

- MacLean, W. H., 1990, Mass change calculations in altered rock series: *Mineral. Deposita*, 25, 44-49.
- MacLean, W. H. ve Kranidiotis, P., 1987. immobile elements as monitors of mass transfer in hydrothermal alteration: Phelps Dodge massive sulfide deposit, Matagami, Quebec: *Econ. Geol.*, 82, 951-962.
- MacLean, W.H. ve Hoy, L. D., 1991, Geochemistry of hydrothermally altered rocks at the Home mine, Noranda, Quebec: *Econ. Geol.*, 86, 506-528.
- Maruma, K., 1989, Genesis of kaolin minerals and pyrophyllite in kuroko deposits of Japan: Implications for the origin of hydrothermal fluids from mineralogical and stable isotope data: *Geochim. Cosmochim. Acta*, 53, 2915-2929.
- Parslow, G. R., 1974, Determination of background and threshold in exploration geochemistry: *Geochem. Explor.*, 3, 319-336.
- Riverin, G. ve Hodgson, C. J., 1980, Wall - rock alteration at the Milenbach Cu-Zn mine, Noranda, Quebec: *Econ. Geol.*, 75, 424-444.
- Roberts, R. G. ve Reardon, E. J. 1978, Alteration and ore-forming processes at Mattagami Lake Mine, Quebec: *Canad. Jour. Earth Sci.*, 15, 1-21.
- Rose, A. W. ve Burt, D. M., 1979, Hydrothermal alteration: Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits de, John Wiley & Sons, New York, 173-227.
- Schneider, H. J., Özgür, N. ve Palacios, C. M., 1988, Relationship between alteration, rare earth element distribution, and mineralization of the Murgul copper deposit, northeastern Turkey *Econ. Geol.*, 83, 1238-1246.
- Shriver, N. A. ve MacLean, W. H., 1993, Mass, volume and chemical changes in the alteration zone at the Norbec mine, Noranda, Quebec: *Mineral. Deposita*, 28, 15-166.
- Tuğal, H. T., 1969, Pyritic sulfide deposits of the Lahanos mine area, eastern Black Sea region, Turkey: *Doktora Tezi*, Durham Üniversitesi, 182s. (yayımlanmamış).
- Urabe, T., Scott, S. D. ve Hattori, K., 1983, A comparison of footwall - rock alteration and geothermal systems beneath some Japanese and Canadian volcanogenic massive sulfide deposits: *Econ. Geol. Mon.* 5, 507-522.

SIYAH ŞEYLLER İÇİNDEKİ MANGANEZ CEVHERLEŞMELERİ VE ANOKSİK - OKSİK OLAYLARIN GELİŞİMİ; ULUKENT VE GÖKÇEOVACIK MANGANEZ YATAKLARI, GB TÜRKİYE

Manganese mineralizations in the black shale series and development of anoxic-oxic events; Ulukent and Gökçeovacık manganese deposit, SW Turkey

Hüseyin ÖZTÜRK
Önder ÖZTUNALI
Larry FRAKES

İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul
İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul
Department of Geology and Geophysics, University of Adelaide, Adelaide, South
Australia,

ÖZ : Batı Toros kuşağının Üst Kretase yaşlı pelajik allokton karbonatların arjilitik düzeylerinde muhtemelen Senomaniyen-Turoniyen yaşlı manganez yatakları bulunmaktadır.

Bu kuşağın iki önemli yatağından Ulukent Mn yatağı en kuzeyde, Gökçeovacık Mn yatağı ise en güneyde yer alır. Siyah şeyl serileri içindeki Ulukent Mn yatağında başlıca iki ana cevher tipi ayırtlanmıştır.-Birincisi; tabandaki konglomeratik-pizolitik-nodüler dokulu oksit karbonat, ikincisi ise bunun üzerinde yer alan masif oksit cevherleşmesidir. Provensin en güneyindeki Gökçeovacık Mn yatağı ise silisli şeyl, oolitic-intramikritik kireçtaşları içinde er almakta ve Ulukent Mn yatağı ile muhtemelen aynı yaş konağında bulunmaktadır.

Ulukent Mn yatağındaki organik maddece zengin siyah şeyl- Mn oksit cevherleşmesi ve tekrar anoksik şeyl şeklindeki ardalanma, havzada kısa süreli taban akıntısının neden olduğu oksidasyonla ilişkili olmalıdır. Pizolitik-nodüler Mn cevherleşmesi ve oolitic , intramikritik kireçtaşlarının gelişimi kısa süreli dip akıntılarıyla sağlanmıştır. Hem Ulukent, hem de Gökçeovacık Mn cevherleşmesi di akıntılarının etkisiyle hidrojenetik olarak oluşmuştur. Kısa süreli dip akıntıları, izole havza ile ana okyanus arasındaki bağlantının kurulması, veya küresel boyuttaki paleoekolojik değişimlerle ilgili olmalıdır.

Ulukent Mn yatağındaki epidot, klorit, stilpnomelan, gibi silikat, ve hausmanit, jakopsit gibi cevher mineralleri, Ulukent Mn yatağının basıncın etkin olduğu yeşil şist fasiyesinde metamorfizma geçirdiğini gösterir. Ulukent'in tersine Gökçeovacık Mn yatağı metamorfizmaya uğramamış olup, kuzeye doğru artan metamorfizma, orejenik kuşağa olan yakınlığı ve allokton yüklenimlerini ifade etmektedir.

ABSTRACT : *Western Taurides include important Mn deposits which are located between argilic horizons of allocthonous pelagic carbonates of Upper Cretaceous, possible Cenomanian-Turanion age*

Two most important deposits of the province are Ulukent and Gokceovacık Mn deposits which are located in northern and southern margin of the province, respectively. Ulukent Mn deposit occur in black shale series and the ore was divided into two major petrographic types. The first is conglomeratic-pisolitic-nodular textured oxide-carbonate ore at the bottom and the second type is massive oxide and oxidised ore, above. Gökçeovacık Mn deposit is located in silicified shale, oolitic-intramicrotic limestone and possibly occur at the same stratigraphic level with that of Ulukent deposit.

Organic matter rich black shale, Mn oxides and anoxic shale alternation at the Ulukent deposit could be explain by short term bottom current activity, which was resulted in ventilation of basin water and formation of pisolitic-nodular Mn oxides in the Ulukent and oolitic - intramicritic limestone in the Gökçeovacık deposit. Bottom current activity resulted in Mn deposition by hydrogenous process. Short term bottom currents could have been generated either in a isolated basin-major ocean connections or due to global paleoecological change.

GİRİŞ

Dünya Mn rezervleri içerisinde siyah şeyllerle ilişkili Mn yataklarının hem rezervleri hem de oluşum işlemleri itibariyle özel bir yeri vardır. Siyah şeyllerle ilişkili en tipik Mn yatakları Çin'de Proterozoyik -Triyas yaşlı Wafangzi, Xiangta, Zungi, Ganyan (Delian ve diğ. 1922) ve Meksika'daki Üst Jura yaşlı Molongo Bölgesi Mn yataklarıdır (Okita ve diğ. 1988, Okita 1992). Batı Toros kuşağı üzerinde de benzer yan kayaç ve mineral

parajenezi gösteren Mn cevherleşmeleri bulunmaktadır (Öztürk, 1993).

Siyah şeyller gibi anoksik ortam ürünü kayaçlar içinde çok yüksek oksidasyon koşullarında çökelebilen Mn yatakları oluşumunu açıklamak için çeşitli görüşler ileri sürülmüştür. Bunlar; kısa süreli olarak ortamdaki oksidasyon potansiyelini yükseltmek (Frakes ve Bolton 1984, Force ve Cannon 1988), veya anoksik ortamda diyajenetik olarak oluşan MnCO₃'ların zamanla tetra-

lent Mn oksitleri vermesi (Okita ve diğ. 1988, Roy, 1922) şeklinde açıklanmıştır. Bazı araştırmacılar ise siyah şeyller içindeki Mn cevherleşmelerinin özel yaş konağı seçtiğine dikkat çekerek, bunların paleoakolojideki ani değişimlerle ilişkili çökeldiğini vurgulamışlardır (Frakes ve Bolton 1992, Dickens ve Owen 1993).

Bu çalışmada, stratigrafik, dokusal, mineralojik veriler ışığında Batı Toros kuşağının Üst Kretase yaşlı çökellerinin silisleşmiş arjilitik düzeylerindeki Mn yataklarının oluşumu ve oluşum sonrası geçirdiği metamorfizma ve alterasyon olaylarına açıklık getirilmesi amaçlanmıştır. Bunun için Batı Toros Mn provensinin en kuzeyindeki Ulukent ve en güneyindeki Gökçeovacık Mn yatakları karşılaştırmalı olarak irdelenmiştir.

JEOLJİK KONUM

Batı Toros kuşağının jeolojik çatısı, güneyde otokton temel (Bey Dağları) ve bunun üzerine kuzeyden bindirmiş çeşitli allokton üniteler (Batı Toros Napları) ile post tektonik çökelmiş molas tipi sedimentlerden oluşur (Şekil 1). Bölgenin jeolojik evrimine ilişkin yapılmış pek çok çalışma bulunmaktadır (Graciansky, 1968; Özgül, 1976; Ersoy, 1989; Şenel, 1991).

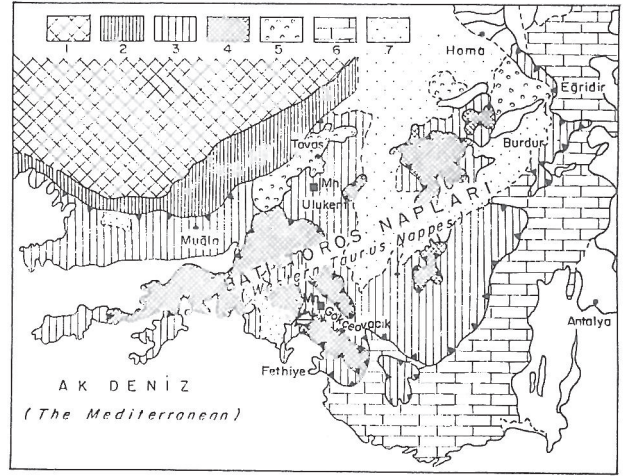
Otokton temel, bölgenin güneyinde karbonat ve üste doğru kırıntılardan oluşma, Kretase'den Miyosen'e kadar kesiksiz bir istif oluşturan Bey Dağları otoktonudur.

Allokton üniteler; Menderes Masifinin örtü çökelleri olarak yorumlanan Karbonifer - Permiyen yaşlı volkanik ara katkılı sedimentler, bunlar üzerine Trias'ta taban konglomeralarıyla başlayıp Jura'da sığ denize özgü kireçtaşları, Kretase'de ise derin denizle temsil edilen pasif kıta kenarı çökelleri, Üst Kretase'nin sonlarına (Kampaniyen-Mestrihtiyen) doğru tekrar sığ deniz karakterinde ki çökeller, Paleosen ve Eosen'deki nap tektonizmasıyla ilişkili olistostromal çökeller ve tüm bunların üzerine ayrı bir tektonik paket şeklinde yerleşmiş başlıca serpantinleşmiş ultrabazitlerden oluşan ofiyolit topluluğudur. Bu ofiyolitik kütlelerin İzmir-Ankara-Erzincan suture zonuna ait olduğu ve Menderes Masifinin üzerinden aşarak bölgeye yerleştiği ileri sürülmektedir (Şengör ve Yılmaz, 1981). Nap yerleşimi sonrası gelişmiş molas tipi çökeller geniş alanlarda izlenir.

Ulukent ve Gökçeovacık Mn yatakları allokton birimlere ait derin deniz çökellerinin, muhtemelen Senomaniyen-Turoniyen düzeylerinde yer alır. Cevherleşmenin içinde bulunduğu kalın monoton istif; Gökçeovacık ve civarında "Hatice ana Dağı Serisi" (Graciansky, 1968) olarak, Ulukent civarında ise "Ulukent Formasyonu" (Kuşçu ve Gedikoğlu, 1968) adıyla tanıtmışlardır.

ULUKENT MANGANEZ YATAĞI

Ulukent Mn yatağı, Batı Toros allokton kuşağının kuzeyinde yer almakta olup Türkiye'nin en



Şekil 1. Batı Torosların ana tektonostatigrafik üniteleri (Ersoy, 1989 dan alınmıştır) ve Ulukent ile Gökçeovacık Mn yataklarının konumu. 1- Menderes Masifi 2- Menderes Masifi örtü çökelleri (Paleozoyik-Mezozoyik) 3- Batı Toros napları (Çoğunlukla Mezozoyik) 4- Tetis okyanus kabuğu ürünü ultrabazitler 5- Oligo-Miyosen molas 6- Bey Dağları otoktonu (Kretase-Miyosen) 7- Neotektonik çökeller.

Figure 1. Major tectonostratigraphic units of the Western Tauride and the locations of Ulukent and Gökçeovacık Mn deposit (From Ersoy, 1988). 1- Menderes Massif 2- Cover sediments of Menderes Massif (Paleozoic-Mesozoic) 3- Western Tauride Nappes (Mostly Mesozoic) 4- Ultrabazics of Tethyan oceanic crust 5- Oligo-Miocene molasse 6- Bey Dağları othoconous (Cretaceous - Miocene) 7- Neotectonic sediments

büyük Mn yatağıdır. Yatak, Denizli'nin Tavas ilçesine bağlı Ulukent güneyinde bulunur. Yataktan I. Dünya Savaşı yıllarından beri manganez üretimi yapılagelmiştir. MTA tarafından uzun süren sondajlı arama çalışmaları sonrası Ulukent ve civarındaki manganez yataklarının ruhsat hakkı Ereğli Demir Çelik Fabrikalarına devredilmiştir. Özel sektöre ihale edilen yataktan açık işletmeyle yıllık 50 bin ton civarında ham cevher üretimi yapılmaktadır.

Açık işletme madenciliği, yatakta alttan üste doğru tüm istifin izlenmesine olanak vermiştir. Yataktaki saha çalışmalarında istif alttan üste örneklendirilmiş bu örnekler üzerindeki (Şekil 2) paleontolojik, petrografik, mineralojik incelemeler güney alandaki Gökçeovacık Mn yatağıyla karşılaştırmalı olarak sürdürülmüştür.

Ulukent manganez yatağı ve civarında yoğun tektonizma geçirmiş nap paketleri şeklinde Paleozoyik karbonatları, Triyas kırıntılları, Jura kireçtaşları ve Kretase yaşlı başlıca çörtlü kireçtaşlarından oluşan ve üste doğru regresif özellik gösteren çökel kayaçlar izlenir (Doğan ve Türkmen, 1993).

YAŞ Age	KALINLIK Thickness (m)	ÖRNEK No. Sample No.	LİTOLOJİ Lithology	AÇIKLAMALAR Explanations	MİNERALOJİ Mineralogy
ÜST KRETASE Upper Cretaceous		21	Çörtlü kireçtaşı	Cherty limestone	Calcite, quartz
	38				
		20	Kahverenkli şeyl	Brown colored shale	Chlorite, quartz, talc, calcite
	33				
		19	Krem renkli şeyl	Cream colored shale	Chlorite, calcite, quartz, pyrite
	25				
		18	Gri şeyl	Grey shale	Chlorite, calcite, quartz, pyrite
	22				
		14-15	Massif Mn oksit cevherleşmesi	Massive Mn oxide mineralization	Pyrolusite, psilomelane, hausmanite, jacopsite, manganite, lepidocrosite, quartz, calcite
		16-17	Pizolitik Mn oksit karbonat cevherleşmesi	Pisolithic Mn oxide carbonate mineralization	Jacopsite, rhodocrosite, hausmanite, hematite, lepidocrosite, calcite, quartz
	17				
		10	Çört mercekleri ve kuvars damarları	Chert lenses and quartz veins	Pyrite, alabandite, stilpnomelane, epidote, quartz, calcite, dolomite, rhodocrosite
	9				
	8	Piritli siyah şeyl	Black shale including pyrite		
	7	Tüf Tuff			
	6	Çört yumrulu şeyl	Chert lenses-bearing shale		
	5				
	4				
10					
	3	Çörtlü kireçtaşı, şeyl ardalanması	Cherty limestone shale alternation	Calcite, quartz, chlorite	
	2				
	1		Çörtlü kireçtaşı	Cherty limestone	

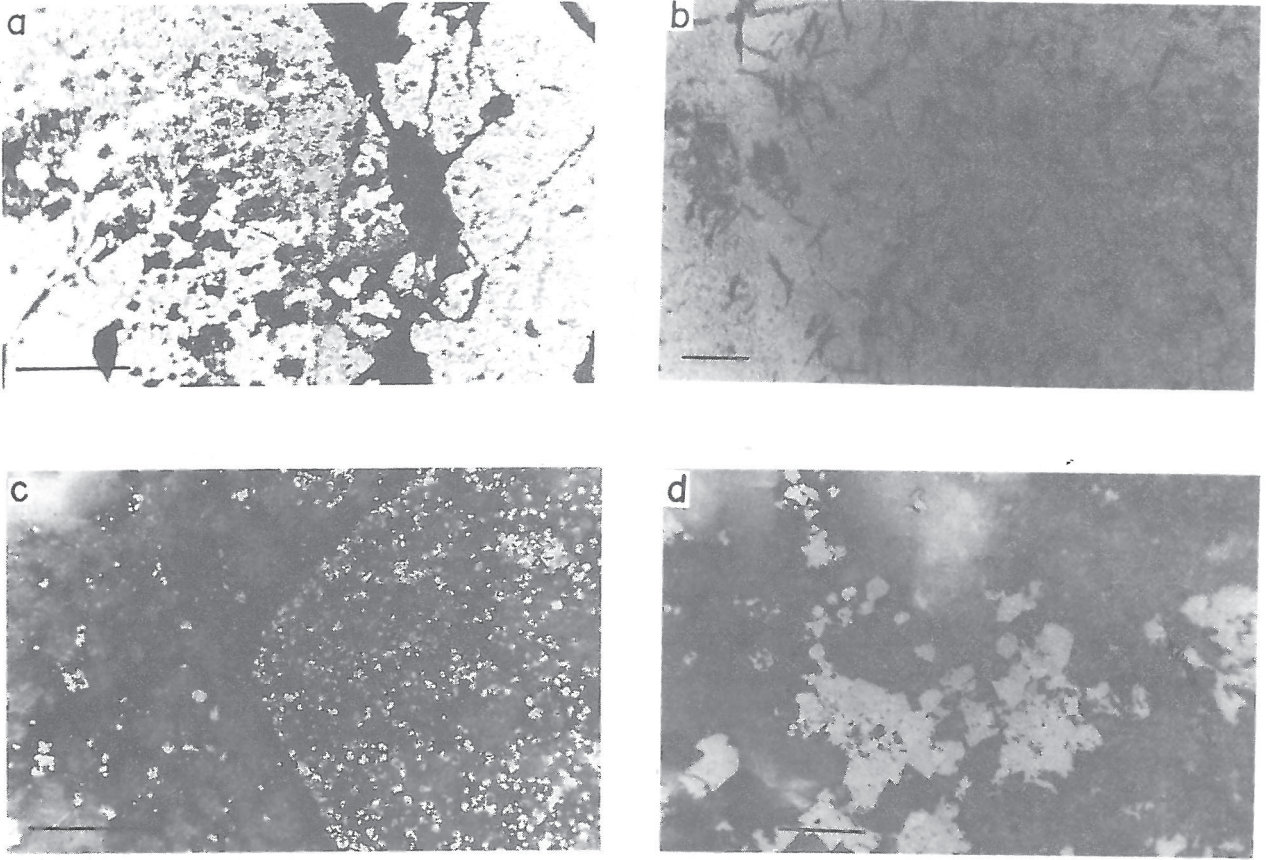
Şekil 2. Ulukent Manganez yatağının stratigrafik sütun kesiti
Figure 2. Stratigraphic column section of the Ulukent manganese deposit.

Ulukent Mn yatağının tabanında gri renkli, belirgin katmanlanmalı çörtlü kireçtaşları bulunur. Kireçtaşları fosilsiz, sık kırıklı yer yer ince kil bantları içermektedir. Kireçtaşları tabaka ardalanmasıyla gri şeyllere geçer. Bu şeyl düzeylerinde 5 cm. kalınlığa varan pembemsi renkli, dağılgan, hafif, ayrılmış özellikte tüf seviyesi bulunur. Bu düzeyde plajiooklasların erime boşlukları ince taneli kuvarslarla doldurulmuştur. Gri şeyller üste doğru organik maddece zenginleşir ve karton şeyllere benzer siyah renkli yapraklanmalar gösterirler. Bu zonlarda beyaz renkli, 1-5 cm kalınlığında ağsal kuvars damarları ve çört yumruları bulunur. Gri siyah şeyller deformasyona uğrayarak yer yer kıvrılmış, içindeki çörtler ve cevher gövdeleri gibi rijit kütleler büyük ölçekli buden yapısı kazanmıştır. Siyah şeyller üste doğru siyah kırmızı renkli demirli çörtlere geçer. Bu düzeyler yoğun piritler içerir. Piritler 1 cm'ye varan idiomorf kristaller halinde saçılmış, makaslama klivaj düzlemlerinde ise yoğunlaşmış olarak bulunur. Çeşitli tektonik fazlarda gelişmiş piritler, rodokrosit içeren alabandit minerallerini ornatmış olarak izlenilir (Şekil 3 a).

Zayıfca kataklastik dokulu piritlerin genellikle merkezlerinde bulunan alabanditler çıplak gözle tanınabilecek iriliğe ulaşmaktadır. Piritçe zengin bu düzeylerde yoğun stilpnomelan ve dolomit mineralleri de gözlenir (Şekil 3 b). İnce taneli kuvars taneleri içindeki stilpnomelanlar demirce fakir, demiroksitli zonlarda ise ferrostilpnomelan karakterindedir.

Siyah şeyllerin üstüne kahve-kırmızı renkli sediment akma yapıları gösteren bir düzey gelir. Bu düzey kuvvetli dip akıntılarıyla oluşmuş pizolitik bir yapı gösterir. 1-2 cm. boyutlarına varan demir ve manganez oksitler tarafından dolgulanmış pizolitlerin merkezlerinde tarak dokulu ikincil rodokrosit, Mn-kalsit mineralleri izlenilir. Bu düzeylerdeki pizolitik olarak tanımlanan yapı bazen konglomeratiktir. Killi ve yoğun silisleşmeli matris içinde akıntılarla gelişmiş tanelerin boyutları değişken, nadiren konsantrik büyüme yapılı, elipsoidal biçimlidir.

Bu zonun üzerinde gerçek Mn pizolitleri ve nodülleri olarak izlenen mavimsi gri, kahverenkli cevher düzeyi gelir. Bu düzeyde yoğun kalsit ve epidot damarcıkları bulunur. Bir kaç faza ait kalsit



Şekil 3. Ulukent Mn yatağına ait ince kesit ve parlatılmış yüzey fotoğrafları a : Siyah şeyller içinde syntektonik gelişmiş piritler. Piritler (beyaz) alabandit (gri) minerallerini ornatmakta, Tek nikol, yağ immersiyonu, ölçek çubuğu : 0.2 mm. b : Silisleşmiş siyah şeyller içindeki stilpnomelamların görünümü, tek nikol, ölçek çubuğu, 0.2 mm. c : Oksit-karbonat cevherinde izlenen relik Mn nodülünün Mn kalsit ve kuvarstan oluşma matriks içindeki görünümü. Mn nodülleri saçılmış hausmanit ve jakopsitler içermekte, Tek nikol, yağ immersiyonu, ölçek çubuğu 0.2 mm. d : İdiomorf jakopsitlerin (beyaz) rodokrosit ve kuvarstan oluşan matriks içindeki görünüşü tek nikol, yağ immersiyonu, ölçek çubuğu : 0.2 mm.

Figure 3. Thin section and polished surface photomicrographs of the Ulukent Mn deposit. a : syntectonically developed pyrite (white) in silicified black shale is replacing alabandite (gray). Plane polarized light, oil-immersion, scale bar : 0.2 mm. b : Thin section micrography showing stilpnomelane minerals within silicified black shale horizon. Plane polarized light, Scale bar : 0.2 mm. c : Polished surface photomicrography of oxide-carbonate ore showing relict manganese nodule which is composed of fine grained and disseminated jacopsite and hausmanite (white) minerals. Dark grey field is composed of rhodocrosite and quartz. Plane polarized light, oil-immersion, scale bar : 0.2 mm. d : Polished section photomicrograph showing idiomorph jacopsite minerals within carbonate matrix. Plane polarized light, oil-immersion, scale bar : 0.2 mm.

damarcıkları ağsal şekilli olup bunları dolduran kalsitlerde kink yapıları yaygındır. Bu yapılar cevher gelişimi ve sonrasına ait deformasyon ürünüdürler. Mn pizolitli-nodüllü düzeyler kuvvetli manyetizma gösterir. Manyetizma bu düzeylerde yoğun izlenen jakopsit ve hausmanit gibi Mn spinellerinden kaynaklanmaktadır.

Primer laminalanmaya uyumlu gelişmiş ve bu düzeylere paralel yassılaştırmış Mn pizolitlerine kalsit pizolitleri de eşlik etmektedir. Mn ve kalsit pizolitleri primer iç dokularını kaybetmişler, 2 cm. boyutlarına

varan, boylanmasız ve merceki yapıda ve de bazen yeniden işlenmenin izlerini taşırlar. Şekil 3 c'de Mn kalsit ve kuvarstan oluşan matriks içinde yassılaştırmış bir Mn nodülünün yarısı görülmektedir.

Mn ve kalsit pizolit veya nodüllerinin primer mineralojisi değişmiştir. Mn Pizolitler; küçük taneli, eş boyutlu, saçınımlı gelişmiş idiomorf hausmanit, jakopsitler (Şekil 3 c) ile az miktarda lepidokrositlerden oluşmaktadır. Yukarıda tanıtıldığı üzere akıntı yapılarıyla karakterize olan, tabanda demiroksitlerin

dominant, üste doğru Mn oksitlere geçen kırmızımsı kahve renkli taban cevherinin kalınlığı 2 m. civarındadır.

Tabanda anoksik ortam ürünü siyah şeyller üzerine kuvvetli dip akıntılarıyla (türbiditik akıntılar?) gelişmiş kırmızı demir oksitli pizolitik-konglomeratik düzey, deniz tabanının ilk oksitlenme ürünüdürler. Devam eden taban akıntıları, ortamın Eh'sini yükseltmiş ve dip koşulları Mn oksitlerin çökmesine olanak vermiştir. Akıntı yapılarıyla ilişkili Mn pizolit ve nodüllerinin gelişimi hidrojenetik işlemlerle olmalıdır. Bu oluşumda Mn⁺⁺ iyonları deniz suyundan sağlanmış, akıntılarla oksitlenen dip ortamında Mn oksitleri çökelmiştir.

Pizolitik-nodüler yapıları Mn cevherleşmesinin üzerine mavimsi siyah renkli, yüksek dereceli Mn oksit cevherleşmesi gelmektedir. Genel olarak masif yapıları, kalınlığı değişken bu düzeyde ayrı bir faza ait ağsal cevherleşmeler de görülür. Ağsal damarlar başlıca pirolusit ve manganit daha az olarak hausmanit ve jakopsiten oluşur. gözenekli ve toprağımsı özellikteki oksidik cevherleşme ise amorf veya zayıfca kristallenmiş psilomelandan oluşur. Bölgedeki cevherleşmelerde Kuşçu ve Gedikoğlu, (1989) tarafından spesartin, tefroit, bustamit, rodonit gibi çok daha yüksek metamorfizma koşullarına duraylı mineraller de saptanmıştır. Mn granat (spesartin) ve Mn piroksenlerin amfibolit ve daha yüksek dereceli metamorfizma koşullarında duraylı olduğu bilinmektedir. Bu mineraller olasılıkla yüksek enerjilerin ortaya çıktığı bindirme zonları gibi dar bir alanda gelişmiş olmalıdır. Yüksek dereceli oksidik cevherleşme zonu 2. 5-3 m. kalınlığa erişir ve bu düzey pizolitik taban cevherine göre daha zayıf manyetizma gösterir. Ağsal yapıları cevherler ve metamorfik silikatik gang mineralleri metamorfik-meteorik hidrotermal sistemle ilişkili olmalıdır.

Oksidik cevherleşme üzerinde tekrar anoksik ortam ürünü, gri şeyller bulunmaktadır. İnce tabakalı şeyller seyrek pirit içeriklidir. Gri şeyller üzerinde sleyte benzerlik gösteren sarımsı, kirlili beyaz renkli bir başka killi düzey yer alır. Talklı ve seyrek pirit içerikli, ince kartonlar şeklindeki kayaç dereceli olarak bordo-kahve renkli killi kireçtaşlarına geçer. Bu zonun üzerinde tekrar ince katmanlanmalı tabandaki çörtlü kireçtaşlarına benzer kayaçlar gelir. Ulukent Mn yatağı açık işletme ocağında sözü edilen çörtlü kireçtaşları kuzeyden bindirmeli olarak izlenilir. Ancak ocağın hemen güneyinde killi kireçtaşı ile üstüne gelen çörtlü kireçtaşlarının uyumlu ilişkisi görülmektedir.

GÖKÇEOVACIK MANGANEZ YATAĞI

Gökçeovacık Mn yatağı Fethiye'ye bağlı Gökçeovacık Köyü batısında, yaklaşık K-G doğrultulu, dike yakın eğimli olarak yüzeyden 800 m. kadar izlenilir. İki ana katmandan oluşan cevherleşme toplam 1 m. kalınlıktadır. Yataktan uzun yıllar üretim yapılmış olup galerileri ve kuyuları açıktadır. Bu galeri ve yarmalarda damarların tüm ayrıntıları izlenmektedir. Yatak

civarında, pek çok noktada cevher stokları bulunmaktadır. Bu yatak Fethiye ve civarındaki benzer stratigrafik konumlu Mn yatakları içinde kalınlık ve devamlılık açısından en önemlisini oluşturur.

Gökçeovacık ve civarında, Ulukent Yatağında tanımlanan formasyonlara benzer, kayaç grupları yüzeylenir. Bu bölgedeki tek ve önemli fark allokton istifin bulunmasıdır. Bölgede temeli oluşturan Bey Dağları alloktonları, Göcek Körfezi kuzeyinde tipik bir tektonik pencere oluşturur. Bu tektonik pencere ilk kez Graciansky (1968) tarafından tespit edilmiş ve Göcek tektonik penceresi olarak adlandırılmıştır. Bölgedeki allokton seriler; Paleozoik yaşlı karbonatlar, Trias kırıntılıları, Jura yaşlı sığ deniz kireçtaşları, Kretase yaşlı derin, ile üste doğru sığlaşan deniz çökelleri, ve tüm bunlar üzerine ayrı bir tektonik ünite olarak yerleşen ultrabazik kayaçlardan oluşur.

Gökçeovacık Mn yatağı, Üst Kretase yaşlı çörtlü kireçtaşlarının yaklaşık 5 m. lik bir düzeyi içindedir (Şek. 4) Tavan ve tabandaki çörtlü kireçtaşları renk, kalınlık, doku olarak Ulukent Mn yatağında izlenen kireçtaşlarına benzer. buradaki kireçtaşları Ulukente göre daha az metamorfiktir. İçinde sık stilolit yapıları ve spartit damarları bulunmakta, sekonder silis dolgulu radiolaritler içermektedir. Çörtlü kireçtaşları killi kireçtaşı ara düzeyler içermekte olup bu düzeylerde silis dolgulu radiolaryalardan başka fosiller tanımlanamamıştır.

Kireçtaşları üzerine gelen açık kahverenkli karbonatlı kiltası, silisleşmiş ve şeyl türündeki kayaçlar çok ince bir kılıf şeklinde manganiz katmanını kuşatmaktadır. Silisleşmiş şeyl, kahverenkli kiltaları, dağılgan, 4-10 cm. lik ince katmanlar şeklindedir. Silisleşmiş killi ve karbonatlı çökeller organik madde ve Mn infiltrasyonlarından dolayı siyah-kahve renkli olarak görülür. Yuvarlak mikrit intraklaslarından oluşan düzeyler kalsitürbititik karakter almakta bazen yoğun fosil içermektedir. Oolitik intramikritik kireçtaşlarının dip akıntılarıyla ilişkili olması gerekmektedir. Bu düzeylerle Ulukent yatağının pizolitik taban düzeyleri, hareketli ortam koşulları bakımından birbirine benzerlik gösterir.

Gökçeovacık Mn yatağının tabanındaki birinci cevher katmanı 40-45 cm. kalınlığındadır. Bu düzey kırmızı renkli 5 cm. kalınlığında hematit ve lepidokrositten oluşma demiroksitli zonla başlar. Bu zondaki lepidokrosit limonit gibi amorf demiroksitler üste doğru braunit ardalı olarak izlenilir (Şek 5a). Kuvars ve kalsitlerin de bulunduğu bu düzeydeki braunitler ayrılmış ve ince taneli idiomorf pirolusitler gelişmiştir (Şekil 5b). Üste doğru dereceli olarak masif braunit cevherleşmesine geçilir. Braunit minerali parlatma kesitte hipidomorf bazen koloform olarak izlenir. Lepidokrosit, götüt az olarak pirolusitlerden oluşan bu düzeylerde tamamen braunit minerallerine dönüşen kalık alg yapıları gözlenir (Şek. 5c). Bu düzeyden alınan örneğinin XRD kırılım değerleri cevherin % 80 braunitten oluştuğunu göstermiştir. Birinci cevher

YAŞ Age	KALINLIK Thickness (m)	ÖRNEK No. Sample No.	LİTOLOJİ Lithology	AÇIKLAMALAR Explanations	MİNERALOJİ Mineralogy
ÜST KRETASE Upper Cretaceous	10-45				
		16			
		15			
		14			
		13			
		12			
		11			
	5-46	10			
	5-05	9			
		8			
		7			
		6			
	3-70	5			
	3-30	4			
	3-00	3			
		2			
	1				

Şekil 4. Gökçeovacık manganez yatağının stratigrafik sütun kesiti

Figure 4. Stratigraphic columnar section of the Gökçeovacık manganese deposit.

damarı üzerine manganez infiltrasyonları içeren silisli şeyl, kırıntı destekli düzeyler 1.5 m kalınlık gösterir ve tekrar ikinci cevher damarına geçilir. İkinci damar 0.4 m. kalınlığında başlıca braunit ve onun dönüşümüyle ilişkili hematit, pirolusit, lepidokrositten oluşur. Kuvars, kalsit gang mineralleri olarak izlenir. İkinci manganez katmanının altında ve üstünde tabandakine benzer şekilde kırmızı demir oksit zonu bulunur.

İkinci damar üzerinde kirli kahverenkli, taneli dokulu, 10 cm. kalınlığında, bol fosilli bir düzey gelir (Şekil 5d). Kayaç % 20 fosil, % 10 kuvars ve plajiolklas kırıntılıları, % 10 karbonat oolitleri, % 50 mikrit intraklastları ve % 20 ise sekonder demiroksit çimentodan oluşur. Bu zonda :

Globotruncana cf. lapperenti (Brotsen)

Globotruncana sp.

Globotruncana cf. bulloides Vogler,

Globotruncana sp.

Rugoglo bigerina sp.

gibi pelajik ve gastropod, pelesipod ve ekinit dikenleri gibi bentik fosiller saptanmıştır. Bu fosiller Üst Kretase'ye ait olmakla birlikte kesin kat belirlemesi bu aşamada yapılamamıştır. Graciansky (1968) ise Gökçeovacık'daki sedimenter Mn yatağının Albien ile Apsiyen (Alt Kretase) sırasında bulunduğunu belirtmiştir.

Gökçeovacık manganez yatağında pelajik fauna ile bentik ortama özgü fosiller bir arada bulunmaktadır. Oolit ve yuvarlak karbonat intraklastları içeren kireçtaşları kalsitürbiditik yapı göstermektedir. Bu veriler dengesiz sedimentasyon ortamını olasılıkla havza yamacı koşullarını göstermektedir. Yatakta gerek silikatik gang, gerekse cevher minireli olarak metamorfiz-

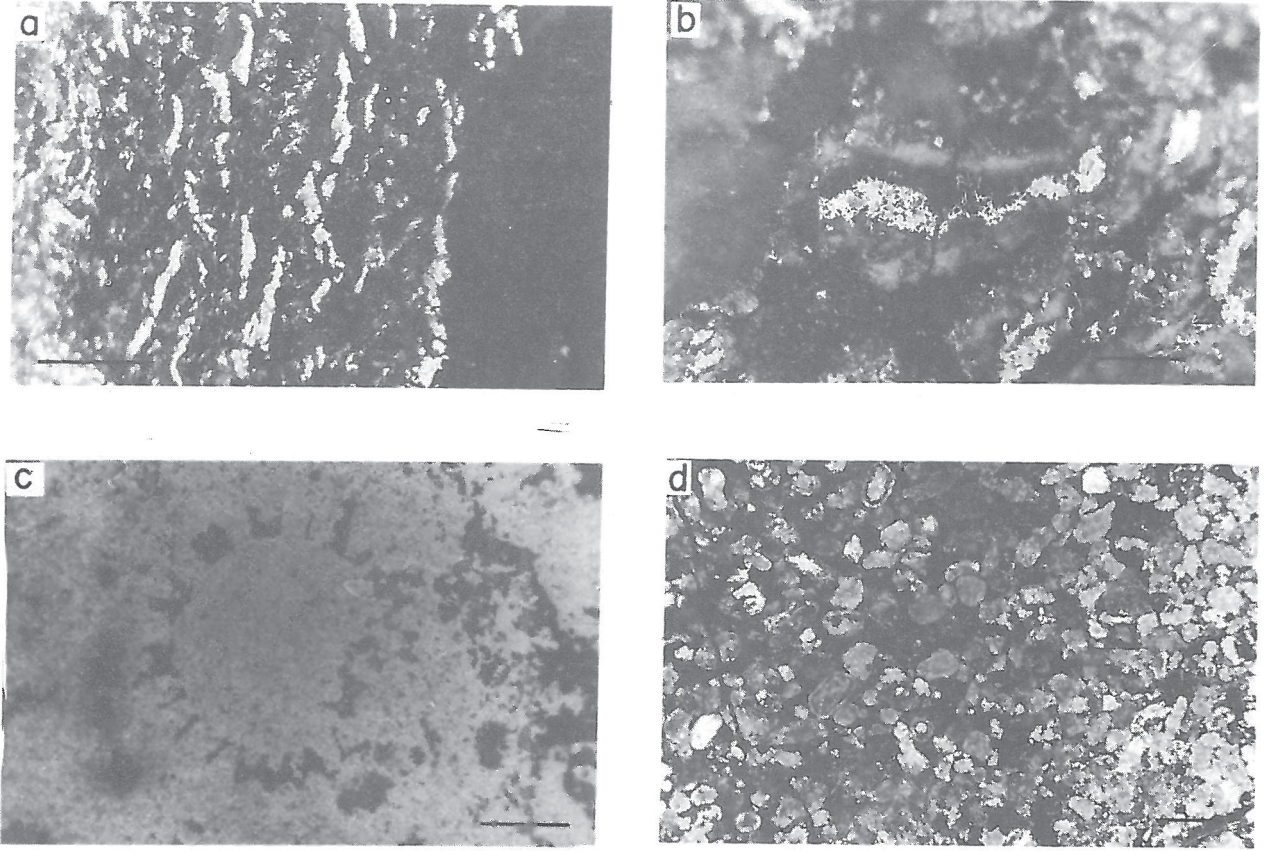
mayı işaret eden minerallere rastlanılmamıştır. Cevherli zonun daha üstlerine doğru tabandaki pelajik kireçtaşlarına benzer çörtlü kireçtaşları monoton bir istif şeklinde izlenilir.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Batı Toros naplarının Kretase yaşlı karbonatlarının organik maddece zengin arjilitik zonlarında bulunan Mn cevherleşmelerinden en kuzeyindeki Ulukent Mn yatağı ile en güneydeki Gökçeovacık Mn yatağı muhtemelen aynı yaş konağına aittir. Şekil 5'da Gökçeovacık Mn yatağı ile Ulukent Mn yatağının stratigrafik korelasyonu görülmektedir.

Ulukent Mn yatağının tabanındaki konglomematik-pizolitik-nodüler cevher yapısı ile Gökçeovacık Mn yatağının intramikritik -oolitik yan kayaçları eş zamanlı olarak havza boyutunda kuvvetli dip akıntılarının yaşandığını gösterir. Dip su sirkülasyonu olmayan, düşük sedimentasyon oranına sahip, anoksik havzada, organik maddece zengin killer ve silisli şeyller çökelmiştir. Bu süreçlerde organik madde fermentasyondan sağlanan organik asitler nedeniyle asidik ve dip su dolaşımı olmamasından dolayı indirgen veya anoksik ortam koşulları yaşanmıştır. Bu tür koşullar esas olarak volkanik faaliyetlerden beslenen Mn⁺⁺ iyonlarının denizel ortamda derişmesine olanak vermiştir. Anoksik ve asidik çözellilerde zenginleşme gösteren Mn iyonlarının bir diğer kaynağı, sedimentten diyajenetik işlemlerle sökülüp deniz suyuna boşalım şeklinde olmuştur. Ulukent Mn yatağının siyah şeyller içindeki ince tüf düzeyleri Üst Kretasedeki volkanik etkinliği göstermektedir.

Önceki araştırmacılarından Kuşçu ve Gedikoğlu (1989) Ulukent Mn yatağının volkanik etkinliğinin beraberliğinde sedimentler olarak çökelmiş olduğunu öne sürmüşlerdir. Ulukent ve Gökçeovacık cevherleşmesinde altta demir oksitler üstte ise Mn oksitler bulunmaktadır. Böylesi bir kimyasal stratigrafi oksidasyon potansiyelinin giderek artışıyla mümkün olacaktır. Benzeri kimyasal stratigrafi, akıntı hareketlerinden bağımsız olarak hızlı regresyonla oksik zonun anoksik bölgeleri işgal etmesiyle de sağlanabilir. Eldeki stratigrafik, mineralojik, dokusal ve paleontolojik veriler Mn cevherleşmesinin hidrojenetik olarak deniz suyundan doğrudan çökelmiş olduğunu göstermektedir. Şekil 7'de, Ulukent Mn cevherinin hidrojenetik alana düştüğü görülmektedir. Ulukent ve Gökçeovacık Mn yatakları deniz suyu sediment arayüzeyinde sınırlı diyajenetik katkıyla doğrudan çökelmişlerdir. Sedimentasyonla eş zamanlı olarak cevher bünyesine katılan killer cevherdeki yüksek Al değerlerine sebebiyet vermiştir. Üst Kretasede volkanik aktiviteyle deniz tabanına boşalan manganca zengin hidrotermal çözelliler deniz tabanına boşalan manganca zengin hidrotermal çözelliler deniz suyunda uzun süre kalmışlar ve volkanik etkinlikten uzak alanlara taşınıp çökelmişlerdir. Çökeline katılan karasal detritikler ve bu dönemdeki kuvvetli akıntılarının ürünüdür.

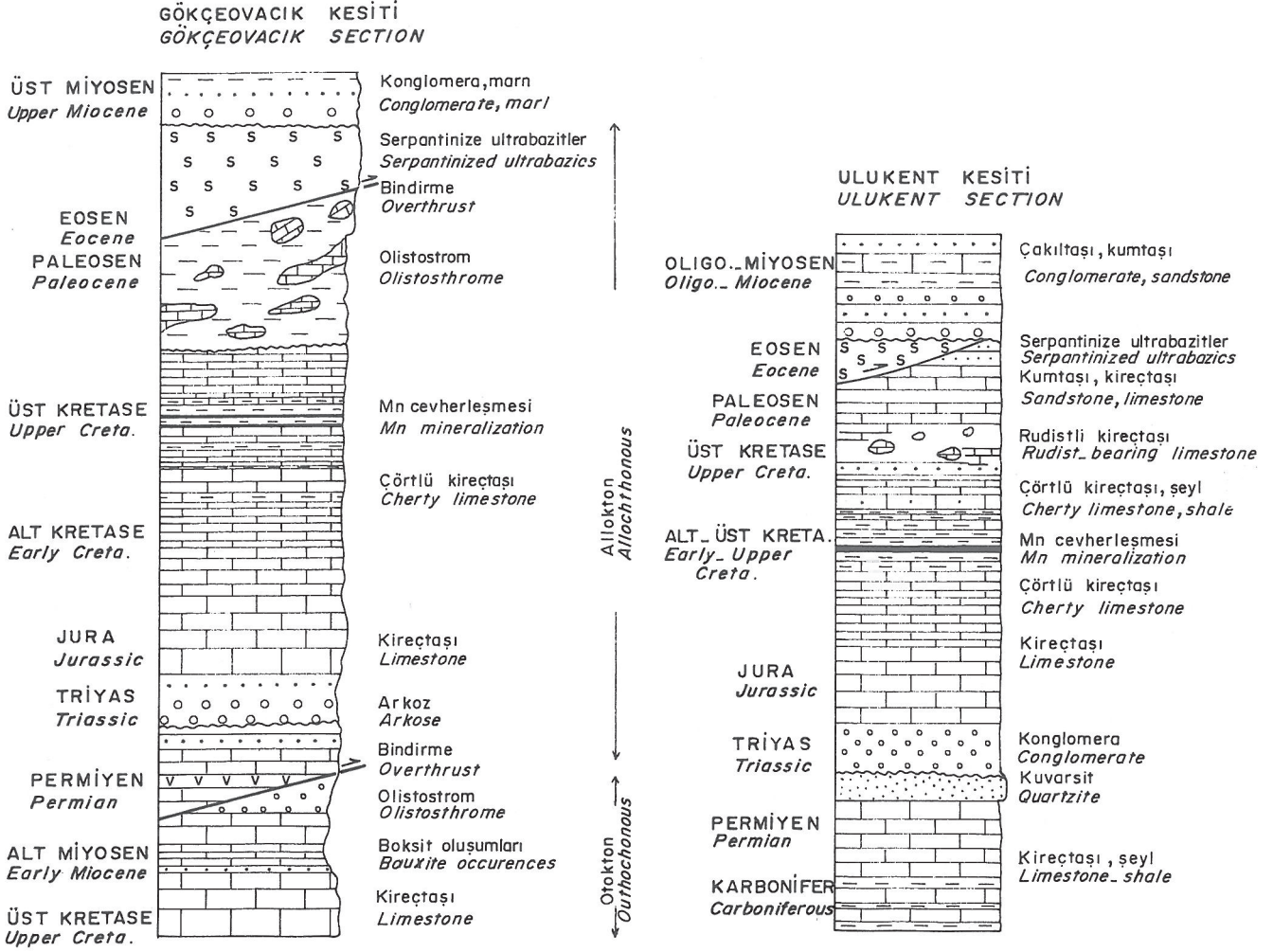


Şekil 5. Gökçeovacık Mn yatağına ait ince kesit ve parlatılmış yüzey fotoğrafları, a : Cevherleşmenin alt düzeylerindeki lepidokrosit- limonit ve braunitten (beyaz) oluşan bantlı yapı. Tek nikol, yağ immersiyonu, ölçek çubuğu, 0.2 mm. b : Braunitlerin süperjen alterasyonundan gelişmiş küçük ve prizmatik pirolusit mineralleri. tek nikol, yağ immersiyonu, ölçek çubuğu, 0.2 mm. c : Braunit cevheri içinde kalık alg yapısının parlatılmış yüzey görüntüsü. Gri alanlar braunit siyahlar kalsittir. Tek nikol, yağ immersiyonu, ölçek çubuğu, 0.2 mm. d : Cevherleşmenin üzerinde bulunan oolitik - intramikritik kireçtaşının ince kesit fotoğrafı tek nikol, ölçek çubuğu, 0.2 mm.

Figure 5. Thin section and polished surface photomicrographs of the Gökçeovacık Mn deposit. a : Layered ore structure occurs at the bottom level of the mineralization composed of lepidocrocite - limonite and braunite (white) alternation. Plane polarized light, oil-immersion, scale bar, 0.2 mm. b : Polished section micrograph showing small and prismatic pyrolusite minerals formed by supergene alteration processes of braunite. Plane polarized light, oil-immersion, scale bar, 0.2 mm. c : Polished surface photomicrograph showing relict alga structure which composed of braunite (white) and calcite (black). Plane polarized light, oil-immersion, scale bar, 0.2 mm. d : Thin section micrograph showing oolitic-intramicrotic limestone which occurs at the immediate top of the second Mn oxide horizon and indicates a high energy depositional condition. Plane pol light, scale bar, 0.2 mm.

Batı Toros kuzeyindeki Mn cevherleşmeleri, yan kayaç, yağ, oluşum işlemi gibi özellikleriyle Türkiye Mn yatakları içinde ayrı bir provens oluşturmaktadır (Öztürk, 1993). Bu kuşaktaki Mn cevherleşmeleri provens boyutunda ele alınıp arjilitik kılavuz zonların sondajlarla yoklanması gerekir. Bununla birlikte bölgesel tektonik ünitelerin ayırtlanmasında ise henüz tam bir görüş birliği sağlanmış değildir. Örneğin, Şenel (1991), Ulukent yatağı ve civarı ile Gökçeovacık yatağı ve civarını farklı tektonostratigrafik ünitelere dahil etmiştir.

Batı Toros allokonları içindeki Mn yataklarından kuzeydeki Ulukent yatağının, metamorfik silikat ve cevher mineralleri içermesine rağmen şaryaj cephesinin en önündeki Gökçeovacık Mn yatağında metamorfizma izleri görülmektedir. Kuzeydeki Ulukent yatağında epidot, klorit, stilpnomelon gibi silikat ve jakopsit, hausmanit gibi metamorfik manganer mineral parajenezi bu bölgedeki metamorfizmanın basınç gradyanının yüksek olduğu yeşil şist fasiyesine ulaştığını göstermektedir. İzmir - Ankara - Erzincan sütür kuşağından beslenen napların kök bölgesine yakın olan



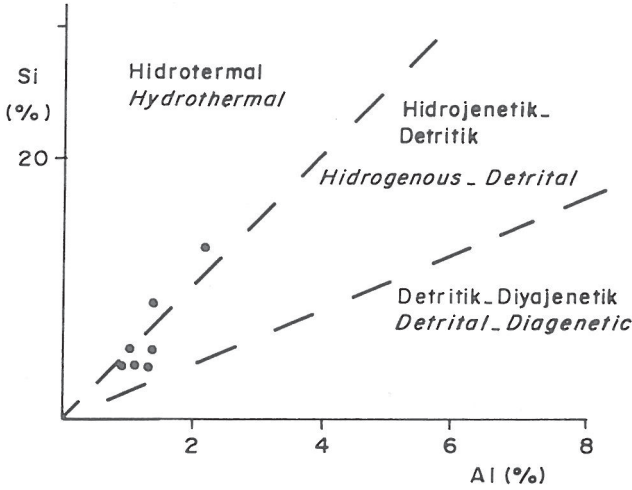
Şekil 6. Ulukent Mn yatağı ve çevresi (Kuşçu ve Gedikoğlu 1989) ile Gökçeovacık Mn yatağı ve civarının (Graciansky 1968'dan değiştirilerek) stratigrafik korelasyonu.
Figure 6. Stratigraphic correlation of Ulukent Mn deposit and surrounding area (After Kuşçu and Gedikoğlu, 1989) and that of Gökçeovacık Mn deposit (After, Graciansky, 1968).

ve ekay dilimleri altında yüksek B/S gradyanına itilen Ulukent Manganez cevherleşmesi görece yüksek dereceli metamorfizmaya uğramış ve primer mineralojisi değişmiştir. Birden çok deformasyon fazları, kalsit - epidoz ve alabandit - pirit şeklindeki damar minerallerinde izlenir. Bunlardaki ikincil deformasyon, kalsitlerdeki kink bantları ve piritlerdeki kataklazma şeklindedir. Kuzeyden güneye doğru metamorfizmadaki azalma allokton ünitelerin kuzey kökenli olduğunu gösterir.

Rodokrositlerin siyah şeyller içindeki Mn yataklarının primer minerali olduğu ve bunların organik madde oksidasyonundan geliştiği ileri sürülmüştür. Bu yaklaşımın en önemli verisi rodokrositlerdeki yüksek 12 C izotop değerleri olmuştur (Okita ve diğ. 1988, Roy, 1992, Hein ve diğ. 1992). Karadeniz ve Baltık Denizi gibi anoksik dip koşullarına sahip sedimentlerdeki

güncel rodokrosit oluşumları ise geçmişle günümüz arasındaki karşılaştırmada kullanılmıştır. Rodokrosit oluşumu ise birinci aşamada organik maddelerin CO₂ ve HCO₃ oksitlenmeleri, ikinci aşamada ise ortamdaki Mn iyonlarıyla birleşerek MnCO₃ oluşturması şeklinde açıklanmıştır. Rodokrositlerin daha sonra ise tetravalent Mn oksitlerine dönüştüğü belirtilmiştir.

Siyah şeyl serileri içinde bulunan Mn yatakları için klasikleşen diyajenetik oluşumun aksine, Ulukent ve Gökçeovacık Mn yatakları hidrojenetik oluşuma özgü stratigrafik, petrografik, mineralojik ve kimyasal özellikler sunmaktadır. Cevherleşmede etkin rol oynayan dip akıntılarının neden ve nasıl geliştiği sorusu ise bu aşamada cevapsız kalmaktadır. Bu akıntılar, Üst Kretasedeki yoğun tektonizma ile ilişkili havza şekillenmesi gibi yapısal, veya su seviyesi değişimi gibi global paleoekolojik kontrollü olabilir. Birinci olasılıhta



Şekil 7. Ulukent Mn cevherine ait Al-Si değerlerinin hidrojenetik-diyajenetik-hidrotermal ayırt diyagramındaki Crerar ve diğ. 1982) konumları. Analitik veriler Kuşçu ve Gedikoğlu (1989)'dan alınmıştır.

Figure 7. Plot of Ulukent manganese ore on Al versus Si diagram for differentiate hydrogenous - diagenetic - hydrothermal Mn mineralizations (Crerar ve diğ. 1982). Analitic data from Kuşçu and Gedikoğlu (1989).

küçük ölçekli rift havza yamaçlarında gelişen türbiditik kökenli, ikinci olasılıkta ise global su seviyesindeki yükselim sonucu izole havza ile ana okyanus arasında gelişen sirkulasyonlar etkin olmuştur. Senomaniyen ve Türoniyendeki global ölçekte değişen paleoekolojik şartlara ilişkin bir tartışma ise kesin yaş belirlenemediği için bu aşamada yapılamamıştır.

KATKI BELİRTME

Yazarlar, paleontolojik incelemeleri yapan Doç. Dr. İzver Tansel'e, bölgesel jeoloji konusunda görüşlerine başvurdukları Doç. Dr. Şükrü Ersoy'a, XRD çekimleri için kimya Müh. Hulusi Sezer'e, şekilleri titizlikle çizen Jeomorfolog Cazibe Hoşgören'e ve teknik ressam Ferhan Yüksel'e teşekkür borçludur.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Crerar, D.A., Namson, J., Chyi, M.S., Williams, L. ve Feigenson M.D., 1982, Manganiferous cherts of the Franciscan assemblage : I. General geology, ancient and modern analogues, and implications for hydrothermal convection at oceanic spreading center : *Econ. Geol.*, 77, 519-540.
- Delian, F., Tiebing, L. ve Jie, Y., 1992, The process of formation of manganese carbonate deposits hosted in black shale series : *Econ. Geol.*, 87, 1419-1429.
- Dickens, G.R. ve Owen R.M., 1993, Global change and manganese deposition at the Cenomanian-Turonian boundary : *Marine Georesources and Geotechnology*, 11, 27-43.

- Doğan, H. ve Türkmen H., 1983, Denizli Tavas Ulukent ve çevresi manganez cevherleri jeoloji ara raporu; MTA, Maden Etüd Rap. No : 345 (yayımlanmamış).
- Ersoy, Ş., 1988, Fethiye (Muğla) - Gölhisar (Burdur) arasında Güney Dağı ile Kelebekli Dağ ve dolaylarının jeolojisi; Doktora Tezi, İstanbul Üniv. Fen Bil. Ens. 246 (yayımlanmamış).
- Force E.R. ve Cannon W.F., 1988, Depositional model for shallow marine manganese deposits around black shale basins : *Econ. Geol.* 81, 93-117.
- Frakes, L.A. ve Bolton, B.R., 1984, Origin of manganese giants : Sea level change and anoxic-oxic history : *Geology*, 12, 83-86.
- Frakes L.A. ve Bolton, B.R., 1992, Effects of ocean chemistry, sea level and climate on the formation of primary sedimentary manganese ore deposits : *Econ. Geol.*, 87, 1207-1217.
- Graciansky, P., 1986, Teke Yarımadası (Likya) Toroslarının üst üste gelmiş ünitelerinin stratigrafisi ve Dinaro Toroslardaki yeri : *MTA Derg.*, 71, 73-93.
- Hein, J.R., Schullz, M.S., ve Gein, L.M., 1992, Central Pasific cobalt rich ferromanganese crusts : Historical perspective and regional variability : Keating, B.H. ve Bolton, B.R. (ed), *Geology and Off-Shore Mineral Resources o the Central Pasific Basin*, Circum-Pasific council for Energy and Mineral Resources, Earth Science Series, v. 14, New York, Springer Verlag, 261-283.
- Kuşçu, M. ve Gedikoğlu, A., 1989, Ulukent (Tavas - Denizli) güneyi manganez yataklarının jeokimyasal özellikleri : *Yerbilimcinin Sesi*, 17, 29-47.
- Okita, P.M., 1992., Manganese carbonate mineralization in the Molongo Districit, Mexico : *Econ Geol*, 87, 1345-1366.
- Okita, P.M., Maynard, J.B., Spiker, E.C. ve Force, E. R. 1988, Isotopic evidence for organic matter oxidation by manganese reduction in the formation of stratiform manganese carbonate ore; *Geochim et. Cosmochim Acta*, 52, 2679-2685.
- Öztürk, H., 1993, Türkiye manganez yatakları : Oluşumları ve tipleri : *Jeoloji Mühendisliği*, 43, 24-33.
- Özgül, N., 1976, Torosların bazı temel özellikleri : *Türkiye Jeol.Kur. Bült.* 19, 65-78.
- Roy, S., 1992, Enverionments and processes of manganese deposition : *Econ. Geo.*, 87, 1218-1236.
- Şenel, M., 1991, Likya napları içindeki volkanit katkılı Paleosen - Eosen çökelleri : *MTA Derg.* 113, 1-17.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey A plate tectonic approach : *Tectonophysics*, 75, 181-241.

GÜNEYOCAK KROM CEVHERLEŞMESİNİN (KANGAL- SIVAS) ANA BİLEŞEN KİMYASI VE OFİYOLİTİK DİZİLİMDEKİ YERİ

Main component chemistry of the Güneyocak chromite mineralization and its setting in the ophiolitic sequence (Kangal-SIVAS)

Osman KOPTAGEL
Ali UÇURUM
Lawrence T. LARSON
James J. SJOBERG

Cumhuriyet Üniv., Mühendislik - Mimarlık Fak., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Sivas
Dept. of Geological Sci, Univ. of Nevada, Reno, ABD
Dept. of Geological Sci., Univ. of Nevada Reno, ABD
Bureau of Mines, Research Center, Reno, ABD

ÖZ: Güneyocak krom cevherleşmesi (Kangal-Sivas) iç yapı özelliği bakımından oldukça ilginç olup, çok sayıda tekrarlanma sunan kromit bantlanmaları ile tipiktir.

Ana bileşen kimyası incelemeleri sonucunda kromitlerin Fe_2O_3 ve MgO bakımından oldukça yüksek değerler içerdikleri buna karşın FeO değerlerinin oldukça düşük olduğu gözlenmiştir. Yapılan incelemelerde kromitlerin parametre farklılığı nedeniyle değişik şekillerde adlanabilecekleri ve bilinen yataklardan hazırlanan tür belirleme diyagramlarında genel anlamda yer bulamadıkları gözlenmiştir.

Cevherleşmenin iç yapı özelliği ve oksijen kısmi basıncı (fO_2 tarafından denetlendiği bilinen yüksek Fe_2O_3 içeriği nedeniyle Güneyocak kromitlerinin oldukça yüzeysel sayılabilecek ortam koşullarını yansıttığı ve ofiyolitik dizinin kümülatik ultramafit-gabro sınırına yakın bir seviyesinde oluşmuş olabileceği sonucuna varılmıştır.

ABSTRACT: *The Güneyocak chromite mineralization is very interesting with its typical repeated chromite bands regards axained the internal structure. The main component chemistry determinations indicated that chromites contain high Fe_2O_3 and MgO and low FeO values. Exained chromites may be named in various types according to different parameters, and have commonly been observed in different fields of the alpine-stratiform type determination diagrams plotted from early known deposits. The Güneyocak chromites reflect shallow deep environment, due to high content of Fe_2O_3 which is controlled by oxygene fugacity (fO_2) and also internal structure of ore bodies, and probably occurs close to cumulatic ultramafic-gabbro boundary of ophiolitic sequence.*

GİRİŞ

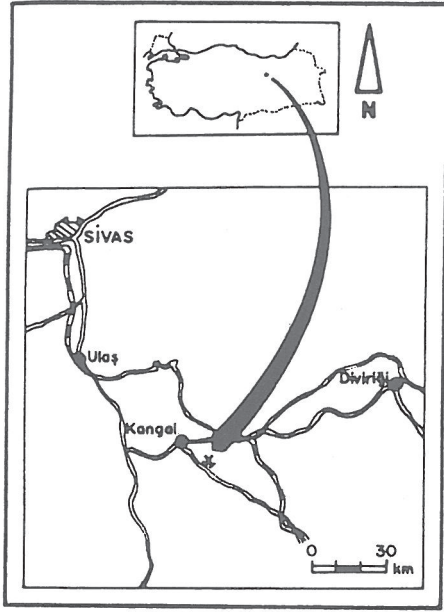
İncelemenin konusunu oluşturan Güneyocak krom cevherleşmesi, Sivas iline bağlı Kangal ilçesi sınırları içindeki Eymir Köyü'nün yaklaşık 2250 m güneyinde yer almaktadır (Şekil 1). Bu çalışmada, alpin tip krom cevherleşmelerinde pek sık gözlenemeyen iç yapısı ile belirginleşen Güneyocak krom cevherleşmesinin ana bileşen kimyasal özellikleri çeşitli yönleriyle incelenmeye çalışılmıştır.

GÜNEYOCAK KROM CEVHERLEŞMESİNİN JEOLojİK ÖZELLİKLERİ

Güneyocak krom cevherleşmesinin jeolojik özellikleri Koptagel (1994) tarafından, Kangal civarında yüzlek veren litolojik birimlerin çeşitli jeolojik özellikleri ise çeşitli araştırmacılarca (örn. Tutkun ve diğ., 1988, Öztürk ve diğ., 1990 gibi) incelenmiştir.

Koptagel'e (1994) göre, Güneyocak krom cevher-

leşmesinde yüzlek veren ana cevherleşme yaklaşık olarak 15 x 80 boyutunda, merceğimsi dış şekilli, irice bir kütle görünümündedir. Cevherleşmede bantlı iç yapı gözlenmektedir. Çoğunlukla masif, yer yer de masife yakın saçınımlı kromitlerin serpantin grubu minerallerin oluşturduğu gang ile ardalanmasından oluşan bantlı cevherleşmelerde cevher bantlarının kalınlığı 0.2 cm ile 5 cm arasında değişmektedir. Bantlı cevherleşme, ana cevher kütlelerinin özellikle güney kesiminde yaklaşık 12 m'lik bir aynada oldukça iyi korunmuş olarak izlenmektedir. Koptagel (1994) tarafından yapılan saha incelemelerinde bu aynada 115 adet kromit bantı tekrarlanması gözlenmiştir. Bu oluşum Jankovic ve Karamata (1986) tarafından KD Akdeniz bölgesinde (Yunanistan, Kıbrıs, Yugoslavya ve Türkiye) gözlenen alpin tip kromit oluşumlarındaki "stratiform benzeri morfo-yapısal özellikler" sunan cevherleşmelere örnek olarak verilen 3 cevherleşmenin en ilginç olarak sunulmaktadır.

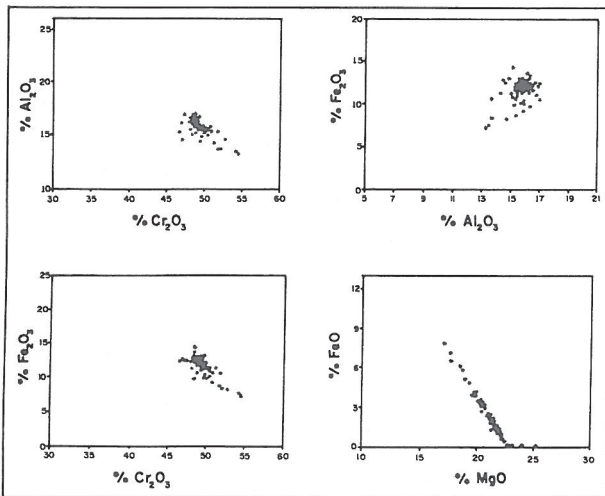


Şekil 1. Güneyocak krom cevherleşmesinin yer bulduru haritası.

Figure 1. Location map of the Güneyocak chromite mineralization.

ANA BİLEŞEN KİMYASI İNCELEMELERİ

Güneyocak krom cevherleşmesinde bantlı iç yapı özelliğinin çok iyi korunmuş olduğu güney kesimdeki cevher aynasında gözlenen kromit bantlarından 12'si seçilerek bu bantların değişik kesimlerinden cevher örnekleri alınmış, alınan örneklerden hazırlanan parlatma bloklarından beşer kristalden çeşitli ana ve iz bileşenlerin mikro-prob analizleri (ABD, Reno-Nevada Maden Bürosu Araştırma Merkezinde JEOL-JSM / T 300 model enerji dağılımlı taramalı elektron mikroskopta) yapılmıştır.



Şekil 2. Güneyocak kromitlerin ana bileşen değişim diyagramları.

Figure 2. Main component variation diagram of the Güneyocak chromites.

Ana Bileşenlerin İkili İlişkileri

Güneyocak cevherleşmesinin ana bileşen oksit % ağırlık değerleri doğrudan incelendiğinde ilk göze çarpan özellik, örneklerde % Fe_2O_3 değerlerinin % FeO değerlerine göre oldukça yüksek olması ve bunun bir yansıması olarak da % MgO miktarlarının alışılmış değerlerin üzerinde yer almasıdır.

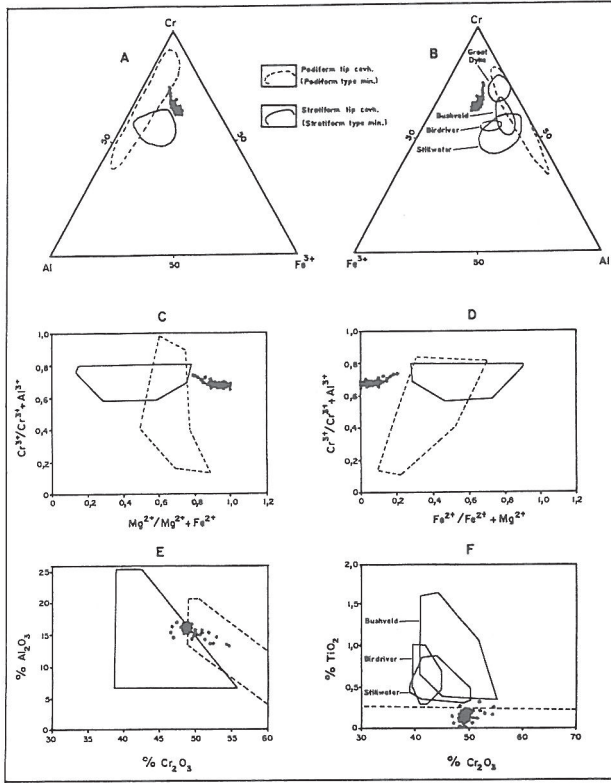
Kromitlerin ana bileşen iki ve üç değerlikli katyonlarının oksit % ağırlıklarının kendi aralarında değerlendirildiği ikili diyagramlar Şekil 2'de görülmektedir. Diyagramlardan da izlenebileceği gibi % Fe_2O_3 ile % Al_2O_3 arasında pozitif bir ilişki, diğer parametreler arasında ise negatif ilişkiler söz konusudur.

Kromitlerin Sınıflandırılması

Bilindiği gibi yerkürede oluşum, yerleşim, jeolojik konum ve kayaç türleri bakımından birbirinden farklı iki ana (stratiform ve alpin) ultramafik - mafik kayaç grubunun varlığı (konsantrik masiflerin önemsiz olduğu varsayılmıştır) bilinmektedir. Buradan hareketle yukardaki farklılıkların yanısıra dış şekil, iç yapı, kimyasal bileşim ve mikroskopik özellikleriyle de farklılıklar sunan stratiform (veya Bushveld) ve podiform (veya Alpin) tip olmak üzere iki ana tür krom cevherleşmesi söz konusudur. Çeşitli araştırmacılar geliştirilen ve alpin tip kromitlerle stratiform tip kromitlerin birbirinden ayırımında yararlanılan temel bazı diyagramlardan bu çalışmada da yararlanılmaya çalışılmışsa da ilginç bazı durumlarla karşılaşmıştır. Şöyleki, kromitlerdeki Cr, Al ve Fe^{3+} katyon % ağırlıklarının kullanıldığı iki üçgen diyagramda Güneyocak kromitleri alpin ve stratiform kromitlerin dağılım alanı dışında kümelenmişlerdir (Şekil 3a ve 3b). Benzer bir durum kromitlerin birim hücrelerinde yer alan katyon sayılarının orantısal olarak değerlendirildiği ikili diyagramlarda da gözlenmiştir (Şekil 3c ve 3d.) Ancak, kromitlerdeki ana bileşen oksit % ağırlık değerlerinden % Al_2O_3 ve % Cr_2O_3 ün kullanıldığı ikili diyagramda Güneyocak kromitleri stratiform ve alpin tip kromitlerin dağılım alanında ortaklaşa kümelenmişlerdir (Şekil 3e). Buraya kadarki diyagramlardan farklı olacak şekilde % Cr_2O_3 ve % TiO_2 nin kullanıldığı diyagramda ise Güneyocak kromitleri podiform tip kromitlerin dağılım alanı içerisinde yer almışlardır (Şekil 3f).

Kromitlerin İsimlendirilmesi

Kromitlerin isimlendirilmesi amacıyla çeşitli üçgen diyagramlardan yararlanılmıştır. Ana bileşen oksit % ağırlık değerlerinden % Cr_2O_3 , % Fe_2O_3 , % Al_2O_3 ün kullanıldığı iki diyagramdan birincisinde (Şekil 4a) Güneyocak kromitleri "Alüminyum Kromit", ikincisinde (Şekil 4b) ise büyük çoğunluk "Krom Pikotit" daha az bir kısmı ise "Kromit" ve "Ferrokrom Pikotit" olarak tanımlanabilecek özellikler vermişlerdir. Katyon sayılarından Cr^{3+} , Al^{3+} ve Fe^{3+} dan yararlanılarak



Şekil 3. Güneyocak kromitlerinin çeşitli alpin - stratiform tip kromit diyagramlarındaki konumu. (Ghose ve Shrivastava, 1986; Duke, 1983; Panayiotou ve diğ., 1986; Paktunç, 1981; Bonavia ve diğ., 1993'den).

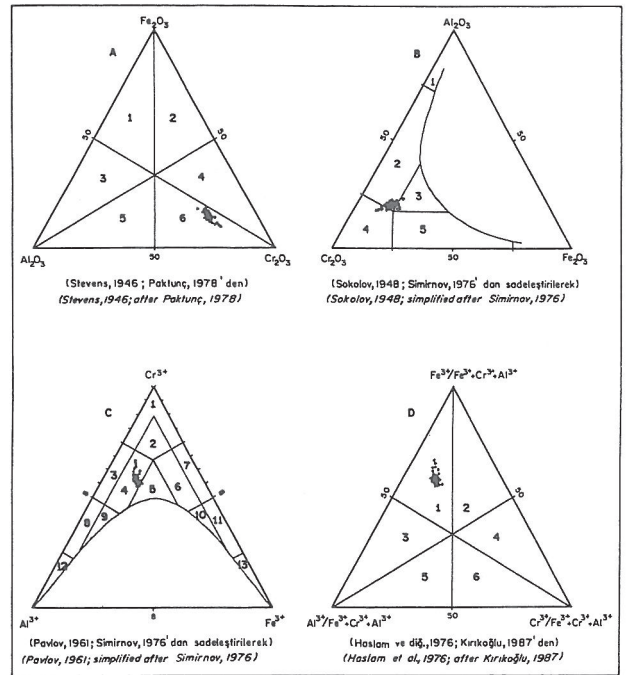
Figure 3. Plot of the Güneyocak chromites on the alpine - stratiform type chromite diagrams. (after Ghose and Shrivastava, 1986; Duke, 1983; Panayiotou et al., 1986; Paktunç, 1981; Bonavia et al., 1993).

hazırlanan diyagramda (Şekil 4c) kromitler esas olarak "Subferriyalümoökromit", 3+ değerlikli kationların orantısal değerlerinin kullanıldığı diyagrama göre ise örnekler "Alüminyum Manyetit" bölgesinde yoğunlaşmışlardır (Şekil 4d).

TARTIŞMA ve SONUÇLAR

İlgili diyagramlardan da izlendiği gibi kromitlerin isimlendirilmesi sırasında değişik araştırmacılarca değişik parametrelerin ele alınması nedeniyle farklı adlamalar ortaya çıkmıştır. Bunun yanısıra kromitlerin sınıflandırılması işlemlerinde araştırmacıların bazı bilinen cevherleşmeleri esas alması nedeniyle Güneyocak krom cevherleşmesi gibi oluşumlar yan ve çevre kayaçlarının yanısıra temel bazı jeolojik ve kimyasal özellikleriyle belli karakteristikleri yansıtımalarına karşın ilgili diyagramlarda yerlerini bulamamaktadırlar.

Güneyocak krom cevherleşmesinin ana bileşen kimyası bakımından belki de en ilginç özelliği kromit-



Şekil 4. Güneyocak kromitlerinin çeşitli isimlendirme diyagramlarındaki konumları (A, 1. Alüminyum manyetit, 2. Krom manyetit, 3. Ferri spinel, 4. Ferri kromit, 5. Krom spinel, 6. Alüminyum kromit; B, 1. Pikotit, 2. Krom pikotit, 3. Ferrochrom pikotit, 4. Kromit, 5. Ferrochromit; C, 1. Kromit, 2. Subferrikromit, 3. Alümoökromit, 4. Subferriyalümoökromit, 5. Ferriyalümoökromit, 6. Subalümoferrikromit, 7. Ferrochromit, 8. Krompikotit, 9. Subferrikrompikotit, 10. Subalümoökrommanyetit, 11. Krommanyetit, 12. Pikotit, 13. Manyetit; D, 1. Alüminyum manyetit, 2. Krom manyetit, 3. Ferri spinel, 4. Ferrikromit, 5. Krom spinel, 6. Alüminyum kromit)

Figure 4. Plot of the Güneyocak chromites on the classification diagrams. (A, 1. Aluminium magnetite, 2. Chrome magnetite, 3. Ferric spinel, 4. Ferric chromite, 5. Chrome spinel, 6. Aluminium chromite; B, 1. Picotite, 2. Chrome picotite, 3. Ferrochrome picotite, 4. Chromite, 5. Ferrochromite; C, 1. Chromite, 2. Subferrichromite, 3. Alumochromite, 4. Subferriyalumochromite, 5. Ferriyalumochromite, 6. Subalumoferrichromite, 7. Ferrichromite, 8. Chromopicotite, 9. Subferrichromopicotite, 10. Subalumochrommagnetite, 11. Chromomagnetite, 12. Picotite, 13. Magnetite; D, 1. Aluminium magnetite, 2. Chromium magnetite, 3. Ferric spinel, 4. Ferric chromite, 5. Chromium spinel, 6. Aluminium chromite)

lerdeki % Fe₂O₃ içeriğinin % FeO içeriğine göre oldukça yüksek olması ve buna koşut olarak da MgO içeriğinin fazlalığıdır. Bilindiği gibi kromitlerdeki %Fe₂O₃ miktarı ortamın oksijen kısmi basıncı (oksijen fugasitesi, fO₂) tarafından denetlenmekte olup, oksijen fugasitesinin yüksek olduğu ortamlardaki Fe²⁺ iyonları Fe³⁺'ya dönüşeceklerinden bu tür ortamlarda oluşan kromitlerin % Fe₂O₃ içeriklerinin oldukça yüksek olması beklenen bir durumdur. Bunun bir sonucu olarak da kromitlerdeki kristal kafes yük dengesi MgO'nun artan varlığı ile dengelenebilecektir.

Jankovic ve Karamata (1986) tarafından KD Akdeniz bölgesindeki ofiyolitik karışıklarda yapılan jeolojik incelemelerde düzensiz şekilli cevherleşmelerin ofiyolitik dizilerin en alt seviyesinde yer alan tektonitlerin içinde (kısmi ergime süreci ürünü ultramafitler) konumlandıkları, tabakamsı (şekilsel olarak stratiform tip benzeri) kromitlerin ise kümülatik ultramafitler içinde (mafif-ultramafit sınırına yakın, kümülatik süreçle oluşmuş ultramafitler içinde) konumlandıkları belirtilmektedir. Bu verilerin ve literatür bilgilerinin ışığında; Güneyocak krom cevherleşmesinin alpin tip krom cevherleşmelerinin sığ oluşum ortamı koşullarını yansıtan derinliklerde olduğundan bahsedilebilir. Bunun yanı sıra, 12 m'lik aynada 100 ün üzerinde (yaklaşık 115 adet) tekrarlanma sunan kromit bantları içeren Güneyocak krom cevherleşmesinin, saha ve laboratuvar çalışmaları sırasında ileri düzeylerdeki serpan-tinleşme ve lisvenitleşme nedeniyle ultramafik kayalar türlerinin ve onların iç yapı özelliklerinin izlenememesine karşın, Divriği Ofiyolitik Karışığının ultramafik kayalar serilerinin üst kesimlerinin (ultramafik kümülatların yer aldığı seviye veya kümülatik ultramafit-gabro sınırına yakın bir seviye) temsilcisi olduğu da düşünülebilir.

DEĞİNİLEN BELGELER

Bonavia, F. F., Diella, V. ve Ferrarion, A., 1993, Precambrian podiform chromitites from Kenticha Hill, Southern Ethiopia. *Econ. Geol.*, 88, 198-202.

- Duke, J.M., 1983, Magmatic segregation deposits of chromite: *Ore Deposits Models* da, Geos. Canada, 10/1, 15-23.
- Ghose, N.C. ve Shrivastava, M.P., 1986, Podiform chromites of Naga Hills ophiolites NE India: Chromites, Unesco's IGCP-197 Project Metallogeny of Ophiolites, *Theophrastus* Pub 1., Atina, 263-285.
- Jankovic, S. ve Karamata, S., 1986, The Chromite Deposits Of The NE Mediterranean: Principal Morpho-Structural Features and Genetic Implications: Chromites, Unesco's IGCP - 197 Project Metallogeny of Ophiolites. *Theophrastus* Pub., Atina, 45-66.
- Koptagel, O., 1994, Kangal (Sivas) yöresinde krom cevherleşmelerinin dağılımı ve Güneyocak cevherleşmesinin jeolojisi: *Doğa Türk Yerbilimleri Derg.*, TÜBİTAK (Baskıda).
- Öztürk, A., Canbazoğlu, M., İnan, S., Boztuğ D., Yalçın, H. Gürsoy, H., Uçurum, A., Yılmaz, S. ve Bozkaya, İ., 1990, Hekimhan (KB Malatya ve Kangal (Sivas)) yöresinde mevcut maden yataklarının jeolojik ve madencilik açısından değerlendirilmesi çalışmaları: DPT Proje No: 89K120730 (Devam ediyor).
- Paktunç, D., 1981 Alpin tipi krom yataklarının oluşumu: *Yeryuvarı ve İnsan*, Ağustos - Kasım, 33-39.
- Panayiotou, A., Michalides, A.E. ve Georgiou, E., 1986, The chromite deposits of the Torodos ophiolite complex, Cyprus: Chromites, Unesco's IGCP-197 Project Metallogeny of Ophiolites, *Theophrastus* Publ, Atina, 161-199.
- Tutkun, S. Z., Özçelik O., Gökçe, A ve Tunç, M., 1988, Divriği, Yakuplu, Ilıç, Hamo (Sivas) yöresinin jeolojisi, tektonik özellikleri ve yeraltı zenginlikleri: TÜBİTAK Proje No: TBAG-673, 133 s. (yayımlanmamış).

SİVAS-ULAŞ EVAPORİT HAVZASINDAKİ SÖLESTİNE EŞLİKÇİ ELEMENTER KÜKÜRT OLUŞUMU (ÖRNEK YATAK: BAHÇECİKTEPE SÖLESTİN YATAĞI)* *Sulfur occurrence associated with celestite in Sivas - Ulaş evaporite basin (An example deposit : Bahçeciktepe celestite bed)*

Erdoğan TEKİN

Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara

ÖZ : İçdoğu Toros Kenet Kuşağı üzerinde gelişen; Tersiyer yaşlı Sivas havzasında yeralan sölestin mineralleşmeleri, büyük oranda evaporitli (jips) - karbonatlı (kçt.) birimler arasında yoğunluk kazanmıştır. Bu farklı yaşlardaki birimler içerisinde yeralan sölestin mostraları, Sivas-Ulaş havzasında oldukça geniş bir alana dağılmış vaziyettedir.

Bu çalışmada, Orta-Üst Eosen yaşlı Bozbel flişi içerisinde yeralan Bahçeciktepe sölestin mostrasındaki boşluk dolgusu sölestinlere eşlikçi saçınımlar şeklindeki elementer kükürt oluşumları incelenmiştir. Bu amaçla yapılan taramalı elektron mikroskobu ve gaz kromatografisi çalışmalarında; elementer kükürt oluşumlarının fromboidal (bulutumsu-küresel-loblu-böbreğimsi vb. gibi) kükürt kristallerinden meydana geldikleri, sülfat indirgeyici kükürt bakterilerinin metabolik faaliyetleri sonucu oluştukları ve ort. % 1 oranında da organik madde içerdikleri belirlenmiştir. Buradaki organik maddenin türünün tespiti için yapılan infrared spektrofotometresi analizinde, azotlu ve uzun zincirli bir polimerik yapı gözlenmiştir. Bu yüksek polimerik yapı ise, kükürt oluşumlarındaki organik maddenin büyük olasılıkla biyojenik kökenli olduğunun işaretçisidir. Ayrıca elektron mikroskobu çalışmalarında kükürtlerde gözlenen delikli yapılar, organik madde oluşumundaki biyojenik kökenli H₂S gazı çıkışlarının bir ürünüdürler. Diğer yandan yine, bu bakteriyal kökenli elementer kükürt kristallerinde yapılan enerji yayımlı x-ışınları spektrofotometresi analizinde ise yüksek oranda S ve eser miktarda Sr - Ca tespit edilmiştir.

Sonuçta tüm bu bulgular; Bahçeciktepe sölestin mostrasındaki elementer kükürtlerin, literatürdeki "Desulfovibrio desulphuricans" türü kükürt bakterilerinin faaliyeti sonucu oluştuğunu göstermektedir.

ABSTRACT : Celestite mineralization located in Tertiary aged Sivas basin in the Taurid belt is concentrated mostly in evaporitic (gypsum) and carbonaceous units. Celestite outcrops found in formations of different ages are scattered in a large area in Sivas-Ulaş basin.

This study is focused on investigating elementary sulfur occurrences disseminated in and associated with vug filling celestites observed in Mid.-Upper Eocene aged Bozbel flische located in Bahçeciktepe area. Scanning Electron Microscopy (SEM) and Gas Chromatography (Pyro GC) studies indicate that elementary sulfur formations are composed of fromboidal (cloud-like, spheroidal, lobous, kidney-like etc.) sulfur crystals and they were formed as a result of metabolic activities of 1 % organic matter. A nitrogen bearing and long chain polymeric structure was observed through the Infrared Spectrophotometry analyses to determine the type of organic matter in sulfur. This high polymeric structure indicates that the origin of organic matter in sulfur occurrences is most likely of biogenic origin H₂S release. Rich amount of S and trace amount of SR and Ca were observed in sulfur crystals of bacterial origin through the Energy Scattered X-Ray Spectrophotometry (EDS) studies.

In conclusion all findings indicate that elementary sulfur formations in Bahçeciktepe celestite outcrop were formed by the activities of "Desulfovibrio desulphuricans" type of sulfur bacteria.

* Bildiri metni yurt dışında yayımlanacaktır.

MINERAL RAW MATERIALS, HARD MINERALS OF TURKMENISTAN

Kulhev Zakır DJAMILOVICH Turkmengeologia, Askabat, Türkmenistan

ABSTRACT: *About 150 deposits of mineral raw-material (coal, kaolin, potassium salts, celestite, common salts, sulphur, bentonite, mineral paints, sodium sulphate, different kinds of construction materials) were explored at the territory of Turkmenistan.*

On the base of raw-materials of these deposits the following enterprises are working: "Grarabogazsulphate" (carries out production of sodium sulphate, epsomite, Glauber's salts, bishofite). "Turmenmineral" (mining of native sulphur), "Kuulisol" (mining of common salt), bentonite mine (mining of bentonite), cement, porcelain - faience, glass factories, many enterprises of mining and processing of raw-materials for construction materials production.

For further development of mineral raw material base of Turkmenistan geological investigating works are carried out for prospecting of precious and black metals, sulphur, argilites, cement raw-material, second kaolins, coal, facing, coloured and artificial stones, copper sands.

On the basis of prospected and approved sources the Joint Ventures for exploration and processing of minerals may be created, for example:

- organization of production of potassium fertilizers on the basis of deposit of potassium salts;*
- organization of production of units out off astringents on the basis of deposit of gypsum;*
- organization of production of concentrated celestine on the basis of deposit of celestite;*
- organization of coal mining;*
- organization of production of fire - resistant brick, ceramic plates on the basis of deposit of kaolin.*

PHOSPHORITES OF ALBANIA

Afal SERJANI Inst. I Stud. the Projekttimeve to Gjeologjise Blloku "Vasil Shanto", Tirana, Albania

ABSTRACTS : *In preparation of this communication, alongside with his own factual material, the author also used previous publications by other researches, chiefly*

In Albania there are found and studied outcrops of phosphorites of the following phosphorogenic epocs;

- * Silurian-Devonian in Korabi zone,*
- * Middle Jurassic in Ionian zone,*
- * Upper Cretaceous in Ionian zone.*

Phosphatic mineralizations of Silurian-Devonian age situated in chlorite rocks and sericite schists with black shales and it is associated by chlorite-chamosite iron ores and by manganese ores.

Uranium-bearing Jurassic phosphorites are linked with break in sedimentation, and are widespread in some anticlines of the Ionian zone.

The phosphorogenic epoch of Upper Cretaceous is presented by the Carbonate-phosphate-chert-globotruncanic sequence which is widespread throughout the Ionian zone in Albania and Greece. The Coniacian age of this sequence is determined and the Globotruncana concanata zone is named. The horizon has evident phosphatic character in the central parts of the Ionian zone, where the overwhelming majority of phosphates has been deposited. Phosphatic layers have the content from 7.20 % P_2O_5 , rarely more. The strata and phosphatic bands consists of massive micritic, biomicritic with laminated structure. Many phosphatic pelets and fine abundant coprolites occur in the phosphatic strata. The principal mineral of phosphate ores is Francolite. Based on the chemical composition, the author comes to the conclusion that carbonate-Fluor-Apatite should be also presented along the Francolite.

The phosphatic megasequences are biomicritic formation sedimented into an open sea basin with low energy, under the basis of the wave action. We suppose that with respect to the formation of the microgranular Francolite in a biochemical way at a great depth than the shelf ones, diagenetic processes of phosphorization of microfauna and carbonate have played an important role.

Discovered resources are classified-under A1, B1, C1 categories and reach over 60 million tons with content 10-12 % P_2O_5 (21.8-26.2 BPL). In Gusmari deposit there are prospected massive phosphate ores of 28-33 % P_2O_5 (61.2-72.1 BPL). From 1980 there are exploited every year 30.000 tons phosphorite ores with 28-33% P_2O_5 from Gusmari deposit and 30.000 tons phosphote ores of 10-12% P_2O_5 every year used in the production of phosphatic flour.

İSTANBUL METROSU I. KISIM (Mecidiyeköy-4. Levent) MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ-JEOTEKNİK UYGULAMALARI*

Sinan BİBEROĞLU Tekfen İnşaat ve Tesisat A.Ş., İstanbul

ÖZ : İstanbul Metrosunun I. etabı, 7045 m. lik hat boyu ile 1992 yılı sonuna doğru inşaatına başlanmıştır. Mecidiyeköy - 4. Levent arasındaki 3682 m. lik bölümü TEKFEN tarafından yürütülen projede çok sayı ve sıklıkta bir dizi jeoteknik ölçümler yapılmaktadır.

Bu çalışmalar ile delme tüneller ve açık-derin kazılar için yapılan her türden kazı/destek sisteminin güvenlik sınırları içinde kalacak şekilde denetlenmesi, olabilecek zararların projeye getireceği ek ekonomik yükün engellenmesi sağlanmaktadır.

ABSTRACT : A series of geotechnical measurements have been and still being done during the construction of the first section of the İstanbul Metro Project which is undertaken by TEKFEN CONT. and INST. CO. INC. The construction of this section of 3682 m. between Mecidiyeköy and 4. Levent has been started to the end of 1992.

Losses and excess economical burdens are prevented by means of controlling of every kinds of excavation support systems for tunnels and deep open-pits.

* Bildiri metni teknik standartlara uymadığından sadece öz yayımlanmıştır.

TRABZON YERLEŞİM ALANINDAKİ PONSİYEN ÇÖKELLERİNİN TEMEL OLMA AÇISINDAN İNCELENMESİ

Investigation of Pontian sediments as a foundation soil in Trabzon metropolitan area

Fikri BULUT

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon

Fikret TARHAN

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon

Erhan ATAÖĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Trabzon

ÖZ : Bu çalışmada, Trabzon yerleşim alanında yüzeyleme veren Ponsiyen yaşlı çökeller bina temel zemini olma açısından incelenmiştir. Bu amaçla Trabzon Belediyesi sınırları içerisinde kalan ve Ponsiyen çökellerini de kapsayan yaklaşık 5 km²'lik bir alanın 1/10.000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmıştır.

İnceleme alanında litostratigrafi birimleri olarak yaşlıdan gence doğru; bazik volkanit (Eosen), kumlu killi silttaşı (Ponsiyen), konglomera-breş (Pliyosen?), deniz sekisi, yamaç molozu ve alüvyon (Kuvaterner) ayırtlanmıştır.

Kumlu killi silttaşı çoğunlukla sarımsı gri, yer yer koyu gri renklerde olup, çok gevşek çimentoludur. Bu birim Missisipi Nehri Komisyonu tarafından verilen üçgen sınıflamaya göre kumlu killi silt sınıfında yer alır. Sarımsı gri ve koyu gri renklerdeki kumlu killi siltin fiziksel özelliklerinin bir birine çok yakın olmasına rağmen, efektif kayma direnci parametrelerinin birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir.

Farklı renklerdeki kumlu killi siltin yüzeysel (sığ) temel koşullarındaki taşıma güçleri, değişik temel tabanı şekli ve temel derinliğinin fonksiyonu olarak hesaplanmıştır.

ABSTRACT : In this study, Pontian aged sediments situated in the city of Trabzon have been investigated with respect to their use as foundation soil for building. For this purpose, 1/10000 scale-geological map of an area covering approximately 5 km² and located in the boundaries of the municipality of Trabzon was made.

The geological units of the study area are Eocene aged basic volcanics, Pontian aged sandy and clayey siltstone, Pliocene (?) aged conglomerate-breccia, Quaternary aged terrace, slope debris and alluvium.

Sediments of Pontian age are usually yellowish-grey and locally dark grey in color and very loosely cemented. These sediments are grouped as sandy and clayey silt according to triangular discrimination diagram of the River of Missisipi Commition. Although grey and dark grey coloured sandy clayey silt has similar physical properties, their parameters of effective shear resistance are different.

The bearing capacities of sandy clayey silt of different colours in shallow foundation conditions were calculated as a function of varying shapes and depths of foundation.

GİRİŞ

İnceleme alanı, Trabzon Belediyesi sınırları içerisinde yer alan Kalkınma, Kaymaklı ve Boztepe mahallelerini içeren yaklaşık 5 km²'lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1).

Trabzon İlinde, Kalkınma, Kaymaklı ve Boztepe mahallelerinin bazı kısımlarında yeni oluşturulmaya başlanan yerleşim alanlarında, temel zeminini Ponsiyen yaşlı tortul kayalar oluşturmaktadır. Bu alanlarda, günümüzde özelliklerine bakılmaksızın temel zemini güvenli sayılmakta ve bunlarda genellikle yayılı (radye) temel tipinde, çok katlı binalar inşaa edilmektedir.

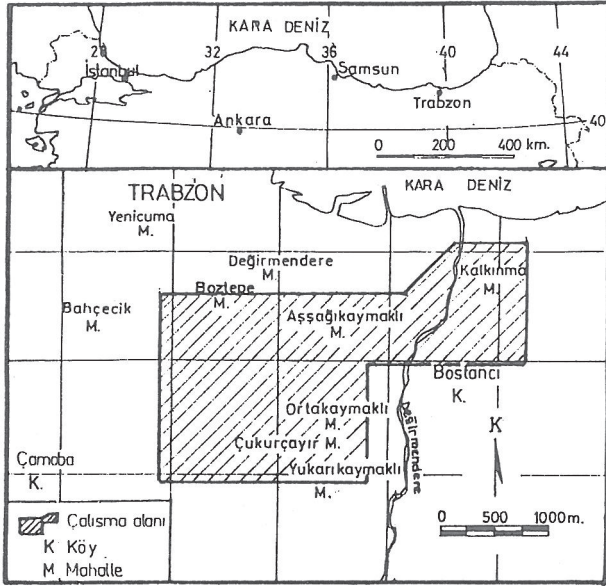
Bu incelemede, yukarıda belirtilen alanlarda görülen Ponsiyen yaşlı birimin, jeolojik özellikleri ile taşıma güçlerinin belirlenebilmesi için gerekli olan

fiziksel ve mekanik özellikler laboratuvar deneyleri ile araştırılmıştır.

JEOLOJİ

İnceleme alanı ve yakın dolayında Eosen yaşlı bazik volkanit, Alt Ponsiyen yaşlı kumlu killi silttaşı, Ponsiyen sonrası (Pliyosen?) konglomera-breş, kuvaterner yaşlı deniz sekisi, yamaç molozu ve alüvyon yüzeylemektedir (Şekil 2).

Bazik volkanit; lav tüf aglomera ve volkanik breşle temsil edilirler ve birbirilerine yanıl ve düşey yönde geçilirdirler. Lav ve tüfler çok dar alanlarda, aglomera ve volkanik breş ise geniş alanda yüzeyletir. Lav, aglomera ve volkanik breş genellikle koyu gri renkli olup, çıplak gözle rahatlıkla seçilebilen piroksen mineralleri ile ikincil minerallerle dolgulu boşluklar içerirler.



Şekil 1. İnceleme alanının konum haritası
Figure 1. Location map of the study area

Bu kayalardan yapılan ince kesitlerde çoğunlukla, mikrolitik porfirik doku hakim olup, labrador, ojit, olivin, lösit ve opak mineraller, plajiyoklas mikrolitlerinden oluşmuş bir hamur maddesi içinde görülür.

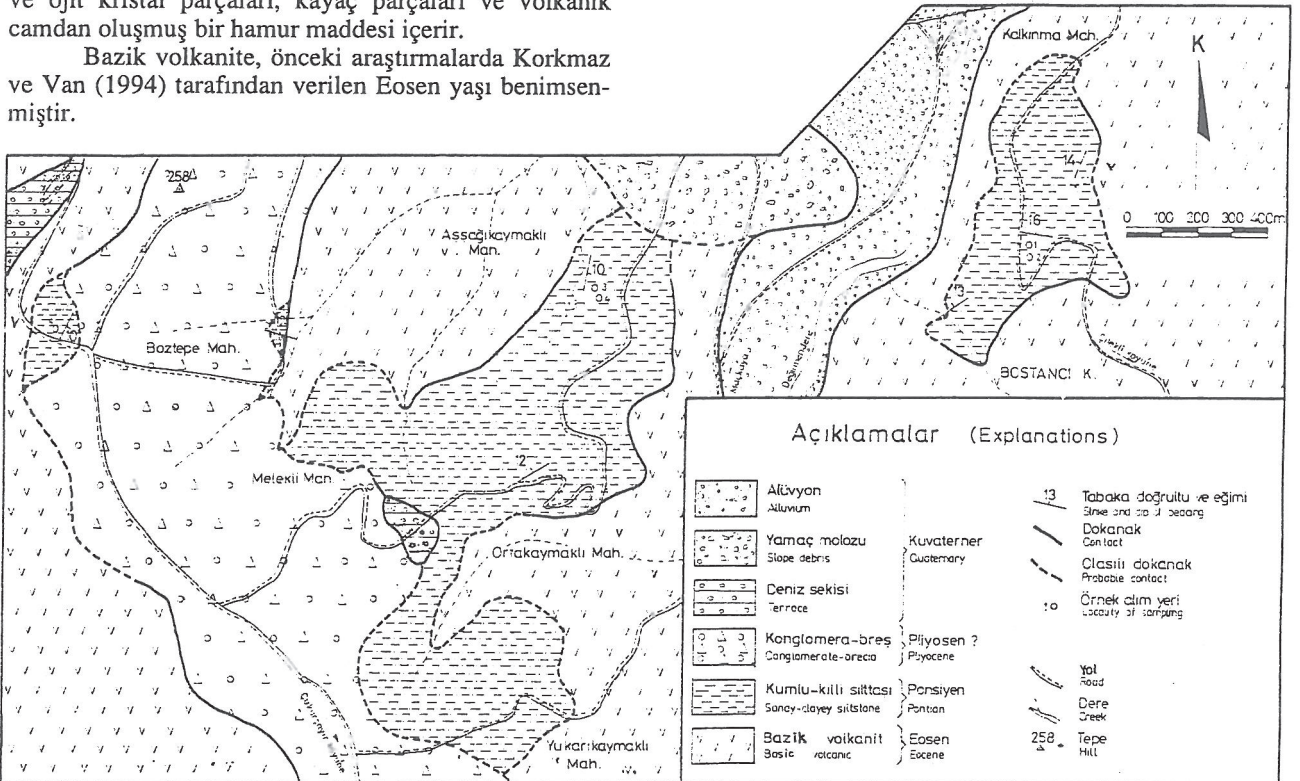
Tüf, aglomera ve volkanik breş arasında ara seviyeler halinde bulunurlar ve genellikle sarımsı kahve renklidir. Mikroskopik incelemelerine göre, plajiyoklas ve ojit kristal parçaları, kayaç parçaları ve volkanik camdan oluşmuş bir hamur maddesi içerir.

Bazık volkanite, önceki araştırmalarda Korkmaz ve Van (1994) tarafından verilen Eosen yaşı benimsenmiştir.

Kumlu killi silttaşı; Kalkırma, Kaymaklı ve Boztepe mahalleleri dolaylarında yüzeylenirler (Şekil 2). Genellikle sarımsı gri renklidir. Yer yer koyu gri renkte olanlarına da rastlanır. Araziye, bu farklı renkteki çökellerin bir arada gözleendiği yerlerde, sarımsı gri renkli çökeller, koyu gri renklilerin üzerine gelmektedir. Çoğunlukla katmanlı yapı gösterirler. Katman kalınlıkları 1-25 cm arasında değişmektedir. Katmanlar çoğunlukla yataya yakın eğimlidir. Bazık volkanit üzerine açıl uyumsuzlukla gelir. Gevşek çimentolu olup, elle rahatlıkla kırılıp ufalanabilir. Kaymaklı mahallesi dolayındaki yüzeylemelerde makroskopik olarak Mollusk faunası görülür. Bu fauna yardımıyla birimin yaşı Özsayar (1971 ve 1977) tarafından Alt Ponsiyen olarak belirlenmiştir.

Kumlu killi silttaşı kalınlığının, yüzeylemelerde, yol ve temel kazısı şevlerinde, ve jeolojik kesitler üzerinde yapılan ölçümler yardımıyla 10-50 m. arasında değıştiği belirlenmiştir.

Konglomera-breş; Boztepe, Melekli, Yukarıkaymaklı mahalleleri dolaylarında yüzeyleme verir. Konglomera-breş elemanları bazık volkanite ait yuvarlak ve yarı köşeli parçalar ile kumlu killi silttaşına ait köşeli parçalardan meydana gelmiştir. Bu kayaçlar gevşek çimentolu olup kumlu killi silttaşı üzerine uyumsuz olarak gelir. Alt seviyelerde kötü boylanmalı olup, üste doğru kötü bir derecelenme gösterir ve yer yer kırmızı, yer yer de alacalı renkli çakıllı, kumlu, silt ve kile geçerler. Kalınlığı 5-20 m. arasında değışir.



Şekil 2. İnceleme alanının jeoloji haritası

Figure 2. Geological map of the study area

Konglomera-breşe yaş verebilecek paleontolojik bir veri bulunamamıştır. Ancak, Ponsiyen yaşlı kumlu killi silttaşı üzerinde uyumsuz olarak bulduklarından, bunların Ponsiyen'den daha genç (Pliyosen?) olabilecekleri düşünülmektedir.

Deniz sekisi; Boztepe mahallesi kuzeybatısında ve Ortakaymaklı mahallesi doğusunda yüzeyleyir. Kalınlıkları 0.5-3 m. arasında değişir ve genellikle çakıl ve kum boyutlu malzemenin karışımından meydana gelmiştir. Bunlar, Erol (1952)'nin çalışmasındaki T2 sekisine karşılık gelmektedir.

Yamaç molozu; Aşağıkaymaklı mahallesi kuzeydoğusunda yüzeyleyir. Çoğunlukla bazik volkanite' ait köşeli bloklar, kum, silt ve kil boyutundaki malzemenin karışımından oluşmuştur. Kalınlığı 1-10 m arasında değişir.

Alüvyon; Değirmendere vadisinin tabanında ve yamaçlarında yüzeyleyir. Alüvyon malzemesi blok, çakıl, kum, silt ve kil boyutundaki malzemenin karışımından oluşmuştur. Sondaj verilerine göre (Dilek, 1979) alüvyonun kalınlığı 6.5-30 m. arasında değişmektedir.

PONSİYEN ÇÖKELLERİNİN JEOTEKNİK ÖZELLİKLERİ

İnceleme alanında yüzeyleyenen sarımsı gri ve koyu gri renkli Ponsiyen yaşlı kumlu killi silttaşı, çok gevşek çimentoludur ve elle kolaylıkla ufalanabilir. Dolayısıyla, bu birim mekanik açıdan zemin olarak kabul edilmiş ve jeoteknik özellikleri zemin mekaniği ilkelerine göre yapılan deneylerle belirlenmiştir.

Dane Dağılımı

Kumlu killi silttaşının dane dağılımı, yüzeylemelerden ve açılmakta olan bina temellerinden alınan örnekler üzerinde, elek analizi ve ıslak analiz (hidrometre) yöntemleri uygulanarak yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre kumlu killi silttaşının, maksimum ve minimum dane dağılım % değerleri aşağıda gösterilmiştir;

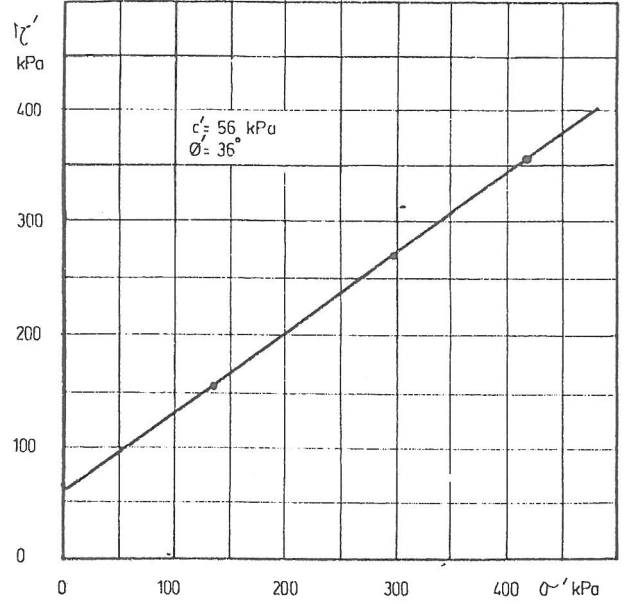
- % 7 - % 13 kum
- % 64 - % 69 silt
- % 23 - % 24 kil.

Bu değerler, Ponsiyen çökellerinin Mississippi Nehri Komisyonu tarafından verilen kum-silt-killeri isimlendirme diyagramına göre (Tarhan, 1989) kumlu killi silt olduğunu göstermektedir.

İndeks Özellikleri

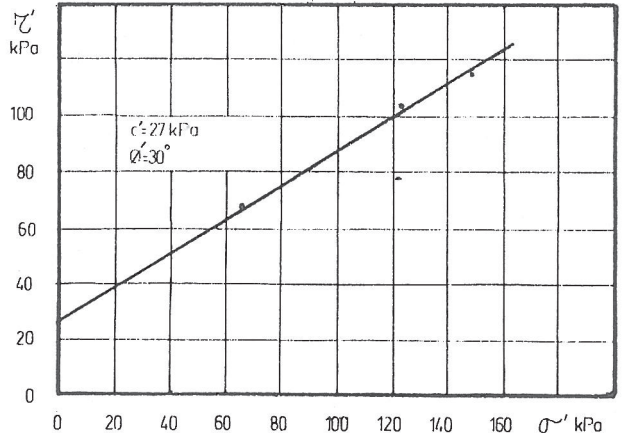
Kumlu killi siltin likit limit, plastik limit, özgül ağırlık, doygun birim hacim ağırlık, kuru birim hacim ağırlık, ve porozite gibi indeks özellikleri, araziden alınan örnekler üzerinde TS-1900 esaslarına göre yapılan deneylerle belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 1.'de verilmiştir.

İndeks Özellikler	Değişim aralığı
Likit limit (%)	43.2-54.9
Plastik limit (%)	21.5-30.3
Özgür ağırlık	2.679-2.688
Doygun birim hacim ağırlık (gr/cm ³)	1.87-1.90



Şekil 3. Koyu gri renkli kumlu killi silte ait kesme kutusu deney sonuçları

Figure 3. Direct shear tests results on dark grey sandy clayey silt



Şekil 4. Sarımsı gri renkli kumlu killi silte ait kesme kutusu deney sonuçları

Figure 4. Direct shear test results on yellowish grey sandy clayey silt

Kuru birim hacim ağırlık (gr/cm³) 1.29-1.43
Porozite (%) 47-53.2

Kumlu killi silt indeks özelliklerine göre Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırmasında "düşük ve yüksek plastisiteli" silt sınıflarında yer almaktadır. Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Kurumu tarafından verilen mühendislik amaçları için zemin tanımlama ve sınıflamalarında kumlu killi, silt, likit limit değerine göre "orta ve yüksek plastisiteli" zemin sınıfında yer alır.

Mekanik Özellikler

Kumlu killi siltin mekanik özelliklerinden kayma direnci parametreleri yani, kohezyon ve kayma direnci açısı, örselenmemiş örnekler üzerinde ASTM 3080'e

Tablo 1 : Kumlu killi siltin indeks özellikleri
Table 1 : Index properties of sandy clayey silt

İndeks Özellikler	Değişim aralığı
Likit limit (%)	43.2-54.9
Plastik limit (%)	21.5-30.3
Özgül ağırlık	2.679-2.688
Doymun birim hacim ağırlık (gr/cm ³)	1.87-1.90
Kuru birim hacim ağırlık (gr/cm ³)	1.29-1.43
Porozite (%)	47-53.2

Tablo 2 : Değişik temel tabanı şekilleri için derinlik , temel genişliği ve temel uzunluğunun fonksiyonu olarak hesaplanan taşıma güçleri

Table 2 : Computed bearing capacities as a function of depth, breadth and length of foundation for different base shapes.

Temel zemini türü	Temel tabanı şekli	Taşıma güçleri (t/m ²)
Sarımsı gri renkli kumlu killi silt	Şerit	81+24.48D _f +12.2B
	Kare	97.2+24.48D _f +9.79B
	Dikdörtgen	((81L-16.2B)+(24.48D _f L)+(12.24BL-2.45B ²)/L
Koyu gri renkli kumlu killi silt	Şerit	268.8+43.52D _f +27.2B
	Kare	322.56+43.52D _f +21.76B
	Dikdörtgen	((268.8L+53.76B)+(43.52D _f L)+(27.2LB-5.44B ²)/L

D_f:temel derinliği B: temel genişliği L:temel uzunluğu

göre yapılan bir dizi kesme kutusu deneyi ile araştırılmıştır. Silindirik örnek alıcılara örnek alımı, örnek alıcının zemine çakılması esnasında, zeminde çatlama meydana geldiğinden mümkün olmamıştır. Bu nedenle, deney örnekleri araziden büyük boyutlu parçalar alınıp, kesme kutusunun iç hacmi boyutunda kesilerek hazırlanmıştır.

Deneyler konsolidasyonlu drenajlı koşullarda ve 0.01 mm/dk kesme hızıyla gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar yardımıyla çizilen grafikler Şekil 3 ve 4'te gösterilmiştir.

Şekil 3 ve 4'teki grafikler incelendiğinde, koyu gri renkli kumlu killi siltin efektif kohezyonu 56 kPa, efektif kayma direnci açısı 36°; sarımsı gri renkli kumlu killi siltin ise efektif kohezyonu 27 kPa, efektif kayma direnci açısı 30° olduğu görülmektedir. Farklı renklerdeki bu birimin dane dağılımları ve indeks özellikleri bir birine çok yakın olmalarına rağmen, efektif kayma direnci parametreleri oldukça farklıdır. Bunun nedeni, kanımızca üzerlerindeki jeolojik yükün farklı oluşudur. Çünkü arazide beraber buldukları kesitlerde yapılan incelemelerde, koyu gri renkli kumlu killi siltin sarımsı gri renkli kumlu killi siltin altında yer aldığı gözlenmektedir.

Taşıma Gücü

Bilindiği gibi, temellerin boyutlandırılması temeli oluşturan zeminin taşıma gücüne göre yapılmaktadır.

Bu nedenle, temel zeminini teşkil eden çok gevşek çimentolu sarımsı gri ve koyu gri renkli kumlu killi siltin taşıma güçleri, yüzeysel (sığ) temeller için ayrı ayrı araştırılmıştır. Taşıma güçlerinin belirlenmesinde Terzaghi eşitliği (Craig 1989) kullanılmıştır. Terzaghi taşıma gücü eşitliğine göre bir temel zeminin taşıma gücünün hesaplanabilmesi için temel zemininin fiziko-mekanik özellikleri yanında temel derinliği, temel tabanı şekli ve boyutları gibi verilere de ihtiyaç vardır. Temel derinliği, temel genişliği ve temel uzunluğu bilinmediğinden, taşıma güçleri bu veriler değişken kabul edilerek değişik temel tabanı şekilleri için ayrı ayrı belirlenmiş ve sonuçlar topluca Tablo 2'de verilmiştir.

SONUÇLAR

Bu çalışmada, Trabzon Belediyesi sınırları içerisinde yer alan 5 km²'lik bir alanın 1/10000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmış ve litostratigrafi esaslarına göre yaşlıdan gence doğru; bazik volkanit (Eosen), kumlu killi silttaşı (Ponsiyen), konglomera-breş (Pliyosen?), deniz sekisi, yamaç molozu ve alüvyon (Kuvaterner) birimleri ayrılanmıştır.

Araştırma konusunu oluşturan kumlu killi silttaşı, genellikle sarımsı gri, yer yer de koyu gri renklerde olup, çok gevşek çimentoludur ve elle kolaylıkla ufalanmaktadır. Bu kumlu killi siltin, Missisipi Nehri Komisyonu'nun kum-silt ve killeri isimlendirme diyagramında "kumlu killi silt"; Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırılmasında ise "düşük ve yüksek plastisiteli zemin", sınıflarında yer aldıkları belirlenmiştir.

Koyu gri renkli kumlu killi siltin efektif kohezyonu, efektif kayma direnci açısı ve taşıma gücünün sarımsı gri renkli olanlarından daha fazla olduğu saptanmıştır.

Kumlu killi siltte temel tipi seçiminin, Tablo 2'de değişik temel tabanı şekilleri için verilen eşitlikler yardımıyla hesaplanacak taşıma gücü değeri göz önüne alınarak yapılmasının uygun olacağı kanısına varılmıştır.

KATKI BELİRTME

Yazarlar, bu araştırmanın genel jeoloji amaçlı arazi çalışması aşamasında yardımlarını gördükleri KTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Sayın Yrd. Doç. Dr. Sadettin KORKMAZ'a teşekkür ederler.

DEĞİNİLEN BELGELER

- ASTM, Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions. D3080-90, 1990.
- Craig, R.F., 1989, Soil Mechanics, Van Nestrand Reinhold, London.
- Dilek, R., 1979, Trabzon-Hopa kıyı şeridinin yeraltısuyu olanakları. KTÜ Genel Yayın No : 99 Trabzon.
- Erol, O., 1952, Trabzon Sekileri hakkında bir not. DTC. Fak. Dergisi, 10, 1-2, Ankara.
- IAEG COMMISSION ON ENGINEERING

- GEOLOGICAL MAPPING., 1981, Rock and Soil Description and Classification for Engineering Geological Mapping. 24. p. 235-274 Aachen/Essen
- Korkmaz, S., Van, A., 1994, Trabzon kıyı bölgesinin Jeolojisi. KTÜ araştırma projesi raporu (Yayınlanmamış). Proje No : 90.112.005.1, 48 s., Trabzon
- Özsayar, T., 1971, Palaontologie und Geologie des Gebietes Östlich Trabzon (Anatolien). Giess. Geol. Schr. H. 1, 138 s., Giessen.
- Özsayar, T., 1977, Karadeniz Kıyı Bölgesindeki Neojen formasyonları ve bunların Mollusk faunasının İncelenmesi. KTÜ yayın no. 79, Trabzon
- Tarhan, F., 1989, Mühendislik Jeolojisi Prensipleri. KTÜ Genel Yayın No : 145, Trabzon
- TS- 1900, İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuar Deneyleri, Ankara, 1987.

KARKHEH (İRAN) BARAJ YERİ VE ÇEVRESİNDE DEFORMASYON BOŞALIMI

The deformation release on Karkheh (Iran) dam site and vicinity.

Adel KHALİLİ
Fethi Ahmet YÜKSEL

Shahrud University, Dept. of Geol., Maydaneh 7 Tir, Box No : 36155-36, Shahrud-İRAN
İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 34580,
İstanbul

Ali Osman ÖNCEL

İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 34580,
İstanbul

ÖZ : Karkheh baraj yeri ve göl alanı İran'ın Gb sında Khuzistan ili sınırları içinde, (48°, 07' - 48°.30') D boylamı ve (32°. 18' - 32°. 38') K enlemleri arasında, Zagros Kenet Kuşağının G inde yer almaktadır. Yapılması düşünülen bu barajın yapım amacı taşkın kontrolü, enerji üretimi ve sulamadır.

Baraj yeri ve çevresinin su tutma öncesi, 1900-1990 zaman aralığında, (46°.00' - 50°.00') D boylamı ve (30°.50' - 34°.50') K enlemleri arasında meydana gelmiş magnitudü $M_s \geq 4.5$ olan depremlerinin b-değerleri (sismotektonik parametre) En Küçük Kareler, Genelleştirilmiş En Küçük Kareler ve Utsu formülleri kullanılarak hesaplandı. b-değerinin zaman içindeki değişimi 10'ar veri kaydırılarak oluşturulan 50'şer adetli 7 pencere için elde edilmiştir. b-değerlerinde 1965 den sonra, bölgedeki, istasyon sayılarındaki artışa bağlı olarak ani bir artış görülmüştür.

Baraj yeri ve çevresinin deformasyon boşalımının hesabı için $\text{Log}D = 5.17 + 1.46 M$ bağıntısı kullanıldı. İnceleme bölgesinde deformasyon boşalımı, 1900-1910 yılları arasında, ani bir artış göstermektedir. Fakat, 1910 yılından sonra nisbeten sakin bir döneme girildiği anlaşılmaktadır. Baraj yerinin güneyinde ise, 1900-1990 yılları arasında, deformasyon boşalımında devamlı belirgin bir artışın olduğu görülmektedir.

ABSTRACT : The area of Karkheh dam and lake which is in the SE of Iran, between the longitude (48°. 07' - 48°.30') E and (32°. 18' - 32°.38') N, in the south of Zagros thrust belt. The aim of this dam which is thought to build is flood control, energy production and irrigation.

The earthquakes with magnitude of $M_s \geq 4.5$ occurring between 1900 and 1990 on the around and place of dam before keeping water are used to compute the b-values for sliding windows of 50 consecutive events using the formulas of Least Square and Generalized Least Square and Utsu. In the studied area, it was recognized that there is a dramatically increase on the computed b-values 1965 due to improvement station coverage after 1965.

For the calculation of deformation release on the place of dam and vicinity the equation $\text{Log}D = 5.17 + 1.46 M$ was used. Deformation release on the studied area shows that there is a dramatic increase for the period between 1900 and 1910. In the south of place of dam, it is seen that there is an obvious increase on the deformation release.

GİRİŞ

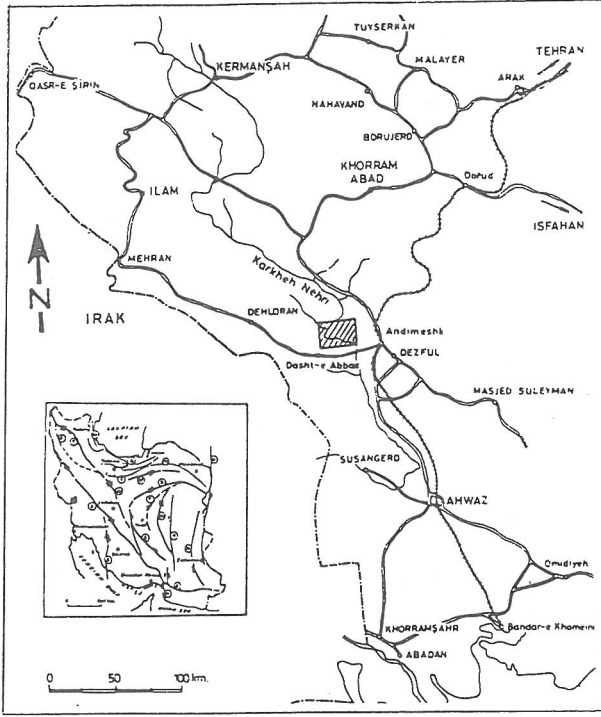
Karkheh Barajı ve göl alanı İran'ın GB'sında Khuzistan ili sınırları içinde Endimeshk ilçesinin yaklaşık 30 km KB4sındadır.

Zagros Kenet Kuşağının (ZKK) G'inde Karkheh nehri üzerinde taşkın kontrolü, enerji üretimi ve sulama amaçlı bir barajın yapımı düşünülmektedir. Karkheh baraj yeri ve göl alanı (48°.07' - 48°.30') D boylamları ve (32°.18' - 32°.38') K enlemleri arasında yer alır ve yaklaşık 209 km² lik bir göl alanına ve 42, 100 km² gibi geniş bir drenaj alanına sahiptir. Barajın siltasyon ömrü yaklaşık 150 yıldır (Şekil 1).

Bu çalışmada Karkheh baraj yeri ve çevresinde 1900-1990 yılları arasında (46°.00' - 50°.00') D boylamları ve (30°.50' - 34°.50') K enlemleri arasında meydana

gelmiş ve magnitudü $M \geq 4.5$ olan depremler ele alınmıştır.

Bu çalışmanın iki amacı vardır. Birinci amaç, Karkheh baraj yeri ve çevresinde 1900-1990 yılları arasında oluşan depremlerin b değerlerinin (sismotektonik parametre) zaman içindeki değişimini incelemek ikinci amaç ise, söz konusu olan inceleme alanında deformasyon boşalımını hesaplamaktır. Karkheh Baraj yeri ve çevresinin deprem etkinliği, jeolojisi, tektoniği ve sismotektoniği Benisadr (1969), Canitez (1969), Falkon (1969), Nowroozi (1971, 1972), Ambraseys ve Moinfar (1973), Berberian (1973 ye 1976), Berberian ve Tchalenko (1975), Berberian ve King (1981), Eyidoğan (1983), Keypour (1992), Khalili ve Yüksel (1993) ve Yüksel ve Khalili (1993) gibi bir çok araştırmacı tarafından incelenmiştir.



Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.
Figure 1. Location map of the study area.

BÖLGESEL JEOLJİ ve SİSMOTEKTONİK

Zagros Kenet Kuşağı, Arap ve İran levhalarının çarpıştığı, Alp Himalaya Orojenik kuşağı üzerinde yer alır. Karkheh nehir havzası Zagros sıradağları, Zagros bindirme zonu ve Kıvrımlı Zagros bölgesi içindedir. Zagrosun en yüksek kesimlerini meydana getiren ve yüksek Zagros adını alan bu zonundaki Mesozoyik yaşlı birimler GB ya doğru itilmiştir. Zagros Bindirme Kuşağı rabistan kıtasının İran platformu altına dalması ile gelişmiştir. Bu bindirme zonu bir birine paralel ve yer yer de üst üste gelen iki ana fay şeklindedir.

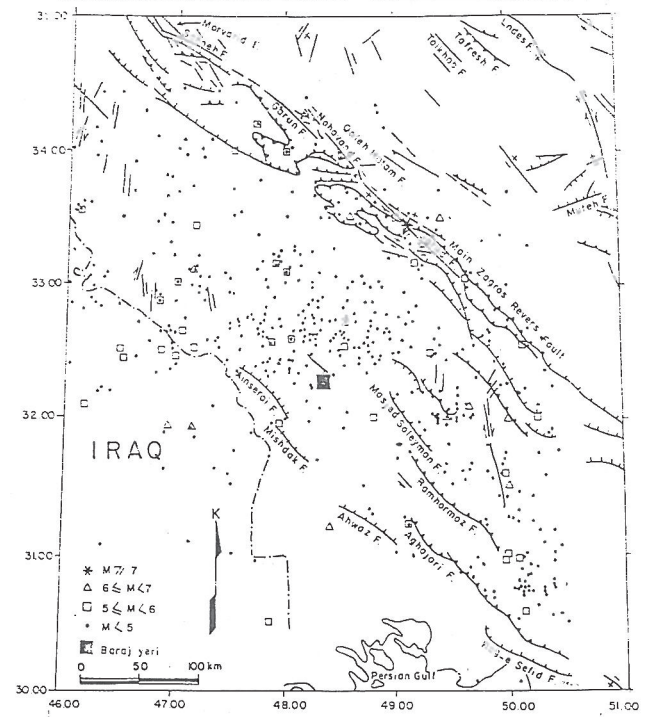
Kıvrımlı Zagros bölgesi ise İran'ın Gb sında; çok basit bir jeolojik yapıya sahip olmakla beraber bir dizi KB-GD gidişli antiklinal yapıları sunmaktadır. Alp orojenezinin sonlarına doğru kıvrımlanan bu zonu 10.000 m den fazla bir kalınlıkla, karbonatlarla mammlar oluşturmaktadır.

Baraj yeri ve rezervuar alanındaki en yaşlı birim Tersiyer sisteminin Alt Miyosen yaşlı Gachsaran formasyonudur. Bu birim üzerine Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Aghajari formasyonu konkordan olarak gelmiştir. Önceki araştırmalarda Aghajari formasyonunun Lahbari üyesi olarak değerlendirilen Lahbari formasyonu ise inceleme alanında olduğu gibi inceleme alanı dışında da hemen her yerde Aghajari formasyonu ile tedrici geçişlidir. İnceleme alanında yaygın mostra veren Pliyosen - Pleyistosen yaşlı Bakhtiyari formasyonu Lahbari formasyonu üzerinde diskordanslıdır. Bölgede, bu birimler dışında nehir taraçaları, alüvyon birikintileri ve yamaç molozları gibi genç kuvaterner çökelleri

Lahbari formasyonu ve/veya Bahtiyari formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelmiştir (Khalili, 1993).

Baraj yeri ve göl alanı Kıvrımlı Zagros Kuşağının GB sında bulunmaktadır. Bu kuşağın k inde, sismik olarak en aktif bölge olan Zagros fay zonu yer almaktadır. Bölgenin ve İran'ın en büyük fay zonu özelliğine sahip olan Zagros itilmesi veya bindirmesi KB-GD doğrultusunda Minab'dan Merivan'a kadar 1350 km uzunluğunda olup, genelde yüksek açılı, ters fay şeklinde olmasına rağmen yer yer düşey bir fay niteliği taşımaktadır. Zagros itilmesi veya bindirmesi olarak da adlandırılan fay KB-GD doğrultusu ile birçok faydan oluşan fay deeti şeklindedir. K bloğunun G bloku üzerine bindirmesini sağlayan fay demeti aynı zamanda sağ yönlü doğrultu atımlı fay özelliğine de sahiptir (Nabavi, 1976).

Bölgenin literatüre geçiş önemli ve etkin fayları KD dan GB'ya sırasıyla; Zagros ve Zagros Ana Güncel Fay deeti (ZAGF; Dorud, Qaleh Hatam, Nahavand, Garun, Sahneh, Morvarid fayı) ile Masjed Soleyman, Ram Hormoz, Aghajari, Ainserai, Mishdask ve Ahwaz faylarıdır (Şekil 2).



Şekil 2. İnceleme alanının Sismotektonik Haritası (Berberian (1976) dan yararlanılmıştır.)

Figure 2. Sismotektonik map of the study area (Modified from Berberian, 1976).

Zagros Ana Güncel Fayı Orta İran'ın Gb kısmı ve Zagros kıvrım Kuşağının Kd sında bulunmaktadır. Kuvaterner yaşlı olan bu fay kuşağı irili ufaklı bir çok fay parçası halindedir. Bu fay genelde yanal atımlı sağ yönlü en echolen (basamaklı) bir fay demeti şeklindedir. GD dan KB ya doğru bu zon boyunca

gözlenen faylar ve depremler aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Dorud fayı ZAGF'nın bir parçasıdır. 23 Ocak 1909 da magnitudü $M = 7.4$ olan Silakhor yıkıcı depremiyle yeniden aktif hale geçen bu fay, $K315^\circ$ doğrultuda düz bir çizgisellik sunar. Uzunluğu, yaklaşık, 100 km kadar olan fayın izi Gd da bir çok nehre yataklık eder. Ayrıca, Gahr nehri üzerinde bulunan İrene gölü, 1889 dan önce meydana gelen büyük bir depremlerle oluşan heyalının nehri tıkanmasıyla oluşmuştur. Dorud fayında düşey yer değiştirmeler 1 m ile birkaç m arasında değişmektedir.

Dorud fayı KB da Borujed yakınlarında izlenemez. Ancak, $K350^\circ$ gidişli başka bir fay kırığı izlenir. Qaleh Hatem fayı olarak tanımlanan bu fay yaklaşık K-G gidişlidir. Fayın D blokunda en az 10 m yerdeğiştirme gözlenir. 1909 Silakhor depreminden sonra, Dorud'un GD sında ZAGF üzerinde, magnitudü 5.0 den büyük 1958 ve 1963'de oluşan iki deprem Dorud fayının aktivitesinin devam ettiğini gösterir (Berberian, 1976).

ZAGF'nın diğer bir parçası olan Nahavand fayı, $K320^\circ$ doğrultusunda Burujerdin'in B sından başlar ve Gusheh yönünde uzanır. Fayın toplam uzunluğu, yaklaşık 55 km dir. Doğrultusu Dorud fayının doğrultusuyla ($K315^\circ$) heen hemen aynıdır. Fakat, fay izi KD ya doğru yaklaşık 3 km yerdeğiştirir. Dorud fayı ile Nahavand fayını Qaleh Hatam fayı bir birinden ayırmaktadır.

ZAGF'nın bir parçası olan Garun fayı GB ya doğru Nahavand fayına paralel olarak, yaklaşık 10 km uzunluğundadır. Gilabad ve Kirdian civarında alüvyon vadileri boyunca fay gidişinde çatallanmalar görülür. 16 Ağustos 1958 Nahavand depreminde bu kesim yeniden aktif hale geçmiştir. Gilabad parçası $K305^\circ$ doğrultusunda olup, Nahavand ve Garun fayları arasında bulunur.

Aghajari fayı Zagros Ana Kıvrım Kuşağının K inde bir bindirme fayıdır. KB-GD gidişli olan fayın uzunluğu yaklaşık 150 km dir (I.O.O.C., 1972).

1909 Dorud (Silakhor) depremin magnitudü 7.4 ve can kaybı ise 5000-6000 arasındadır. Bu depremde 130 köy hasar görmüş ve en az 3000 km² lik bir alan harabeye çevrilmiştir. Yaklaşık 40 k uzunluğunda bir fay kırığı oluşturan depremin artçı şokları altı ay devam etmiştir. Bu deprem aynı zamanda topoğrafyada önemli morfolojik değişimlere de neden olmuştur. Bu depremlerle ilgili Tchalenko ve Braud (1974), Gidon v.d. (1974) ve Shtelling (1910) önemli çalışmalar yapmıştır.

1958 Garun Depremi ve deprem fayı; Borujerd ve Nahavand'ın KB sında yer alan Garun Kuvaterner fayının 16.08.1958 Nahavand (Firuzabad) depremi esnasında yeniden aktif hale geçmesi sonucu oluşmuştur.

İnceleme bölgesinin kırıkları ile deprem dışı merkez dağılımları arasındaki ilişki Şekil 2 de gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi, fay segmentleri ile deprem episantırları arasında büyük bir uyululuk ilk bakışta göze çarpmaktadır. Fakat, baraj yeri ve göl

alanının hemen K-KD ve KB sında önemli fay segmentlerinin gözlenmemesine rağmen, oldukça yoğun deprem episantırlarının kümelenmesi dikkati çekmektedir. Oysa, deprem episantır kümelenmelerinin, genellikle, bariz kırık ve fay zonları etrafında yoğunlaşmakta olduğu bilinmektedir.

Zagros çöküntü havzasının K sınırını oluşturan ve deprem episantırlarının kümelenmediği bu bölgede oldukça kalın bir çökel istifinin varlığı bilinmektedir. Bu kalın istifden dolayı bölgede olası kırıklar muhtemelen yüzeylenememiştir ve/veya olası kırıkların önemli yüzey etkileri olmadığından, bölgede yanal ve düşey olarak sık değişen benzer litolojilerin varlığı ile hızlı aşınmanın etkisi, yerel kırık belirtilerinin tamamen kaybolmasına neden olmuştur.

MAGNİTÜD-FREKANS İLİŞKİSİ ve b DEĞERLERİNİN ZAMANLA DEĞİŞİMİ

Magnitud-Frekans ilişkisi deprem istatistiklerinin temel bağıntılarından birisidir. Özellikle mühendislik sismolojisinde Magnitud-Frekans ilişkisi sismik risk tahminlerinde kullanılmaktadır.

Karkheh baraj yeri ve çevresinde b-değerlerinin hesaplanmasında 1900-1990 yılları arasında magnitudü $M_s \geq 4.5$ olan ve ($46^\circ.00' - 50^\circ.00'$) D boylamları ve ($30^\circ.50' - 34^\circ.50'$) K enlemleri arasında meydana gelmiş depremler ele alınmıştır. b-değerinin zaman içindeki değişimi 10 ar veri kayıtlarıyla oluşturulan 50'şer adetli 7 pencere için elde edilmiştir. (Hirata, 1989; Öncel. vd., 1994).

Bir sismotektonik parametre olan b-değerinin hesaplanmasında En Küçük Kareler, Genelleştirilmiş En Küçük Kareler ve Utsu yöntemi kullanılmıştır (Gutenberg ve Richter, 1941, 1942, 1944; Utsu, 1964, 1971; Prochazkova, 1970, 1973), (Tablo 1), (Şekil 3).

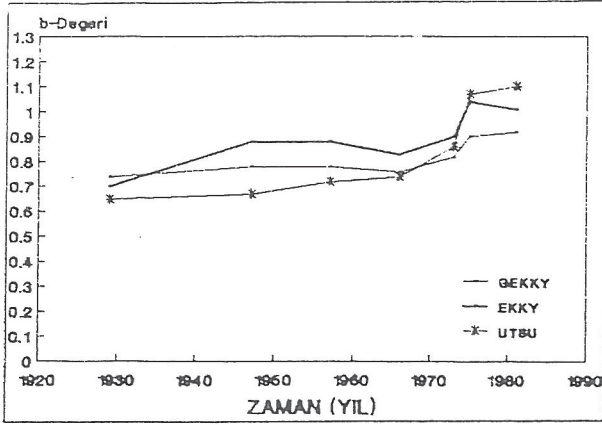
Tablo 1. EKKY, GEKKY ve Utsu yöntemine göre hesaplanmış b-değerleri.

Table 1. The b-values calculated with respect to method of Least Square, Generalized Least Square and Utsu.

Yıl	EKKY		GEKKY		UTSU
	a	b	a	b	b
1900-1958	3.07	0.70	3.30	0.74	0.65
1929-1965	4.20	0.88	3.67	0.78	0.67
1938-1976	4.16	0.83	3.68	0.78	0.72
1951-1980	4.03	0.83	3.65	0.76	0.74
1958-1987	4.30	0.90	3.89	0.82	0.86
1962-1988	5.01	1.04	4.32	0.90	1.07
1972-1990	4.92	1.01	4.51	0.92	1.10

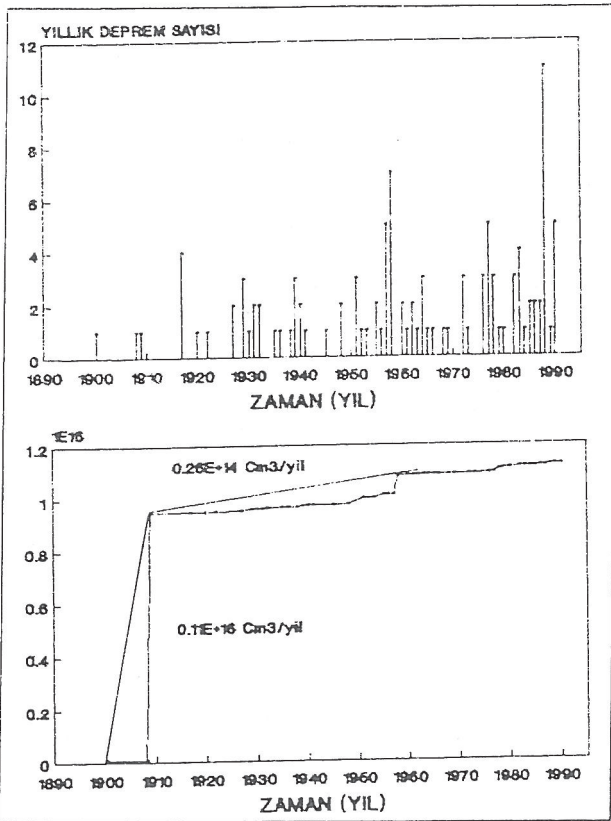
KARKHEH ve ÇEVRESİNDE DEFORMASYON BOŞALIMI

Deprem esnasında boşalan enerjinin bir kısmı odak çevresinde ısı haline dönüşür, bir kısmı ise sismik dalgalar şeklinde arz içinde yayılır. Büyük ve küçük depremler arasındaki esas fark birim hacme isabet eden deformasyon durumunda değil, gerilme birikiminin söz



Şekil 3. Karkheh Baraj yeri ve çevresinde b-değerlerinin zamanla değişimi.
 Figure 3. Temporal variations of the b-value on the place of Karkheh dam and vicinity.

konusu olduğu hacimlerde (Richter, 1958; Benioff, 1951; Bath ve Duda, 1964; Alptekin, 1978).

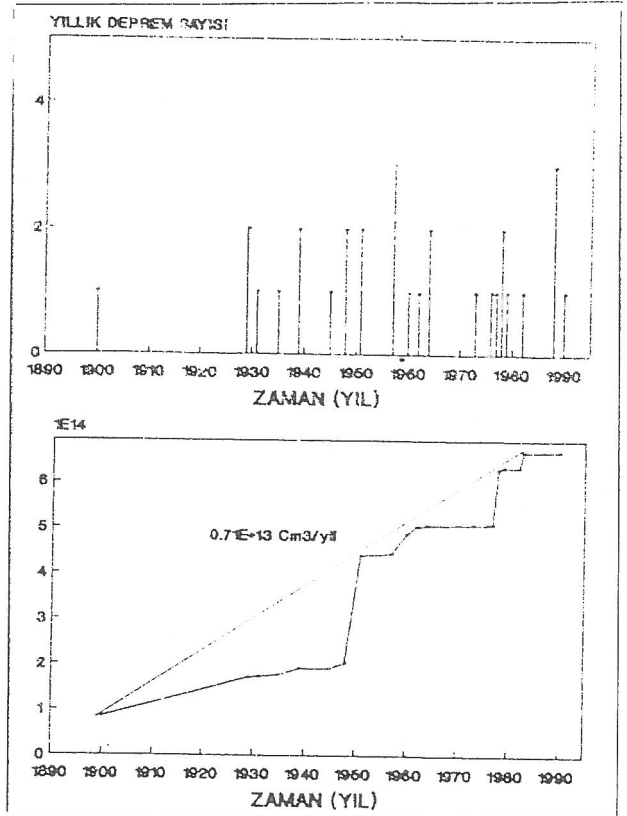


Şekil 4. Karkheh baraj yeri ve çevresinde 1900-1990 yılları arasında deformasyon boşalımı ve yıllık deprem oluşum sayısı.
 Figure 4. Deformation release for the period between 1900 and 1990 and earthquake occurrence number for years on the place of Karkheh and vicinity.

Toplam deformasyon D (cm^3) aşağıdaki bağıntıyla magnitüden hesaplanır (Bath ve Duda, 1964). Bu bağıntıda Deformasyon D ve Magnitüd M ile gösterilmiştir.

İnceleme bölgesinde 1900-1990 yılları arasında oluşan Magnitüdü $M \geq 4.5$ olan depremler oluş zamanlarına göre sınıflandırıldılar. Sonra deprem oluş frekansları belirlendi. Bağıntı (1) yardımıyla bölgenin kümülatif deformasyonları hesaplanarak zamanın bir fonksiyonu olarak grafiklendi (Şekil 4 5).

İnceleme bölgesinin deformasyon boşalımı 1900-1910 yılları arasında aniden yükselmekte, $d\sum D/dt = 0.11 \times 10^{16} \text{ cm}^3/\text{yil}$, ve 1910 yılından sonra düzgün ve yavaş bir artış, $d\sum D/dt = 0.26 \times 10^{14} \text{ cm}^3/\text{yil}$, göstermektedir (Şekil 4). Fakat baraj yerinin güneyinde 1900-1990 yılları arasında deformasyon boşalımında devamlı bir artış, $d\sum D/dt = 0.71 \times 10^{13} \text{ cm}^3/\text{yil}$, izlenmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Karkheh barajı güneyinde 1900-1990 yılları arasında deformasyon boşalımı ve yıllık deprem oluşum sayısı.
 Figure 5. Deformation release and earthquake occurrence number for the period between 1900 and 1990 in the south Karkheh.

SONUÇ

Karkheh baraj yeri ve çevresinde önemli aktif faylar mevcut olup, bu faylar büyük can ve mal kaybına yol açan önemli depremlerle oluşmuşlardır. Bölgede b-

değerleri onar yıllık aralıklarla hesaplanmış ve 1965 yılları arasında ani bir değişimin olduğu görülmüştür. Bunu 1940 dan sonra, bölgedeki, istasyon sayılarındaki artışa bağlı olarak ani bir yükselme görülmüştür. Bu durum, son yıllarda artan deprem faaliyeti ve art sarsıntılarının etkisi ile 1910 arasında ani bir artış görülmektedir. Bu dönemde büyük faylanmalara yol açan depremler olmuştur. Baraj yerinin güneyinde ise deformasyon boşalımı 1900-1990 arasında zamanla devamlı bir artış göstermektedir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Alptekin, Ö., 1973, Türkiye ve Çevresindeki Depremlerde Manyitüd frekans Bağlılıkları ve Deformasyon Boşalımı : KTÜ, Yerbilimleri Fak. Doç. Tez., 107 s., Trabzon.
- Ambraseys, N. N., Moinfar, A., 1973. The Seismicity of İran-The Silahkar (Lurestan) Earthquake of 23rd January 1909. *An : di Geofis.*, vol. 26, no. 4, p. 659-678.
- Bath, M., Duda, S. J., 1964, Earthquake Volume, Fault Plane Area, Seismic Energy, Strain, Deformation and Related Quantities : *Annali di Geofisica*, 17, 353-368.
- Benioff, H., 1951, Earthquakes and Rock Creep, Part I : Creep characteristics of rocks and origin of aftershocks : *Bull. Seism. Soc. Am.* 41, 31-62.
- Banisadr, M., 1969, The Seismicity of İran (1900-1969) : D.I.C. Thesis, Imperial College, London and Tech. Research Standard Bur., Plan Org., vol. 1, 1971.
- Berberian, M., 1973, A Brief Explanatory Note on Preliminary Map Epicentres and Focal Depths of İran (Based on the Tectonic Map) : *Geol. Surv. Iran, Seismotectonic Group, Int. Rep.*, no.20,33p.
- Berberian, M., Tchalenko, J.S., 1975, On the Tectonics and Seismicity of the Zagros Active Folded Belt : *Geodynamics of South-West Asia, Tehran Symp.*, 8-15 Sep., *Geol. Surv. Iran (Abst.)*.
- Berberian, M., 1976, Contribution to the Seismotectonics of İran (Part II) : Ministry of Industry and Mines Geological Survey of İran, Tectonic and Seismotectonic section, Geological Survey of İran, Report No. 39, 516 page.
- Berberian, M., King, C. P., 1981, Towards A Paleogeography and Tectonic Evolution of İran : *Canadian Jour. of Earth Sci.* vol. 18, no. 2.
- Canitez, N., 1969, The Focal Mechanisms in Iran and Their Relations to Tectonics : *Pure Appl. Geoph.*, vol. 75, no. IV, p. 76-87.
- Eyidoğan, H., 1983, Bitlis-Zagros Bindirme ve Kıvrımlı Kuşağının Sismotektonik Özellikleri : İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Doktora Tezi, 111 s, İstanbul.
- Falcon, N. L., 1969, The Geology of northeast margin of the Arabian Basement Shield : *Adv. Sci.*, vol. 24, no. 119, p. 31-42.
- Gidon, Berthier, Billiault, Halbronn, Maurizot, 1974, Sur Le Caracteres et L'ampleur du Coulissement de la Main Fault Dans La Region de Borujerd - Dorud, Zagros Oriental, İran : *C. R. Acad. Sc.*, Paris, Ser. D., 278, p. 701-704.
- Gutenberg, B., Richter C.F., 1941, Seismicity of the Earth : *Geol. Soc. Am. Spec. Paper No. 34*, 1-131.
- Gutenberg, B., Richter, C.F., 1942, Earthquake Magnitude, Intensity, Energy and Acceleration : *Bulletin of Seismological Society of America*, vol. 32, no. 3.
- Gutenberg, B., Richter, C.F., 1944, Seismicity of the Earth and Related Phenomena : 2 nd. ed., Princeton University Press, Princeton, N.J.
- Hirata, T., 1989, A Correlation Between the b Value and the Fractal Dimension of Earthquake *Jour. of Geophy. Res.* V. 94, No. B6, pp 7507-7514.
- İranian Oil Operating Companies (IOOC), 1972, Geological Maps of Zagros Belt. Series 1:250.000 and 1:100.000, Tehran.
- Keypour, H., 1992, Seismic Risk Analysis of İran : B. U. Kandilli Observatory and Earthquake Research İnstitute Department of Earthquake Eng. Unpublished MSc. Thesis, İstanbul.
- Khalili, A., 1993, Karkheh Baraj Yerinin Mühendislik Jeolojisi ve Göl alanı Yamaçlarının Duraylılığı : İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yayınlanmamış Doktora Tezi, 114 s, İstanbul.
- Khalili, A., Yüksel, F.A., 1993, Karkheh (İran) Baraj Yeri ve Çevresinin Deprem etkinliği ve sismotektoniği : C.Ü. Müh. Fak. Dergisi, Seri, A-Yerbilimleri (Baskıda).
- Nabavi, M.H., 1976, Dibaçe-i ber Zemin şenasi-ye İran : Geological survey of İran Publications.
- Nowroozi, A. A., 1971, Seismo-Tectonics of the Persian Plateau, Eastern Turkey, Caucasus and Hindu-Kush Regions : *Bull.*
- Nowroozi, A. A., 1972, Focal Mechanism of Earthquakes in Persia, Turkey, West Pakistan, and Afganistan and Plate Tectonics of Middle East : *Bull. Seism. Soc. Am.* 62, 823-341.
- Nowroozi, A.A., 1972, Focal Mechanism of Earthquakes in Persia, Turkey West Pakistan, and Afganistan and Plate Tectonics of Middle East : *Bull. Seism. Soc. Am.* 62, 823-850.
- Öncel, A. O., Main, I., Alptekin, Ö., 1994, Temporal variations in Fractal Properties of Seismicity in the Northern Anatolian Fault Zone : 1st Turkish International Symposium on Deformations, September 5-9, İstanbul, Turkey.
- Prochazkova, D., 1970, Analysis of Methods of Calculating the Magnitude-frequency Relation : *Geofysikalni Sbornik*, 18, 229-256.
- Prochazkova, D., 1973, The Relationship Between the Parameters of the Magnituded-frequency Relation : *Geofysikalni Sbornik*, 21, 227-230.
- Richter, C.F., 1958, Elementary Seismology, : W.H. Freeman and Co., San Francisco, 768 p.
- Shtelling, E., 1910, Data on the Earthquake in Persia on

- the 10/23 January 1909; Comptes Rend. Comm. Sism. Perm. Acad. Imp. Sei., vol. 3, no. 3, p. 32-36, St. Petersburg.
- Tchalenko, J.S., Braud, J., 1974, Seismicity and Structure of the Zagros (İran) : The Main Recent Fault Between 33° and 35° N : Phil. Trans. Roy. Soc., London, 277 (1262), p. 1-25.
- Utsu, T., 1964, On the Statistical Formula Showing the Magnitude-frequency Relation of Earthquakes : Quart. J. Of Seism., 28, 79.
- Utsu, T., 1971, Aftershocks and Earthquake Statistics (III), Analyses of the Distribution of Earthquakes in Magnitude, Time, and Space with Special Consideration to Clustering Characteristics of Earthquake Occurrence (1) : Jour. Hokkaido Univ. Fac. Sci. Geophysics Series 7, V. 3, No. 5, 379-441.
- Yüksel, F. A., Khalili, A., 1993, Karkheh (İran) Baraj Yeri ve Göl Alanının Deprem Risk Analizi : Deprem Araştırma Bülteni, 66, 67-89.
- [ISC] International Seismological Center, England. (1964-1990).
- [NOAA] National Organization of Atmospheric Administration.

İSTANBUL BATISINDAKİ KAYA BİRİMLERİNİN DOĞAL VE KIRMA TAŞ OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Use of rock units as natural and crushed aggregates in areas to the west of İstanbul

Süleyman DALGIÇ
Ali Malik GÖZÜBOL

İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İstanbul
İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İstanbul

ÖZ : İstanbul'un batı yakasındaki kaya birimleri içerisinde işletilen 56 taş ocağı ve 68 kum-çakıl ocağı bulunmaktadır. Taş ocaklarının büyük çoğunluğu, Çatalca graniti, Trakya formasyonu, Cebeciköy kireçtaşı ve Kırklareli formasyonu içerisinde yer almaktadır. Bölgede bulunan diğer kaya birimlerinin ise litolojik, fiziksel ve mekanik özellikleri uygun olmadığından ya da yoğun yerleşim alanları içerisinde kaldıklarından taş ocağı olarak kullanım olanakları kalmamıştır.

Çatalca granitleri doğal taş ve kırma taş (beton agregası) olarak kullanılacak alanlarda fiziksel ve mekanik özellikleri bakımından uygun değerler göstermektedir. Fakat, petrografik özellikleri bakımından dezavantajları bulunmaktadır.

Trakya formasyonunun ayrışmamış ve kumtaşı düzeylerinin yoğunlukta olduğu kesimlerde doğal taş ve kırma taşların fiziksel ve mekanik özellikleri, organik madde ve silt-kil bulundurmaması, hacimsel katsayı değerleri yapı gereci olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Aynı, konum Trakya formasyonun Cebeciköy kireçtaşı üyesi içinde geçerlidir.

Kırklareli formasyonun resifal kireçtaşlarının killi kireçtaşı, marn ve kiltası ardalanmalarının bulunduğu kesimlerde kalitesi düşmektedir. Ayrıca, dona dayanıklılık değerinin yüksek oluşu ve organik madde kapsamı sorunu bulunmaktadır. Kırklareli formasyonu içerisindeki killi kireçtaşı ve marn birimlerinin yoğunlukta olduğu kesimlerde ise kil ve silt miktarının fazlalığı, hacimsel katsayı değerinin düşük oluşu, ufalanması, don olayından etkilenmesi problemleri söz konusudur.

ABSTRACT : *There are 56 quarries and 68 sand-gravel pits within rock units to the west of İstanbul. The majority of the quarries lie within the Çatalca granite, Trakya formation, Cebeciköy limestone and Kırklareli formation. There is no possibility of use of the other rock units of the region as quarries either these are not suitable lithologically, physically and mechanically or due to heavy population.*

The Çatalca granites show suitable values in terms of their physical and mechanical properties. However, these have disadvantages in terms of their petrographical characteristic.

In places where the Trakya formation is not weathered and dominated by sandstones, physical and mechanical properties of the natural and crushed aggregates, non-existence of organic matter and silt-clay, volumetric coefficient values all indicate that they can be used as building materials. This is also valid for Cebeciköy limestone member of the Trakya formation.

Quality of the Kırklareli formation decreases substantially in places where reefal limestones, clayey limestone, marl and clay alterations exist. Furthermore, there is also a problem of high freezing strength value and presence of organic matter. In those areas where the Kırklareli formation is dominated by clayey limestone and marl, on the other hand, there are problems of high concentration of clay and silt, low volume coefficient value, grinding and being affected from freezing.

GİRİŞ

İstanbul'un Avrupa yakasında, yapı gereci olarak kullanılan veya kullanılacak olan kaya birimlerinin jeoteknik özelliklerini belirlemek amacıyla, doğuda İstanbul boğazı, kuzeyde Karadeniz, batıda Kemerburgaz, Çatalca, Büyükçekmece ve güneyde Marmara denizi ile sınırlanan bölgede araştırmalar yapılmıştır. İncelemede, bölgede yapılmış jeolojik çalışmalar ile İstanbul'un Avrupa yakasında bulunan yapı malzemesi ocakları İl Özel İdare Müdürlüğü verilerine göre değerlendirilmiştir. Sonraki aşamalarda, yapı gereci olarak kullanılan, altı farklı taş ocağından örnekler alınarak

petrografik ve TSE 699, TSE 706, TSE 707, TSE 2028 standartlarına bağlı kalarak jeoteknik özellikleri saptanmıştır. Elde edilen bu veriler de doğal taş ve beton agregası olma yönünden değerlendirilmiştir.

JEOLOJİ

İstanbul'un batı yakasının büyük bir kısmı Paleozoyik istif ile kaplıdır. Kuzeyde sınırlı bir alanda Kre-tase'ye ait volkanik kayalar ve batıda Tersiyer'e ait sedimenter kaya toplulukları bulunmaktadır (Şekil 1 ve 2).

Bu kaya toplulukları içerisinde, İstanbul'un batısında yaygın olarak yapı gereci olarak kullanılan