

MADENCILIK VE JEOLoji

Jeoiog Turgut T. ÖZPAR

İçinde bulunduğumuz devri karakterize eden en mühim husus, şüphesiz ki, teknik gelişmenin bu gün vasıl olduğu ileri merhalesidir. Onbin metre derinlikteki okyanus diplerine mekanik sondaj yapılmasından, fezaya atılan roketlere kadar fizik, kimya, tıp ve bilhassa mühendislik alanlarında yapılan ileri hamleler, daha yakın zamanlara kadar insan idrak ve tasavvurunun dışında kalan hayallerdir. İlerlemenin sürati ve kazanılan başarıların vüsati karşısında, ilk zamanlar büyük bir şaşkınlık ve hayrete düşen insanlık, bu gün artık birbiri arkasına fezaya atılan peyklere alışkan gözlerle bakmakta ve bu başarıları adeta küçümsemektedir.

Teknik alandaki bu süratli ilerlemenin, bütün ilimlerin müşterek çalışmalarıyla vukua geldiği şüphesizdir. Fakat acaba, bu ilimler arasında bir priorite gözetmek, ve dolayısıyla, başarının daha büyük yükünü ve tabii olarak şerefini, bir ilim koluna maletmek mümkün olabiliyor mu? Böyle bir sual hiç şüphesiz varittir ve bu mesele, muhtelif ilimleri temsil eden kimseler arasında münakaşalara sebep olmaktadır. Müsbet bir neticeye varması çok şüpheli olan böyle bir polemige girmeyi, biz hiç arzu etmemekle beraber, şahsi kanaatimiz olarak belirtmek isteriz ki, medeniyetin bu gün ulaşmış olduğu şayanı hayret merhale, daha ziyade mühendislik çalışmalarının bir eseridir. Bu eserin gerçekleşebilmesinde, madencilik mevzuunda kaydedilen terakkileri ve maden mühendisliği

sahasında yapılan gayretli çalışmaları ilk plânda göz önüne almak icap eder.

Filhakika yüksek ısı ve basınçlara mukavemet edecek metallerin keşfi ve işletilmesi, yeni halitaların yapılması, kuvvetli yakıtların bulunması, uranyum, kömür, petrol ve diğer klâsik madenlerin devamlı işletilmesi ve teknik çalışmalara arzedilmesi, maden mühendisliğinin çalışmaları sayesinde mümkün olabilmektedir. Görülüyor ki, zamanımızda teknik sahada kaydedilen inkişafın başlıca unsuru çeşitli yeraltı servetleridir. Ve ancak zengin maden yataklarının keşfi ve büyük miktarlarda istihsali ile bu günkü neticeye varılmış olmaktadır.

Madencilik mevzuunda yapılan çalışmaları, başlıca iki safhaya ayırarak incelemek icap eder. 1 — Herhangi bir madenin prospeksiyonu, keşfi, yatakların imtidadı, rezerv ve kalitesinin tesbit edilmesi gibi hususları ihtiva eden ilk safha. 2 — Bulunmuş ve her türlü etüd ve plânları yapılmış, istihsale elverişli, rantabl yatakların işletilmesi, işletmeye müteallik proje ve rantabilite hesaplarının yapılması, ocakların mekanik teşhizi ve nezaret işlerini içine alan, ikinci safha. Arzulanan bu iki safha, madencilik çalışmalarında birbirini tamamlar ve daima birinci safha diğerine tekaddüm eder. Başka bir ifade ile, prospeksiyonu ve ilk etütleri yapılmamış, dolayısıyla kıymeti henüz belli olmamış bir maden yatağının, ekonomik bir şekilde işletilmesine ve bu çalışmalardan müsbet bir netice alınmasına imkân yoktur. Her iki saf-

hası da maden mevzuu ile direkt olarak alâkalı oları bu çalışmaların ilki, jeoloji ilminin sınırları içine girmekte, ikinci kısmı ise maden mühendisleri tarafından tatbik olunmaktadır. Bu bakımdan madencilik mevzuunda, jeoloji ilminin ehemmiyeti oldukça büyüktür. Zira her hangi bir maden yatağının aranması ve bulunduğu takdirde kalite ve kantite bakımından işletmeye elverişli olup olmadığının tesbiti, işletmeye elverişli olduğu takdirde gerekli bilgilerin toplanması ve işletmecilere verilmesi, tamamen jeolojik çalışmalara bağlı hususlardır.

Muhtelif madenlere karşı olan ihtiyaç ve talep, bütün dünyada görülmemiş bir hızla gelişmektedir. Yapılan hesaplara göre, 20. yüzyılın ilk senesinden 1940 yılına kadar geçen devre esnasında sarfolunan maden miktarı, ilk insanlardan bu güne kadar yapılan toplam sarfiyatın çok üstündedir. Bu muazzam sarfiyata bütün maden rezervleri, yapılan en iyi hesaplara nazaran, dünya ihtiyacını ancak 50-100 sene için karşılayabileceklerdir. Dünya maden ihtiyatının süratle azalmasına mukabil, tekniğin baş döndürücü bir hızla gelişmesi, maden ocaklarının tam randımanla çalıştırılmasını icap ettirmektedir. Dolayısıyla yeni maden rezervlerinin bulunması ve dünya istihlakini tatmine arz edilmesi, zamanımızın en mühim bir problemi olarak ortaya çıkmaktadır. Malum olduğu üzere, maden arama ve işletme endüstrisi çok büyük riskleri göze almayı icap ettiren bir mevzuudur. Bu riski mümkün olduğu kadar azaltabilmek için, jeologun maden mühendisine yardımcı olması ve en yeni jeoloji metodlarını tatbik ederek, yatağın istihsal gücü hakkında emniyetli bilgiler vermesi şarttır. Dünya maden sarfiyatının delicesine artması, buna mukabil bilinen ihtiyatların süratle erimesi, maden prospeksiyonlarında yeni, modern ve sıhhatli jeolojik usullerin keşfine ve tatbikine sebebiyet vermiştir. Yakın zamanlara kadar, maden arama faaliyetleri sadece tesadüflere bağlı olarak inkişaf etmiştir. Yeryüzünde aflöre eden ve kafa tabir edilen cevher mostralarını işlemek suretiyle,

esasen çok cüzi olan ihtiyaç ve talepler zamanında karşılanabilmişti. Ancak bu türlü görünür yataklar, artık tamamen tükenmiştir. Buna mukabil, arzın derinliklerinde bulunan meçhul ve çok muhtemelen muazzam rezervler teşkil eden yataklara henüz insan eli ve aleti inememiştir. Önümüzdeki yüz sene içinde, bu madenleri işletmeye geçirmek mümkün olmadığı takdirde, dünyamızın maddensiz kalması ve dolayısıyla bütün çalışmaların birdenbire durması bir hayal değildir.

Maden aramalarında ve bulunan madenlerin kıymetlendirilmesinde, bu gün tatbik olunan başlıca metodlar jeolojik, jeofizik, jeoşimik prensiplere istinat etmektedir. Saha laboratuvar çalışmalarında, bazan bu metodlardan birisine veya bir kaçma birden müracaat etmek lüzumu hasıl olmaktadır. Fakat en sıhhatli ve kati neticeyi, müşterek metodlarla yapılan çalışmalar vermektedir. Kullanılmakta olan metodlar o derece çeşitlidir ki, meselâ, jeolojik **usullerle az çok varlığı tesbit olunan bir** cevher yatağını, her hangi bir jeofizik metodu ile, bu da olmadığı takdirde şimik usullerle veya sair metodların yardımı ile kati şekilde ortaya koymak artık imkân dahiline girmiştir.

Her teknik elemanın mevnut bütün problemleri tek basma halledebilecek bir değer ve kabiliyete sahip olabileceği iddiası, bu gün revaçtan düşmüş geri bir fikri temsil etmektedir. Bir ihtisas asrı olan zamanımızda, ancak muhtelif ilimlerin ve metodların birleştirilmesiyle, netice almak kabil olmaktadır. Bu sebebledir ki, değerli bir işletmeci, tatbikatçı ve hatta iktisatçı olan maden mühendisinin, yapacağı çalışmalarda, jeoloji ilminin yardımını talep etmesi tabii bir lüzum haline gelmiştir. Her gün gelişen ve artan yeni ve modern jeolojik, jeoşimik ve jeofizik metodlar yardımıyla, dünyamıza daha yüz yıllarca yetecek miktarda maden rezervlerinin bulunması, bu gün oldukça kolaylaşmıştır. Ancak mühendisin bu metodların tatbikini jeolojiden ve jeologtan talep etmesi şarttır.

BİR SONDAJ KUYUSUNUN AÇILMASINDA MÜHENDİSLİK

Bu yazının hazırlanmasında Doodles Bugger Müşavere Heyeti tarafından yazılmış olan makalelerden istifade olunmuştur.

Ekrem DURUCAN

Son senelerde memleketimizde sondaj mevzuunun geniş bir ehemmiyet kazanmakta olduğu görülmüştür. Sondaj mevzuu maden aramaları, jeofizik araştırmaları, su ve petrol aramaları ile çok yakından münasebattır. Önümüzdeki yıllarda bu mevzuun çok daha büyük bir önem kazanacağına muhakkak nazarıyla bakılabilir. Bu düşünce ile bu mevzuda sondaj mühendislerine bir nebze faydalı olacağı ümidiyle bu yazı hazırlanmıştır.

Memleketimizde sondaj mevzuunda, bu güne kadar çok az neşriyat yapılmasına mukabil, sadece M. T. A. Enstitüsü tarafından maden aramak maksadiyle her sene takriben 30.000 metre sondaj kuyusu açılmaktadır. Ayrıca Petrol Anonim Ortaklığı tarafından petrol arama ve istihsal kuyuları, D. S. İşleri tarafından ise su arama ve istihsal kuyuları açılmaktadır. Son senelerde yabancı şirketler petrol arama maksadiyle muhtelif mmtakalarda sondajlara başlamış bulunuyorlar. Bütün bunlardan ayrı olarak hususi teşebbüs de temel ve su etüdüleri yapmak üzere sondajlardan istifade etmeye başlamış bulunmaktadır. Bütün bunlar bize gösteriyor ki çok yavaş da olsa Türkiyede yeni bir Sanayi gurubu doğmakta, bunun yanında, yeni bir meslek zümresi teşekkül etmektedir. Problemlerin çok değişik çok şümüllü olması karşısında teşekkül eden, sanayi gurubunun, potansiyelinin pek az olduğu muhakkaktır. Fakat işin en güç kısmı başarılmıştır. Bundan sonra sondaj sanayiinin geliştirilmesi ve sondaj personelinin tekâmül ve kalifikasyonu üzerinde ehemmiyetle durmak gerekecektir.

Halen memleketimizde en müttekâmil sondaj makinaları ile çalışıldığı, hariçteki yeniliklerin en kısa zamanda Türkiye'ye getirildiği bir vakiydir.

Yeraltı servetlerinin süratle aranması ve istihsali için lüzumlu bulunan adette sondaj makinasının temini ve elemanlarının yetiştirilmesine lüzum vardır.

Bu hususta bir misal olarak 1959 yılında New Mexico eyaleti Albuquerque şehrine 60 km. mesafede Grant's kasabasında sadece uranyum arama ve işletmelerinde 300-750 metre kapasiteli elliden fazla sondaj makinasının çalıştığını söylemek isteriz.

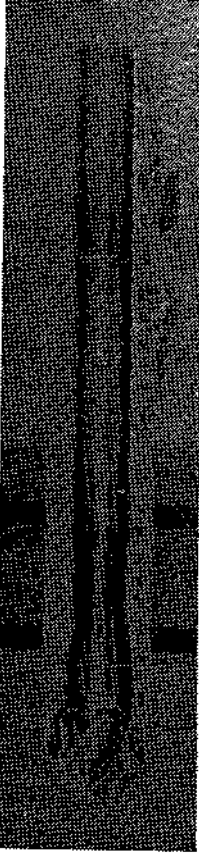
Bu misal memleketimizin çok değişik ve şümüllü problemlerinin halli için ne kadar sondaj makinasına ihtiyaç olduğunu veya olabileceğini göstermektedir.

Sondaj kuyu mühendisi veya sondör her zaman mevcut matkap basıncıyla azami delme hızını elde edebilmek için mümkün olan en küçük matkap eb'adını tercih etmelidir. 2 7/8 Drill Pipe'lar ile 4 1/4 - 4 3/4 matkapların verimli olarak kullanılmalarına mukabil, (N) 2 3/8 Drill Pipe'lar ile 3 7/8 matkaplar azami randıman sağlar.

Tipik bir sismik sondajı mevzubahis problemleri izah etmek üzere ele alınarak analiz edilecektir. Şekil: 1.

Kuyu başlangıçta 5 5/8 ilâ 6 1/4 matkapla açılmış olup Kelli deliği olarak adlandırılmıştır. Onu (Şekil: 1) müteakip 4 ilâ 4 1/2 inçlik kısa bir bölge mevcut olup, onun altında gevşek formasyon içinde (kum veya ufak çakıl) etrafı boşalmış bir kısım görülmektedir. Kumlu gevşek sahrelerin altında şist içinde delinmiş olan normal delik gelmektedir.

Sondaj operasyonu esnasında delici sistemin en altında bulunan matkap bütün sistemle birlikte dönerek tabakaların içine doğru müfuz eder. Bu esnada meydana gelen (cuttings) kesintilerin dışarı atılması icabe-



Şekil: 1

ğından kesintiler kuyunun her hangi bir noktasında cidar yığılması yapabilir.

Teçhizat:

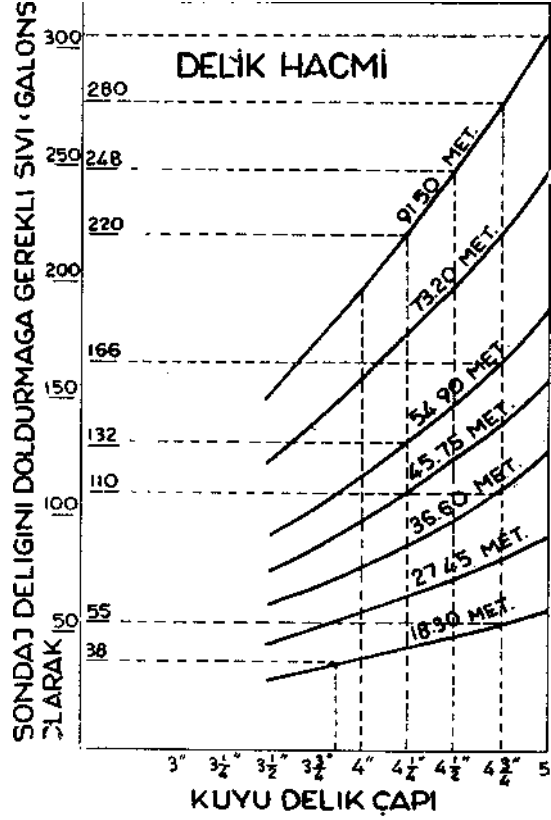
Jeofizik maksatlarla yapılacak sismik sondaj makinalarının umumî karakteristikleri (Şekil: 2).

Yukardaki cetvel mevcut makinalara göre en uygun matkap kutrunu seçmekte bir klavuz olarak kullanılabilir. Fakat hükümleri pek kafi kabul olunmamıştır.

Kuyu ve matkap eb'atları:

Delik çapı, matkap çapma tabidir. Delik çapının seçilişinde (Tool Joint) takım bağlama parçalarının (caising) muhafaza borularının ve sondaj deliğine indirilmek istenen dinamit çapları nazarı itibara alınmalıdır. Sağlam sahrelerde sondaj yapıldığı zaman kuyu çapıyla matkap çapı hemen hemen birbirine eşittir. Delme gayet rahat olur, ve kuyu deliği temizdir.

der. Kesintiler yeryüzünden pompa ile delici sistemin içinden muayyen bir tazyikle gönderilen sıvı tarafından yer yüzüne taşınır. Şekil 1 de görüleceği veçhile kesintiler normal sondaj deliğinde çok az bir kayma ile yukarı taşındığı halde genişlemiş delik bölgesinde kesintiler köprü yapmaktadır. Kuyu eb'adı genişlediği zaman sıvı dönüş sürati düşmüş olacağından kesintiler dibe doğru çöker. Bu hadise kelli deliğinde olursa bu hadiseye (bauting) denir ve bu anda tulumbalar zorlanır. Normal delik ölçüleri aşılarak ve pompa kapasitesi nazarı itibara alınmadan açılan sondaj kuyularında, bütün delik boyunca sıvı sürati düşük olacağından kesintiler kuyunun her hangi bir noktasında cidar yığılması yapabilir.



20-90 metrelik sismik sondaj deliklerinde (tool joint) kutru ile matkap kutru arasındaki farkın 2,5 cm. olması kâfidir. Yani tool joint'lerin dış çapı 3 1/4 inç olduğu takdirde 4 1/4 matkap kullanılır. 2 3/8 dış kutru olan (N) Drill Pipe'larla 3 1/2 inç kutrunun matkapları iyi netice verir. Sür'atli ilerlemek için kâfi baskı mevcut olan hallerde matkap kutru daha büyük olabilir. 3 7/8" ilâ 4 1/4 tool joint'lerle 4 1/2 ilâ 4 3/4 matkaplar kullanılır.

Gevşek örtü tabakalarının delinmesinde umumiyetle küçük kuturlu matkap kullanılmasına mukabil sondaj delik kuturları çok daha geniş olur.

Yapışkan killerin delinmesinde matkap kutrunu küçük tutmak için azamî gayret sarfedilmelidir. Bu suretle hemen hemen matkap çapma eşit çaptan bir delik elde edilir ve sirkülasyon sıvısının dönüş sürati artması neticesinde kuyunun temiz kalması temin edilmiş olur. Büyük kuturlu matkaplar fazla kesinti verirler. Deliğin büyüklüğü do-

Kamyona monte sondaj Mk.	Pompa veya Kompresör ebadı	SONDAJ TİPİ (Sahre bakımından)		
		Yumuşak veya yapışkan	Konglomera blok kaya	Sert şist ve gre
Mayhew 100	4 1/2×5	3 1/2" — 3 3/4		3 1/2" — 3 3/4
Failing 36	4×5	3 1/2 — 3 7/8	4 1/4	3 1/2 — 3 7/8
Mayhew 200	4 1/2×5	4"	4"	
Carey "H"	Centrifugal	3 1/2 — 3 7/8		4"
Amerikan Gear	Centrifugal	3 3/4 — 4"		4"
Failing 750	4 1/2×5	3 3/4 — 4"	4" — 4.1/4 T. M.	3 3/4 — 4"
Mayhew 600	4 1/2×5	4 1/4	4 1/4 — 4.1/2	4 1/4
Failing 1500	4 1/2×6	4 1/4	4 1/2"	4 1/4
Failing CFD-2	5×6	4 1/4	4 1/2	4 1/4
Mayhew 1000	5×6	4 1/4	4 1/2	4 1/4
Failing CFD-1 Kompresörlü	5×6 500 CFM	4 1/2	4 1/2 — 4 3/4	4 1/2"
Mayhew 1000 Kompresörlü	5×6 500 CFM	4 1/2	4 1/2 — 4 3/4	4 1/2

layısıyla sirkülasyon sıvısının dönüş sürati azalacağından kesintilerin birbiri üzerine binmesi ve yapışarak köprü yapmasına meydan verilmiş olur. 2 3/8 Drill Rod kullanıldığı takdirde 3 7/8 ilâ 4" matkap 2 7/8 Drill Pipe kullanıldığı takdirde ise 4 1/4" ilâ 4 1/2" matkap kullanılması tavsiye olunur.

Sondaj rotan devri ile tulumba devirleri münasip bir şekilde ayarlanabildiği hallerde sondaj makinasını tek bir motorla çalıştırmak mümkündür. Bununla beraber ayrı, ayrı transmisyonlu sondaj makinalarında tulumbanın süratini müstakilen kontrol etmek mümkün olduğundan pompanın jet tesirinden istifade kabil olduğu gibi, sert formasyonların gayet az kesinti ile delinmesinde tulumbanın daha az güçle çalıştırılması mümkün olur.

Bir müessir olarak pompa kapasitesi:

Bir sondaj kuyusunda tulumba kapasitesinin müessir olduğu en mühim husus kesintilerin kuyu cidarında yığılmasıdır. (Wall

Pacing) büyük kapasiteli bir tulumbanın bütün formasyonlarda küçük kapasiteli pompalardan iyi netice vereceği umumiyetle kabul olunan bir keyfiyettir. Bununla beraber büyük tulumba kullanmak yerine pek alâ küçük çapta delik delmek ve bu suretle küçük kapasiteli tulumbarla da verimli olarak çalışmak bir çok hallerde mümkündür.

4 3/4" kutrundaki bir kuyu 4 1/4" kutrundaki bir kuyuya nazaran % 25 fazla kesinti verir. Öyleki sabit kapasiteli bir tulumbayla vahit hacme isabet eden kesinti % si artar. 2 3/8" tijlerle çalışılan 4 3/4" kutrundaki bir sondaj kuyusunda sıvı geri dönüş sürati 4 1/4" kutrundaki bir kuyuya nazaran % 36 daha yavaştır. Bu basit misal kuyu ebadında yapılacak ufak bir değişimin delme şeraitine ne kadar çok müessir olacağını göstermektedir. Son seneler zarfında tulumba kapasiteleri bir taraftan yükselirken diğer taraftan standart delik çapları da devamlı olarak küçültülmüştür. On sene evline kadar 5" Juk matkaplarla 4×5" luk tulumbarlar

pek müteammim idi. Şimdi ise 4 1/2" veya 4 1/4" lık matkaplarla 5x6" tulumbalar taammüm etmiştir. Alışılmış olan küçük tip tulumba ve sondaj makinaları halâ kullanılmakta ise de jeofizik maksatlar için yapılan sondaj kuyuları 3 1/2" ile 4 1/4" matkaplarla delinmektedir. Yavaş yavaş 3 7/8" ve 4" matkaplarda taammüm etmektedir.

Sondaj kuyusu sathı ve boşluk sathı:

Boşluk sathı kuyu kutrunun delici sistem

Şekil: 3.

Kuyu delik çapı in.	Delik alanı Sq. in.	2 3/8 Drill Rods kullanıldığına göre boşluk alanı Sq. in.
3 1/2		5.19
3 3/4	9.62	6.61
3 7/8	11.04	7.36
4	11.79	8.14
4 1/4	12.57	9.76
4 1/2	14.19	11.47
4 3/4	15.90	13.29
5	17.72	15.21
	19.64	

4 3/4 matkapla açılmakta olan bir sondaj kuyusunda formasyonun yapışkan olması dolayısıyla kesintilerin cidar yığılması, köprü gibi hadiselerle sebebiyet verdiği görülmüştür. Aynı mınıtkada 4 1/4 ile delinen bir sondaj kuyusunda kesintilerin bir-birlerine yapışmadan temiz bir şekilde çıktığı ve biraz evvel bahsedilen aksaklıklara rastlanmadığı müşahade edilmiştir. Bahsi geçen kesintiler bir çamur havuzunda bir kaç dakika bir arada duraklayınca kesintilerin birbirine yapışarak çöktükleri görülmüştür.

Binnette sirkülasyon sıvısının dönüş hızının çok mühim olduğu ve büyük tulumba kapasiteleri ile bu mahzurların önlenileceği anlaşılmaktadır. Bunun ters yönünde gidildiği takdirde delik çapını küçültmek suretiyle sıvı dönüş hızını arttırmak kabildir. Ayrıca kullanılan delici sistemin dış kuturları arttırılarak boşluk alanının küçültülmesi neticesinde sıvı dönüş hızının arttırılması kabildir.

Muhtelif delik kuturları ile sirkülasyon sıvısının dönüş hızlarını gösterir mukayese tablosu (dakikada feet olarak.)

Not - Pompa stroku dakikada 70, pompa randımanı % 80 olduğuna ve 2 3/8" dış çaplı (Drill Rod) kullanıldığına göre sıvı dönüş sür'ati ve kuyu çapı münasebetlerini gösteren tablo hazırlanmıştır.

kuturları farkına tekabül etmektedir. Burada bahsi geçen halka şeklindeki boşluk sirkülasyon sıvısının dönüş süratinin hesaplanmasında esas faktörlerden biridir. Delik kutruna yapılacak 1/4" luk değişiklik küçük çaplı sondaj kuyularında takriben % 30 büyüklerde ise % 15 makta artışına sebep olmaktadır. Dolayısıyla sıvı dönüş süratleri de bunlarla mütenasip olarak değişmektedir.

Bu hususlarda yapılan ilk tetkiklerden biri olarak 1948 de A. P. I. neşredilen Drilling and Production Practice in 35. sayfasında sirkülasyon sıvı sürati ve delme hızı hakkında Nolly, Cannon ve Ragland'ın makalesi gösterilebilir. Gene aynı mecmuanın 1941 tarihli nüshasında R. J. Pigot sıvı süratlerini inceleyen makalesinde sondaj kesinti parçalarının kayma hızları hakkında formüller vermiştir.

Sondaj sıvısının sürati düşük olduğu takdirde çamur veya sudaki kesintiler dibe doğru çöker. Su içersinde 0,5" çapında yuvarlak bir zerrenin kayma hızı 1,37 metredir. 4 1/4" matkapla delinen sondaj kuyuları 4 3/4" matkapla delinen sondaj kuyularına nazaran daha süratle delinir ve daha az cidar yığılması olur.

Kuyu hacmi ve sıvı ihtiyacı:

Sondaj için sık sık su ihtiyaçları artar ve sondaj makinaları su bekleme sebebiyle durur. Bu sebeple extra su temini zaruridir. Sondaj zamanının kaybedilmesi veya hususi ağır bir sıvı hazırlanması sondaj maliyetine ilâve olur.

Kuyu delik çapının azaltılması mümkün olan hallerde hem delme işinin verimi yükselir ve hem de su ihtiyacı azalır. (Karot olarak yapılan sondaj ameliyeleri, petrol arama, istihsal ve şu sondajlarının hususi sebep-

Şekil: 4.

Sondaj sıvısının idael dönüş sür'ati dakikada
3,81 - 5,08 metredir.

Pompa ebat ve kapasitesi	Kuyu çapı İnc.	Sıvı dönüş sürati dakikada metre	
4"×5" 59. galon/dakika	3 1/2	5.53	2 3/8" dış çaplı Drill Rods'lar kullanılmıştır.
	3 7/8	3.88	
	4 1/4	2.92	
	4 1/2	2.49	
	4 3/4	2.16	
4 1/2"×5" 4"×6" 71 galon/dakika	3 1/2	6.65	4 1/2"×5" ve 4"×6" pompaların verimleri takriben aynıdır. Fakat 6" strok pompaların tazyikleri daha yüksektir. ve daha derin sondajlarda kullanılır.
	3 7/8	4.70	
	4 1/4	3.56	
	4 1/2	2.92	
	4 3/4	2.62	
4 1/2"×6" 91 galon/dakika	3 1/2	8.59	
	3 7/8	6.07	
	4 1/4	4.55	
	4 1/2	3.89	
	4 3/4	3.35	
5"×6" 112 galon/dakika	3 7/8	7.42	
	4 1/4	5.59	
	4 1/2	4.78	
	4 3/4	4.11	

leri dolayısıyla mevzuun dışında olduğuna işaret etmek yerinde olur). Bu günün tecrübelerine nazaran sondajın bir an evvel bitirilmesi ve su ikmali işinden dolayı randıman düşmesine mani olmak için kimyevi seyrelticiler kullanılmaktadır. Delik çapı küçüldüğü zaman % 10 ile % 25 arasında bir tasarruf meydana gelir. Su kaybı, kuyudaki çatlaklardan, boşluklardan dolayı olduğu gibi, kuyu cidarından 5 cm. mesafeye kadar âbsorbasyon olayı vukubulur. Âbsorbasyon miktarı aşağıdaki faktörlere tabidir.

- 1 — formasyonun geçirgenliği
- 2 — " porözitesi
- 3 — " işba derecesi

Delik hacmi ve duvar âbsorbasyon münasebetini gösteren bir tablo aşağıya dercedilmiştir ve bu tablo 27.50 metre derinlikteki bir kuyu esas alınarak hazırlanmıştır.

Muhtelif delik eb'atlarının mukayesesinde su kaybının, sondaj yapılan kuyuyu doldurmak için lâzım olan suyun % 84-113 ü nisbetinde olduğunu göstermektedir. (Kuyuda

İnc kuyu çapı	Galon kuyu hacmi	Galon Porözite % 35 kabul edilerek	Delik hacmi % sı olarak duvar âbsorbasyonu
3 3/4	54	59	113
4	58	62	107
4 1/4	64	64	97
4 1/2	74	67	91
4 3/4	82	69	84

boşluk ve mağara, çatlak olmadığı ve aynı zamanda formasyonda doyma hali olmadığı kabul edilerek)

Keyfi olarak suyun absorpsiyon kaybını emniyetle % 100 olarak alabiliriz. Şimdiye kadar bahsedilenlere ilâveten kesintilerin ayrılması, havuzların doldurulması, irtibat ve su kanallarındaki dolaşmalar dolayısıyla su kaybı olur. Bu miktarlara ilâveten % 100 nisbetinde suya ayrıca ihtiyaç olur. Netice olarak denilebilir ki her hangi bir derinlikteki kuyuyu doldurmak için lüzumlu miktar suya ilâveten bu miktarın iki misli fazla suya ihtiyaç vardır. Bir kuyuyu doldurmak için lüzumlu su miktarı bulunup üç kat sayısı ile çarparak hakiki su ihtiyacı bulunur.

Bazı neticeler:

Sondaj deliklerinin ekonomik olarak açılmasında mühendislik önemli bir yer işgal etmektedir, tşin mevzuuna kuyunun derinliğine göre sondaj makina ve tipleri, formasyon cinslerine göre matkap tip ve cinsleri seçilmelidir. Eğer karotlu sondaj ise tabaka cinslerine göre karotiyerlerin seçilmesi icabeder.

Pompaların da kuyu derinlik ve çaplarına göre formasyon cinslerine göre tayin edilmesinde zaruret vardır. Ekipmanların en iyi şekilde seçilmesi dahi meseleleri tam manâsiyle halletmez.

Sondaj çamurunun hazırlanmasında hususi killer ve bazı kimyevi maddeler kullanmak, çamurun ağırlık ve viskositesini tabaka cinslerine, kuyu derinliğine göre ayarlamak icabeder. (Çamur mevzuuna ayrı bir makale olarak ilerde temas edilmeye çalışılacaktır).

Tabaka ve matkap cinslerine ve derinliğe göre sondajda matkap üzerine verilecek ağırlık ve rotari devirlerinin ayarlanması lüzumludur.

Yukarda bahsettiğimiz bütün meseleleri en iyi şekilde hallederek ekonomik bir sondaj deliğinin açılabilmesi bu mevzuda kullanılacak elemanların ehliyet ve bilgisine, daimi olarak değişen problemlerin çözülebilmeleri mühendislerin bilgi ve tecrübelerini bu işe katmalarıyla mümkün olabilir.

MADENLERDE KULLANILAN LÂĞİM DELİĞİ KUTRUNUN RANDIMAN VE İNFİLÂK MASRAFLARINA TESİRİ

Tercüme: E. Zeki AKA

Takriben müsavi sahre şartları altında "Wulfrath, Almanya" mın Kireç taş ocaklarında muhtelif lâğım deliği kuturları ile denemeler yapılmıştır. Kullanılan delik boyu (duvar yüksekliği) 40 m., deliğin duvara mesafesi 3 m., delikler arası mesafe 3,5 m. dir. Aşağıdaki tablo neticeleri göstermektedir.

Tecrübelerde 6 cm. ϕ kuturlu deliklerde % 60 yüksek tesirli (çabuk patlayan) ve % 40 yavaş patlayan tipte, 27,5 cm. ^ kuturlu deliklerde ise % 25 yüksek tesirli ve % 75 yavaş patlayan tipte infilâk maddeleri kullanılmıştır. 9 cm. \$ lik delikte beher 100 ton yıkılan mal başına 1 m³ dan büyük parçaların mik-

Delik kutru	0 (cm.)	9
Delme masrafı	(TL/m)	7,13
Patlayıcı madde	(gm/ton mal.)	78,4
(Yıkılan mal	(Ton/delik m.)	24
Yekûn infilâk masrafı		
sarfiyatı	(TL/Ton mal.)	0,96

tan veznen % 2 ve 15 cm. ϕ lik delikli infilâkta ise bu % 3 civarında olmuştur.

Açık İşletmede geniş kuturlu ve 50-70 derece meyilli lâğım deliği ile yapılan atımların daha randımanlı olduğu Amerikada da tesbit edilmiştir. Bu suretle yıkılan duvar dibindeki taşların kırılma mukavemeti azaltılmaktadır. Jackpile, Yeni Meksika'daki uranyum açık işletmesinde örtü tabakası silistli

ve şistli bir sahredir. Burada 17,5 ilâ 20 cm. 0 kuturlu delikler kullanılmaktadır. Kullanılan patlayıcı madde Dynatex (yoğunluğu 1,1; terkibi % 94 ammonyum nitrat + DNT + sair) veya ammonyum nitrat-yağlı infilâk maddesidir, (yoğunluğu 0,75 ilâ 0,88; terkibi % 94 ammonyum nitrat + % 6 fueloil) dynatex daha iyi neticeler vermiştir. Bu ammonyum nitrat bazlı yeni infilâk maddeleri hem daha iktisadî ve hem de daha emniyetli olmaktadır.

KROM "SYMPOSIUM" U

26-29 Eylül 1960 da CENTO bir krom "Symposium"u tertiplede. Bu toplantı hakkında bilgi vermeden önce dikkatimizi çeken iki aksaklığa dokunmak istiyoruz. Kasdimiz ne kimseyi tenkit nede bundan doğan üzüntünüzü belirtmektir; Sadece gelecekte yapılacak benzeri toplantılar için temenniden ibaret olduğunu peşinen açıklayalım.

CENTÖ Amerikalı dostlarımızın idare ettiği Milletler arası bir teşekküldür; bu kabil toplantılarda âdet olduğu üzere konuşmalar çoğunlukla İngilizce, Fransızca, Almanca; seyrek olarak da İtalyanca, İspanyolca ve Rusça yapılmaktadır. Benzeri toplantılara katılanların bu dillerden -en az- birini hatta ikisini iyi bilmesi lüzumu bugün için herkesçe kabul edilen bir hakikattir. Böyle olmakla beraber Amerikalı dostlarımızın Symposium'da yapılan bildirimleri misafir oldukları memleketin diliyle de yapmaları bir nezaket cemilesi olurdu sanırız? Bundan başka bildirimlerde ortaya atılan bilgileri Türk meslekdaşlarımıza duyurma ve onları faydalandırma bakımından "Symposium" dan güdülen gayeye de ulaşmış olurlardı.

Symposium'da Sanayi Bakanlığı Müsteşarı Emin İplikci'nin açış nutku hariç hemen bütün konuşmalar İngilizce yapılmıştır. Açış konuşmasının İngilizce tercümesi -çok yerinde bir düşünce ile- önceden hâzır bulunanlara dağıtılmıştır. Bildirimlerde de aynı şekilde davramlır ve bunların her birinin Türkçe

tercümeleri - önceden hazırlattırılarak - orada bulunan Türk meslekdaşlara dağıtılabildi. Bu toplantıya harcanan bunca emekle para yanında sözü geçen tercüme sarf edilecek üç beş liranın değeri olmayacağına inanıyoruz.

Toplantıya resmî delege olarak; Sanayi Bakanlığı Maden Dairesi Reisliği adına Ahmet Cebeci, M. T. A.'dan Melih Tokay, Etibank'dan Um. Müdür Yardımcısı S. Yavaşca, Hususi sektör Türkiye Krom müstahsılları adına R. Gencer katılmıştır. Gönül isterdi ki bu arkadaşlar arasında "Maden Mühendisleri Odası" adına da bir meslekdaş bulunsun. Üzülerek söylemek isteriz ki böyle bir davet kimsenin hatırına gelmemiştir. Symposium'u Amerikalılar namına idare eden M. T. A. da ki arkadaşlarımız dostlarımızı ayıktırıp bu hususu hatırlatsalardı CENTO bu daveti bizden esirgemezdi.

İranlılar üç Pakistanlılar dört, Biz dört ve Amerikalılar ise biri kadın olmak üzere yedi delege ile toplantıya katılmışlardır. Odamızın malî imkânları elverseydi symposium'daki bildirimleri dilimize çevirtir, asıllarıyla birlikte, meslekdaşlarımıza topluca, ayrı bir dergi halinde, sunmağı vazife edinirdik. Bunun elverişli olmamasından mecmuanın her çıkışında bir bildiri orjinalini Türkçe özetiyile beraber neşredeceğiz. Bu defa hazır durumda olan "Sazak" Krom yatağı hakkındaki konuşmayı mecmuamızda bulacaksınız.

ESKİŞEHİR KROM YATAKLARIMIN İŞLETMECİLİK BAKIMINDAN İNCELENMESİ (*)

Ömer Hulusi BARUTOĞLU

Yurdumuzun değişik mıntıkalarında bulunan krom yataklarının çoğu, 1935-yıldan beri, M. T. A. tarafından zaman zaman ele alınarak incelenmiş ve her biri için az çok neşriyat yapılmıştır. Şark Kromları, Fethiye, Bursa, İskenderun, Burdur, Antalya, Toros - Karsantı yatakları bu meydana zikredilebilir. Kastamonu-Devrekâni, Tokat-Sivas, Erzincan Kopdağı yatakları dahi birer rapor konusu olmuşlardır. Bu bakımdan üzerlerinde en az durulup konuşulan Çankırı bölgesi - yatakları ile Eskişehir dolaylarındaki krom teşekkülâtıdır.

Burada ele alacağımız, bünyesinde krom yataklarını barındıran, bölge Eskişehir'in 100 Kim. doğusu ile 20 Kim. batısı arasında ve yer yer 20 Kim. kadar genişlikle uzanan (Doğuda Mihalliçik dolaylarından batıda İnönü-Gökçekısıık civarlarına kadar 20 x 120 Kim.) 2400 Kim. 2 lık bir yer kaplamaktadır. Biz burada M. T. A.'mn çalışmalarına kendi biriktirdiğimiz doneleri de katarak Umumî Jeolojik durum hakkında kısaca bilgi verdikten sonra mıntıka krom yataklarını teşekkül tipleri, cevherleşme dokuları, evsaf özellikleri, bilhassa işletmeye elverişlilikleri yönünden ele alacağız.

Ana hatlarıyla jeolojik durum; Bölge tektoniği iki katlanma hattı ile karakterize olmuştur.

1. Eskişehir'in kuzeyinde, takriben E-W istikametinde, Mihalliçik dolaylarına kadar uzanan mihver.
2. Eskişehir güneyindeki kıvrım ise (Sultandere-Kaymaz-Sivrihisar'dan başlayarak) batı kuzeye doğru ESE-WNW yönünde uzanır.

Ö 26 Eylül 1960 Tda yapılan CENIO Krom sempozyumu bildirilerinden.

Bu mihverler Oligosen teşekkülâtı, Neojen kara teşekkülâtı, yeni Alluvial teressübatı ve batıdan doğuya akan Porsuk suyu ile birbirinden ayrılır. Mihver yamaçlarında yer yer Yukarı Jura-Alt Kretase ve Eosen teşekkülâtmm meydana çıktığı görülür.

Tahminen E - W istikametinde uzanan Jeosenklinaller Paleozoik öncesi suhur artıkları ile doludur. Bu kalıntılar grawak, arkoz, grelerle kalker katgılarından müteşekkildir. Ana taban serisini teşkil eden kristalin suhuru arasına girmiş bulunan (Peridotit, piroksenit, gâbroit) yeşil indifai taşlarının hakiki yaşları tespit edilememekle beraber extruzif suhurun teşekkülünü müteakip meydana geldikleri tahmin olunmaktadır. Bölgede asidik plütonik suhurun ultrabazik taşlara tedahülü tespit olduğundan evvelkinin daha genç olduğu kanaatine varılmıştır.

Burada iki metamorfik seri bulunmaktadır;

- a. Fillit, mikaşist, değişik volkanik suhur artıkları, glokefanlarla epidot, zoisitler ile karakterize olmuş kısım. Bunlar Eskişehir'in kuzey doğusundaki büyük peridotit-serpantin kitlesinin kuzeyi ile doğu ve batısında bulunmaktadır. (Mermer arada yer yer görülür.)
- b. Kuvvetli dinamometamorfik tesirlere maruz kalmış killi tabakat, grawak, arkoz ve kuvartzitler.

Metamorfik kompleksin üzerinde bulunan permokarbonifer kalkerleri granitik - siyenitrik - kuvartzdiyoritik magma entrüzyonları neticesinde kontakt metamorfizme maruz kalmışlardır. (Sivrihisar dolayları ile Mihalliçik kuzeyinde olduğu gibi).

Yukarı Jura transgersyonları çoğunlukla kireçli fasiyezlerden müteşekkil ise de rad-

yolarit cherts'ini muhtevi ültrabazik sahalar-da fasiyezlerin kireçli olmadıkları görülür.

Bölgede Alp kıvrımları Alt Kretaseden başlamaktadır. Sakarya vadisi boyunca uzanan çöküntü alanında yukarı kretase kireçli teşekkülâtı ile birlikte Paleosen teressübat birikmiştir. Bu arada andezitik lavlar Paleosen'de yerlerini bazalt'a terk etmiş ve yukarıda bahis konusu teressübat da volkanik suhur arasında yer yer arakatgılar vücuda getirmiştir.

Eosen transgresyonları Eskişehir - Kaymaz - Sivrihisar hattını da aşarak hayli yayılmıştır. Paleosen devamca teressübat güney istikametinde yukarı doğru fırlatılmış ve Mezozoik teşekkülâtına ait bazı parçalar Eski Tersiyer üzerine çıkmıştır. Bölgenin doğu bölümü az çok yerleşmiş-gibidir. Üst Neojen teressübatının biriktiği havzalar faylarla sınırlanmıştır. Batıda bu havzalar daha önce meydana gelmiş olduğundan Alt Neojene ait detritik teressübatla dolmuştur. Çöküntü çoğaltıkça da Üst Neojenin kireçli-marnlı fasiyezleri husule gelmiştir. Eskişehir'in güney batısındaki fay mıntıklarında Neojen bazaltlarının teşekkülünden sonra korozyon safhası sona ermiştir.

Bölge yatakları; Bunlar ayrı birer topluluk halinde üç bölümde gözden geçirilebilir:

1. İnönü-Gökçekısık
2. Gündüzler köyü dolayları
3. Mihallıçık dolayları

1. Eskişehir'in batısında **İnönü** ile güneyde **Gökçekısık** arasındaki kesintili yeşil indifai suhur içinde yer yer ve dağınık bir halde bulunan bu yataklıklar çoğunlukla "schlieren" kısmen de ufak adeseler tipinde teşekküllerden ibarettir. Schlieren'ler bir iki bazen de on metreyi aşmayan uzunlukları, bir kaç santimden bir metreye kadar olan genişlikler, üç beş metre içinde kalan derinlikleri ile karakteristiktirler. Cevher dokusu umumiyetle çiçekli, ince daneli, yatak taşı serpantin sert, cevher-fiziki evsafça refrakter karakterlidir. Malın derecesi ortadan düşük (36-42 % Cr₂O₃), MgO % 17 bunlara karşılık da silis (9.5 % - 11 %) ve alümini (22 - 23.50 %) hayli yüksektir. Mıntıkada 1934 denberi zaman zaman büyük firmalar bazı aramalara girişmişlensede çalışmalar müspet neticelenemediğinden kısa sürede iş durdurulmuştur.

2. Gündüzler köyü dolayları; Eskişehir'in (25-30 Kim.) doğu kuzey doğusunda bulunan bu tezahurat büyücek bir serpantin kitlesin-

de binnisbe birbirine yakın toplu yataklardan müteşekkildir. Yataklar çoğunlukla "yığın" ve "adese" tipindedirler. Ana yatak taşı ile cevherleşme arasındaki sınırlar kesin olmayıp bulut gibi dağınıktır-cevher serpantidir. İçlerinde kurtuluş, Beyalanı gibi (yirmişer bin ton istihsal edilmiş sekiz on bin tonu sevk edilmiş) asgarî 40-50 şer bin tonluk görünür - muhtemel varlıkları olan - bu mıntika zuhuratı arasında büyük denilebilecek epiy yatak mevcuttur. Bunlar ikişer beşer Kim. aralıkla adeta topluluk halinde bulunmaktadırlar. Eskişehir'in tektoniği en fazla karışık olan bölümünde, çoğunlukla ezik bir peridotit-serpantin içinde rastlanan bu tip teşekkülâtteki cevherleşme ince daneli, çiçekli, az çok friable, düşük derecelidir. (3540 % Cr₂O₃) demiri normal (12.90 % Fe 0), Si 02 7.80 %, rasyosu 2.45 dir. -sert, kompakt cevherlerde silisin 9.25 % hatta 11. % ye kadar çıktığı da vakidir. Bu yatakların bir kaçında yaptığımız incelemelerden edindiğimiz intibaa göre uzunluklarına olan inkişaflarının üçte ikisi kadar derinliklerine gelişmektedirler. Zuhuratın umumî istikâmetleri bölge tektonik hatları doğrultusuna uygundur.

Mıntıkada, nadiren de olsa, istikametleri bölgenin ana tektonik hatlarına muvazi çatlaklıklarda enjeksiyon suretiyle meydana gelmiş bulunan tesbihvari damar biçimli yataklara da rastlanmaktadır. Kirazlıdere ile Sakarya ocakları bu tiptendirler. Bunların en mühimmi Kurtuluş ocaklarının yakın civarındaki bir vadide bulunan yeni ocak'dır. Cevherleşme kalınlığı 2-4 Mtr., nispeten bir damar intizamı ile 60 Mtr. devam etmektedir; mal derinliğine - bir kuyu ile - 10 Mtr. kadar takip edilmiştir. Cevher fevkalade sert, fiziki karakteri bakımından refrakter mala uygunsu da silisinin hadden fazla oluşu yüzünden piyasada müşteri bulamamaktadır. (1955 yılında Minmetal Şirketi yataktan 2000 T. kadar mal çıkarmışsada satamadığından imalâtı tatil zorunda kalmıştır. 2000 T.luk harmandan alman temsili vasati numunenin tahlilinde Cr₂ 03%35.62, Fe 0-% 12.03, Si 02 %9.61, Mg 0% 16.75, Ca 0 %0.12, rasyo 1:2.61, Ateşte zayıat %4.24 bulunmuştur.) Bu havalı yataklarının M. T. A. Enstitüsünün yıllık programlarının müsait bir zamanında lâ-yık oldukları ehemmiyetle ele alınarak dikkatle jeolojik etüdüleri yapıldıktan sonra ciddi bir eşantiyyonaj ve cevher zenginleştirme tecrübesine tabi kılınmaları, çalışmaların müspet neticelenmesi halinde ise ocakların kuvvetli sermaye ile çalışan büyük şirketlere devri şayanı temennidir kanaatindeyiz.

3. **Mihalçık dolaylan;** Bölge krom yatakları, kasaba merkez olmak üzere, 40 Kim. yi aşan uzunluk-en dar yerinde 4 Kim. ve bazı kısımlarda ise - 25 Klm.e yakın genişliğinde büyük bir peridotit-serpantin kitlesinin içinde dağılmış bulunmaktadır. Eskişehir'in bugüne kadar bilinen en büyük yatakları (**Kavak ve Sazak**) bu mıntıkadadır. Kavak bu toplantıların bir başka gününde, yatağı işletmekte olan Müessese mütehassısı tarafından, ele alınacağından burada ayrıca bahis konusu edilmeyecektir. (1)

Kavak'ın kuzeyinde, yatağın tabii bir devamı gibi telakki edilebilecek kadar yakınında, büyücek bir krom teşekkül de Bahtiyar madenidir. Bahtiyar sahasının en mühim zuhuratı Yıgm-adesse tipindedir. Yataklar 40 bin tonu aşkın varlığı ile dikkati çeker. Saha bir aralık mütezimi tarafından işletilmiştir. Cevherin düşük evsafı yıkamağı icap ettirdiğinden çalışmalar bizzarur durdurulmuştur. Sahada yığın teşekküllerinden başka mevzii olarak ezilmiş peridotit-serpantin içinde gravitasyonla teşekkül etmiş çok dik yatımlı tabakalar halinde, şeritvari "Lherzolites" ara katgılı, ayrı bir cevherleşme dikkati çeker. Cevher şeritlerinin kalınlıkları bir kaç santimden otuz santime kadar değişir, damar kalınlığı bir bir buçuk Mtr. kadar ve mostra uzunluğu ise 100 Mtr.den ibarettir.

Kavak - Bahtiyar - Sazak zuhuratı üçgeni arasında kalan bölümde bir çok ufak krom yatağı varsa da iktisadî değerleri olmadığından burada ayrıca üzerlerinde durulmamıştır.

Eskişehir'de bugüne kadar bilinen yataklar arasında, bilhassa Fethiye'de olduğu gibi, "**necks**" tipi teşekkülâta tesadüf edilmemiştir. Sazak hariç 46 dereceden yukarı cevherleşmeyi ihtiva eden büyük yataklara da rastlanmamıştır. Bölge zuhuratının karakteristiği 40 dereceden düşük cevherleşmelerdir. Bu mıntika krom yataklarının bir özelliği de üst seviye cevherleşmesinin, hemen daima, **magnezitle** birlikte bulunmasıdır. Bahtiyar, hassaten Kavak ve Sazak zuhuratında bu hâl adeta mütebariz bir hususiyet teşkil eder. Muvahhar sıcak suların tesiriyle (Peridotit - serpantin'den) husule gelen magnezit kromitin çatlaklıklarına girerek, tedrici metamatoz'la, kromitin yerine kaim olmaktadır. Benzeri hadiseyi Bursa'nın Çatak yatak-

larında tetkik etmiş olan meslekdaşlarımız mes'eleyi (sübsekan vulkanizm Anadolu Mioseninde haddi azamisini bulmuş, her tarafta örtü tabakaları ve tüflerin tevezzüüne vesile olmuştur. Bu genç vulkanik hadiselerle sıkı bir genetik bağıllık halinde bir çok yerlerde karbon asitli sıcak sular fışkırmış ve bunlar bu vulkanizmin hydrothermale refakat tezahürleri olmuştur. Karbon asitli sıcak sular ekseriya krom cevheri ihtiva eden ofiolit kitlelerine girerek buralardaki dislokasyon bölgeleri yakınında bazı sahreleri (peridotit-serpantinleri) magnezit'e tahvil etmişlerdir; magnezit de kromitin yerine geçmiştir. Böylece vukua gelen karbonatizasyon serpantinleşmenin aksine ancak mevzii ve sathi bir mahiyet alabilmiştir.) şeklinde izah etmişlerdir.

Şimdi Eskişehir'in bugün için, Kavak madeninden sonra, bilinen en büyük yatağı S a z a k zuhurunu gözden geçirelim.

S A Z A K madeni; Eskişehir'in - düz hat - 85 Kim. doğusunda, Mihalçık kasabasının da - düz hat - 12 Kim. SESindedir. Saha ortalama 1250 Mtr. yükseklikte, seyrek çam ormanı ile kaplıdır. (Güney kısmı çıplaktır). Maden sahası-Mihalçık kuzeyinde bulunan, Beypazarı-Nallıhan, çukur ile güneyde - Eskişehir - Porsuk vadisi çukuru arasındaki E-W istikametli, yüksekliği 1300-1760 Mtr.e varan büyük antiklinal mihverinin güney yamaçlarına rastlar. Aramalarla eski imalât ocakları (doğudan-batıya bir buçuk Kim. içinde) yer yer yayılmışsada bilâhare işletme Sorkun dere sol yamacında temerküz etmiştir.

Saha **jeolojisi;** Madendeki çalışmalarımız süresince yukarıda ana hatları ile anlatılan bölge umumî jeolojik durumuna eklenecek tafsilât edinilememiştir. Sahanın 1/1000 lik ve yatak yakm civarınının 1/500 lik topoğrafik haritaalrının yokluğundan teşekküle ait jeolojik tafsilâtı almak imkânı bulunamamıştır. Bu yüzden tezahürün değişik seviyelerinde ana yatak taşı ile cevher kitlesi münasebetleri, gabrodiyorit dayklarma ait hususiyet, peridotit-serpantin'lerin petrografik inceleme sonuçları elimizde yoktur. Hususi teşebbüsle yürütülen işletmelerde günlük istihsal ve satılık mal ihzaratı didinmeleri arasında, Patronun teferruat telâkki edebileceği, ilmi çalışmaların yeri yoktur. Bu kabil çalışmalara, M. T. A. Enstitüsü dışında kalan, Devletçe idare edilen müesseselerde dahi maalesef icabı kadar değer verilmemektedir. Bu

(1) Mecmuamızın müteakip müşhasında bu konuşmaya ait Yazının Orijinali, tercümesi ile, neşredilecektir.

itibarla burada eldeki imkânlarla uyararak gücümüzün yettiği ve ancak derleyebildiğimiz bilgileri verebileceğiz.

İmtiyaz sahasının dörtte üçü peridotit - serpantin mütetektir. Kuzeyde kalan dörtte bir bölümü ise % 27 Fe. muhtevalı, âneritik bir bünye arzeden, suhurla kaplıdır. Sahanın doğusunda yer yer (uzunlukları 30 Mtr. ve kalınlıkları 3-12 Mtr.) aşmayan limonitli kalker lambolarına rastlanır. İşletmenin temerküz sahasında, istikametleri ana tektonik hatlara aykırı, gabro-diyorit daykaları dikkati çeker. Bunların mostralardan 20 Mtr.den fazla takip edileni nadirdir; kalınlıkları bir iki Mtr. arasında değişmektedir. Yeraltı imalâtında bu daykaların (80 Mtr. derinlikteki imalâta) mostralardaki intizamla devam ettikleri tespit edilmiştir. Cevherleşme sahasının doğu kuzeyinde, muvahhar hydrothermale tesirlerle meydana gelmiş, hornblende-amyant'la ufak magnezit teşekküllerine de tesadüf edilmiştir.

Cevherin teşekkül özelliği; Değişik literatürde kromitin teşekkülüne mütedair mevcut muhtelif tasnifler göz önünde bulundurulurken denilebilir ki bu yatak kısmen ortomagmatik ve daha çok histeromagmatik safhada meydana gelmiştir. Yatak biçimi bakımından "adese" tasnifine girer. Esasen az bazik olan peridotitlerde bulunan kromit yatakları umumiyetle adese biçimindedirler. Sahanın değişik yerlerinde yapılan aramalarla işletme imalâtındaki derinliğine gelişmeler nazara alınarak cevherleşmenin bir "ascension tranquille" ile meydana geldiği öne sürülebilir.

Yatağın üst seviyelerinde kromit daima magnezit'le beraber bulunmaktadır. Alt seviyelerde magnezit tamamen kaybolur, buna karşılık cevhere olivinin refakat ettiği görülür. Magnezitin kromit içindeki çatlaklıklardan, metazomatoz neticesinde, cevhere tedahül ettiği ve bu halin sadece yatağın üst seviyelerine münhasır kaldığı evvelce bertafsil izah edilmişti.

Kromitin yatağın mühim bir kısmında heman daima olivinle beraber bulunuşuna bakılarak cevherleşmenin "magmatik devre" başlangıcında teşekkül ettiğini söylemek hatıra gelebilir. Cevherleşme kitlecinin muhtelif seviyelerinde "rhodochrom-kammererit" ve "uwaröwit"e rastlanmaktadır, (pnömatolitik safha mahsulü).

Yataklaşma özelliğine gelince: cevherleş-

me baî kuzey batıdan, doğu güney doğu istikametinde birbirini takip eden müteaddit adeselerden müteşekkildir. Adeseler ufki olarak yer yer daralıp genişledikleri gibi şakulen de inceliş kalınlasmaktadırlar. Yatak tipini kısaca "tesbihvari uzanan müteaddit adeseler" diye tarif etmek mümkündür. İrili ufaklı olan bu adeseler gerek şakuli gerekse ufki müstevileri itibariyle birbirlerinden tamamen ayırdırlar. Bazıları "boyau-bağırsak" şeklinde tabana doğru uzanır.

1167 seviyesindeki büyük adese hariç, tespit edilen sekiz ayrı ve ufak adeseden çoğunun cevheri istihsal edilmiştir. Bu adeseler ESE-WNW istikametinde uzanan, birbirine muvazi iki ayrı mihver üzerinde iki ayrı gurup halinde bulunmaktadır. Nazari olan bu mihverler arasında 20-25 Mtr.lik bir aralık mevcuttur. Adeselerin batıda kalanları 5 ve doğudaki gurubu ise 3 tanedir. Her bir adese nin boyu 15-20 Mtr., genişliği 0.50-4 Mtr. bazen de 6 Mtr. olup derinlikleri de 15-22 tMtr. dir. Buna göre adeselerden her biri 2500-4000 ve azami 4500 tonluk yerinde cevher varlığını ihtiva ediyor demektir. Merkez kuyusundaki adese gurubu (birbirlerine çok ince cevher izi ile bağlı olarak) aralarında 55 Mtr.lik irtifa farkı mevcuttur. Doğuda IV No.lu ocak adeseleri ise 35 Mtr.lik irtifa farkı içinde dağılmışlardır. (İrtifa farkları mostralardan adese gruplarının tükendikleri derinliğe kadar olan aralığı ifade eder.)

1167 seviyesindeki büyük adeseye gelince; evvelki adeselere -istikametçe- tamamen muvazi olup 30-35 derece ile güney güney batıya doğru yatmaktadır. Bu adese SAZAK - Karaağaç krom sahasının bilinen en büyük teşekkülüdür. Bir adese topluluğu olmaktan ziyade 101 Mtr. (kesintisiz) boyunda, 4-17 Mtr. genişliğindedir. Tahkik edilen derinliği 20 Mtr. olup cevherleşmenin daha da derine ineceği muhakkaktır.

Adese topluluklarında olsun 1167 deki büyük kitlede, olsun cevherleşme kendi yatımı dışında batıdan doğuya 45 derecelik bir meyli haizdir. Adeta doğu istikametinde bir derinleşme, uzanıp süzülme mevcuttur, denilebilir.

Cevherleşme özelliği; "chrome" bilindiği gibi "Fe Cr₂O₄ (Mgo Al₂O₃)" formülü ile ifade edilir. Yukarıda sırası geldiğinde belirttiğimiz gibi elimizde SAZAK cevherlerinin değişik seviyelerden alınmış numunelerinin mineralojik tetkikleri olmadığından burada cevherleşmeyi bir işletmeci gözü ile incelemeğe

çalışacağız. Bunun için yatağı üç ayrı seviyede mütalea etmenin faydalı olacağını düşünüyoruz.

a. Üst seviye; Cevherleşme batıda, Merkez kuyuda, ki adese topluluklarında 1205 de başlar. Bu seviyede 10-12 Mtr.lik irtifa farkı ile rastlanan Mal tip itibariyle "gözlü", iri benekli-kaplan postu, (noduleux) dir. Nodüllerin büyük mihver istikametlerinin magmanın geliş istikametine uygunluğu dikkati çeker. Bu seviyede magnezit krom cevheri içinde adeta disemine bir halde ve bol miktarda bulunur, (nodüllerin büyük mihver 2-15 milimetre bazı nadir ahvalde ise 35 milimetreye kadar ulaşmaktadır).

Cevher "boz"a çalar açık mavimtrak gri renklidir, kromit pür nisbetinin yüksekliğine rağmen ortalama evsaf çoğunlukla düşüktür. Alman vasati numunede „Cr₂ O₃“ 42-43 %, „Fe O₂“ 12,18%, „Mg O“ 19.85%, „Al₂O₃“ 10%, „Si O₂“ 9.45-10.25% bulunmuştur. (Silis normalden çok yüksektir.)

b. Orta seviye; Üst seviyeyi 25 Mtr.lik irtifa farkı ile, tabii şekilde, takip eden bu bölümün yukarı kısımlarından aşağı doğru nodülö tip cevherdeki beneklerin eb'adımın küçüldüğü, gözlü mal miktarının tedricen azaldığı, buna mukabil "çiçekli cevher" tipinin meydana çıktığı görülür. Magnezit de yavaş yavaş azalır ve 1190 da tamamen yok olur. Nodüllü cevher orta bölümün aşağılarında yerini tamamen çiçekli cevhere terk eder, kaybolur. "Olivin" ancak bu seviyede kromit içinde az çok incecik izler halinde görülmeğe başlar. Cevher açık mavimtrak gri rengini burada da muhafaza eder. Krom derecesi biraz yükselir buna mukabil Silis - belirli olarak - azalır. Ortalama numunenin tahlilinde 43-45 Cr₂ O₃ %, Fe O₂ % 11.02, Al₂ O₃ % 10.37, Mg O % 17.90, Ca O₂ % 0,22 SiO₂ % 8.13 bulunmuştur.

c. Alt seviye; Doğu gurubu cevher adeseleri 1180 seviyesinden aşağı devam etmemektedir. Bu gurubun çiçekli cevher tipi de bu hizada tükenir. Alt seviyede sadece batı gurubu "Merkez kuyu" adeselerinin devamı mevcuttur. Yukarıdan aşağı doğru çiçekli cevherlerdeki ufak beneklerin de tedricen azaldıkları ve cevherin "som-kompakt" bir hal aldığı müşahade edilir. Cevher 1175 den aşağıda büsbütün kompaktlaşır. Artık bu seviyenin altında krom tanecikleri arasında gözle en ufak bir yabancı madde görülmez. Yalnız yer yer cevher kitlesi içindeki diyaklazlarda olivin izlerine rastlanır. Cevher de-

mir karası rengini almıştır, krom derecesi bir az daha yükselmiş ve silis daha da azalmıştır. Vasati bir numunenin tahlili Cr₂ O₃ % 46-48, Si O₂ % 7.08, Fe O₂ % 11.81, Mg O₂ % 18.25, Al₂ O₃ % 10.47 vermiştir.

Bu üç seviyede krom derecesinin yatağın derinliğine doğru artması, silis tenorunun ise üst seviyedeki nodülü maldan alt seviyede, kompakt mala kadar, 9.45 % den tedricen 7 % ye düşmesi yatağın hususiyetlerindedir.

Teşekkülün işletmecilik bakımından bir başka özelliği de üst seviyede bulunan nodüllü cevher hariç malın tamamının "friable" olması ve binnetice istihsalde toz nispetinin 25 % den başlayarak yerine göre ortalama 40 % ve hatta 50 % ye kadar çıkmasıdır. Cevherin basit bir triyajdan sonra piyasaya sürülmesine engel teşkil eden bu halinin yıkama tesisi kurulması takdirinde malın öğütülmesinde kolaylık sağlayacağı şüphesizdir.

Eskişehir mıntıkası için düşük dereceli cevher normaldir, ilk defa Sazak yatağında 40 derece üstünde ve büyük bir teşekküle rastlanmıştır. Kavak madeni bölgenin -varlık bakımından- en büyük yatağıdır, fakat cevher derecesi hayli düşük olduğundan ancak yıkandıktan sonra piyasaya sürülebilmektedir (30-35 Cr₂O₃ lik tuvenan yıkanır, 48-50 dereceye çıkarılarak satışa arz edilir.)

Mevcut ve umulan cevher rezervi: İlk çalışmalara Merkez kuyuda ve IV No. İ ocakta başlanmış ve işler tedricen inkişaf ettikçe her iki tarafta birer kuyu açılarak istihsal bu kuyulardan çıkarılmıştır.

Durumu aşağıdaki şekilde hülasa etmek mümkündür;

Sekiz münferit adeseden teşekkül eden adese toplulukları halindeki cevherleşmeden ancak pek az bir kısmı istihsal edilebilmiş ve mütebakisi - sonradan alınmak düşüncesiyle - yerinde terk edilmiştir. 116 7seviyesinden sürülen taban galerisinin rastladığı büyük cevherleşme kitlesinin hazırlık imalatı henüz tamamlanmadığından burada malın hangi seviyeden başladığı ve derinliğine daha ne kadar devam edeceği hakkında bir şey söylenememektedir. 1167 seviyesinden I No.lı kuyu ile 5. Mtr. tabana inilmiş ve 1-3 No.lu üç ayrı fere ile de tavana doğru cevherleşme 10 Mtr. kontrol edilmiştir. Binaenaleyh büyük kitle 1167 seviyesinde 15 Mtr. derinlik 101 Mtr. boy ve yer yer tesbihvari incelikli şişmeler ile 4-17 Mtr. lik genişliği olduğu tespit edilmiştir. 1167 seviyesinde plâna intikal ettirilen geliş-

me "planimetre" ile ölçülmüş, ortalama kesafet 3.80 alınmak kaydıyla, beher metre derinlik için vasatı 2500 T. yerinde cevher hesap edilmiştir. Kitlede bu hesaplara asgari 40000 tonu "Görünür + Mumtemel" ve 20000 tonu da "Muhtemel" olmak üzere 60000 T. yerinde cevher rezervi olduğunu söylemek fazla iyimserlik olmaz kanaatindeyiz.

Halen IV No.lu ocakta 7500 T. ve Merkez kuyu mıntığında da 3500 T. görünür-muh-

temel cevher rezervi mevcuttur. Bu 11000 T. cevhere eski imalattaki 5000 T. da katılınca 16000 T.hk bir varlık ortaya çıkar. Yeni galeride bulunan miktarla birlikte 76000 T. ederki krom gibi istikrarsız cevherleşme yataklarında mühim bir rezerv ifade eder. Bu miktar cevherin istihsali sağlanıncaya kadar yeni aramalarla cevher ihtiyatının arttırılacağına da inanıyoruz.

BIBLIOGRAPHIE

- Dr. V. Stchepinsky Eskişehir şimaiindeki madenler, M. T. A. Mec. 1/26 - 1942.
- Dr. P. de Wijkersiooth Türk Krom cevherlerindeki istihaleler, M. T. A. Mec. No. 2/27 Ankara 1942.
- Dr. P. de Wijkersiooth Hatay Kromit yataklarında pnömatolitik-hidrotermal istihaleler. M. T. A. Mec. No. 3/28 Ankara 1942.
- V. Kovenko Türkiye'de filon şeklindeki bazı krom yatakları ve bunların teşekkülü, M. T. A.
- Dr. P. de Wijkersiooth Anadolu krom cevherleri üzerinde mikroskopik tetkikler. M. T. A. Mec. No. 2/30 - Ankara 1943.
- V. Kovenko Bursa bölgesindeki enjeksiyon tipinde kromit yatakları. M. T. A. Mec. No. 2/30 - Ankara 1943.
- Dr. P. de Wijkersiooth Batı Anadolu'daki kromitlerin magnezit teşekkülüne eşit hidrotermal değişiklikleri. M. T. A. Mec. 2/34 Ankara (1954).
- Kupfahl, H. G. M. T. A. Rap. No. 2247 (1954).
- Weingart, W. M. T. A. Rap. No. 2248 (1954).
- G. van der Kooden ingilizce bir notundan.

THE ESKİŞEHİR CHROME REGION WITH SPECIAL REFERENCE TO THE SAZAK MINE

By:

Ömer Hulusi BARUTOĞLU
Mining Engineer

Translation by:

Ahmet Pekkan - Mining Engineer

GEOLOGICAL SETTING OF THE ESKİŞEHİR CHROME REGION (*)

The area is characterized by two variscan folded belts.

1. The variscan arch north of Eskişehir. The direction is approximately EW and the belt extends towards F of Mihalıcık.

2. The variscan arch Eskişehir (Sultandere) — Kaymaz — Sivrihisar. The direction is approximately ESF - WNW.

These arches are separated by rift like basins, filled with oligocene and neogene terrestrial and fresh water deposits, and alluvial deposits. Subordinate upper jurassic-lower cretaceous and eocene deposits are out-cropping along the slopes of the variscan belts.

Development of the Area

In early-palaeozoic time an approximately FW running geosyncline was filled with detrital material from pre-palaeozoic ridges. The sediment are fine to coarse grained and include graywackes, arkoses, sandstones with intercalations of limestones. Submarine basic flows are extruded and intercalated in the series. The time of emplacement of the ultrabasic rocks (peridotites, chromites, subordinate pyroxenites and gabbroic rocks) is difficult to fix, but might be somewhat later than the extrusives. The trough was variscan folded (gabbroic rocks are known in the crystalline schists) and the sediments, lava flows and their pyroclastics regionally metamorphosed.

Two metamorphic series can be distinguished:

a. Strongly sheared phyllites, micaschists, quartzschists, metamorphosed volcanics and pyroclastics are characterized by glaucophane, epidote, zoisite. They are more or less located along the anticlinal axis, and west of the peridotite-serpentinite area of Mihalıcık.

b. Strongly dynamometamorphic argillaceous slates, graywackes, arkoses and quartzites, and intercalation of marbles.

Permocarboniferous limestones, fettes limestones and cherts are in unconformable position on top of the metamorphic complex. The paroxysm was accompanied by the intrusion of granitic-syenitic-quartzdioritic magmas. Permocarboniferous limestones near Sivrihisar are contactmetamorphosed by the intrusions. Fast of Soğut liassic limestones are already unconformable on top of granites.

At all events the acidic plutonic rocks are younger than the ultrabasic rocks, because they are intruded in them.

After deposition of the permocarboniferous limestones the whole area was uplifted and subjected to erosion.

An upper-jurassic transgression could only penetrate locally into the variscan mountain chains. The facies is limy, with the exception in the neighborhood of the ultrabasics where radiolarian chert is common.

North of the variscan arch of Eskişehir however a new trough shaped zone parallel to the variscan system was developed. This trough is filled with sediments and a new alpine folding starts at the end of the lower cretaceous.

In a trench like depression along the Sakarya surrounded by the old variscan structure, upper cretaceous limy and clastic sediments as well as palaeocene deposits are sedimented. At the time andesitic lavas turning basaltic during the palaeocene are extruded and intercalated with the sediments. The eocene transgression is more widespread and penetrates along the Eskişehir - Kaymaz - Sivrihisar range, at its northern border.

During palaeocene the sediments were upthrust towards south and parts of the mesozoic formations are on top of the early tertiary strata.

The eastern part was more or less stable. Upper neogene deposits are concentrated in basins bounded by faults. The western part subsided earlier and lower neogene filled the basins with its detrital sediments. The subsidence was increased and the upper-neogene has limy-marly facies. At the end of the neogene basalts were extruded along fault zones (as for instance SW of Eskişehir). After the neogene erosion prevails.

THE ESKİŞEHİR CHROME REGION

The Eskişehir chrome region covers the area between Kavak - Mihalıcık, 100 kms east of Eskişehir and İnönü, 20 kms west of Eskişehir making a total length of 120 kms. It is about 20 kms wide. Thus, the surface area is 240 square kilometers.

The deposits of this Eskişehir region forms three areas namely:

1. İnönü - Kökçekişik area
2. Gündüzler village area
3. Mihalıcık area

1. inönü - Gökçekışık Area: This area is located west of Eskişehir. It is a large green serpentine mass. The chrome deposits are lens shape. The lenses range from one to ten meters in lengths, and from a few centimeters to 80 centimeters in width. The ore is of the disseminated type with small grains. It is of refractory grade. The chromic oxide (O₂O₃) content is low (36-42%), and MgO is 17%, whereas silica (9.50-11%) and alumina (22-23.5%) are very high. Since the silica content is high these deposits are not considered to be amenable to marketing.

2. Gündüzler Village Area: This area is located east of Eskişehir. It starts from Eskişehir to about 80 kms eastwards to a hypothetical boundary line. The deposits are large masses in nature whose contacts are not sharply defined. Some of these masses are more than 4C to 5G thousand tons, such as the Kurtuluş, Beyalani, Yeni Ocak and Akcaci deposits. These masses have, in general, 2-3 kms distance between one another. The chromite masses are usually found in severely mashed serpentine. The ore is of disseminated type. It is friable. The grade is low (36 - 40 % Cr₂O₃, 12.9 % FeO, 7.80 %, SiO₂, 2.45/1 cr/fe ratio). Silica rises to 9.25 % even up to 11 %. The general impression obtained from the several mined out masses is that the depth of the mass is about two thirds of the length. In this region one also encounters vein formations in the cracks of the general tectonic movements (Yeni Ocak). The contacts of these vein formations are sharply defined. The widths of the veins vary between 2 and 4 meters. The ore is hard, refractory grade, but not saleable due to high silica content. The analysis of a 2000 ton stock is as follows:

Cr ₂ O ₃	35.62 %
Fe O -	12.03 %
SiO ₂	9.61 %
MgO	16.75 %
CaO	0.12 %
Fire loss	4.24%
Cr/fe Ratio	2.61/1

3. Mihaliççik Area: This area is located right around the town of Mihaliççik at a radius of 20 kms. The three large deposits of this region are Bahtiyar, Kavak, and Sazak deposits. All three of these deposits are low grade and require concentration. Bahtiyar deposit was worked at one time but is now abandoned. The Kavak deposit has been explored in the years between 1938 to 1942. Operations began with the erection of a mill in 1948. Sazak deposit had a proven orebody of 6000 tons in 1956. Further exploration proved large tonnages. There are other small orebodies in the area. An important feature of the deposits of this area is that magnesite is found at the upper parts of the chrome deposits. At places it is observed that magnesite has uplifted the chrome body and ever retrograded the chrome to some degree due to a slow metasomatic process.

Here only the Sazak deposit will be discussed at length.

Geology: Three-fourths of the Sazak mining concession is covered with serpentine. One-fourth at the North side is covered with ferro-calcium-magnesium carbonate (Ca₂MgFeC₂O₁₂) — it is an ankeritic formation, it contains 27 % Fe.

There are gabbro-diorite dykes at the eastern and central parts of the concession. The strike of the dykes is NE-SW. The lengths are 33-40 meters and the width one to two meters. The mining operations show that the dykes go down to 80 meters and deeper. The dykes are indicative of chrome mineralization

and are used to find extensions of the deposits. (1167 level works found ore with the aid of a dyke). At the North-Eastern part of the concession area the hornblende type asbestos is found indicating the last phase of hydrothermal action.

Ore Deposition:

1. Mode of Occurrence: Chrome ore lenses occur as a string of beads. The long axis of a lens points to the next lens. The distances between lenses vary.

Aside from the large lens there are eight lenses and most of them are producers. Five of these lenses are on one axis and 3 are on another axis. These axes are parallel to each other and are about 25 meters apart. Each one of these lenses is about 15-20 meters long, 0.50-4 meters wide and maximum 6 meters deep having from 2500 to 4500 tons of chrome ore.

At the central shaft there is a group of lenses. There is 55 meters of difference of elevation between the first and the last lens. From one to the other lens there is a trace of mineralization. At the East, there is the Group No. IV, where the difference of elevation between the first and the last lens is 35 meters. The differences of elevation mentioned above are measured from the highest point of the upper lens to the lowest point of the lowest lens.

The new deposit found at the 1167 level has a parallel axis to those of the others. Its strike is ESE-WNW and dips 30 to 35 degrees partly to the SWS.

This new deposit is the largest of the Sazak-Karaagac chrome deposits as of today. This is a single lens. Its length at 1167 level is 101 meters. The width varies between 4 and 17 meters. The depth is not determined as yet but the so far known part is 14 meters. The orebody gives around 2500 ton of ore per meter of depth.

2. Average Grade: It is best to consider hypothetically three parts in the orebody; the upper, the middle, and the lower parts. It is observed that the Cr₂O₃ content increases with depth, but the silica content is also decreasing. Ore is nodular at the top and it gets more compact with depth.

The color of ore is iron black. The grade is high. One analysis is as follows: Cr₂O₃:46-48%, SiO₂:7.08%, FeO:11.81%, MgO:18.25%, Al₂O₃:10.47%.

3. Chemical Analysis of the Ore: The chemical analysis of various samples taken from the upper part and from the new orebody are given in the table below:

4. Ore Reserves: From the exploration work done the calculations and the estimations are summarized as follows:

RESERVES

New Orebody Proven	40,003 tons
New Orebody Probable	20,000 tons
To'al	60,000 tons
No. IV Group Proven	7,500 tons
General Shaft Group Proven	3,500 tons
Ore left in old Workings	5,000 tons
Grand Total	76,000 tons

The information on the Geological Setting of the Eskişehir Chrome Region was compiled from MTA publications and has been made available through the courtesy of that organization.