

## 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, grelele kalker katgılarından müteşekkildir. Ana taban serisini teşkil eden kristalin suhuru arasına girmiş bulunan (Peridotit, piroksenit, gâbroit) yeşil indifai taşlarının hakiki yaşları tespit edilememekle beraber ekstruzif 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 teressübatın 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 yatakcıklar 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 % Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 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 serpintilidir. 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 % Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 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 Cr<sub>2</sub> 03%35.62, Fe 0-% 12.03, Si 02 %9.61, Mg 0% 16.75, Ca 0 %0.12, rasyo 1:2.61, Ateşte ziyat %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 jenetik 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 civarının 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 bulundurularak 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 inceli 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 adeseinin 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.

**Cevleşme özelliği;** "chrome" bilindiği gibi "Fe Cr<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (Mgo Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)" 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 „Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub>“ 42-43 %, „Fe O<sub>2</sub>“ 12,18%, „Mg O“ 19.85%, „Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>“ 10%, „Si O<sub>2</sub>“ 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'adının 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 Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> %, Fe O<sub>2</sub> % 11.02, Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub> % 10.37, Mg O % 17.90, Ca O<sub>2</sub> % 0.22 SiO<sub>2</sub> % 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 Cr<sub>2</sub> O<sub>3</sub> % 46-48, Si O<sub>2</sub> % 7.08, Fe O<sub>2</sub> % 11.81, Mg O<sub>2</sub> % 18.25, Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub> % 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 yıka 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 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 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 söylene-memektedir. 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 mıntıkasında 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 Mihallıccık.

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 Mihallıccık.

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 - Mihallıccık, 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 - Kökçekisik area
2. Gündüzler village area
3. Mihallıccık 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 (O<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 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 % Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 12.9 % FeO, 7.80 %, SiO<sub>2</sub>, 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 <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	35.62 %
Fe O -	12.03 %
SiO <sub>2</sub>	9.61 %
MgO	16.75 %
CaO	0.12 %
Fire loss	4.24%
Cr/fe Ratio	2.61/1

3. Mihaliççık Area: This area is located right around the town of Mihaliççık 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 (Ca<sub>2</sub>MgFeC<sub>0.12</sub>) — 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 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 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: Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:46-48%, SiO<sub>2</sub>:7.08%, FeO:11.81%, MgO:18.25%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: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 Workins	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.