole oranla ürün miktarında önemli artışlara neden olduğunu belirlemiş ve bu artışın toprağa 1 ton/da zeolit uygulanarak yetiştirilen patlıcan (%55) ve havuç (%63)'ta diğer ürünlere göre daha fazla olduğunu rapor etmiştir.

Şeker pancarı ve fasulye bitkilerinden elde edilen ürünün toplam azot kapsamına ilişkin değerler Çizelge 6'da verilmiştir. Çizelgeden şeker pancarı ve fasulye bitkilerinden elde edilen ürünün azot kapsamı üzerine artan zeolit dozları ile ince ve kaba fraksiyonlarının et-

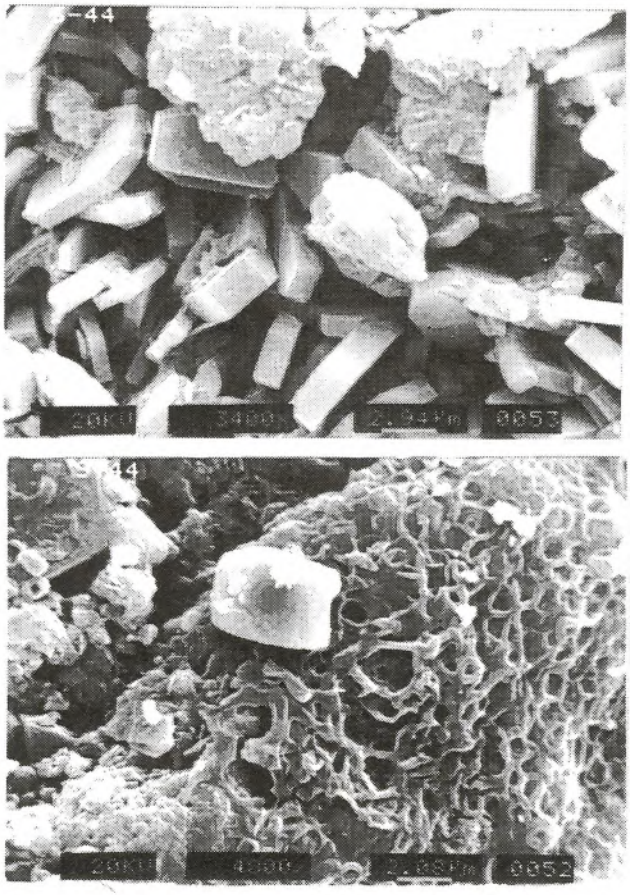


Şekil 4. Zeolitli tüflerin 100-800°C arasında X-RD'de çekilmiş ısıl kararlılık difraktogramları.

Çizelge 6. Farklı fraksiyon ve dozlarda uygulanan zeolitin şeker pancarı ve fasulye bitkisi ürününün toplam azot kapsamına ilişkin ortalamalarının duncan testi ile karşılaştırılması.

		TOPLAM AZOT %	
Fraksiyon	Zeolit Dozları V/V	Şeker Pancarı ürün(g/saksı)	Fasulye ürün(g/saksı)
INCE (1-2 mm)	KONTROL	3.69CD	3.71E
	NPK+%0	3.76CD	4.16DE
	NPK+%5	5.09AB	4.79BCD
	NPK+%10	4.34BCD	4.60CD
	NPK+%15	4.31BCD	5.25ABC
KABA (7-10 mm)	KONTROL	3.47B	4.84BCD
	NPK+%0	4.54BC	5.59A
	NPK+%5	4.66BC	5.32AB
	NPK+%10	4.50BCD	5.76A
	NPK+%15	5.76A	4.85BCD

LSD%1=0.95 LSD%1=0.64



Şekil 5. Bitki yetiştirildikten sonra klinoptilolitli tüflerin SEM görüntüleri.

kilerinin önemli olduğu anlaşılmaktadır. Yapılan duncan testi sonucunda şeker pancarında NPK+%5 ince fraksiyonlu zeolit uygulamasının, kaba fraksiyonda da NPK+%15 zeolit uygulamasının kontrol ve NPK+%0 uygulamasına oranla ürünün azot kapsamını önemli düzeyde arttırdığı belirlenmiştir. Diğer taraftan fasulye bitkisi ürününde NPK+%15 ince fraksiyonlu zeolit uygulaması da azot kapsamını artırmış, kaba fraksiyonlu zeolit uygulamalarının ürünün azot kapsamı üzerine etkileri ise kontrolle karşılaştırıldığında NPK+%15 zeolit uygulaması dışında önemli bulunmuştur.

Çizelge 7. Şeker pancarının yetişme ortamının çözünebilir bor kapsamına ilişkin bor kapsamına ilişkin ortalamaların duncan testi ile karşılaştırılması.

Fraksiyon	Zeolit Dozları V/V	Çözünebilir Bor µg/g
İNCE (1-2 mm)	KONTROL	0.79C
	NPK+%0	1.30ABC
	NPK+%5	1.76A
	NPK+%10	1.50AB
	NPK+%15	0.82C
KABA (7-10 mm)	KONTROL	0.91C
	NPK+%0	1.00BC
	NPK+%5	0.89C
	NPK+%10	0.94C
	NPK+%15	1.59A

LSD%1=0.50

Deneme toprağının çözünebilir bor (B) kapsamı 0.94 µg/g, araştırmada kullanılan Gördes zeolitli (klinoptilolit) tüfünün ince fraksiyonunun 0.26 µg/g ve kaba fraksiyonunda 0.19 µg/g olduğu saptanmıştır (Çizelge 1). Bu veriler topraklar için bildirilen 0.4 - 5 µg/g B değerleri arasında olup herhangi bir toksiklik yaratmayacak düzeydedir (Gupta, 1979).

Çözünebilir bor kapsamı yönünden şeker pancarı bitkisinin yetişme ortamından alınan zeolit - toprak karışımları arasında farklılıkları belirlenirken, fasulye bitkisinin yetişme ortamında istatistiki yönden önemli bir fark saptanmamıştır. Şeker pancarının yetişme ortamının çözünebilir bor kapsamına ilişkin ortalamalar duncan testi ile karşılaştırılmış ve sonuçlar Çizelge 7'de gösterilmiştir. Kontrol ve NPK+%0 uygulamasına (zeolit uygulanmamış) oranla; NPK+%15 kaba zeolit uygulamasında çözünebilir bor kapsamı farklılık göstermesine karşın topraklar için bildirilen sınır değerler arasındadır.

Özkan vd. (1992) tarafından Bigadiç klinoptilolitli tüflerinin zirai amaçlı kullanım olanaklarının belirlenmesiyle ilgili yapılan çalışma sonucunda ise; tane boyu derecesine bağlı olarak 50 - 62 µg/g arasında suda çözünebilir bor içeren klinoptilolitin, yetiştirilen bitkiler üzerine içerdiği yüksek bor nedeniyle toksik etki yaptığı ve bu şekliyle tarımsal amaçlı kullanımının mümkün olmadığı belirlenmiştir.

Bu çalışmalar sonucunda klinoptilolitli tüflerin bitki yetiştirilmesinden sonra herhangi bir değişmeye maruz kalıp kalmadığını araştırmak amacıyla topraktan ayrılan örnekler üzerinde tekrar SEM çalışması yapılmıştır. Şekil 5a'da görüldüğü gibi klinoplilolitlerde herhan-

gi bir morfolojik bozunma gözlenmemektedir. Şekil 5B'de ise klinoptilolitlerin etrafında hamur olarak bulunan volkanik camın kısmen bozunmaya başladığı ve killeşmeye benzer oluşumların geliştiği görülmektedir. Klinoptilolitlerin toprak ortamında bozunmaması bitki için gerekli iyon alışverişinin sürekliliğini sağlaması açısından önemlidir.

Araştırmadan elde edilen bulgular Gördes zeolitli tüflerinin bitki yetiştirme ortamında kullanılabileceğini göstermiştir. Gördes ve çevresinde geniş rezerv alanı bulunan ve işletilmesi fazla emek ve harcama gerektirmeyen zeolitin tarımda yoğun olarak, bitki yetiştirme ortamının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin düzenlenmesinde, kullanılmasının ülke ekonomisine önemli katkılar sağlayacağı kuşkusuzdur.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma MTA Genel Müdürlüğü'nce yürütülen Teknolojik Araştırmalarla ilgili Bilimsel Etütler (Zeolitli Tüflerin Jeolojik, Mineralojik, Kimyasal incelemesi ve Sanayide Kullanılabilirliklerinin Araştırılması Projesi) kapsamında MTA - MAT Dairesi ve A.Ü.Z.F. Toprak Bölümü araştırmacıları tarafından gerçekleştirilmiştir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Baldar, N.A. and Whitting, L.D., 1968, Occurence and synthesis of soil zeolites. SSSAP, 32: 235 - 238.

Bouyoucos, G.J., 1951, A recalibration of the hydrometer for making mechanical analysis of soil. Agron. J. 43: 434 - 437.

Breck, D.W., 1979, The properties and application of zeolites. The city university, London, April, 18th - 20th.

Burriesci, N., Valante, S., Ottana, R., Cimino, G. and Zipelli, C., 1984, Utilization of zeolites, in spinach growing. Zeolites, 4: 5 - 8.

Büyükakyol, M., 1988, Doğal Zeolitler Etibank Bülteni, 108 - 109: 30 - 32, Ankara.

Çağlar, K.Ö., 1958, Toprak İlmi, Ank. Üniv., Zir. Fak. Yay., Ankara, 258 s.

Esenli, F., 1992, Gördes çevresindeki Neojen serileri ve zeolitleşmenin jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal incelenmesi: Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

Gupta, U.C., 1979, Boron nutrition of crops. Adv. Agron. 31, 273 - 307.

Gündoğdu, M.N., 1982, Neojen yaşlı Bigadiç sedimanter baseninin jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal incelenmesi: H.Ü. doktora tezi, 386 s.

John, M.K., Ghuah, H.H. and Neufeld, J.H., 1975, Application of improved azotomethine - H method to the determination of boron in soils and plants. Anal. Lett. 8: 559 - 568.

Jenny, H.J., Valamis, J. and Martin, W.E., 1950, Greenhouse assay of California soils. Hilgardia, 20: 1 - 8.

Kacar, B., 1972, Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri II. Bitki Analizleri, A.Ü.Z.F. Yayınları 453. Uygulama Kılavuzu 155. A.Ü. Basımevi, Ankara.

Kacar, B., 1994, Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III. Toprak Analizleri. A.Ü.Z.F. Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 3. S. 705. Bizim Büro Basımevi, Ankara.

Kayabalı, K., Albayrak, M., Okabe, K., Terzi, E., Gürpınar, E., 1996, Bentonit ile ıslah edilmiş Doğal zeolitin katı atık sahalarında astar malzemesi olarak kullanılabilirliği. 49. Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özetleri, 5, 8 Ankara.

Ming, M.G. and Dixon, J.B., 1987, Quantative determination of clinoptilolite in soil by a cation exchange capacity method. Clays and Clay Minerals, 35(6): 463 - 468.

Minato, H. and Nishimura, T., 1994, X - Ray Powder Diffractometry with Heat Treatment. Natural zeolites and Its utilization. Edited by No. 111, Committee, JSPS.

Öner, F., 1993, Neojen yaşlı gölsel volkano - sedimanter Gördes ve Demirci Basenleri'nde Sedimantasyon - Mineralizasyon ilişkileri, Menderes Masifi Maden Aramaları Projesi, Brifing ve Seminerler - 2, MTA, Ankara (yayınlanmamış).

Özkan, İ., Ataman, Y., Ünver, İ., Çaycı, G. ve Öztürk, 1992, Bigadiç klinoptilolitli tüflerinin zirai amaçlı kullanım olanaklarının belirlenmesi (Zeolit Değerlendirme Etüdü), ETİBANK, Ankara.

Rivero - Gonzales, L.A. and Rodriguez - Fuentes, 1988, Cuban experience with the use of natural zeolite substrates in soilless culture, Proc. Intern. Congress on Soilless.

Culture, ISSC, 405 - 416, Wageningen, Netherlands.

Smith, J., Douglas, C.L. and Le Baron, M.J., 1973, Influence of straw application rate plowing dates and nitrogen applications on yield and chemical composition of sugar beets. Agron., J. 65: 797 - 800.

Şiray, A., 1968, Ankara şartlarında sular şeker pancarı ziraatinde kullanılacak ticaret gübrelerinin çeşit ve miktarları üzerine bir araştırma T.Ş.F.A.Ş. yayınları: 163.

U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954, Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali soils. USDA, Handbook, 60, 160 p.

Doğal salamura sularda mineral çökelim ve çözünümünün termodinamik değerlendirimi için bilgisayar programı

M. Zeki Çamur ODTÜ, Jeoloji Müh. Böl., Ankara

Çalışma nehir, göl, deniz ve yeraltı salamura sularından alınmış kimyasal verilerin yorumlanmasına katkıda bulunmak amacıyla yazılmış bilgisayar programı ve kullanımını açıklamaktadır. Böyle bir programın gerekliliğinin arkasında yatan sebeplerden biri, su kimyası analizlerinin minerallerin termodinamik durumlarına (doygunluk durumlarına) ilişkin bilgiyi doğrudan yansıtmamasıdır. Buna ek olarak, standart kimyasal analizlerde suda mevcut her bir serbest iyona ait konsantrasyonların yerine genelde iyonların toplam konsantrasyonları ölçülmektedir. Dolayısıyla, bir su örneği içinde mevcut bütün kimyasal bileşiklere ait konsantrasyonların belirlenebilmesi ve suyun minerallere göre doygunluğunun testi için yoğun sayısal hesaplamaları kolaylaştıracak bir bilgisayar programına gereksinim vardır. Bu çalışma yer bilimlerinin pek çok disiplininde (jeokimya, sedimantoloji, mineraloji, maden yatakları, hidroloji) geniş uygulama alanlarına sahip bu konudaki boşluğu doldurmak amacıyla yapılmıştır. Çalışmada önce teorik bilgilerle ilgili denklemlerle anlatılmış ve daha sonra serbest iyon konsantrasyonu, iyon aktivite katsayısı, aktivite ve 51 mineralin doygunluk durumunu hesaplayan program listelenmiştir.

Giriş

Mineral çökelim ve çözünümlerinin doğal sularda değişik konsantrasyon, sıcaklık ve basınç koşulları altında belirlenmesine yönelik çalışmalar uzun yıllardır jeokimyacıların ana araştırma alanlarından birini oluşturmaktadır (özet için Helgeson ve diğ., 1974, 1976, 1978, 1981 ve Whitfied, 1979'a bakınız). Çözeltilerin termodinamik metodlarla mineral doygunluğunu belirleyebilmek için çözelti içindeki iyon ve minerallerin Gibbs serbest enerjilerinin ve serbest - iyon aktivite katsayılarının bilinmesi gerektiğinden, araştırmalar daha çok bu konularda yürütülmektedir.

Sulu çözeltilerde herhangi bir bileşiğin aktivite katsayısı içinde bulunduğu çözeltinin toplam konsantrasyon yükü ile yakından ilişkilidir. Çok seyreltik çözeltilerde aktivite katsayıları Debye - Hückel denklemi ile kolayca hesaplanabilir (Debye ve Hückel, 1923). İyon konsantrasyonu yüksek sulu çözeltilerde (doğal salamura sularda) aktivite katsayılarını labaratuvar metodları ile doğrudan belirleyebilmek mümkün olmadığından, konu teorik bazda ele alınmış ve çeşitli denklemler geliştirilmiştir (özet için Whitfield, 1979'a bakınız). Bunlardan Pitzer (1973, 1979)'in "iyonlar - arası etkileşim" denklemleri, 25°C ve bir atm. de serbest - iyon aktivite katsayılarının doğal salamura sularda hesaplanması ve dolayısıyla minerallerin bu ortamlardaki doygunluklarının belirlenmesi amacıyla Na - K - Mg - Ca - H - Cl - SO_4 - OH - HCO_3 - CO_3 - CO_2 - H_2O sisteminde modellenmiş, bir başka ifade ile denklemlerde mevcut değişkenlerin katsayıları deneysel veriler kullanılarak kalibre edilmiştir (Harvie ve diğ., 1984; Weare, 1987). Değişik doğal koşullara uygulanarak bu modelin mineral çökelim ve çözünüm belirleme kapasitesi test edilmiş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Gueddari ve diğ., 1983; Harvie ve diğ., 1984; Nordstorrm ve Munoz, 1986; Weare, 1987; Çamur ve Mutlu, 1995, 1996).

Uygulanabilirliği gösterilmiş tek fakat karmaşık denklemler grubundan oluşan Pitzer aktivite katsayısı formülasyonunun mineral çökelim ve çözünümünü belirlemede kullanılabilmesi ancak bir bilgisayar programı yardımı ile mümkündür. Doygunluk hesaplamalarına yönelik mevcut programlar daha çok seyreltik sulara ilişkindir (Truesdell and Jones, 1974; Plummer ve diğ., 1976; Wigley, 1977). Bu programlardan bazılarının sadece sodyumca zengin doğal salamura sulara da uygula-

nabileceği gösterilmiştir (Çamur ve Mutlu, 1995). Ancak her tür doğal salamura sulara uygulanabilir herkesin kullanımına açık kapsamlı bir bilgisayar programı çalışması yoktur. Doğal salamura sulara yönelik He ve Morse (1993)'un programu ise sadece halit, jips ve anhidrit doygunluk hesaplamalarını kapsamaktadır. Bu çalışmanın amacı, doğal salamura sulardaki mineral çökelim ve çözünümünün 25°C ve 1 atm. de belirlenebilmesi için, Pitzer aktivite katsayısı formulasyonunu esas alan bir bilgisayar programı geliştirmektir.

Mineral doygunluğu hesaplamalarında kullanılan termodinamik ve kütle korunum denklemleri

Denge (de) halindeki herhangi bir kimyasal tepkimenin (t) standart durum Gibbs serbest enerjisi (ΔG°_t) ile tepkimeye giren bileşiklerin konsantrasyonları arasındaki ilişki termodinamik olarak şöyle ifade edilebilir;

(1) $-\Delta G^\circ_t = RT \ln K_{de}$.

Denklemde; R, gaz sabiti (0.0011987 kcl / mol), T, sıcaklık (Kelvin cinsinden) ve K_{de}, tepkimenin denge sabitidir. Denge sabiti ile tepkimedeki bileşiklerin konsantrasyonları arasındaki ilişki:

(2) $$K_{de} = \prod^{ç} a_i / \prod^{g} a_i$$

denklemiyle tanımlanmıştır. Denklemde, g tepkimeye giren ve ç de tepkimeden çıkan bileşiklerin tamamını temsil etmektedir. a_i, tepkimedeki "i" bileşiğinin aktivitesidir (etkili konsantrasyonudur) ve şöyle tanımlanır:

(3) $a_i = \gamma_i m_i$

Denklemde; γ_i, tepkimedeki "i" bileşiğinin aktivite katsayısı ve m_i de molalitesidir. Denklemler (2) ve (3) denklem (1) de yerine konulduğunda, herhangi bir tepkimedeki enerji ve konsantrasyonlar arasındaki ilişki:

(4) $$-\Delta G^\circ_t / RT = \ln (\prod^{ç} \gamma_i m_i / \prod^{g} \gamma_i m_i)$$

denklemiyle ifade edilebilir.

Tepkimeye giren ve çıkan bileşiklerin termodinamik denge halinde olması durumunda denklem (4) ün her iki tarafı birbirine eşittir. Denge halinin değişmesi durumunda ise, tepkimeye giren veya çıkan bileşiklerin lehinde veya aleyhinde tepkime bir yöne doğru hareket edecek ve denklem (4) deki eşitlik bozulacaktır. İşte, mineral doygunluğu hesaplamalarının temelinde yatan ilke bu yönün bulunmasıdır. Bu yönün bulunması amacıyla yukarıda ifade edilen termodinamik denklemlere bağlı olarak doygunluk indeksi (Dİ) kavramı geliştirilmiştir.

(5) $$Dİ = \ln (\prod^{ç} \gamma_i m_i / \prod^{g} \gamma_i m_i) / (-\Delta G^\circ_t / RT).$$

Tepkimedeki mineral tepkimeye giren bileşik olarak yazıldığında (tepkime ifadesinin solunda), Dİ kavramına göre;

Eğer log (Dİ) = O Su mineral ile denge halindedir (denge - doygunluğu).

Eğer log (Dİ) > 0 Su minerale aşırı doymuştur (doygunluk - üstü durum).

Eğer log (Dİ) < 0 Su minerale doymamıştır (doygunluk - altı durum).

Denklem (5) de tepkimenin standart durum Gibbs serbest enerjisi;

(6) $$\Delta G^\circ_t = \sum^{ç} G^\circ_i - \sum^{g} G^\circ_i$$

formülü kullanılarak deneysel olarak belirlenmiş kaynaklarda çizelgeler halinde listeli (örneğin Helgeson ve diğ., 1978; Harvie ve diğ., 1984; Johnson ve diğ., 1991), tepkimedeki bileşiklerin (mineral ve iyonların) standart durum Gibbs serbest enerjilerinden (G°_i) hesaplanabilir. Bu yayında diğer verilerle uyumluluğu esas alınarak Harvie ve diğ. (1984) tarafından belirlenmiş 25°C ve 1 atm. standard Gibbs serbest enerjisi değerleri kullanılmıştır. (Çizelge 1). Katı saf maddelerin (minerallerin) aktiviteleri benimsenecek standart durum tanımına göre bire eşitlenebilir (ayrıntılı bilgi için Helgeson ve diğ., 1978; Nordstorm ve Munoz, 1986'ya bakınız). Böylece, suyun kimyasının bilinmesi durumunda, denklem (5) de bilinmeyen değişkenler tepkimedeki iyonların aktivite katsayılarına indirgenir.

Örnek olarak kalsit doygunluk hesabını ele alırsak: Kalsit minerali ile içinde bulunduğu suyun iyonları arasındaki muhtemel tepkime:

(7) $CaCO_3 = Ca^{+2} + CO_3^{-2}$

şeklinde yazılabilir. bu tepkimenin denklem (5) deki ifadesi;

(8) $Dİ = \ln (\gamma_{Ca+2} m_{Ca+2} \gamma_{CO3-2} m_{CO3-2} / \gamma_{CaCO3} m_{CaCO3}) / (-\Delta G^\circ_{t7} / RT)$ dir.

Tepkime (7) nin 25°C ve 1 atm. deki standart durum Gibbs serbest enerjisi denklem (6) ya göre;

(9) $\Delta G^\circ_{t7} = (G^\circ_{Ca+2} + G^\circ_{CO3-2}) - (G^\circ_{CaCO3})$ ye eşittir.

G°_{Ca+2} = -132.3, G°_{CO3-2} = -126.17 ve G°_{CaCO3} = -

Çizelge 1. Bilgisayar programında kullanılan iyon ve minerallerin 25°C ve 1 atm. deki Gibbs serbest enerjisi değerleri (kcal/mol). Harvie ve diğ., 1984'den hesaplanmıştır.

İYON/MİNERAL	KİMYASAL FORMÜL	$-G_f^o$
Su	H_2O	56.679
Sodyum iyonu	Na^+	62.596
Potasyum iyonu	K^+	67.518
Kalsiyum iyonu	Ca^{2+}	132.301
Magnezyum iyonu	Mg^{2+}	108.702
Magnezyum hidroksit iyonu	$MgOH^+$	149.270
Hidrojen iyonu	H^+	0.0
Klorit iyonu	Cl^-	31.375
Sülfat iyonu	SO_4^{2-}	177.974
Bisülfat iyonu	HSO_4^-	180.673
Hidroksit iyonu	OH^-	37.584
Bikarbonat iyonu	HCO_3^-	140.271
Karbonat iyonu	CO_3^{2-}	126.166
Kalsiyumkarbonat iyonu	$CaCO_3^o$	262.767
Magnezyumkarbonat iyonu	$MgCO_3^o$	238.863
Carbondiyoksit iyonu	CO_2^o	92.238
Anhidrit	$CaSO_4$	316.226
Aptitalit	$NaK_3(SO_4)_2$	626.285
Antarktikit	$CaCl_2.6H_2O$	529.473
Aragonit	$CaCO_3$	269.681
Arkanit	K_2SO_4	315.432
Biskovit	$MgCl_2.6H_2O$	505.448
Bloedit	$Na_2Mg(SO_4)_2.4H_2O$	819.760
Brusit	$Mg(OH)_2$	198.719
Burkeit	$Na_6CO_3(SO_4)_2$	858.746
Kalsit	$CaCO_3$	269.936
Kalsiyum Klorit Tetrahidrat	$CaCl_2.4H_2O$	413.968
Kalsiyum Oksi Klorit A	$Ca_4Cl_2(OH)_6.13H_2O$	1575.088
Kalsiyum Oksi Klorit B	$Ca_2Cl_2(OH)_2.H_2O$	461.195
Karnalit	$KMgCl_3.6H_2O$	604.511
Dolomit	$CaMg(CO_3)_2$	516.640
Epsomit	$MgSO_4.7H_2O$	685.995
Gaylusit	$CaNa_2(CO_3)_2.5H_2O$	806.074
Glauberit	$Na_2CO_3(SO_4)_2$	620.597
Jips	$CaSO_4.2H_2O$	429.882
Halit	NaCl	91.829
Hekzahidrat	$MgSO_4.6H_2O$	628.981
Kainit	$KMgClSO_4.3H_2O$	555.868
Kalsinit	$KHCO_3$	207.405
Kiyeserit	$MgSO_4.H_2O$	343.522
Labil Tuz	$Na_4Ca(SO_4)_3.2H_2O$	1037.706
Leonit	$K_2Mg(SO_4)_2.4H_2O$	831.829
Manyezit	$MgCO_3$	245.555
Magnezyum Oksi Klorit	$Mg_2Cl(OH)_3.4H_2O$	610.021
Merkalit	$KHSO_4$	247.403
Mirabilit	$Na_2SO_4.10H_2O$	871.632
Misenit	$K_8H_6(SO_4)_7$	1800.700
Nahkolit	$NaHCO_3$	203.417
Natron	$Na_2CO_3.10H_2O$	819.275
Neskuhonit	$MgCO_3.3H_2O$	411.954
Pikromerit	$K_2Mg(SO_4)_2.6H_2O$	945.663
Pirsonit	$Na_2Ca(CO_3)_2.2H_2O$	635.794
Polihalit	$K_2MgCa_2(SO_4)_4.2H_2O$	1352.344
Portlandit	$Ca(OH)_2$	214.550
Potasyum Karbonat	$K_2CO_3.3/2H_2O$	342.082
Potasyum Seskulkarbonat	$K_8H_4(CO_3)_6.3H_2O$	1514.033
Potasyum Sodyum Karbonat	$KNaCO_3.6H_2O$	596.513
Potasyum Trona	$K_2NaH(CO_3)_2.2H_2O$	575.740
Seskulpotasyum Sülfat	$K_3H(SO_4)_2$	563.333
Seskuisodyum Sülfat	$Na_3H(SO_4)_2$	544.848
Sodyum Karbonat Hephidrat	$Na_2CO_3.7H_2O$	648.740
Silvit	KCl	97.665
Sinjenit	$K_2Ca(SO_4)_2.H_2O$	690.125
Takhidrat	$Mg_2CaCl_6.12H_2O$	1194.388
Tenardit	Na_2SO_4	303.559
Termonatrit	$Na_2CO_3.H_2O$	307.381
Trona	$Na_3H(CO_3)_2.2H_2O$	569.010

269.9kcal/mol değerleri kullanıldığında: ΔG°_{t7} = 11.43 kcal/mol'dür. Saf minerallerin aktiviteleri bire eşittir, standart durumunu benimsediğimizde, kalsitin aktivesi bire eşittir:

$$a_{CaCO3} = \gamma_{CaCO3} m_{CaCO3} = 1.$$

Bu değerleri denklem (8) de yerine koyarsak ve kalsitin doygunluğunu 25°C (298.15°K)de hesaplarsak;

$$(10) \quad Dİ = \ln (\gamma_{Ca+2} m_{Ca+2} \gamma_{CO3-2} m_{CO3-2}) / (-19.29).$$

Kalsit doygunluğu belirlenecek suyun kimyasal kompozisyonu bilindiğinde, denklemde bilinmeyen iyonların aktivite katsayıları da hesaplanarak doygunluk indeksi belirlenebilir.

Salamura suların iyon aktivitelerini belirlemek için Pitzer denklemleri ile ifade edilen osmotik katsayı (ϕ), katyon, anyon ve yüksüz bileşiklerin aktivite katsayıları (γ), kullanılmıştır (Çizelge, 2 ve 3). Pitzer (1973, 1979, 1987) konsantre elektrolit çözeltilerde gözlenen kararsızlığı ifade etmek için istatiksel - mekanik bir yaklaşım kullanmıştır. Bu formülasyon, iyonlar - arası etkileşimleri gözönüne alan denklem çeşitlemelerine dayanmaktadır. Pitzer denklemlerinin ilke ve gelişimleri ayrıntılı olarak Pitzer (1979, 1987), Harvie ve diğ. (1984) ve Weare (1987)'de verilmiştir.

Serbest iyon konsantrasyonlarını toplam konsantrasyondan hesaplama, tepkimeye giren ve çıkan bileşikler arasında daha önce ifade edilen termodinamik denge kavramı ve kütle (konsantrasyon) korunumu prensiplerine dayanır. Bu çalışmadaki serbest iyon bileşiklerin sayısı aktivite katsayılarına ait parametreleri belirlenmiş bileşiklerle (Çizelge 1) sınırlanmıştır. Bu bileşikler arasındaki konsantrasyon dağılımını belirleyen termodinamik ifadelerin tepkimeleri ve her bir toplam (T) konsantrasyonu esas alan kütle korunumuna dayalı denklemler Çizelge 4'de verilmiştir.

Doğal salamura sulardaki mineral çökelim ve çözünümünü belirleyebilmek için verilen denklemleri esas alan PITDI kodlu bir bilgisayar programı yazılmıştır. Programda denklemler Weare (1987)'in iyonlar - arası etkileşim verileri ve Havie ve diğ. (1984)'nin standart Gibbs serbest enerjisi verileri ile birleştirilerek devamlı fraksiyon (continued fraction) sayısal metodu kullanılmak suretiyle iterasyon yöntemi ile bir set halinde hesaplanmakta ve sonuçta konsantrasyon dağılımları, aktivite katsayıları, aktiviteler ve doygunluk indeksleri belirlenmektedir. Aktivite katsayıları denklem setinde mevcut elektrostatik simetri dışı karışım denklemlerindeki integraller Chebyshev polinominal yaklaşımları kullanılarak çözülmektedir (Pitzer, 1987).

Uygulamalar

Programın sonuçlarını göstermek amacıyla Çamur ve Mutlu (1995) tarafından rapor edilen Tuz Gölü'nün ana bölgesine ait ortalama mayıs ayı analizinin (mg/l): K (944), Na (101980), Ca (925), Mg (2860), HCO_3 (173), SO_4 (7371), Cl (167438), pH (7.34), T°C (25) ve p(1.15; gr/l) hesaplamaları yapılmış ve sonuçlar Çizelge 5'de verilmiştir.

Çıktıda ilk satır problemin başlığını, ikinci satır sonuçları elde edebilmek için gereken iterasyon sayısını,

Çizelge 2. Pitzer denklemlerine göre osmotik katsayı (ϕ), katyon aktivite katsayısı (γ_M), anyon aktivite katsayısı (γ_X), ve yüksüz iyon aktivite katsayılarının (γ_N) tanımı. Denklemlerdeki M, c ve c' katyonları, X, a veya a' anyonları ve N ve n yüksüz bileşikleri temsil etmektedir. m ve z sırasıyla belirtilen bileşiklere ait molalite ve yük değerlikleridir. I, molal ölçekte iyonik güç ($I=0.5\Sigma mz^2$) ve A^ϕ, 25°C deki Debye - Hückel parametresidir (=0.39). B^ϕ_{MX}, B_{MX}, B'_{MX}, ϕ^ϕ_{ij}, ϕ_{ij}, ϕ'_{ij}, C_{MX}, ψ_{ijk} ve λ_{ni} değişken katsayıları olup Pitzer'in iyonlar - arası etkileşim parametrelerinin fonksiyonudurlar (Çizelge 3'e bak).

Aktivite Katsayılarının Salamura Sularda Belirlenmesine İlişkin Pitzer Denklemleri

$$m_i(\phi-1)=2\Big(-A^\phi I^{3/2}/(1+1.2I^{1/2}) + \sum_{c=1}^{Nc}\sum_{a=1}^{Na} m_c m_a (B^\phi_{ca} + ZC_{ca})$$

$$+\sum_{c=1}^{Nc-1}\sum_{c'=c+1}^{Nc} m_c m_{c'} (\Phi\Phi_{cc'} + \sum_{a=1}^{Na} m_a \psi_{cc'a}) + \sum_{a=1}^{Na-1}\sum_{a'=a+1}^{Na} m_a m_{a'} (\Phi\Phi_{aa'} + \sum_{c=1}^{Nc} m_c \psi_{aa'c})$$

$$+\sum_{n=1}^{Nn}\sum_{a=1}^{Na} m_n m_a \lambda_{na} + \sum_{n=1}^{Nn}\sum_{c=1}^{Nc} m_n m_c \lambda_{nc}\Big)$$

Suyun aktivitesi: $\ln(a_{H2O}) = (-18.016/1000)(\Sigma m_i)\phi$

$$\ln\gamma_M = z^2_M F + \sum_{a=1}^{Na} m_a(2B_{Ma} + ZC_{Ma}) + \sum_{c=1}^{Nc} m_c(2\Phi_{Mc} + \sum_{a=1}^{Na} m_a \psi_{Mca})$$

$$+\sum_{a=1}^{Na-1}\sum_{a'=a+1}^{Na} m_a m_{a'} \psi_{aa'M} + |z_M|\sum_{c=1}^{Nc}\sum_{a=1}^{Na} m_c m_a C_{ca} + \sum_{n=1}^{Nn} m_n(2\lambda_{nM})$$

$$\ln\gamma_X = z^2_X F + \sum_{c=1}^{Nc} m_c(2B_{cX} + ZC_{cX}) + \sum_{a=1}^{Na} m_a(2\Phi_{Xa} + \sum_{c=1}^{Nc} m_c \psi_{Xac})$$

$$+\sum_{c=1}^{Nc-1}\sum_{c'=c+1}^{Nc} m_c m_{c'} \psi_{cc'X} + |z_X|\sum_{c=1}^{Nc}\sum_{a=1}^{Na} m_c m_a C_{ca} + \sum_{n=1}^{Nn} m_n(2\lambda_{nX})$$

$$\ln\gamma_N = \sum_{c=1}^{Nc} m_c(2\lambda_{nc}) + \sum_{a=1}^{Na} m_a(2\lambda_{na})$$

F ve Z nin tanımı:

$$F = -A^\phi\Big(I^{1/2}/(1+1.2I^{1/2}) + (2/1.2)\ln(1+1.2I^{1/2})\Big) + \sum_{c=1}^{Nc}\sum_{a=1}^{Na} m_c m_a B'_{ca}$$

$$+\sum_{c=1}^{Nc-1}\sum_{c'=c+1}^{Nc} m_c m_{c'} \Phi'_{cc'} + \sum_{a=1}^{Na-1}\sum_{a'=a+1}^{Na} m_a m_{a'} \Phi'_{aa'}$$

$$Z = \Sigma |z_i| m_i .$$

üçüncü satır suyun iyonik gücünü ($I = 0.5\ \Sigma mz^2$) ve dördüncü satır da yüzde yük dengesi hatasını göstermektedir. Yük dengesi hatasını hesaplamada kullanılan formül şöyledir:

$$\text{Yük dengesi hatası} = 100*(\sum_k^k m_i|z_i| - \sum_a^a m_i|z_i|) / (\sum_k^k m_i|z_i| + \sum_a^a m_i|z_i|).$$

Formülde k ve a sırasıyla toplam katyon ve anyon sayılarıdır. m_i ve z_i sırasıyla bu iyonların molalite ve mutlak yük değerliklerini temsil etmektedir. Suyun pH değeri ve CO_2 gazının logaritmik kısmi basıncından sonra, hesaplanan serbest iyon molaliteleri (MOLALITE S), serbest iyon aktivite katsayıları (GAMA S) ve serbest iyon aktiviteleri listelenmektedir. Bu değerlerden sonra son olarak da minerallerin suya göre logaritmik doygunluk indeksleri sıralanmıştır.

Hesaplanan indekler daha sonra çok değişik şekillerde amaca yönelik olarak değerlendirilebilir. Örneğin, Tuz Gölü'ne ait bu ve diğer analizlere ait program çıktıları daha sonra Çamur ve Mutlu (1995) tarafından şe-

Çizelge 3. Pitzer denklemlerindeki B^ϕ_{MX}, B_{MX}, B'_{MX}, ϕ^ϕ_{ij}, ϕ_{ij}, ϕ'_{ij}, C_{MX} değişken katsayılarının tanımı. Katsayılara ilişkin β^O_{MX}, β^1_{MX}, β^2_{MX}, θ_{ij}, C^ϕ_{MX}, , ψ_{ijk} ve λ_{ni} değerleri Çizelge 1. 2 de listelenmiştir.

TEK ELEKTROTLAR İÇİN İKİNCİL DEĞİŞKEN KATSAYILAR

$$B^\phi_{MX} = \beta^0_X + \beta^1_{MX} \exp(-\alpha_{MX} I^{1/2}) + \beta^2_{MX} \exp(-12 I^{1/2})$$

$$B_{MX} = \beta^0_X + \beta^1_{MX}\, g(\alpha_{MX} I^{1/2}) + \beta^2_X\, g(12 I^{1/2})$$

$$B'_{MX} = \beta^1_{MX}\, g'(\alpha_{MX} I^{1/2})/I + \beta^2_X\, g'(12 I^{1/2})/I$$

g ve g' fonksiyonları aşağıda verilen denklemlerle çözülürler:

$$g(x) = 2\left(1-(1+x)e^{-x}\right)/x^2$$

$$g'(x) = -2\left(1-(1+x+.5*x^2)e^{-x}\right)/x^2$$

Fonksiyonlarda, $x=\alpha_{MX} I^{1/2}$ veya $12 I^{1/2}$ şeklindedir. Tek yüklü elektrotlar için, α_{MX} 2 ye, daha yüksek yüklü çiftler için ise 1.4 e eşittir.

KARIŞIK ELEKTROTLAR İÇİN İKİNCİL DEĞİŞKEN KATSAYILAR:

$$\Phi\Phi_{ij} = \theta_{ij} + {}^E\theta_{ij}(I) + {}^E\theta'_{ij}(I)$$

$$\Phi_{ij} = \theta_{ij} + {}^E\theta_{ij}(I)$$

$$\Phi'_{ij} = {}^E\theta'_{ij}(I)$$

i ve j katyon ve anyon çiftlerine karşılık gelmektedir. Elektrostatik simetri dışı karışım terimleri, ${}^E\theta_{ij}(I)$ ve ${}^E\theta'_{ij}(I)$, aşağıdaki şekildedir:

$${}^E\theta_{ij}(I) = (z_i z_j/4*I)\left(J(x_{ij}) - .5*J(x_{ii}) - .5*J(x_{jj})\right)$$

$${}^E\theta'_{ij}(I) = (z_i z_j/8*I^2)\left(X_{ij}J'(x_{ij}) - 0.5*J'(x_{ii}) - .5*J'(x_{jj})\right) - \left({}^E\theta_{ij}(I)/I\right)$$

Denklemlerde,

$$J(x) = (x/4) - 1 + (1/x)\int \left(1-\exp(-(x/y)e^{-y})\right)y^2 dy$$

$$J'(x) = 0.25 - (1/x^2)\int \left(1-(1+(x/y)e^{-y})\exp(-(x/y)e^{-y})\right)y^2 dy$$

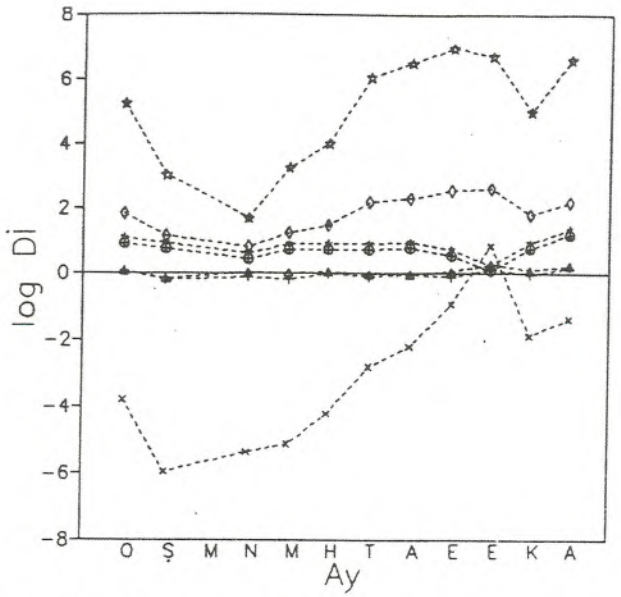
$$x_{ij} = 6 z_i z_j A^\phi I^{1/2}$$

ÜÇÜNCÜL DEĞİŞKEN KATSAYI:

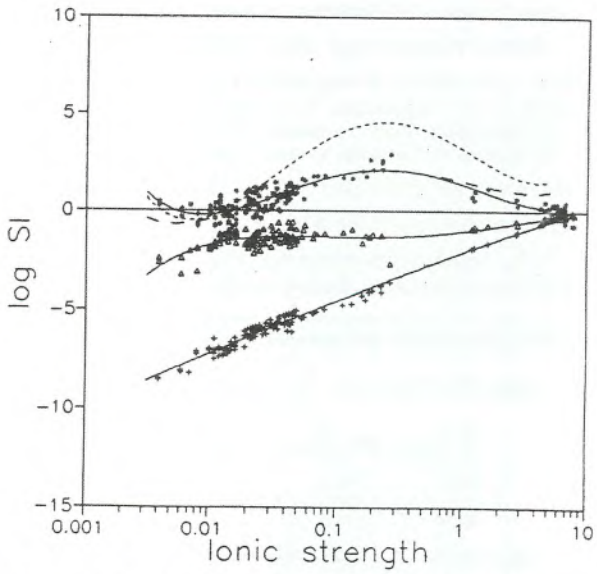
$$C_{MX} = C^\phi_{MX}/2\sqrt{|z_M z_X|}^{1/2}.$$

killere aktarılarak, Tuz Gölü suyunun değişik minerallere göre her aya ait doygunluğu ortaya konmuş (Şekil 1) ve sonuçların gölden alınan çökel örnekleri ile pozitif korelasyon gösterdiği rapor edilmiştir. Sonuçlar nihai olarak göl çökellerinde bulunan minerallerin kökenini araştırmada değerlendirilmiştir. Göl basenindeki bütün yüzey suları esas alan çalışmalarında ise, Çamur ve Mutlu (1996) göl sularının basendeki sularla ilişkisini mineralojik açıdan ortaya koymak amacıyla yine doygunluk indeksi hesaplamaları sonuçlarını kullanmışlardır (Şekil 2). Program sonuçlarında verilen aktivite değerleri çözelti ortamındaki mineraller arası tepkimelerin değerlendirilmesi amacıyla da kullanılabilir. Bu ve benzeri uygulamalar konu ile ilgili pok çok makale ve kitap yayınlarında bulunabilir (Örneğin; Nordstorm ve Munoz, 1986; Plummer ve diğ., 1994).

Uygulamalarda PITDI programı sonuçlarının 25°C ve bir atmosfer termodinamik denge durumunu esas aldığı unutulmamalıdır. PITDI sonuçlarının değerlendirilmesinden önce hidrojeokimyasal sistemdeki denge durumunun geçerliliği araştırılmalı ve sonuçlar ona göre yorumlanmalıdır.



Şekil 1. Tuz Gölü yüzey sularının 25 °C ve 1 atm. de halit (artı), jips (üçgen), kalsit (altı - köşeli yıldız), hantit (beş - köşeli yıldız), polihalit (çarpım), aragonit (daire içi artı) ve manyezit (baklava dilimi) doygunluk indeksleri (Çamur ve Mutlu, 1995).



Şekil 2. Tuz Gölü basenindeki yüzey suların 25 °C ve 1 atm. de halit (artı), jips (üçgen), kalsit (altı - köşeli yıldız), dolomit (kısa kesik çizgiler) ve manyezit (uzun kesik çizgiler) doygunluk indeksleri (Çamur ve Mutlu, 1996).

Çizelge 4. Serbest iyon konsantrasyon hesaplamalarında kullanılan tepkime ve kütle korunum denklemleri. Denklemlerde K..... harfi ile başlayan değişkenler, o bileşiğe ait tepkimenin exp ($-\Delta G^\circ_t / RT$) değeridir.

Serbest bileşikler arasındaki konsantrasyon dağılımını belirleyen termodinamik ifadelerin tepkimeleri:

$H_2O = OH^- + H^+$; $Mg^{2+} + OH^- = MgOH^+$

$H^+ + SO_4^{2-} = HSO_4^-$; $Ca^{2+} + CO_3^{2-} = CaCO_3^o$

$Mg^{2+} + CO_3^{2-} = MgCO_3^o$; $CO_2^o + H_2O = CO_3^{2-} + 2H^+$

$CO_3^{2-} + H^+ = HCO_3^-$

Her bir toplam (T) konsantrasyonu esas alan kütle korunumuna dayalı denklemler:

$m^T_{Ca} = m_{Ca2+} + m_{CaCO3o}$

$m^T_{Mg} = m_{Mg2+} + m_{MgOH+} + m_{MgCO3o}$

$m^T_{Na} = m_{Na+}$

$m^T_K = m_{K+}$

$m^T_{SO4} = m_{SO42-} + m_{HSO4-}$

$m^T_{Cl-} = m_{Cl-}$

$Alkalinite = 2m_{CO32-} + m_{HCO3-} + 2m_{CaCO3o} + 2m_{MgCO3o} + m_{OH-} + m_{MgOH+} - m_{H+} - m_{HSO4-}$

Tepkimelerin termodinamik ifadesi ve kütle korunumu denklemleri sayısal bir çözüm için yeniden düzenlendiğinde:

$m_{Na+} = m^T_{Na}$

$m_{K+} = m^T_K$

$m_{Cl-} = m^T_{Cl}$

$m_{H+} = a_{H+}/\gamma_{H+}$

$m_{OH-} = (KH2O * a_{H2O})/(a_{H+} * \gamma_{OH-})$

$m_{SO42-} = m^T_{SO4}/(1+(KHSO4 * a_{H+} * \gamma_{SO42-})/(\gamma_{HSO4-}))$

$m_{HSO4-} = (KHSO4 * a_{H+} * m_{SO42-} * \gamma_{SO42-})/(\gamma_{HSO4-})$

$m_{CO32-} = (Alkalinite - 2m_{CaCO3o} + 2m_{MgCO3o} + m_{OH-} + m_{MgOH+} - m_{H+} - m_{HSO4-})/(2+(KHCO3 * a_{H+} * \gamma_{CO32-})/(\gamma_{HCO3-}))$

$m_{HCO3-} = (KHCO3 * m_{CO32-} * \gamma_{CO32-} * a_{H+})/(\gamma_{HCO3-}))$

$m_{Ca2+} = m^T_{Ca}/(1+(KCaCO3 * \gamma_{Ca2+} * m_{CO32-} * \gamma_{CO32-})/(\gamma_{CaCO3o}))$

$m_{Mg2+} = m^T_{Mg}/(1+((KMgOH * \gamma_{Mg2+} * m_{Mg2+} * \gamma_{OH-})/(\gamma_{MgOH+})) + ((KMgCO3 * \gamma_{Mg2+} * m_{CO32-} * \gamma_{CO32-})/(\gamma_{MgCO3o})))$

$m_{MgOH+} = (KMgOH * m_{Mg2+} * \gamma_{Mg2+} * m_{OH-} * \gamma_{OH-})/(\gamma_{MgOH+})$

$m_{CO2o} = (m_{CO32-} * \gamma_{CO32-} * a^2_{H+})/(KCO3 * a_{H2O} * \gamma_{CO2o})$

$m_{CaCO3o} = (KCaCO3 * m_{Ca2+} * \gamma_{Ca2+} * m_{CO32-} * \gamma_{CO32-})/(\gamma_{CaCO3o})$

$m_{MgCO3o} = (KMgCO3 * m_{Mg2+} * \gamma_{Mg2+} * m_{CO32-} * \gamma_{CO32-})/(\gamma_{MgCO3o})$

Çizelge 5. Programın ekrana yansıyan çıktısı.

Tuz Golu Mayis
ITERASYON 9
Iyonik guc= 5.790204
Yuk dengesi= 1.434361
Suyun aktivitesi = .7845429
pH= 7.34
log pCO2=-2.405316

	MOLALITE S	GAMA S	AKTIVITE
Na+	5.108929	.9051347	4.624269
K+	2.780982E-02	.4841076	1.346295E-02
Ca++	2.654263E-02	.909281	2.413471E-02
Mg++	.1353137	1.473225	.1993474
MgOH+	1.202175E-05	.4387932	5.275061E-06
H+	1.275607E-08	3.583298	4.57088E-08
Cl-	5.439828	.966167	5.255783
SO4--	8.836965E-02	2.017942E-02	1.783248E-03
HSO4-	1.251992E-08	.6188855	7.748396E-09
OH-	3.579113E-07	.4795583	1.716393E-07
HCO3-	2.717661E-03	.3903254	1.060772E-03
CO3--	5.184486E-05	2.050796E-02	1.063232E-06
CO2o	4.725977E-05	2.847972	1.345945E-04
CaCO3o	3.633041E-05	1	3.633041E-05
MgCO3o	1.795721E-04	1	1.795721E-04

DEVAM ETMEK ICIN HERHANGI BIR TUSA BASINIZ

Log doygunluk indeksi

ANHIDRIT	-4.096011E-03	APTITALIT	-6.642399	ANTARKTIKI	-4.951973
ARAGONIT	.6287317	ARKANIT	-4.714232	BISKOVIT	-4.346849
BLOEDIT	-2.942482	BRUSITE	-3.346873	BURKEITE	-203.616
KALSIT	.8154754	CaCITETHID	-6.314663	CaOKSICI A	-31.74477
CaOKSICI B	-211.1582	KARNALIT	-5.371991	DOLOMIT	2.818042
EPSOMIT	-2.305722	GAYLUSIT	-3.339996	GLAUBERIT	-.5403192
JIPS	3.596465E-03	HALIT	-.1847271	HEKZAHIDRA	-2.446359
KAINIT	-4.722929	KALISINIT	-39.87804	KIYESERIT	-3.431872
LABIL TUZ	-1.742001	LEONIT	-6.382211	MANYEZIT	1.160047
MgOKSICI	-5.437513	MERKALIT	-4.415664	MIRABILIT	-1.24476
MISENIT	-67.44225	NAHKOLIT	-1.906319	NATRON	-4.872373
NESKUHONIT	-1.822896	PIKROMERIT	-6.244236	PIRSONIT	-3.201704
POLIHALIT	-5.138606	PORTLANDIT	-9.95831	K CO3	-12.90596
KSESKUICO3	-46.13517	K Na CO3	-7.695533	K TRONA	-13.47138
SESKUIKSO4	-14.90761	SESKUNaSO4	-10.02814	NaCO3HEPHI	-4.92085
SILVIT	-2.050083	SINJENIT	-3.513638	TAKHIDRAT	-17.34284
TENARDIT	-1.131204	TERMONATRI	-5.230524	TRONA	-6.118652

DEĞİNİLEN BELGELER

Çamur, M.Z. ve Mutlu, H., 1995, Tuz Gölü'ndeki mineral çökeliminin termodinamik değerlendirimi: Türkiye Jeoloji Bülteni, 38, 67-73.

Çamur, M.Z. ve Mutlu, H., 1996, Major ion geochemistry and mineralogy of the Salt Lake (Tuz Gölü) Basin, Turkey: Chemical Geology, (basımda).

Debye, P. ve Hückel, E., 1923, On the theory of electrolystes: Physik. Z., 24, 185 - 208.

Gueddari, M., Monnin, C., Perret, D., Fritz, B., and Tardy, Y., 1983, Geochemistry of brines of the Chott el Jerid in southern Tunesia - Application of Pitzer's equations: Chemical Geology, 39, 165 - 178.

Harvie, C.E., Moller, N. and Weare, J.H., 1984, The prediction of mineral solubilities in natural waters: The Na - K - Mg - Ca - H - Cl - SO_4 - OH - HCO_3 - CO_3 - CO_2 - H_2O system to high ionic strengths at 25°C: Geochim. Cosmochim. Acta, 48, 723 - 751.

He, S. and Morse, J.W., 1993, Prediction of halite, gypsum and anhydrite solubility in natural brines under subsurface conditions: Computers and Geosci., 19, 1 - 22.

Helgeson, H.C. and David, H.K., 1974a, Therotical prediction of the thermodynamic behaviour of aqueous electrolytes at high pressures and temperatures: I. Summary of the thermodynamic / electrostatic properties of the solvent: Amer. Jour. Sci., 274, 1089 - 1198.

Helgeson, H.C. and David, H.K., 1974b, Therotical prediction of the thermodynamic behaviour of aqueous electrolytes at high pressures and temperatures: II. Debye - Hückel parameters for activity coefficients and relative partial molal properties: Amer. Jour. Sci., 274, 1199 - 1261.

Helgeson, H.C. and David, H.K., 1976, Therotical prediction of the thermodynamic behaviour of aqueous electrolytes at high pressures and temperatures: III. Equation of state for aqueous species at infinite dilution: Amer. Jour. Sci., 276, 97 - 240.

Helgeson, H.C., Delany, J.M., Nesbitt, H.W. and Dennis, K.B., 1978, Summary and critique of the termodynamic properties of rock - forming minerals: Amer. Jour. Sci., 278 - A, 1 - 119.

Helgeson, H.C., Kirkham, D.H. and Flowers, G.C., 1981, Therotical prediction of the thermodynamic behaviour of aqueous electrolytes at high pressures and temperatures: IV. Calculation of activity coefficients, osmotic coefficients, and apparent molal and standard and relative partial molal properties to 600°C and 5 kb: Amer. Jour. Sci., 281, 1249 - 1516.

Johnson, J.W., Oelkers, E.H., and Helgeson, H.C., 1991, SUPCRT 92: A software package for calculating the standard molal thermodynamic properties of minerals, gases, aqueous species, and reactions from 1 to 5000 bars and 0° to 1000°C: Geological Society of America Short Course Manual, 50 s.

Nordstorm, D.K. and Munoz, J.L., 1986, Geochemical Thermodynamics: Blackwell Sci. Pub., 477 s.

Pitzer, K.S., 1973, Thermodynamics of Electrolytes: I. Theoretical basis and general equations: Jour. Phys. Chem., 77, 268 - 277.

Pitzer, K.S., 1979, Theory: ion interaction approach: R.D. Pytkowitcz (ed)., Activity coefficients in electrolyte solutions, CRC Press, 1, 157 - 208.

Pitzer, K.S., 1987, Thermodynamic model for aqueous solutions of liquid - like density: I. S.E. Carmichael and H.P. Eugster (eds)., Thermodynamic modelling of geological materials: Minerals, fluids and melts: Reviews in Mineralogy, 17, 97 - 142.

Pitzer, K.S. and Moyarga, G., 1974, Thermodynamics of electrolytes. III. Activity and osmotic coefficients for 2:2 electrloytes: J. Solution Chem., 3, 539 - 546.

Pitzer, K.S. and Kim, J.J., 1974, Thermodynamics of electrolytes. IV. Activity and osmotic coefficients for mixed electrolytes: J. Am. Chem. Soc., v. 96, 5701 - 5707.

Plummer, L.N., Jones, B.F. and Truesdell, A.H., 1976, WATEQF --- A FORTRAN IV version of WATEQ a computer program for calculating chemical equilibria of natural aters: U.S.G.S. Water - Resources Investigations Report, 76 - 13.

Plummer, L.N., Prestemon, E.C. and Parkhurst, D.L., 1994, An interactice code (NETPATH) for modeling net geochemical reactions along a flow path: U.S.G.S. Water - Resources Investigations Report, 91 - 4078.

Truesdell, A.H. and Jones, B.F., 1974, WATEQ: A computer program for calculating chemical equilibria of natural waters: Journal of Research U.S.G.S. 2, 233 - 248.

Weare, J.H., 1987, Models of mineral solubility in concentrated brines with application to field observations: I. S.E. Carmichael and H.P. Eugster (eds)., Thermodynamic modelling of geological materials: Minerals, fluids and melts: Reviews in Mineralogy, 17, 42 - 97.

Whitfield, M., 1979, Activity coefficients in natural waters: In. R.D. Pytkowitcz (ed).: Activiy coefficients in electrolyte solutions, 2, 154 - 299.

Wigley, T.M.L., 1977, WATSPEC: A computer program for determining the equilibrium speciation of aquaeous solutions: Brit. Geomorph. Res. Group Tech. Bull., 20, 3 - 39.

EKLER

EK-I Program Hakkında Bilgiler

Program QUICK BASIC'n microsoft versiyonu kullanılarak yazılmış bir ana onüç alt-programdan oluşmaktadır. Ana program termodinamik veriler ve model parametrelerini sırasıyla TERMO.DAT (Çizelge I.1) ve PIT.DAT (Çizelge I.2) dış ASCII dosyalarından okur. Dosyaların okunması komutunda dosyaların "A" sürücüsünde olduğu esas alınmıştır. Başka sürücüler için bu komutta ilgili değişiklikler yapılmalıdır. Toplam konsantrasyon değerleri Na, K, Ca, Mg, Cl, SO4, HCO3, CO3 sırasıyla ana programda ekrana mg/l veya molalite biriminden yazılmaktadır. Yazılan konsantrasyonların toplam değilde serbest iyon konsantrasyonları temsil ettiği düşünülüyorsa "Serbest iyon hesaplaması istiyormusunuz?" sorusuna "H"veya "h" cevabını veriniz. Aksi takdirde "E" veya "e" yazınız. Ana program ayrıca alt - programların ve iterasyonların kontrolünü de yapmaktadır. Alt - programlar ve işlevleri şöyledir:

ANYON: Anyonların aktivitelerini hesaplar.

CIKTI: Hesaplanan değerleri belirli bir format içerisinde ekrana yansıtır.

DI: Doygunluk indeksini hesaplar.

FE: Elektrostatik simetri dışı karışım terimlerindeki "j" fonksiyonlarını hesaplar.

FFUN: F fonksiyonunu hesaplar.

FIAP: Karışık anyonlar için ikincil değişken katsayılarını hesaplar.

FICP: Karışık katyonlar için ikincil değişken katsayılarını hesaplar.

GFUN: Tek elektrotlar için ikincil değişken katsayılarda mevcut "g" fonksiyonlarını hesaplar.

INTEG: Elektrostatik simetri dışı karışım denklemlerindeki integralleri Chebyshev polinominal yaklaşımları kullanılarak çözer.

KATYON: Katyonların aktivitelerini hesaplar.

OSMO: Osmotik katsayı ve suyun aktivitesini hesaplar.

NOTR: Yüksüz iyonların aktivitelerini hesaplar.

ZFE: Elektrostatik simetri dışı karışım terimlerini hesaplar.

Program çalışırken her bir iterasyon sonucuna ait bilgiler ekrana yansır. Bir önceki iterasyon sonuçları ile takip eden iterasyon sonuçları arasındaki farkların toplamı tolerans değerinden (TOLER = 1E-08) az ise istenilen değerler hesaplanmıştır, nihai sonuçlar ekranda gözükür. Ekrana yansıyan sonuçlar uygulama bölümünde açıklanmıştır. Eğer iterasyon sayısı ITMAX da belirtilen limiti geçerse "iterasyon sayısı ITMAX ı geçti çözüm yok" yazısı ekrana gelecektir. CIKTI altprogramındaki PRINT komutlarının başına L harfi eklenmek suretiyle (LPRINT) çıktılar bir yazıcıya aktarılabilir. Eğer arzu edilirse sonuçları bir dosyaya aktarmak için; CIKTI altprogramının başına OPEN "A:PITDI.OUT" FOR OUTPUT ACCESS WRITE AS #3 ve sonuna CLOSE #3 yazarak bu alprogramdaki her bir PRINT komutunun önüne #3, (PRINT #3,) eklemek yeterlidir. Bu durumda PRINT "DEVAM ETMEK İÇİN HERHANGİ BİR TUŞA BASINIZ" ve DO LOOP WHILE INKEY$="" komutlarını iptal ediniz. Daha sonra "A" sürücüsünde oluşturulan çıktı dosyası(PITDI.OUT) herhangi bir yazılım programı ile ekrana yansıtılabilir veya yazıcıya aktarılabilir.

Çizelge I.1. PITDI programı tarafından kullanılan TERMO.DAT dış dosyası.

```
"Na+","K+","Ca++","Mg++","MgOH+","H+"
"Cl-","SO4--","HSO4-","OH-","HCO3-","CO3--"
"CO2o","CaCO3o","MgCO3o"
105.651,113.957,223.3,183.468,251.94,0
52.955,300.386,304.942,63.435,236.751,212.944
155.68,443.5,403.155
"ANHIDRIT","APTITALIT","ANTARKTIKI","ARAGONIT","ARKANIT","BISKOVIT"
"BLOEDIT","BRUSITE","BURKEITE","KALSIT","CaCITETHID","CaOKSICI A","CaOKSICI B"
"KARNALIT","DOLOMIT","EPSOMIT","GAYLUSIT","GLAUBERIT","JIPS","HALIT"
"HEKZAHIDRA","KAINIT","KALISINIT","KIYESERIT","LABIL TUZ","LEONIT"
"MANYEZIT","MgOKSICI","MERKALIT","MIRABILIT","MISENIT","NAHKOLIT","NATRON"
"NESKUHONIT","PIKROMERIT","PIRSONIT","POLIHALIT","PORTLANDIT","K CO3"
"KSESKUICO3","K Na CO3","K TRONA","SESKUIKSO4","SESKUNaSO4","NaCO3HEPHI"
"SILVIT","SINJENIT","TAKHIDRAT","TENARDIT","TERMONATRI","TRONA"
533.73,1057.05,893.65,455.17,532.39,853.1,1383.6,335.4,1449.4,455.6
698.7,2658.45,778.41,1020.3,871.99,1157.83,1360.5,1047.45,725.56,154.99
1061.6,938.2,350.06,579.8,1751.45,1403.97,414.45,1029.6,417.57,1471.15
3039.24,343.33,1382.78,695.3,1596.1,1073.1,2282.5,362.12,577.37,2555.4
1006.8,971.74,950.8,919.6,1094.95,164.84,1164.8,2015.9,512.35,518.8,960.38
```

Çizelge I.2. PITDI programı tarafından kullanılan PIT.DAT dış dosyası.

```
'ETETA VERILERI'
0, 1.925154014814667, 0.628023320520852
1,-0.060076477753119, 0.462762985338493
2,-0.029779077456514, 0.150044637187895
3,-0.007299499690937,-0.028796057604906
4, 0.000388260636404,-0.036552745910311
5, 0.000636874599598,-0.001668087945272
6, 0.000036583601823, 0.006519840398744
7,-0.000045036975204, 0.001130378079086
8,-0.000004537895710,-0.000887171310131
9, 0.000002937706971,-0.000242107641309
10, 0.000000396566462, 0.000087294451594
11,-0.000000202099617, 0.000034682122751
12,-0.000000025267769,-0.000004583768938
13, 0.000000013522610,-0.000003548684306
14, 0.000000001229405,-0.000000250453880
15,-0.000000000821969, 0.000000216991779
16,-0.000000000050847, 0.000000080779570
17, 0.000000000046333, 0.000000004558555
18, 0.000000000001943,-0.000000006944757
19,-0.000000000002563,-0.000000002849257
20,-0.000000000010991, 0.000000000237816
'TEK ELEKTROLIT COZELTI PARAM. DEGER.'
0.0765,0.2644,0,0.00127
0.01958,1.113,0,0.00497
0.0454,0.398,0,0
0.0864,0.253,0,0.0044
0.0277,0.0411,0,0
0.0399,1.389,0,0.0044
0.04835,0.2122,0,-0.00084
0.04995,0.7793,0,0
-0.0003,0.1735,0,0
0.1298,0.32,0,0.0041
0.0296,-0.013,0,-0.008
0.1488,1.43,0,-0.0015
0.3159,1.614,0,-0.00034
0.2,3.1973,-54.24,0
0.2145,2.53,0,0
-0.1747,-0.2303,-5.72,0
0.4,2.977,0,0
0,0,0,0
0.35235,1.6815,0,0.00519
0.221,3.343,-37.23,0.025
0.4746,1.729,0,0
0,0,0,0
0.329,0.6072,0,0
0,0,0,0
-0.10,1.658,0,0
0,0,0,0
0,0,0,0
0,0,0,0
0,0,0,0
0,0,0,0
0.1775,0.2945,0,0.0008
0.0298,0,0,0.0438
0.2065,0.5556,0,0
0,0,0,0
0,0,0,0
0,0,0,0
'KATYON-IYON IKI ELEKTROLIT PARAM. DEGER.'
-0.012,-0.0018,-0.01,0,0,-0.003,0.003
0.07,-0.007,-0.055,0,0,0,0
0.07,-0.012,-0.015,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0
0.036,-0.004,0,-0.0129,0,0,0
0.032,-0.025,0,0,0,0,0
0,-0.022,-0.048,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0
0.005,-0.011,0.197,-0.0265,0,0,0
0.007,-0.012,0.024,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0
0.092,-0.015,0,0,0,0,0
0,0.028,0,0,0,0,0
0.10,-0.011,0,-0.0178,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0
'ANYON-IYON IKI ELEKTROLIT PARAM. DEGER.'
0.02,0.0014,0,-0.018,-0.004,0,0
-0.006,-0.006,0,0,0,0,0.013
-0.05,-0.006,-0.006,-0.025,0,0,0
0.03,-0.015,0,0,-0.096,0,0
-0.02,0.0085,0,0.004,0,0,0,0
0,-0.0094,-0.0677,0,-0.0425,0,0
-0.013,-0.009,-0.05,0,0,0,0
0.01,-0.005,0,0,-0.161,0,0
0.02,-0.005,-0.009,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0
0.10,-0.017,-0.01,0,0,0,0
-0.04,0.002,0.012,0,0,0,0
'NOTR-KATYON PARAMETRE DEGERLERI'
0.1,0.051,0.183,0.183,0,0
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
'NOTR-ANYON PARAMETRE DEGERLERI'
-0.005,0.097,-0.003,0,0,0
0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0
```

EK-II. PITDI Bilgisayar Programı

```
DIM BET0(6, 6), BET1(6, 6), BET2(6, 6), C0(6, 6)
DIM THECCP(6, 6), FIX1(6, 6, 6), THEAAP(6, 6), FIM(6, 6, 6)
DIM NOTC(3, 6), NOTA(3, 6), AM1(21), AM2(21), KK(21)
DIM MAT(6), MCT(6), MA(6), MC(6), MN(3), ZM(6), ZX(6), WM(6), WX(6)
DIM CAT$(6), AN$(6), NOT$(3), B(23), D(23), TEMA(6), TEMC(6)
DIM AMF(6), AXF(6), GMF(6), GXF(6), ANF(3), GNF(3), NG(3)
DIM SI(51), MIN$(51), MG(6), XG(6), MING(51), DGR(51), LOGK(51)
DIM IAP(51) AS DOUBLE
NA = 6: NC = 6: NN = 3: MIN = 51
PRINT "*************************************************"
PRINT "*                  PITDI                        *"
PRINT "*                                               *"
PRINT "*  Dr. M. Zeki Camur        Mayis, 1995         *"
PRINT "*  M.T.A. Gen. Mud., Ankara                     *"
PRINT "*************************************************"
' PIT.DAT daki verileri oku
OPEN "A:PIT.DAT" FOR INPUT ACCESS READ AS #1
INPUT #1, DUMMY$
FOR J = 1 TO 21
    INPUT #1, KK(J), AM1(J), AM2(J)
NEXT
INPUT #1, DUMMY$
FOR C = 1 TO NC
    FOR A = 1 TO NA
        INPUT #1, BET0(C, A), BET1(C, A), BET2(C, A), C0(C, A)
    NEXT
NEXT
INPUT #1, DUMMY$
FOR C = 1 TO NC - 1
    FOR CP = C + 1 TO NC
        INPUT #1, THECCP(C, CP)
        FOR X = 1 TO NC
            INPUT #1, FIX1(C, CP, X)
        NEXT
    NEXT
NEXT
INPUT #1, DUMMY$
FOR A = 1 TO NA - 1
    FOR AP = A + 1 TO NA
        INPUT #1, THEAAP(A, AP)
        FOR M = 1 TO NC
            INPUT #1, FIM(A, AP, M)
        NEXT
    NEXT
NEXT
INPUT #1, DUMMY$
FOR N = 1 TO NN
    FOR C = 1 TO NC
        INPUT #1, NOTC(N, C)
    NEXT
NEXT
INPUT #1, DUMMY$
FOR N = 1 TO NN
    FOR A = 1 TO NC
        INPUT #1, NOTA(N, A)
    NEXT
NEXT
CLOSE #1
' TERMO.DAT daki verileri oku
OPEN "A:TERMO.DAT" FOR INPUT ACCESS READ AS #2
FOR C = 1 TO NC
    INPUT #2, CAT$(C)
NEXT
FOR A = 1 TO NA
    INPUT #2, AN$(A)
```

```
NEXT
FOR N = 1 TO NN
    INPUT #2, NOT$(N)
NEXT
FOR C = 1 TO NC
    INPUT #2, MG(C)
NEXT
FOR A = 1 TO NA
    INPUT #2, XG(A)
NEXT
FOR N = 1 TO NN
    INPUT #2, NG(N)
NEXT
FOR I = 1 TO MIN
    INPUT #2, MIN$(I)
NEXT
FOR I = 1 TO MIN
    INPUT #2, MING(I)
NEXT
CLOSE #2
FOR C = 1 TO NC
    READ ZM(C), WM(C)
NEXT
DATA 1,22.98851,1,39.09304,2,40.08016,2,24.30724,1,41.3142,1,1.008
FOR A = 1 TO NA
    READ ZX(A), WX(A)
NEXT
DATA -1,35.44823,-2,96.0614,-1,97.069,-1,17.008,-1,61.0128,-2,60.024
PRINT : INPUT "Problem basligini yaziniz ==>"; TITLE$
PP = 0
PRINT : INPUT "mg/l icin (1) veya molalite icin (2) yaziniz==>"; PP
FOR C = 1 TO NC - 2
    PRINT
    PRINT CAT$(C); "  konsantrasyonunu giriniz"; "==>": INPUT ; MCT(C):
NEXT
FOR A = 1 TO NA
    IF A <> 3 AND A <> 4 THEN
    PRINT
    PRINT AN$(A); "   konsantrasyonunu giriniz"; "==>": INPUT ; MAT(A):
    END IF
NEXT
IF PP = 1 THEN
    PRINT : INPUT "Solisyonun yogunlugu (g/cc veya kg/l) ==>"; DENS
    IF DENS <= 0 THEN DENS = 1
    GMSOL = 1000 * DENS
    TDS = 0
    FOR J = 1 TO NC
        TDS = TDS + (MCT(J) / 1000): TDS = TDS + (MAT(J) / 1000)
    NEXT
    GMH2O = GMSOL - TDS
    FOR J = 1 TO NC
        MCT(J) = MCT(J) / WM(J) / GMH2O
        MAT(J) = MAT(J) / WX(J) / GMH2O
    NEXT
END IF
PRINT : INPUT "pH ==>"; PH: CLS
PRINT : INPUT "Serbest iyon hesaplamasi istiyormusunuz? (E/H)==>"; DUMA$
IF DUMA$ = "E" OR DUMA$ = "e" THEN DUMA$ = "E"
IF DUMA$ = "H" OR DUMA$ = "h" THEN DUMA$ = "H"
ITMAX = 25: TOLER = 1E-08
BG = 1.2: AG = .391: AH = 10 ^ (-PH)
KW = 1E-14: KMGOH = 154.17005#: KHSO4 = 95.0605: KHCO3 = 2.1827E+10
KCACO3 = 1415.7938#: KMGCO3 = 847.22741#: KCO3 = 2.1037E-17
'Sayisal metod icin ilk tahminler
FOR J = 1 TO NC
    GXF(J) = 1: GMF(J) = 1
```

```
NEXT
FOR N = 1 TO NN
      GNF(N) = 1
NEXT
FOR J = 1 TO NC
      MA(J) = MAT(J): MC(J) = MCT(J)
NEXT
ACWAT = 1
TCAR = MAT(5) + 2 * MAT(6) 'alkalinite
FOR ITER = 1 TO ITMAX
   PRINT "ITERASYON"; ITER
   IF DUMA$ = "H" THEN
      MC(1) = MCT(1): MC(2) = MCT(2): MC(3) = MCT(3): MC(4) = MCT(4): MC(5) = 0
      MC(6) = AH / GMF(6): MA(1) = MAT(1): MA(2) = MAT(2): MA(3) = 0
      MA(4) = KW * ACWAT / AH / GXF(4):MA(6) = TCAR - MA(4) + MC(6)
      MA(6) = MA(6) / (2 + (KHCO3 * GXF(6) * AH / GXF(5)))
      MA(5) = KHCO3 * MA(6) * GXF(6) * AH / GXF(5)
      MN(1) = MA(6) * GXF(6) * AH * AH / KCO3 / ACWAT / GNF(1): MN(2) = 0: MN(3) = 0
 ELSEIF DUMA$ = "E" THEN
      MC(1) = MCT(1): MC(2) = MCT(2):MC(6) = AH / GMF(6): MA(1) = MAT(1)
      MA(2) = MAT(2) / (1 + (KHSO4 * AH * GXF(2) / GXF(3)))
      MA(3) = KHSO4 * AH * MA(2) * GXF(2) / GXF(3):MA(4) = KW * ACWAT / AH / GXF(4)
      MA(6) = TCAR - 2 * MN(2) - 2 * MN(3) - MA(4) - MC(5) + MC(6) + MA(3)
      MA(6) = MA(6) / (2 + (KHCO3 * GXF(6) * AH / GXF(5)))
      MA(5) = KHCO3 * MA(6) * GXF(6) * AH / GXF(5)
      MC(3) = MCT(3) / (1 + (KCACO3 * GMF(3) * MA(6) * GXF(6) / GNF(2)))
      MC(4) = 1 + (KMGOH * GMF(4) * MA(4) * GXF(4) / GMF(5))
      MC(4) = MC(4) + (KMGCO3 * GMF(4) * MA(6) * GXF(6) / GNF(3)): MC(4) = MCT(4) / MC(4)
      MC(5) = KMGOH * MC(4) * GMF(4) * MA(4) * GXF(4) / GMF(5)
      MN(1) = MA(6) * GXF(6) * AH * AH / KCO3 / ACWAT / GNF(1)
      MN(2) = KCACO3 * MC(3) * GMF(3) * MA(6) * GXF(6) / GNF(2)
      MN(3) = KMGCO3 * MC(4) * GMF(4) * MA(6) * GXF(6) / GNF(3)
   END IF
   SUMDIF = 0
   FOR J = 1 TO 6
      DIFA = ABS(TEMA(J) - MA(J)): DIFC = ABS(TEMC(J) - MC(J)): SUMDIF = SUMDIF + DIFA + DIFC
   NEXT
   PRINT "Iterasyon toplam farki"; SUMDIF
   SUM = 0
   FOR J = 1 TO NC
      CI1 = MC(J) * (ZM(J) ^ 2)    ' I hesapla
      CI2 = MA(J) * (ZX(J) ^ 2): SUM = SUM + CI1 + CI2
   NEXT
   I = .5 * SUM: SQI = SQR(I)
   PRINT "Iyonik guc="; I
   TO1 = 0: TO2 = 0        'yuk dengesini hesapla
   FOR J = 1 TO NC
      B1 = MC(J) * ABS(ZM(J)): TO1 = TO1 + B1 : B2 = MA(J) * ABS(ZX(J)): TO2 = TO2 + B2
   NEXT
   CBE = (ABS((TO1 - TO2) / (TO1 + TO2))) * 100
   PRINT "Yuk dengesi="; CBE
   GOSUB FFUN
   GOSUB OSMO
   IF DUMA$ = "H" THEN
      PRINT ; TAB(20); "  GAMA T"; TAB(35); "MOLALITE T"
   ELSEIF DUMA$ = "E" THEN
      PRINT ; TAB(20); "  GAMA S"; TAB(35); "MOLALITE S"
   END IF
   GOSUB KATYON
   GOSUB ANYON
   GOSUB NOTR
   IF SUMDIF < TOLER THEN GOSUB DI
   IF SUMDIF < TOLER THEN GOSUB CIKTI
   FOR J = 1 TO 6
      TEMA(J) = MA(J): TEMC(J) = MC(J)
   NEXT
```

```
NEXT
IF ITER >= ITMAX THEN PRINT "Maximum iterasyon sayisi gecti cozum yok"
END
'*************************************************************************
FFUN:
PRINT "F fonksiyonunu hesapliyor ..."
'Z denklemi
SUMZ = 0
FOR J = 1 TO 6
    Z1 = MC(J) * ABS(ZM(J)) + MA(J) * ABS(ZX(J)): SUMZ = SUMZ + Z1
NEXT
Z = SUMZ
'D-H
y = SQI / (1 + BG * SQI):DD = (2 / BG) * LOG(1 + BG * SQI):FF = -AG * (y + DD)
'F
FSUM1 = 0
FOR C = 1 TO NC
    FOR A = 1 TO NA
        KAT = C: ANI = A
        GOSUB GFUN
        BCAP = (BET1(C, A) * GP1 / I) + (BET2(C, A) * GP2 / I)
        FSUM1 = FSUM1 + (MA(A) * MC(C) * BCAP)
    NEXT
NEXT
FSUM2 = 0
FOR C = 1 TO NC - 1
    FOR CP = C + 1 TO NC
        ZFE1 = ZM(C): ZFE2 = ZM(CP)
        GOSUB ZFE
        ETHEPR = MC(C) * MC(CP) * ETHEPR:FSUM2 = FSUM2 + ETHEPR
  NEXT
NEXT
FSUM3 = 0
FOR A = 1 TO NA - 1
    FOR AP = A + 1 TO NA
        ZFE1 = ZX(A): ZFE2 = ZX(AP)
        GOSUB ZFE
        ETHEPR = MA(A) * MA(AP) * ETHEPR:FSUM3 = FSUM3 + ETHEPR
  NEXT
NEXT
F = FF + FSUM1 + FSUM2 + FSUM3
RETURN
END
'*************************************************************************
OSMO:
PRINT "Suyun aktivitesini hesapliyor ..."
OS1 = -AG / (1 + BG * SQI):OS1 = OS1 * I ^ (3 / 2):OS2 = 0
FOR C = 1 TO NC
    FOR A = 1 TO NA
        ALPH = 1.4 * SQI
        IF ABS(ZM(C)) = 1 OR ABS(ZX(A)) = 1 THEN ALPH = 2 * SQI
B0CA = BET0(C, A) + BET1(C, A) * EXP(-ALPH) + BET2(C, A) * EXP(-12 * SQI)
        C0CA = C0(C, A) / (2 * SQR(ABS(ZM(C) * ZX(A))))
        OS2 = OS2 + MA(A) * MC(C) * (B0CA + (Z * C0CA))
    NEXT
NEXT
OS3 = 0
FOR C = 1 TO NC - 1
    FOR CP = C + 1 TO NC
        ZFE1 = ZM(C): ZFE2 = ZM(CP)
        GOSUB ZFE
        DUM = C: M = C: C = CP:OS31 = 0
        FOR A = 1 TO NA
            GOSUB FICP
            OS31 = OS31 + T31
        NEXT
```

```
            FICAP0 = THECC + ETHE + I * ETHEPR
            C = DUM: OS3 = OS3 + MC(C) * MC(CP) * (FICAP0 + OS31)
        NEXT
    NEXT
    OS4 = 0
    FOR A = 1 TO NA - 1
        FOR AP = A + 1 TO NA
            ZFE1 = ZX(A): ZFE2 = ZX(AP)
            GOSUB ZFE
            DUM = A: X = A: A = AP: OS41 = 0
            FOR C = 1 TO NC
                GOSUB FIAP
                OS41 = OS41 + T31
            NEXT
            FICAP0 = THEAA + ETHE + I * ETHEPR: A = DUM
            OS4 = OS4 + MA(A) * MA(AP) * (FICAP0 + OS41)
      NEXT
    NEXT
    OS5 = 0
    FOR N = 1 TO NN
        FOR C = 1 TO NC
            OS5 = OS5 + MN(N) * MC(C) * NOTC(N, C)
        NEXT
    NEXT
    OS6 = 0
    FOR N = 1 TO NN
        FOR A = 1 TO NA
            OS6 = OS6 + MN(N) * MA(A) * NOTA(N, A)
        NEXT
    NEXT
    OSSUM = 0
    FOR C = 1 TO NC
        OSSUM = OSSUM + MC(C) + MA(C)
    NEXT
    OSMO = (2 / OSSUM) * (OS1 + OS2 + OS3 + OS4 + OS5 + OS6)
    OSMO = 1 + OSMO: LNWAT = -OSMO * 18.0152 * OSSUM / 1000
    ACWAT = EXP(LNWAT)
    PRINT "Suyun aktivitesi ="; ACWAT
    RETURN
    END
    '*************************************************************************
    KATYON:
    FOR M = 1 TO NC
        IF DUMA$ = "H" AND M = 5 THEN 43
        SUM1 = 0
        FOR A = 1 TO NA
            KAT = M: ANI = A
            GOSUB GFUN
            BMA = BET0(M, A) + BET1(M, A) * G1 + BET2(M, A) * G2
          CMA = C0(M, A) / (2 * SQR(ABS(ZM(M) * ZX(A))))
            T21 = MA(A) * (2 * BMA + (Z * CMA))
            SUM1 = SUM1 + T21
        NEXT
        SUM3 = 0
        FOR C = 1 TO NC
            SUM2 = 0
            FOR A = 1 TO NA
                GOSUB FICP
                SUM2 = SUM2 + T31
            NEXT
            ZFE1 = ZM(M): ZFE2 = ZM(C)
            GOSUB ZFE
            FICAP = THECC + ETHE: T32 = MC(C) * (2 * FICAP + SUM2): SUM3 = SUM3 + T32
        NEXT
        SUM4 = 0
        FOR A = 1 TO NA - 1
```

```
            FOR AP = A + 1 TO NA
                T41 = MA(A) * MA(AP) * FIM(A, AP, M):SUM4 = SUM4 + T41
            NEXT
        NEXT
        SUM5 = 0
        FOR C = 1 TO NC
            FOR A = 1 TO NA
                CCA = C0(C, A) / (2 * SQR(ABS(ZM(C) * ZX(A))))
                T51 = MC(C) * MA(A) * CCA: SUM5 = SUM5 + T51
            NEXT
        NEXT
        SUM6 = 0
        FOR N = 1 TO NN
            SUM6 = SUM6 + MN(N) * 2 * NOTC(N, M)
        NEXT
LNACC = (ZM(M) ^ 2 * F) + SUM1 + SUM3 + SUM4 + (ABS(ZM(M)) * SUM5) + SUM6
        GMF(M) = EXP(LNACC): AMF(M) = GMF(M) * MC(M)
        PRINT ; CAT$(M); TAB(20); GMF(M); TAB(35); MC(M)
43 NEXT
RETURN
END
'*************************************************************************
ANYON:
FOR X = 1 TO NC
        IF DUMA$ = "H" AND X = 3 THEN 44
        SUM1 = 0
        FOR C = 1 TO NC
            KAT = C: ANI = X
            GOSUB GFUN
            BXC = BET0(C, X) + BET1(C, X) * G1 + BET2(C, X) * G2
            CXC = C0(C, X) / (2 * SQR(ABS(ZX(X) * ZM(C))))
            T21 = MC(C) * (2 * BXC + (Z * CXC)): SUM1 = SUM1 + T21
        NEXT
        SUM3 = 0
        FOR A = 1 TO NA
            SUM2 = 0
            FOR C = 1 TO NC
                GOSUB FIAP
                SUM2 = SUM2 + T31
            NEXT
            ZFE1 = ZX(X): ZFE2 = ZX(A)
            GOSUB ZFE
            FICAP = THEAA + ETHE: T32 = MA(A) * (2 * FICAP + SUM2)
            SUM3 = SUM3 + T32
      NEXT
        SUM4 = 0
        FOR C = 1 TO NC - 1
            FOR CP = C + 1 TO NC
                T41 = MC(C) * MC(CP) * FIX1(C, CP, X)
                SUM4 = SUM4 + T41
            NEXT
        NEXT
        SUM5 = 0
        FOR C = 1 TO NC
            FOR A = 1 TO NA
                CAC = C0(C, A) / (2 * SQR(ABS(ZX(A) * ZM(C))))
                T51 = MA(A) * MC(C) * CAC: SUM5 = SUM5 + T51
            NEXT
        NEXT
        SUM6 = 0
        FOR N = 1 TO NN
            SUM6 = SUM6 + MN(N) * 2 * NOTA(N, X)
        NEXT
LNACC = (ZX(X) ^ 2 * F) + SUM1 + SUM3 + SUM4 + (ABS(ZX(X)) * SUM5) + SUM6
        GXF(X) = EXP(LNACC) : AXF(X) = GXF(X) * MA(X)
        PRINT ; AN$(X); TAB(20); GXF(X); TAB(35); MA(X)
```

```
44 NEXT
RETURN
END
'*************************************************************************
NOTR:
FOR N = 1 TO NN
      IF DUMA$ = "H" AND N <> 1 THEN RETURN
      SUM1 = 0
      FOR C = 1 TO NC
            SUM1 = SUM1 + MC(C) * 2 * NOTC(N, C)
      NEXT
      SUM2 = 0
      FOR A = 1 TO NA
            SUM2 = SUM2 + MA(A) * 2 * NOTA(N, A)
      NEXT
      GNF(N) = EXP(SUM1 + SUM2): ANF(N) = MN(N) * GNF(N)
      PRINT ; NOT$(N); TAB(20); GNF(N); TAB(35); MN(N)
NEXT
RETURN
END
'*************************************************************************
ZFE:
XIJ = 6 * ZFE1 * ZFE2 * AG * SQI : XX = XIJ: GOSUB FE: FIJ = FE: FIJPR = FEPR
XII = 6 * (ZFE1 ^ 2) * AG * SQI : XX = XII: GOSUB FE: FII = FE: FIIPR = FEPR
XJJ = 6 * (ZFE2 ^ 2) * AG * SQI : XX = XJJ: GOSUB FE: FJJ = FE: FJJPR = FEPR
ETHE = (ZFE1 * ZFE2 / (4 * I)) * (FIJ - .5 * FII - .5 * FJJ)
ETHEP1 = XIJ * FIJPR - .5 * XII * FIIPR - .5 * XJJ * FJJPR
ETHEPR = (-ETHE / I) + (ZFE1 * ZFE2 / (8 * I * I)) * ETHEP1
RETURN
END
'*************************************************************************
FE:
IF XX < 1 THEN
      ZF = 4 * (XX ^ (1 / 5)) - 2 : DZ = (4 / 5) * (XX ^ (-4 / 5))
      GOSUB INTEG
      FE = (XX / 4) - 1 + .5 * (B(1) - B(3))  'JX
      FEPR = .25 + .5 * DZ * (D(1) - D(3))    'JXP
END IF
IF XX >= 1 THEN
      ZF = (40 / 9) * (XX ^ (-1 / 10)) - (22 / 9) : DZ = (-40 / 90) * (XX ^ (-11 / 10))
      GOSUB INTEG
      FE = (XX / 4) - 1 + .5 * (B(1) - B(3)) : FEPR = .25 + .5 * DZ * (D(1) - D(3))
END IF
RETURN
END
'*************************************************************************
INTEG:
B(22) = 0: B(23) = 0: D(22) = 0: D(23) = 0
FOR K = 23 TO 3 STEP -1
      IF XX < 1 THEN
            B(K - 2) = ZF * B(K - 1) - B(K) + AM1(K - 2): D(K - 2) = B(K - 1) + ZF * D(K - 1) - D(K)
      END IF
      IF XX >= 1 THEN
            B(K - 2) = ZF * B(K - 1) - B(K) + AM2(K - 2):D(K - 2) = B(K - 1) + ZF * D(K - 1) - D(K)
      END IF
NEXT
RETURN
END
'*************************************************************************
GFUN:
X1 = 1.4 * SQI
IF ABS(ZM(KAT)) = 1 OR ABS(ZX(ANI)) = 1 THEN X1 = 2 * SQI
X2 = 12 * SQI:G1 = 2 * (1 - (1 + X1) * EXP(-X1)) / X1 / X1
G2 = 2 * (1 - (1 + X2) * EXP(-X2)) / X2 / X2
GP1 = -2 * (1 - (1 + X1 + (X1 * X1 / 2)) * EXP(-X1)) / X1 / X1
GP2 = -2 * (1 - (1 + X2 + (X2 * X2 / 2)) * EXP(-X2)) / X2 / X2
```

```
RETURN
END
'*************************************************************************
FICP:
IF M = 1 THEN
      T31 = MA(A) * FIX1(M, C, A) : THECC = THECCP(M, C)
      RETURN
END IF
   IF M = 2 THEN 11
   IF M = 3 THEN 12
   IF M = 4 THEN 13
   IF M = 5 THEN 14
   IF M = 6 THEN 15
11  IF C = 1 THEN
      T31 = MA(A) * FIX1(1, 2, A): THECC = THECCP(1, 2)
      RETURN
   END IF
   T31 = MA(A) * FIX1(M, C, A): THECC = THECCP(M, C)
   RETURN
12  IF C < 3 THEN
      T31 = MA(A) * FIX1(C, M, A): THECC = THECCP(C, M)
      RETURN
   END IF
   T31 = MA(A) * FIX1(M, C, A): THECC = THECCP(M, C)
   RETURN
13  IF C < 4 THEN
      T31 = MA(A) * FIX1(C, M, A): THECC = THECCP(C, M)
      RETURN
   END IF
   T31 = MA(A) * FIX1(M, C, A): THECC = THECCP(M, C)
   RETURN
14  IF C < 5 THEN
      T31 = MA(A) * FIX1(C, M, A): THECC = THECCP(C, M)
      RETURN
   END IF
   T31 = MA(A) * FIX1(M, C, A): THECC = THECCP(M, C)
   RETURN
15  IF C < 6 THEN
      T31 = MA(A) * FIX1(C, M, A): THECC = THECCP(C, M)
      RETURN
   END IF
   T31 = MA(A) * FIX1(M, C, A): THECC = THECCP(M, C)
RETURN
END
'*************************************************************************
FIAP:
IF X = 1 THEN
      T31 = MC(C) * FIM(X, A, C) : THEAA = THEAAP(X, A)
      RETURN
END IF
   IF X = 2 THEN 21
   IF X = 3 THEN 22
   IF X = 4 THEN 23
   IF X = 5 THEN 24
   IF X = 6 THEN 25
21  IF A = 1 THEN
      T31 = MC(C) * FIM(1, 2, C): THEAA = THEAAP(1, 2)
      RETURN
   END IF
   T31 = MC(C) * FIM(X, A, C): THEAA = THEAAP(X, A)
   RETURN
22  IF A < 3 THEN
      T31 = MC(C) * FIM(A, X, C): THEAA = THEAAP(A, X)
      RETURN
   END IF
   T31 = MC(C) * FIM(X, A, C): THEAA = THEAAP(X, A)
```

```
   RETURN
23  IF A < 4 THEN
      T31 = MC(C) * FIM(A, X, C): THEAA = THEAAP(A, X)
      RETURN
   END IF
   T31 = MC(C) * FIM(X, A, C): THEAA = THEAAP(X, A)
   RETURN
24  IF A < 5 THEN
      T31 = MC(C) * FIM(A, X, C): THEAA = THEAAP(A, X)
      RETURN
   END IF
   T31 = MC(C) * FIM(X, A, C): THEAA = THEAAP(X, A)
   RETURN
25  IF A < 6 THEN
      T31 = MC(C) * FIM(A, X, C): THEAA = THEAAP(A, X)
      RETURN
   END IF
   T31 = MC(C) * FIM(X, A, C): THEAA = THEAAP(X, A)
 RETURN
 END
'*************************************************************************
DI:
WAT = 95.6635
DGR(1) = MG(3) + XG(2) - MING(1): DGR(2) = MG(1) + 3 * MG(2) + 2 * XG(2) - MING(2)
DGR(3) = MG(3) + 2 * XG(1) + 6 * WAT - MING(3):DGR(4) = MG(3) + XG(6) - MING(4)
DGR(5) = 2 * MG(2) + XG(2) - MING(5):DGR(6) = MG(4) + 2 * XG(1) + 6 * WAT - MING(6)
DGR(7) = 2 * MG(1) + MG(4) + 2 * XG(2) + 4 * WAT - MING(7)
DGR(8) = MG(4) + 2 * XG(4) - MING(8):DGR(9) = 6 * MG(1) + 3 * XG(6) + 2 * XG(2) - MING(9)
DGR(10) = MG(3) + XG(6) - MING(10):DGR(11) = MG(3) + 2 * XG(1) + 4 * WAT - MING(11)
DGR(12) = 4 * MG(3) + 2 * XG(1) + 6 * XG(4) + 13 * WAT - MING(12)
DGR(13) = 4 * MG(3) + 2 * XG(1) + 2 * XG(4) + WAT - MING(13)
DGR(14) = MG(2) + MG(4) + 3 * XG(1) + 6 * WAT - MING(14)
DGR(15) = MG(3) + MG(4) + 2 * XG(6) - MING(15):DGR(16) = MG(4) + XG(2) + 7 * WAT - MING(16)
DGR(17) = MG(3) + 2 * MG(1) + 2 * XG(6) + 5 * WAT - MING(17)
DGR(18) = 2 * MG(1) + MG(3) + 2 * XG(2) - MING(18)
DGR(19) = MG(3) + XG(2) + 2 * WAT - MING(19):DGR(20) = MG(1) + XG(1) - MING(20)
DGR(21) = MG(4) + XG(2) + 6 * WAT - MING(21)
DGR(22) = MG(2) + MG(4) + XG(1) + XG(2) + 3 * WAT - MING(22)
DGR(23) = MG(2) + XG(3) - MING(23):DGR(24) = MG(4) + XG(2) + WAT - MING(24)
DGR(25) = 4 * MG(1) + MG(3) + 3 * XG(2) + 2 * WAT - MING(25)
DGR(26) = 2 * MG(2) + MG(4) + 2 * XG(2) + 4 * WAT - MING(26):DGR(27) = MG(4) + XG(6) - MING(27)
DGR(28) = 2 * MG(4) + XG(1) + 3 * XG(4) + 4 * WAT - MING(28)
DGR(29) = MG(1) + XG(3) - MING(29):DGR(30) = 2 * MG(1) + XG(2) + 10 * WAT - MING(30)
DGR(31) = 8 * MG(2) + 6 * MG(6) + 7 * XG(2) - MING(31):DGR(32) = MG(1) + XG(5) - MING(32)
DGR(33) = 2 * MG(1) + XG(6) + 10 * WAT - MING(33):DGR(34) = MG(4) + XG(6) + 3 * WAT - MING(34)
DGR(35) = 2 * MG(2) + MG(4) + 2 * XG(2) + 6 * WAT - MING(35)
DGR(36) = 2 * MG(1) + MG(3) + 2 * XG(6) + 2 * WAT - MING(36)
DGR(37) = 2 * MG(2) + MG(4) + 2 * MG(3) + 4 * XG(2) + 2 * WAT - MING(37)
DGR(38) = MG(3) + 2 * XG(4) - MING(38):DGR(39) = 2 * MG(2) + XG(6) + 1.5 * WAT - MING(39)
DGR(40) = 8 * MG(2) + 4 * MG(6) + 6 * XG(6) + 3 * WAT - MING(40)
DGR(41) = MG(2) + MG(1) + XG(6) + 6 * WAT - MING(41)
DGR(42) = 2 * MG(2) + MG(1) + MG(6) + 2 * XG(6) + 2 * WAT - MING(42)
DGR(43) = 3 * MG(2) + MG(6) + 2 * XG(2) - MING(43):DGR(44) = 3 * MG(1) + MG(6) + 2 * XG(2) -
MING(44)
DGR(45) = 2 * MG(1) + XG(6) + 7 * WAT - MING(45):DGR(46) = MG(2) + XG(1) - MING(46)
DGR(47) = 2 * MG(2) + MG(3) + 2 * XG(2) + WAT - MING(47)
DGR(48) = 2 * MG(4) + MG(3) + 6 * XG(1) + 12 * WAT - MING(48)
DGR(49) = 2 * MG(1) + XG(2) - MING(49):DGR(50) = 2 * MG(1) + XG(6) + WAT - MING(50)
DGR(51) = 3 * MG(1) + MG(6) + 2 * XG(6) + 2 * WAT - MING(51)
FOR J = 1 TO MIN
      LOGK(J) = DGR(J) / LOG(10)
NEXT
IAP(1) = AMF(3) * AXF(2):IAP(2) = AMF(1) * AMF(2) ^ 3 * AXF(2) ^ 2
IAP(3) = AMF(3) * AXF(1) ^ 2 * ACWAT ^ 6:IAP(4) = AMF(3) * AXF(6)
IAP(5) = AMF(2) ^ 2 * AXF(2):IAP(6) = AMF(4) * AXF(1) ^ 2 * ACWAT ^ 6
IAP(7) = AMF(1) ^ 2 * AMF(4) * AXF(2) ^ 2 * ACWAT ^ 4:IAP(8) = AMF(4) * AXF(4) ^ 2
```

```
IAP(9) = AMF(1) ^ 6 * AXF(6) ^ 3 * AXF(2) ^ 2:IAP(10) = AMF(3) * AXF(6)
IAP(11) = AMF(3) * AXF(1) ^ 2 * ACWAT ^ 4: IAP(12) = AMF(3) ^ 4 * AXF(1) ^ 2 * AXF(4) ^ 6 * ACWAT
^ 13
IAP(13) = AMF(3) ^ 4 * AXF(1) ^ 2 * AXF(4) ^ 2 * ACWAT
IAP(14) = AMF(2) * AMF(4) * AXF(1) ^ 3 * ACWAT ^ 6:IAP(15) = AMF(3) * AMF(4) * AXF(6) ^ 2
IAP(16) = AMF(4) * AXF(2) * ACWAT ^ 7: IAP(17) = AMF(3) * AMF(1) ^ 2 * AXF(6) ^ 2 * ACWAT ^ 5
IAP(18) = AMF(1) ^ 2 * AMF(3) * AXF(2) ^ 2:IAP(19) = AMF(3) * AXF(2) * ACWAT ^ 2
IAP(20) = AMF(1) * AXF(1):IAP(21) = AMF(4) * AXF(2) * ACWAT ^ 6
IAP(22) = AMF(2) * AMF(4) * AXF(1) * AXF(2) * ACWAT ^ 3:IAP(23) = AMF(2) * AXF(3)
IAP(24) = AMF(4) * AXF(2) * ACWAT:IAP(25) = AMF(1) ^ 4 * AMF(3) * AXF(2) ^ 3 * ACWAT ^ 2
IAP(26) = AMF(2) ^ 2 * AMF(4) * AXF(2) ^ 2 * ACWAT ^ 4:IAP(27) = AMF(4) * AXF(6)
IAP(28) = AMF(4) ^ 2 * AXF(1) * AXF(4) ^ 3 * ACWAT ^ 4:IAP(29) = AMF(1) * AXF(3)
IAP(30) = AMF(1) ^ 2 * AXF(2) * ACWAT ^ 10:IAP(31) = AMF(2) ^ 8 * AMF(6) ^ 6 * AXF(2) ^ 7
IAP(32) = AMF(1) * AXF(5):IAP(33) = AMF(1) ^ 2 * AXF(6) * ACWAT ^ 10
IAP(34) = AMF(4) * AXF(6) * ACWAT ^ 3: IAP(35) = AMF(2) ^ 2 * AMF(4) * AXF(2) ^ 2 * ACWAT ^ 6
IAP(36) = AMF(1) ^ 2 * AMF(3) * AXF(6) ^ 2 * ACWAT ^ 2
IAP(37) = AMF(2) ^ 2 * AMF(4) * AMF(3) ^ 2 * AXF(2) ^ 4 * ACWAT ^ 2
IAP(38) = AMF(3) * AXF(4) ^ 2:IAP(39) = AMF(2) ^ 2 * AXF(6) * ACWAT ^ 1.5
IAP(40) = AMF(2) ^ 8 * AMF(6) ^ 4 * AXF(6) ^ 6 * ACWAT ^ 3
IAP(41) = AMF(2) * AMF(1) * AXF(6) * ACWAT ^ 6
IAP(42) = AMF(2) ^ 2 * AMF(1) * AMF(6) * AXF(6) ^ 2 * ACWAT ^ 2
IAP(43) = AMF(2) ^ 3 * AMF(6) * AXF(2) ^ 2:IAP(44) = AMF(1) ^ 3 * AMF(6) * AXF(2) ^ 2
IAP(45) = AMF(1) ^ 2 * AXF(6) * ACWAT ^ 7:IAP(46) = AMF(2) * AXF(1)
IAP(47) = AMF(2) ^ 2 * AMF(3) * AXF(2) ^ 2 * ACWAT
IAP(48) = AMF(4) ^ 2 * AMF(3) * AXF(1) ^ 6 * ACWAT ^ 12:IAP(49) = AMF(1) ^ 2 * AXF(2)
IAP(50) = AMF(1) ^ 2 * AXF(6) * ACWAT: IAP(51) = AMF(1) ^ 3 * AMF(6) * AXF(6) ^ 2 * ACWAT ^ 2
FOR J = 1 TO MIN
    IAP(J) = LOG(IAP(J)) / LOG(10): SI(J) = IAP(J) - LOGK(J)
NEXT
RETURN
END
'*************************************************************************
CIKTI:
'Sonuclari ekrana aktar
PCO2 = LOG(MN(1) * GNF(1) / .034225) / LOG(10):PRINT TITLE$
PRINT "ITERASYON"; ITER:PRINT "Iyonik guc="; I
PRINT "Yuk dengesi="; CBE:PRINT "Suyun aktivitesi ="; ACWAT
PRINT "pH="; PH:PRINT "log pCO2="; PCO2
    IF DUMA$ = "E" THEN
PRINT ; TAB(7); "MOLALITE S"; TAB(22); "GAMA S"; TAB(36); "AKTIVITE"
    ELSEIF DUMA$ = "H" THEN
PRINT ; TAB(7); "MOLALITE T"; TAB(22); "GAMA T"; TAB(36); "AKTIVITE"
    END IF
    FOR M = 1 TO NC
    IF DUMA$ = "H" AND M = 5 THEN 33
PRINT ; CAT$(M); TAB(7); MC(M); TAB(22); GMF(M); TAB(36); AMF(M)
33   NEXT
    FOR X = 1 TO NA
    IF DUMA$ = "H" AND X = 3 THEN 34
PRINT ; AN$(X); TAB(7); MA(X); TAB(22); GXF(X); TAB(36); AXF(X)
34   NEXT
    FOR N = 1 TO NN
    IF DUMA$ = "H" AND N <> 1 THEN 35
PRINT ; NOT$(N); TAB(7); MN(N); TAB(22); GNF(N); TAB(36); ANF(N)
35   NEXT
    PRINT "DEVAM ETMEK ICIN HERHANGI BIR TUSA BASINIZ"
    DO:     LOOP WHILE INKEY$ = "":CLS
PRINT "Log doyguniuk indeksi"
FOR I = 1 TO MIN
PRINT MIN$(I); TAB(11); SI(I); TAB(26); MIN$(I + 1); TAB(36); SI(I + 1);
PRINT TAB(49); MIN$(I + 2); TAB(60); SI(I + 2):I = I + 2
NEXT
END
'*************************************************************************
```

Şevlerde hareketlerin izlenmesi için İnklinometre aletinin kullanımı ve bir örnek uygulama

Engin Ertürk H.Ü. Jeoloji Müh. Böl., Beytepe, Ankara

Bu çalışmada şev hareketlerinin izlenmesinde kullanılan ve hassas ölçüm olanağı sağlayan inklinometre aletinin tanıtımı yapılmış, diğer aletlerle karşılaştırılarak, kullanımı bir örnek uygulamayla sunulmuştur.

Örnek çalışma olarak Gerede - Ankara Otoyolunun inşaası sırasında 43 + 729 km'sinde açılmış olan bir kuyuda iki değişik tarihte ölçüm yapılmış ve hareketler izlenmiştir. Bu ölçümler sonucunda kuyunun 16.5 metresinde, beklenen NE - SW yönünde 11.59 mm'lik hareket belirlenmiş ve killi, doğal bir yarmada gerçekleşen bu kayma hareketinin önlenebilmesi için alınacak tedbirler yapımcı firma tarafından değerlendirilmiştir.

Giriş

Mühendislik yapılarının inşaası sırasında ve sonrasında ortamda oluşabilecek deformasyonların ve hareketlerin gözle veya aletlerle izlenmesi tasarımın önemli bir bölümünü oluşturur. Kaya ve zemin kütlelerinin veya bu kütleler üzerinde ya da içinde inşaa edilen mühendislik yapılarının izlenmesi amacıyla geliştirilmiş aletler genellikle; şev hareketlerinin izlenmesinde kullanılan aletler, yeraltısuyu basınçlarının ve yeraltısuyu seviyesindeki değişimlerin ölçülmesinde kullanılan aletler, kaya ve toprak basınçlarının ölçülmesinde kullanılan aletler ve zemindeki titreşimlerin izlenmesinde kullanılan aletler olmak üzere dört ana grupta toplanmaktadır (Franklin, 1977). Şevlerde, kayma yüzeyinin derinliğinin, konumunun ve şeklinin belirlenmesi, kayan kütle içinde yatay ve düşey yönde gelişen hareketlerin saptanması ve duraysızlığın sınırların tespit edilebilmesi için yüzeyde (geleneksel topoğrafik ölçümler, elektronik mesafe ölçerler, fotogrametrik yöntemler, yüzeye yerleştirilen ekstansometreler) ve yeraltıda (sondaj kuyularına yerleştirilen ekstansometreler ve eğim ölçen inklinometreler) kullanılan cihazlar geliştirilmiştir (Ulusay, 1995). Bu çalışmada, heyelanlar, geçici kazılar, toprak ve kaya veya dolgu barajlar, maden galerileri, şevler ve tünellerdeki yatay ve düşey hareketlerin izlenmesi, hareket yüzeyinin saptanması amacıyla Wilson tarafından 1952 yılında geliştirilmiş olan (Wilson ve Mikkelsen, 1977) ve yüzeyde kullanılan diğer yöntemlere göre daha yüksek hassasiyette ölçümler alabilen inklinometre cihazının kullanımının açıklanması ve bir örnek uygulamanın yorumu amaçlanmıştır.

Yüzeyden itibaren belirli derinliklerde oluşabilecek yatay ve düşey hareketlerin izlenmesinde güvenilir bir yöntem olarak kabul edilen inklinometre ölçümleri, yatay ve düşey olarak açılmış sondaj kuyularına yerleştirilecek 3 m boyunda, sıcağa karşı dayanıklı ve yüksek sıkışma dayanımına sahip plastik veya alüminyum boruların ilksel konumlarından olan sapmaların inklinometre cihazı aracılığıyla belirlenmesi esasına dayanır.

İnklinometre aleti

İnklinometrenin genel özellikleri

Yerleştirildikleri sondaj deliğinin eksenine dik yönde oluşan hareketlerin ölçülmesinde kullanılan inklinometreler yardımıyla düşey doğrultudaki deliğin iki tarafında 10 - 20°'lik sapmalar ölçülebilmekte, hareketin yeri, büyüklüğü ve yönü saptanabilmektedir. Uygulaması, sondaj kuyularına yerleştirilen ekstansometrelerden daha basit olan bu yöntem ile hareketlerin üçüncü boyutta da izlenmesi mümkündür. Bir tek inklinometre cihazı kullanılarak çok sayıda sondaj deliğinden ölçüm alınabilmekte ve ölçüm hassasiyetinin diğer yöntemlerden daha yüksek olması sebebiyle kaya kütlelerinde ve zeminde gelişebilecek çok yavaş hareketler de kaydedilebilmektedir. Ölçüm sırasında oluşabilecek önemli bir yerdeğiştirme sonucu aletin kuyu içinde kalabileceği bir risk ola-

rak değerlendirilmeli ve inklinometre borularının iç yüzeylerinde bulunan olukların pürüzlü olmasına ve aluminyum borularda sıkça rastlanan korozyon olayına bağlı olarak hatalı sonuçların ortaya çıkabileceği düşünülmelidir (Hanna, 1985).

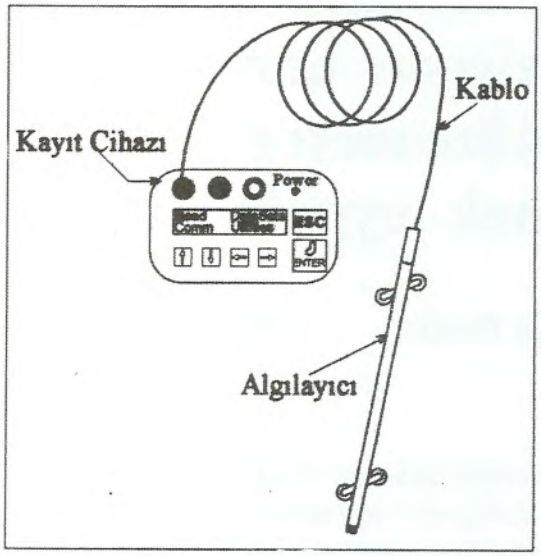
Şekil 1'de ayrıntıları verilmiş olan inklinometre aleti, algılayıcı (prob), kayıt cihazı ve bunlar arasındaki bağlantıyı sağlayan kablodan oluşur. Gövdesi paslanmaz çelikten yapılmış olan algılayıcıların 2 değişik tipi bulunmaktadır. Yanal yöndeki hareketlerin izlenmesinde kullanılan düşey inklinometre algılayıcıları (bkz. Şekil 1), bir tekerleklerin bulunduğu düzlemde diğeri ise bu eksene 90° dik durumda bulunan iki adet eksene sahiptir. Bu sayede boruda hem kuzey - güney hem de doğu - batı yönlerindeki sapmalar hesaplanabilir. Algılayıcıların çap ve boyları değişken olup, bu çalışmada 500 mm boyunda ve 25.4 mm çapında düşey inklinometre algılayıcısı kullanılmıştır. Algılayıcıdan alınan voltaj değerleri, algılayıcının uzun eksininin düşeyden olan sapması sonucu oluşan açıyla doğru orantılıdır (Şekil 2). Yatay inklinometre algılayıcıları ise düşey yönde meydana gelecek şişme ve oturma miktarlarının saptanmasında kullanılmakta olup, çap ve boyları yine değişebilmektedir (Gordon ve Mikkelsen, 1988).

Kayıt cihazı, algılayıcı kullanılarak kuyunun değişik derinliklerinden alınan verilerin saklanması amacıyla kullanılır (bkz. Şekil 1). İnklinometre sisteminde, algılayıcı ile kayıt cihazı birbirlerine, çelik bir kılıf ile çevrilmiş, esnek ve suya karşı oldukça dayanıklı, metrik ve İngiliz sistemine göre bölümlenmiş kablo ile bağlanmaktadır (bkz. Şekil 1).

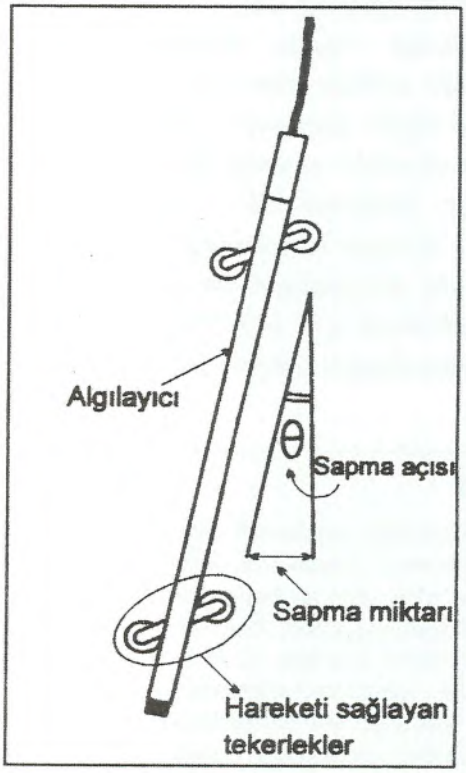
İnklinometre aletinin kullanımı

Yanal veya düşey yöndeki deformasyonların ölçülebilmesi için ilk olarak, hareketin beklendiği yerlere minimum 100 mm çapında sondaj kuyularının açılması gerekir. Açılan kuyuların deformasyona uğramasını ve inklinometre borularının kendi eksenleri etrafında hareket etmesini engellemek için, bentonit çamuru ile doldurulması gerekir.

Açılmış sondaj kuyularına inklinometre borularının yerleştirilmesi sırasında, Şekil 3'de gösterildiği gibi boruların iç yüzeylerinde bulunan ve birbirleriyle 90° açı yapan oluk çiftlerinden birisi A+, A- oluk çifti, diğeri ise B+, B- oluk çifti olarak kabul edilir. Algılayıcının daha kolay hareket etmesini ve yanal veya düşey yöndeki deformasyonların daha yüksek bir hassasiyet ve doğrulukta ölçülmesini sağlayan oluklardan A+, A- oluk çifti, A+ oluğu muhtemel hareketin referans yönü olacak şekilde, beklenilen hareket yönü ile aynı doğrultuya getirilir. Bu kurala uygun olarak yerleştirilen 3 m boyundaki inklinometre boruları birbirlerine özel bağ-



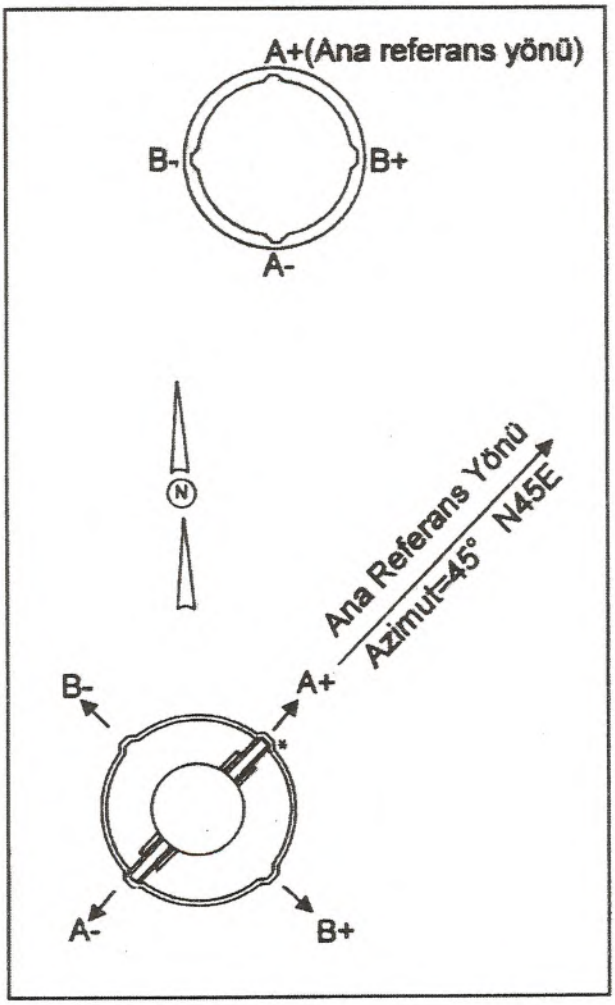
Şekil 1. Inklinometre aleti.



Şekil 2. Algılayıcının (prob) düşeyden sapması (Graham, 1989).

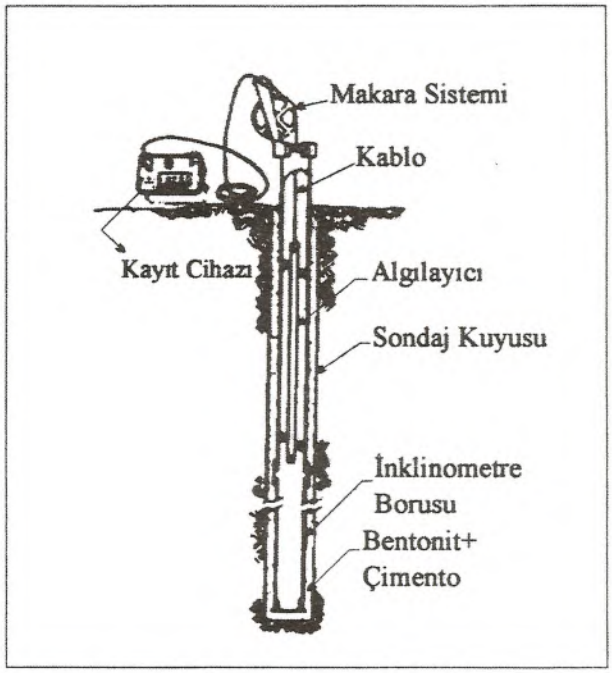
lantılarla eklenerek, kuyu içine kuyunun derinliği kadar boru indirilir (Şekil 4) (Gordon ve Mikkelsen, 1989).

İnklinometre borularının yerleştirilmesi tamamlandığında kuyu inklinometre ölçümlerine hazır hale gelmiştir. Birinci grup ölçümlerin alınabilmesi için algıla-

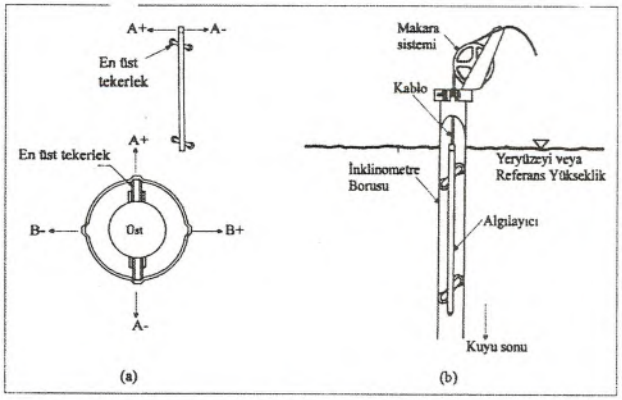


Şekil 3. İnklinometre borusunun detayları (Graham, 1989).

yıcının en üst tekerleği ana referans yönüne (A+ oluğuna) getirilmeli ve kayıt cihazı ile bağlantısı sağlanarak kuyu tabanına kadar yavaş ve dikkatli bir şekilde indirilmelidir (Şekil 5a ve b). Ölçümlerin hatasız alınabilmesi için algılayıcının kuyu tabanına temas etmesi gerekir. Kuyu tabanına indirilen algılayıcı, daha önceden karar verilen ve kayıt cihazına kaydedilen okuma aralığı kadar kablo ile yukarı çekilir ve kıskaç yardımıyla sabitlenir. Okuma aralıkları, ölçümlerin daha hassas yapılabilmesi için genellikle algılayıcının uzunluğu kadar alınır (500 mm.). Kayıt cihazının ekranında görülen ölçüm değerleri alete kaydedilir. Bu işlem kuyu başına kadar 0.5 m aralıklarla devam ettirilir ve A+, B+ ölçümleri kaydedilir. İnklinometre borularının düzensizliğinden veya aletin sürüklenmesinden dolayı oluşabilecek hatalı ölçümlerin giderilmesi veya en aza indirilebilmesi ve her derinlik için alınan ölçümlerin doğruluğunun kontrol edilebilmesi için, algılayıcı yüzeye çıktığında 180° çevrilerek tekrar kuyu tabanına indirilir ve ilk grup ölçümlerin alınması sırasında yapılan işlemler tekrarlanarak A-, B- ölçümleri kayıt cihazına yüklenir. Algıla-



Şekil 4. İnklinometre borularının yerleştirilmesi ve inklinometre aletinin genel özellikleri (Gordon ve Mikkelsen, 1988).



Şekil 5. İnklinometre aletinin kullanılması (Graham, 1989).

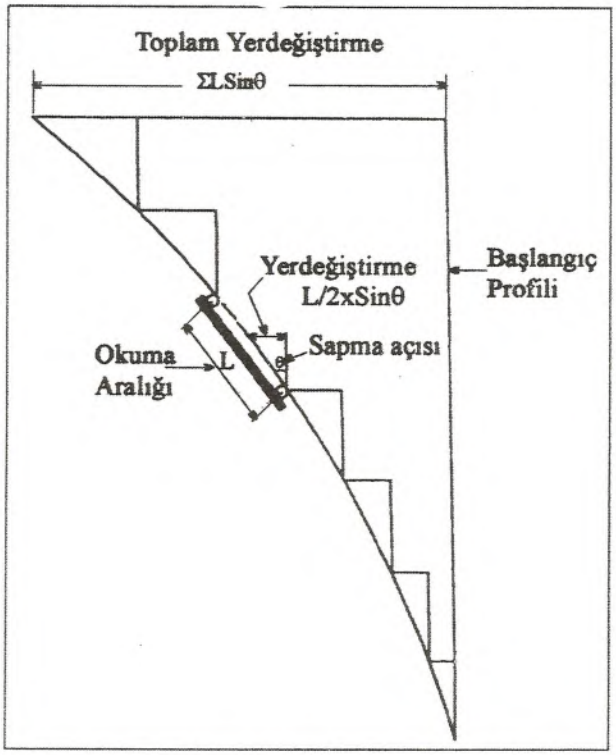
yıcının 180° çevrilmesine bağlı olarak aynı derinliklerden alınan A+, A- ve B+, B- değerleri birbirleriyle eşit büyüklükte fakat zıt işaretli olmalıdır. Ölçüm değerlerinin birbirlerinden farklılaşması, ölçüm hatasının arttığını gösterir.

İnklinometre ölçümlerinin ilki, sondaj kuyusunun eğri olarak açılmış olabileceği ve kayma hareketinin hızlı bir şekilde gelişebileceği olasılıkları göz önünde bulundurularak, kuyu açıldıktan ve içine inklinometre boruları yerleştirildikten hemen sonra yapılmalıdır. Kuyu herhangi bir harekete maruz kalmadan alınan bu ölçümden elde edilen veriler daha sonra yapılacak ölçümlerde referans olarak kullanılacaktır. Ölçüm aralığı, sondaj verilerinden yararlanılarak, beklenen kayma hareketinin hızına göre seçilmelidir. Hızlı bir hareketin

beklendiği sorunlu bölgelerde açılan kuyularda ölçüm aralıkları daha kısa seçilirken, daha yavaş bir kayma hareketinin beklendiği bölgelerde açılan kuyularda ise ölçüm aralıkları daha uzun seçilebilir.

İnklinometre ölçümelerine ait hesaplamalar

Muhtemel kayma yönü olarak kabul edilen A+ yönünde meydana gelebilecek yanal hareketlerin yeri ve büyüklüğü, farklı derinliklerdeki farklı sapma açılarının algılayıcı yardımıyla hesaplanması sonucu saptanabilmektedir (ASTM D4622 - 86). Kuyu tabanından itibaren her 0.5 m'de bir yukarı çekilen algılayıcı yardımıyla alınan ölçüm değerleri, gerçekte algılayıcının bulunduğu derinliklerde, algılayıcının uzun ekseninin, dolayısıyla inklinometre borusunun düşeyle yaptığı sapma miktarlarını gösterir (Şekil 6).



Şekil 6. İnklinometre prensibi ve hesaplamalar (Wilson ve Mikkelsen, 1977).

İki adet eksene sahip olan düşey inklinometre probları ile ilk ölçümler sonucu A+ ve B+, 180° çevrilmesiyle yapılan ikinci aşama ölçümlerde ise A- ve B- değerleri elde edilir. Kuyunun tabanından yüzeye doğru her 0.5 m'de bir kaydedilen A+, A-, B+, B- değerleri;

$$RDG\ (mm) = \pm\ (L/2) \times Sin\theta \qquad (1)$$

ilişkisiyle saptanmaktadır.

Burada;

RDG = Sapma miktarı

± = Hareketin yönü

L/2 = Algılayıcı (Prob) uzunluğunun yarısı (metrik algılayıcılarda 250 mm'dir)

θ = Algılayıcının uzun ekseninin düşeyle yapmış olduğu sapma açısıdır. (bkz. Şekil 3 ve 6).

Ölçüm değeri (sapma miktarı), sapma açısının sinüsü ile doğru orantılıdır. Diğer deyişle hareket, beklenen A+ yönünde giderek artıyorsa, θ açısı artacak bu da ölçüm değerinin artmasına neden olacaktır. 1 numaralı eşitlikle hesaplanan sapma miktarları, sapma açılarının küçük olmasına bağlı olarak çok küçük değerler olarak bulunacaktır. Kayıt işlemlerinin daha basite indirgenmesi ve birçok gereksiz sıfır rakamıyla işlem yapılmasını ortadan kaldırmak için 1 numaralı eşitlikten bulunan sapma miktarları 100 ile çarpılır.

$$RDG\ (10^{-2}\ mm) = (250 \times Sin\theta) \times 100 \qquad (2)$$

Algılayıcının en üst tekerleği A+ oluğunda iken kuyunun her 0.5 metresindeki sapma miktarları 2 numaralı eşitlik kullanılarak hesaplanır. Bu sapma miktarları algılayıcının orta noktasının bulunduğu derinliğe aittir. Algılayıcının alt tekerleğinin bulunduğu derinliklerdeki sapma miktarları ise, birinci grup ve algılayıcının 180° çevrilmesiyle yapılan ikinci grup ölçümler sonucu kuyunun aynı derinliklerde hesaplanan, eşit büyüklükte fakat zıt işaretli sapma miktarlarının farkı alınarak bulunur.

Yukarıda anlatılan hesaplamaları basitleştirebilmek ve hesapları grafikler halinde gösterebilmek için Graham (1989) ve Sinco (1990) tarafından bilgisayar programları da hazırlanmıştır.

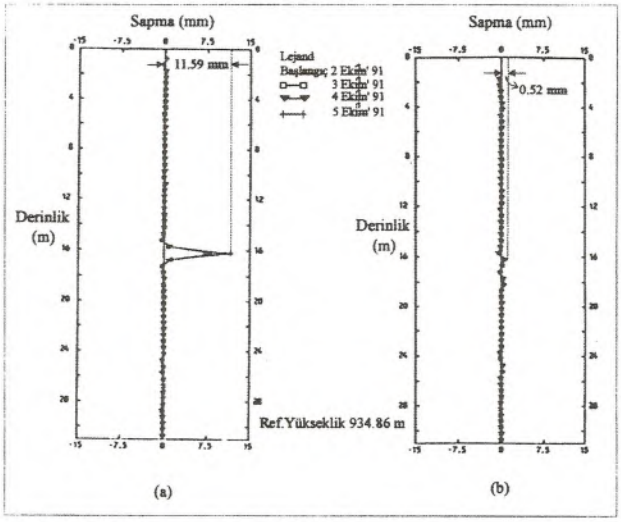
Grafiklerin çizdirilmesi

Arazide kayıt cihazına depolanmış ölçüm değerleri mevcut hazır programlar aracılığıyla bilgisayara yüklenir. Önce kuyunun her 0.5 metresinde bulunan sapma miktarları bir tablo şeklinde hesaplatılır. Bu işlemler belirlenen aralıklarda aynı kuyudan alınan ölçümler için de tekrarlanır. Bilgisayarın bu hesaplamalar sırasında yaptığı işlem, ilk ve ikinci ölçüm sonucu kuyunun aynı derinkillerinde hesaplanan sapma miktarlarını karşılaştırıp, bu ölçüm aralıkları süresince ortaya çıkabilecek hareketleri grafiksel olarak göstermektedir. Kuyudaki mevcut hareketleri üç değişik tipteki grafikte görmek mümkündür.

Artan yerdeğiştirme grafiği:

Bu grafik, her 0.5 m derinlikte meydana gelebilecek gerçek değişimleri gösterir. Yüzeyden itibaren kuyu kadar her 0.5 m derinlikteki değişim miktarlarının derinliğe bağlı olarak işaretlenmesi sonucu çizilen bir grafik-

tir. Bu grafik sayesinde kuyunun her metresindeki değişim miktarları gözlenebilirken, maksimum hareketin gerçekleştiği derinlikler de kolaylıkla belirlenir (Şekil 7).



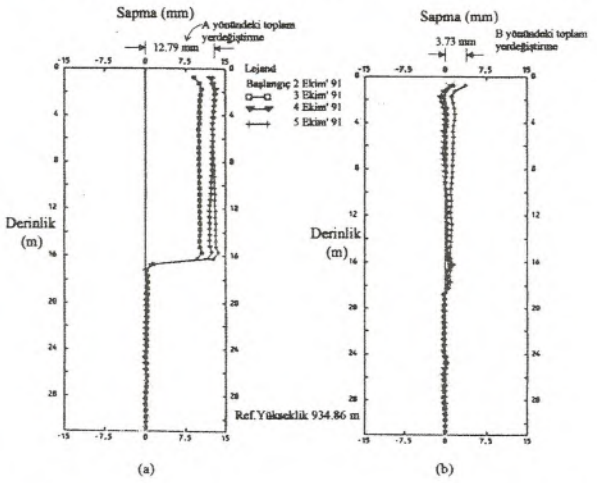
Şekil 7. Artan yerdeğiştirme grafiği, a) A yönünde, b) B yönünde.

Eklenerek artan değişim grafiği:

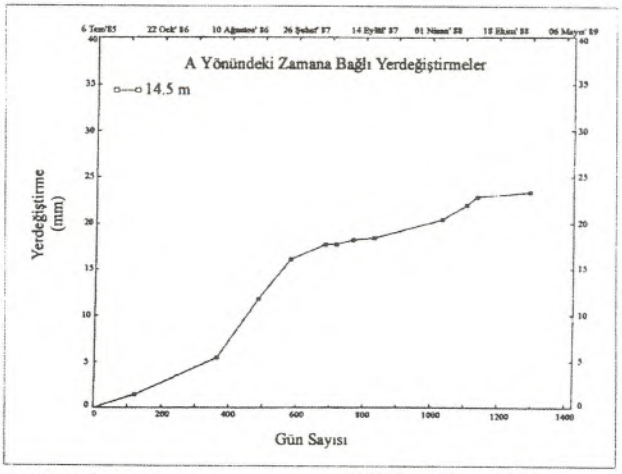
İlk grup ölçümlerden bu yana, kuyuda meydana gelebilecek değişimin toplam miktarı ve en büyük değişimin gerçekleştiği derinliğin tespit edilmesinde kullanılan grafik türüdür. Kuyu tabanından başlamak üzere yüzeye doğru her 0.5 m derinlikteki değişim miktarlarının toplanması ve derinliğe bağlı olarak işaretlenmesi ile çizilir (Şekil 8).

"Yerdeğiştirme - zaman" grafiği:

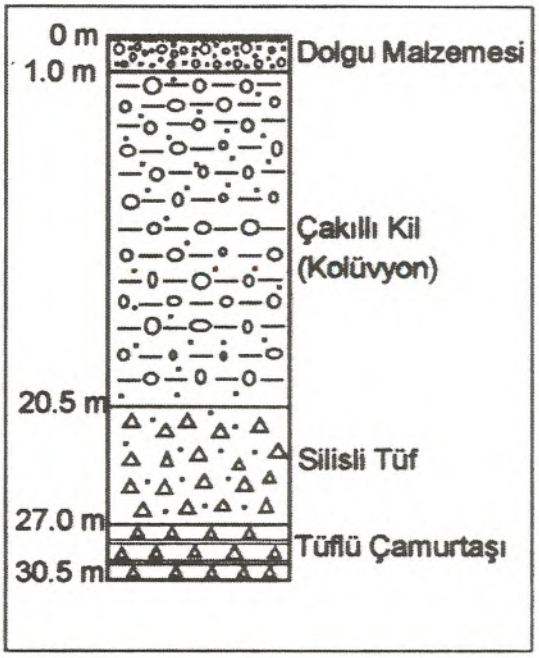
Bu grafik türü ise seçilmiş herhangi bir derinlikte zamana bağlı olarak artan hareket değişim miktarları-



Şekil 8. Eklenerek artan değişim grafiği, a) A yönünde, b) B yönünde.



Şekil 9. Yerdeğiştirme - zaman grafiği (Graham, 1989).



Şekil 10. 43 + 729 km. kuyu litolojisi.

nın izlenmesine yardımcı olur. "Yerdeğiştirme - zaman" grafiğinde, en büyük hareketin beklendiği derinlikteki değişim miktarının zamana bağlı olarak artışını görmek mümkündür (Şekil 9).

Örnek uygulama

Gerede - Ankara Otoyolunun yapımı sırasında 43 + 729 km'de açılmış ve Şekil 10'da kesiti verilmiş olan kuyuda 2 ve 5 Ekim 1991 tarihlerinde iki adet ölçüm yapılmıştır. (Çizelge 1 ve 2)

Sonuç olarak, 2 - 5 Ekim tarihleri arasındaki sürede A+ yönündeki (beklenen hareket yönü) sapma miktarı

Çizelge 1. 2 Ekim 1991 tarihinde alınmış ölçüm değerleri.

Birinci Grup Ölçümleri (Algılayıcının en üst tekerleği A+ oluğunda)		İkinci Grup Ölçümleri (Algılayıcının en üst tekerleği A- oluğunda)		Fark A	Fark B
A+	B+	A-	B-	(A+) - (A-)	(B+) - (B-)
+1789	-596	-1799	+622	+3588	-1218

35.88 mm'den 47.47 mm'ye çıkarken, B yönündeki sapma miktarı başlangıçta B- yönünde ve 12.18 mm iken ikinci ölçümde 11.66 mm'ye inmiştir. Buna göre;

A yönündeki değişim,

$Yerdeğiştirme_A$ = (+47.47) - (+35.88) = +11.59 mm (bkz. Şekil 8 ve 9)

B yönündeki değişim ise,

$Yerdeğiştirme_B$ =(-11.66) - (+12.18) = +0.52 mm olarak hesaplanmıştır (bkz. Şekil 8 ve 9).

"Yerdeğiştirme" büyüklüğünün işareti, kaymanın hangi yönde gerçekleştiğini gösterir. Yerdeğiştirmenin işareti "+" ise bu hareketin beklenen yönde, "-" ise beklenen yönün tersinde geliştiğini gösterir.

Yukarıda verilen örnek uygulamada inklinometre borusunun 16.5 metresinde A+ yönünde 11.59 mm, B+ yönünde ise 0.52 mm lik bir yerdeğiştirmenin olduğu görülmektedir. Sonuç olarak, killi, doğal bir yarmada gerçekleşen bu kayma hareketi oldukça hızlı bir hareket olarak nitelendirilmiş ve sonuçlar, alınabilecek tedbirlerin değerlendirilmesi için yapımcı firmaya gönderilmiştir.

Sonuçlar ve tartışma

İnklinometre aletinin kullanımının sunulduğu ve örnek bir uygulamaya ait sonuçların değerlendirildiği bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmişti.

a) Önemli mühendislik yapılarında mm boyutunda dahi oluşacak hareketlerin izlenmesinde kullanılabilecek aletlerden biri de inklinometredir. Yerleştirildikleri sondaj deliğinin eksenine dik yönde oluşan hareketlerin izlenmesinde kullanılan inklinometreler yardımıyla, hareketin yeri, büyüklüğü ve yönü saptanabilmektedir.

b) Bir tek inklinometre cihazı kullanılarak çok sayıda sondaj deliğinden ve değişik derinliklerden ölçüm alınabilmekte ve ölçüm hassasiyetinin yüksek olması sebebiyle kaya kütlelerinde ve zeminde gelişebilecek çok yavaş hareketler de kaydedilebilmektedir.

Çizelge 2. 5 Ekim 1991 tarihinde alınmış ölçüm değerleri.

Birinci Grup Ölçümleri (Algılayıcının en üst tekerleği A+ oluğunda)		İkinci Grup Ölçümleri (Algılayıcının en üst tekerleği A- oluğunda)		Fark A	Fark B
A+	B+	A-	B-	(A+) - (A-)	(B+) - (B-)
+2380	-564	-2367	+602	+4747	-1166

c) Yüksek hassasiyette ölçümler alabilen inklinometre aleti oldukça pahalı olup, ölçüm sırasında oluşabilecek önemli bir yerdeğiştirme sonucu aletin kuyu içinde kalabileceği önemli bir risk olarak değerlendirilmelidir.

d) Yapılan örnek uygulamada kuyunun 16.5. metresinde beklenilen yönde 11.59 mm'lik bir kayma hareketi belirlenmiş ve hareketin önlenebilmesi için alınabilecek tedbirler yapımcı firma tarafında değerlendirilmiştir.

KATKI BELİRTME

Arazi çalışmaları ve hesaplamalar sırasındaki yardımlarından dolayı Jeoloji Mühendisi Birol Kurucuoğlu'na ve görüşlerinden yararlandığım Doç. Dr. Reşat Ulusay ve Jeoloji Yüksek Mühendisi Candan Gökçeoğlu'na teşekkür ederim.

DEĞİNİLEN BELGELER

A.S.T.M., 1991, Standart Test Method for Rock Mass Using Inclinometers, D 4622 - 86 A.S.T.M. Subcomittee D 18.12 on Rock Mechanics.

Franklin, J.A., 1977, The monitoring of structures in rock, Rock Mechanics Review, Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr., Vol. 14, Great Britain, p. 163 - 192.

Gordon, E.G. and Mikkelsen, P.E., 1988, Deformation measurements with inclinometers, Transportation Research Record 1169, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, 15 p.

Gordon, E.G. and Mikkelsen, P.E., 1989, Measurements of ground movement with inclinometers, Proceeding of the 4th. International Geotechnical Seminar, Field Instrumentation and Insitu, Nanyang Technical Institute, Singapore, p. 235 - 246.

Graham, P.J., 1989, GTILT Inclinometer data reduction computer program, Mitre Software Corporation, 9636 - 51 Ave 200 Alberta, Canada, 53 p.

Hanna, T. H., 1985, Field instrumentation in geotechnical engineering, Trans. Tech. Publ., 843 p.

Sinco, 1990, Data Mate Manager Software, Albion Place N. Seattle, U.S.A. 110 p.

Ulusay, R., 1995, Şev stabilitesinde hareket izleme çalışmalarının önemi, yeri ve uygulamadan örnekler, M.T.A. Genel Müd. Konferans Notları, Ankara, 46 s.

Wilson, S.D. and Mikkelsen, P.E., 1977, Foundation instrumentation: Inclinometers Report FHWA TS - 77 - 219, U.S. Department of Transportation, 96 p.

17 Ocak 1995 Hyogo Ken Nanbu depreminde (Japonya) gözlenen faylanmalar ve oluşan deprem dalgalarının özellikleri

Ömer Aydan Tokai Üniversitesi, Shimizu, Japonya

17 Haziran 1995, saat 05.46'da Hyogo Prefecture'nin güney kesimlerinde Rihter ölçeğine göre 7.2 büyüklüğünde bir deprem meydana geldi. Deprem, 5550 den fazla can kaybına neden oldu ve binalar, köprüler, yüksek otobanlar ve demir yolları büyük hasara uğradı. Bu depremin episantrı 34.6° kuzey olarak saptanmıştır ve odak derinliği 14.3 km. dir.

Depremin sağ yanal doğrultu atımlı olarak oluştuğunu işaret eden sismik dalgalar, dünyanın çevresindeki değişik yörelerden kaydedildi. Bununla birlikte detaylı dalga analizi, Yokohoma şehir üniversitesinden Prof. Dr. Kikuchi tarafından yapılacak istif içinde 3 aktif fay saptanmıştır. Bunlar Nojima, Rokko ve Maya fay sistemleridir. Maksimum yanal ve düşey hareket Nojima fay sistemindedir, sağ yönlü doğrultu atımlı fayın yanal atımı 180 cm, düşey atımı 135 cm ölçülmüştür. Diğer faylardaki hareket; temel kayanın granit olması, yoğun kentleşme bölgesinde bulunmaları ve kalın alüvyon örtü nedeniyle tanımlanamamıştır. Rokko fay zonuna dahil olan Ocsuki fayı boyunca olan 15 cm lik hareketin tek bulgusu Sakurai ve diğ. (1995)'ne aittir. Yazarların makalesindeki hareketlere ilişkin örnekler, Rokko fay sistemi içinde yer alan Takarazuka, Nishinomiya ve Kobe şehirlerine aittir, bundan başka deprem dalgalarının sismik karakterleri sunulmuş ve fay mekanizması ile olan ilişkileri tartışılmıştır. Sonuçta Sakurai ve diğ. (1995) zemindeki kalıcı deformasyonu, yapısal dizayndan kaynaklandığını vurgulamışlardır. Deprem, off - shore depremlerinden olup, kıta içinde dalgalar halinde şiddetlenmekte ve yayılmaktadır.

Giriş

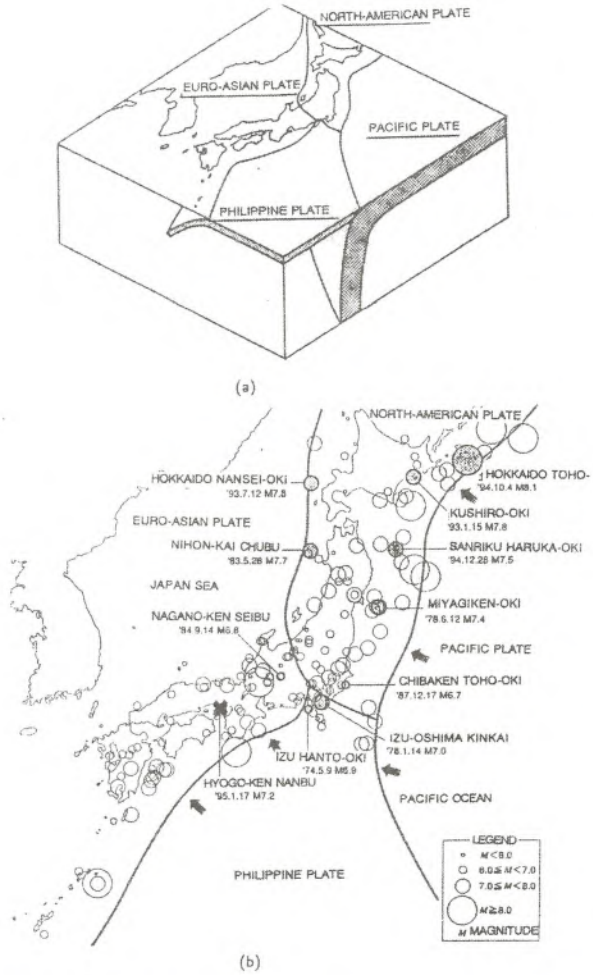
17 Ocak 1995'te Japonya'nın Hyogo Eyaletinin güneyinde Awaji Adası ile vilayet merkezi Kobe şehrinin bulunduğu Honshu Adası arasındaki Akashi Boğazında 7.2 büyüklükte bir deprem oluştu. Bu deprem yaklaşık 5500 kişinin ölümüne, çok sayıda bina, özellikle yükseltilmiş karayolları ile demiryollarında büyük hasarlara neden oldu. Bunun yanısıra, Dünyada örneği görülmemiş ölçüde sıvılaşma bütün deprem bölgesinde izlendi.

Bu çalışmada, ilk önce Japonya'nın bulunduğu bölgenin genel tektonik yapısı kısaca verilmektedir. Sonra depremin oluştuğu bölgenin jeolojisi ve tektonik yapısı anlatılmaktadır. Daha sonra, arazide gözlenmiş faylanmalar ve özellikleri verilmektedir. En son kısımda, faylanma mekanizmasına bağlı olarak oluşan deprem dalgaları ve özellikleri anlatılıp tartışılmaktadır.

Japonya'nın genel tektonik yapısı

Japonya dört büyük ada üzerine kurulmuş bir ülke olup, bu adalar kuzeyde Hokkaido, ortada Honshu, güneyde Kyushu ve güneydoğuda Shikoku olarak adlandırılmaktadır. Japonya'nın genel tektonik yapısı Şekil - 1a'da gösterilmiştir. Şekilden görüleceği üzere Japonya Kuzey Amerika Levhası ile Avrasya Levhası üzerinde olup, doğuda Pasifik ile güneyde Filipin Levhaları tarafından batıya doğru itilmekte ve depremlerin bu levhalar arasındaki çarpışmalardan kaynaklandığı varsayılmaktadır.

Şekil-1b'de son 20 yılda oluşan depremlerin yerleri ve büyüklükleri gösterilmiştir. Şekilden görüleceği üzere depremlerin büyük bir çoğunluğu levhaların çarpıştıkları ara yüzeylerde veya ara yüzeylere yakın üstteki levhada oluşmaktadır. Depremlerin şiddetleri büyükde olsa Japon adalarından uzak yerlerde oluşması, deprem dalgaları adalara ulaştıklarında yerkabuğunun viskoz özelliği nedeniyle şiddetleri azalmaktadır. Karasal dep-



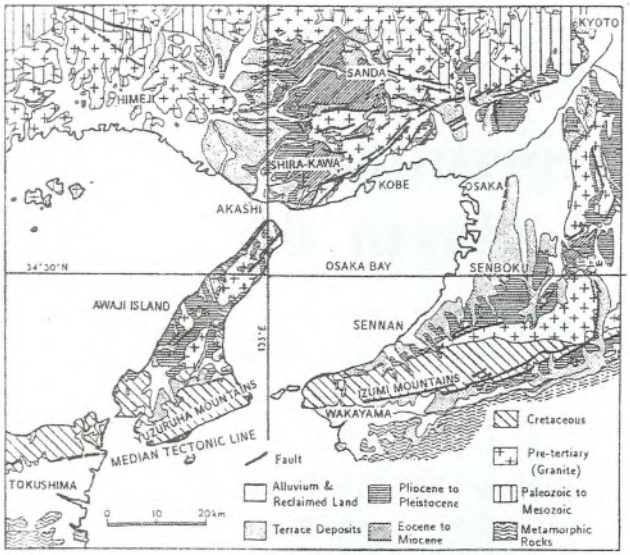
Şekil 1. (a) Japon adalarının tektonik yapısı (b) Son 20 yılda oluşan depremlerin yerleri ve büyüklüğü.

remlerin sayısı az olmakla beraber, Türkiye'de olduğu gibi, çok büyük can kaybı ile yapılarda hasarlara neden olmaktadır.

Deprem bölgesinin jeolojisi ve tektonik yapısı

Depremin olduğu bölge Kinki Bölgesi olarak adlandırılmaktadır. Levha 1a NASA tarafından 1972 yılında alınmış Kinki Bölgesinin uydu görüntüsünü ve Levha 1b ise depremden 3 gün sonra CNES tarafından alınmış Kobe şehri ve çevresinin uydu görüntüsünü göstermektedir. Levha-1a'daki görüntüye karşılık gelen jeolojik yapı ise Şekil-2'de verilmiştir. Kinki bölgesinin güneyinde Orta Tektonik Hat (Media Tectonic Line) olarak adlandırılan ters atımlı verev bir fay bulunmaktadır. Bu fay boyunca çok uzun bir süre herhangi bir deprem oluşmadığı için tektonik açıdan aktif olmadığı düşünülmektedir.

Orta Tektonik Hattın güneyindeki kısımda Orta Tektonik Hatta paralel olarak dinamik metamorfizmaya



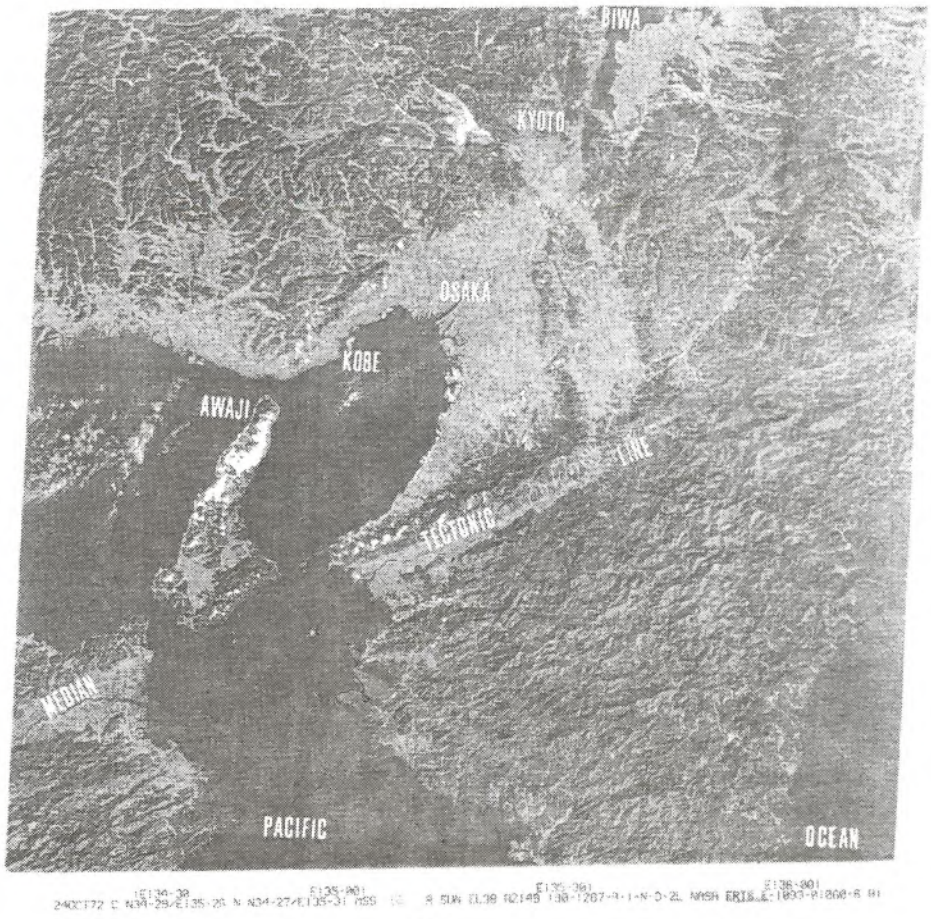
Şekil 2. Kinki bölgesinin jeolojisi.

uğramış yeşil şistler yer almaktadır. Orta Tektonik Hattın kuzeyindeki kısımda granitik kütleler temeli oluşturmakta ve bunların üzerinde tortul kökenli ardışık kumtaşı ve kiltaşı bulunmaktadır. Bunun yanısıra, Japon adalarının aktif volkanizması nedeniyle yer yer tüf kütleleri görülmektedir. Irmakların aktığı ve denize ulaştığı bölgelerde alüvyonlar granitik veya tortul kütleleri örtmektedir. Osaka körfezinin kıyılarında yapay dolgu oldukça yaygın olup, üç tane yapay dolgu ada bulunmaktadır. Bunlar Kobe şehrinde Port Adası ve Rokko Adası ve Osaka şehrinde Uluslararası yeni Kansai Havaalanı adası olarak adlandırılmaktadır.

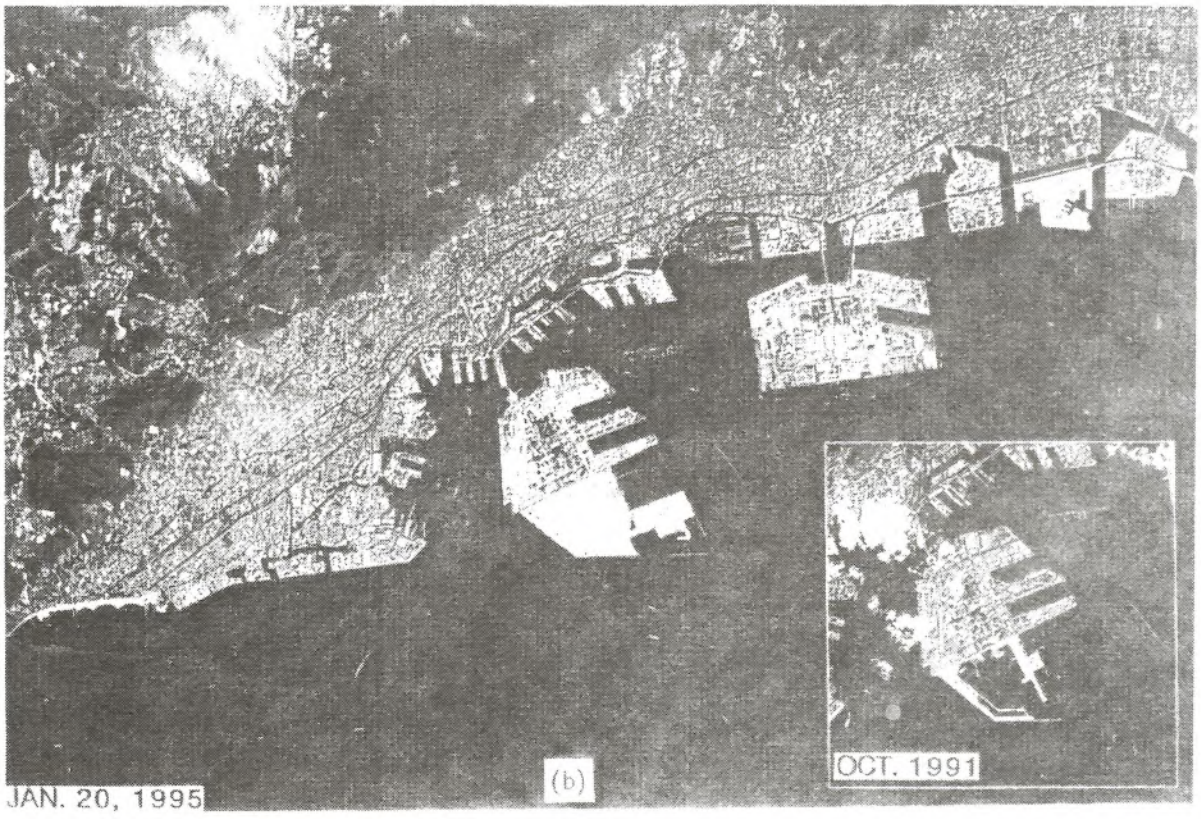
Awaji adası, uzun eksenine paralel iki sağ yanal atımlı faylar ile sınırlanmaktadır. Adanın batısındaki fay Nojima fayı olarak adlandırılmaktadır. Bu fayların doğrultusuna yakın olarak Honshu Adasında Rokko fay sistemi bulunmakta ve bu fay sistemi parçalı olarak çek - ayır sonucu oluşan Biwa gölü üzerinden Japon Denizi'ne ulaşmaktadır. Rokko fayı ile Awaji adası fayları arasında sağ basamaklı (right step) ve ters atımlı verev bir fay sistemi bulunmaktadır. Kobe şehri ve yakın çevresindeki faylar Şekil-3'de gösterilmiştir. Şekil-4'de Rokko dağı ile Ashiya ve Nishinomiya şehirlerinin kıyılarınıda kapsayan jeolojik bir kesit verilmiştir. Her iki şekilden de görüleceği üzere Kobe şehri ve çevresinde yoğun bir faylanma olup şehirleşmenin yaygın olduğu yerler alüvyonlar ile örtülmüş durumdadır. Ayrıca yumuşak tortul kütleler dağlara doğru giderek incelmekte kama gibi bir yapıya sahiptir.

Faylanma

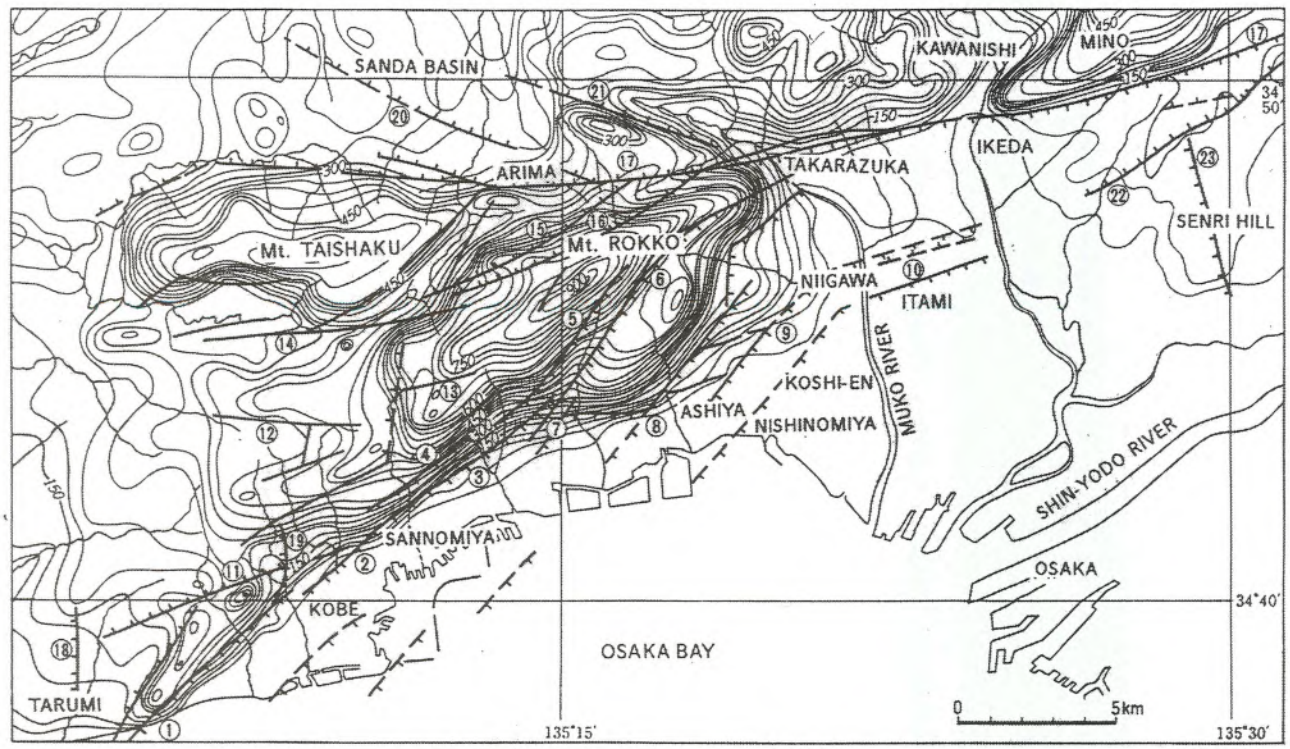
17 Ocak Depreminde arazide en belirgin kırılma Nojima fayı boyunca gözlendi. Yapılan arazi incelemelerinde bu fayın sağın yanal atımı yaklaşık olarak 180 cm ve düşey atımı 135 cm olarak ölçülmüştür (Lin ve



(a)

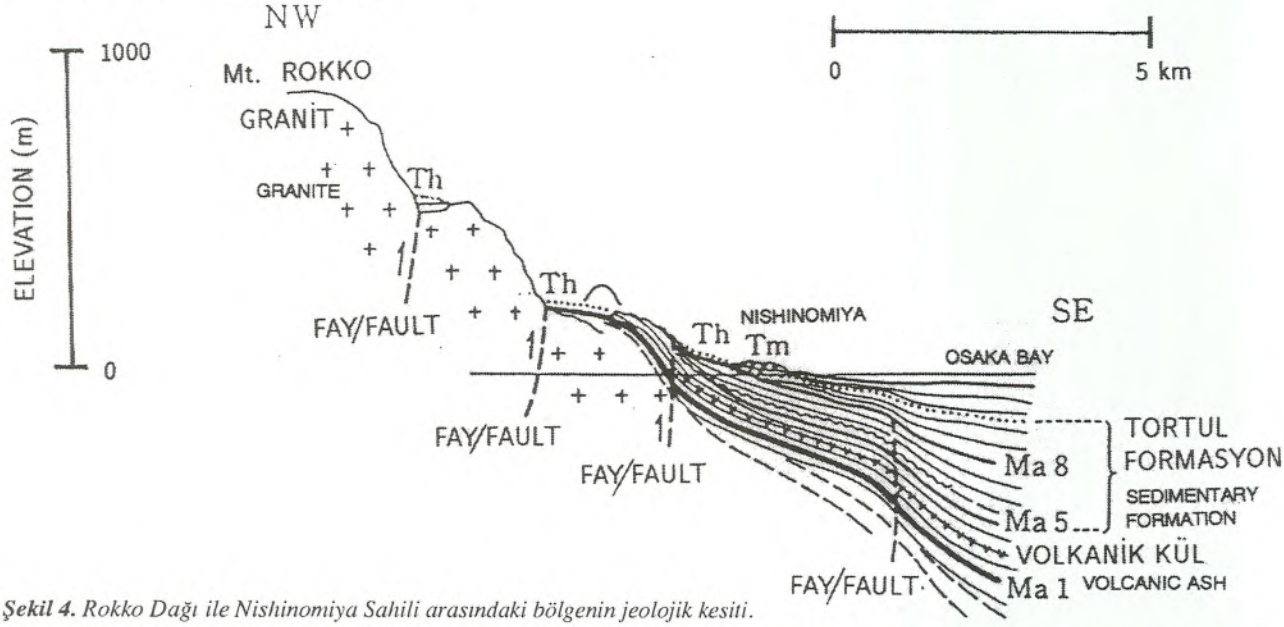


Levha 1. *(a) Kinki bölgesinin uydu görüntüsü. (b) Kobe Şehrinin depremden 3 gün sonraki uydu görüntüsü.*



(1) Suma (2) Egeyama (3) Suwayama (4) Nunobiki (5) Otsuki (6) Gosukebashi (7) Uzugamori (8) Ashiya (9) Koyo (10) Itami (11) Takatori-yama (12) Manpukuji (13) Kita-maya (14) Yamada (15) Ibayama (16) Yuokedani (17) Rokko (18) Takazuka-yama (19) Maruyama (20) Suzuran-dai (21) Najio (22) Onohara (23) Butsunen-ji

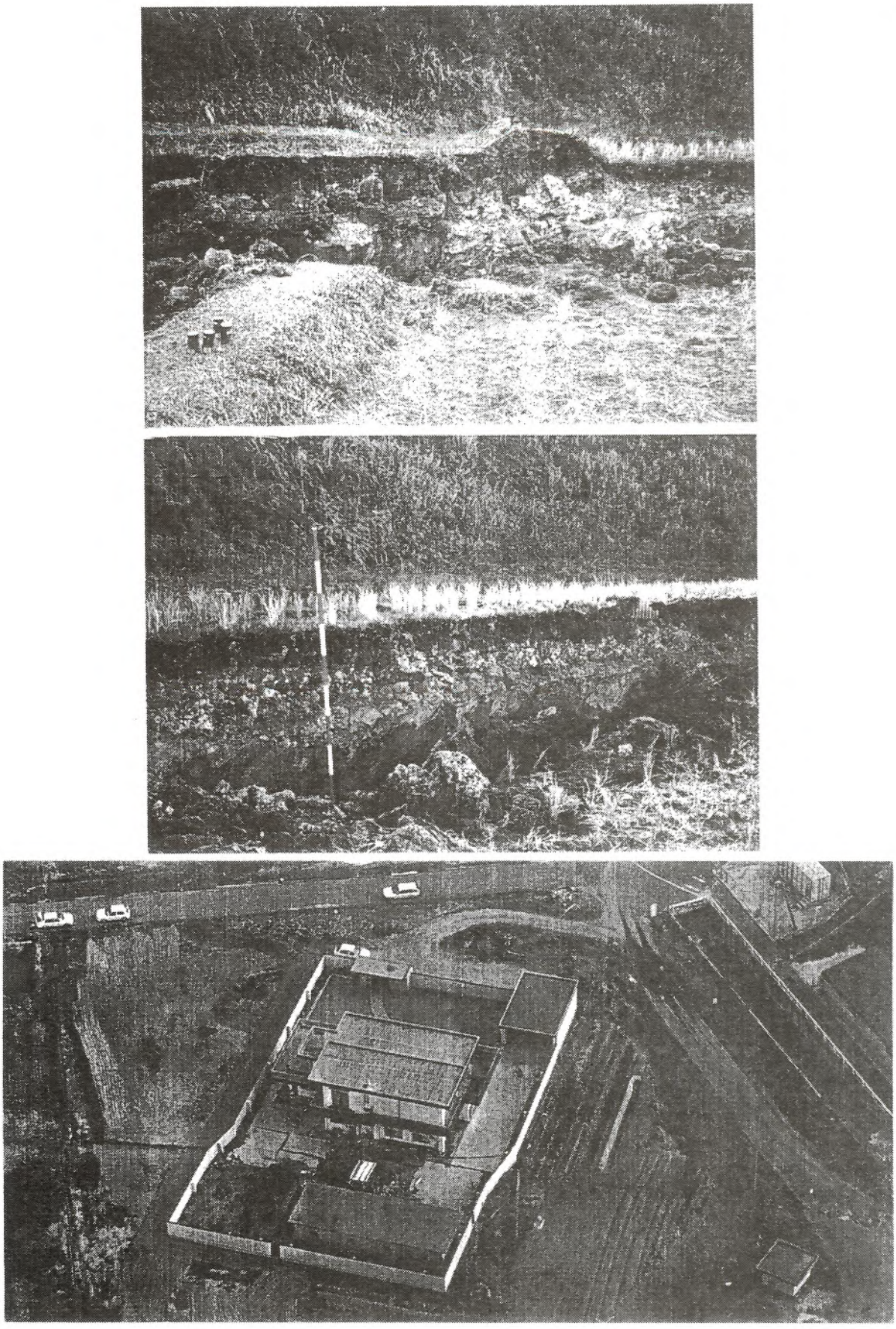
Şekil 3. Kobe şehri ve çevresindeki faylar.



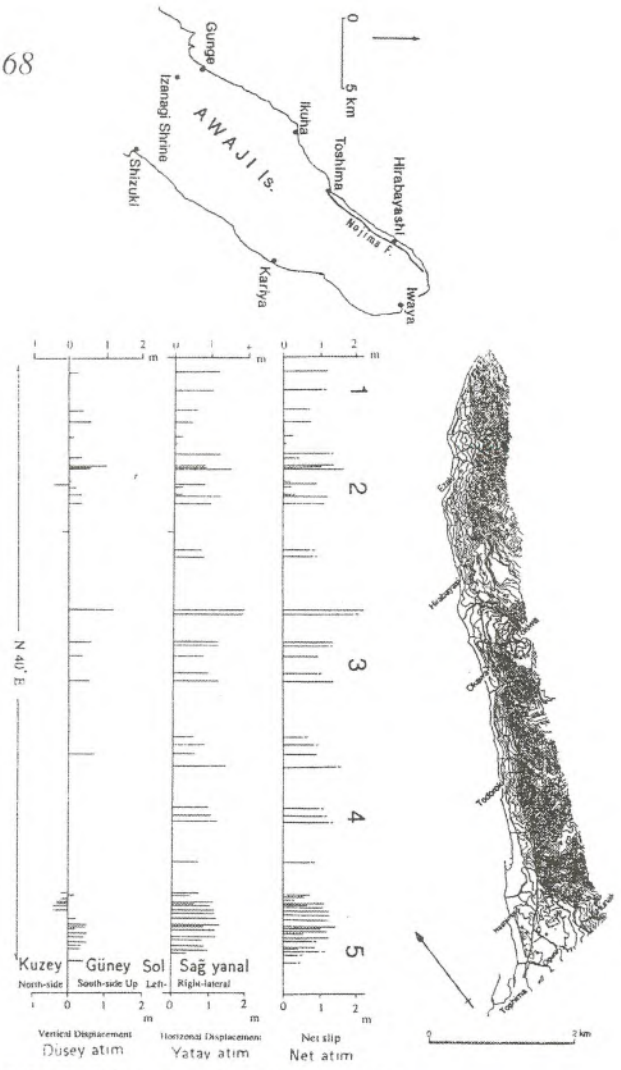
Şekil 4. Rokko Dağı ile Nishinomiya Sahili arasındaki bölgenin jeolojik kesiti.

diğ., 1995). Şekil-5 Awaji Adasında Nojima fayı boyunca yapılan ölçümleri göstermektedir. Bu fay boyunca olaşan yer değiştirmelerle ilgili birkaç görüntü Levha-2'de gösterilmiştir.

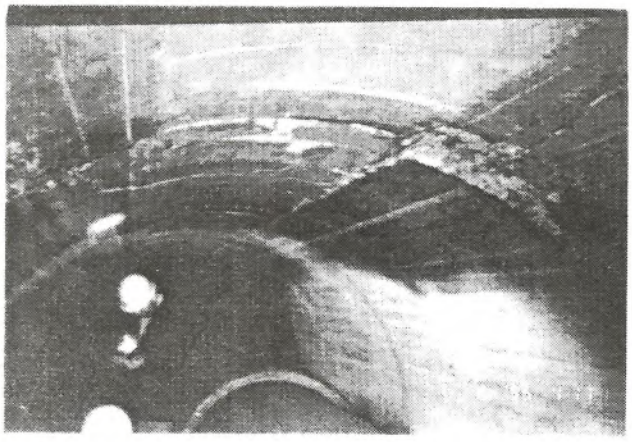
Nojima fayı depremın oluşumunu başlattığı ve diğer fayların hareketlenmesine neden olduğu yer fiziği uzmanlarınca ileri sürülmekle birlikte Kobe şehrinin bulunduğu Honshu adasındaki faylarda Nojima fayındaki gibi büyüklükte yer değiştirmeler gözlenememiştir.



Levha 2. *Nojima fayında oluşan atımlar ile ilgili görüntüler.*



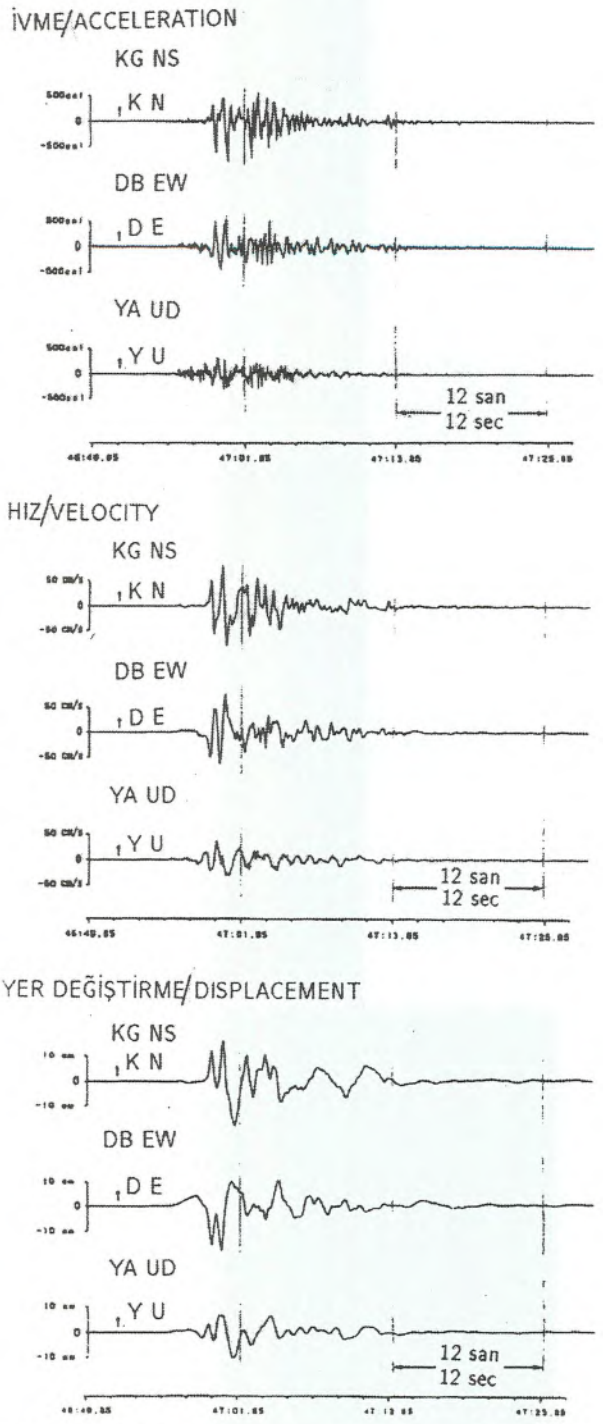
Şekil 5. Nojima fayında gözlenen atımlar.



Levha 3. Otsuki fayını üzerindeki Bantaki Tünelinin kaplamasında oluşan atım.

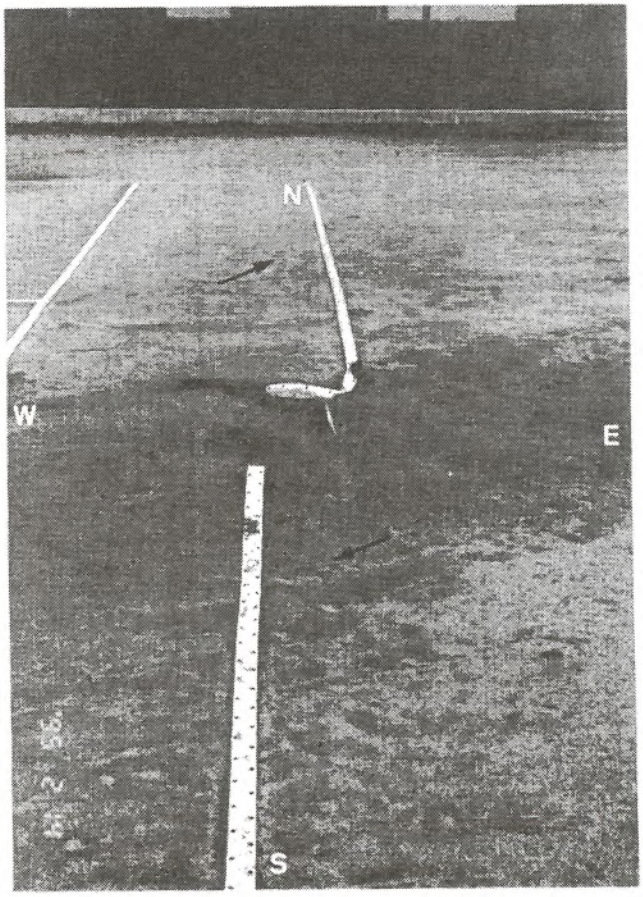
Buna neden olarak fayların, kalınlığı 1000 metreye kadar ulaşan alüvyonlarla örtülmüş olması (Şekil-4) ve yaygın bir şehirleşme fayların atımını izlemeyi engellediği düşünülmektedir.

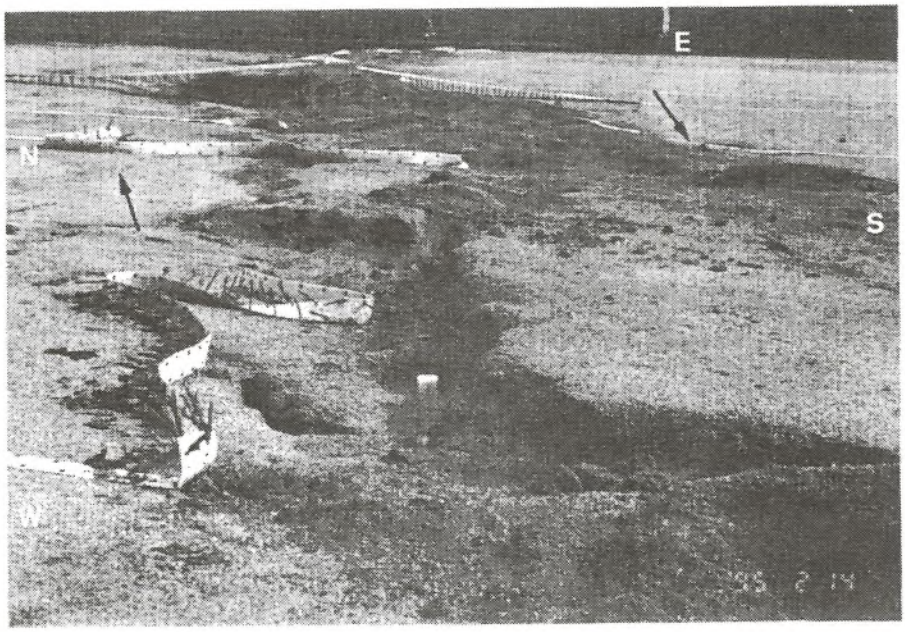
Şu ana kadar yapılan yerinde incelemelerde Rokko fay sistemine dahil olan Otsuki fayını kesen Bantaki tünelinde yanal olarak 15 cm'lik bir atımın olduğu Kobe



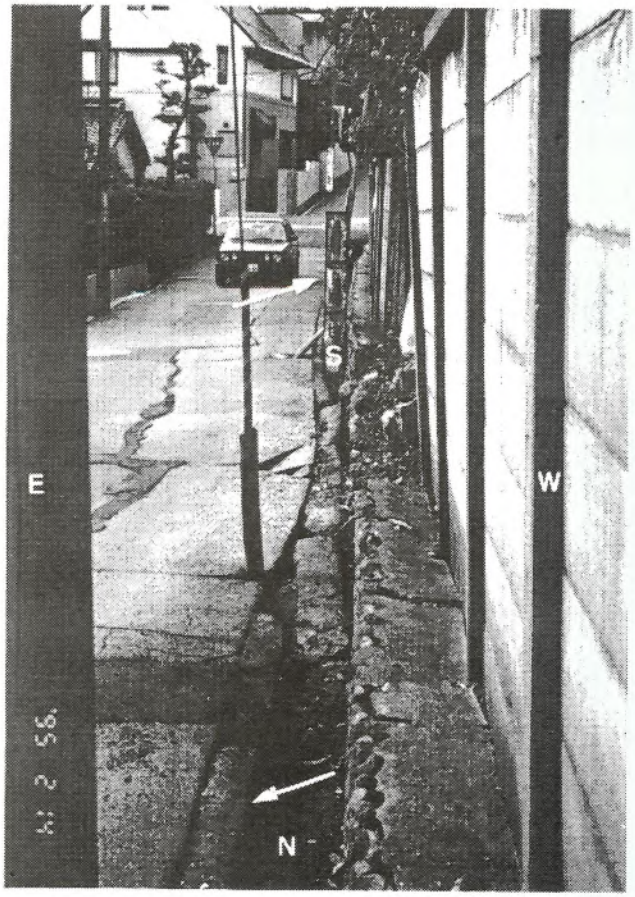
Şekil 6. Kobe Denizcilik Meteoroloji Kurumundaki ivme, hız ve yer değiştirme kayıtları.

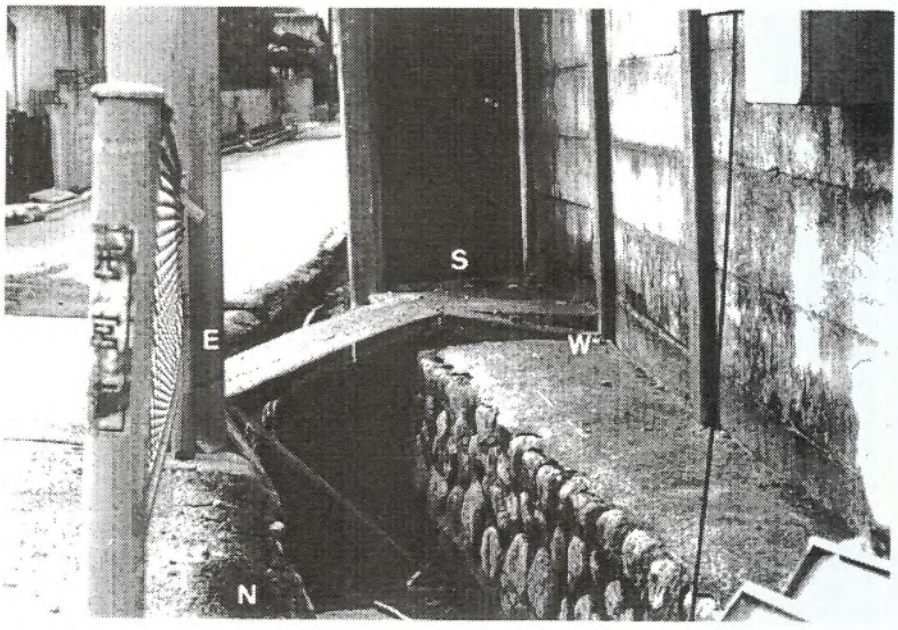
Üniversitesi araştırma ekibi tarafından bildirilmektedir (Sakurai ve diğ., 1995). Levha-3, tünelin kaplamasında olan hasarı ve göreceli yer değiştirmeyi göstermektedir. Bunun yanısıra, Hirano ve Fujita (1995) Rokko fay sistemine dahil olan Ashiya fayında 10 - 20 cm ve Goku-



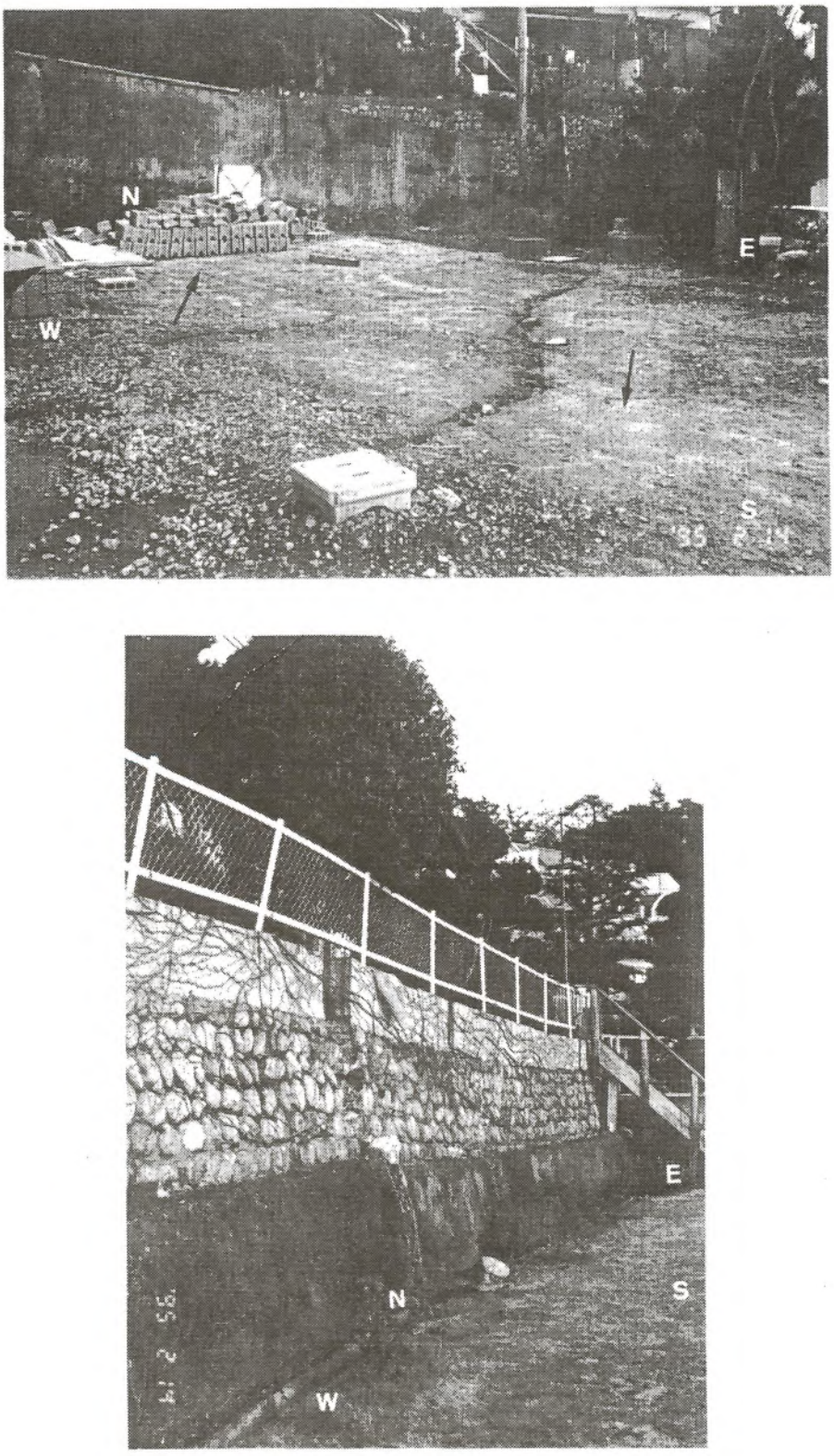


Levha 4. *Koyo fayında oluşan atımlar ile ilgili görüntüler (Takarazuka Şehri Niigawa - takadai).*

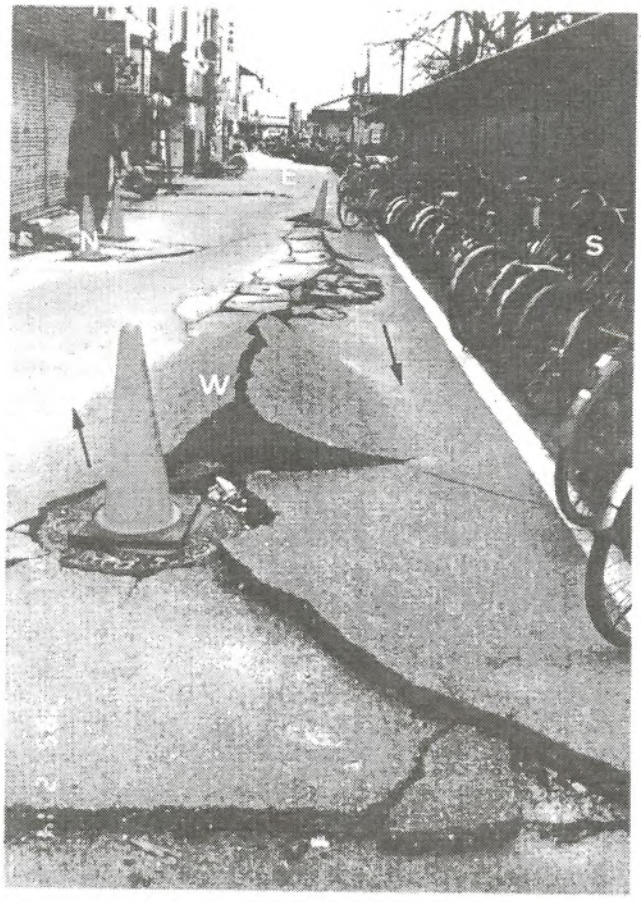




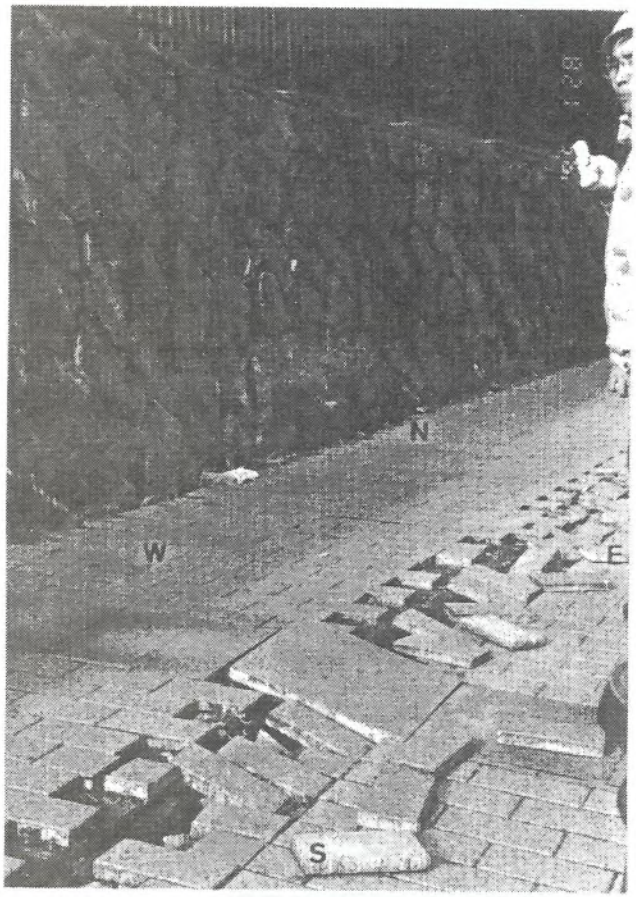
Levha 5. *Koyo fayında oluşan atımlar ile ilgili görüntüler (Nishinomiya Şehri Niigawa semti).*



Levha 6. *Koyo fayında oluşan atımlar ile ilgili görüntüler (Nishinomiya - Şehri Koto - en sentı).*



Levha 7. Koshi - en fayının atımlarından dolayı oluşan sıkışma ve açılma olguları ile ilgili görüntü (Nishinomiya - Şehri Koshi - en istasyonu).



Levha 8. Suwayama fayının atımlarından dolayı oluşan sıkışma ve açılma olguları ile ilgili görüntü (Kobe - Şehri Kitano semti).

sebashi fayında 5 - 30 cm'lik yanal atımların olduğunu bildirmektedir.

Yukarıda sözü edilen gözlemlerin yanısıra, yazar, şehir içerisinde yaptığı arazi incelemelerinde değişik yörelerde faylanmaların olduğunu gözlemiş, bu gözlemler aşağıda özetlenmiştir.

Levha-4'de, Takarazuka şehrinin Niigawa - Takadai semtinde (yer için Şekil-3'e bak) bir tenis sahasında gözlenen sağ yanal atımlı bir fayın iki değişik görüntüsü verilmiştir. Yanal atım yaklaşık olarak 35 cm olup güneydeki blokta 6 - 7 cm'lik ters düşey bir atım gözlenmiştir. Bu fay Rokko fay takınıma dahil olan Koyo fayının yüzeydeki bir belirtisi olarak düşünülmektedir.

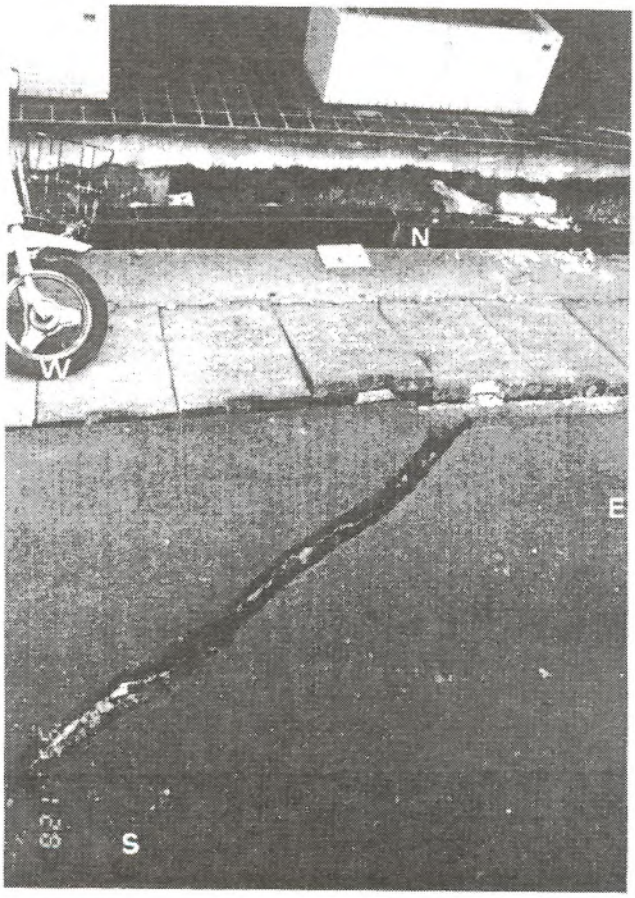
Levha-5'de Nishinomiya şehrinin Niigawa semtinde (yer için Şekil-3'e bak) bir sokakta sağ yanal atımlı bir fayın oluşturduğu yer değiştirme ile küçük bir köprüdeki bükülmenin görüntüsü verilmiştir. Yaklaşık olarak 15 cm'lik yanal bir atım gözlenmiştir. Bu fay Rokko fay takımına dahil olan Koyo fayının yüzeydeki bir belirtisi olarak düşünülmektedir.

Levha-6 Nishinomiya şehrinin Koto - en semtinde Shinkansen Rokko Tünelinin girişine yakın (yer için Şekil-3'e bak) bir alanda gözlenen Koyo fayının iki değişik sağ yanal faylanmalarını görüntülemektedir. Yanal atımlar yaklaşık olarak 5 - 15 cm olup 1 - 2 cm'lik ters düşey atımlar gözlenmiştir. Bu fay Rokko Tünelinin kaplamasında hasarlara neden olmuştur.

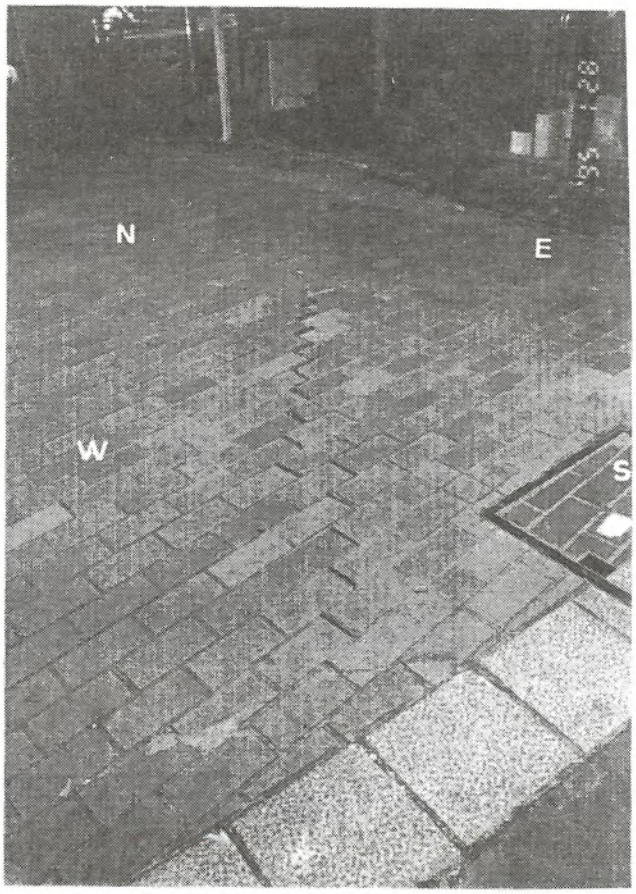
Levha-7, Nishinomiya şehrinin Koshien semtinde Koshien tren istasyonuna yakın bir alanda gözlenen değişik sağ yanal atımlı faylanmadan dolayı oluşan sıkışma ve açılma olgularını görüntülemektedir. Bu fay Rokko fay takımına dahil olan Itami fayının bir devamı olarak düşünülen Koshien fayının yüzeysel bir belirtisi olarak düşünülmektedir.

Levha-8, Kobe şehrinin Kitano semtinde Shin - Kobe Shinkansen istasyonuna yakın bir yolda gözlenen değişik sağ yanal atımlı faylanmadan dolayı oluşan sıkışma ve açılma olgularını görüntülemektedir. Bu fay Rokko fay sistemine dahil olan Suwayama fayının yüzeysel bir belirtisi olarak düşünülmektedir.

Levha-9 ve 10, Kobe şehrinin Sannomiya ve Moto - machi semtlerinde caddelerde gözlenen değişik sağ yanal atımlı faylanmadan dolayı oluşan sıkışma ve açıl-



Levha 9. Suwayama ve Nunobiki faylarının atımlarından dolayı oluşan sıkışma ve açılma olguları ile ilgili görüntü (Kobe Şehrinin Sannomiya semti).



Levha 10. Suwayama ve Nunobiki faylarının atımlarından dolayı oluşan sıkışma ve açılma olguları ile ilgili görüntü (Kobe Şehri Moto - machi semti).

ma olgularını görüntülemektedir. Yanal atımlar yaklaşık olarak 1 - 5 cm olarak gözlenmiştir. Bu olgular Rokko fay takımına dahil olan Nunobiki ve Suwayama faylarının yüzeysel belirtileri olarak düşünülmektedir.

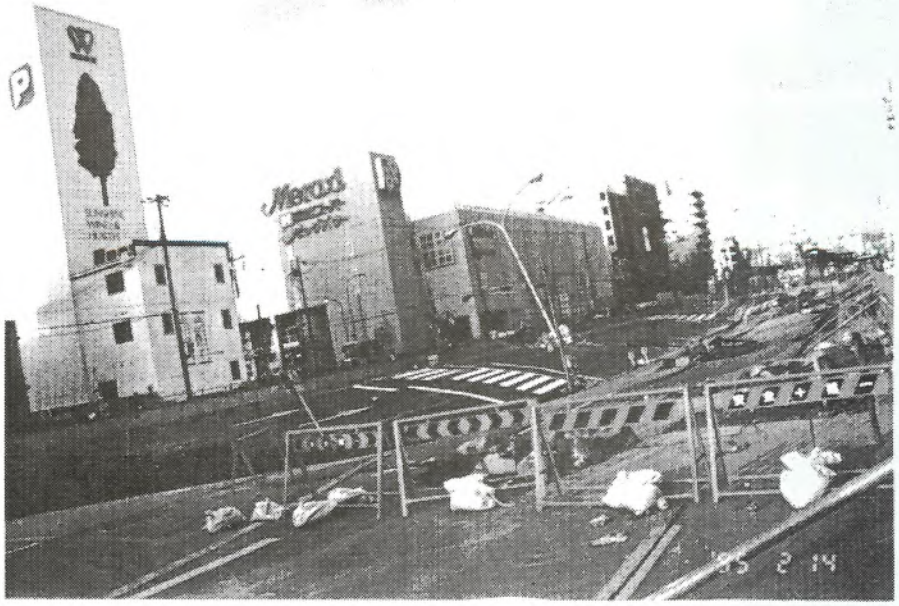
Levha-11, Kobe şehrinin Daikai metro istasyonun üzerinde gözlenen değişik sağ yanal atımlı faylanmayı görüntülemektedir. Bu yeraltı istasyonun orta direkleri bu faylanmadan dolayı burkulma nedeniyle kırılarak istasyonun göçmesine neden olmuştur.

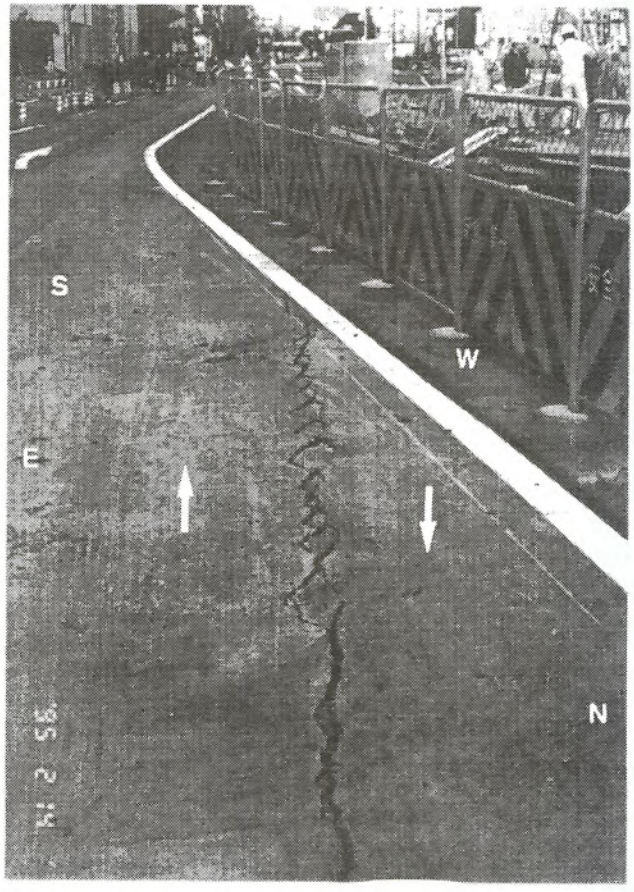
Faylanmaya bağlı olarak oluşan deprem dalgalarının özellikleri

Şekil-6, Kobe'deki Denizcilik Meteoroloji İstasyonunda (Kobe Marine Meteorology Observatory - KMMO) alınan ivme, hız ve yer değiştirme kayıtlarını göstermektedir. Şekillerden görüldüğü üzere depremin süresi 15 saniye içerisinde sona ermekte ve deprem dalgaları üç ana dalgadan oluşmaktadır. Yokohama Şehir Üniversitesi Profesörü Kikuchi'ye göre bu üç dalganın ilki sağ yanal atımlı Nojima fayının kaymasına, ikincisi sağ basamaklı ve ters atımlı verev bir fay sisteminin kaymasına ve üçüncüsü ise Rokko fay sisteminin kaymasına karşılık geldiğini ve her iki faylanma için Şekil-7'de gösterilen çözümleri önermektedir (Kikuchi, 1995). Amerika Jeoloji Kurumu (USGS) ve Japonya Meteoroloji Kurumu bu deprem için Şekil-8'de gösterilen çözümleri önermektedir. Bu çözümleri Prof. Kikuchi'nin toplam çözümü ile hemen hemen aynı olmakla beraber depremin merkezinin derinliği hususunda farklı olmaktadır.

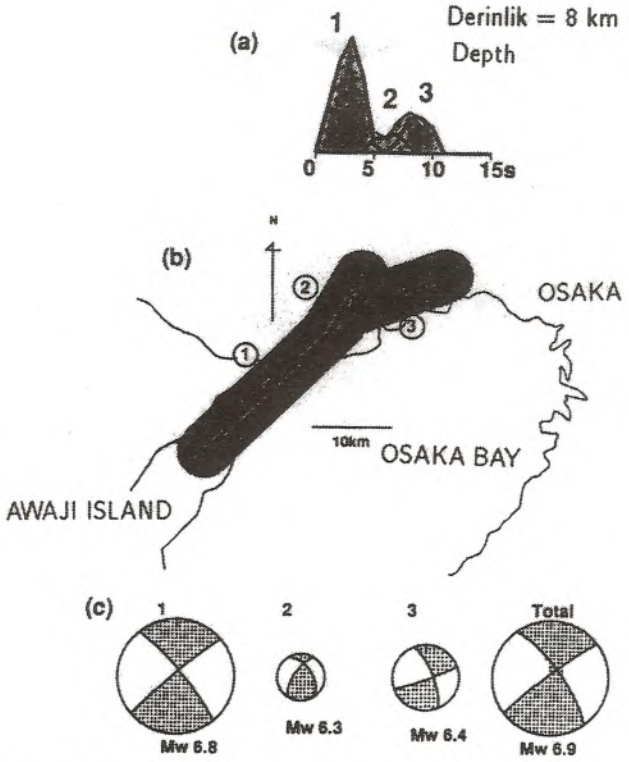
Deprem dalgasının en büyük yatay bileşenin yönü fayın hareket yönüne hemen hemen dik olup bu yön yapıların yıkılma veya hasar gördüğü yönle hemen hemen çakışmaktadır (Şekil-9). Bu gözlem depremden sonra yapılan sayısal elastik analiz sonuçları ile de uyum içersindedir.

Şekil-10 ana deprem ile artçı depremlerin oluşum merkezlerinin uzaysal ve zamana bağlı olarak dağılımını göstermektedir. Artçı deprem merkezlerini dağılı-





Levha 11. *Egeyama fayının atımlarından dolayı oluşan sıkışma ve açılma olguları ile ilgili görüntüler (Kobe Şehri Daikai metro istasyonu).*



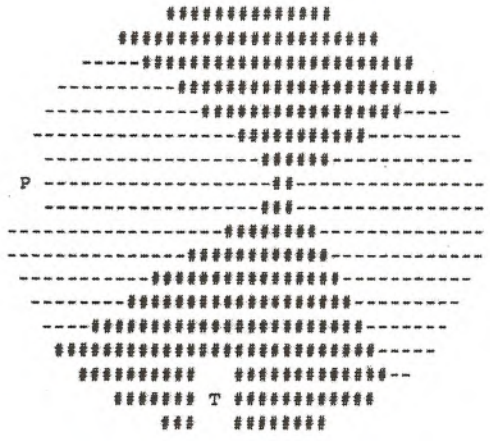
Şekil 7. Depremin oluşum mekanizması ve fayın kayma yönü ile ilgili çözümler.

mından yaklaşık 80 km'lik uzunlukta bir faylanmanın olduğu düşünülmektedir. Ana depremden sonra artçı depremlerin büyük bir çoğunluğu fayın uçlarında yoğunlaşmakta olup, bu olgu kuramsal yaklaşımlarla da uyum içersindedir.

Sonuçlar

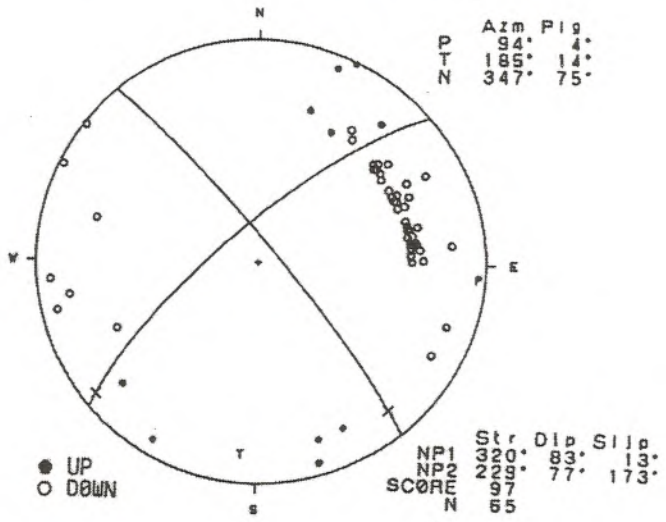
Bu çalışmada 17 Ocak 1995'de Japonya'nın Hyogo Eyaletinde olan depremde görülen faylanma ve oluşan deprem dalgaları ile olan ilişkisi sunulmuştur. Deprem karasal bir özelliğe sahip olup şehirleşmenin çok yaygın olduğu bu yörede büyük hasarlara neden olmuştur. Türkiye'de oluşan depremlerin büyük bir kısmının kara içerisinde olması nedeniyle, bu depremden elde edilen bulgular Türkiye için oldukça önem taşımaktadır.

Deprem mühendisliğinde yapıların tasarımı, oluşan ivme dalgalarına göre yapılmaktadır. Böyle bir yaklaşım yapıların temelini oluşturan kütlede (kaya, zemin veya her ikisi) kalıcı bir yer değiştirme olmadığı bir durum için geçerlidir. Temeli oluşturan zeminde kalıcı bir yer değiştirme varsa, yapı tasarımında bu olgu gözönüne alınmak zorundadır. Bu depremde görülen hasarları sadece zemin büyütmesine, yüksek ivmeye veya tasarım ve yapım kusurlarına bağlamak yanlış olacaktır. Karada oluşan depremleri deniz açıklarında olan depremlerden ayırt eden özellik temeli oluşturan kütledeki kalıcı yer değiştirme olgusudur. Örneğin, bu yer değiştirme kendisini yanal atımlı fayın üzerinde yapıların kolonlarının bir kısmında birbirlerine yaklaşmaya ve diğer bir kısmında da birbirlerinden uzaklaşmaya neden olacaktır. Özellikle bu yer değiştirmeler kritik değerlere ulaştığında, yapılar büyük hasarlarla sonuçlanacaktır. Örneğin, Erzincan ve Kobe'de olduğu gibi. Bu nedenle faylanmanın şekli ve kalıcı yer değiştirmenin



Amerika Jeoloji Kurumu

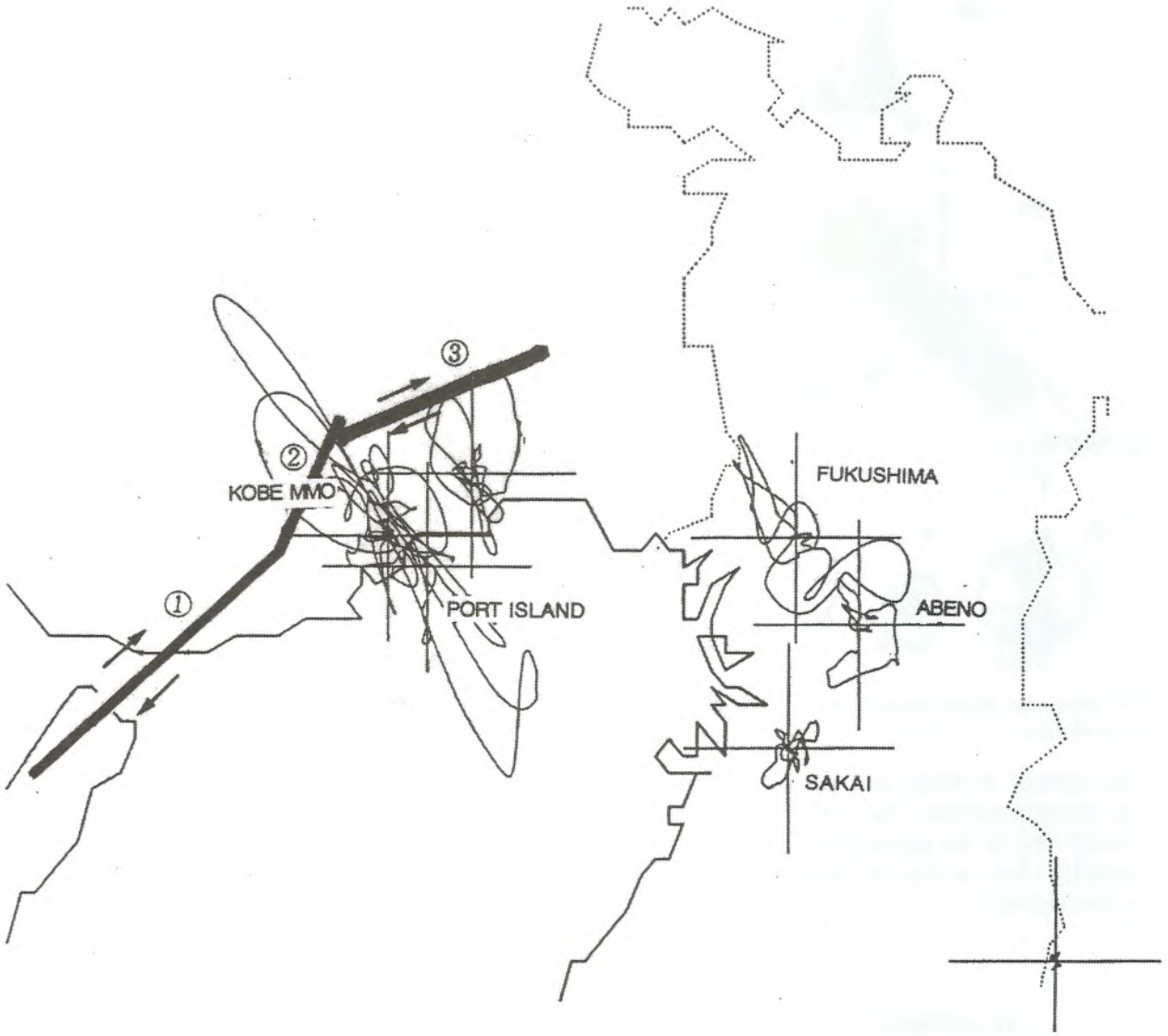
USGS



Japonya Metereoloji Kurumu

Japan Metereology Institute

Şekil 8. Amerika Jeoloji Kurumu ile Japonya Meteoroloji Kurumunun fayın kayma yöne ile ilgili çözümleri.



Şekil 9. Deprem esnasında değişik yerlerdeki noktaların hareketlerinin yatay düzlemdeki izdüşümleri.

büyüklüğü, karasal depremlerde ivmelerin yanısıra yapıların tasarımında gözönüne alınmasını zorunlu kılmaktadır.

KATKI BELİRTME

Yazar, bu yayında sunulan bilgi ve verilerin elde edilmesinde büyük yardım ve ilgi gördüğü aşağıda isimleri verilen kişilere teşekkür etmek ister.

Prof. Dr. T. Kawamolo, Aichi Institute of Technology, Toyota - Prof. Dr. S. Sakurai, Dr. S. Akutagawa, Kobe University, Kobe - Assoc. Prof. Dr. A. Yashima, Gifu University, Gifu - M. Yamagata, Honshu - Shikoku Bridge Authority, Kobe - Y. Uchita, Kansai Electric Power Co., Osaka K. Kamemura, N. Takeda Taisei Corporation - T. Okuno, Shimizu Corporation, Tokyo - Y. Iwasaki, Geo - Reserach Institute, Osaka - Y. Nishigaki, Kiso - Jiban Consultant Co., Nara.

DEĞİNİLEN BELGELER

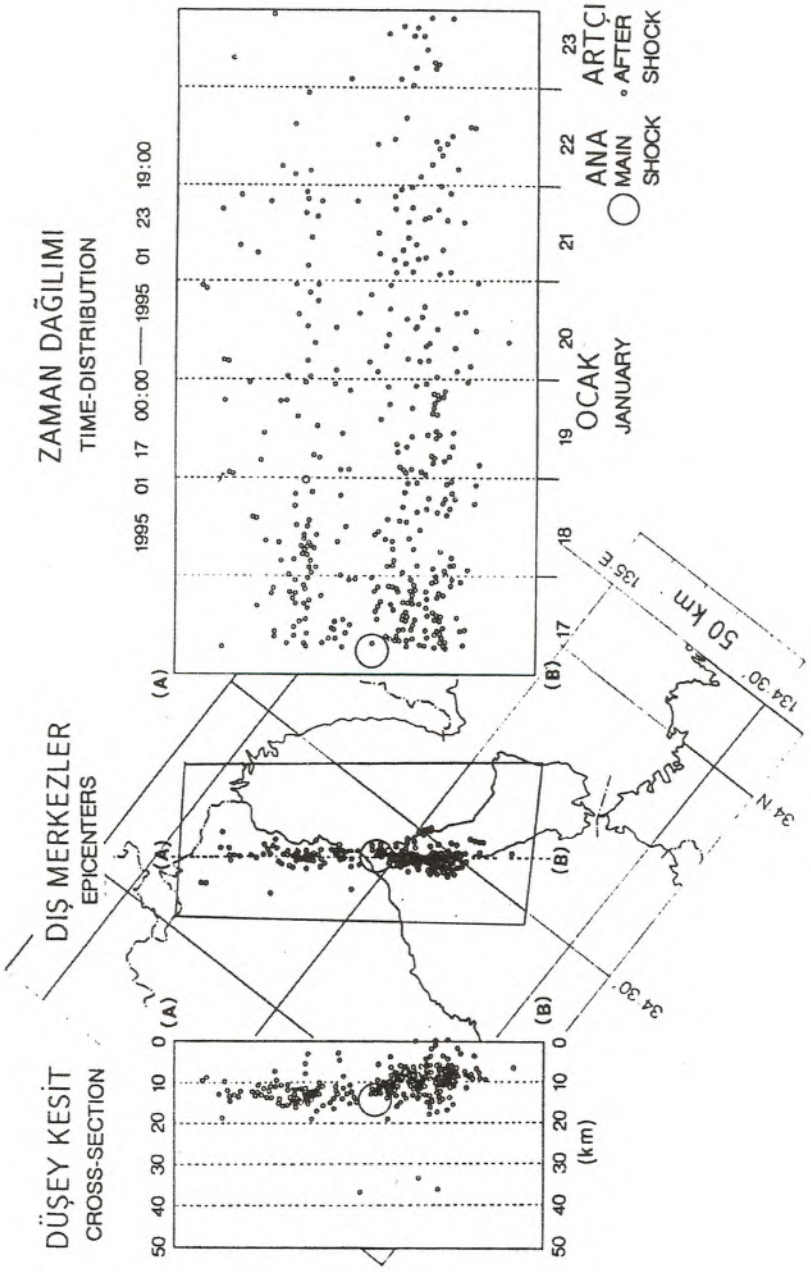
Hirano, M., Fujita, T., 1995, Geological hazards from the from the 1995 Hyogo - ken Nanbu Earthquake with reference to the slip landform along the active faults (Japonca). Earth Science (Chikyu Kagaku), 49 (2), 77 - 84.

Kikuchi, S., 1995, Source process of the Kobe Earthqu ake of January 17, 1995 (Japonca). Chishitsu News, 486, 12 - 15.

Lin, A., Imiya, H., Uda, S., Linuma, K., Misawa, T., Yoshida, T., Abematsu, Y., Wada, T. and Kawai, K., 1995, Investigation of the Nojima Earthquake Fault occurred on Awaji Island in the Southern Hyogo Prefecture Earthquake (Japonca). J. Geography (Chigaku Zasshi), 104 (1), 113 - 126.

Okamoto, A., 1995, Rokko - Awaji Island fault system and Hyogo - ken Nanbu Earthquake (Japonca). Chiri, 40 (4), 86 - 97.

Sakurai, S., 1995, Hyogo - ken Nanbu Depreminde oluşan hasarlarla ilgili araştırma raporu (Rapor 1). Kobe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayını (Japonca).



Şekil 10. *Ana ve artçı depremlerin oluşum merkezinin uzaysal ve zamana bağlı olarak dağılımı.*

Schmidt sertlik çekici kullanılarak tahmin edilen tek eksenli sıkışma dayanımı verilerinin güvenilirliği üzerine bir değerlendirme

Candan Gökçeoğlu H.Ü. Jeoloji Müh. Böl. Beytepe, Ankara

Bu çalışmada, T.K.İ. - G.E.L.İ. Müessesesine bağlı Yatağan - Eskihisar Açık İşletmesinde kömürün tavan kayacı olan marnlar üzerinde Schmidt sertlik çekici ve tek eksenli sıkışma dayanımı testleri gerçekleştirilmiştir. Çok zayıf kayaç sınıfında yer alan çalışma konusu marnların Schmidt sertlik çekici test sonuçları kullanılarak, önceki araştırmacıların önerdikleri ilişkilerle dolaylı yoldan tayin edilen tek eksenli sıkışma dayanımı değerlerinin laboratuvarda tayin edilen tek eksenli sıkışma dayanımı değerlerini yansıtamadığı anlaşılmıştır. Ancak, dolaylı yoldan ve doğrudan tayin edilen tek eksenli sıkışmada dayanımı değerleri arasında çok yakın istatistiksel ilişkiler elde edilmiştir. Bu nedenle, Schmidt çekici ile dolaylı yoldan tayin edilen tek eksenli sıkışma dayanımı değerlerinin, ancak çalışılan kayaçlar için geliştirilmiş ilişkilerle belirlenmesinin daha gerçekçi olabileceği sonucuna varılmıştır.

Giriş

Kayaçların dayanım ve deformabilite özellikleri hakkında dolaylı yoldan bilgi sahibi olmak amacıyla yerinde ve laboratuvarda uygulanmak üzere değişik indeks testler önerilmiştir. Bunlardan birisi de aslında beton sertliğinin ölçülmesi amacıyla üretilen Schmidt sertlik çekicidir.

Schmidt sertlik çekici, 1960'ların başından bu yana giderek artan bir yaygınlıkla kayaçların dayanım ve deformabilite özelliklerinin hızlı bir şekilde tahmin etmek amacıyla kullanılmaktadır. Ancak, her indeks testte olduğu gibi Schmidt sertlik çekici testinde de bazı sınırlamalar mevcuttur. İndeks testler için sınırlamalara neden olan genel faktörler Grasso ve diğ. (1992) tarafından aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

i. İndeks testlerden elde edilen verilerin normal dağılım gösterdikleri kabul edilir,

ii. Kayaçların içsel özellikleri (örneğin doku) ihmal edilir,

iii. Genellikle istatistiksel değerlendirmeler için gerekli veri sayısına ulaşılamaz,

iv. Örnek boyut etkisi ihmal edilir,

v. Farklı litolojik birimlerin verileri bir arada değerlendirilir.

Dolayısıyla, indeks test sonuçları esas alınarak ve ampirik ilişkiler yardımıyla tahmin edilen mekanik parametreler her zaman sağlıklı olmayabilir ve doğrudan tasarım amacıyla kullanılması koşulunda, duraylılığın göstergesi olan güvenlik katsayısında gereksiz artışlara neden olabilmektedir (Grasso ve diğ., 1992). Ancak, yukarıda sözü edilen sınırlamalara rağmen, indeks testlerin sonuçları mühendislik deneyimine dayalı yorumlamalarla birleştirildiği zaman, tasarım ve fizibilite çalışmaları için ucuz ve pratik bir şekilde ön veriler sağlayabilir (Poole ve Farmer, 1980; Shorey ve diğ., 1984; Sachpazis, 1990; Xu ve diğ., 1990; Grasso ve diğ., 1992).

Bugüne değin yapılan çalışmalarda Schmidt sertlik değeri ile kayaçların elastik ve mekanik parametreleri (tek eksenli sıkışma dayanımı, çekilme dayanımı ve elastisite modülü gibi) arasında değişik araştırmacılar tarafından önerilen ilişkilerin çok farklı olduğu görülmüştür (Çizelge-1). Bu nedenle, önerilen ilişkilerin han-

Çizelge 1. Schmidt sertlik değeri (R) ile tek eksenli sıkışma (σ_c) dayanımı, çekilme dayanımı (σ_t) ve elastisite modülü arasındaki korelasyonlar (Grasso ve diğ., 1992'den alınmıştır).

Kaynak	İlişki	r	Çalışılan kayaç tipi	Açıklama
Deere ve Miller, 1966	$\sigma_c = 10^{(0.00014\gamma R+3.16)}$ $E= 6.95\gamma^2R-1.14*10^6$	0.94 0.88	28 litolojik birim, 3 ana kayaç tipi	Tüm testler 54 mm çaplı karotlar üzerinde yapılmıştır.
Aufmuth, 1973	$\sigma_c=6.9*10^{(1.348\log(\gamma R)+3.16)}$ $E=6.9*10^{(1.061\log(\gamma R)+1.86)}$		25 litolojik birim	Tüm testler karotlar üzerinde yapılmıştır.
Beverly ve diğ., 1979	$\sigma_c=12.74\exp(0.185\gamma R)$ $E= 192\ (R*\gamma^2)-12710$		20 litolojik birim	Haramy ve Demarco, 1985'ten
Kidybinski, 1980	$\sigma_c=0.447\exp[0.045(R+3.5)+\gamma]$		Çeşitli kayaçlar ve kömür	Haramy ve Demarco, 1985'ten
Singh ve diğ., 1983	$\sigma_c=2R$ $\sigma_t=0.23R-0.81$	0.72 0.72	30 sedimanter birim ve çamurtaşları	Çeşitli kaynaklardan toplanan veriler
Shorey ve diğ., 1984	$\sigma_c=0.4R-3.6$	0.94	20 litolojik birim	R ve σ_c testleri yerinde yapılmıştır.
Haramy ve Demarco, 1985	$\sigma_c= 0.994R-0.383$ $\sigma_c=0.287R^{1.3252}$	0.70 0.85	10 litolojik birim	R bloklardan, σ_c karotlardan elde edilmiştir.
Ghose ve Chakraborti, 1986	$\sigma_c=0.88R-12.11$ $\sigma_t=0.06R0.92$	0.87 0.81	kömürler	R testler yerinde, diğerleri ise 50 mm çaplı karotlardan elde edilmiştir.
O'Rourke, 1989	$\sigma_c=702R-11040$(psi)	0.77	kumtaşı, silttaşı, kireçtaşı ve anhidrit	Ayrıntıları bilinmiyor.
Sachpazis, 1990	$R=0.239\sigma_c + 15.7244$ $R=0.5155E + 17.488$	0.96 0.88	33 farklı karbonat kayacı	R'ler bloklardan σ_c'ler ise NX karotlardan elde edilmiştir.
Xu ve diğ., 1990	$\sigma_c=\exp(aR+b)$ $E=\exp(cR+d)$ a,b, c, d kayaç tipine bağlı sabitler .	0.88' den 0.96' ya kadar	mika-ist, prasinit, serpantinit, gabro, çamurtaşı	Tüm tesler 80 mm çaplı karotlardan elde edilmiş, ancak düzeltmeler sadece σ_c ler için uygulanmıştır.

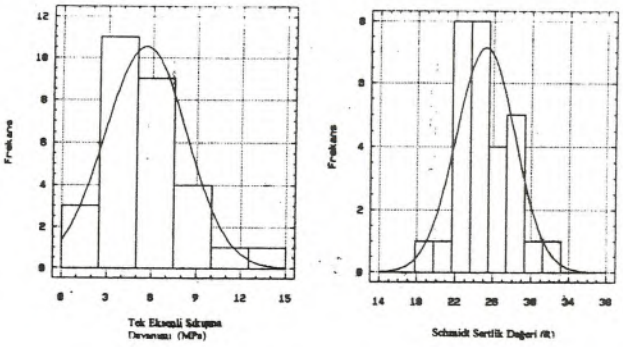
gilerinin zayıf kayaç koşulunda hangi ilişkinin daha gerçekçi sonuçlar verdiğinin incelenmesi ve Schmidt çekicinin bu tür kayaçlarda uygulanabilirliğinin araştırılması amacıyla bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

Bu amaçla T.K.İ. - G.E.L.İ. Müessesesine bağlı Yatağan - Eskihisar Açık İşletmesinde, kömürün tavan kayacı olan marnlarda Schmidt sertlik çekici testi uygulanmış ve testlerin yapıldığı noktalardan alınan örnekler üzerinde de tek eksenli sıkışma dayanımı testleri gerçekleştirilerek, sonuçlar diğer araştırmacıların elde ettiği sonuçlarla karşılaştırılmış ve tartışılmıştır.

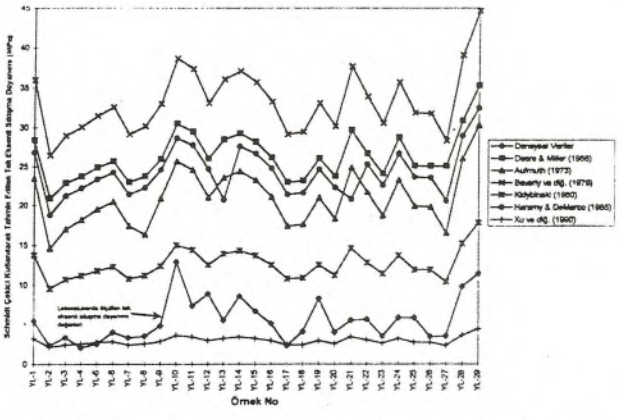
Schmidt sertlik çekici ve tek eksenli sıkışma dayanımı testleri

Çalışma konusu olan marnlar, önemli miktarlarda aragonit, kalsit, dolomit ve kil, az miktarda da kuvars ve feldispat içermektedir (Ulusay ve Yoleri, 1990). Marnların birim ağırlığı 12 - 19 kN/m^3; tek eksenli sıkışma dayanımı 2.4 - 12.9 MPa ve Schmidt sertlik değeri ise 19.3 - 33.1 arasında değişmektedir.

Hencher ve Martin (1982) Schmidt sertlik çekici testlerinin karotlar üzerinde uygulanmamasını önermişlerdir (Geological Society Engineering Group Working Party Report, 1995'den). Bu nedenle, Schmidt sertlik çekici testleri, yaklaşık 25 x 25 x 25 cm boyutlarındaki bloklar üzerinde 0.74 Nm çarpma enerjisine sahip L - tipi çekiç kullanılarak, ISRM (1981) tarafından önerilen test yöntemine uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Daha sonra test yapılan 29 blok karot almak için laboratuvara getirilerek karot örnekleri hazırlanmıştır. Çalışılan kayaçların önemli ölçüde anizotropi göstermesi nedeniyle, çekiç ve karot yöneliminin yaklaşık olarak paralel olmasına özen gösterilmiştir. Bloklardan alınan karot örnekleri elektronik kontrollü, 10 ton yükleme kapasiteli MTS 810 model pres kullanılarak, ISRM (1981) test standartlarına uygun olarak kırılmıştır. Sahada yapılan Schmidt sertlik çekici ve laboratuvarda yapılan tek eksenli sıkışma dayanımı testlerine ait sonuçların frekans dağılımları Şekil-1a ve b'de verilmiştir.



Şekil 1. a. Tek eksenli sıkışma dayanımı verilerinin frekans dağılımı, b. Schmidt sertlik çekici verilerinin frekans dağılımı.



Şekil 2. Schimdt sertlik çekici verileri kullanılarak çeşitli araştırıcılar tarafından önerilen ilişkilerle tahmin edilen ve laboratuvarda belirlenen tek eksenli sıkışma dayanımı verilerinin karşılaştırmalı olarak gösterimi.

Blok örneklerde yapılan Schmidt sertlik çekici test sonuçları kullanılarak Deere ve Miller (1966), Beverly ve diğ. (1979) (Grasso ve diğ., 1992'den alınmıştır), Aufmuth (1973), Kidybinski (1981), Haramy ve DeMarco (1985) ile Xu ve diğ. (1990) tarafından önerilen ilişkilerle, tek eksenli sıkışma dayanımı dolaylı yoldan tayin edilmeye çalışmıştır. Schmidt sertlik çekici testi sonuçlarından dolaylı yöntemle belirlenen tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri ile karot örneklerinin yükleme presinde yenilmesi sonucunda tayin edilen tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri karşılaştırmalı olarak Şekil-2'de verilmiştir. Şekil-2'de görüldüğü gibi, örneklerin laboratuvarda tek eksenli sıkışma testi yapılarak tayin edilen ve yukarıda belirtilen araştırmacılar tarafından önerilen ilişkiler kullanılarak (bkz. Çizelge-1) tahmin edilen tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri arasında önemli ölçüde sapmaların olduğu ortaya çıkmıştır.

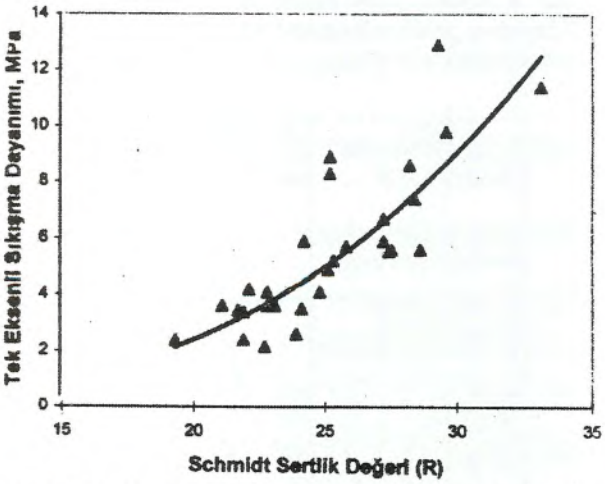
Marnlar için tek eksenli sıkışma dayanımı ve Schmidt sertlik değeri arasındaki korelasyonlar

Tek eksenli sıkışma dayanımının Schmidt çekici kullanılarak dolaylı yoldan belirlenmesi için önerilen eşitlikler, laboratuvarda tayin edilen tek eksenli sıkışma dayanımı değerlerinden oldukça yüksek değerler vermiştir. Ancak, Xu ve diğ. (1990) tarafından zayıf kayaçlar için önerilen ilişki özellikle 5 MPa'dan daha düşük tek eksenli sıkışma dayanımına sahip örneklerde gerçeğe yakın sonuçlar vermiştir (bkz. Şekil-2).

Sadece çalışılan marnlar için tek eksenli sıkışma dayanımı - Schmidt sertlik değeri arasındaki ilişkinin istatistiksel anlamda belirlenmesi amacıyla yapılan korelasyon analizlerinde doğrusal, logaritmik, güç ve üssel fonksiyonlar kullanılmıştır. Bunlar arasında 0.84'lük bir korelasyon katsayısıyla güç fonksiyonu araştırılan ilişkiyi en iyi ifade eden fonksiyon olarak belirlenmiştir (Şekil-3 ve Çizelge-2).

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada örnek olarak seçilen marnların tek eksenli sıkışma dayanımı ile Schmidt sertlik değerinden dolaylı olarak tahmin edilen tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri arasında yüksek bir korelasyon katsayısına sahip ilişki elde edilmiş, ancak bu ilişki önceki araştırmacılar tarafından önerilen ilişkilere benzememektedir. Dolayısıyla, tek eksenli sıkışma dayanımı ile Schmidt sertlik değeri arasındaki ilişkinin, özellikle çok zayıf kayaçlarda (σ_c < 5 MPa), sadece üzerinde çalışalan kayacı yansıtabileceği sonucunu doğurmaktadır.



Şekil 3. Eksilüsar Açık İşletmesindeki marnların tek eksenli sıkışma dayanımı - Schmidt sertlik değeri arasındaki ilişki.

Çizelge 2. Schmidt sertlik değeri ile tek eksenli sıkışma dayanımı arasındaki fonksiyonlar ve korelasyon katsayıları (r).

Fonksiyon	Korelasyon Katsayısı (r)
$\sigma_c = 0.7291R - 12.774$	0.82
$\sigma_c = 18.294\ 1nR - 53.301$	0.81
$\sigma_c = 0.000\ 1R^{3.2658}$	0.84
$\sigma_c = 0.1969e^{0.1285R}$	0.83

Schmidt sertlik çekicinden elde edilen verilerle orta - yüksek dayanımlı kayaçlarda belli bir hata payıyla da olsa gerçekçi tek eksenli sıkışma dayanımı tahminlerinde bulunulabilmektedir. Ancak, tek eksenli sıkışma dayanımı ile Schmidt sertlik değeri arasındaki ilişkileri genellemek oldukça kaba veya yanıltıcı sonuçların doğramasına neden olmaktadır.

Yukarıda belirtilen tüm bu nedenlerden dolayı Schmidt sertlik değeri kullanılarak tek eksenli sıkışma dayanımını dolaylı yöntemle elde etmek yerine, çekiç kullanılarak kolaylıkla belirlenebilen sertlik indeksinin kayacın bir parametresi olarak doğrudan değerlendirilmesi daha gerçekçi bir yaklaşımı ifade edebilecektir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Aufmuth, R.E., 1973, A systematic determination of engineering criteria criteria for rock. Bull. Assoc. Engineering Geologists, 11, 235 - 245.

Geological Society Engineering Group Working Party Report, 1995, The description and classification of weathered rocks for engineering purposes, Q. J. Engng. Geol., No. 28, pp. 207 - 242.

Grasso, P., Xu, S and Mahtab, A., 1992, Problems and

promises of index testing of rocks. Rock Mechanics, Tillerson and Wawersik (Eds.), Balkema, Rotterdam, pp. 879 - 888.

Haramy, K.Y. and DeMarco, M.J., 1985, Use of Schmidt hammer for rock and coal testing. Proc. 26th U.S. Symp. on Rock Mech. Rotterdam, Balkema, 549 - 555.

I.S.R.M., 1981, Rock Characterization Testing and Monitoring, ISRM Suggested Methods, E.T. Brown (Ed.), Pergamon Press, Oxford, 211 p.

Kidybinski, A., 1981, Bursting liability indices of coal. Int. J. Rock Mech. Min. Sci & Geomech. Abstr., 18, 295 - 304.

Poole, R.W. and Farmer, I.W., 1980, Consistency and repeatibility of Schmidt hammer rebound data during field testing (Technical Note). Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr., 17, 167 - 171.

Sachpazis, C.I., 1990, Correlating Schmidt hardness with compressive strength and Young's modulus of carbonate rocks. Bull. of Int. Assoc. Engng. Geol., 42, 75 - 83.

Sheorey, P.R., Barat, D., Das, M.N., Mukherjee, K.P., and Singh, B., 1984, Schmidt hammer rebound data for estimation of large scale in situ coal strength (Technical Note). Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr., 21, 39 - 42.

Ulusay, R. ve Yoleri, M.F., 1990, T.K.İ. - G.E.L.İ. Yatağan (Muğla) - Eskihisar Açık İşletmesi Şev Stabilitesi Etüdü Raporu. M.T.A., Ankara, 318s (yayımlanmamış).

Xu, S., Grasso, P. and Mahtab, A., 1990, Use of Schmidt hammer for estimating mechanical properties of weak rock. 6th Int. IAEG Congress, Balkema, Rotterdam, 511 - 519.

Jeoteknik çalışmalarda doğru adlandırmanın önemi

İlyas Yılmazer Spektra Jeotek A.Ş. Kumkapı Sok. 20/1-2, Çankaya, Ankara

Yazar, ülkemizde özellikle son 15 yılda gerçekleştirilen otoyol ve benzeri mühendislik projelerindeki yanlış jeolojik adlandırmanın, zaman ve para kaybının yanısıra doğal çevre kıyımına da yol açtığını gözlemiştir. Bu tür yanlış adlandırmalardan güncel olanlarının başında:

- tektonotortul (olistostrom) ile flişin,

- kalişin sertgeni ile kireçtaşının,

- palogonit ve tüf palogonit ile silis damarı ve tüfün,

- dayk ile lav akıntısının,

- otobreş ile aglomeranın,

- tortul breş ile yamaç molozunun,

- gayzerit ve traverten ile gnays ve gnaysla eşyaşlı kireçtaşının,

- şeyl ve çamurtaşı ile kayraktaşı ve iri - dokulu şistin,

- yamaç molozu ile kolüvyonun,

- fosil kayma kütlesi ile ayrışmış veya günlenmiş kayanın,

- fonolit ve fonolitik volkanotortullar ile Eosen flişinin ve

- bataklık zemin ile ıslak taneli zeminin

birbirlerinin yerine kullanılması gelmektedir. Bu takımların ilkleri doğru olanlarıdır.

Yukarıdaki, ikilem içerisinde verilen jeolojik birimlerin oluşum şekilleri, dolayısıyla mühendislik özellikleri büyük farklılıklar sunmaktadır. Bu tür yanlış yaklaşımların da istenmeyen sonuçlar doğurması kaçınılmaz olmaktadır.

Giriş

Jeolojik birimlerin adının doğru kullanılmasının mühendislik çalışmalarındaki önemini vurgulamak için güncel projelerden tipik örnekler sunarak başlamak yararlı olacaktır.

İzmir çevre otoyolunun Balçova tünelleri (Km 202+800 - 207+000) kesiminde, 1990 öncesi yapılan mühendislik jeolojisi çalışmalarında temel kayayı oluşturan tektonotortul birim için "Kretase flişi" tanımı kullanılmıştır (Konuk, 1977 ve burada sunulan kaynakça). Spektra (1990) tektonotortul terimini kullanarak sondajlarda kesilen ve yapraklanma gösteren düşük derecede başkalaşım geçirmiş kil içeren kayaçların içerisinde bulunan kireçtaşı, radyolarit, spilit vb. ortamdışı (exotic) blokların bulunmasına açıklık kazandırmıştır. Normal katmanlı birimlerde tünel kazısı eğim yönünde önerilirken (Bieniawski 1989) melanj ve benzeri moloz (blok in matrix) kayaçlarda tersi durum geçirlidir. Konu, Yılmazer (1994)'te ve aşağıda ayrıntılı olarak verilmeye çalışılmıştır.

İzmir çevre otoyolunun 212+000 - 212+600 km leri arasında gözlenen kalişin sertgeni kireçtaşı olarak adlandırılmıştır. Böylece, altta yumuşakgeninin bulunacağı ve sertgenin oluşabilmesi için daha alttaki birimin aşırı zayıf, killi ve kılcal su yüksekliğinin açık hava basıncını aşabileceği (Yılmazer 1993) gerçekleri gözden kaçırılmıştır. Defalarca kayan bu ve benzeri geçirimsiz ($K < 10^{-7}$ m/s) alanlarda yamaçdışarı eğimli akaçlama borularının (inclined drainage pipe) konması yanlışların devamı olarak göze çarpmaktadır. Benzer şekilde, Tarsus - Adana - Gaziantep (TAG) otoyolunun 141+200 km'sindeki sertgenler traverten diye adlandırılmıştır. Burada tasarımlanan 25 m yüksekliğindeki yarmanın kazısı sırasında yaklaşık 5°'lik bir kayma yüzeyi (yumuşakgen içerisinde) üzerinde 3.5 milyon m^3'lük kaliş kütlesinin gelişi yazar tarafından beklenmekteydi. Yılmazer (1991), kaymanın oluşundan yaklaşık üç ay önce, bu bölgeyi örnek göstererek kalişin yumuşakgeni-

nin mühendislik özelliği gereği 5°'lik düzlemlerde bir milyon m^3'ten fazla bir kütlenin kayabileceğini vurgulamıştır. Yolun yarma kızısı sürdürülürken kayan bu 3.5 milyon m^3'lük kütle kaldırılıp başka yere atılmıştır. Konunun bilimsel yönü Yılmazer (1993)'te verilmiştir. Bilimsel verilerin gözardı edilmesinin sonucu olarak yalnız bu örnekte maliyet, zaman ve çevre açısında kabul edilebilir sınırların ötesine geçilmiştir.

Yılmazer (1991) otobreş / aglomera tortul breş / yamaç molozu, palagonit - tüf palagonit / silis damarı - tüflerin nasıl ayırt edilebileceklerini ve otoyol projelerindeki önemini Ankara - Gerede ve Ankara çevre yolunu örnek göstererek belirtmiştir. Benzer birimler, Spektra (1991) tarafından Karşıyaka tünelleri kesiminde ayırtlanmış ve jeoteknik tasarımda gözönünde bulundurulmasının gereği vurgulanmıştır. Ankara - Gerede otoyolunun 57 nci km'sinde dayk ile lav akıntısının karıştırılması 8 m'den daha yüksek dolgu ve yarmalardan oluşan %6 eğimli bir otoyol yapılmasını zorunlu kılmıştır. Oysa, tünel için elverişli olan bu daykın oluşturduğu 600 m genişliğindeki sırt kısa bir tünelle geçilebilirdi. Bu öneri sunulduğunda, otoyol kazısına henüz başlanmamıştı. Yüksek yarma ve dolgunun yanısıra otoyol standardları dışında bir geometriyi de içeren bugünkü yol, kullanıcıları rahatsız etmekte ve etmeyede devam edecektir (Yılmazer, 1995).

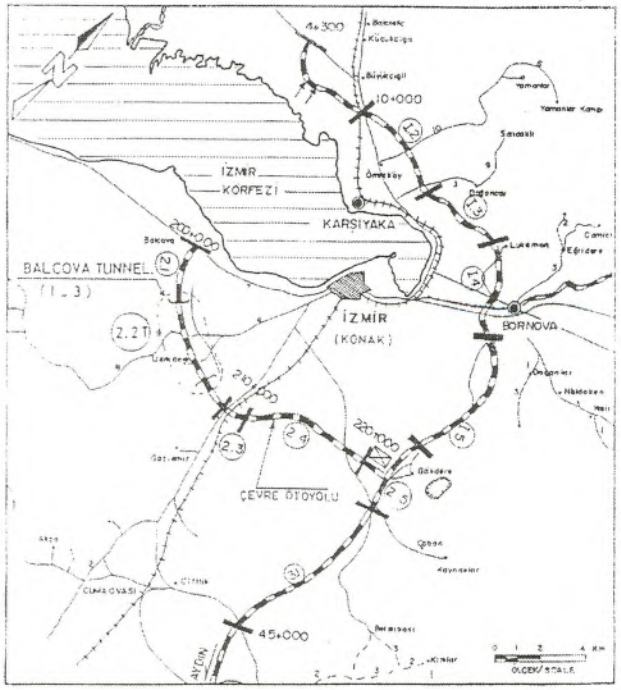
TAG otoyolonun 206. km'sindeki 12 milyon m^3'ten fazla olan kayma kütlesinin, 1990 öncesi yapılan araştırmalarda (Tylin, 1989 ve burada sunulan kaynakça) zayıf kaya diye tanımlanması ve 1/1 (α=45°) eğimli sandık yarma yamaçlarının önerilmesi oldukça düşündürücüdür (Durgunoğlu, 1989). Yılmazer (1990) harita ve kesitlerde kaymayı modellemiş ve doğru adı "kayma kütlesi" terimini kullanmıştır. 1990 yılında sunulan ilgili jeolojik ve jeoteknik modellerin önemi ancak, kaymaların başladığı 1992 yılından sonra anlaşılmıştır. Böylece, tasarımda değişikliğin gerekçeleri aranmaya başlanmıştır.

TAG otoyolunun 204+000 - 220+000 arası, Nurdağını (Orta Amanos dağlarını) aşan kesimdir. Yaklaşık 7 km uzunluğunda ve %0.4 eğimli tek bir tünelle Bahçe ovası Kömürler ovasına bağlanabilecekken 4 tünel, birisi Avrupa'nın ikinci yüksek köprüsü olmak üzere 9 köprü, çok sayıda dolgu - yarma, altgeçit - üstgeçit vb. yapılar içeren bir geçki (route) seçilmiştir. Tünel ve köprülerdeki "%2'den düşük eğim standardı" gözardı edilerek %4'lük eğimle tırmanılmaktadır. Bu duruma, toplam uzunluğu 6 km olan ve bir asırdır giriş - çıkışları dışında kaplamasız olarak duraylılığını koruyan demiryolu tüneli de gözardı edilerek kayraktaşı, metakuvarsit, iridokulu şist ve diğer başkalaşım kayaçlarından oluşan birime şeyl - çamurtaşı ardalanması tanımlamalarının kullanılması yolaçmıştır (Yılmazer, 1991; Ü. Sündal ve A. Bowz, 1990, sözlü görüşme).

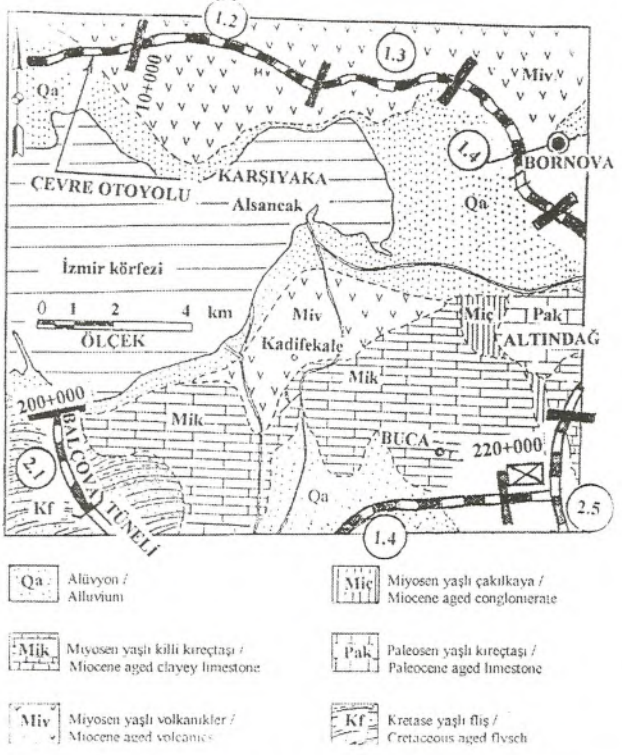
Bergama - Dikili grabeninin sıcak su olanakları değişik kurumlarca uzun yıllar araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarının olumsuz çıkışının ana nedeni jeolojik ve hidrojeolojik modeller üzerinde gösterilen litolojik adlandırmanın yanlışlığı, dolayısıyla beslenme - ısınma - çıkış işlemleri arasındaki organik bağın kurulamamasıdır. Yazar ve çalışma ekibi tarafından yeni çalışmalar başlatılmış olup sürdürülmektedir. İlk aşamada olumlu sonuçlar elde edilmiştir (Yılmazer ve Çongar, 1993). Manisa ili Demirci ilçesinin batısında yeralan Ilıca deresinde Üst Tersiyer birimlerin altında yüzlek veren Pliyo - Kuvaterner yaşlı gayzerit - traverten kayaçları Prekambriyen yaşlı temelkaya olarak gösterilmiştir (Akdeniz ve Konak, 1979). Bu alanda, ilgili bir kamu kuruluşu tarafından yapılan sondajda 40 m kireçtaşı içerisinde ilerlendikten sonra gnaysa girildiği sanılarak araştırma durdurulmuştur (Demirci Belediyesi ve M. Hacı, 1993, sözlü görüşme). Aynı noktada kireçtaşı olarak yanlış adlandırılan gayzeritin kalınlığının 150 m olduğu ileri sürülerek başlatılan ilk sondajda başarı sağlanmıştır (Yılmazer ve Çongar, 1993). Bu yanlış adlandırmanın doğal sonucu olarak durdurulan sıcak su olanaklarının araştırılması çalışmaları tekrar başlatılmıştır.

Güncel Örnekler

İzmir çevre otoyolu geçkisi boyunca (Şekil 1) ayırtlanan birimler Şekil 2'de gösterilmiştir. Burada, özellikle üzerinde durulmak istenen konu, Kretase flişi olarak gösterilen birimdir. Yılmazer ve diğerleri (1977) ve Yağmurlu (1980)'de belirtildiği gibi İzmir - Aydın otoyolu için yapılan çalışmalarda fliş sözcüğünün kullanılması sürdürülmüştür. Şekil 2'de sunulan harita daha önceki çalışmaların bir özeti olarak Aktan ve diğ. (1992)'den alınmıştır. Fliş olan adlandırılan bu birim düzenli tabakalı değildir. Ayrıca, tektonotortul bir birim olmasının gereği, ortamdışı (exotic) blokları (tektaşları) içermektedir. Blok - blok ve blok - tane ilişkisi yaygın ve belirgin olarak gözlenmektedir. Yapraklanma gösteren ince taneli tabakalar (bağlayıcı kayaç) içerisinde kristalize kireçtaşı, sipilit, radyolarit ve kırıntılı kayaç blokları belirgin şekilde gözlenebilmektedir. Bu bağlamda, daha önce yapılan otoyol araştırma raporları ve buralarda sunulan kaynakçada vahşi fliş (wild flysch) deyimi de kullanılmıştır. Bilindiği gibi, bu terim Kaufmann (1886) tarafından Alplerdeki tortul melanj için kullanılmıştır. Oysa, Marchetti (1956), Hsü (1968) ve Hoedemaeker (1973) gibi araştırmacıları tektonik, tektonotortul ve tortul birimlerin oluşumlarını ayrıntılı araştırmışlardır. Oluşum şekillerindeki değişiklikler mühendislik özelliklerine de doğrudan yansımaktadır (Şekil 3). Bir olistostromal birimde eğim yönünde tünel kazısının sürdürülmesi tavanda

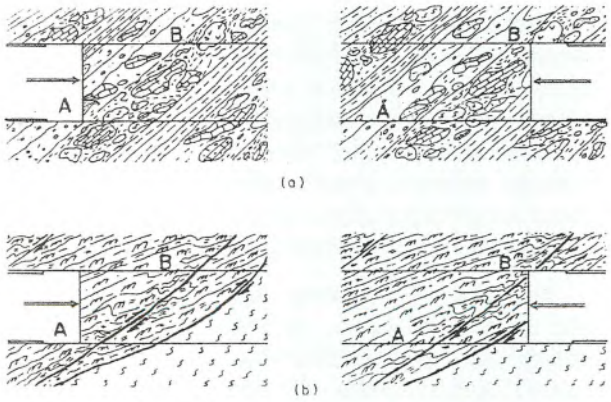


Şekil 1. İzmir çevre otoyolunu gösteren yerleşke.



Şekil 2. İzmir ve çevresinin jeolojisi (Aktan ve diğ., 1992'den).

beklenmedik jeoteknik ve hidrojeolojik sorunların çıkmasına neden olmaktadır. Buna karşın eğim tersi yönünde ilerleme yapılması koşulunda "B" noktasında karşılaşılacak sorunlar hakkında gerekli gözlem "A" noktasındayken tabanda veya aynanın taban bölümünde



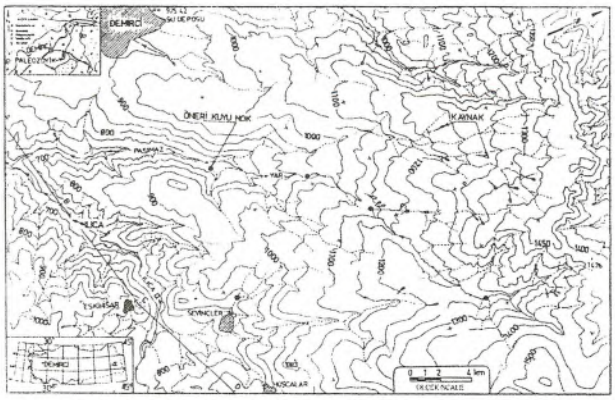
Şekil 3. Tektonotortul (a) ve tektonik (b) iki ayrı birimde tünel açılış yönleri.

bire - bir ilişkili olarak alınır (Şekil 3a.) Böylece, su boşalması ve göçüklerle, ayna yerine tavanda karşılaşılmasının büyük boyutta iyileştirme çalışmalarını zorunlu kılacağı açıktır. Tektonotortul olan bir birim içerisinde büyük ölçekli ve katmanlı kireçtaşı tektaşları (olistolitleri), birimin yerleşimi sonrası etkisi altına girdiği orojenik olaylarla kazandığı tabakalanma konumuna uygunluk kazanmıştır.

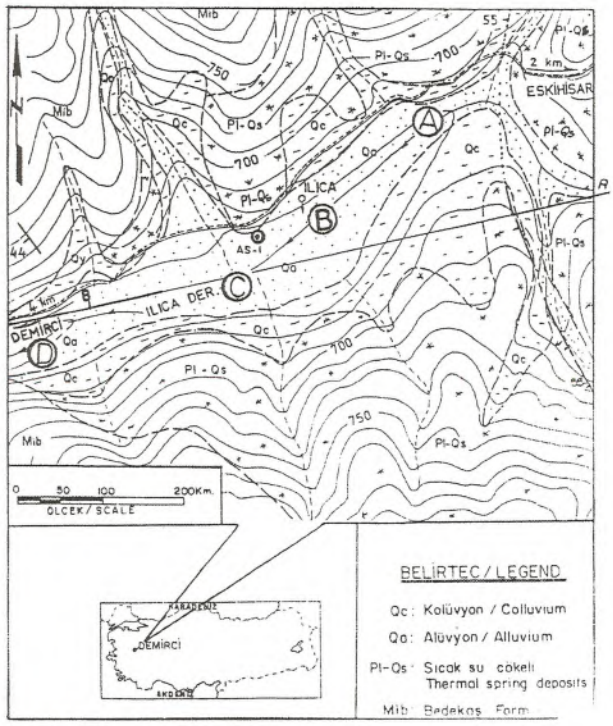
Balçova tünelleri geçkisinin ilk yarısında bağlayıcı kayaçlardaki tabakalanma ve yassı özellik taşıyan tektaşların konumu 52/028, 53/070 ve 46/356 (eğim / eğim yönü) dolaylarında yoğunlaşmaktadır. Son bölümlerine doğru 52/076, 13/218, 43/242 ve 46/328 ölçümleri yoğunluk göstermektedir. Eklem (sıkıştırma, eşlenik ve gerilim) sistemlerinde de benzerlik gözlenmektedir. İlk yarısında 76/330, 48/112 - 53/214 ve 80/098 ve ikinci yarısında 80/340, 37/104 - 72/202 ve 73/104 konumlu süreksizlik sistemleri egemendir.

Şekil 4 ve 5'te plan ve Şekil 6'da kesitleri verilen Demirci ilçesi Ilıca mevkiinde jeolojik birimlerin birbirleriyle olan yakın ilişkileri genel anlamda gösterilmiştir. 1993'ün Ağustos ayında Ilıca deresi boyunca yapılan gözlemde "A" noktasında akış 3 l/s - sıcaklık 19°C, "B" noktasında 8 l/s - 22°C, "C" noktasında 15 l/s - 24°C ve "D" noktasında 20 l/s - 25°C olduğu gözlenmiştir (Şekil 5).

Demirci'nin 3 km doğusundaki bu sıcak su kaynakları kuzey yamaçlardaki Tersiyer yaşlı birimlerden süzülen yeraltısularıyla beslenmektedir. Gnayslar {granitin ekaylanması sonucu oluşmuş gözlü doku içeren bir birim (?)} içerisindeki ana faylarca çok aşağılara iletilen yağış suları, granit sokulumları tarafından egemen kılınan yüksek yer ısısına bağlı olarak ısınır. Böylece, yaratılan buhar basıncı etkisiyle yükselen buhar ve sıcak su, Miyosen yaşlı geçirimsiz birimin altında ilerleyerek dere içerisinde yüzeye çıkmaktadır. Şekil 6c'de görüleceği gibi, Hisar tepesi yükselen blok üzerindeki Miyosen yaşlı Bedekaş formasyonu (Mib)'nin al-



Şekil 4. Kesit yerleri ve ILICA'yı gösteren yerleşke.



Şekil 5. Ilıca ve çevresinin jeolojisi.

tında hareket halinde olan sıcak suyla oluşmuştur. Şekil 6b'de sol üst köşe dışında Mib tamamen aşınıp taşınmış ve sıcak su çökeli (Pl - Qs) yüzeylenmiştir. Mib'nin 45°'ye yaklaşan eğiminin, tektonik hareketlerden çok Pl - Qs oluşumuyla ilgili olduğu gözlenmiştir. Şekil 6a'nın sağ köşesinde Pl - Qs nin kalınlaşması Mib altında hareket eden sıcak suyun taşıdığı maddelerin, sıcaklığın ve basıncın düşmesi sonucu, çökelmesiyle sürmektedir. Jeolojik ve hidrojeolojik modelin, birimlerin adlandırılmasıyla birlikte gerçeğe yakın olması, araştırmaların sonuçlarını olumlu yönde etkilemiştir.

Sonuçlar

Jeolojik birimlerin adlarının doğru kullanılması, jeolojik ve jeoteknik modellerin hazırlanmasında ve ilgili tasarımların üretilmesinde yadsınılamaz önem taşımaktadır. Ayrıca, birlikte çalışmalarının zorunlu ve gerekli olduğu jeoloji, inşaat, maden, jeofizik ve jeomorfoloji gibi meslek grupları arasındaki bilimsel iletişimde de kolaylık sağlamaktadır. Bu birlikteliğin doğal sonucu olarak, hem projeler olumlu yönde gelişecektir, hemde ilgili meslek dallarında bilimsel gelişmelere küçümsenemeyecek katkılar sağlanmış olacaktır.

Son 15 yılda yapılan ve yazarın bire - bir tanık olduğu mühendislik projelerindeki istenmeyen sonuçlar, bilimsel anlamda tartışma yapılamamasından kaynaklanmıştır. Ayrıca, ilgili meslek dallarının temsilcileri birlikteliğe ve eşgüdüme gereken önemi yeterince verememişlerdir. Özellikle büyük ölçekli (otoyol, baraj vb.) projelerde işveren ve yüklenici kuruluşlar, eski bir gelenek gereği, ilgili kamuoyunun görüşlerine kapalı olmayı yeğlemişlerdir.

KATKI BELİRTME

Yazar, konu içerisinde verilen örnek çalışmalarda bilmeyerek yapılan yanlışlıkları, insan olmanın bir özelliği saymakta olup, bu bağlamda, eleştiri - özeleştiri mekanizmasının hayata geçirilmesi konusunda uğraş verenlere teşekkür eder.

DEĞİNİLEN BELGELER

Akdeniz, N. ve Konak, N., 1979, Simav - Emet - Tavşanlı - Dursunbey - Demirci yörelerinin jeolojisi, MTA rapor no: 6547, 108 s.

Aktan, E., Abdulaziz, A., Koca, M.Y. ve Türk, N., 1992, İzmir Çevre otoyolunun mühendislik jeolojisi etüdleri. 3. Mühendislik Jeolojisi Sempozyumu, 21 - 23 Mayıs 1992'de sunulmuştur. Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi ve Çukurova Üniv. Müh. - Mim. Fak., Adana.

Bianiawski, Z.T., 1989, Engineering rock mass classifications: a complete manual for engineers and geologists in mining, civil, and petroleum engineering. Wiley, New York, 273 pp.

Durgunoğlu, T., 1989, Km 206 yarması, TAG otoyolu geoteknik raporu., TAG otoyolu raporları (yayınlanmamış), Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara, 215 s.

Hoedemaeker, Ph. J., 1973, Olistostromes and other delapsional deposits and their occurence in the region of moratall (prov. of Muricia, Spain): Scripta. Geol., 19, 1 - 207.

Hsü, K.J., 1968, Principles of melange and their bearing on the Fransiscan - Knoxville paradox: Bulletin Geol. Soc. Amer., 79, 1063 - 1074.

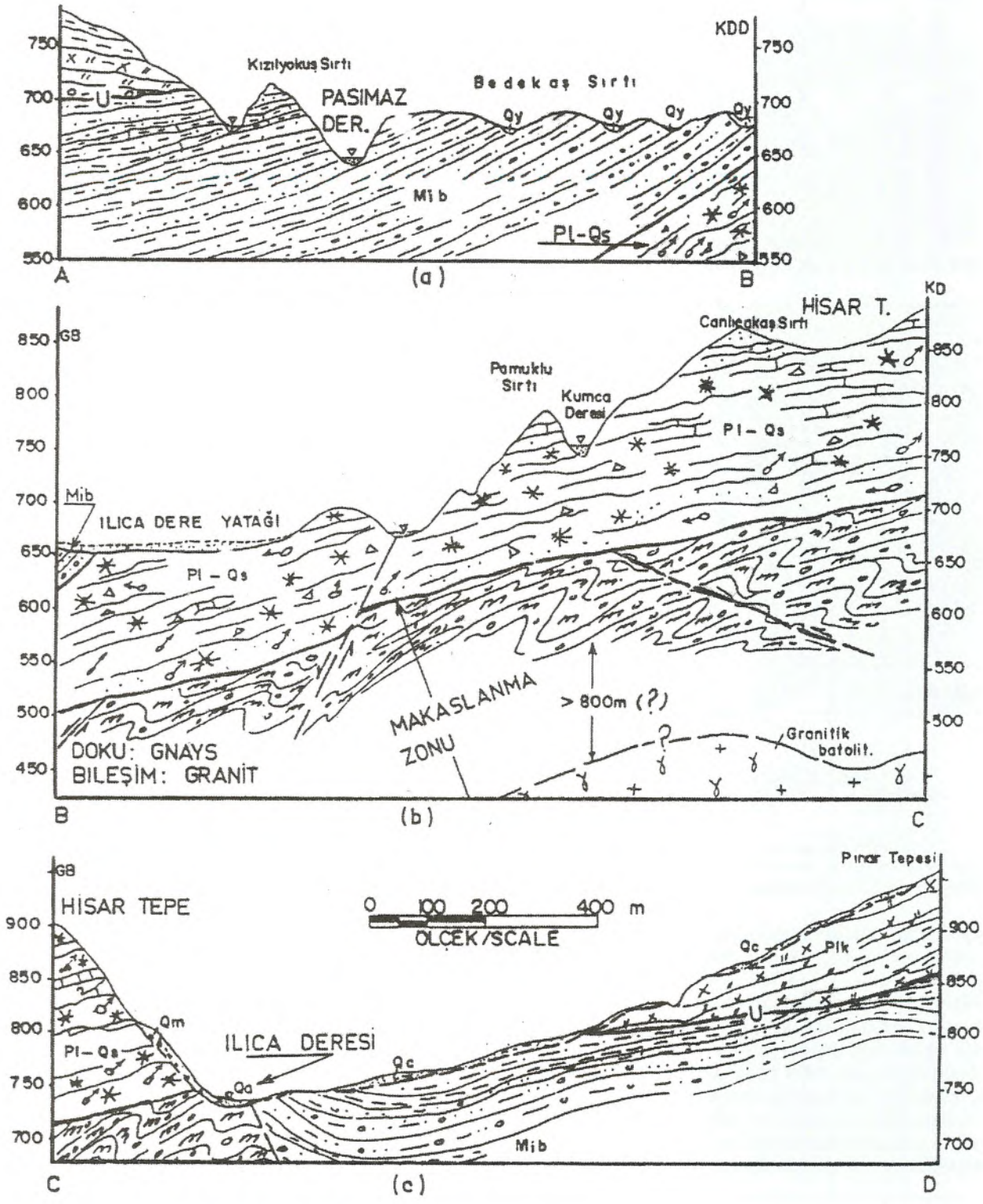
Kaufmann, F.J., 1886, Emmen - und Schlierengegenden nebst Umgebungen bis zur Brünigstrasse und Linie Lungern - Grafenort geologisch aufgenommen und dargestellt, Beitrage zur geologischen Karte der Schweiz, 24, 608 p. pt. 1. with atlas of 30 plates.

Konuk, T., 1977, Bornova flişinin yaşı hakkında. E.Ü.F.F. Derg., B.I, 65 - 74.

Marchetti, M.P., 1956, The occurence of slide and flowage materials (olistostromes) in the Tertiary series of Sicily: Proc. of Int. Geol. Congr., Mexico.

Spektra Jeotek, 1990, Geological mapping report on Balçova tunnels. Izmir - Aydın otoyolu raporları (yayınlanmamış), Karayolları Genel Müdürlüğü, 45 s.

Spektra Jeotek, 1991, Enginering geological mapping



Şekil 6. Çalışma alanının yeraltı jeolojik durumu.

report on the Karşıyaka tünnel site. Izmir - Aydın otoyolu raporları (yayınlanmamış), Karayolları Gen. Müdürlüğü, 40 s.

Tylin, 1989, Geotechnical reports of the TAG motorway: sections II - IV, (unpublished), Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara, 605 s.

Yağmurlu, F., 1980, Bornova (İzmir) güneyi flişi topluluklarının jeolojisi. Türkiye Jeol. Kur. Bült., 23/2, 141 - 152.

Yılmazer, İ., 1990, Geotechnical reports of the Tarsus - Adana - Gaziantep Otoyolu, Km 190+00 - 208+000. Geotechnical reports of the TAG motorway (unpublished), General Directorate of Highways, Ankara, 256 s.

Yılmazer, İ., 1991, Gerede - Ankara ve Ankara çevre otoyoluna genel ve jeoteknik açıdan bakış. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 38, 43 - 50.

Yılmazer, İ., 1993, Engineering geological properties of caliche consisting of softpan and hardpan levels (Adana region, Turkey). In: Geotechnical Engineering of Hard Soils - Soft Rocks (Symposium Volume), Balkema, Rotterdam 319 - 323, (eds): Anagnostopoulos, A., Schlosser, F., Kalteziotis, N. & Frank, R.

Yılmazer, İ., 1994, General engineering geological as pects of melanges as evident in some landslides. Bulletin of the Geological Congress of Turkey, No. 9, 413 - 420.

Yılmazer, İ., 1995, General and geotechnical aspects of the Turkish motorway, Presented orally and will be published in the Proceedings of the Danube - European Conference on soil mechanics and foundation engineering, MAMAIA, Constanta - Romania, 12 - 15 September 1995.

Yılmazer, İ. ve Çongar, 1993, Manisa Demirci ilçesinin yeraltı suyu olanakları, yayınlanmamış rapor, SİAL ve Demirci Belediyesi, 25 s.

Yılmazer, S., Şimşek, Ş. ve Gümüş, H., 1977, Urla - L17b3, İzmir - L18 a1 - a4 paftalarının jeotermal araştırma sahasına ilişkin jeoloji harita ve kesitleri, MTA rapor no: 33345, iki pafta ve kesitleri.

Sağlığa zararlı mineral tozlarının genel özellikleri ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri

Mine Şenoğlu H.Ü. Jeoloji Müh. Böl., Beytepe, Ankara

Jeoloji biliminin yeni ilgi alanlarından birisi olan "çevre" ile ilgili pek çok problem henüz çözülmeyi bekleyen başlangıç safhasındadır. Doğal çevreyi oluşturan kayaç ve mineral tozlarının insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri bilinmektedir. Örneğin bazı mineral tozlarının özellikle akciğer hastalıklarına sebep olduğu, bunun yanısıra çeşitli mineral tozlarının da mide, böbrek, pankreas, ovaryum kanserlerine yol açtığı konusunda şüpheler vardır.

Hastalığa sebep olan bu minerallerden en bilineni asbest formlu mineralleridir (Krizotil = serpantin asbest ve krokidolit = ribekitin lifsi çeşitidir). Ancak bazı silis polimorfları, zeolitler, killer üzerinde yapılan çalışmalarda çeşitli risklerin varlığı ortaya çıkmıştır. Yine bazı titan mineralleri, hematit ve manyetit bunlardan sayılır. Lifsi zeolit olan erionit de en fazla hastalık yapan mineral olarak güncel ilgiyi toplamaktadır.

Mineral tozlarının, insanların solunum sistemi üzerindeki zararlı etkileri, toz parçacıklarının yalnız fiziksel şekline bağlıdır, diye düşünülebilir. Değişik durumlarda tane şekli sadece çok az önem taşır. Tozlarda partikül boyutu kadar mineralojik yapı ve kimyasal bileşim de önemlidir. Günümüzde çoğu araştırmacı, hastalıkların mineral toz parçacıkları ile etkileşimi sonucu ortaya çıktığını vurgulamıştır. Bu durumda hastalığa sebep olan ajan, yani mineral toz parçacıkları biyolojik sistemden geçerek etkileşir. Hastalık oluşturabilecek mineral toz partiküllerinin yüzey, kimyasal ve elektrik özellikleri; mekanik özellikleri kadar önem taşır.

Jeolojik çevrim içerisinde akışkan (gaz veya sıvı olabilir) ile temas halinde olan mineral yüzeylerinin doğasında, zamanla değişimler gözlenir. Zaman içerisinde mineral yüzeyleri ile akışkan arasında kimyasal reaksiyonlar gelişir. Mineral - sıvı ara yüzeyleri hastalıkları oluşturabilecek potansiyel yüzeylerdir.

Biyolojik sistem içindeki mineral yüzeylerinin statik veya hareketsiz olmayıp; aksine dinamik ve çevresiyle etkileşim halinde olduğu vurgulanmalıdır.

Mineral yüzeyleri atom yapısı, bileşimi, yüzey yükü ve reaktivitesi ile karmaşık bir yapıdadır. Bu kompleks durum minerallerin doğal kirlenmesi olarak adlandırılabilecek alterasyonu sonucudur.

Alterasyon, jeolojik anlamda değişik faktörlere bağlı olarak kayaç ve minerallerin primer haldeki yapısında meydana gelen değişimlerdir. Bu değişimler atomik yapıda meydana gelen değişimlerdir. Alterasyonda suyun etkisi önemli bir yer tutar. Özellikle anyon ve katyon bakımından zengin sular kayaç ve / veya minerallerin alterasyonunda katalizör rolü oynar. Minerallerdeki ve/veya kayaçlardaki alterasyon iki şeklinde ortaya çıkar.

(1) Birinci aşamada atomik yapıda yer alan atom veya iyonlar arasındaki bağ zayıflamakta, yük dengesinin sağlanması için özellikle su bünyeye girmektedir. Bileşime hidroksil (OH) iyonu dışında yeni iyonlar katılmamasına rağmen kristalografik yapı yine de bozulmaktadır.

(2) İkinci aşamada ise bozulma daha fazla ilerleyerek mineral bünyesindeki iyonlarda değişim görülmektedir. Mineralin bünyesine yeni iyonlar girebildiği gibi bazı iyonların uzaklaştığı gözlenir. Bu durumda hem kristalografik yapı, hem de kimyasal bileşim değişmektedir.

Ancak mineral yüzeylerindeki kirlenmeleri yani alterasyonun mineral üst yüzeylerinde sadece birkaç mono - katman kalınlığında ve nispeten hafif elementlerden oluştuğu araştırmalardan çıkarılan sonuçlardır. Mineral yüzeyi ve yüzey yakınında meydana gelen iyon değiştirme reaksiyonlarında mineral yüzeylerindeki atomlar da etkilenmektedir.

Mineral yüzeylerinde meydana gelen reaksiyonlar hem yüzeyin elektronik yapısına hem de üst yüzeyin tepkimesine bağlıdır.

Mineral toz parçacıklarının yüzeyleri insan sağlığı üzerinde zararlı etkiler yaratılmasında aktif rol oynar. Bu etki özellikle mineral yüzey bileşimi, atom yapısı, yüzey yükü ile ilişkilidir.

Bu genel bilgilerden sonra, örnek olarak üzerinde en çok çalışılan ve sağlığa zararlı tozlar içeren genel adı ile asbest olarak anılan krizotil (yaygın serpantin minerali) ve krokidolit (ribekitin lifsi çeşidi) üzerinde yapılan deneylerden çıkarılan çarpıcı sonuçlardan birkaçı aşağıda verilmiştir:

Akciğer dokusundaki krizotil topluluğu ilk başta artmakta ve daha sonra sabit kalmakta iken; akciğer dokusundaki krokidolit topluluğunun zamanla arttığı gözlenmiştir.

1 mikron çaplı krizotil lifinin insan akciğerinde 9 (±4.5) ayda tamamen eridiği, buna karşın krokidolitin krizotile göre biyolojik olarak daha dayanıklı olduğu saptanmıştır.

Jeolojik ortamlarda, genellikle amfiboller tabakalı silikatlardan daha hızlı çözünür. Bu durumda krokidolit, bir fillo - silikat (tabaka veya yaprak silikat) minerali olan krizotilden daha hızlı çözünmelidir. Ancak amfibollerin doğasına, tabakalı silikatlara ve çözücü ortama bağlı olarak çözünme hızı ters orantılı olabilir. Yapılan çalışmalarda akciğer dokusu içindeki krokidolitlerin tahmini ömrü, krizotil ile mukayese edilerek saptandığı vurgulanmalıdır.

Krizotil endüstrisinde çalışan işçilerin üzerinde yapılan çalışmalarda işçilerin akciğerlerinde krizotile göre beklenenin çok üzerinde amfibol liflerinin yoğunluğu gözlenmiştir. Çalışma sahasında nispeten az amfibol açığa çıkmasına karşın amfibol iğnelerinin biyolojik dayanıklılığının krizotilden daha yüksek olup, akciğerlerde zararlı etkiler gösterdiği gözlenmiştir.

Asbest tozları akciğer dokularında kemirici olarak ortaya çıkar. Fibrojenez ve bronşlarda kanserlere yol açan reaksiyonları başlatır.

ABD Madenlerde Güvenlik ve Sağlık Teşkilatı havanın 1 cm^3'de en çok 0.2 ile 2 asbest lifinin bulunabileceğini bunun üzerindeki miktarın tehlikeli olduğunu duyurmuştur.

Ancak herşeyden önce şunu bilmek gerekir ki; asbestin yol açtığı hastalıklar solunabilir asbest liflerinin akciğerlere alınması ile sınırlıdır. Sindirim yoluyla alınan liflerin kolayca vücuttan atıldıkları ve hastalığa sebep olmadığı bilinmektedir.

Solunum sırasında hava; burun ve ağız yolu ile alınmakta, oradan akciğerlere ulaşmaktadır. Akciğerlerde kullanıldıktan sonra da aynı yollardan geçerek dışarı çıkmaktadır. Solunum yollarının dış yüzeyi tüylü epithel hücreleri ve mukoza denilen sıvı madde ile kaplıdır. Bu sayede solunan havada bulunan toz parçacıklarının bir kısmı tüycükler tarafından tutularak öksürme ve hapşırma ile vücuttan kolayca atılırlar. Akciğerlere ulaşan daha küçük tozlar ise buradaki makrofaj (savunma) hücreleri tarafından yok edilirler.

Bu tabii korumalara rağmen gözle görülmeyecek kadar küçük olan lifler akciğerlere girip yerleşir ve orada akciğer kanseri, mesetelioma ve asbestosis hastalıklarına yol açar.

Akciğerlerde herhangi bir hastalığa yol açan tozların terminel bronşların ilerisindeki akciğer havalandırma alanlarına sokulabilecek uygun büyüklükte partiküller olduğu düşünülmektedir. Çapları 0.5 mikro metreden küçük ve 5 mikro metreden büyük olan isometrik kütleler ile çapları 3 mikro metreden küçük ve uzunlukları 50 mikro metreden büyük çubuksu partiküller akciğerlerin havalandırma alanlarına sokulabilmektedir. Bu sınırların dışında kalan tozlar solunum yollarından dışarı atılmaktadır. Üzücü olan akciğerlerin mineral tozlarının büyük bir kısmını kabullenmeleridir.

Elmes (1980) isometrik biçimli mineral tozlarının radyoaktif maddelere ve kimyasal kanserojenlere bulaşmadıkça kansere neden olmadığını ileri sürmektedir.

Mineral tozlarıyla karşı karşıya kalıp onları soluyan insanların akciğerlerinde herhangi bir hastalığın meydana gelip gelmemesi;

(a) bu tozlarla karşı karşıya kalma süresine,

(b) solunan tozun akciğerlerde alıkonulan kısmının miktarına,

(c) solunan tozun fizikoşimik niteliğine,

(d) kişisel faktörlere bağlıdır.

Akciğerlerde örneğin kömür işçisinde 100 g. veya daha fazla; fillit çıkarak işçide 10 - 15 g. ve saf kuvars için 5 g. toz birikmeden hastalığın oluşmadığı Elmes (1980) tarafından ifade edilmiştir.

Mineral tozlarının niteliği bakımından önemli özellikleri; tanelerin büyüklüğü, kanser için tanelerin biçimi ve tanelerin mineralojik bileşimi ile ilişkilidir.

İnsan metabolizması sulu zayıf asitik karakterde bir ortamdır. Örneğin solunan havada askı halde bulunan toz boyutunda volkanik cam, kuvars, feldispar vb. mineral tanecikler akciğerlerin az asitik ve sulu dokusu üzerinde CO_2 kısmi basıncının etkin olduğu bir ortamda altere olmakta ve zeolit, tremolit vb. yük dengesi ortama

göre değişen ikincil minerallere dönüşmekte veya primer olarak doğrudan doğruya alınan mineral tanecikleri ara reaksiyonlarına neden olmakta ve sonuçta insan sağlığını tehdit etmektedir.

Kırsal kesimden gelen hastalarda akciğer kanserlerinde (pleural mesatelioma) hastalığa yol açan faktörlerin yalnızca asbest olmadığı Barış, (1981) tarafından yapılan çalışmalarda vurgulanmıştır. Dokulardaki mineral araştırması çalışmalarında bolluk sırasına göre amfibol, krizotil asbest, talk, jips ve kaolinit olduğu saptanmıştır.

Göğüs hastalıklarına neden olan minerallerin hepsinin silikat bileşimli oldukları (rutil hariç) ve katyonların ise Mg ve Fe olduğu ve yapılarında OH bulunduğu belirlenmiştir Aydın, (1989).

Göğüs hastalıklarına neden olan antofillit, tremolit, aktinolit, krizolit ve lifsel zeolitlerin en önemli ortak özelliklerinin alterasyon mineraller olması ve bu tür alterasyon mineralleri kendi elektrik yük dengelerini bulundukları ortama göre ayarlıyabilmekte ve katalizör rolü oynadığı Barış, (1987) ve Aydın, (1989) tarafından vurgulanmıştır.

Özellikle akciğer hastalıklarına yol açan bu mineraller doğada oldukça yaygındır. Dünyada akciğer hastalıklarına yol açan bu minerallerin üretiminin artmış olduğu ve yapısına bu minerallerin katıldığı malzemelerin kullanım alanlarının oldukça fazla olduğu belirtilmelidir.

Yukarıdaki tüm bu açıklamalardan çıkarılan sonuçlar şu şekilde maddeler halinde özetlenebilir:

1. Mineral yüzeyleri statik değil, dinamiktir. Çevresiyle etkileşim halindedir.

2. Mineral yüzeyleri kompleks ve heterojendir.

3. Mineral tozlarının zararları ve hastalığa sebep olması:

(a) mekanik / boyutsal özelliklerinin bileşimine,

(b) kimyasal özelliklerine,

(c) yüzey özelliklerine bağlıdır.

DEĞİNİLEN BELGELER

Aydın, N., 1989, Mineraloji - petrografi - jeokimya ve insan sağlığı arasındaki bağıntılar: Jeoloji Mühendisliği, 34 - 35, 18 - 27.

Barış, İ., 1987, Asbestos and erionite related chest diseases: Hacettepe Üniversitesi Göğüs Hastalıkları Birimi, 174 s., Ankara.

Elmes, P.C., 1980, Fibrous minerals and health. J. geol. Soc. London, Vol. 137, 525.

Erkan, Y., 1993, Doğal Bir Mineral; Asbest, kullanım ve sağlımız: M.T.A. Doğa Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni, 2, 5 - 6, s. 6.

Hochella, M., 1993, Surface chemistry, structure and reactivity of hazardous mineral dust: Healt effect of mineral dust., Rewiews in Mineralogy Volume 28, George D. Guthrie Jr, Brooke T. Mossman Editors. s. 581.

Niçin Poster?

Selim İnan C.Ü. Jeoloji Müh. Böl., Kampüs, Sivas

Son yıllarda ülkemizde jeoloji eğitimi veren üniversitelerin sayısında oldukça hızlı bir artış kaydedildiği hepimizce yakinen bilinen bir gerçektir. Bu artışa bağlı olarak ta, her yıl yüzlerce jeoloji mühendisi, çeşitli üniversitelerden mezun olarak, kamu ve özel kuruluşlar ile değişik üniversitelerde araştırma görevlisi olarak çalışma hayatına başlamaktadır. Aralık 1995 ayı itibarıyla Jeoloji Mühendisleri Odasına kayıtlı mühendis sayısı 5941 olup, kayıt dışı mezunlar da (odaya kayıt yaptırmayanlar) bu sayıya dahil edilirse 7000 rakamına ulaşılmaktadır.

Bu oldukça yüksek rakamlarda seyreden jeoloji mühendisleri, çeşitli kamu ve özel kuruluşlar ile üniversitelerde yapmış oldukları araştırmalarını ve sonuçlarını diğer yerbilimcilere sözlü ya da yazılı olarak aktarmaktadırlar. Yazılı aktarmaların bir kısmı çeşitli raporlar şeklinde büyük bir kısmı ise ülkemizde ve yurtdışında yayınlanan dergilerde makaleler şeklinde gerçekleşmektedir. Sözlü aktarmalar ise yine ülkemizde ve yurtdışında düzenlenen ulusal ve uluslararası sempozyum, kongre, konferans, workshop ve seminerlerde bildiri ve poster şeklinde sunulmaktadır.

Bildiri, bir kitle önünde genellikle 15-20 dakikalık bir süre içinde slayt, tepegöz vb. aletler yardımıyla araştırmaların sözlü olarak sunumu anlamına gelmektedir. Her bildirinin bitiminde maksimum 5 dakikalık bir de tartışma bölümü yer alır.

Bu yazının konusunu oluşturan ve sözlüklerde duvar ilanı veya afiş olarak tanımlanan poster ise, çeşitli toplantıların (kongre, sempozyum, seminer vb.) belirli günlerinde minimum 3 saatlik (maksimum 1 gün) bir süre içerisinde uygun boyutlardaki (ortalama 1-2 m) levhalarda araştırma sonuçlarının yazılım ve çizim yoluyla belgelenmesi ve tartışılmasıdır.

Bildiri ve poster sunumlarının avantaj ve dezavantajları karşılaştırıldığında ilginç sonuçların ortaya çıktığı görülmektedir. Örneğin;

1- Bir bildiri sunumunda, başarılı olunabilmesi, için, sunan kişi çok iyi hitap veya anlatım gücüne sahip olmalıdır. Sunum yapan kişinin, sürekli olarak dinleyicilerin ilgisini taze tutması, dikkatlerini çekmesi gerekmektedir. Oysa poster sunumunda, zaten tüm dökümanlar ve çizimler pano üzerinde asılı olduğundan böyle bir hitap gücüne sahip olunması zorunlu değildir. Ayrıca poster, dilin getireceği olumsuzluklardan sıyrılmada bir avantaj olduğu kadar, dinleyicinin merakını dinç tutma anlamında da sözlü sunumdan yararlıdır.

2- Bildiri sunumunda, bilgilerin aktarılmasında seçilen yolların ve metodun çok iyi ayarlanması gerekir. Giriş ve diğer bölümlerde sunulacak bilgiler ilişkisiz ve birbirinden kopuk olmamalıdır. Bu şekilde sunulan bir bildiri, dinleyicilerin konuya hakimiyetinde zorluklar çıkartır. Yine poster sunumunda herşey pano üzerinde ve belirli bir sıra dahilinde aktarıldığından böyle bir zorunluluğa gerek kalmayabilir. Anlaşılmayan ve eksik kalan bölümler tekrar okunarak veya posteri sunan kişi ile tartışılarak ortadan kaldırılabilir.

3- Bildiri sunumunda, anlatımda yardımcı olacak şekillerin, tabloların ve fotoğrafların ne zaman slayt ve tepegöz de kullanılacağının belirlenmesi ve sırasının kaçırılmaması son derece önemlidir. Hiçbir zaman atlanılmaması ve belli bir sıra dahilinde birbirini izlemesi gereklidir.

4- Sözlü sunumun diğer bir dezavantajı da zamanın çok kısa olmasıdır. Sunum yapan kişinin 15-20 dakikalık bir süre içinde, tüm bilgileri aktarması zorunludur. Oysa çoğu kez zamanın kısa olması nedeniyle, sunum yapan kişiler bulgularını tam anlamıyla aktaramadan ve çoğu kesimini atlayarak geçiştirmek zorunda kalmaktadırlar. Bildirilerin bir amacı da çeşitli kişilerle bilgi alışverişinde bulunmak olduğu için, tartışma bölümlerinin (5-10 dakika) çok kısa olması nedeniyle, bu amaç çoğunlukla gerçekleşemez. Poster sunumunda böyle bir zorunluluk yoktur. Sunum yapan kişi ile dinleyiciler daha fazla ve ayrıntılı bir biçimde fikir alışverişinde bulunabilir ve tartışma yapabilirler.

5- Sözlü sunumda, sunumu yapacak olan kişinin kılık ve kıyafeti de önemli bir etken olabilir. Giyim tarzındaki önemli bir farklılık, dinleyicilerin dikkatlerinin o noktaya çekilmesini sağlayacağından başarılı bir sunum gerçekleşmeyebilir. Poster için böyle bir zorunluluk yoktur.

6- Son olarak bildiri sunumunun karanlık bir salonda gerçekleştirildiği düşünülürse, kişilerin dikkatlerinin dağılmasına ve gevşemesine neden olunabilir.

Yukarıda özetlenmeye çalışılan posterin bu kadar avantajlarına karşın, ülkemizde yapılan çeşitli ulusal ve uluslararası sempozyum, kongre, workshoplarda sunulan poster ve bildiri sayıları arasında çok büyük farklılıkların olduğu görülmektedir.

Örneğin Tablo 1, 1978-1996 yılları arasında yapılan Türkiye Jeoloji Kurultayları'nda sunulan bildiri ve poster sayılarını göstermektedir. Tablodan görüleceği üzere, bu zaman dilimi içinde (19 yıl) sunulan toplam bildiri sayı-

sı 1267, poster sayısı ise sadece 12'dir. Poster sunumları bildirilerin oran olarak %0.9'u kadar olup bu da son üç yıl içinde gerçekleşmiştir.

Tablo 1. Türkiye Jeoloji Kurultayları'nda 1978-1996 yılları arasında sunulan bildiri ve poster sayıları.

YIL	BİLDİRİ	POSTER
1978	41	-
1979	30	-
1980	44	-
1981	36	-
1982	60	-
1983	77	-
1984	60	-
1985	83	-
1986	69	-
1987	74	-
1988	65	-
1989	39	-
1990	68	-
1991	62	-
1992	73	-
1993	127	-
1994	154	1
1995	52	3
1996	53	8
Toplam	**1267**	**12**

Tablo 2'de ise yine ülkemizde yapılan çeşitli üniversite ve kamu kuruluşları tarafından gerçekleştirilen ulusal ve uluslararası sempozyum ve kongrelerde sunulan bildiri ve poster sayıları verilmiştir. Tablo 2'de gösterilen toplam 9 kongre ve sempozyumda sunulan bildiri sayısı 533 (%90.2) poster sayısı ise 60 (9.8)'dir. Posterlerin biraz daha fazla olması, yapılan toplantıların uluslararası olma özelliğinden kaynaklanmaktadır. Yine de oldukça düşük bir oran göstermektedir.

Tablo 2. Ülkemizde yapılan ulusal ve uluslararası sempozyum, workshop ve kongrelerde sunulan bildiri ve poster sayılarına örnekler.

Tarih ve Yer	Toplantı Adı	Bildiri Sayısı	Poster Sayısı
1-6 Ekim 1990 İzmir	International Earth Sciences Congress on Aegean Region	122	22
2-5 Eylül 1991 Ankara	Suat ERK Jeoloji Sempozyumu	75	---
9-11 Eylül 1992 Ankara	Internatinonal Symposium on the Geology of the Black Sea Region	104	17
13-16 Ekim 1992 Adana	International Symposium on Eastern Mediterranean Geology	60	6
15-17 Kasım 1993 Ankara	Hacettepe Üniv. Yerbilimleri 25. Yılı Sempozyumu	54	---
27-30 Eylül 1995 Ankara	VII. Ulusal Kil Sempozyumu	42	---
16-20 Ekim 1995 Trabzon	K.T.Ü. Jeoloji Müh. Böl. 30. Yıl Sempozyumu	114	---
15-17 Nisan 1996 Ankara	Türkiye 11. Petrol Kongresi	98	---
6-8 Eylül 1995 Sivas	Second International Turkish Geology Workshop	64	15
	Toplam	**533**	**60**

Buna karşın Avrupa ve dünya ölçeğinde yapılan kongrelerdeki bildiri ve poster sayılarının birbirine çok yakın değerler gösterdiği, hatta poster sayısının daha fazla olduğu Tablo 3'de açıkça görülmektedir. Tablo 3'de son dört toplantıda toplam olarak 8030 (%48.4) bildiri, 8580 adet de (51.4) poster sunulduğu ortaya çıkmaktadır.

Tablo 3. Dünya ve Avrupa Jeoloji Kongreleri'nde sunulan bildiri ve poster sayıları.

Tarih ve Yer	Toplantı Adı	Bildiri	Poster
4-8 Nisan 1993 Strasbourg/France	EUG VII Avrupa Jeoloji Kongresi	1200	1200
9-13 Nisan 1995 Strasbourg/France	EUG VIII Avrupa Jeoloji Kongresi	1320	1300
24 Ağus-3 Eylül 1992 Kyoto/Japan	29th International Geological Congress	2710	3030
4-14 Ağus 1996 Beijing/China	30th International Geological Congress	~2800	~3050
	Toplam	**8030**	**8580**

Her üç tablo da incelendiği taktirde ülkemizde yapılan ulusal ve uluslararası toplantılardaki poster sayısının çok düşük seviyelerde yer aldığı açıkça görülür. Buna karşın poster sunumunun daha önceki paragraflarda anlatılan avantajları dikkate alındığında sayının bu kadar düşük olmasının nedenlerini anlamak oldukça güçtür. Kanımızca bu nedenlerin başında geleneksel toplum yapımızdan kaynaklanan tutuculuk gelmektedir. Her yetişen yeni nesilin bir öncekini kopye etmekte ve yeni bir arayışın içinde olmadığı bu olguyu kuvvetlendirmektedir. İkinci olarak çoğu yerbilimcinin düşüncesinde yer alan fikir, poster sunumunun bildiri kadar dikkati çekmediği gibi bir görüştür. Bunun yanlış olduğu yapılan Dünya ve Avrupa kongrelerindeki poster sayıları açıkça kanıtlamaktadır. Üçüncü neden ise poster hazırlanmasının zaman aldığı gibi bir düşünce yapısı olabilir. Dör-

düncü neden ise yurt dışında yapılan çeşitli bilimsel aktivitelere katılım oranındaki düşüklükten kaynaklanabilir. En son olarak da, ülkemizde kongre ve sempozyumları düzenleyen kuruluşların postere gereken önemi vermemesi, yeterli ve uygun zaman ayırmaması bir neden olarak karşımıza çıkabilir.

Tüm bunlara karşın ülkemizdeki jeoloji eğitim ve araştırmaların düzeyini Avrupa düzeyine ulaştırmak için bildiri kadar poster sayılarınında artırılması gerekmektedir. Poster sayılarının arttırılabilmesi için bazı önlemlerin alınması ve acil olarak uygulamaya geçilmesi gerekir. Bu önlem ve öneriler aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır.

1- Üniversitelerdeki öğretim üye ve yardımcıları ile araştırma görevlilerinin, poster yapımında ve hazırlanmasında öncülük etmeleri.

2- Yurtiçinde düzenlenecek olan kongre ve sempozyumlarda özel poster programlarının hazırlanması ve poster sunumu sırasında herhangi bir bildirinin veya oturumun yapılmaması

3- Özellikle Türkiye Jeoloji Mühendisleri Odası bazında, her yıl düzenlenen Türkiye Jeoloji Kurultayları'nda en güzel poster seçiminin yapılması ve gerektiğinde teşvik edici ödüller verilmesi

4- Poster sunumu için toplantılarda özel salonların hazırlanması

5- Bildiri sunumlarında bir oturum başkanı ve yardımcısı oluyorsa, aynı şekilde poster sunumları için de, poster sunumlarının ciddi bir biçimde yapılması ve kontrolü amacıyla poster oturumu başkanı ve yardımcısı seçilmelidir.

6- Düzenleyici kuruluşların özellikle genç meslektaşlarımızın hevesini kırmamak ve deneyimlerini arttırmak amacıyla gerektiğinde bildiri başvurularını reddetmek yerine poster olarak kabul etmeleri yararlı olacaktır.

Jeoloji Panorama

Hazırlayan: ***Sefer Örçen*** MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdleri Dairesi, Ankara

"Jeoloji Panorama"da dünya jeoloji periyodiklerinden özellikle ülkemizin jeolojisini ilgilendiren yada ilginç olabilecek, seçilmiş makalelerin bibliyografyası "Dünya Periyodiklerinden Makaleler" başlığı altında "Jeoloji Mühendisliği" okurlarına sunulacaktır.

Türkiye jeolojisi üzerine yazılmış seçilmiş makalelere ait "Özler / Abstracts" bölümü özgün şekilleri de kapsar biçimde "Jeoloji Panorama" da yer alacaktır.

Yapılacak yada yapılmış olan sempozyum, seminer, konferans vb. ye ait duyuru ve haberler de "Sempozyum, Seminer, Konferans" başlığı altında okurlara sunulacaktır.

Diğer yandan jeoloji mühendislerinin mesleki gelişimlerine katkı sağlayacağı düşüncesiyle güncelliğini de ön planda tutarak "Yeni Yayınlar" ın tanıtımına da "Jeoloji Panorama" da yer verilecektir.

Her zaman olduğu gibi "Jeoloji Takvimi", çeşitli dünya ülkelerinde yapılacak olan jeoloji etkinliklerinin bir aynası olarak okurlara yansıtılacaktır.

Çizilen çerçeve içinde "Jeoloji Panorama" yerbilimcilerin çeşitli jeoloji disiplinlerine ait üretimlerinin sergilendiği bir platform olarak nitelendirilebilir.

"Jeoloji Mühendisliği" okurları da, "Jeoloji Panorama"ya yukardaki konulara ilişkin hazırlayacakları haber ve tanıtım yazıları ile katkı da bulunabilirler.

Dünya Periyodiklerinden Makaleler

"Geological Magazine" 1995, cilt, 132, no. 1 - 5

5 sayı içinde özellikle ülkemizin jeolojisini ilgilendiren yada ilginç olan makaleler:

132/1, Ocak 1995:

Fortey, R.A., Harper, D.A.T., Ingham, J.K., Owen, A.W. and Rushton, A.W.A., 1995, *A revision of Ordovician series and stages from the historical type area*: Geological Magazine, 132, 1, 15 - 30.

132/2, Mart 1995:

Oliver, G.J.H., Johnson, M.R.W. and Fallick, A.E., 1995, *Age of metamorphism in the Lesser Himalaya and the Main Central Thrust zone, Caarhwal India: results of illite crystallinity, ^{40}Ar-^{30}Ar fusion and K-Ar studies*: Geological Magazine, 132, 2, 139 - 149.

132/3, Mayıs, 1995:

Bozkurt, E., Winchester, J.A. and Park, R.G., 1995, *Geochemistry and tectonic significance of augen gneisses from the Southern Menderes Massif (West Turkey):* Geological Magazine, 132, 3, 287 - 301.

Griand, B., Bouchardon, J.L., Ouali, H., Piboule, M., and Capter, P., 1995, *Geochemistry of bimodal amphibolitic - felsic gneiss complexes from eastern Massif central, France:* Geological Magazine, 132, 3, 321 - 337.

132/4, Temmuz, 1995:

Hamdi, B., Rozanov, A.Yu and Zhurawlev, A.Yu., 1995, *Latest Middle Cambrian metazoan reef from northern Iran:* Geological Magazine, 132, 4, 367 - 373.

Segev, A., Halicz, L., Steinitz, G. and Cang, B., 1995, *Post - depositional processes on a buried Cambrian sequence in southern Israil, north Arabian Massif: evidence from new K-Ar dating of Mn-nodules:* Geological Magazine, 132, 4, 375 - 385.

132/5, Eylül 1995:

Kimbell, G.J. and Stone, P., 1995, *Crustal magnetization variations across the Iapetus suture zone:* Geological Magazine, 132, 5, 599 - 609.

"Tectonophysics" 1995

241/no. 1-2:

Pedcock, D.C.P. and Sanderson, D.J., *Pull - aparts, shear fractures and pressure solution,* 1 - 14.

Guilot, S., Le Fort, A., Pecher, A., Barman, M.R. and Aprahamian, J., *Contact metamophism and dept of emplacement of the Munaslu granite (Central Napal). Implications for Himalayan orogenesis,* 99 - 120.

241/no. 3-4:

Berberian, M., *Master 'blind" thrusts faults hidden under the Zagros folds: active basement tectonics and surface morphotectonics;* 193 - 224.

243/ no. 3-4:

Genç, Ş.C. and Yılmaz, Y., *Evolution of the Triassic continental margin northwest Anatolia,* 193 - 207.

Yılmaz, Y., Genç, Ş.C., Yiğitbaş, E., Bozcu, M., and Yılmaz, K., *Geological evolution of the late Mesozoic continental margin of Northwestern Anatolia*, 155 - 171.

244/no. 1 - 3:

Special Issue: *Heat flow and thermal regimes of continental lithosphare.*

Cermak, V. and Bodri, L., *Three -dimenssional deep tempareture modelling along the European geotraverse*, 1- 12.

Cermak, V., *A geothermal model of the Central segment of the European Geotraverse*, 51 - 56.

Hella Vedova, B., Lucuzcau, F., Pasquale, V., Pellin, G. and Verdoya, M., *Heat flow in the tectonic provinces crossed by the southern segment of the European Geotraversc*, 57 - 74.

Hurtig, E., *Temperature and heat - flow density along European transcontinental profiles*, 75 - 84.

Vasseur, G., Brigaud, F. and Demongodin, L., *Thermal conductivity estimation in sedimentary basins*, 167 - 174.

İlkışık, O.M., *Regional heat flow in western Anatolian using silica temperature estimates from thermal springs*, 175 - 184.

244/no. 4:

Wong, H.K., Ludmann, T., Uluğ, A. and Görür, N., *The sea of Marmara: a plate boundary sea in an escape tectonic regime*, 231 - 250.

Tatar, O., Piper, J.D.A., Park, R.G. and Gürsoy, H., *Palaeomagnetic study of block rotations in the Niksar overlap region of the North Anatolian Fault Zone, central Turkey*, 251 - 266.

249/no. 1 - 2:

Kahle, H.G., Müller, M.V., Geiger, A., Danuser, G., Mueller, S., Veis, G., Bilins, H. and Pradissis, D., *The stain field in northwestern Greece and the Ionian Islands: results infered from GPS measuments*, 41 - 52.

250/no. 1 - 3:

Akıncı, A., Ibanez, J.M., del Pezzo, E. and Morales, J., *Geometrical spreading and atcenuation of Lg waves: a comparison between western Anatolia (Turkey) and southern Spain*, 47 - 60.

"Geology" Vol. 23., 1994, 1995

22/no. 3, 1994

Okay, A.İ., Şengör, A.M.C. and Görür, N., *Kinematic history of the opening of the Black Sea and its effect on the surrounding regions*, 267 - 270.

23/no. 2, 1995

Christopher, A., McRoberts, Cathryn R. Newton, *Selective extinction among end - Triassic Eorupean bivalves*, 102 - 104.

23/no. 3

John B. Ritter, Jerry R. Miller, Yehouda Enzel, Stephen G. Wells, *Reconciling the roles of tectonism and climate in Quaternary alluvial fan evolution*, 245 - 248.

C.J. Macleod, B.J. Murton, *On the sense of slip of the southern Troodos transform fault zone, Cyprus*, 257 - 260.

23/no. 4

Bruce P. Luyendyk, *Hypothesis for Cretaceous rifting of east Gondwana caused by subducted slap capture*, 373 - 376.

23/no. 5

S.A., Schumm, David K. Rea, *Sediment yield from disturbed earth systems*, 391 - 394.

23/no.5

Ralf Hetzel, Cees W. Passchion, Uwe Rings Özcan O. Dora, *Bivergent extension in orogenic belts: The Menderes massif (southwestern Turkey)*, 455 - 458.

Scambelluri, M., Müntener, O., Hermann, J., Piccardo, G.B., Trommsdorff, V., *Subduction of water into the mantle: History of an Alpine peridotite*, 459 - 462.

23/no. 6

Reiners, P.W., Nelson, B.K., Ghiorso, M.S., *Assimilation of felsic crust by basaltic magma: Thermal limity and extents of crustal contamination of mantle - desived magmas*, 563 - 566.

23/no.7

Benton, M.J., Simms, M.J., *Testing the marine and continental fossil records*, 601 - 604.

23/no. 8

McClay, K., Dooley, T., *Analogue models of pull - apart basins*, 711 - 714.

23/no. 11

Storti, F., McClay, K., *Influence of syntectonic sedimentation on thurst wedges in analogue models*, 999 - 1002.

Gonzales-Gonorrino, G., Eyles, N., *Inverse relation between ice extent and the late Paleozoic glacial record of Gondwana*, 1015 - 1018.

"Nature", cilt 377, 1995

377/ 28 September 1995

Storey, B.C., *The role of mantle plumes in continental breakup: case histories from Gondwana Land*, 301 - 308.

"Bulletin of Volcanology", Vol. 56, 1995

56/no. 8

Schumaeher, R., Schminche, H.U., *Models for the origin of accretinonary lapilli*, 626 - 639.

Özler / Abstracts

Anna Farinacci, 1993, *Argolide (Grecia) e Bey Daglari (Turchia): un pretesto per l'utilizzazione delle facies nella compresione della tettonica sinsedimentaria:* Paleopelagos, 3, 47 - 58, Roma.

Argolid (Greece) and Bey Daglari (Turkey): a testing of facies in the understanding of synsedimentary tectonics.

This paper deals with the link between sedimentary facies and subsidence in the Cretaceous limestones of the western and eastern ends of the Aegean Arc (Akros in Argolid and Bey Daglari in the Western Taurus). By means of a model of extensional tectonics, it has been possible to recognize the reason why the buildup of carbonate platforms was so active in these areas, since they were the products of sedimentation which subsided gradually in an unstable area. On the other hand, in the stable plateaux, active carbonate sedimentation was inhibited by negative subsidence resulting from compressional tectonics in a strike - slip system. Consequently, there, the space necessary for deposition was not created by the weight of the sediments and sedimentary gaps were very frequent. On the non subsident plateaux, with little platform benthos and with no carbonate buildup, only pelagic organisms were able to fix the carbonate portion of the sediment; here there is an increased clay: carbonate ratio, since the amount of carbonate being deposited was low. Because of the differentiation of a subsiding platform and of a stable plateau, which were in lateral contact, or which alternated vertically, a deep - seated tectonics is believed to be responsible for the differing responses of subsidenc to the sediment load. Moreover along strike - slip faults and margins of half - grabens, materials from carbonate platforms could have been transported to the stable plateaux, subsiding a little by drag from the subsiding area where the carbonate platform was being built. Because of the biological progradation of the carbonate shelf towards the fore - reef and outer rim, that is along active marginal faults, unconsolidated shelf margin sediments collapsed due to tectonic pulses, and were thus moved to the transitional margin between the subsiding areas and the stable plateaux, which were subsiding only a little through drag and whose marginal areas appeared to be more unstable than the internal ones. The trend of the tectonics can change a subsiding area to a stable one; after the Cenomanian active buildup, subsidence stopped at the beginning of the Turonian, and the carbonate platform of the Aegean Arc was subject to subaerial exposure. After karstification of the surface, sedimentation began again in the "scaglia" facies with globotruncanids during the Turonian or later, into the Coniacian and Santonian (thus the drawning was gradual and lasted between 2 and 6 million years, the sedimentary sequences having, moreover, many gaps and limited thickness). The succeding Late Campanian - Maastrichtian succession, (that is after about 15 million years from the cessation of the carbonate buildup) happened almost contemporaneously everywhere in the Aegean Arc in the "scaglia" facies with globotruncanids. This situation is common to Akros and Bey Daglari; except in the Susuz Dag succession (the south - western part of the Bey Daglari), where, after sedimentation of the limestones in "scaglia" facies, the shelf buildup begun again in the Maastrichtian, with transitional facies along the main fault.

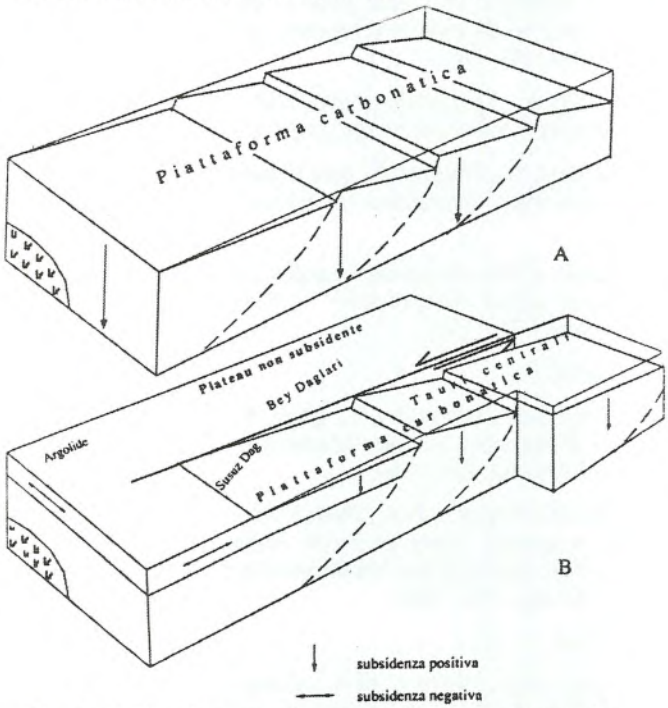


Fig. 3. A) Situazione tettonica con subsidenza positiva graduale durante il buildup carbonatico del Cenomaniano, estesa a tutte le unita gco-graficine dell'Arco Egeo.
B) Situazione tettonica durante la transgrresione tardo campaniano - maastrichtiano conle unita geografiche ubicate secondo le facies e la subsidenza differenziata (vedi il testo).

A.İ., Okay, A.M.C., Şengör, N., Görür, 1994, *Kinematic history of the opening of the Black Sea and its effect on the surrounding regions:* Geology, v. 22, p. 267 - 270, March 1994.

The Black Sea consists of two oceanic basins separated by the mid - Black Sea ridge. The east - west - oriented west Black Sea basin opened as a back - arc rift in the Cretaceous by tearing a Hercynian continental sliver, the Istanbul Zone, from the present - day Odessa shelf. The Istanbul zone, which was initially contiguous with the Moesian platform in the west, moved south during

the Late Cretaceous - Paleocene with respect to the Odessa shelf along two transform faults: the dextral west Black Sea and the sinistral west Crimean faults. It collided in the early Eocene with a Cimmeride zone in the south, there by ending the extension in the western Black Sea and deactivating both the west Black Sea and the west Crimean faults as strike - slip faults. The east Black Sea basin opened as a result of the counterclockwise rotation of an east Black Sea block around a rotation pole located north of the Crimea. This block was bounded by the west Crimean fault, the southern margin of the eastern Black Sea, and the southern frontal thrusts of the Greater Caucasus. The rotation of the east Black Sea, and the southern frontal thrusts of the Greater Caucasus. The rotation of the east Black Sea block was contemporaneous with the rifting of the west Black Sea basin but lasted until the Miocene, resulting in continuous compression along the Greater Caucasus.

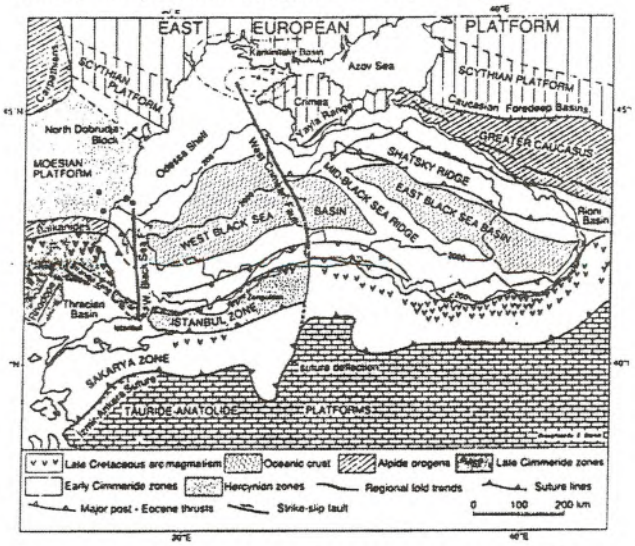


Fig. 1. Tectonic map of Black Sea region (Şengor and Yılmaz, 1981, Tugolesov et al., 1985; Finetti et al., 1988; Okay, 1989). Barsacross west Black Sea and west Crimean faults indicate locations of seismic sections in Daehev et al. (1988) and Finetti et al. (1988), respectively, which delineate these faults. Circles in southern part of Moesian platform indicate location of boreholes used for stratigraphy of Moesian platform (cf. Fig. 2). Contours north of Crimea give Upper Cretaceous - Lower Miocene sediments thicknesses in karhins sky basin (Vinogradou, 1966, 1968). Depth contours in metres.

Ş.C., Genç, Y., Yılmaz, 1995, *Evolution of the Triassic continental margin, northwest Anatolia; Tectonophysics,* 243, 193 - 207

The northwest Anatolian basement consists of two distinctly different metamorphic assemblages which were juxtaposed prior to the deposition of Liassic cover sediments. These include the lower and the upper associations. The lower association is mainly represented by Triassic metavolcanic and associated metasedimentary units, together with a slice of ophiolite. The upper association rests on the lower association with a low - angle thrust fault and is composed of Paleozoic or older schists, gneisses and phyllites. A transgressive succession begin above the basement with Permo - Carboniferous neritic limestones. These platform type carbonates were disrupted by rifting during the early Triassic. At the initial phase of rifting, coarse clastics and associated rift type lavas were formed. The rift then evolved into an ocean basin, which closed at the end of the Triassic. The continental margin of the Triassic basin underwent regional metamorphism, initially high T/low P, it was followed later by a high P/low T metamorphic phase. During the metamorphism, the continental margin units were multiply deformed by north - directed compressive stress. Later on, unmetamorphosed Triassic successions of the continental margin were thrust northward onto the metamorphosed part of the same continental margin. Thus the Triassic assemblages of northwest Anatolia collectively display the dynamics and various structural affects of the deformation recorded in the continental margin and adjacent oceanic unit.

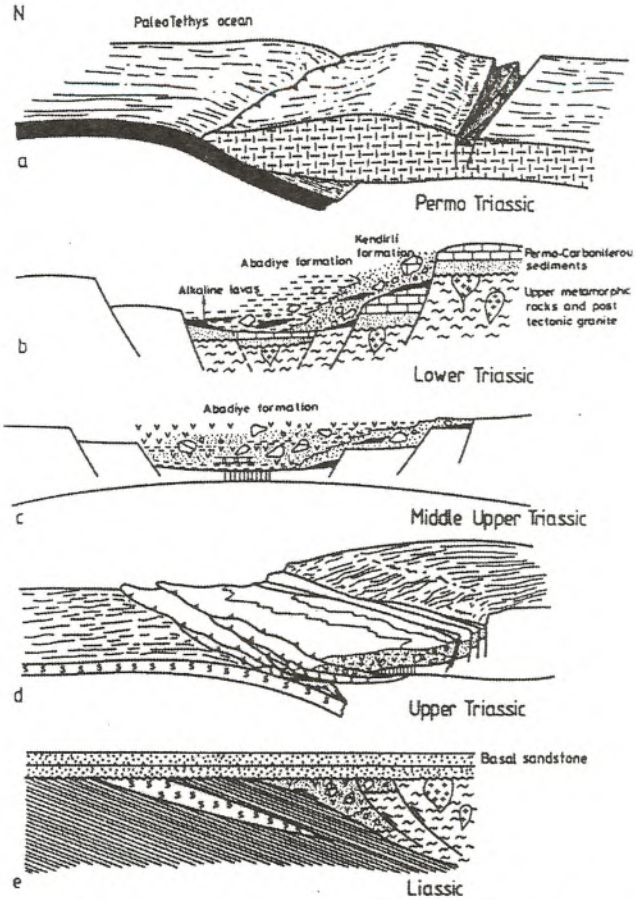


Fig. 11. Diagram showing consecutive stages of development of the Triassic basin in northwest Anatolia.

Y., Yılmaz, Ş.C., Genç, E., Yiğitbaş, M., Bozcu, K., Yılmaz, 1995, *Geological evolution of the late Mesozoic continental margin of Northwestern Anatolia: Tectonophysics,* 243, 155 - 171.

The Armutlu peninsula is a composite tectonic entity made up of sections of the Sakarya continent, the Rhodope - Pontide fragment and an ophiolite. These are assembled following a continental collision between Gondwanaland and Laurasia during the Late Cretaceous. The northern margin of the Sakarya continent underwent progressively increasing deformation prior to and during the advancing collision, due to continued convergence between the two continents. Initially, the leading edge of the continent subsided under the load of an approaching ophiolitic slab. Following this, a north - directed thrusting and folding occurred during the Turonian. Progressive elimination and eventual closure of the ocean preceded the thrusting of northerly situated, collision - induced, nappe packages over the leading edge of the Sakarya continent. The nappe - laden edge of the continental margin then collapsed and steadily subsided under the heavy load of the ophiolitic slab and the northern continental fragment. Consequently, the nappe packages and the ophiolite were collectively metamorphosed during the Coniacian - Santonian interval. During the subsidence the main body of the Sakarya continent partially detached from its collapsed edge along a fault zone and thus suffered an independent but less severe deformation, which lasted until the uplift of the collapsed edge in the Campanian. From the late Campanian onward, throughout later orogenic stages, the metamorphic and non - metamorphic units amalgamated into a single tectonic entity, forming a basement for younger cover rocks (Fig. 9).

Aral, I., Okay, Helfried, Mostler, 1994, *Carboniferous and Permian Radiolarite Blocks from the Karakaya Complex in Northwest Turkey;* Tr. J. of Earth Sciences 3, 23 - 28, TÜBİTAK.

The Karakaya Complex is a strongly deformed, partially metamorphozed, heterogeneous assemblage of Permo - Triassic clastic, volcanoclastic, and basic volcanic rocks with wide outcrops in the Sakarya Zone of the Pontides. Here, we report for the first time, Upper Paleozoic pelagic sediments found as exotic blocks in the Karakaya Complex in the Biga Peninsula of northwestern Turkey. One such block occurs in the sandstones of the Hodul Unit of the Karakaya Complex northeast of Balya. It is a two - meter large block made up of intercalated, thinly bedded, red limestone and radiolarian chert. A sample from the limestone has yielded Bashkirian (Middle Carboniferous) conodonts. Blocks of radiolarian chert also occur in the siliceous shales of the Çal Unit of the Karakaya Complex southeast of Çan. A

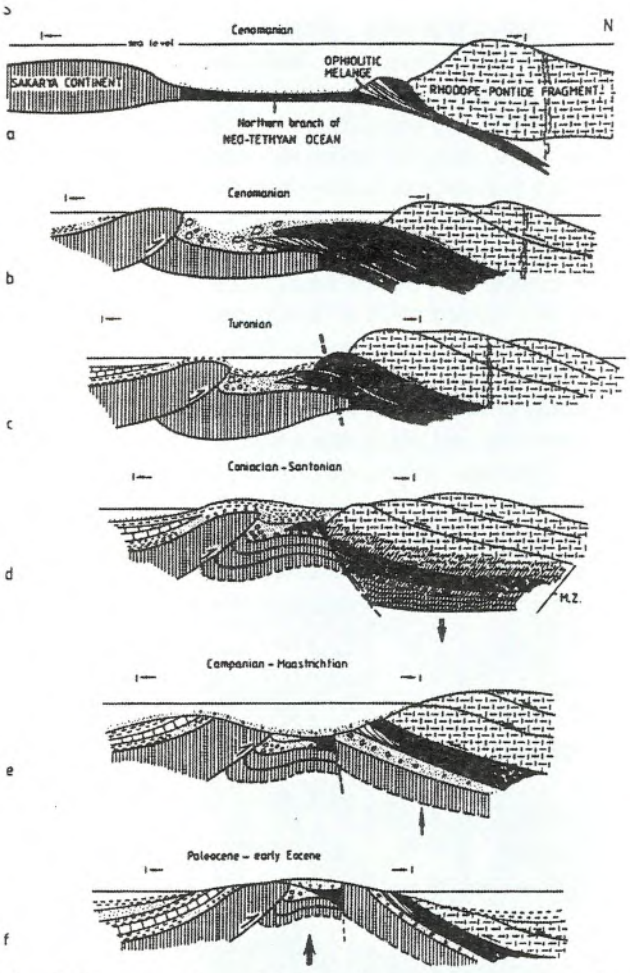


Fig. 9. Plate tectonic model displaying subsequent stages of the evolution and foreland deformation of the region during the Late Cretaceous and early Tertiary. The horizontal arrows indicate the limits of the region corresponding to the study area. (a) The north - facing continental margin formed during the Mesozoic and persisted until the Late Cretaceous. The northern continent, which at present corresponds to the western Pontides (the Rhodope - Pontide fragment), comprised the southern part of Laurasia, The southern continent (the Sakarya continent) represented a fragment of Gondwanaland, The ocean that separated the two continents is known as the northern branch of the Neo-Tethyan ocean. The ocean floor began to be consumed, possibly by northward subduction under the Rhodope-Pontide fragment. (b) An ophiolitic slab detached from its root and began to move southwards toward the Sakarya continent, possibly during the Cenomanian. In front of the ophiolitic slab a foredeep and an accompanying thrust-induced forebulge formed on the edge of the Sakarya continent. The forebulge reached above sea level and was deeply eroded. Materials derived from the elevated region were then transported into adjacent structural lows as debris flows and blocks. This may have coincided with the initial phase of continental collision, as a result of elimination of the ocean floor which left behind a remnant sea. After the Cenomanian no more abyssal phalen sediments were formed. Intense simultaneous tectonic activity is recorded on both continents as thrusting and tight folding. (c) Progressive stacking of the nappes transported southwards created a heavy burden on the edge of the foreland of the Sakarya continent. As a result oof the increasing load, the edge of the continent is assumed is assumed to have collapsed and subsided. The broken line indicates a hypothetical fault along which the loaded edge of the continent began to subside.

(d) The collapsed edge of the Sakarya continent, the overlying slab of the ophiolite and the Rhodope - Pontide fragment were collectively buried and metamorphosed. M.Z. = the metamorphosed zone; thick arrow = subsidence, (e) The metamorphosed nappe stack rose rapidly before the late Campanian. Broken line = a hypothetical fault zone which facilitated the uplift of the collapsed and metamorphosed units; arrow = the uplift. Following the uplift, the southern, central and the northern zones were collectively covered for the first time under a common sea where a wide range of coeval sedimentary rocks were deposited. From the north to the south, transitions from fluvial to shallow marine environments passing into a deeper marine flysch basin are recorded in the Upper Campanian - Maastrichtian successions (see Fi. 8) (f) As a result of continued convergence the flysch basin was gradually elevated and finally rose above the sea. However, in the interior of both continents the sea realms remained until the end of the early Eocene. The arrow indicates thickening, shortening and consequent uplift of the central sector due to north - south compression.

sample from the radiolarian chert has yielded Sakmarian to Artinskian (Lower Permian) radiolaria. The discovery of Upper Paleozoic pelagic sediments in the Karakaya Complex indicates that the Karakaya Complex does not represent Triassic rift deposits as generally believed, but probably represents active margin units of Permo - Triassic age and includes possible oceanic accretionary material as old as Carboniferous.

N., Görür, A.İ., Okay, O., Tüysüz, E., Yiğitbaş, R., Akkök, 1995, *İstanbul - Zonguldak Paleozoyik istifinin paleocoğrafik ve tektonik konumu: Zonguldak Havzası Araştırma Kuyuları - 1: Kozlu - K20/G.* M.N. Yalçın ve G. Gürdal (Der.) TÜBİTAK, MAM, Özel Yayını, 27 - 43, 1995.

Batı Pontidlerde, İstanbul ve Zonguldak arasındaki Karbonifer kayaları, İstanbul Zonu olarak bilinen Hersiniyen kıta parçası üzerinde yeralır. Batıda, İstanbul ve dolayında, Karbonifer istifinin tabanında Üst Devoniyen yaşlı çörtlü ve nodüler kireçtaşları bulunur. Bunlar üste doğru Vizeen yaşlı, fosfat yumrulu, şeyl arakatmanlı, radyolaryalı çörtlere geçer. Derin denizel nitelikli bu kesimin üzerine de grovak, silttaşı ve şeyl ardalanmasından oluşan kalın bir türbidit istifi gelir. İstif Triyas yaşlı kırmızı kaba kırıntılılar tarafından açısal diskordansla örtülür. Zonguldak dolayında ise Karbonifer istifi, Üst Devoniyen resifal kireçtaşlarının üzerinde yeralan şeyl arakatmanlı Vizeen kireçtaşları ile başlar. Vizeen kireçtaşları üzerine yaygın kömür yatakları içeren kırıntılı Namuriyen - Vestfaliyen istifi gelir. İstanbul - Zonguldak arasındaki alanda Karbonifer kayaları, Ordovisiyen - Karbonifer döneminde gelişmiş kalın bir pasif kıta kenarı istifi içinde yeralır. Bu birlik, kendisine komşu olan diğer tektonik birliklerde yeralan Paleozoyik yaşlı istiflerden belirgin farklılıklar sunar. Buna karşılık Moesya platformu ile yakın benzerlikleri vardır. Karadeniz ve çevreleyen alanlardan elde edilen jeolojik, jeofizik ve jeomorfolojik veriler, İstanbul Zonu'nun Karbonifer döneminde Odesa şelfi boyunca Moesya Platformu ve Kırım arasında yeraldığını göstermektedir. İstanbul Zonu, bugünkü konumunu Albiyen - erken Eosen döneminde Batı Karadeniz havzasının gelişimi esnasında iki ana transform fayla kazanmıştır (Okay vd., 1994).

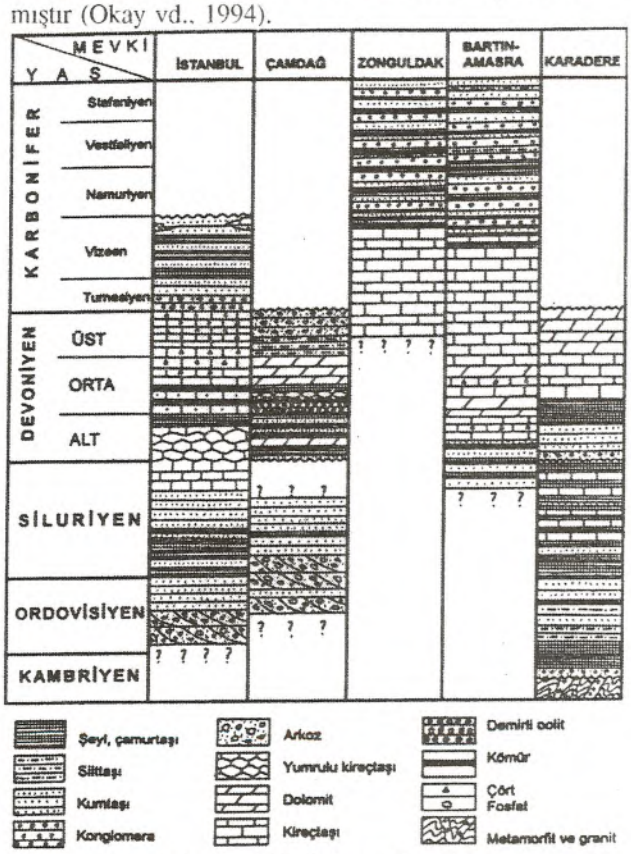


Fig. 3. Kuzey Anadolu'daki Paleozoyik istiflerine ait stratigrafi kesitleri.

E. Bozkurt, J.A. Winchester and R.G. Park, 1995, *Geochemistry and tectonic significance of augen gneisses from the Southern Menderes Massif (West Turkey); Geological Magazine,* 132, 3, 287 - 301.

The protoliths of mylonitized augen gneisses exposed in the southern sector of the Menderes Massif (West Turkey) are calc-alkaline, peraluminous, S-type, late- to post-tectonic tourmaline- and garnet-bearing, two-mica leucogranites. They cut and post-date the fabrics of the 'main Menderes metamorphism' which took place between the early Eocene and early Oligocene and intrude metamorphic basement rocks comprising the so-called 'Palaeozoic schist envelope' of the massif. They are themselves cut by an extensive network of tourmaline-rich dykes. Chemical, mineralogical, isotopic and field relations suggest that the granitic protolith crystallized from a boron-rich, water-saturated melt, derived from partial melting of metagreywacke in the lower crust during peak Barrovian-type metamorphism. The protolith was probably emplaced during late-orogenic extensional collapse of the thickened crust in west Turkey during late Oligocene time.

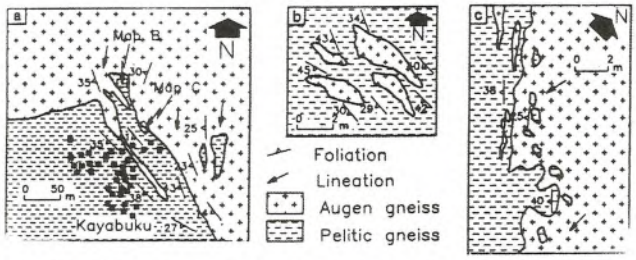


Fig. 10. (a) Large-scale detailed geological map at Kayabükü village showing the cross-cutting relationships between the augen gneisses and the fine-grained pelitic gneisses. Note the sill-like intrusion of granitic rocks into the host rocks. Locations of Figure 3b ve c are indicated; (b) detailed sketch map illustrating small scale undeformed granite veins within the pelitic gneisses; (c) detailed view of the boundary between the augen gneisses and the fine-grained pelitic gneisses. Both the granitic veins and the enclaves of schist are concentrated around the boundary (from Bozkurt, Park & Winchester, 1993).

O.M. İlkışık, 1995, *Regional heat flow in western Anatolian using silica temperature estimates from thermal springs; Tectonophysics*, 244, 1-3, 175 - 184.

Regional trends of variation of heat flow in western Anatolia have been outlined using the silica temperature estimator on thermal springs. Silica heat-flow values from 187 springs have been calculated. The data are corrected for local long-term mean annual surface temperature. A mean value of heat flow for the western part of Anatolia of 107±45 mWm^{-2} has been obtained, which is about 60% above the world average.

The silica heat-flow data are compared with available conventional heat-flow values for this region. A general agreement is observed, and new patterns are recognized. A close association exists between areas of high silica heat-flow values (above 100 mWm^{-2}), and areas of Tertiary and younger volcanism. High heat flow is also observed in Palaeozoic units of the Menderes Massif which is under tensional stress. The highest heat-flow estimate of 247 mWm^{-2} is obtained near Gediz (38°57' N, 29°13.2' E). This area is part of a seismically active region and is located near a Middle Eocene subduction zone which is an area of later collision tectonics.

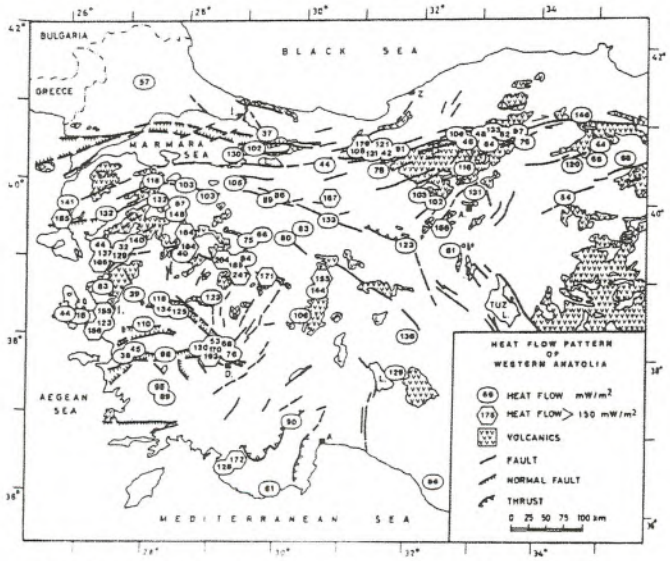


Fig. 2. Heat flow in western Anatolia from silica geotemperatures.

The new heat-flow data from western Anatolia improve our knowledge of the thermal conditions within the crust. This information is important for the analysis of various geophysical and geological phenomena including seismicity.

O. Tatar, J.D.A. Piper, R.G. Park and H. Gürsoy, 1995, *Palaeamagnetic study of block rotations in the Niksar overlap region of the North Anatolian Fault Zone. Central Turkey; Tectonophysics*, 244, 4, 251 - 266.

This palaeomagnetic study investigates crustal deformation within, and adjacent to, the Niksar overlap area of the North Anatolian Fault Zone (NAFZ) in central-east Turkey. The studied rock formations comprise: (1) red limestones of Late Cretaceous age (3 sites); (2) mafic lavas of Eocene age on the north side (13 sites) and south side (9 sites) of the NAFZ; and (3) volcanic rocks of Pliocene - Quaternary age from the Niksar pull-apart basin within the NAFZ (8 sites). Comparisons with reference palaeofield directions computed from apparent polar wander paths of the Eurasian and Afro - Arabian plates identify two scales of regional and local tectonic rotation:

(1) A pre-tilting remanence in the Eocene volcanic rocks south of the NAFZ (D/I= 144.1 / -47.5°, α_{95} = 7.6°) is interpreted to reflect counterckwise rotation by 30-40° from the reference palaeofields. Contemporaneous volcanic rocks from the north side of the NAFZ have the same reverse polarity recorded in pre-tilting magnetisations. The remanence is also rotated counterclokwise (D/I= 152.4 / -42.5°, α_{95} = 11.3°), but by about 8° less than the volcanics on the south side of the NAFZ. Hence similar amounts of rotation are observed on both sides of the NAFZ and are interpreted to reflect motions during the pre-Middle Miocene collisional history in this sector of the Pontides. No distributed clockwise rotationsanticipated from subsequent dextral motion along the NAFZ intracontinental transform are observed. The slightly larger anticlockwise rotation found on the south side of the NAFZ probably records relative rotation of en-echelon wedges by continental escape during post-Middle Miocene strike slip along the transform.

(2) Within the narrow zone of intense deformation along the NAFZ, Cretaceous limestones appear to be rotated clockwise by dextral strike - slip motion whilst Plio - Quaternary lavas within a fault-bounded block in the overlap region associated with the Niksar pull - apart basin, have magnetisations consistently directed 240 - 270°E. Magnetic inclinations are not diagnostic of polarity but both polarity solutions identify rapid clockwise rotation at rates in excess of 50°/m.y. A normal polarity solution is favoured and implies that a block (ca. 5 km across) has undergone a strike - slip displacement of

around 12 km within the NAFZ during the last polarity chron. Cretaceous - Eocene palaeolatitudes are closer to those predicted from Eurasia than Afro - Arabia, but a study of older rocks is required to resolve affinities of this sector of the Anatolian block.

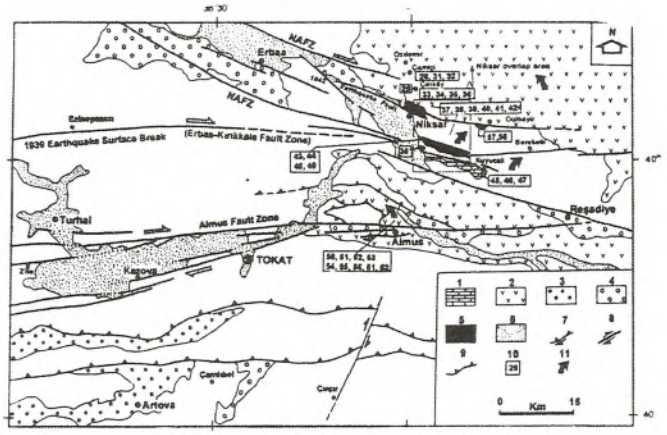


Fig. 2. Simplified geological map of the study area, showing sampling localities. The regional location is shown in Fig. 1. The inset legend: 1 = Upper Cretaceous red limestones; 2 = Eocene volcano - sedimentary units; 3 = Miocene - Pliocene deposits; 4 = Plio - Quaternary deposits; 5 = Plio - Quaternay volcanics; 6 = Quaternary deposits; 7 = transpressional fault with reverse component; 8 = strike - slip fault; 9 = thrust; 10 = sampling locations and numbers of site; 11 = sense of rotation.

Sempozyum, Seminer, Konferans

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK - MİMARLIK FAKÜLTESİ JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ'NÜN 30. YIL SEMPOZYUMU

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik - Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümünün (1965 - 1995) 30. yıl sempozyumu 16 - 20 Ekim 1995 tarihleri arasında Trabzon'da üniversite kampüsünde Jeoloji Mühendisliği Bölümü tarafından gerçekleştirildi.

Sempozyumda Mineraloji - Petrografi, Maden Yatakları - Jeokimya, Yapısal Jeoloji - Tektonik, Mühendislik Jeolojisi, Paleontoloji, Hidrojeoloji, Sedimentoloji, Stratigrafi, Petrol Jeolojisi, Kömür Jeolojisi olmak 10 bölüm altında toplam 114 bildiri sunulmuştur. Sunulan bu bildirilere ait makaleler, düzenleme komitesi tarafından sempozyum bildiri kitabında yayınlanacaktır. Sempozyum bildiri özleri kitabında yeralan bildirilerin başlıkları ve yazarları aşağıda verilmiştir.

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK-MİMARLIK FAKÜLTESİ

JEOLOJİ MÜH. BÖLÜMÜ
(1965-1995)

30. YIL SEMPOZYUMU

BİLDİRİ ÖZLERİ

16-20 Ekim 1995

TRABZON

İÇİNDEKİLER/Contents

MİNERALOJİ-PETROGRAFİ / Mineralogy-Petrography

DERELİ BARİT YATAĞININ JEOLOJİK VE PETROGRAFİK İNCELENMESİ
Geologic and Petrographic Investigation of the Dereli Barite Deposit
Mustafa ASLANER ve Özcan YİĞİT 2

İSCEHİSAR (AFYON) MERMERLERİNİN PETROGRAFİK VE JEOMEKANİK ÖZELLİKLERİ
Petrographical and Geomechanical Properties of Iscehisar (Afyon) Marbles
Mesut ANIL, Alaettin KILIÇ ve Sair KAHRAMAN 3

DOĞU PONTİDLER'DE ÇARPIŞMA SONRASI OLUŞAN SENOZOYİK YAŞLI PLÜTONİK VE VOLKANİK TOPLULUK
The Post Collisional Cenozoic Plutonic and Volcanic Association of the Eastern Pontides
Ali YILMAZ ve Nuri TERZİOĞLU 4

BEKİLLİ (DENİZLİ) - KARAHALLI (UŞAK) YÖRESİNDE YÜZEYLENEN BAŞKALAŞIM KAYAÇLARININ PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİ
Petrographical Features of the Metamorphic Rocks in the Bekilli (Denizli) Karahallı (Uşak) of the Surrounding Area
Ali BİLGİN ve Yaşar KİBİCİ 5

ÖZDİL (YOMRA) GRANİTOYİDİ VE BUNA BAĞLI OLUŞAN DOKANAK METAMORFİZMASI
Özdil (Yomra) Granitoid and Related to Contact Metamorphism
Zafer ASLAN ve M. Burhan SADIKLAR 6

DOĞU PONTİD METAMORFİK TABANINA İLİŞKİN YAŞ VE FASİYES VERİLERİNİN KIYASLANMASI, MAÇKA-ARSİN-ÇAYKARA (TRABZON) GÜNEYİ, KD TÜRKİYE
The Comparison of Age and Facies Evidences Relating to the Eastern Pontide Metamorphic Basement, South of Maçka-Arsin-Çaykara (Trabzon), NE Türkiye.
Salim GENÇ ve Bülent YALÇINALP 7

TRABZON YÖRESİ LÖSİTİTLERİNİN PETROKİMYASAL ÖZELLİKLERİ
Petrochemical Features of Leucites from the Trabzon Area
Ali VAN, Cüneyt ŞEN, Bülent YALÇINALP ve Gülsekin TOPUZ 8

ERMENEK (KONYA) NEOJEN HAVZASININ KİL MİNERALOJİSİ
Clay Mineralogy of Neogene Basin of Ermenek (Konya)
Necati KARAKAYA, Muazzez ÇELİK ve M. Tahir NALBANTÇILAR 9

SEYDİŞEHİR-AKSEKİ YÖRESİ BOKSİTLERİNİN MİNERALOJİK-KİMYASAL ÖZELLİKLERİ
Mineralogic-Chemical Properties of Seydişehir-Akseki Bauxites
A. Nagihan ERKAN ve Muazzez ÇELİK 10

KONYA BATI-GÜNEYBATISINDA KİL VE KİLDIŞI MİNERALLEŞMELERİN ÖZELLİKLERİ
Properties of Clay and Nonclay Mineralizations in West and Southwest of Konya
Muazzez ÇELİK, Abidin TEMEL, ve Cemal TUNOĞLU 11

KARADAĞ-SIZMA (KONYA) YÖRESİNDEKİ MAVİŞİST METAMORFİZMASININ KÖKENİ
Origin of Blueschist Metamorphism in the Karadağ-Sızma (Konya)Region
Yüksel AYDIN 12

AKDAĞMADENİ (YOZGAT) METAMORFİTLERİNDE YERALAN ORTAKÖY GRANİTOİDİNDEKİ KSENOLİTLERİN MİNERALOJİK VE PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİ
Mineralogical and Petrographical Features of Xenoliths of Ortaköy Granitoid from Akdağmadeni (Yozgat) Metamorphites
Mustafa YILDIZ ve Yusuf Kağan KADIOĞLU 13

KULP (DİYARBAKIR) OFİYOLİTİNİN PETROGRAFİK VE PETROLOJİK ÖZELLİKLERİ
Petrographic and Petrological Features of Kulp (Diyarbakır) Ophiolite
Muharrem AKGÜL 14

ELAZIĞ MAGMATİTLERİNİN JEOKİMYASI VE PETROLOJİSİ
Geochemistry and Petrology of the Elazığ Magmatics
A. Feyzi BİNGÖL ve Melahat BEYARSLAN....15

DOĞU PONTİDLER'DEKİ GRANİTOYİDLERİN KRONOLOJİK DAĞILIMI
Chronologic Distribution of East Pontides' Granitoids
Atasever GEDİKOĞLU....16

KARAMÜRSEL -YALOVA ARASINDAKİ (KUZEYBATI ANADOLU) PİROKLASTİK KAYALARDA OTUEN MİNERAL OLUŞUMLARI
Authigenic Mineral Occurences in Pyroclastic Rocks Between Karamürsel and Yalova (NW- Anatolia)
Bektaş UZ, Fahri ESENLİ, Halis MANAV ve Zeliha AYDOS....17

RİTMİTİK YAPILAR VE JENETİK
Rhythmic Textures and Their Genetic Implications
M. Burhan SADIKLAR....18

KOP DAĞLARI (ERZİNCAN-ERZURUM) ULTRAMAFİTLERİNİN PALEO-JEOTEKTONİK KONUMUNA ANALİTİK BİR YAKLAŞIM
An Analitic Approach to the Paleo-Tectonic Position of the Kop Mountains Ultramafics
Mustafa ASLANER ve Hasan KOLAYLI....19

KOP DAĞLARI (ERZİNCAN-ERZURUM) KROMİT YATAKLARININ PETROJENEZİ VE JEOKİMYASI
Petrogenesis and Geochemistry of the Chromit Deposits of the Kop Mountains (Erzincan-Erzurum)
Mustafa ASLANER ve Hasan KOLAYLI....20

BOLU MASİFİNDE ALT PALEOZOİK YAŞLI MAGMATİZMA (BOLU KUZEYİ)
Lower Paleozoic Magmatism in the Bolu Massive (Bolu, N-Turkey)
Orhan CERİT....21

DOĞU PONTİD OROJENİK KUŞAĞINDAKİ ARHAVİ BÖLGESİNİN MAĞMATİK FAALİYETLERİ
Magmatic Activities in the Arhavi Region at the Eastern Pontide Orogenic Belt
Mehmet TURMUŞ ve İsmail TERLEMEZ....22

KÜRE OFİYOLİTİNDE FLOGOPİT VE GRANATLI LERZOLİT İNTRÜZYONLARI
Intrusions of Garanet and Phlogopite Lherzolite in the Küre Ophiolite
Üner ÇAKIR ve Yurdal GENÇ....23

MADEN YATAKLARI-JEOKİMYA/Ore Deposits-Geochemistry

DOĞU PONTİDLERDEKİ ALTIN ZUHURLARI
The Gold Occurrences in the Eastern Pontides
Necati TÜYSÜZ ve Murat ER....25

EMİRLİ (İZMİR) ANTİMON YATAĞINDAKİ DOLOMİTLEŞMENİN KÖKENİ
Genesis of Dolomitisation at the Emirli (İzmir) Sb Deposit
Miğraç AKÇAY ve H. Mustafa ÖZKAN....26

BALCILI (YUSUFELİ-ARTVİN) PORFİRİ Cu-Mo CEVHERLEŞMESİNİN JEOLOJİSİ, ALTERASYONU VE MİNERALOJİSİ
Geology, Mineralogy and Alteration of the Balcılı (Yusufeli-Artvin) Porphyre Cu-Mo Mineralization
Kemal ÖZDOĞAN....27

SALDA GÖLÜ GÜNCEL MAGNEZYUM KARBONAT ÇÖKELLERİ
The Salda Lake's Actuel Magnesium Carbonate Formation
Fikret SUNER....28

BEYPAZARI-ÇAYIRHAN EVAPORİT OLUŞUMLARININ KİMYASAL YATAKLANMASI
Chemical Deposition of Beypazarı-Çayırhan Evaporite Occurences
Yılmaz BÜRKÜT, Fikret SUNER ve A.H. GÜLTEKİN....29

TOKLAR-REŞADİYE BENTONİTLERİNİN KÖKENİ
Genesis of Bentonite from Toklar-Reşadiye
Gültekin KAVUŞAN ve Turhan ÖZDEMİR....30

ISTALA (TORUL-GÜMÜŞHANE) MASİF SÜLFİT YATAĞININ JEOLOJİK VE MİNERALOJİK ÖZELLİKLERİ
The Geological and Mineralogical Characteristics of Istala Massive Sulphide Deposit
Mithat VİCİL ve Bülent YALÇINALP....31

ORTAKÖY-AŞAĞI ÇULHALI (AKDAĞMADENİ-YOZGAT) CEVHERLEŞMELERİNİN İNCELENMESİ
The Study of Ortaköy-Aşağı Çulhalı (Akdağmadeni-Yozgat) Mineralizations
Ahmet ŞAŞMAZ....32

KOYUNAĞILI (MİHALIÇÇIK-ESKİŞEHİR) YÖRESİNDE SEPİYOLİT-LAFLİNİT DÖNÜŞÜMÜ: JEOKİMYASAL BİR YAKLAŞIM
Transformation of Sepiolite to Loughlinite in the Koyunağılı (Mihalıççık-Eskişehir) Region: A Geochemical Approach
Selahattin KADİR ve Halil BAŞ....33

PONTİD TİPİ MASİF SÜLFİTLERDE HEDEF SAPTAMASI İÇİN JEOKİMYASAL YÖNTEMLER
Geochemical Survey for the Target Definition of the Pontide Type Massive Sulphides
Nezihi KÖPRÜBAŞI....34

KUZEY TETHYS YİTİM SİSTEMİNDE PONTİD'LERİN MAGMATİK VE JEOKİMYASAL EVRİMİ
Magmatic and Geochemical Evolution of the Pontide Segment of the Northern Tethys Subduction System
Selçuk TOKEL....35

SEYDİŞEHİR BÖLGESİ BOKSİTLERİNİN JEOLOJİK VE PETROGRAFİK İNCELEMESİ
The Geological and Petrographic Studied Bauxites in the Seydişehir Region
M.Muzaffer KARADAĞ....36

HORZUM (KOZAN-ADANA) VE BOLKARDAĞI (ULUKIŞLA-NİĞDE) YÖRELERİ Zn-Pb YATAKLARINA AİT PİRİTLERİN İZ ELEMENT KONSANTRASYONLARININ KARŞILAŞTIRILMASI
Comparison of Trace Elements Concentrations of the Pyrites at the Horzum (Kozan- Adana and Bolkardağı (Ulukışla-Niğde) Zn - Pb Deposits (Turkey)
Sedat TEMUR....37

SERÇEÖREN-ÖRENLİ-KANSIZ (KEPSUT-BALIKESİR) YÖRESİNİN JEOLOJİSİ VE MADEN YATAKLARI
Geology and Mineral deposits in The Serçeören-Örenli-Kansız (Kepsut-Balıkesir) District, Turkey
Fetullah ARIK, Sedat TEMUR ve Halil BAŞ....38

GÜNEYDOĞU ANADOLU BİNDİRME KUŞAĞI MASİF SÜLFİD YATAKLARINDA DEFORMASYON DOKULARININ BÖLGESEL DEFORMASYONUN YORUMLANMASINDAKİ YERİ
The Significance of the Deformation Textures in the Interpretion of the Regional Deformation within the Southeastern Anatolian Thrust Belt Massive Sulfide Deposits
İlkay KUŞCU ve Ayhan ERLER....39

YAPISAL JEOLOJİ-TEKTONİK/Structural Geology-Tectonics

BATI ANADOLU'NUN ANA TEKTONİK BİRLİKLERİ VE BÖLGENİN EVRİMİ
Major Tectonic Belts of Western Anatolia and Evolution of the Region
Burhan ERDOĞAN....41

GEDİZ VE BÜYÜK MENDERES GRABENLERİNİN JEOTEKTONİĞİ
Geotectonics of the Gediz and Büyük Menderes
Tahir EMRE....42

İSTRANCA MASİFİNİN ÇATALCA'DAKİ GÜNEY UZANTISI VE İSTANBUL TERSİYER'İNDE DOĞRULTU ATIMLI DEFORMASYON BULGULARI
The Evidence of Strike-Slip Deformation in Southern Extension of the Strancа Massif Near Çatalca and Tertiary Sediments of Istanbul
Hayrettin KORAL....43

KUZEY ANADOLU FAY ZONU ÜZERİNDEKİ İZNİK GÖLÜ VE YAKIN ÇEVRESİNİN NEOTEKTONİĞİ
Neotectonics of İznik Lake and its Vicinity, North Anatolian Fault Zone
T. Fikret SEZEN....44

ELAZIĞ HAVZASININ TERSİYER'DEKİ EVRİMİ
Tertiary Evolution of the Elazığ Basin, E. Turkey
Ercan AKSOY, Mehmet TURAN, İbrahim TÜRKMEN ve Mehmet ÖZKUL....45

ŞİRAN (GÜMÜŞHANE) DOĞU YÖRESİNİN TEKTONİK ÖZELLİKLERİ
Tectonic Features of the Close Eastern Region of Şiran (Gümüşhane)
Mehmet TURAN....46

DOĞU PONTİD YAY GERİSİ HAVZASINDA DERİN YAYILMA ÇUKURLARININ OLUŞUMU (NE TÜRKİYE): NEO-TETİS'İN PASİF KITA KENARI EVRİMİ
Formation of the Deep Spreading Troughs in the Back-arc Basin of the Eastern Pontides (NE Turkey): From Rifting to Drifting of the Neo-Tethys
Osman BEKTAŞ ve Cemil YILMAZ....47

TOROSLARDA HADIM (KONYA) BÖLGESİNİN TEKTONİĞİ İLE İLGİLİ YENİ GÖZLEMLER
New Observations on the Tectonics of Hadım (Konya) Region in Taurus
Ahmet TURAN....48

SİVAS YAKIN DOĞUSU JİPS ALANININ TEKTONİK ÖZELLİKLERİ
Tectonic Features of the Gypsum Karst Areas at Near East of Sivas
Orhan CERİT, Mustafa DEĞİRMENCİ ve Fikret KAÇAROĞLU....49

ÇALDIRAN FAYI VE CİVARININ TEKTONİK İNCELENMESİ
Tectonic Investigation of the Çaldıran Fault and its Vicinities
Yaşar ÇAKIR ve Erkan TANYOLU....50

NEOJEN YAŞLI KAPADOKYA VOLKANİK ÇÖKÜNTÜSÜ ÜZERİNDE GELİŞMİŞ KUVATERNER YAŞLI HAVZALAR, ORTA ANADOLU
Quaternary Basins Developed within Neogene Cappadocian Vocanic Depression, Central Anatolia
Vedat TOPRAK....51

UZAKTAN ALGILAMA VERİLERİNİN JEOLOJİK UYGULAMALAR İÇİN BİR ALGORİTMASI
An Algorithm for Geological Applications of Remotely Sensed Data
M. Latifi SÜZEN....52

MODERN YAPISAL JEOLOJİDE JEOLOJİK VE YERALTI GRAVİTE MODELLEMESİ İÇİN BOUGUER GRAVİTE ANOMALİ HARİTALARININ FİLİTRELENMESİ
Filtering Processing of Bouguer Gravity Maps on Geological and Underground Gravity Modelling in Modern Structural Geology
Fethi Ahmet YÜKSEL, Aysel ŞEREN ve Ali İsmet KANLI....53

SEDİMANTER HAVZALARIN İKİ BOYUTLU ÇÖKME ANALİZİ: TRAKYA BÖLGESİ İÇİN BİR ÖN SİMÜLASYON ÇALIŞMASI
Two-Dimensional Subsidence Analysis in Sedimentary Basins: A Preliminary Study for Simulation on Thrace (Turkey) Region
Fethi Ahmet YÜKSEL ve Yakup ÇELİK....54

AKDAĞMADENİ (YOZGAT) DOĞUSUNDAKİ METAMORFİTLERİN LİTOLOJİK VE YAPISAL ÖZELLİKLERİ
Lithological and Structural Features of Metamorphites Located in the East of Akdağmadeni (Yozgat)
Mustafa YILDIZ ve Okan TEKELİ....55

MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ/Engineering Geology

AYRIŞMA VE KAYAÇLARIN MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ
Weathering and its Effects on the Engineering Properties of Rocks
Şener CERYAN ve Fikret TARHAN....57

İKİZDERE (RİZE) YÖRESİNDEKİ GRANİTİK KAYAÇLARIN MERMER OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİ
Usability of the Granitic Rocks Around İkizdere (Rize) as Dimensional Stone (Marble)
Şule TÜDEŞ, Fikri BULUT ve Bülent YALÇINALP....58

KÜRTÜN - TORUL (GÜMÜŞHANE) ARASI KARAYOLU KAYA ŞEVLERİNİN DURAYLILIK AÇISINDAN İNCELENMESİ
Stability Analysis of the Rock Slopes Along the Route of Kürtün-Torul (Gümüşhane) Highway
Ahmet ŞİRİN ve Fikri BULUT....59

HOMOJEN ŞEVLERDE, TOPUKTAN GEÇEN YENİLME DAİRESİNE AİT MERKEZİN KONUMUNUN BELİRLENMESİ İÇİN BİR YAKLAŞIM
An Approach for the Determination of the Position of Circular Failure Surface Center Passing Through the Toe in Homogenous Slopes
Harun SÖNMEZ ve Candan GÖKÇEOĞLU....60

BASINÇ DAYANIMI TAHMİNİNDE SCHMIDT VE NOKTA YÜK İNDEKSİ KULLANMANIN DOĞRULUK DERECESİ
The Reliability of the Use of Schmidt and Point Load Indexes for Prediction of Compressive Strength
Sair KAHRAMAN....61

ALAADDİN TEPESİ (KONYA) ZEMİN HAREKETLERİ
Soil Settlements of Alaaddin Tumulus (Konya)
Adnan ÖZDEMİR....62

SİVAS YAKIN KUZEYDOĞUSUNDAKİ ÇÖKME DOLİNLERİNİN MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ İNCELEMESİ
An Engineering Geologic Investigation of Collapsed Dolins in NE of Sivas
Ergun KARACAN ve Işık YILMAZ....63

AKSU H.E.S (BOLU) KIZILTAŞ SANTRALI TÜNEL GÜZERGAHININ JEOMÜHENDİSLİK İNCELEMESİ
Jeoengineering Investigations of Kızıltaş Tunnel Aligment for the Aksu Tribune (Bolu)
Nail ÜNSAL ve Mehmet ÇELİK....64

DERELİ (GİRESUN) BARAJ YERİ TEMEL KAYASININ JEOMEKANİK ÖZELLİKLERİ
Geomechanic Properties of the Foundation Rock of the Dereli (Giresun) Dam Site
Suat BOYNUKALIN 65

MERSİN-TARSUS SULAMASI İLETİM TÜNELİNİN MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ İNCELEMESİ
Engineering Geological Study of the Conveyance Tunnel of Mersin-Tarsus Irrigation Project
Sedat TÜRKMEN 66

İSTANBUL SAZLIDERE BARAJI ENJEKSİYON UYGULAMALARI
Grouting Applications of Sazlidere Dam in İstanbul
Süleyman DALOĞ, Özkan CORUK ve Hasan AFŞİN 67

TÜRKİYE BÜYÜK DEPREMLERİNDE GÖZLENEN ZEMİN SIVILAŞMASI VE
ZEMİN SIVILAŞMASI ARAŞTIRMALARI İÇİN BİR ÖN ÇALIŞMA
A Preliminery Study for the Liquefactions Observed in Some Earthquakes in Turkey
Kamil KAYABALI, Fethi Ahmet YÜKSEL ve Cengiz KURTULUŞ 68

PALEONTOLOGY/Paleontology

İSTANBUL BOĞAZI ÖNCESİNDE MARMARA DENİZİ-KARADENİZ BAĞLANTISININ İZMİT KÖRFEZİ-SAPANCA GÖLÜ-SAKARYA NEHRİ BOYUNCA GERÇEKLEŞTİĞİNİN ÖN BULGULARI
Evidence of Inter-Connection Between the Sea of Marmara and Black Sea Via İzmit Bay-Lake Sapanca and the Sakarya River Prior the Bosphorus
Engin MERİÇ 70

TONYA-DÜZKÖY (GB TRABZON) YÖRESİNDE GEÇ KRETASE-ERKEN PALEOSEN PLANKTİK FORAMİNİFER BİYOSTRATİGRAFİSİ
Late Cretaceous-Early Paleocene Planktic Foraminifera Biostratigraphy of the Tonya-Düzköy (SW Trabzon)
İzver TANSEL 71

AĞVA YÖRESİ (İSTANBUL) PALEOSEN İSTİFİ FORAMİNİFER TOPLULUĞUNDAN
BİR YENİ CİNS; "SPINOGERİNA"
Spinogerina A New Genus from The Foraminiferal Association of Ağva Region (İstanbul) Paleocene Sequence
İzver TANSEL 72

TOROS KUŞAĞI MİYOSEN ÇÖKELLERİ PLANKTİK FORAMİNİFER VE
NANNOPLANKTON STANDART ZONLARI
Standart Zonation of Planktic Foraminifera and Nannoplankton in Miocene Sediments at the Taurus Belt
Vedia TOKER, Sibel ÖZGÜR ve Ayşegül YILDIZ 73

GÜRÜN (SİVAS) YÖRESİ DOĞUNYURDU FORMASYONU NANNOPLANKTON
BİYOSTRATİGRAFİSİ VE EKOLOJİSİ
Nannoplankton Biostratigraphy and Ecology of the Doğanyurdu Formation in the Gürün (Sivas) Area
Ayşegül YILDIZ 74

PALEONTOLOJİDE İSTATİSTİK ANALİZ YÖNTEMİNİN ÖNEMİ VE BİR ÖRNEK
The Importance of Statistical Analysis Method in Paleontology and an Example
Öner Faruk NOYAN 75

MOLLUSK KAVKILARINDA ^{18}O İZOTOPU ARAŞTIRMA METODU İLE ÇANAKKALE
BOĞAZININ ROMANİYEN-BAKUNİYEN ÇAĞINA AİT PALEOSICAKLIK BULGULARI
Paleotemperature Findings from the Romanian and Bakunian Stages of Çanakkale
Obtained from ^{18}O Isotope Analyses on Mollusc Shells
Güler TANER 76

CONODONTLAR PARAZİTİK HAYVANLAR OLARAK MI YAŞADILAR ?
Conodonts, Had They Lived as Parasitic Animals ?
İsmet GEDİK ve Şenol ÇAPKINOĞLU 77

DOĞANBEY-SEYDİŞEHİR (GB KONYA) YÖRESİ NEOJEN İSTİFİNİN OSTRAKODA
TOPLULUĞU VE ORTAMSAL YORUMU
The Ostracoda Association and Environmental Interpretation of Neogene Sequence
of Doğanbey -Seydişehir (SW Konya) Area
Cemal TUNOĞLU, Muazzez ÇELİK ve Abidin TEMEL 78

BATI KARADENİZ BÖLGESİ JURA-KRETASE YAŞLI BİRİMLERİN RADYOLARYA
VE NANNOPLANKTON BİYOSTRATİGRAFİSİ
Radiolaria and Nannoplankton Biostratigraphy of the Jurassic-Cretaceous Units, Western Black Sea Region
Feruduu KURU 79

MANAVGAT MİYOSEN HAVZASININ BİYOSTRATİGRAFİSİ
Biostratigraphy of the Manavgat Miocene Basin
Serpil ERK, Nihal AKÇA ve Kaya ERTUĞ 80

DİYARBAKIR KUZEYİNDE SAYINDERE, KASTEL VE KARADUT FORMASYONLARININ
BİYOSTRATİGRAFİSİ (GDA, XI. PETROL BÖLGESİ)
Biostratigraphy of the Sayındere, Kastel and Karadut Formations at Northern Part of
Diyarbakır (SE Anatolia, XI. Petroleum District)
Ayşegül GÜRGEY, Öner AKÖZ ve Niha[illegible]GÖZDOĞAN 81

PONTİDLER'İN ÜST KRETASE-EOSEN FORAMİNİFERLERİNİN PALEOBİYOCOĞRAFYASI VE
PALEOEKOLOJİSİ
Paleobiogeography and Paleoecology of Late Cretaceous-Eocene Foraminefers in Pontides , N Turkey
Sefer ÖRÇEN, Kemal ERDOĞAN 82

HİDROJEOLOJİ/Hydrogeology

EMİR VE MOGAN (GÖLBAŞI-ANKARA) GÖLLERİNİN KİRLENME NEDENLERİ
VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ
The Sources of Contamination in Emir and Mogan Lakes (Gölbaşı-Ankara) and Proposed Solutions
Zafer ARIGÜN, Hafize SÜZÜK ve Ayhan KOÇBAY 84

AVKAD DAĞI (ÇORUM) VE ÇEVRESİNİN KARST HİDROJEOLOJİSİ
Karst Hydrogeology of Avkad Mountain (Çorum) Area
Ayhan KOÇBAY ve Zafer ARIGÜN 85

İLLARA VADİSİ VE DOLAYINDAKİ SICAK VE MİNERALLİ SU KAYNAKLARININ
KİMYASAL ÖZELLİKLERİ VE KULLANIMI
Chemical Features and Uses of Hot and Mineralize Water Springs from the Illara Valley and Surroundings
Güler GÖÇMEZ ve Ahmet GÜZEL 86

DELİHALİL VE YÖRESİ (CEYHAN) KUVATERNER BAZALTLARININ PETROGRAFİK VE
HİDROJEOLOJİK ÖZELLİKLERİ
Petrographical and Hydrogeological Characteristics of Quaternary Basalts Delihalil Area
Fikret İŞLER ve Nurettin PELEN 87

MAHMUTLU VE BAĞDATOĞLU (ÇİÇEKDAĞI-KIRŞEHİR) SICAK VE MİNERALLİ SULARIN
KİMYASAL VE İZOTOPİK ÖZELLİKLERİ
Chemical and Isotopic Features of Mahmutlu and Bağdatoğlu Hot and Mineral Water (Çiçekdağı-Kırşehir)
Nail ÜNSAL ve Mustafa AFŞİN 88

SEYFE KAYNAĞI (KIRŞEHİR) ve YAKININDAKİ DİĞER SU KAYNAKLARININ
KİMYASAL ve İZOTOPİK ÖZELLİKLERİ
Chemical and IsotopicFeatures of Seyfe Springs and Others (Kırşehir)
Nail ÜNSAL ve Mustafa AFŞİN 89

JİPSLİ HAVZALARDA SU SAĞLAMADA KARŞILAŞILAN KALİTE PROBLEMLERİ (SİVAS ÖRNEĞİ)
The Quality Problems Encountered in the Gypsum Areas from the Point of Water Supply
(a Case Study of Sivas Basin)
Mustafa DEĞİRMENCİ, Fikret KAÇAROĞLU ve Orhan CERİT 90

SEDİMANTOLOJİ/Sedimentology

DOĞU PONTİDLERDE KRETASE SÜRECİNDEKİ PLATFORM, YAMAÇ VE HAVZA FASİYESLERİ,
Platform-to Basin Facies in the Eastern Pontides, During Cretaceous
Cemil YILMAZ ve Osmen BEKTAŞ 92

YAY-İÇİ HAVZALARDAKİ RESİFAL KARBONAT BİRİKİMLERİNE BİR ÖRNEK: ŞAHİNKAYA
KİREÇTAŞI (ÜST KRETASE), DÜZKÖY-TRABZON
An example of Reefal-Carbonate Deposition in Intra-arc Basins: Upper Cretaceous
Şahinkaya Limestone, Trabzon/NE Turkey
Firdes AYAZ, Sadettin KORKMAZ ve Cemil YILMAZ 93

PENSİLVANİYEN YAŞLI BANK KOMPLEKSİNİN GELİŞİMİ, EDDY COUNTY, NEW MEXICO, ABD
Development of Pennsylvanian Bank Complex Eddy County, New Mexico, USA
Muhsin EREN 94

ASİT ETKİSİ SONUCU TOPRAK VE KAYAÇ KİMYASINDAKİ DEĞİŞİKLİKLER
Changes in Soil and Rock Chemistry as a Result of Acid Effect
Ali GÜREL 95

TECER DAĞI KİREÇTAŞLARININ DİYAJENETİK EVRİMİ
Diagenetic Evolution of Tecer Mount Limestones
Yavuz TOLGONAY 96

GÜMÜŞOVA (ADAPAZARI DOĞUSU) YÖRESİNDEKİ PALEOJEN YAŞLI
VOLKANİKLASTİK VE EPİKLASTİK KAYAÇLARIN SEDİMANTOLOJİK İNCELENMESİ
Sedimentological Investigation of Paleogene Aged of Volcaniklastic and Epiklastic Rocks
Around Gümüşova (E-Adapazarı)
Ayhan ILGAR ve Abdurrahim ŞAHBAZ 97

MADEN (BAYBURT) YÖRESİ EOSEN KUMTAŞLARININ SEDİMANTER
PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİ VE ÇÖKELME ORTAMI
Sedimentary and Petrographic Features of the Eocene Sandstones of the Maden (Bayburt)
Region and Depositional Environment.
Çiğdem SAYDAM ve Sadettin KORKMAZ 98

EĞERCİ FORMASYONUNUN (ÜST MİYOSEN-ALT PLİYOSEN)
SEDİMANTOLOJİK ÖZELLİKLERİ, GEMEREK KKD, SİVAS
Sedimentological Aspects of Eğerci Formation(Upper Miocene-Lower Pliocene),
the N-NW of Gemerek, Sivas
İbrahim TÜRKMEN 99

ÜST KRETASE YAŞLI ASMABOĞAZI FORMASYONUNDA (ŞEREFLİKOÇHİSAR- AKSARAY)
OTİJENİK FELDSPAT OLUŞUMU
Authigenic Feldspar Occurrences in the Upper Cretaceous Asmaboğazı Formation (Ş.Koçhisar - Aksaray)
Hikmet ORHAN, A. Mejdat ÖZKAN ve Muazzez ÇELİK 100

STRATİGRAFİ/Stratigraphy

THE GEOLOGIC DEVELOPMENT OF THE EASTERN PONTIDES
Doğu Pontidlerin Jeolojik Gelişimi
İsmet GEDİK, M.Ziya KIRMACI, Erol ÖZER, Şenol ÇAPKINOĞLU
and Muhsin EREN 102

TARİHSEL BİR GERÇEK: NUH TUFANI
A Historical Reality: The Noah's Flood
Ahmet MUSAOĞLU 103

ILGIN-SARAYÖNÜ (KONYA) GÜNEYİNDE BOZDAĞLAR MASİFİNİN
STRATİGRAFİSİ VE JEOLOJİ EVRİMİ
Stratigraphy and Geological Evolution of the Bozdağlar Massif in the South of Ilgın and Sarayönü (Konya)
Yaşar EREN 104

AKKONAK (AFYON)-SAĞIR (ISPARTA) ARASINDA SULTANDAĞLARI
MASİFİNİN TEKTONOSTRATİGRAFİSİ
Tectonostratigraphy of the Sultandağları Massif Between Akkonak (Afyon)-Sağır (Isparta)
M.Tahir NALBANTÇILAR 105

BAĞBAŞI-KORUALAN (HADİM-KONYA) ARASINDAKİ OTOKTON VE ALLOKTON BİRİMLERİN
AYRINTILI STRATİGRAFİSİ
Detail Stratigraphy of the Autocthonous and Allochthonous Sequences Between Bağbaşı
and Korualan (Hadim-Konya)
Ahmet TURAN 106

TRABZON KIYI BÖLGESİNİN STRATİGRAFİSİ
Stratigraphy of the Trabzon Region
Sadettin KORKMAZ ve Ali YAN 107

ŞİRAN (GÜMÜŞHANE) YAKIN DOĞUSUNUN STRATİGRAFİSİ
Stratigraphy of the Close Eastern Region of Şiran (Gümüşhane)
Mehmet TURAN 108

GÜRÜN KUZEYİNİN (SİVAS) STRATİGRAFİSİ VE PALEOCOĞRAFİK EVRİMİ
Stratigraphy and Paleogeographis Evolution of the North of Gürün (Sivas) Area
Mustafa YILDIZ ve Ayşegül YILDIZ 109

A LOWER CRETACEOUS SECTION IN THE KIRCAOVA AREA (BERDİGA
LIMESTONE; TURKEY) AND ITS POSSIBLE CORRELATION WITH
PLATFORM CARBONATES IN W-SLOVENIA
M. Ziya KIRMACI, Roman KOCH and Ioan BUCUR 110

PETROL JEOLOJİSİ/Petroleum Geology

AŞKALE, PASİNLER, HORASAN YÖRESİNİN STRATİGRAFİSİ, JEOKİMYASI VE JEOFİZİK DEĞERLENDİRMESİ
Stratigraphy, Geochemistry and Geophysical Interpretation of Aşkale, Pasinler and Horasan Region
Mustafa AYDIN, Ömer ŞAHİNTÜRK, Cihat ERBAY, Rıfkı AKSU, Ahmet GÜLEK ve H. İsmail İLLEEZ 112

ÜZÜMDERE (AKSEKİ-ANTALYA) ANTİKLİNALİNE YAPISAL PETROL KAPANI OLARAK YENİ BİR YAKLAŞIM
A New Approach to Structural Trap of Üzümdere Anticline, Akseki-Antalya
Mustafa ALBAYRAK, Nurettin SONEL, Ahmet ACAR ve Turhan AYYILDIZ 113

DOĞU ANADOLU HAVZALARININ STRATİGRAFİSİ, JEOKİMYASI VE HİDROKARBON POTANSİYELLERİ
Stratigraphy, Geochemistry and Hydrocarbon Potential of the Eastern Anatolian Basins
Ömer ŞAHİNTÜRK, Mustafa AYDIN ve H. İsmail İLLEEZ 114

ISPIR-YUSUFELİ-TORTUM GÖLÜ ARASINDAKİ SAHANIN KUZEY-GÜNEY STRATİGRAFİK FARKLILIKLARI VE HİDROKARBON OLANAKLARI
Stratigraphic Variations Between the Areas to the North and South İspir-Yusufeli-Tortum Lake and their Hydrocarbon Potentials
Osman DEMİR 115

PETROFİZİK YÖNTEMLERLE KİL ANALİZİ
Clay Analysis by Petrophysics Methods
Aynur (GEÇER) BÜYÜKUTKU ve Nurettin SONEL 116

PASİNLER-TEKMAN ve MURAT HAVZALARINDA OLASILI KAYNAKKAYA BİRİMLERİNİN JEOKİMYASAL DEĞERLENDİRMESİ
Geochemical Evaluation of the Possible Source Rocks in the Pasinler-Tekman and Murat Basins
H. İ. İLLEEZ, T. TEKİN, M. AYDIN, Ö. ŞAHİNTÜRK, F. A. UĞUR, R. AKSU, C. SOYLU, Z. BATI, K. ERTUĞ, S. SAYILI ve A. HARPUT 117

DOĞU KARADENİZ BÖLGESİ (GÜMÜŞHANE-BAYBURT-İSPİR CIVARI) JURA, KRETASE VE TERSİYER BİRİMLERİNİN KAYNAK KAYA DEĞERLENDİRMESİ
Source Rock Evaluation of the Jurassic, Cretaceous and Tertiary Units, Gümüşhane-Bayburt-İspir Region, Eastern Black Sea
Tansel TEKİN, Y.Haluk İZTAN ve Ömer ŞAHİNTÜRK 118

RİZE PETROL SIZINTISININ (OFFSHORE) JEOKİMYASAL DEĞERLENDİRMESİ
Geochemical Characterizion of Rize Oil Seep (Offshore)
Y. Haluk İZTAN 119

KÖMÜR JEOLOJİSİ/Coal Geology

BATI KARADENİZ BÖLGESİNDEKİ KUYULARIN KORELASYONU VE TAŞKÖMÜRÜ ARAMA ALANLARI İÇİN ÖNERİLER
Correlation of Wells and Suggestions for Exploration of Bituminous Coal Fields in the Western Black Sea Region
Ömer ŞAHİNTÜRK, Mustafa AYDIN ve Soner ÖZAYDIN 121

SOMA HAVZASI (DENİŞ YÖRESİ) ALT VE ÜST LİNYİT DAMARLARININ RADYOAKTİVİTE İÇERİĞİ İLE PALEOCOĞRAFYA İLİŞKİSİ
Radyoaktivity Contents and Paleocographic Relationship of Lower and Upper Lignite Seams in Soma Basin (Deniş Area)
Yavuz TOLGONAY, Eran NAKOMAN ve Şule ÖLMEZ 122

KÖMÜRLERDE YANSITMA VE ELEKTRİKSEL YALITKANLIĞIN KENDİLİĞİNDEN YANMANIN BELİRLENMESİNDEKİ YERİ
The Role of Reflection and Electrical Resistance on Spontaneous Combustion of Coals
Ö.Serdar YILDIRIM ve M.Tahir NALBANTÇILAR 123

DOĞU PONTİDLER'DE JURA YAŞLI KÖMÜRLERİN ORGANİK JEOKİMYASAL VE PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİ
Organic Geochemistry and Petrographic Features of the Jurassic Coals in the Eastern Pontides
Sadettin KORKMAZ, Ulrich MANN, Michael HERTLE ve Matthias RADKE 124

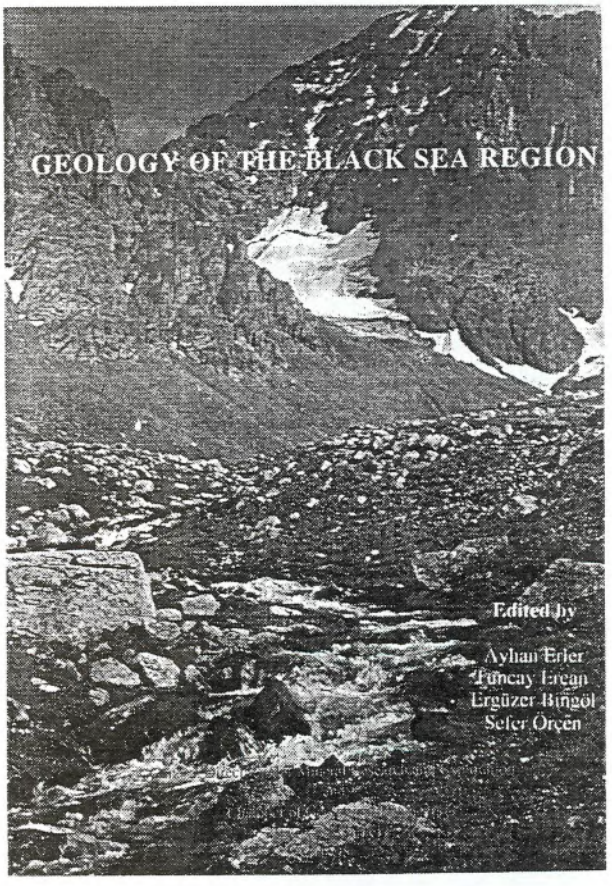
Yeni Yayınlar

GEOLOGY OF THE BLACK SEA REGION
(Karadeniz Bölgesinin Jeolojisi)

Editörler: A. Erler (ODTÜ), T. Ercan (MTA), E. Bingöl (Ç.Ü.) ve S. Örçen (MTA)

7 - 11 Eylül 1992 tarihinde Ankara'da gerçekleştirilen uluslararası sempozyumun temasını oluşturan "Karadeniz Bölgesinin Jeolojisi" kapsamında sunulmuş olan 100 kadar bildirinin 44'ünü kapsayan makalelerin yeraldığı bu kitap, Karadeniz'i çevreleyen ülkelerin yeraltı kaynakların araştırılması konusunda gelecekte yapılacak incelemeler için bir kaynak kitap olabilecek niteliktedir.

MTA Genel Müdürlüğü ve TMMOB Jeoloji Mühedisliği Odası'nın organizasyonu ile gerçekleştirilen sempozyuma yayınlanması için gönderilen makalelerin titiz bir inceleme ile basıma hazır hale getirilmesi, özellikle yurt dışından gelen 12 makalenin incelenmesi aşamasında ortaya çıkan bazı olasılıklar nedeniyle yaklaşık 2 yıla yakın bir zamanı almıştır. Basımı sempozyum düzenleyen iki kuruluş tarafından gerçekleştirilen kitabın dili İngilizce olup 9 konu başlığında toplam 44 makaleden olmuştur.



"Geology of the Black Sea Region" kitabında yeralan makaleler ve yazarlar aşağıda verilmiştir.

CONTENTS

1. GEOLOGICAL EVOLUTION

Pan - African structures along the South European suture zon
Ivan Haydoutov 3

The Karakaya Complex, NW Turkey: A Palaeotethyan accretionary complex
E.A. Pickett, A.H. F. Robertson and J. E. Dixon 11

Preliminary report on the presence of a Pre - Late Jurassic metacarbonatite in Northwest Turkey (Almacıkdağ Bolu)
Orhan Kaya and Muharrem Satır 19

Palaeotethyan tectonic evolution of the North Tethyan margin in the Central Pontides, N. Turkey
Timur Ustaömer and Alastair H. F. Robertson 24

A geological revision of İnebolu, Devrekani, Ağlı and Küre areas: New observations in Paleotethys - Neotethys sedimentary successions
Mustafa Aydın, Osman Demir, Yakup Özçelik, Nuri Terzioğlu and Muharrem Satır 33

Structural features of Elekdağ ophiolite, Central Pontides, Turkey
Metin Şengün 39

Tectonic evolution of Devrekani basin (Kastamonu)
Cemal Tunoğlu and Baysal Batman 45

Post - Liassic sedimentary wedge of Pontides and its implications on the evolution of Black Sea
Metin Şengün 54

Stratigraphy of the Eastern Pontides, NE Turkey
Sadettin Korkmaz, Necati Tüysüz, Murat Er, Ahmet Musaoğlu and Ismail Keskin 59

Structural correlation and Phanerozoic evolution of the Caucasus - Eastern Pontides
Shota Adamia, Salih Bayraktutan and Manana Lordkipanidze 69

Geology and geotectonic implications of Kazıkkaya area, Kağızman Kars (NE - Turkey)
Necati Tüysüz and Ayhan Erler 76

Geology of Erzincan region and petrology of Quaternary volcanic rocks
H. Tahsin Aktimur, M. Emin Yurdakul, Metin Sarıaslan, Göksel Mutlu, Mustafa Keçer, Talat Yıldırım and İbrahim Akkuş 82

2. STRATIGRAPHY - SEDIMENTOLOGY - PALEONTOLOGY

The first palynological age, sedimentological and stratigraphic data for Çakraz Group (Triassic), Western Black Sea
Cengiz Alişan and A. Sami Derman 93

Hikmmetpaşa Formation: A new palynological age and stratigraphic significance
A. Sami Derman, Cengiz Alişan and Yakup Özçelik 99

Inalı Formation: A key unit for regional geology
A. Sami Derman and Alaattin Sayılı 104

The importance of *Laffiteina* (Foraminifena) genus at the Cretaceous / Tertiary transition
Nurdan İnan 109

Late stage development of Ponto - Caspian
Ak. A. Alizade and E. Alieva 119

Plio - Quaternary evolution of the Yeşilırmak delta, Northern Turkey
Tevfik Erkal 123

3. MARINE GEOLOGY

Neogene - Quaternary sedimentation in the Black Sea basin
L. B. Meisner, A. S. Gorshkov and D. A. Tugolesov 131

Geochemical aspects of the Black Sea geoecological monitoring (Northeastern shelf)
Alexander V. Komarov and Alexander M. Ignatov 137

Peculiarities of seasonal delivery and accumulation of pollutants over the Novorossiysk - Gelendzhik area of the Black Sea: Ecological consequences
Alexander V. Komarov and Kazimeras M. Shimkus 148

Sea - floor gas escape features around Inceburun peninsula, Northern Turkey
Teoman N. Norman and M. Ender Atabey 154

4. PETROLOGY

Magmatic and geochemical evolution of the Pontide segment of the Northern Tethys subduction system
Selçuk Tokel 163

Dating, geochemistry and geodynamic significance of the Tertiary magmatism of the Biga - Peninsula, NW - Turkey
Peter Birkle and Muharrem Satır 171

The provenance of Troian bronze age pottery: Petrographic, chemical and Sr - Nd - Pb isotopic evidence
Onno Knacke - Loy, Muharrem Satır and Ernst Pernicka 181

Alaskan - Appinitic type ultramafic and mafic complexes as the root zone of the Eastern Pontide magmatic arc, NE Turkey
Osman Bektaş and İ. Hakkı Güven 189

Noble gas isotopic compositions in gas and water samples from Anatolia
Tuncay Ercan, Jun - Ichi Matsuda, Keisuke Nagao and Itsuro Kita 197

5. METALLOGENY

General features of the Pontide metallogenic belt
Mustafa Aslaner, Ali Van and Bülent Yalçınalp 209

Wall rock alteration and trace element content at Aşıköy - Küre massive sulfide deposit, Kastamonu, Turkey
Ayhan Erler 214

Mineralogical study of the vein type lead and zinc deposits at the northwest of Şebinkarahisar (Giresun)
Zeynep Ayan and O. Özcan Dora 219

Geology and mineralization of Güzelyayla porphyry Cu - Mo occurrence, Trabzon, NE Turkey
Murat Er, Kemal Özdoğan and Necati Tüysüz 226

Occurrences of Fe - Mn nodules, as a product of "terrestrial - hydrogenetic processes", in Trabzon area (NE - Turkey)
M. Burhan Sadıklar 232

6. ENERGY RESOURCES

New techniques in Black Sea oil exploration: The cruise of the R / V Gelendzhik, 1992
D. S. MacGregor, R. L. F. Wiles, A. M. Ignatov, Çetin Mumcuoğlu and Ali Yıldızel 239

Investigation of the origin of gas encountered in the Akçakoca - 1 well, Western Black Sea
Selahattin Pelin and Bülent Coşkun 244

Tectono - sedimentary evolution and hydrocarbon potential of the Sinop - Boyabat basin, North Turkey
Mustafa Aydın, Osman Demir, Hüseyin Sebat Serdar, Soner Özaydın and Bülent Harput 254

Maturity and organic facies study in Tertiary sediments at Turkish Black Sea coast
Tanse (Göker) Tekin 264

Statistical and geological evaluation of proximate chemical analyses of coal seams at Asma Mine, Üzülmez, Zonguldak, Turkey
Kadir Dirik, Ayhan Erler and Nurkan Karahanoğlu 269

Jurassic coal occurrences and their depositional environments in the Eastern Pontides, NE Turkey
Sadettin Korkmaz 275

7. RECENT TECTONICS

A geometrical approach relating to the movement mechanism of North Anatolian Fault Zone
Murat Nurlu, Baysal Batman, Jean Chorowicz and M. Ali Genç 283

The main tectonic structures of the Kelkit (Gümüşhane) region and their relationship with the regional tectonic structures, NE Turkey
Halil Gürsoy 292

The main features of the seismotectonics of Georgia
Shota Adamia, Victor Alania, Simon Kuloshvili and Guram Shangelaia 300

Abyssal structure of Azerbaijan and its seismic activity
E. Shekinsky, A. Ahundov, A. Elenbogen, S. Muradhonov, O. Veremeyenko and L. Yakovlea 308

8. ENGINEERING GEOLOGY

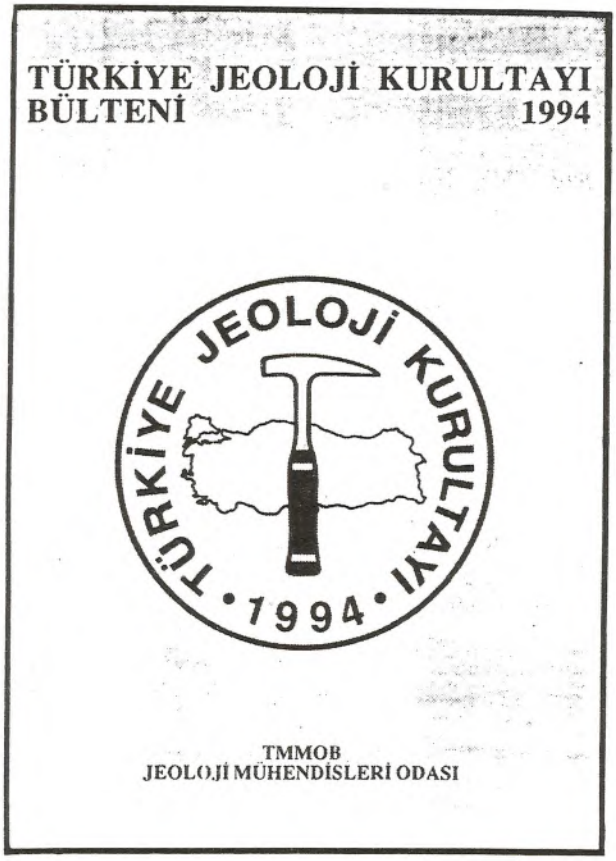
Of - Solaklı aqueduct - tunnel system: A case study from the Eastern Black Sea area, NE - Turkey
Vedat Doyuran, Vedat Toprak, Tamer Topal, F. Bora Rojay and Erdin Bozkurt 319

Land - use potential of Erzincan plain and adjacent areas
H. Tahsin Aktimur, M. Emin Yurdakul, Şerafettin Ateş, Mustafa Keçer, Saadet Potoğlu, Muzaffer Sönmez, Vedat Öztürk, M. Ender Tekirli and M. Şener Teoman 328

TÜRKİYE JEOLOJİ KURULTAYI BÜLTENİ - 1994, SAYI. 9

Editörler: S. Örçen (MTA), H. Yağcı (MTA), K. Karakuş (A.Ü.)

Jeoloji Mühendisleri Odası Yayını, 495 sayfa, 375 şekil, 12 Levha.



47. Türkiye Jeoloji Kurultayı'nda sunulmuş olan bildirilerden, Kurultayı Teknik Kurul tarafından incelenmiş ve kabul edilen 12 konu başlığında toplam 53 makale yeralmaktadır. İngilizce öz ve şekil, çizelge, levha altı yazıları içermektedir. Bültende yer alan makaleler ve yazarlar aşağıda verilmiştir.

İÇİNDEKİLER
Contents

MİNERALOJİ - PETROGRAFİ - VOLKANİZMA - MAGMATİZMA OTURUMU

SÖĞÜT MAGMATİTLERİNİN PETROGRAFİSİ VE JEOKİMYASI
The petrography and geochemistry of the Söğüt-Bilecik magmatites
Yusuf Kağan KADIOĞLU, Önder KAYADİBİ, Doğan AYDAL 1

SARIKAYA (MİLAS) PEGMATOİDİNDEKİ ALBİTİZASYON
The albitization in the Sarıkaya (Milas) pegmatoid
İsmail BİLGİN 11

SİVRİHİSAR-GÜNYÜZÜ (ESKİŞEHİR) GRANİTİK PEGMATİTLERİ
The Sivrihisar-Günyüzü (Eskişehir) granitic pegmatites
Nuran DAĞ, Yaşar KİBİCİ, İsmet ÖZGENÇ 18

ORTA SAKARYA HAVZASI (ESKİŞEHİR-BİLECİK) PEGMATİTLERİNİN MİNERALOJİSİ VE JEOKİMYASI
The mineralogy and geochemistry of Central Sakarya region (Eskişehir-Bilecik) pegmatites
Nuran DAĞ, Yaşar KİBİCİ, İsmet ÖZGENÇ 24

İÇ ANADOLU GÜNEYİNDEKİ TERSİYER-KUVARTERNER VOLKANİZMASI
Tertiary-Quaternary volcanism in southern inner Anatolia
Ümit ULU, Hüseyin ÖCAL, A. Kadir BULDUK, Mustafa KARAKAŞ, Ali ARBAS, Levent SAÇLI, M. Adil TAŞKIRAN, Erkan EKMEKÇİ, Mustafa ADIR, Şinasi SÖZERİ, Mustafa KARABIYIKOĞLU 33

TENDÜREK (DOĞU ANADOLU) JEOTERMAL ALANININ (DİYADİN, ZİLAN, ÇALDIRAN) VOLKANOLOJİSİ VE JEOTERMAL ENERJİ OLANAKLARI
Volcanology and geothermal energy possibilities of the Tendürek area (Diyadin, Zilan, Çaldıran), eastern Anatolia (Turkey)
Erdoğan ÖLMEZ, Tuncay ERCAN, Talat YILDIRIM 48

DOĞU PONTİD MAGMATİK ARKININ KUZEY ZONUNDAKİ MALM-ALT KRETASE KARBONAT PLATFORMUNA AİT YÜZEYLENMELER
Outcrops of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous carbonate platform in the northern zone of the Eastern Pontids magmatic arc (NE Turkey)
Kemal TASLI, Osman BEKTAŞ, Cemil YILMAZ 56

TEKTONİK OTURUMU

KUZEY ANADOLU FAY ZONU'NUN BATI KESİMİNDE TAŞKESTİ-ÇAYKÖY (BOLU-ADAPAZARI) ARASINDA TRENCH (HENDEK) ÇALIŞMALARI
Trench Studies on the western part of the North Anatolian Fault zone between Taşkesti-Çayköy (Bolu-Adapazarı)
Ramazan DEMİRTAŞ 62

13 MART 1992 ERZİNCAN DEPREMİ'NİN YÜZEY KIRIKLARI ARTÇI SARSINTILARI VE 17 EKİM 1989 LOMA PRIETA DEPREMİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI
Comprison of the surface cracks of the Erzincan earthquake of March 13, 1992 and its aftershocks with Loma Prieta earthquake of October 17, 1989
Ramazan DEMİRTAŞ, Rüçhan YILMAZ, Hans BERCHEMER, Bodo BAIER 77

TEKİRDAĞ'IN TARİHSEL VE ALETSEL DÖNEM DEPREMSELLİĞİ
Earthquake activity of Tekirdağ throughout historical and instrumental periods
Fethi Ahmet YÜKSEL 91

PALEONTOLOJİ OTURUMU

YUKARISAZCAĞIZ YÖRESİ (GÜRÜN KB, SİVAS) LÜTESİYEN'İNİN BİYOSTRATİGRAFİK OLAYLARI VE PALEOEKOLOJİSİ
The bioevents and paleoecology of Lutetian of Yukarısazcağız area (Gürün NW, Sivas)
Sefer ÖRÇEN, Ayşegül YILDIZ, Vedia TOKER 97

PAZARCIK (KAHRAMANMARAŞ) VE DARENDE (B MALATYA)-HEKİMHAN (KB MALATYA) YÖRELERİNDEKİ *ORBİTOİDES* PARAMETRELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
Comparison of the Orbitoides parameters around Pazarcık (Kahramanmaraş) and Darende (W Malatya)-Hekimhan (NW Malatya) areas
Muhittin GÖRMÜŞ, Engin MERİÇ, Niyazi AVŞAR 109

ESKİKÖSELER KÖYÜ PALEOSEN YAŞLI KARTAL FORMASYONU İÇİNDE YERALAN İZ FOSİLLERİN ORTAMSAL ANALİZLERİ, POLATLI GÜNEYİ-ANKARA
The environmental analysis of fossils included in the Paliocene Kartal formation of Eskiköseler village (South Polatlı-ANKARA)
Huriye DEMİRCAN 126

SEDİMENTOLOJİ OTURUMU

ILIMAN KUŞAK İSKELETLİ KARBONAT BİRİKİMLERİNE BİR ÖRNEK; KOP KİREÇTAŞI (MİYOSEN), KOP DAĞLARI, DOĞU ANADOLU
The example of temperate skeletal carbonate sediments: Kop limestone, (Miocene), Kop Mountains, Eastern Anatolia
Cemil YILMAZ, Hasan KOLAYLI 135

SİVAS HAVZASINDA KARACAÖREN (İMRALI)-DİKTAŞ (DİVRİĞİ) ARASINDAKİ TERSİYER YAŞLI ÇÖKELLERİN ORGANİK FASİYES ÖZELLİKLERİ
Organic facies characteristics between Karacaören (İmranlı)-Diktaş (Divriği) Tertiary sediments in Sivas basin
Mehmet ALTUNSOY, Orhan ÖZÇELİK 141

CİHANBEYLİ-KARAPINAR YÖRESİ GEÇ SENOZOYİK ÇÖKELME SİSTEMİ: TEKTONİK VE İKLİMSEL ÖNEMİ
Late Cenozoic depositional system of the Cihanbeyli-Karapınar region, southern Inner Anatolia:tectonic and climatic implications
Ümit ULU, Hüseyin ÖCAL, A.Kadir BULDUK, Mustafa KARATAŞ, Ali ARBAS, Levent SAÇLI, M. Adil TAŞKIRAN, Erhan EKMEKÇİ, Mustafa ADIR, Şinasi SÖZERİ, Mustafa KARABIYIKOĞLU 149

GENEL JEOLOJİ OTURUMU

MARMARA DENİZİ ÇEVRESİNDE GEÇ KUVATERNER'DEKİ İNSAN YAŞAMI İZLERİNİN DÜŞÜNDÜRDÜKLERİ
Some thoughts on traces of human life around the sea of Marmara during late Quaternary
Engin MERİÇ 164

GÜNEYBATI İÇ ANADOLU'NUN MESOZOYİK-ERKEN TERSİYER STRATİGRAFİSİ VE YAPISAL EVRİMİ
Mesozoic-early Tertiary stratigraphy and structural evolution of southern Inner Anatolia
Ümit ULU, Hüseyin ÖCAL, A.Kadir BULDUK, Mustafa KARATAŞ, Ali ARBAS, Levent SAÇLI, M. Adil TAŞKIRAN, Erhan EKMEKÇİ, Mustafa ADİR, Şinasi SÖZERİ, Mustafa KARABIYIKOĞLU 171

BOLU MASİFİ GABROYİK KAYALARINDA MİKROFABRİK ÇALIŞMA
Microfabric study of gabbroic rocks from the Bolu Massif
Hayrettin KORAL, Süleyman DALGIÇ, Ali Malik GÖZÜBOL 183

PULUR MASİFİ (DEMİRÖZÜ-BAYBURT) GÜNEYBATI KESİMİNİN STRATİGRAFİSİ VE METAMORFİZMASI
Stratigraphy and metamorphism of the southwestern part of the Pulur massif (Demirözü-Bayburt)
Gültekin TOPUZ, M. Burhan SADIKLAR 188

HOYRAN TERSİYER (NEOJEN) HAVZASININ STRATİGRAFİSİ VE EKONOMİK POTANSİYELİ
Stratigraphy and economic potential of the Hoyran Tertiary (Neogene) basin
Mete HANÇER, M. Erkan KARAMAN 201

ÇAYKARA (TRABZON) YÖRESİNDE METAMORFİK BİR TEMEL VE BUNUN OLUŞUMUNA NEDEN OLAN BÖLGESEL METAMORFİZMA
A metamorphic basement in the area around Çaykara (Trabzon) and its regional metamorphism
Salim GENÇ, Lütfi ALTINKAYNAK 209

DÖRTYOL-PAYAS (ANTAKYA) KIYI OVASINDA TARİHİ ÇAĞLARDAKİ JEOMORFOLOJİK DEĞİŞİKLİKLERİ
Geomorphological changes during historical times in Dörtyol-Payas (Antakya) plain
F. Sancar ÖZANER 217

DOĞAL KAYNAKLARIN UZAKTAN ALGILANMASI: MEVCUT DURUM, YENİ EĞİLİMLER VE MTA UZAKTAN ALGILAMA MERKEZİ
Remote sensing of natural resources: Current status, new trends and MTA Remote Sensing Center
Hayati KOYUNCU 226

MADEN YATAKLARI OTURUMU

KROMİTLERDE İLERLEMİŞ DÖNÜŞÜMLERE BİR ÖRNEK: EYMİR YÖRESİ (KANGAL-SİVAS) DEREOCAK KROM CEVHERLEŞMESİ
An example of advanced transformation of chromites: Dereocak chromite mineralization in Eymir area (Kangal-Sivas)
Osman KOPTAGEL 233

ESKİKÖY (ULAŞ-SİVAS) KROM YÖRESİNDE GENÇ MAĞMATİK EVRE KROMİT OLUŞUMU: İSTATİSTİKSEL BİR ÇÖZÜMLEME
Young magmatic chromite occurences in Eskiköy chromite area (Ulaş-Sivas): A statistical analysis
Osman KOPTAGEL, Ali UÇURUM, James J. SJOBERG 244

BİLECİK-SÖĞÜT ALTIN MİNERALİZASYONUNUN İNCELENMESİ
The investigation of Bilecik-Söğüt gold mineralization
Önder KAYADİBİ, Doğan AYDAL, Yusuf Kağan KADIOĞLU 252

EMİRLİ (ÖDEMİŞ-İZMİR) ANTİMON CEVHERLEŞMELERİNİN OLUŞUM MODELİ
The formation model of Emirli (Ödemiş-İzmir) antimony mineralizations
Nevin KARAOĞLU 260

SAVRANKÖY (MİLAS-MUĞLA) BOKSİT YATAĞININ PARAJENEZ VE OLUŞUMU
The paragenesis and origin of Savranköy (Milas-Muğla) bauxite deposit
Altan GÜMÜŞ, Nevin KARAOĞLU 274

ENDÜSTRİYEL HAMMADDELER OTURUMU

ESKİŞEHİR-SİVRİHİSAR CİVARINDAKİ SEDİMANTER SEPİYOLİT OLUŞUMLARININ ORTAMSAL YORUMU
Facial interpretation of the sedimentary sepiolite occurences around Eskişehir-Sivrihisar
Hakan GENÇOĞLU, Taner İRKEÇ 281

MİHALGAZİ (ESKİŞEHİR) BENTONİTİNİN MİNERALOJİK ÖZELLİKLERİ VE OLUŞUMU
Mineralogical characteristics and origin of Mihalgazi (Eskişehir) bentonite
Fazlı ÇOBAN 297

KONYA-KARAPINAR-SULTANİYE OVASI GRABENİ VE CİVARININ JEOLOJİSİ VE TUZLU SU SEVİYELERİNİN Na_2SO_4 AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ
Geology of Konya-Karapınar-Sultaniye plain graben and its surroundings and the evaluation of its salty water levels from the point of Na_2SO_4
Abdullah Mete ÖZGÜNER, Mustafa BÜYÜKTEMİZ, Abdurrahman MURAT, Osman GÖKMENOĞLU 304

BEYPAZARI (ANKARA) DOĞAL SODA (TRONA) SAHASININ MİNERALOJİK ZONLANMASI
Mineralogical zonation at the natural soda (trona) field, Beypazarı (Ankara)
Ferda ÖNER 321

SUNGURLU BÖLGESİNDEKİ ORTA EOSEN SEDİMANTER FORMASYONUNDAKİ MONTMORİLLONİT OLUŞUMLARI
Montmorillonite occurences in the Middle Eocene sedimantery formation at the Sungurlu (Çorum) area
Ş. Ali SAYIN 339

FOSFAT VE TETİS'DE KRETASE-SENOZOYİK ZAMANINDA FOSFORİT ÇÖKELİMİ
Phosphate and phosphorite deposition in the Thethys during Cretaceous-Cenozoic time
Abdullah Mete ÖZGÜNER 351

KARŞIYAKA BARAJ YERİNDEKİ KAYA KÜTLELERİNİN JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİ
Geotechnical properties of rock masses at the Karşıyaka dam site
Aydın ÖZSAN 361

İSTANBUL KÜÇÜK ÇEKMECE-FİRUZKÖY-ATAKÖY KANALİZASYON TÜNELLERİ GÜZERGAHLARININ JEOTEKNİK ETÜDÜ
Geotechnical study of İstanbul Küçükçekmece-Firuzköy-Ataköy sewerage tunnel routes
Selahattin KOÇAK, Zafer YÜCEL, Tezer YALHI, Oktay ALTAY, Serdar KOÇ, Bengü BİLUYUL, Emel ÇOPUROĞLU, Nuray ÇİÇEK, İrfan ÖZCAN, Latif GÖK 367

İZMİR ALIAĞA KARAAĞAÇ KOYU'NUN JEOTEKNİK ETÜDÜ
Geotechnical investigation of İzmir Aliağa bay
Necdet TÜRK, Mehmet Yalçın KOCA, Faruk ÇALAPKULU 373

AYRIŞMANIN ANDEZİTLERİN PETROGRAFİK, KİMYASAL VE JEOMEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ
Effects of the weathering process on the petrographical chemical and engineering properties of the andesites
Mehmet Yalçın KOCA, Necdet TÜRK 382

ANADOLU OTOYOLU BOLU DAĞI GEÇİŞİNİN MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ
The engineering geology of the Anatolia Motorway of Bolu mountain passage
Süleyman DALGIÇ 393

İBECİK (GÖLHİSAR-BURDUR) KALKARENİTİNİN MİNERALOJİSİ, FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ, İNŞAAT MALZEMESİ OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİ
The mineralogy of İbecik (Gölhisar/Burdur) calcarenite physical and mechanical features and the possibility of using its as a construction material
Rüstem PEHLİVAN, İ. Halil ZARİF 398

YÜZEY MODELLEME VE BİLGİSAYAR PROGRAMLAMA SİSTEMLERİNİN ÜÇ BOYUTLU ŞEV STABİLİTESİ ANALİZLERİNDEKİ ÖNEMİ
The importance of surface modelling and computer programming systems in three-dimensional stability assessment of slopes
Halil KUMSAR 407

GENERAL ENGINEERING GEOLOGICAL ASPECTS OF MELANGES AS EVIDENT IN SOME LANDSLIDES
Melanjların bazı kaymalarda gözlenen genel mühendislik jeolojisi özellikleri üzerine
İlyas YILMAZER 413

HİDROJEOLOJİ OTURUMU

GÜZELYURT OVASI (KUZEY KIBRIS TÜRK CUMHURİYETİ) YERALTISUYU KAYNAKLARININ OPTİMUM İŞLETİMİ
Optimum management of the groundwater resources of Güzelyurt Basin (Turkish Republic of Northern Cyprus)
Hüseyin GÖKÇEKUŞ, Vedat DOYURAN 421

İSTANBUL-TERKOS HAVZASININ HİDROJEOLOJİSİ
The hydrogeology of the Terkos basin
H. Murat ÖZLER 429

KADİFEKALE (İZMİR) ÇEVRESİNDE HİDROJEOLOJİK DENGE BOZUKLUKLARI
Disturbance of the hydrogeological balance in Kadifekale (İzmir)
Şevki FİLİZ, Gültekin TARCAN 439

KARSTİK BÖLGELERDE YERALAN GÖLLERDE, GÖL HACMİ İLE SU KAYNAKLARI ARASINDAKİ İLİŞKİNİN KOVADA GÖLÜ ÖRNEĞİNDE İSTATİSTİKSEL İNCELENMESİ
Statistical examination of relationship between lake volume and spring discharges in the lakes located at karstic areas in the exampiis of the Kovada lake
Serdar ORAN 448

KOROZİF YERALTI SULARI VE DİĞER ORTAMLARDA PUC (POLİVİNİL KLORÜR) İLE TEÇHİZİN ÖNEMİ VE YURT EKONOMİSİNE KATKILARI
The benefits on national economy and importance of nstalling in corrosive environment
M. Yılmaz KİPER 453

JEOTERMAL ENERJİ OTURUMU

BİR JEOTERMAL ALANDA TERMAL PROFİLDEN YARARLANARAK SICAK SUYUN DÜŞEY HIZININ TAHMİNİ
The estimation of vertical velocity of thermal water by use of thermal profile in a geothermal field
Orhan DÜMLÜ, H. Tolga YALÇIN 460

POROZ BİR ORTAMDA TEK VE İKİ FAZLI ISI TRANSFERİNİN FINITE-DIFFERENCE TEKNİĞİ İLE MODELLENMESİ VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ
Finite-difference model of two dimentional, single and two phase heat transform in a porous medium and some application examples
Zeynel A. DEMİREL 465

KÖMÜR JEOLOJİSİ OTURUMU

TÜRKİYE (ARDAHAN-POSOF)-GÜRCİSTAN (AHISKA-VALE) SINIRINDAKİ KÖMÜR OLUŞUMUNUN DOĞU ANADOLU'DA YENİ KÖMÜR İMKANLARI İLE İLİŞKİSİ
Relation of coal occurence in Turkish-Georgia border with new coal possibilities in Eastern Anatolia
İbrahim Turan ÇAKMAK, Ömer ÜNVER 474

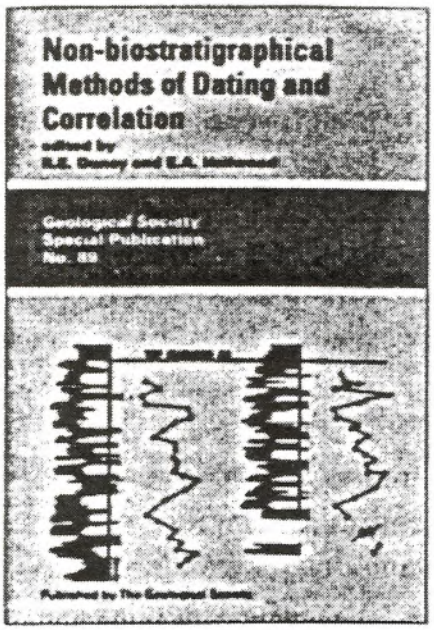
ÇEVRE JEOLOJİSİ OTURUMU

GEDİZ HAVZASI YERALTISULARINDAKİ BOR KİRLENMESİ
Boron contaminations of the groundwater in Gediz Basin
Şevki FİLİZ, Gültekin TARCAN, Ufuk IRMAK 483

RADYOAKTİF ATIKLARIN NEDEN OLDUĞU KİRLENMENİN ÖNLENMESİNDE MİNERALLERİN KULLANILMASI
Güner GÖYMEN, Haydar İLKER, Meral HOŞCAN 492

NON - BIOSTRATIGRAPHICAL METHODS OF DATING AND CORELATION (YAŞLANDIRMA VE KORELASYONUN BİYOSTRATİGRAFİK OLMAYAN METODLARI)

Editörler: R.E. Dunay (Mobil North Sea Ltd, İngiltere) ve E.A. Hailwood (Core Magnetics, İngiltere).



Kitapta denizel olmayan oluşumların egemen olduğu periyodlar için stratigrafide önemli sorunların ortaya konulduğu, sekans stratigrafi korelasyonu ve yaşlandırmada kullanılan biyostatigrafik olmayan yöntemler anlatılmaktadır.

Bu yöntemler, genel olarak minerolojik, kimyasal, izotopik, luminesans ve dönemsellik analizleri kapsamında gruplandırılarak, çeşitli disiplin ve tekniklerle geniş bir silsile içinde verilmiştir.

Kitap, özellikle hidrokarbon araştıran ve üreten jeologlar için, özgün korelasyon problemlerinin çözümünde oldukça yararlı olacaktır.

Dili ingilizce olan kitabın önemli yazarları ve içindekiler:

Principal Authors

R Dunay (Mobil North Sea Ltd, UK)
E. Hailwood (Core Magnetics, UK)
A. Carter (Birkbeck College and University College London, UK)
A. Dalland (Statoil, Norway)
C.V. Jeans (Cambridge University, UK)
M.A. Menge-Rajetzky (Oxford University, UK)
A.C. Morton (British Geological Survey, UK)
T.J. Pearce (Chemostrat Consultants, UK)
I. Jarvis (Kingston University, UK)
A. Racey (Consultant, UK)
H.M. Rendell (University of Sussex, UK)
J. Roberts (University of New South Wales, Australia)
J. Russell (Shell Research, The Netherlands)
C.S. Yang (International Geo Consultants (IGC) BV, The Netherlands)

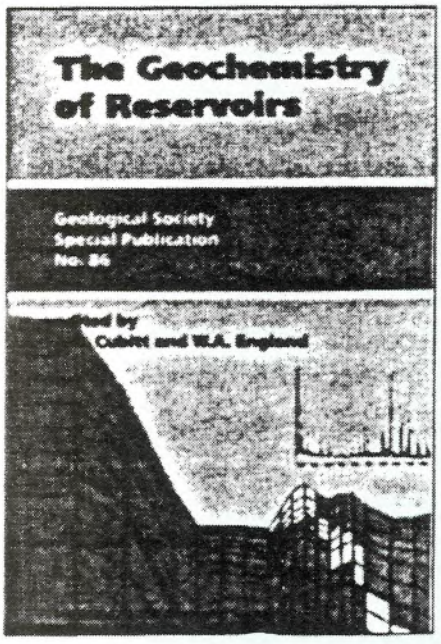
Contents

Non-biostratigraphical methods of dating and correlation: an introduction • Correlation of sandstones using heavy minerals: an example from the Stratfjord Formation of the Snorre Field, northern North Sea • Subdivision and correlation of monotonous sandstone sequences using high resolution heavy mineral analysis, a case study: the Triassic of the Central Graben • Clay mineral stratigraphy in Palaeozoic & Mesozoic red bed facies, onshore and offshore UK • The application of fission track analysis to the dating of barren sequences: examples from red beds in Scotland and Thailand • The use of chemical element analysis in the study of biostratigraphically barren sequences: an example from the Triassic of the central North Sea (UKCS) • High-resolution chemostratigraphy of Quaternary distal turbidites: a case study of new methods for the analysis and correlation of barren sequences • SHRIMP zircon age control of Gondwanan sequences in Late Carboniferous and Early Permian Australia • Direct Pb/Pb dating of Silurian macrofossils from Gotland, Sweden • The application of Samarium--Neodymium (Sm-Nd) Provenance Ages to correlation of biostratigraphically barren strata: a case study of the Stratfjord Formation in the Gullfaks Oil Field, Norwegian North Sea • Luminescence dating of Quaternary sediments • Wireline log-cyclicity analysis as a tool for dating and correlating barren strata: an example from the Upper Rotliegend of The Netherlands

Geological Society Special Publication: No: 89, 266 sayfa, 150 şekil, ISBN 1-897799-30-6 Mayıs 1995 Ederi: 60 sterlin / 100 dolar.

THE GEOCHEMISTY OF RESERVOIRS (REZERVUARLARIN JEOKİMYASI)

Editörler: J.M. Cubitt (Geochem Group, İngiltere) ve W.A. England (BP - Statiol Alliance - Norveç, İngiltere).



Rezevuarların jeokimyası, rezervuarın içindeki su ve minerallerin, petrollerin kökenini ve yayılımını ortaya koymak konusunda yardımcı olmayı amaçlamıştır.

Rezevuar jeokimyası, petrol aramalarında pratik uygulamalarda oldukça önemlidir. Ayrıca daha da önemlisi özel bir kuyu yada horizonun farklı bölgelerle arasında

ilişkilerinin ortaya konulmasında oldukça önemli katkılar sağlamaktadır.

The Geochemistry of Reservoirs", problemlerin incelendiği ve de sonuçlarının irdelendiği makaleler, uygulanan tekniklerin tartışmaları ve genel değerlendirmeleri bölümlerinden oluşmaktadır.

Dili İngilizce olan kitabın başlıca yazarları ve içindekiler:

Principal Authors

S.R. Larter (University of Newcastle, UK)
K. Bjorlykke (University of Oslo, Norway)
P.C. Smalley (BP Exploration, UK)
L. Anissimov (Seratov State University, Russia)
R.P. Philp (University of Oklahoma,USA)
A. Wilhelms (University of Oslo, Norway)
B. McNeil (University of Taukuba, Japan)
N.H. Oxtoby (BP Exploration Operating Co Ltd, UK)
W.A. England (BP-Statoil Alliance, Norway)
D.A. Karlsen (University of Oslo, Norway)
D.P. Stoddart (Universitat zu Koln, Germany)
P.C. Mason (Fina Exploration Ltd, UK)
A.C. Aplin (University of Newcastle, UK)

Contents

Geochemistry of reservoirs: an introduction • Reservoir geochemistry: methods, applications and opportunities • Geochemical constraints from formation water analyses from the North Sea and Gulf Coast Basins on quartz, feldspar and illite precipitation in reservoir rocks • Geochemical criteria for reservoir characterization • Compositional heterogeneities in oilfield formation waters: identifying them, using them • Characterization of high molecular weight hydrocarbons ($>C_{40}$) in oils and reservoir rocks • Overview of the geochemistry of some tar mats from the North Sea and USA: implications for tar-mat origin • Fractionation of pyrrolic nitrogen compounds in petroleum during migration: derivation of migration-related geochemical parameters • Diagenesis of the Rotliegendes Sandstones in the V-Fields, southern North Sea: a fluid inclusion study • The filling and emptying of the Ula Oilfield: fluid inclusion constraints • Migration of hydrocarbons in the Tampen Spur area, Norwegian North Sea: a reservoir geochemical evaluation • Modelling density-driven mixing rates in petroleum reservoirs on geological timescales, with application to detection of barriers in the Forties Field (UKCS) • Petroleum geochemistry of the Haltenbaken, Norwegian Continental Shelf • The reservoir geochemistry of the Eldfisk Field, Norwegian North Sea • The reservoir geochemistry and petroleum charging histories of Paleogene-reservoired fields in the Outer Witch Ground Graben • Sour gas and water chemistry of the Bridport Sands reservoir, Wytch Farm, UK

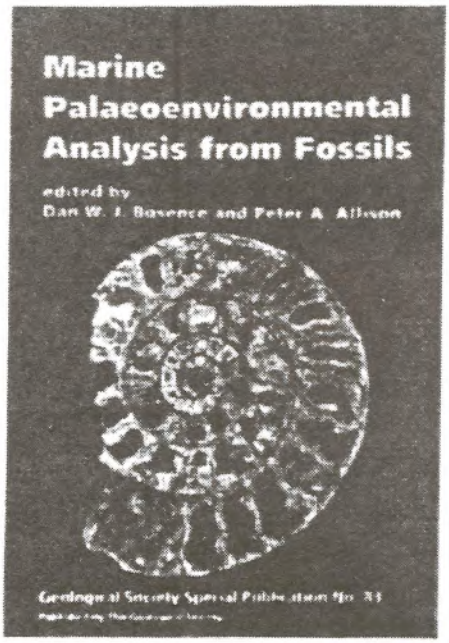
Geological Society Special Publication: No: 86, 328 sayfa, 216 şekil, ISBN 1 - 897799 - 26 - 8 Mayıs 1995. Ederi: 65 sterlin / 108 dolar.

MARINE PALAOENVIRONMENTAL ANALYSIS FROM FOSSILS (FOSİLLERLE DENİZEL PALEOORTAMSAL ANALİZLER)

Editörler: D.W.J. Borence (Royal Holloway, University of London, İngiltere) ve P.A. Allison (PRIS, University of Reading, İngiltere)

Makaleler, gelişmiş jeokimyasal izotopik analizlerle daha güncel, taksonomik uygulamasıyla paleontolojik, paleoekolojik ve jeokimyasal yöntemlerin belirleyici çizgisinde çok disiplinli olarak hazırlanmıştır.

Kitabın yaklaşımı, tekniklerin üzerine yoğunlaşmış ve taksonomik olmaktan çok, daha analitiktir.



Kitap, aynı zamanda sedimantologlar, stratigraflar ve paleontologlara son derece gerekli eski iklimler, sekans stratigrafi, fasiyes modelleri ve çökelme ortamlarının paleoortamsal yorumlamalarında önemli olabilecek fosiller ve onların izleri ile elde edilmiş verilere odaklanmıştır. Dili İngilizce olan kitabın başlıca yazarları ve içindekiler:

Principal Authors

D.W.J. Bosence (Royal Holloway, University of London, UK)
D.J. Bottjer (University of South California, Los Angeles, USA)
R.M. Corfield (Oxford University, UK)
J.W. De Leeuw (Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ), The Netherlands)
J-C. Plaziat (Université de Paris-Sud, France)
P.A. Allison (PRIS, University of Reading, UK)
M.D. Brasier (Oxford University, UK)
R. Goldring (PRIS, University of Reading, UK)
C. Perrin (Royal Holloway, University of London, UK)
A.M. Smith (University of Otago, New Zealand)
J.W. Murray (University of Southampton, UK)

Contents

A review of marine palaeoenvironmental analysis from fossils • Palaeoecological models, non-uniformitarianism and tracking the changing ecology of the past • An introduction to the techniques, limitations and landmarks of carbonate oxygen isotope palaeothermometry • Organic carbon as a palaeoenvironmental indicator in the marine realm • Modern and fossil mangroves and mangals: their climatic and biogeographic variability • Palaeo-oxygenation: effects and recognition • Fossil indicators of nutrient levels. I: Eutrophication and climate change; II: Evolution and extinction in relation to oligotrophy • Organisms and the substrate: response and effect • Quantitative approaches to palaeozonation and palaeobathymetry of corals and coralline algae in Cenozoic reefs • Palaeoenvironmental interpretation using bryozoans: a review • Microfossil indicators of ocean water masses, circulation and climate

Geological Society Special Publication No: 83, İngilizce 272, sayfa, 175 şekil, ISBN 1-897799-21-7, Şubat 1995.

Ederi: E/60/US$ 100

Jeoloji Takvimi

(Geochronique no. 58, 1996)

1996

16-18 mai 1996
Chamonix, France
Festival des Sciences de la Terre et de ses hommes sur le thème : voyages dans le temps.
— Jean-Marie Milhomme, Festival des Sciences, Hôtel de Ville, BP 89, 74402 Chamonix Cedex, France. Tél. 33/50 53 38 24. Fax 33/50 53 99 81.

* 18-24 mai 1996
Corinthe, Grèce
Large Earthquakes in the Geological record.
— Josip Hendekovic, European Science Foundation, 1, quai Lezay - Marnésia, 67080 Strasbourg Cedex, france. Tél. 33/88 76 71 35. Fax 33/88 36 69 87. E-mail : eurosco@esf.org. ; wwwserver.at : http : //www.esf.org.

19-22 mai 1996
San Diego, Californie, USA
Global exploration and geotechnology. AAPG, annual meeting.
— AAPG Convention Dept., Box 979, Tulsa, OK7 4101, USA. Tél. 1/918 560 26 79. Fax 1/918 560 26 84.

20-22 mai 1996
Rome, Italie
IInd Symposium PROGEO (international symposium on the conservation of our geological heritage : geotope conservation).
— Secretary of the symposium. Zarlenga Francesco, ENEA/CRE-CASACCIA, S.P. 105, Via Anguillarese, 301, 00060 Rome Italie. Tél. 06/30 48 47 92. Fax 06/30 48 30 55 - 06/30 48 39 47. E-mail : zarlenga@casaccia.enea.it.

21-22 mai 1996
Lyon, France
Journées Claude Babin : actualités paléontologiques.
— P.R. Racheboeuf, URA 11, Sciences de la Terre, Univ. Claude Bernard, Lyon I, 27-43 Bd. du 11 nov. 1918, 69622 Villeurbanne Cedex, France. Tél. 33/72 44 84 15. Fax 33/72 44 84 36.

* 21-24 mai 1996
Saint-Petersbourg, Russie
International exhibition and symposium : mineral ressources of CIS countries (Commonwealth of Independant States).
— MIRR '96 ; Organizing Committee, P.O. Box 215, "Minerals", 199004, St. Petersbourg, Russie. Tél 7/81 23 55 79 52. Fax 7/81 22 13 59 26. E-mail : vgs@sovamsu.sovusa.com ; ou root@restec.spb.su.

22-24 mai 1996
Corne, Italie
1st International Conference : The impact of industry on groundwater resources.
— Secret. 1° Convegno internazionale. Villa Erba, 22012 Cernobbio, Como, Italie. Fax 31/340 540.

27-29 mai 1996
Winnipeg, Manitoba, Canada
Geological association of Canada & Mineralogical association of Canada annual Meeting.
— G.S. Clark, Dept geological Sciences, Univ. of Manitoba, Winnipeg, Manitoba R3T 2N2, Canada. Tél. 1/204 474 8857. Fax 1/204 261 7581.

* 27 mai - 2 juin 1996
Bremen, Allemagne
PEAT, 10th International Congress. *In n° 58.*
— J.D. Becker - Platen, Deutsche Gesellschaft für Moor und Torfkunde. PO Box 510 153, D - 30631, Hanovre, Allemagne. Tél. 49/51 16 43 24 95. Fax 49/51 16 43 23 04.

juin 1996
Pologne et Roumanie
Association des Géologues du Sud-Ouest (AGSO), excursion dans les Carpathes nord orientales, de Cracovie à Cluj, en Pologne et Roumanie. *In n° 56.*
— M. Hervouet, 57, av. de Beaumont, 64000 Pau, France. Tél. 33/59 27 54 48.

3 juin 1996
Paris, France
Société géologique de France, assemblée générale et conférence.
— SGF, 77, rue Claude-Bernard, 75005 Paris, France. Tél. 33/1 43 31 77 35. Fax 33/1 45 35 79 10.

3-7 juin 1996
Amsterdam, Pays-Bas
European Association of Geoscientists & Engineers (EAGE 58th Conference).
— EAGE E.H. Bomkamp, PO Box 298, NL 3700 AG, Zeist, Pays-Bas. Tél. 31 30 69 62 655. Fax 31 30 69 62 640.

* 3-7 juin 1996
Québec, Canada
VIIIe Congrès de l'Association québécoise pour l'étude du Quaternaire.
— Marie-Françoise André, Département de Géographie, Université de Limoges, 39E rue Camille Guerin, 87036 Limoges Cedex, France. Fax 55 43 56 03.

9-12 juin 1996
Washington, USA
North American Paleontological VIth Convention.
— NAPC-VI, c/o Dept Paleobiology, Mail Stop 121, National Museum of Natural, Washington DC 20560, USA. Tél. 1/202 377 1814. Fax 1/202 786 2832.

9-12 juin 1996
Washington, DC, USA
Biotic recoveries from Mass Extinctions, IGCP Project 335.
— Douglas H. Erwin, Dept. Paleobiology, NHB - 121, Smithsonian Institution, Washington DC, USA 20560. Tél. 1/202 357 2053. Fax 1/202 786 28 32. E-mail : mnhpb028@sivm.si.edu.

9-13 juin 1996
Budapest, Hongrie
3rd International Conference on Mineralogy and Museum Tradition and Progress. *In n°57.*
— M & M 3 secretariat, c/o Hungarian geological Society, Budapest, Pf : 433, H-1372, Hongrie. Fax 36/1 266 7952. E-mail : mm3org@ludens.elte.hu.

* 10-12 juin 1996
Nantes, France
GEORAMAN'96 : Spectrométrie Raman appliquée aux Sciences de la Terre.
— David C. Smith, Lab. de Minéralogie, Muséum National d'Histoire Naturelle, 61 rue Buffon, 75005 Paris, France. Tél. 33/1 40 79 35 27. Fax 33/1 40 79 35 24.

10-12 juin 1996
Bahrein
Petrotech'96 : Middle East Refining and Petrochemicals Conference & Exhibition.
— Stephen Key, Arabian exhibition management WLL, PO Box 20 200, Manama, Bahrain. Tél. 973/55 00 33. Fax 973/55 32 88.

10-12 juin 1996
San Diego, Californie, USA
3rd International symposium on environmental geotechnology.
— E. Notheifer, Fritz Engineering Laboratory, Lehigh University, Bethleem, PA18015, USA. Tél. 1/610 758 3520. Fax 1/610 758 4522. E-mail : esne@lehigh.edu.

12 juin 1996
Paris, France
Histoire et épistémologie de la Géologie - Réunion commune SGF - COFRHIGEO. *In n° 56.*
— Jean Gaudant, secrétaire du COFRHIGEO, 17, rue du Dr Magnan, 75013 Paris, France ou Eric Buffetaut, Société géologique de France, 77, rue Claude Bernard, 75005 Paris, France. Tél. 33/1 43 31 77 35. Fax 33/1 45 35 79 10.

* 12-19 juin 1996
Bucarest, Roumanie
IGR'90, 90th Anniversary of the Geological Institute of Romania. (pre and post excursions)
— Antoneta Seghedi, Institutul Geologic al Romaniei, str. Caransebes 1, 78344 Bucuresti 32, Roumanie. Tél. 40/16 65 75 30. Fax 40/13 12 84 44. E-mail : seghedi@igr.ro.

17-21 juin 1996
Trondheim, Norvège
7th int. symposium on landslides.
— Kaare Senneset, Dept. Geotechnical Engineering, Norwegian Institute of Technology, N-7034 Trondheim, Norway. Tél. 47/73 59 46 02. Fax 47/73 59 46 09. E-mail : kaare.senneset@geotek.unit.no.

19-21 juin 1996
Montréal, Québec, Canada
2nd North American Rock Mechanics Symposium (NARMS'96). Tools and Techniques in Rock Mechanics.
— Norma Procyshyn, Dept of Mining & Metallurgical Engineering, Mc Gill University, 20 20 University Street, Box 102, Montreal QC Canada H3A 2A5. Tél. 514/398 43 83. Fax 514/398 83 79. E-mail : norma@min-met.mcgill.lan.Ca.

22-29 juin 1996
Houston, Texas, USA
9th International Palynological Congress.
— Vaughn M.Bryant, Dept anthropology, Texas A. & M.Univ. College station, TX 77843, USA. Tél. 1/409 845 52 42. Fax 1/409 845 4070. E-mail : glwrenn ou vbryant@tamu.edu.isuvm.sncc.isu.edu.

24-27 juin 1996
San Francisco, Ca, USA
Second International Airborne Remote Sensing Conference and Exhibition.
— ERIM/Airborne Conference, PO Box 134001, Ann Arbor, Mi 48113 - 4001, USA. Tél. 1/313 994 1200. Fax 1/313 994 51 23. E-mail : wallman@erim.org.

* 21 juin 1996
Paris, France
Journée thématique de l'AGP (Association des géologues du Permien) : le Permien.
— AGP J.P. Deroin, BRGM DR/GIG, BP 6009, 45060 Orléans Cedex 2, France. Tél. 38 64 38 34. Fax 38 64 33 61.

* 27-28 juin 1996
Edinbourgh, Ecosse
Mineralisation in the Caledonides.
— The Conference Office, The Institution of Mining and Metallurgy, 44 Portland Place, Londres W1N 4BR, G.-B. Tél. 44/17 15 80 38 02. Fax 44/17 14 36 53 88.

* 29 juin - 2 juillet 1996
Budapest, Hongrie
4th workshop European Paleontological Association (EPA) : Environmental changes and Hominoid evolution.
— L. Grauvogel-Stamm, Institut de Géologie, 1, rue Blessig, 67084 Strasbourg Cedex, France. Tél. 33/88 55 85 70. Fax 33/88 36 72 35.

7-13 juil. 1996
Madison, Wc, USA
2nd International symposium on extant and fossil Charophytes.
— Charophyte symposium, Lab. Paléobotanique, CP 062, Université Sciences, Pl. E.Bataillon, 34095. Montpellier Cedex 5, France. Fax 33/67 04 20 32. E-mail : paleobot@crit.univ.-montp.2.fr.

8-11 juil. 1996
Rennes, France
Colloque interceltique d'hydrologie et de gestion des eaux, Bretagne'96.
— Alain Jigorel, INSA de Rennes, Départ. de Génie civil, Lab. de minéralogie et géotechnique 20, avenue des Buttes de Cœsmes, 35043 Rennes Cedex, France. Tél. 33/99 28 65 30. Fax 33/99 63 67 05. E-mail : alain.jigorel@insa-rennes.fr.

* 8-12 juillet 1996
Bierville - Paris, France
3e Congrès Européen des Ostracodologistes : Ostracodologie événementielle. *In n°58.*
— S. Crasquin, Université P. & M. Curie, Lab. de Micropaléontologie, Tour 15-25, 4E, case 104, 4 pl. Jussieu, 75252 Paris Cedex 05, France. Tél. 33/1 44 27 50 37. Fax 33/1 44 27 38 31. E-mail : crasquin@ccr.jussieu.fr.

* 9-12 juillet 1996
Accra, Ghana
WAM'96. The 2nd West African International Mining Exhibition & Conference.
— Sereen Thomson, Exhibition Management Services (Pty) Ltd, PO Box 650302, Benmore 2010, Jokannesburg, South Africa. Tél. 27/(0)11 783 7250/1/6/9. Fax 27/(0)11 783 7269.

* 11-17 juillet 1996
France
Excursion annuelle de l'AGP : les Alpes du nord (Briançonnais, Vanoise et Dauphiné).
— AGP J.P. Deroin, BRGM DR/GIG, BP 6009, 45060 Orléans Cedex 2, France. Tél. 38 64 38 34. Fax 38 64 33 61.

15-17 juil. 1996
Grenade, Espagne
Cephalopods - Present and past - IV International symposium.
— Federico Olóriz Sáez ou Francisco J. Rodríguez - Tovar, Dpt. Estratigrafía y Paleontología, Univ. Granada, Avd. Fuente Nueva s/n, 18002 Grenade, Espagne. Fax 34-58-24 33 45. E-mail : frtovar@goliat.ugr.es.

15-19 juil. 1996
Exeter, G.-B.
Erosion and sediment yield : global and regional perspectives, International symposium.

— D. Walling, Dept. Geography, University of Exeter, Rennes Driver, Exeter EX4 4RJ, G.-B. Tél. 44/13 92 26 33 45. Fax 44/13 92 26 33 42.

21-28 juil. 1996
Ilkely, Yorkshire, G.B.
Fourth International symposium on the Geochemistry of the Earth surface.
— Secret. Department of Continuing Education, Leeds University, Leeds LS2 9JT, G.B. Tél. 44/11 32 333 241. Fax 44/11 32 333 240.

* 29 juillet - 2 août 1996
Goose Bay (Labrador), Canada
Proterozoic evolution in the North-Atlantic realm.
— C.F. Gower, Newfoundland Department of Natural Resources, P.O. Box 8700, St. John's, Newfoundland, A1B 456, Canada. Tél. 709/729 2118. Fax 709/729 3493. E-mail : cfg@zeppo.geosurv.gov.nf.ca.

4-9 août 1996
Rochester, NY, USA
The Silurian system, 2nd International symposium. *In n°58.*
— Markes Johnson, Department of geology, Williams College, Williamstown, MA 01267, USA. Tél. 413/597 23 29. Fax 413/597 41 16. E-mail : markes.e.johnson@williams.edu.

* 4-9 août 1996
Stockholm, Suède
Sixth Stokholm Water Symposium.
— Stockholm Water Symposium 1996, Stockholm Water Company, S - 10636, Stockholm, Suède. Fax 46/87 36 20 22.

4-14 août 1996
Beijing, Chine
30th International Geological Congress. *In n° 51.*
— Preparatory Commission for the 30th IGC, Baiwanzhuang Road, 26 Fuchengemenwai, PO Box 823, Beijing 100 037, R.P. de Chine. Tél. 86/1 832 77 72. Fax 86/1 832 89 28. Télex 22 2721 CAGS CN.

5-10 août 1996
La Haye, Pays-Bas
AIG Symposium : Land - Sea interactions and natural hazards.
— Dietrich Barsch, Geographisches Institut, Universität Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 348, D 69120 Heidelberg 1, Allemagne. Fax 19 49 62 21 56 49 96.

* 12-17 août 1996
Rimouski, Québec, Canada
Integrated management and sustainable development in coastal zones (International conference).
— M. El-Sabh, GREC, Université du Québec, 310 allée des Ursulines, Rimouski, Québec, Canada, G5L 3A1. Tél. 418 724 1701. Fax 418 724 1842. E-mail : mohammedelsabh@uqar.uquebec.ca.

18-24 août 1996
Rio Claro, Brésil
IVth Symposium on Cretaceous of Brazil. Sessions and field trip.
— Dimas Dias-Brito, Dept. of Sedimentary Geology, Instituto de Geociências/UNESP, Rio Claro - SP, 13506-230, Brésil. Tél. 55/0 195 34 0327. Fax 55/0 195 242 445 or 340 327. E-mail : dimas@geo001.uesp.ansp.br.

* 25 août - 1er sept. 1996
Roumanie, Est Carpathes
Joint CEV & CVS Workshop on Volcaniclastic sequences around andesitic stratovolcanoes.
— Alex Szakacs and/or Ioan Seghedi, Institutul Geological Romaniei, Str. Caransebes 1, 78344 Bucuresti 32, Roumanie. Tél. 40/16 65 75 30. Fax 40/13 12 84 44. E-mail : szakacs@igr.ro. ou bien : seghedi@igr.ro.

2-4 sept 1996
Nancy, France
International Conference on Cathodoluminescence and Related Techniques in Geosciences and Geomaterials. *In n° 56.*
— M. Pagel, CREGU, BP 23, 54501 Vandœuvre-les-Nancy cedex, France. Tél. 33/83 44 19 00. Fax 33/83 44 00 29. E-mail : pagel@cregu-cnrs-nancy.fr.

* 2-4 sept. 1996
Nantes, France
Colloque de Géophysique appliquée.
— R. Lagabrielle, Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, 44390 Bouguenais, France.

* 2-6 sept. 1996
Ile Santorin, Grèce
Explosive volcanic eruptions.
— J.S. Gilbert & H.M. Mader, Environmental Science Division, Lancaster University, Lancaster LA1 4YQ. Tél. 015/24 59 30 22. E-mail : J.S.Gilbert@lancaster.ac.uk.

3-6 sept. 1996
Turin, Italie
Eurock'96 : prediction and performance in rock mechanics and rock engineering. International symposium.
— Organizing Committee Eurock'96, COAss. ne Geotecnica Italiana AGI via Bormida 2, 00198 Rome, Italie. Fax 39/6 8842265.

* 3-6 sept. 1996
Prague, Tchécoslovaquie
Minerals, metals and the environment, II international conference.
— Conference Officer, Institution of Mining and Metallurgy, 44 Portland Place, London W1N 4BR, G.B. Tél. 44 /171 580 38 02. Fax 44/171 436 53 86.

* 3-7 sept. 1996
Pittsbourgh, Pennsylvanie, USA
13th annual International Pittsbourgh coal conference.
— Adrian Di Nardo, Pittsbourgh Coal Conference Office, University of Pittsbourgh, 1140 Benedum Hall, Pittsbourgh, PA 15260. Tél. (412) 624 7440. Fax (412) 624 1480. E-mail : dinardo@engmg.civ.pitt.edu.

7-9 sept. 1996
Tolède, Espagne
GLOCOPH'96 : Global Continental Palaeohydrology, Second International Symposium. *In n° 57.*
— Gerardo Benito, GLOCOPH'96, CSIC - Centro de Ciencias Medioambientales, Serrano 115 dpdo, 28006 Madrid, Espagne. Fax 34/15 64 06 00. E-mail : benito@cc.csic.es.

8-11 sept. 1996
Caracas, Venezuela
II AAPG/SVG. International Congress and exhibition : expanding our Business horizons.
— AAPG Convention Dept., Box 979, Tulsa, OK 74101, USA. Tél. 1/918 560 26 79. Fax 1/918 560 26 84.

8-12 sept 1996
Portsmouth, G.-B.
Contaminated land and groundwater. Future directions. (32nd Annual Conference of the Engineering Group of the Geological Society, jointly with the Hydrogeological Group).
— D.N. Lerner, Dept of Civil & Environmental Engineering, University of Bradford, Bradford BD7 1DP, G.-B. Tél. 01274 3854 70. Fax 01705 84 22 44.

* 9-12 sept. 1996
Poitiers, France
L'eau souterraine en région agricole. Colloque international.
— ESRA'96, Université de Poitiers, Lab. d'hydrogéologie, Bât. Sciences naturelles, 40, av. du Recteur Pineau, 86022 Poitiers Cedex, France. Tél. 33/49 45 36 81. Fax 33/49 45 40 17. E-mail : esra@hydrogeo.univ.poitiers.fr.
Secondary adaptation to life in water ; an international multidisciplinary congress.
— J.-M. Mazin et P. Vignaud, Biochronologie et Paleobiologie humaine, Université de Poitiers, 40 Av. du Recteur Pineau, 86022 Poitiers Cedex, France.

* 9-15 sept. 1996
Marseille, France
4e Congrès international sur les Rudistes (avec excursions). *In n° 58.*
— Jean-Pierre Masse, Centre de Sédimentologie-Paléontologie, Faculté des Sciences St-Charles, Case 67, 13331 Marseille Cedex 03. Tél. 33/91 10 63 95. Fax 33/91 64 99 64.

10-13 sept. 1996
Parme, Italie
Italian Paleontological Society, XIIIth Congress.
— Paola Monegatti, Instituto di Geologia, Viale delle Scienze 78, 43100 Parme, Italie. Tél. 39/0521 90 53 67. Fax 39/90 53 05.

* 12-14 sept. 1996
Aix-la-Chapelle, Allemagne
11e colloque annuel du Groupe de Sédimentologie d'Aix-la-Chapelle : environnements de dépôt anciens et récents entre la Mer du Nord et le lac de Constance.
— A. Muller, RWTH, Aix-la-Chapelle, Allemagne. Tél. 49/02 41 80 57 26. Fax 49/02 41 88 88 151. E-mail : A.Muller@RWTH-Aachen.DE.

* 13-18 sept. 1996
Giens, France
Alluvial basins : quantitative estimation of sediment supply, accomodation and loss.
— P.F. Friend (Cambridge) c/o. Valérie Allspach, European Science Foundation, 1 quai Lezay-Marnésia, 67080 Strasbourg Cedex, France. Tél. 33/88 76 71 35. Fax 33/88 36 69 87. E-mail : euresco@esf.org ; WWWserver : http : //www.esf.org.

15-20 sept 1996
Asilomar, California, USA
Deep seismic profiling of the continents. 7th International symposium.
— S. Klempere, Dept. of Geophysics, Mitchell Building, Stanford University, Stanford, CA 94305-2215, USA. Tél. (415) 723-8214. Fax (415) 725-7344. E-mail : klemp@pangea.stanford.edu.

* 15-28 sept. 1996
Madrid, Espagne
Spanish landslides field trip.
— ICFL Spain. Landslides 96 ; J. Chacon, Dpt. Civil Engineering, Faculty of Sciences, Univ. of Granada c/Severo Ochoa s/n 18071, Grenade, Espagne. Tél. /Fax 34 58 243 367. E-mail : jchacon@ugr.es.

16-19 sept. 1996
Winnipeg, Canada
Deep. geological disposal of radioactive waste conference.
— K. Nuttall, AECL Research, Pinawa, Manitoba, ROE 1LO, Canada. Tél. 1/204 753 2311. Fax 1/204 753 2455. E-mail : woronas@url.wl.aecl.ca.

16-24 sept. 1996
Freiberg, Saxe, Allemagne
5th International Cretaceous Symposium and IGCP 362 Annual Assembly.
2nd Workshop on Inoceramids.
— Silke Voigt, TU Bergakademie Freiberg, Institut für Geologie, Bernhard-von-Cotta-Str, 2, D-09596 Freiberg, Allemagne. Tél. 49 3731 393296. Fax 49 3731 393599. E-mail : voigt@coffee.geophysik.tu-freiberg.de.

17-19 sept. 1996
St-Malo, France
ISAG'96, Troisième symposium international sur la Géodynamique. *In n° 56.*
— D. Gapais, ISAG'96, Géosciences Rennes, Université de Rennes 1, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes Cedex, France. Fax 33/ 99 28 67 80. E-mail : isag96@seth.univ-rennes1.fr.

* 18-20 sept 1996
Paris, France
24èmes journées de l'Hydraulique de la Société hydrotechnique de France : L'eau, l'Homme et la nature. Les sciences hydrotechniques au service du développement durable.
— S.H.F. 199, rue de Grenelle, 75007 Paris, France. Tél. 33/1 47 05 13 37. Fax 33/1 45 56 97 46.

* 18-20 sept. 1996
Bordeaux, France
Metatechnies'96 : 2e Symposium international environnement et nouvelles technologies : protection des sols, prévention et dépollution.
— Metatechnies'96, BCS - DEVEUNIR Conseil, Palais des Congrès, 33300 Bordeaux Lac, France. Tél. 33/56 11 88 88. Fax 33/56 43 17 76.

22-24 sept. 1996
Sile, Turquie
2nd Symposium on the Petroleum Geology & Hydrocarbon potential of the Black Sea area.
— Sami Derman, TPAO, Turkey. Tél. 90/312 286 90 40. Fax 90/312 286 90 49. ou Liz Lador, Petroconsultants, PO Box 152, 12 58 Perly-Geneva, Suisse. Tél. 41/22 721 17 45. Fax 41/22 721 17 47.

22-25 sept. 1996
Sudbury, Ontario, Canada
Association of Earth Science Editors, 30th Annual Meeting, International Conference.
— Publication Services Section, 933 Ramsey Lake Road, Sudbury, Ontario, Canada P3E 6B5. Tél. 1/705 670 5765. Fax 1/705 670 5770.

22-27 sept. 1996
Wollongong, Australie
Fifth International geostatistics congress.
— Ernest Baafi, GEOSTAT'96, Dept. of Civil and Mining Engineering, University of Wollongong, Wollongong, NSW 2522, Australie. Fax 61/42 21 32 38. E-mail : geostat96@uow.edu.au.

* 22-27 sept. 1996
Tashkent, Uzbekistan
Environmental hydrologye and hydrologye, 3rd USA/CIS joint conference.
— Third USA/CIS Conference, AIH, 3416 University Av. S.E., Minneapolis, MN, USA.

23-27 sept. 1996
Athènes, Grèce
1st Congress of Balkan Geophysical Society.
— Erasmus Horizon Ltd., 34 Vass. Georgiou B Street 116 35 Athènes, Grèce.

* 23-29 sept. 1996
Schwaz, Tirol, Autriche
Min Pet'96.
— Min Pet'96, Institut für Mineralogie & Petrographie, Universität Innsbruck, Innrain 52. A-6020 Innsbruck, Autriche. Tél. 43/51 25 07 55 01. Fax 43/51 25 07 29 26.

24-26 sept. 1996
Kusadasi, Turquie
VIth International mineral processing symposium.
— Mevlüt Kemal, Maden Mühendisligi Bölümü, Dokuz Eylül Universitesi, 35100 Bornova, Izmir, Turquie. Tél. 90/232 388 78 70. Fax 90/232 37 38 289.

* 24-27 sept. 1996
Golden, Colorado, USA
International conference on calibration and reliability in groundwater modelling.
— Conference Secretariat Model CARE'96 ; International Ground Water Modelling Center, Colorado School of Mines, Golden, Colorado 80401 USA. Tél. +1-303-273-3103. Fax +1-303-384-2037. E-mail : igwmc@mines.edu.

24-27 sept. 1996
Singapour
OSEA'96 - Offshore South East Asia conference and exhibition.
— Will Martin, Overseas exhibition services Ltd, 11Manchester Square, London,

W1M 5AB, G.B. Tél. 44/171 486 19 51. Fax 44/171 413 82 12. E-mail : exhibit@montnet.com ; Internet : http ://wwwmontnet.com ou Bob Goh, Singapore exhibition services Pte Ltd,2 Handy road, # 15-09 Cathay building, Singapore 0922. Tél. 65/338 47 47. Fax 65/339 56 51. E-mail : sesinfo@singnet.com.sg.

25-29 sept. 1996
Madras, Inde
Charnokite and granulite facies rocks, International Symposium.
— V. Ram Mohan, Dept. of Geology, University of Madras, A.C. College Campus, Madras, Inde PN 600025. Tél. 91/44 235 11 37. Fax 91/44 235 28 70.

* 30 sept. - 3 oct. 1996
Sendai, Japon
Ground penetrating radar.
— M. Sato, Dpt. of Resources Engineering, Tohoku University, Sendai 980-77, Japon.

7-11 oct. 1996
Cagliari, Italie
Fourth international symposium on environmental issues and waste management in energy and mineral production.
— R. Ciccu, Dipartimento di Geoingegneria et Tecnologie Ambientali (DIGITA), Universita degli Studi di Cagliari, Piazza d'Armi, 09 123 Cagliari, Italie. Tél. +39 70 2000317/2000320/2000322. Fax 9/70 27 20 31.

8-11 oct. 1996
Tallinn, Estonie
Third Baltic Stratigraphical Conference.
— Dimitri Kaljo, Institute of Geology, Estonian Academy of science, 7 Estonia Ave., EEO 100 Tallinn, Estonie. Tél. 7/37 22 45 46 53. Fax 7/37 26 31 20 74. E-mail :kaljo@pzgeol.gi.ee.

* 8-11 oct. 1996
St Petersbourg, Russie
International symposium : large and extra-large (unique) deposits of rare and precious metals (genetic aspects and development problems).
— Y.B. Marin, St Petersbourg State Mining Institute (Technical University) 21th Line, 2, V.O., St Petersbourg, 199 026 Russie. Tél. (812) 21 88 247. Fax (812) 21 32 613 ; (812) 21 85 463. E-mail : marin@mineral.spb.su.

9-12 oct. 1996
Kingston, Jamaïque
Natural Hazards and Disasters.
— B. Carby, Dept. of Geology, UWI, Mona, Kingston, Jamaïque. E-mail : bcarby@vwimona.edu.jm.

9-13 oct. 1996
Ghania, Grèce
Geological Society of America, Penrose Conference. Exhumation Processes : Normal Faulting, Ductile flow, and Erosion.
— Lois J. Elms, Western Experience, Penrose Conference Coordinators for GSA, 4881 Evening Sun Lane, Colorado Springs, Co 80917, USA. Tél. 1/719 597 9201. Fax 1/719 591 4852. E-mail : louiselms@e-world.com.

* 10 oct. 1996
Paris, France
Télédétection et géologie de l'ingénieur.
— P. Potherat, LCPC, 60 bd. Lefebvre, 75732 Paris Cedex 15, France. Fax (1) 40 43 54 98.

* 13-18 oct. 1996
Buenos Aires, Argentine
XIII Argentine geological congress and III hydrocarbon exploration congress.
— Secretary, XIII CGA, Maifú 645, piso 3, 1006 Buenos Aires, Argentine. Tél. (541) 322 3652/3244, 325 8066, 393 5494. Fax (541) 325 8009.

* 18-20 oct. 1996
Cuba
IGCP project 364, geological correlation of ophiolites and volcanic arcs in the circum - carribean realm.
— Llavatti, Diaz de Villalvilla, Inst. Geología y Paleontlogía, Via Blanca y Carretera Central, Ciudad de la Habana, CP 11000 Cuba. Fax 537 335 345.
— Granville Draper, Dept. of Geology, Florida International University, Miami, Fl 33199. Fax 305 348 3877. E-mail : draper@servax.fiu.edu.

* 20-23 oct. 1996
Houston, USA
Compartmentalized reservoirs.
— Debbi Boonstra, AAPG Education Dept., Po Box 979, Tulsa, OK 74101-0979, USA.

* 21-24 oct. 1996
Chambéry, France
Association Française des Travaux en Souterrain (AFTES) : journées d'études internationales : "Ouvrages en souterrain : des techniques et des hommes".
— Secrétariat AFTES/EDF, Bureau 4/71, 22-30, Av. de Wagram, 75008 Paris. Tél. 33/(1) 47 64 84 77. Fax 33/(1) 47 64 75 88.

* 21-26 oct. 1996
Nice, France
121e congrès national des sociétés historiques et scientifiques.
— CTHS, 121e congrès, 1 rue Descartes, 75005 Paris, France. Tél. 16/(1) 46 34 47 63.

* 21-26 oct. 96
Strasbourg, France
Deposystems of phosphorites and related authigenic minerals. Processes, pathways and products. IGCP 325, Réunion finale.
- L. et J. Lucas, Institut des Sciences de la Terre, 1 rue Blessig, 67084 Strasbourg Cedex. Fax (33) 88 36 72 35, E-mail : Jlucas@illite.u-strasbg.fr.

24 oct. 1996
Rennes, France
Tectonisme, eustatisme et enregistrement sédimentaire.
— F. Guillocheau, Geosciences Rennes, Inst. géologie, campus Beaulieu, av. du Général Leclerc 35042 Rennes Cedex, France. Tél. 33/99 28 61 23. Fax 33/99 28 67 80.

28-31 oct. 1996
Denver, Co, USA
GSA : annual meeting.
— J. Kinney, GSA Headquarters, Box 9140, 3300 Penrose Place, Boulder Co, 80301, USA. Tél. 1/303 447 2020.

nov. 1996
Nantes, France
Réunion de Géophysique appliquée.
— J.M. Quénardel, UFG, 79, rue Claude Bernard, 75005 Paris, France. Tél. 33/1 47 07 91 95.

* 4-5 nov. 1996
Paris, France
PICG. Participation française. Bilan. Perspectives.
— J. Rey, Lab. de Stratigraphie séquentielle et micropaléontologie. Institut des Sciences de la Terre, Université Paul Sabatier, 39, allées Jules-Guesde, 31062 Toulouse Cedex, France. Tél. 33/61 53 02 35. Fax 33/62 26 71 40.

4-7 nov. 1996
Lake Buena Vista, Floride, USA
ECO-INFORMA'96 - Global Networks for Environmental Information : Bridging the Gap Between Knowledge and Application.
— Robert Rogers, ERIM, Box 134001, Ann Arbor MI 48113 - 4001 USA. Tél. 1/ 313 994 1200. Fax 1/ 313 994 51 23. E-mail : raeder@vaxc.erim.org.
En Europe : Otto Hutzinger. Tél. 49/ 921 552 245 ou 155. Fax 49/ 921 546 26.

* 5-6 nov. 1996
Stavanger, Norvège
The 5th Conference on Reservoir Management.
— Norwegian Petroleum Society, PO Box 1897 Vika, N 0124 Oslo, Norvège. Tél. 47/22 43 00 50. Fax 47/22 55 46 30.

* 9-14 nov. 1996
Blarney, Irlande
Glacial-interglacial sea-level changes in four dimensions : evidence of sea-level and linked environmental changes at the land-ocean interface.
— R.J. Devoy (Cork), c/o. Valérie Allspach, European Science Foundation, 1 quai Lezay-Marnésia, 67080 Strasbourg Cedex, France. Tél. 33/88 76 71 35. Fax 33/88 36 69 87. E-mail : euresco@esf.org ; WWWserver : http : \\www.esf.org.

11-14 nov. 1996
Le Caire, Égypte
Geological surveys and sustainable development ; Geological Survey of Egypt Centennial. *In n° 53.* (dates modifiées)
— M. EL Hinnawi, Geological Survey of Egypt, 3 Salah Salem Rd., Abbassiya, Le Caire, Égypte. Tél. 20/38 1625. Fax 20/(002) (02) 820 128.

15-16 nov. 1996
Arras, France
La Craie, objet géologique, réservoir, matériau et paysage.
— N. Crampon, Société géologique du Nord, Univ. Sci. et Techn. de Lille, Sciences Terre, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France. Fax 33/20 43 49 95 ou Fax IUT Bethune 33/21 68 49 57.

* 15-20 nov. 1996
Hyderabad, Inde
2nd International Seminar & Exhibition on Geophysics Beyond 2000.
— Association of Exploration Geophysicists, CEG Building, Osmania University, Hyderabad 500 007, India. Tél. 91/40 701 90 01, 67 13 83. Fax 91/40 701 90 01. E-mail : aeg@amccs.uunet.in.

17-22 nov. 1996
Kingston, Jamaïque
Hydrology in the Humid Tropic environment, International symposium.
— Secret. Humid Tropics environment 96, A. Ivan Johnson, 7474 Upham Court, Arvada, CO 80003 USA. Fax 1/303 425 56 10.

* 20-21 nov. 1996
Islamabad, Pakistan
International seminar on paleomagnetic studies in Himalaya - Karakoram collision belt.
— ITC - PARMAGS, Geoscience Laboratory, Geological Survey of Pakistan, PO. Box 1461, Shahzad Town, Islamabad, 44000 Pakistan. Tél. 92/51 24 04 23. Fax 92/51 24 02 23. E-mail : parmags%geolab@sdnpk.undp.org.

22 nov. 1996
Paris, France
La géologie des grands ouvrages du début du XXIe siècle : à la mémoire du Professeur P.-C. Lévêque.
— P. Broquet, Faculté des Sciences, Lab. de Géologie Structurale et Appliquée, 1, pl. Leclerc 25000 Besançon, France. Tél. 33 81 66 57 13.

* 2-3 déc. 1996
Paris, France
La limite Crétacé-Tertiaire : aspects biologiques et géologiques. *In n° 58.*
— E. Buffetaut et N. Bardet, Lab. Paléontologie des Vertébrés, 4 pl. Jussieu, Case 106, 75252 Paris Cedex 05, France. Tél. 33/1 44 27 35 14. Fax 33/1 44 27 49 92.

* 3-5 déc. 1996
Londres, G.-B.
PETEX'96, Petroleum Exploration Conference and Exhibition.
— BDC Events, Business Design centre Ltd, 17118 Doverr Street, London WIX 3 PB, G.-B. Tél. 44/171 495 58 00. Fax 44/171 495 78 08.

* 6-11 déc. 1996
Seefeld, Autriche
Geochemistry of crustal fluids.
— K.V. Ragnarsdottir (Bristol) c/o. J. Hendekovic, European Science Foundation, 1 quai Lezay-Marnésia, 67080 Strasbourg Cedex, France. Tél. 33/88 76 71 35. Fax 33/88 36 69 87. E-mail : euresco@esf.org ; WWWserver : http : //www.esf.org./euresco

11 et 12 déc. 1996
Paris, France
Sédimentologie de la matière organique.
— F. Baudin, Lab. Stratigraphie, tour 15-16, 4 pl. Jussieu, 75252 Paris Cedex 05, France. Tél. 33/1 44 27 49 57. Fax 33/1 44 27 38 31.

* 12 déc. 1996
Paris, France
Informatique et géologie.
— J.-L. Durville, LCPC, 58 Bd. Lefebvre, 75732 Paris Cedex 15, France. Fax (1) 40 43 54 98.

1997

janvier 1997
Dindigul, Inde
Drought, groundwater pollution and management.
— Managing director, Tamilnadu water supply and drainage board, TWAD House, Chepauk, Madras 600 005, Inde.

* 19-24 janvier 1997
Puerto Vallarta, Mexique
IAVCEI, general assembly.
— Organizing Committee, Instituto de Geofisica, UNAM Circuito exterior, Ciudad Universitaria, C.P. 04510, Maxique, D.-F. Fax 5/550 24 86.

*28-29 janvier 1997
Oslo, Norvège
New Trends in Geoscience Computing.
— Norwegian Petroleum Society, Po Box 1897 Vika, N 0124 Oslo, Norvège. Tél. 47/22 43 00 50. Fax 47/22 55 46 30.

* 5-6 mars 1997
Londres, G.-B.
Transpressional and Transtensional Tectonics.
— Bob Holdsworth, Dept. of Geological Sciences, University of Durham, Durham DH1 3LE, G.-B. Fax 44/ 01 191 374 2510. E-mail : R.E.Holdsworth@durham.ac.uk.

* 8-13 mars 1997
Yaoundé, Cameroun
3e Colloque de stratigraphie et de paléogéographie de l'Atlantique sud, 13e Colloque africain de micropaléontologie et Conférence annuelle de l'IGCP n° 381.
— Société nationale des hydrocarbures, Comité d'organisation des Colloques, BP 955, Yaoundé, Cameroun. Tél. (237) 20 32 53. Fax (237) 20 46 51/ 20 96 69.

* 20-22 mars 1997
Séville, Espagne
Colloque hispano-français : milieux carbonatés continentaux.
— J.-L. Guendon, CNRS, Centre Aixois de Géographie Physique, 29, Av. R.-Schuman, F 13621 Aix-en-Provence Cedex 1. Tél. 42 95 38 70. Fax 42 95 04 20.
— F. Diaz Del Omo, Dept. Géographie Physique, Université de Séville, c/Maria de Padilla s/n, 41002 Séville, Espagne. Tél. 34/54 55 13 66. Fax 34/54 55 13 51.

* 24-27 mars 1997
Braga, Portugal
The 4th All Portuguese Language Countries Geochemical Congress and the 10th Portuguese Geochemical week.
— Graciete Dias, Dpt. Ciencias da Terra, Univ. Minho, Campus de Gualtar, 4709 Braga Codex, Portugal. Tél. 351/53 60 43 05. Fax 351/53 60 43 04. E-mail : geoquimica@ci.uminho.pt ; URLhttp : //delta.ci.uminho.pt/ct/port/homepage.html.

* 9-11 avril 1997
Mons, Belgique
Géologie Régionale du Sud-Brabant aux collines de l'Artois.
— P. Doremus et M. Hennebert, Service de Géologie Fondamentale et Appliquée, Faculté Polytechnique de Mons, rue de Houdain, 9 - 7000 Mons, Belgique. Tél. 32/(0) 65 37 46 08. Fax 32/(0) 65 37 46 10. E-mail : cab@fpms.fpms.ac.be.

* 13 avril - 3 mai 1997
Rabat, Maroc
5e Assemblée scientifique de l'AISH : Symposiums et atelier Karst hydrology.
— IAHS SAS-97 Organising Committee, Direction générale de l'hydraulique, Rabat-Chellah, Maroc. Tél. 212/7 76 90 08/77 87 42. Fax 212/7 77 86 96.

* 14-17 avril 1997
Montpellier, France
Congrès international : biochronologie mammalienne du Cénozoïque en Europe et domaines reliés.
— J.-P. Aguilar ou S. Legendre, Lab. de Paléontologie - CC64, Univ. Montpellier II, 34095 Montpellier Cedex 5, France. Tél. 33/67 14 32 51/54. Fax 33/67 14 36 10. E-mail : biochrom@isem.univ.montp2.fr.

* 23 avril - 3 mai 1997
Rabat, Maroc
AISH'97 - 5e assemblée scientifique de l'Association International des Sciences Hydrologiques.
— IASH'97 Organizing Committee, Direction Général de l'Hydraulique, Casier Rabat-Chellah-Maroc. Tél. 212/(7) 77 90 08 /77 87 42. Fax 212/(7) 77 86 96.

19-21 mai 1997
Ottawa, Canada
Ottawa'97, Réunion annuelle de l'Association géologique et de l'Association minéralogique du Canada.
— Commission géologique du Canada, pièce 757, 601 rue Booth, Ottawa, Canada Ontario K1A OE8. Tél. 1/613 947 76 49. Fax 1/613 947 76 50. E-mail : ottawa97@emr.Ca.

25-30 mai 1997
Jérusalem, Israël
18th International Geochemical Exploration Symposium (AEG).
— IGES Secretariat, PO Box 50006, Tel-Aviv, 61500 Israël. Fax 972/3 514 00 77.

26-30 mai 1997
Genève, Suisse
European Assoc. of Geoscientists & Engineers (EAGE), 59th Conference.
— EAGE, E.H. Bomkamp, PO Box 298, NL 3700 AG Zeist, Pay-Bas. Tél. 31/3069 62 655. Fax 31/3069 62 640.

23-27 juin 1997
Athènes, Grèce
Symposium international sur la géologie de l'ingénieur et de l'environnement.
— IAEG. "Athens 97", P.O. Box 19 140 GR. 117 10 Athènes, Grèce. Fax 301/924 25 70.

1er - 9 juillet 1997
Melbourne, Australie
1997 Joint assemblies of the International Association of Meteorology and Atmospheric Sciences & International Association for Physical Sciences of the Ocean.
— IAMAS - IAPSO secretariat, Convention Network, 224 Rouse street, Port Melbourne Victoria 3207 Australie. Tél. 61/3 96 46 41 22. Fax 61/3 96 46 77 37. E-mail : mscarlett@peg.apc.org.

10-12 juillet 1997
Vienne, Autriche
European Palaeontological Association, 2e Congrès européen de Paléontologie : climates, past, present, future.
— L. Grauvogel-Stamm, Institut de Géologie, 1, rue Blessig, 67084 Strasbourg Cedex, France. Tél. 33/88 35 85 70. Fax 33/88 36 72 35.

* 10-17 août 1997
La Chaux-de-Fonds (Neuchâtel), Suisse
12e Congrès international de spéléologie et 6e Colloque d'hydrologie en pays calcaire et en milieu fissuré.
— Sublime, Case postale 4093, CH-2304, La Chaux-de-Fonds, Suisse. E-mail : congress.uis97@chyn.unine.ch. **6e Colloque d'hydrologie en pays calcaire et en milieu fissuré, avec excursions (15-17 août).** *In n° 58.*
— F. Zwahlen, Centre d'hydrogéologie, 11, rue Emile-Argand, Case postale 2, CH 2007, Neuchâtel, Suisse. Tél. 41/38 23 26 00. Fax 41/38 23 26 01. E-mail : congress.uis97@chyn.unine.ch. Internet : http : //www.unine.ch/uis97/.

18-29 août 1997
Thessalonique, Grèce
29th General Assembly of the International Association of seismology and physics of the Earth's interior.
— 29th IASPEI general assembly geophysical laboratory, University, GR - 54006,Thessaloniki, Grèce. Tél. 30/31 998 526. Fax 30/31 998 528. E-mail : iaspei@olymp.ccf.auth.gr.

* 28 août - 3 sept. 1997
Bologne, Italie
AIG IVth International Conference on Geomorphology.
— Paolo Forti, Planning Congressi, via Crociali 2, I - 40138 Bologne, Italie. Fax 19 39/51 35 45 22.

1-5 sept. 1997
Istanbul, Turquie
Symposium International on Geology and environment. *In n° 58.*
— GEOENV'97, International symposium geoscience, PK 464 Yenisehir, 06444 Ankara, Turquie. Tél. 90/312 434 36 01. Fax 90/312 434 23 88. E-mail : jdogan@jeo.hun.edu.tr.

* 2-4 sept 1997
Londres, G.-B.
Tunnelling 97 (Conference and exhibition).
— The Conference Office, The Institution of Mining and Metallurgy, 44 Portland Place, Londres W1N 4B.R, G.-B. Tél. 44/17 15 60 38 02. Fax 44/17 14 36 53 88.

7-10 sept. 1997
Vienne, Autriche
AAPG - International Conference and exhibition.
— AAPG. Convention Dept., Box 979, Tulsa, OK 74101, USA. Tél. 1/918 560 26 79, Fax 1/918 560 26 84.

21-27 sept 1997
Nottingham, G.-B.
Groundwater in the Urban Environment, XXVIIth Congress of IAH.
— Stephen Foster, Conference Nottingham, 309 Hayden Road, Nottingham NG5 1AZ, G.-B. Tél. 44/11 59 85 65 45. Fax 44/11 59 85 66 15.

* 26-29 oct. 1997
Londres, G.-B.
Petroleum geology of NW Europe.
— CASIL, 4 Cavendish Square, Londres, W1M OBX, G.-B. Tél. 44/17 14 99 09 00. Fax 44/17 16 29 32 33.

1998

* 8-12 juin 1998
Leipzig, Allemagne
European Assoc. of Geoscientists & Engineers (EAGE), 60th Conference.
— EAGE, E.H. Bomkamp, PO Box 298, NI 3700 AG Zeist, Pay-Bas. Tél. 31/3069 62 655. Fax 31/3069 62 640.

29 juin - 18 juil. 1998
Johannesbourg, Afrique du Sud
8th International platinum symposium (IAGOD/CODMUR).
— C.A. Lee, PO Box 68108, Bryanston, South Africa. Tél. 27/11 373 25 80. Fax 27/11 836 03 71.

9-15 août 1998
Toronto, Canada
International Mineralogical Association ; IMA'98.
— A.J. Naldrett, Dept. Geology, University of Toronto, Canada M 5S 3B1. Tél. 1/416 978 30 30. Fax 1/416 978 39 38. E-mail : ima98@quartz.geology.utoronto.ca.

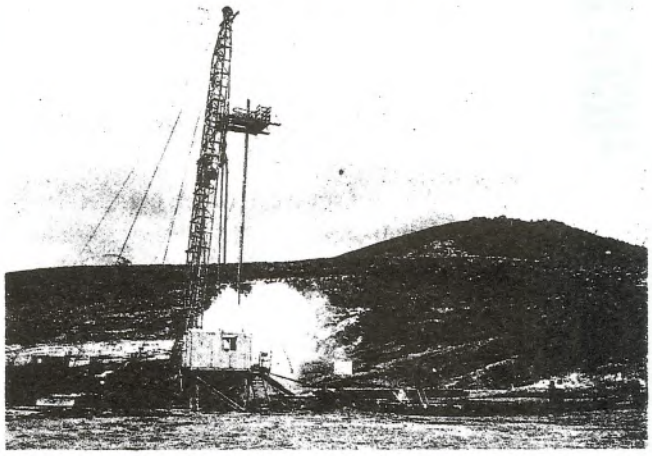
20-26 août 1998
Montpellier, France
16e Congrès mondial des Sciences du sol. *In n° 57.*
— CNEARC, 16e Congrès mondial de Science du sol, Av. d'Agropolis, B.P. 50 98, Agropolis 34 394 Montpellier Cedex, France. Tél. 33/67 04 75 38. Fax 33/67 04 75 49. E-mail : isss@agropolis.fr. Serveurwww : http ://www.cirad.fr./isss.html.

* oct. - nov. 1998
Physical, chemical and biological aspects of aquifer-stream sediment interrelations, 28th. IAH Congress.
— J. Rosencheim, USGS MS 414, National Center, Reston Va 22092, USA. Fax 1/703 648 57 22.

TMMOB
JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI

TÜRKİYE JEOLOJİ KURULTAYI'NIN
50. YILI ETKİNLİKLERİ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ VE SONDAJ UYGULAMALARI SEMPOZYUMU



DSİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
KONFERANS SALONU
17 - 19 ŞUBAT 1997

YERALTISULARI SEMPOZYUMU

2 - 4 NİSAN 1997

50. TÜRKİYE JEOLOJİ KURULTAYI ETKİNLİKLERİ

TMMOB
JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI

DSİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
KONFERANS SALONU

TÜRKİYE JEOLOJİ BÜLTENİ

Geological Bulletin of Turkey

Şubat 1996 Cilt 39 Sayı 1
February 1996 Vol. 39 No 1

ATABEY, E., Akdere Havzası Üst Kretase karbonat etek (apron) dolgularının fasiyes karakterleri ve çökelme modeli, Doğu Toroslar, Gürün - GB Sivas
Depositional model and facies characteristics of Upper Cretaceous carbonate apron sediments in Akdere Basin, Eastern Taurus, Gürün - SW Sivas,Turkey 1

GÖRMÜŞ, M., Hekimhan (KB Mal atya) Geç Kampaniyen'inde yeni bir *Pseudedomia* (Foraminifer) türü: ***Pseudedomia hekimhanensis*** n.sp.
A new species of Pseudedomia: Pseudedomia hekimhanensi *sn. sp. from the Late Campanian of Hekimhan, NW Malatya,Turkey* 11

ALPASLAN, M., GUEZOU, J.C., BONHOMME, M., BOZTUĞ, D., Yıldızeli metasedimenter grubu içindeki Fındı metamorfitinin metamorfizması ve yaş
The metamorphism and the age of the Fındıcak metamorphite in the Yıldızeli metasedimentary group..... 19

ÖZAKSOY, V., GÖKTEN, E., Özvatan - Felahiye (Kayseri) dolayının stratigrafisi ve tektoniği
The stratigraphy and the tectonic of Özvatan - Felahiye (Kayseri) region..... 31

İNAN, N., Türkiye'de *Laffitteina* türlerinin coğrafik yayılımı ve stratigrafik dağılımı
The geographic expantion and stratigraphic distribution of Laffitteina *species in Turkey*..... 43

KAZANCI, N., GEVREK, A.İ., Nevşehir - Acıgöl maarının tortul dolgusundaki (Kuvaterner) fasiyeslerin gelişimine jeotermal süreçlerin etkileri
The effects of geothermal processes on facies development in sedimentary fill of Quaternary Nevşehir - Acıgöl maar lake, Central Anatolia, Turkey..... 55

ÇELİK, M., ÜNSAL, N., Girdev Gölü - Kazanpınarı kaynağı arasındaki (Antalya) allokton birimlerde yeraltısuyu dolaşımının incelenmesi
Investigation of ground water circulation in the allochthonous units between Girdev Lake and Kazanpınarı spring (Antalya), SW Turkey..... 69

AFŞİN, M., BAŞ, H., Koçpınar (Aksaray) kaynaklarının su kimyası açısından değerlendirilmesi
Hydrochemical evaluation of the Koçpınar springs (Aksaray)..... 75

Ağustos 1996 Cilt 39 Sayı 2
August 1996 Vol. 39 No 2

EMRE, T., Gediz Grabeni'nin tektonik evrimi
Tectonical evolution of the Gediz graben..... 1

ŞENEL, M., Anamas - Akseki otokto nu güney kenarını temsil eden Pirnos Bloğu'nun stratigrafik özellikleri ve paleocoğrafik yorumu; Orta Toroslar, Türkiye
Stratigraphic properties and paleocographic evaluation of Pirnos Block represents the south margin of the Anamas - Akseki autochthonous; Central Taurus,Turkey 19

UĞUZ, M.F., ERDOĞAN, K., GÜRSU, S., Sultandağları'nın kuzey bölümünde yeni yaş bulguları; Deresinek formasyonunun tektono - stratigrafisine yeni bir yaklaşı
A new approach to tectonostratigraphy of Deresinek formation: New datings in the north of Sultandağlar... 31

AKGÜL, B., ŞAŞMAZ, A., Elazığ kuzeyinde pirometazomatik oluşuklar ve ilişkili Fe - Ti cevherleşmeleri
The pyrometasomatic formations and associated Fe - Ti mineralizations at the north of Elazığ..... 39

EREN, Y., Ilgın - Sarayönü (Konya) güneyinde Bozdağlar masifinin yapısal özellikleri
Structural features of the Bozdağlar massif to the south of Ilgın and Sarayönü (Konya)..... 49

ALTUNEL, E., BARKA, A., Hierapolis'teki arkeosismik hasarların değerlendirilmesi
Evaluation of archaeosismic damages at Hierapolis..... 65

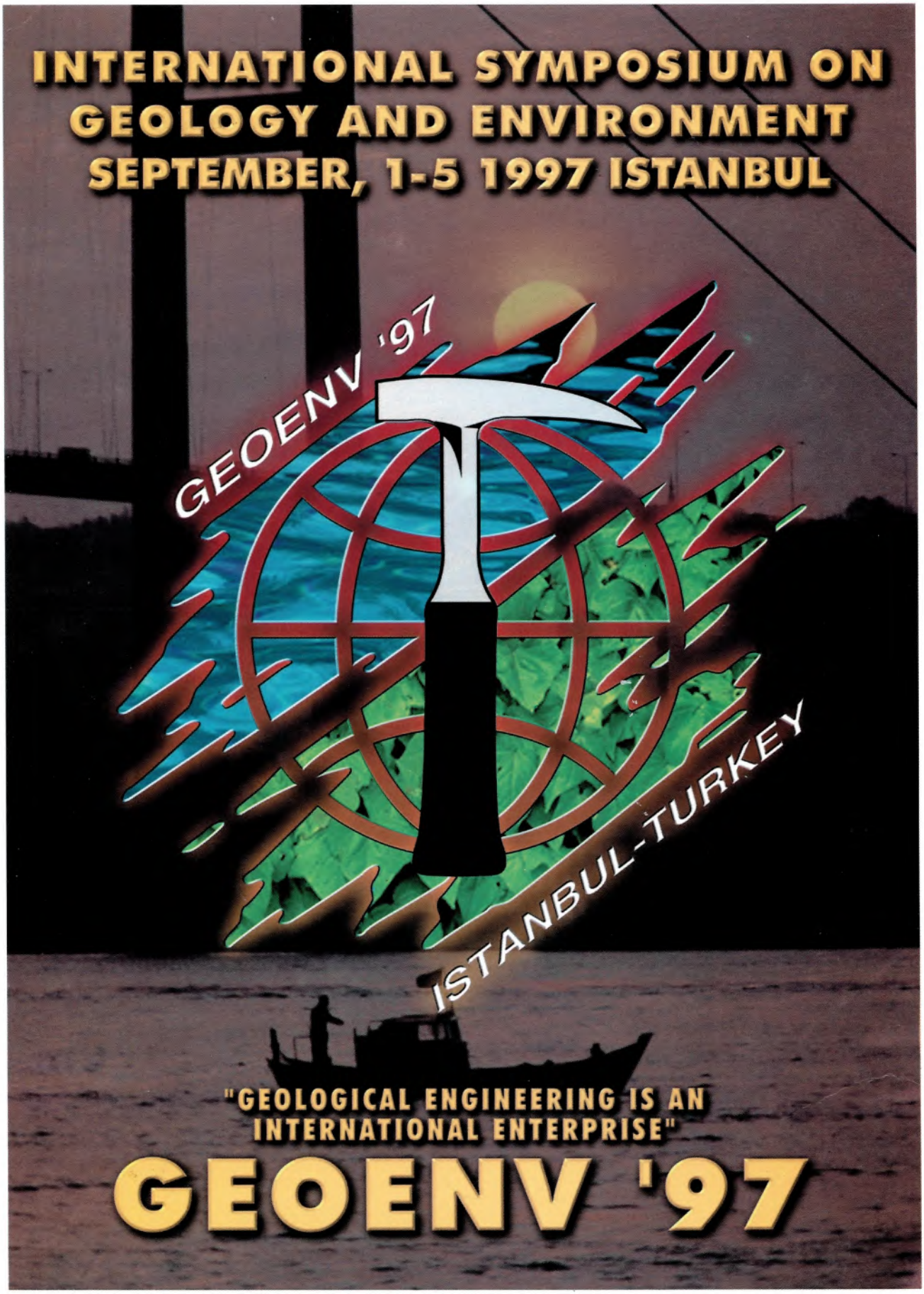
ALPASLAN, M., TERZİOĞLU, N., Arguvan (Malatya kuzeyi) yöresinde Üst Miyosen ve Pliyosen yaşlı volkaniklerin karşılaştırmalı jeokimyasal özellikleri
Comparative geochemical features of the Upper Miocene and Pliocene volcanics in the Arguvan (N - Malatya) area..... 75

ŞAMLI, A.C., Haliç (İstanbul) Holosen dip çökellerinin bentik foraminifer faunası
Benthic foraminifer fauna of Holocene sediments in Golden Horn (İstanbul)..... 87

İNAN, N., AKYAZI, M., ÖZGEN, N., *Sirelina orduensis* Meriç ve İnan (1996)'in Ilgaz (Çankırı) yöresindeki varlığı hakkında
About the occurrence of Sirelina orduensis *Meriç and İnan (1996) in the Ilgaz region (Çankırı)*..... 103

KÖPRÜBAŞI, N., Pontid tipi masif sülfitlerde hedef saptaması için jeokimyasal yöntemler: Harşit - Köprübaşı (Tirebolu - Giresun) cevherleşmesinden bir örnek
Geochemical methods for the target definition of Pontid type massive sulphides: An example from Harşit - Köprübaşı (Tirebolu - Giresun) mineralization..... 111

KAVAK, K.Ş., İNAN, S., Sivas havzası batı sınırının (Ağcakışla) stratigrafik özellikleri
Basic stratigraphical features of the western boundary (Ağcakışla) of the Sivas Basin..... 119



http://www.info-mine.com/events/access/970901/geo.html