

HARMANCIK (BURSA İLİ) KUZEYBATISINDAKİ KROM CEVHERİ YATAKLARI

Hermann BORCHERT ve ismet UZKUT

Clausthal Yüksek Teknik Okulu, Almanya

I. GİRİŞ

H. Borchert tarafından sevk ve idare olunan, 1963 yaz mevsiminde iki ay sürmüş bulunan cevher yatakları etüdü ile, Harmancık çevresindeki kromit ocaklarını ve Orhaneli ile Göynükbelen ocaklarını içine alan geziler, bu çalışmamıza öncülük etmişlerdir. İki ay gibi oldukça kısa bir süreye sıkıştırılmış bulunan bu geniş ölçülü programın görevlerinden biri de, elde edilecek inceleme sonuçlarına göre, yeni cevher gövdeleri ve cevher rezervleri tespitine yarayacak sondaj ve açma tekliflerinde bulunmak olmuştur. Sözü geçen sondaj tekliflerinden bu yazımızda kısaca söz edilecektir.

Arazi gezileri süresince altmıştan fazla ocak görülmüş ve aynı zamanda 3600 den fazla kompas ölçüsü alınmış olup, bunlardan 123 tektonik diyagram elde edilmiştir. Böylece serpantinleşmiş peridotitler ve harzburgitler içinde karışık hareket olayları halinde belirmiş olan ve ilk bakışta güç ve karışık gibi görünen peridotit masiflerinin tektoniği, düzenli ve tektonik kanuniyetlere dayanan bir çerçeve içinde ifade imkânını bulabilmiştir.

İnceleme sonuçları, ilkin, H. Borchert'in (1964) raporunda ifadesini bulmuştur. Bu sonuçların tektonik, mikroskopik ve kimyasal değerlendirilmeleri, 1965 yılında İsmet Uzkut'un (Clausthal Yüksek Teknik Okulu) cevher yatakları bakımından yaptığı ihbar çalışmasının temelini teşkil etmiştir.

Bu raporumuzda önce, inceleme sahasının jeolojik çerçevesi ele alınmış olup, araştırmacılar tarafından çok değişik şekillerde tefsir edilmiş olan, peridotitlerin yaşı soruna özel önem verilmiştir. Ofiolitik intruzyon çerçevesi içinden alınan numunelerin jeolojik-tektonik durumlarını gösteren kimyasal analiz sonuçları, çalışmamızın çok daha önemli kısmını teşkil etmiştir. Numuneler sistematik olarak Harmancık kuzeybatısındaki masif çerçevesinin taban ve tavanından alınmış olup, MgO, FeO ve Al₂O₃ tenörlerinin olivin ve cevher nispetlerine tahvilinde en küçük yanlışlık payları ile yetinebilmek için, mümkün olduğu kadar, bol kromlu numuneler elde edilmesine dikkat edilmiştir. Tam analizlerin yapılması bakımından, gösterdiği ilgiden dolayı M.T.A. Kimya Lâboratuvarlarına ve Laboratuvarlar Müdürü Sayın Nahit Kırışlı'ya burada teşekkürü borç biliriz.

Yazımızın ana görevi, R. Ovaloğlu'nun (1963) Pozantı bölgesinden göstermiş olduğu gibi, sahamız için de kromitlerin kimyevî durumlarının, kromitlerin ana masifler içindeki jenetik durumlarından yararlanmak imkânının bulunup bulunmadığı sorusuna cevap imkânları da araştırmaktır.

II. HARMANCİK BÖLGESİNDEKİ İNCELEME SAHASININ JEOLJİSİ

Asıl çalışma sahamızı, yani Harmancık kuzeybatısındaki krom cevheri alanını ele almazdan önce, sahanın genel jeolojik çerçevesini ve özellikle 1 : 100 000 ölçekli (Levha I) haritanın 5/4 paftasında gösterilen kısmını kısaca anlatmaya çalışalım :

Harmancık peridotit sahası, kuzeyden güneye doğru bir dil şeklinde bulunan Harmancık Neojen sahası ile çevrili olup, Öksüzler, Alabarda yakınlarında ayrıca iki küçük Neojen alanını kapsamaktadır. Kuzeye ve batıya uzanan bu peridotit masifinin tabanı, sahanın en yaşlı ve mikaşist, serisitik fillat ve bunlara katılmış kalker ile yan mermerlerden teşekkül eden ve «kristalin subasman» adı ile anılan kayaçlardan meydana gelmiştir. Durum, Harmancık-Tavşanlı şosesinin 8 inci kilometresindeki Artıranlar köyü yakınında bulunan bir mostrada görülebilmektedir. Bu kayaçların petrografik terimlerinden de, kristalin subasmanın epizonal metamorfik karakteri belli olmakta ve bu durum bütün araştırmacılar tarafından hakikat olarak kabul edilmiş bulunmaktadır.

Kristalin subasmanın yaşına gelince, birçok araştırmacılar bu hususta fikir ayrılıklarına düşmüşlerdir. H. Holzer (1954) epizonal rejyonal metamorfizma için Mesozoik öncesi yaşını kabul ederken, İ. Ketin (1959) kristalin şistleri Paleozoik ve Premesozoik olarak sınıflandırmış, fakat bu bölümü açıkça izah etmemiştir.

H. Borchert (1963), rejyonal-petrografik düşüncelerden hareket ederek, fillatlı kristalin şistlerin esas itibariyle Silurien ve Kambrosilurien yaşında olduklarını ileri sürmüştür. H. Borchert'e göre, Türkiye'de çok yaygın olan bir fillat-grafit-şist serisi vardır ve Muğla üst mermerleri denilen (G.v.d. Kaaden & Metz 1954) kayaçlarla aynı zamanda teşekkül etmiştir. Menderes masifi bölgesindeki epizonal kristalin şistler ise, R.D. Schuiling (1962) tarafından iki üniteye mütalâa olunmuşlardır: Kambrien ile Prekambriene mensup bir üst ünite ve kesinlikle Prekambrieni temsil eden bir alt ünite.

Metamorfik subasman, birçok noktalarda Mesozoik kalkerlerinin altında olup, bu kalkerlerin yaşları, yer yer zengin fosil bulgularına göre (H. Holzer 1954, M.F. Akkuş 1962 ve A. Kalafatçıoğlu 1962) kesinlikle Mestrihtien olarak tayin olunmuştur. Granitlerle peridotitlerin kontakt satırlarında zuhur eden Kretase kalkerlerinin rekristalizasyonu, bazan kesin bir tayinde bulunmaya engel olmuştur (H. Holzer, 1954).

Kretase-Tersiyer döneminde başlamış olan alpin örojenezinin şiddetli Laramien safhası [İ. Ketin'e göre (1966) Menderes ve Kırşehir masiflerinin metamorfizmasına sebep olmuştur] ve bunu tâkibeden yükselme, sahamıza uzun bir karasal denüstasyon devresi getirmiştir. Bunun için de, Eosen, Oligosen ve Alt Miosen çökeltilerine rastlanmamaktadır.

Üst Miosende, iki safhadan meydana gelmiş kuvvetli bir sedimantasyon, bütün kuzeybatı Anadolu'ya yayılmış olan tatlısu havzalarında başlamış ve deniz, Üst Kretaseden bu yana bu sahaya tekrar girmemiştir.

Sözü geçen tatlısu çökeltileri, 1962 yılında yaptığı çok esaslı bir inceleme ile dört Neojen havzasındaki (Harmancık, Domaniç, Tavşanlı ve Tunçbilek) rejyonal jeolojik ve stratigrafik durumları paralelize etmiş olan K. Nebert'e göre iki sedimantasyon safhasından meydana gelmiş olup, bunlar önce iri konglomeratik transgresyon teşekküllerinden kumlara ve oradan marnlara ve nihayet ince killere geçiş göstermektedirler.

Bu Neojen serilerinin daha yaşlı olanı, kesine yakın bir ihtimalle Üst Miosene mensup olup, çoğu ziftli kömür karakteri gösteren ve ekonomik yönden önemli birçok

linyit damarı ihtiva etmektedir. Alabarda bölgesindeki bir damar 5750 kcal/kg ısı değerine kadar zenginleşmiştir (K. Nebert, 1962). Bu gelişme yine aynı müellife göre, derinlerdeki subvolkanik bir magma gövdesi sayesinde meydana gelmiş olup, bu magma, çok sayıda dik faylar boyunca yükselen eriyik kalıntıları yüzünden şiddetli silisleşmeler meydana getirmiştir.

Derinlerde saplanıp kalmış olan büyükçe bir yuvanın, yalnız Alabarda'nın tektonik havzası altında bulunmamakta olması muhtemeldir. H. Borchert'e göre (1963), alkalik CO₂ ihtivalı ılıcalar, bütün bu bölge içinde olduğu gibi, Bursa güneyinde de kaynak vermişlerdir. Bu sıcak sular, alkalik karakterlerine uygun olarak, bol miktarda silis asidi ihtiva etmekte ve böylece birçok opal ve silis jeli damarlarında kalseduan meydana getirmiş bulunmaktadırlar.

ılıcalar, ihtiva ettikleri CO₂ tenörü yüzünden, peridotitler içindeki birçok yerde damar ağları ve çatlak zonlarında *manyazit teşekküllerine* sebep olmuşlar ve yer yer 4-6 m kalınlıklara erişmişlerdir. Bu durum sıcak su yükselmeleri sonucunda tatlısu havzalarında çökelmiş olan birçok sığ borat zuhurları için de geçerli olabilir (Bigadiç ve Okçular gibi).

Büyük bazal konglomeralarında görüldüğü gibi, bir çökme devresi ile birinci safhadan ayrılmış olan genç sedimantasyon safhası, Pliocene ve esas itibariyle Levantene mensuptur. Dağardı bölgesindeki genç final magmatizma zirvesinin de riyolit ve dasitlerle daha ziyade Eğrigöz granit masifine eşlik ederken, andezitik kayalar tercihan Harmancık çevresinde zuhur etmektedirler.

Etüd sahası ile yakın çevresinde, yukarıda sözü edilen peridotitlerden başka 54/4 sayılı paftanın NW ve SW köşelerinde gösterilen *granitler* de zuhur etmektedir. Ne yazık ki, buralardan numune olarak mikroskopla muayene imkânları bulunamamış ve bu yüzden yaş ve bağlantı durumlarını ilgilendiren ifadeler, çoğunlukla H. Holzer (1954) ve A. Kalafatçoğlu'nun (1962) müşahedelerine inhisar etmiştir.

Granit, H. Holzer'e göre orta taneli, hornblend ihtivalı ve bazan da aplit gösteren damarlarla kesilmiştir. Katkı olarak zuhur eden mermerlerin doğrudan doğruya intruzyon sonucunda mermerleşmiş olmaları çok muhtemeldir.

Granitin yaşı bakımından, başlıca iki fikir ileri sürülmektedir: A. Kalafatçoğlu (1962), Ege bölgesindeki Trias ve Jura devirlerine mensup konglomeralar içinde granit molozlarına rastladığından, granitin Permien ile Trias yaşında olduğunu ileri sürmektedir. H. Holzer (1954) ise, yaklaşık olarak Kretase-Tersiyer döneminin granitin yaşı olduğunu daha muhtemel görür. H. Holzer'i bu sonuca ulaştırmış olan izlenimler şunlardır:

1. Granit, içinde mermerleşmiş kalker blokları müşahede olunan daha yaşlı ve örtü şisti denilen bir tabaka serisi ile çevrilidir (Zeschke, 1955 : M.T.A. Rap. no. 2249).

2. Dağardı'nın yaklaşık olarak 1 km kuzeyinde (Levha I) örtü şist serisi ile kalker arasında bir kontakt tespit olunmuştur. Bu kalkerler, granitin hemen yakınında şiddetle rekristalize olarak masif bir strüktüre bürünmüşlerdir. Granit kenarının 2 km kadar ötesindeki kalkerlerde fosil artıklarına (foraminifer) rastlandığına göre, açıkça Mes-trihtien yaşı kabul edilmek gerekir.

3. Granit, çoğunlukla çok tazedir. Şistleşme veya büyükçe faylanmalar tespit olunmamıştır.

4. Genellikle tektonik zorlanmalara karşı oldukça hassas oldukları bilinen kuarslar da, mikroskop altında dalgalı sönmeler göstermemişlerdir [H. Holzer'in 2366 (1954) no.lu raporuna ekli olan ve Dr. Markus tarafından yapılan mikroskopik etüd].

Tektonik bakımdan büyük bir safha içinde inisiyal ofiolitik magmatizma çerçevesinde orojenetik oluşumun öncesi olarak kabul olunan ve H. Stille'nin (1939) konsepsiyonuna da kolayca uyan, granitin, peridotitlerden daha genç olduğu faraziyesini böylece kesinlikle kabul etmek mümkündür. Stille'ye göre, siyalik-palinjen ve sübsekan magmatizma, inisiyal ve final magmatizma arasında bir nevi aracıdır («intermezzo»). Bununla, inisiyal ofiolitik ve siyalik-palinjen magmatizma ürünlerinin (yani etüdümüzdeki peridotitler ile sahamızdaki granitlerin) birbirlerine sıkı sıkıya bağlı oldukları belirtilmek gerekir. Böylece biri hakkındaki yaş ifadesi, öteki için doğrudan doğruya genellikle takriben aynı yaş ifadesi anlamına gelmektedir. A. Kalafatçıoğlu'nun (1962) tayini ise, bu anlayışa uymamaktadır, çünkü bu araştırmacı, granitleri Triasa nispet etmiş, oysaki peridotitlerden Mestrihtiene mensup olarak söz edilmiştir.

Buradaki peridotitler ve granitlerin yaşı hakkında kesin bir sonuca varabilmek için, yukarıdaki izahatımızın yanısıra, aşağıdaki hakikatlerin de dikkate alınmaları gerekmektedir :

1. Sahamızda, hiç olmazsa Trias ilâ Mestrihtien çökeltileri bulunmamaktadır.

2. Üst Kretase kalkerleri, ofiolitik intruzyonun hakikî çatısını teşkil ederler. Türkiye'nin birçok kromit yataklarından bilindiği gibi, ofiolitler, yaşlı Paleozoik ile çok daha genç olan Mesozoik arasındaki sınır seviyesini tercih ederler. Esasen yalnız Türkiye'de değil, bütün dünyada sayısız misalleri gösterilebilecek durumda bulunan bu sınıflandırmaya, H. Borchert daha 1958 yılında dikkati çekmiş ve «kısmen oldukça sertleşmiş ve hatta tam metamorfik olmuş subasman ile metamorfik olmayan ve diyajenetik bakımdan hemen hemen değişmemiş bulunan taze sedimanlar arasındaki birinci sınıf bir sıklık mekanizmasının süreksizlik sathı hüküm sürmektedir» demiştir (H. Borchert, 1959).

3. Peridotitlerin çoğu yerlerde daha genç Neojen sedimanları ile örtülü bulunmaları yüzünden, sahamızda ekseriya görülemiyen Kretase kalkerlerinin kontakt satırları bakımından H. Holzer (1954), önemli bir misal vermekte ve demektedir ki: «Değirmisaz deresi ve Tavşanlı'nın güneyinde, serpantin vadi içinde ve derin yamaçlarında tespit edilmiş olmasına karşılık, tepeler kalker ve yarı mermerlerden meydana gelmişlerdir. Burada *kalker ve mermerlerin, serpentine yaklaştıkça, kristalinitelerinin arttığı* özellikle dikkati çeker.

4. İ. Ketin'in (M.T.A. Derg. no, 66, 1966) en yeni etüdlere göre, sahamızın da aynı bölgeye mensup bulunduğu, Anadolu'nun bu kısmında (Levha I ve II) birinci orojenez, alpin dağ teşekkülü devrinin Laramien safhasındaki Kretase-Tersiyer döneminde meydana gelmiştir. Bu sonuç ve Anatolidler'in Pontid ve Toroslar'la çevrili eski bir subasman olmadığı (K. Leuchs'un 1943 te kabul ettiği gibi) görüşü, detaya inen bir gerekçeye muhtaç olmakla beraber, bu görüşler, buradaki peridotitlerin yaşının G. Heissleitner'in (1951-52), G. v. d. Kaaden'in (1959b) ve A. Helke'nin (1955-1960) iddia ettikleri gibi, Paleozoik yaşında olmadığı anlamına gelebilir.

öte yandan, inisiyal ofiolitik magmatizma (daha önce de işaret edildiği gibi), orojenik oluşum ile çok sıkı bağlantı halindedir. Şu halde, etüd sahamızdaki peridotitik magmalar intruzyonu, zaman bakımından, Kretase-Tersiyer döneminden çok uzakta aranmamalıdır. Bu husus, daha önce H. Holzer (1954) tarafından da kabataslak,

fakat doğru olarak tespit olunmuştur. Nitekim, Holzer, buradaki peridotitler için, yaklaşık olarak Jura-Kretase dönemini yaş göstermiştir. Bu suretle inisiyal magmatizma ile orojenik oluşum arasındaki zamanın, haddinden uzun görülmesi meselesi ortaya atılabilir ise de, bu peridotitlerin Paleozoik yaşta mı olabilecekleri yolundaki ana sorunun cevaplandırılması bakımından bir rol oynamaz.

5. Buradaki ofiolitlerin Paleozoik yaşta oldukları kabul edilirse, hiç olmazsa aradaki stratigrafik halkaları temsil eden üst Karbonifer, Permien veya Alt Mesozoik gibi karışım serilerinin de mevcudiyeti gerekir. Oysaki, Harmancık çevresinde böyle bir kayaç serisi hiçbir araştırmacının gözüne çarpmamıştır.

6. «Paleozoik» oldukları ifade olunan serpantinlerin, Mesozoikte kara haline gelen kayaçlar oldukları yolundaki iddia, H. Holzer tarafından muhtemel görülmemekte ve sebep olarak da, daha üstteki Kretase tabakalarının (Mestrihtien kalkerleri) bu takdirde herhangi bir transgresyon horizonu göstermeleri gerektiği ileri sürülmektedir. Ne Holzer, ne de başka araştırmacılar böyle bir duruma rastlamamışlardır,

7. Serpantin ve Kretase arasındaki tabakaların «tektonik olarak ekaylanmış» oldukları yolundaki başka bir iddiayı da Holzer (1954) «Dünyanın hiçbir yerinde rastlanmayan» bir tektonik komplikasyon olarak nitelemektedir.

8. Çok önemli ve bu vesile ile de pek az dikkate alınmış bulunan başka bir nokta da, şist ve hornştayn formasyonu denilen teşekküldür. Bu formasyon, içindeki radyolarit katkıları ve özellikle bazaltik menşeli spilitik ekstruzif kayaçlarıyla, inisiyal magmatizmaya sıkıca bağlıdır ve mevcudiyeti için ekstruzif kayaçlar kadar, İntruzif bazalt ayrışmalarının da lüzumlu olduğu «Steinmann Trinity» denilen teşekkülün bir kısmını teşkil eder. İntruzif payların kalıntı ayrışmalarından SiO_2 ve manganez eriyikleri çözülerek yükseldikten ve denize çıktıktan sonradır ki, manganez-radyolarit formasyonu meydana gelir (P. de Wijkerslooth, 1941; H. Borchert, 1955, 1957).

Sülleköy yakınlarında bu neviden bir manganez serisi (Emet'ten Dağardı madenine giden yol) müşahade olunmaktadır* Ekstruzif kayaçlar ise, spilit ve keratofir şeklinde nispeten geniş bir yayılma durumu göstermektedirler. Bununla beraber, genellikle ultrabazik intruzyonların, şist-hornştayn formasyonu artık ayrışmaları nevinden olan ürünleriyle özel önem taşırlar. Bu noktanın, Sülleköy çevresini esaslı bir etüde tabi tutmak suretiyle, aydınlatılması çok yerinde olur.

Buradaki peridotit ve granitlerin yaşı hususunda, bunların oldukça kesin olarak alpidik oldukları söylenebilir. Peridotitlerin H. Holzer'in (1953) dediği gibi, Alt Kretase yaşında mı oldukları, yoksa A. Kalafatçıoğlu'nun ve M. F. Akkuş'un görünürde haklı olarak kabul ettikleri gibi, Üst Kretase yaşında mı buldukları, magmatizmanın geniş klâsifikasyonu bakımından pek fazla önem taşımaz.

III. HARMANCIK KUZEYBATISINDAKİ PERİDOTİT MASİFİNİN TEKTONİĞİ

Levha II den de görüleceği gibi, esas etüd sahamız, N-S genişliği en çok 5 km ve buna uygun olarak E-W büyüklüğü 6 km olan 20 kilometre karelik bir sahayı kaplamaktadır. Engabeli, dağlık ve en yüksek noktaları 630-1000 m rakımında bulunan bu sahada, esaslı bir vadi düzlüğünün yüksekçe bir seviyesi, sahanın kuzeyinde 900 m rakımının üstünde başlamaktadır. Harmancık-Balıkesir şosesindeki Çardı çayında son buluncaya kadar, güneyde Miran vadisi, 5 km boyunca 630 m rakımına kadar alçalır.

H. Borchert, 1963 yılında bu sahada 25 ten fazla ocak, yarma ve mostra incelemiş ve kromit imraratının genişletilmesi, yeniden lövesi hususunda yeni sondajlar tekliif etmiştir.

En önemli ocaklar, Miran dere vadisi etrafındadırlar. Bunlardan özellikle Koca ocak, Kıran ocak, Hudut ocak ve Fırınılı ocak söz konusu olmağa değer. Miran derenin kuzey ve kuzeydoğusunda Başçayır, Hızır, Öküzyatağı, Çeki ve Derbent ocakları gibi fazla önem taşımayan ocaklar da vardır. Miran derenin batısında ise, başka bir ruhsata ait olmak üzere Karakuz ocak, Yayla ocak ve Donbuyuçu ocakları bulunmaktadır (Levha II).

Yazımızın başında belirtilen, bir taraftan peridotit masiflerinin komplike hareket olayları ve öte yandan rejyonal tektonik ve lokal dislokasyonlar hakkındaki bilgiler, madencilik bakımından yeni cevher yataklarının bulunmaları yolunda yardımcı olabilirler.

Komplike serpantin tektoniğinin nizami temel hatları, ilk defa H. Borchert (1955-63) tarafından, Türkiye'nin çeşitli kromit bölgelerinde yaptığı etüdlere dayanarak ortaya atılmıştır. H. Borchert bu suretle, münferit kromit ocaklarında mevcut gibi görünen dislokasyonların düzensizliklerine rağmen, düzenli tektonik kanuniyetlerin tespit olunabileceğini göstermiş bulunmaktadır. Bu arada, bazı tektonik doğrultuların, kilometrelerce mesafeler boyunca muhafaza edildikleri (Kopdağ sahasında olduğu gibi) ispat olunmuştur.

Öte yandan kromit yataklarının, ana peridotit masifi ile ne suretle münasebete geçirilebileceğini bilmek, madencilik için her halde yararlı ve böylece primer yatak durumları hakkında fikirler elde etmek de mümkün olacaktır.

Magmatik bank teşekkülünün tespiti ve ölçülmesi bu çerçeve içinde büyük önem taşır. H. Borchert'in çok sayıdaki neşriyatı, magmatik bankın kromit yatakları için ne kadar önemli olduğuna işaret etmektedir. Bu cümleden olarak, etüd sahamızdaki Koca ocakta, magmatik bank oldukça düzenli olarak N 70° E ve N 61°E doğrultusu ile, yine oldukça düzenli olarak 49° ve 56° NW yatımı göstermiş olmasına rağmen, 500 m uzunluğunda bir araştırma galerisinin beyhude yere sürülmüş olduğu görülmüştür. Oysaki, cevher ocağın kuzeybatısında, yani tavan bölümünde kolayca erişilebilir bir durumda idi.

Burada 1963 yılında ölçülmüş olan arızaların gereği gibi sınıflandırılmaları, arızaların değerlendirilmelerinde bir dayanak teşkil edecek olan magmatik bankın en önemli temelini teşkil ettiği görülür. Bu gibi arızaların bulunup ölçülmeleri ise, bir hayli güçlüklerle bağlıdır. Arazi üzerinde, ekseriya ancak uzunca doğrultulu benekli cevherler ve kromit-şliren plakları, magmatik bankın doğru olarak ölçülmesini sağlar. Mostraların ve Sekonder serpantinleşmelerin erişilmez durumda olmaları yüzünden hakikî primer magmatik bankın tayini ve ölçülmesi bakımından saatlerce, hattâ günlerce araştırılmaları gerekir. Bunun için, müşahedelerimizde magmatik bank, en önemli başlangıç noktasını teşkil eder ve ancak bu bankın istikametine göre ölçülen arızaların gruplara bölünmesi hedefe ulaştırır. Magmatik bank doğrultusunda seyreden arızalardan aynı yatım istikametini gösterenler, *yatak fayları*, ters yatım açısı gösterenler ise, *antibank faylarıdır*. Magmatik bank ve s-satırlarının dikine transversal faylar ve ac-çatlakları seyretmektedir.

1964 yılında, Prof. Dr. F. Karl'ın tavsiyesi üzerine antibank fayları ile yatak fayları b-ekseninin ana oryantasyonu olarak kabul olunmuş ve bu prensipten hareket olunarak, magmatik bank durumu ölçülebilen her ocak için bir doku diyagramı tanzim edilmiştir. Levha III te bu husus rejyonal olarak açıkça gösterilmiştir. Bu yazımıza

temel teşkil etmiş olan ihbar çalışmasında H. Borchert, sözü geçen usulü eleştirmekte ve b-koordinatların antibank ve yatak fayı kesiş çizgisinin değil, doğrudan doğruya magmatik bankın en önemli temel oryantasyonu ve «ab» düzlüğü olarak ele alınması gerektiğini ileri sürmektedir. İçinde kromit ayrışımı vukua gelmiş olan kısmî eriyikler, tam sükûnetle cereyan etmiş tektoniklerde ab-oryantasyonunu takibederler. Meselâ Bushveld çevresinde durum böyledir. Türkiye'de de, çoğunlukla germanotip arıza tektoniği söz konusu olduğuna göre, bu oryantasyona ekseriya riayet olunması usuldendir.

Şurası bir hakikattir ki, tatbik olunan bu usulde de büyükçe sahalar bakımından takriben aynı diyagram resimleri elde edilmiş ve H. Borchert'in usulü tatbik olunmuş olsaydı, daha seçkin sonuçlar elde etmek mümkün olacaktı. Bununla beraber yeni çalışmalarla tespit olunacağı üzere, bu takdirde de Levha III teki kesik hatlarla gösterilmiş ve tektonik diyagram resimleri hemen hemen aynı koordinat değerleri gösterecek olan aynı homojen menziller ortaya çıkacaktır.

Taban sahası, Koca ocak, Kıran, Hüseyin, Fırınılı, Yayla, Hudut ve Çataltepe ocaklarından müteşekkil olup, H. Borchert'e (1963) göre bunlar esas itibariyle aynı yatak horizonuna mensupturlar, ikinci bir kromit horizonunun orta bölümü, doğuda Öküzyatağı ocağı ile başlamakta ve Hızır, Derbent ve Miran ocakları üzerinden seyretmektedir. Tavan bölümündeki horizon menzilini aynı kesinlikle tespit etmek mümkün değildir. Çeki, Karakuz, Yayla, Kalempınar ve Donbayuçu ocakları muhtemelen birleşik bir horizonla mensupturlar. Bu arada yer yer horizonların 50-100 m nispetinde transversal faylarla NW doğrultusuna atılmış oldukları görülmüştür.

Magmatik bank değerlerinin mukayesesinde, ortalama değerlerin nispeten önemsiz farklar gösterdikleri tespit olunabilir [parantez içindeki değerler H. Borchert'in (1963) tektonik diyagram numaralarıdır].

Koca ocak	(2)	N 70° E / 56 NW
» »	(27)	N 61° E / 49 NW
Kıran ocak	(18)	N 50° E / 62 NW
» »	(19)	N 68° E / 58 NW
» »	(20)	N 62° E / 63 NW
Fırınılı yayla ocak	(34)	N 74° E / 52 NW
» » »	(35)	N 79° E / 44 NW
» » »	(36)	N 82° E / 58 NW
Hudut ocak	(33)	N 86° E / 48 NW
Hüseyin ocak	(37)	N 68° E / 47 NW
Derbent ocak	(13)	N 83° E / 61 NW
» »	(14)	N 64° E / 52 NW
Çeki ocak	(30)	N 44° E / 38 NW
Kalempınar ocak	(38)	N 58° E / 70 NW
» » »	(39)	N 77° E / 71 NW
Yayla ocak	(40)	N 46° E / 57 NW
» »	(41)	N 48° E / 64 NW
Ömerağa ocak	(42)	N 38° E / 42 NW
Hızır ocak	(86)	N 40° E / 70 NW
Karakuz ocak No. 1	(91)	N 46° E / 48 NW
» » No. 2	(92)	N 38° E / 48 NW
» » No. 2	(93)	N 47° E / 62 NW

Magmatik banktan alınan bütün }
ölçülerin aritmetik ortalaması } N 61° E/54° NW

ölçülerden kesinlikle görüleceği gibi, magmatik bank NE-SW doğrultulu ve orta diklikte NW yatımlıdır. Yukarıdaki değerlerin aritmetik ortalaması N 61° E / 54° N W dir. H. Borchert (1963) bu ölçülere dayanarak, Harmancık'ı çevreleyen Neojen sahasındaki peridotit masifi için aynı neviden bir primer oryantasyon kabul edilebileceği sonucuna varmıştır, zira Harmancık'ın NE ve SE sundaki öteki peridotit masiflerinde de yaklaşık olarak aynı değerler ölçülmüştür (Harmancık çevresindeki bütün peridotit masiflerinin tüm ortalaması N 47° / 54° NW dir).

H. Borchert, ölçülen bütün donelerden, kuzeydeki Çeki ve Hereke'den batıdan doğuya doğru Çökene, Akçasaz, Ilıcaksu, Artıranlar ve Elmağacı üzerinden güneye Aziziye, Yunuslar, Poyracık, Dağardı, Alabarda sahasındaki alt masif bölümlerine kadar birleşik ve büyük bir masifin uzandığını, bazı ihtimallerle, kabul etmektedir. Bu da NNW-SSE yönünde 20 kilometreden fazla bir sahayı içine alır.

H. Borchert, buraya kadar kısaca anlatılan müşahedelerine dayanarak (1963), Koca ocak ve Kıran ocak menzillerindeki cevher yatağının derinlere olan devamını açıklamak üzere dört sondaj teklif etmektedir. Yatak durumu, tektonik ve teklif olunan sondajların lokaliteleri Şek. 3 te gösterilmiştir, öte yandan inilecek sondaj derinlikleri de, magmatik bankın seyrine göre, cevheri kesecek yere kadar tahmin edilmiş olmak üzere bildirilmiş bulunmaktadır. Bu sondajların verecekleri sonuçlara göre ve sonuçlar olumlu bulunduğu takdirde H, Borchert, tüm olarak hiç olmazsa 50-150 000 tonluk bir cevher rezervi verecek olan başka teşebbüslere girişilmesi teklifinde bulunmaktadır.

IV. MİKROSKOPİK VE KİMYASAL İNCELEMELER

Buradaki kromit cevherlerinin mikroskopik incelemeleri için 26 ince kesit ve 15 plakmens, değişik ocaklardan alınarak İsmet Uzkut'un cevher yatakları ihbarında incelenmiştir. Bu arada kromitten başka olivin, serpantin, manyetit, sülfidler, uvarovit, kemmererit ve nadir olarak da smaragdit, hematit, limonit ve talk teşekküllerine rastlanmıştır.

Som cevherde kromit, 2-10 mm tane büyüklüğünde hipidiomorf tane dokusu göstermekte ve bu arada özellikle kromit taneciklerinin ortalama olarak cevherdeki kromit nispetinde irileştikleri göze çarpmaktadır. Som cevherler tercihan Ömerağa ocağı, Kıran, Kocaocak ve Hudut ocak gibi taban masifi bölümlerinde bulunmaktadır. Serpinti cevherindeki tane şekli ve büyüklüğü, ekseriya özellikle belirlidir. Buradaki tane şekli, normal olarak + idiomorf ve tane büyüklüğü yaklaşık olarak 0.2-4 mm dir. Keskin idiomorfî, ancak, kromitin peridotit içinde akzesor halinde dağılmış olması durumunda müşahede olunur.

Serpinti cevherlerinde çoğunlukla rastlanan ve tercihan tabaka halinde oryante olmuş kromit birikmelerinde zuhur eden kromit tanelerinin yuvarlaklığı (ki oryante olmayan serpinti halinde dağılmış kromitlerde geri planda kalır) büyük bir ihtimalle tanelerin eriyikler içinde yatım istikametinde aşağıya doğru yuvarlanmış olmalarından ileri gelmektedir. Bu durum R. Ovalıoğlu'nun (1963) müşahedelerine de uygundur.

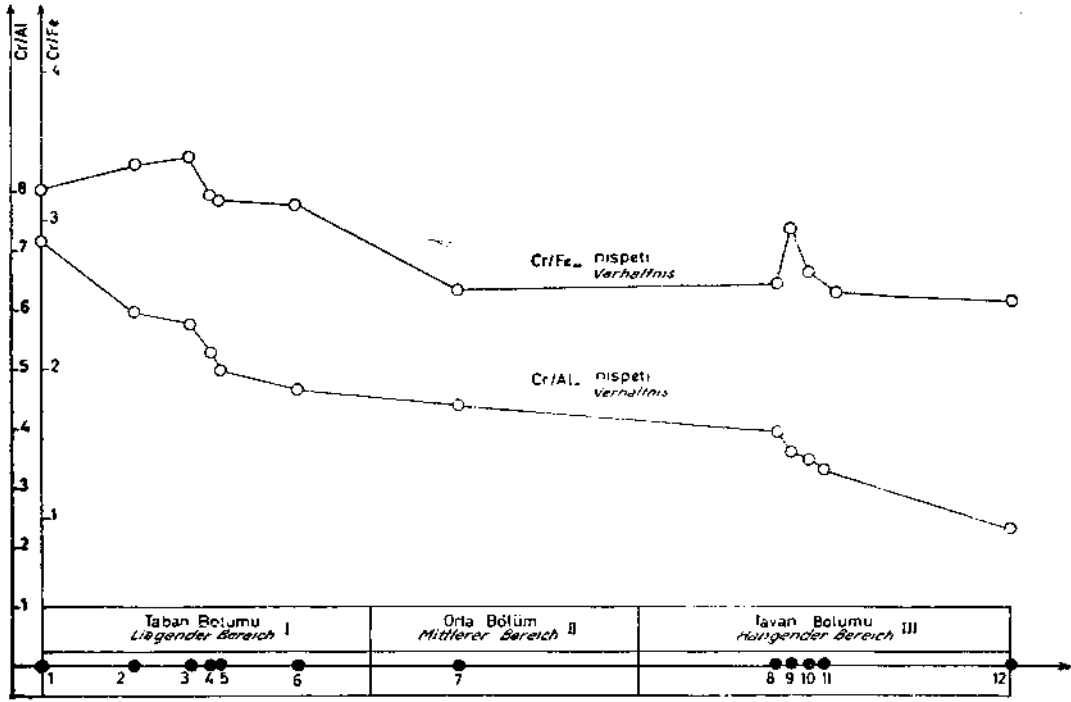
Etüd edilen hemen bütün kromitlerde, kısmen gevrek oluşlarından teşvik gören, nispeten kuvvetli bir kataklaz zuhur ederek, kromiti çoğu zaman hemen hemen yönsüz olarak keser. Bu arada ise milonitleşme ancak çok nadir durumlarda ve münferit yerlerde müşahede olunur (Kocaocak). Burada kromitlerdeki kataklazın, yantaşın serpantin-

leşmesine (veya tersi) bağlı olduğuna dikkati çekmek gerekir. Harmancık çevresindeki peridotit masiflerinde, H. Borchert'e göre (1963), genellikle zayıf bir diaforetik Serpantinleşmenin çatlaklar ve faylar boyunca vukua geldiği ve bunun da muhtemelen sonraki hareket olaylarından ve çatlaklarda sirküle eden eriyiklerden neşet ettiği görülmektedir.

Olivinlerin, kromite bağlı olarak, serpantinleşmeleri, çoğunlukla tane sınırlarında meydana gelerek çok ince çatlak sistemlerini takibeder. Bunun kısmen bir nevi auto-hidratatif serpantinleşme olması, aksi halde olivin tanelerindeki ana Serpantinleşmenin daha ziyade kabaca çatlaklardan başlaması ve bazan da hemen bütün taneleri kavraması gerekir.

Nadir olarak rastlanan hematit, sülfür (ve çokluğuna göre sıralanmış olarak pirit, kalkopirit ve manyetik silis) ve krom ihtiva eden silikatlar (uvarovit, smaragdit ve son safhaya mensup kemmererit) ile kromitlerin değişimi denilen mineraller, esas itibarıyla pnömatolitik - hidrotermal magmatik kristalizasyondan sonraki safhaya mensuptur. Burada elde edilen bilgiler, daha önce H. Krause'nin (1957) buluşlarına tamamiyle uygundur. Nadir rastlanmakla beraber, limonit, silikatlardan (olivin + piroksen) manyetit ve demir sülfürler ile kromitin yerüstü suları etkisi altındaki değişmesinden meydana gelmiş olabilirler.

TABLO 1		Numune yeri	Cr ₂ O ₃ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	FeO (%)	MgO (%)	MnO (%)	Cr/Fe-nispeti	Cr/Al-nispeti
TABAN BÖLÜMÜ I	1	Ömerağa ocak	58.83	10.55	16.07	13.90	0.04	3.22	7.19
	2	Hudut ocak	57.85	12.44	15.01	14.42	0.02	3.39	6.00
	3	Koca ocak	57.36	12.88	14.76	14.62	0.01	3.45	5.78
	4	Çatal tepe ocak	55.16	13.36	15.25	13.86	0.02	3.19	5.33
	5	Kıran ocak	54.62	14.08	15.26	13.66	0.03	3.16	5.00
	6	Taşpınar ocak	53.89	14.87	15.19	14.02	0.04	3.12	4.68
II	7	Hızır ocak	52.96	15.52	18.34	10.68	0.04	2.54	4.41
TAVAN BÖLÜMÜ III	8	Kalempınar ocak	51.66	16.42	17.31	11.58	0.04	2.58	3.94
	9	Karakuz ocak	48.81	17.62	14.56	15.07	0.03	2.97	3.60
	10	Yayla ocak	48.93	17.46	15.70	14.57	0.02	2.66	3.51
	11	Donbayıtu ocak	46.86	17.82	15.94	14.84	0.02	2.52	3.29
	12	Çeki ocak	37.37	20.87	13.37	17.92	0.03	2.46	2.31



Şek. 1 - Cr/Fe ve Cr/Al değerlerinin orta bölüme dik projeksiyon hattıyla mukayesesi (ayrıca Levha II).

Arazide ekseriya santimetre ile desimetre büyüklüğündeki damarlar halinde rastlanan manyezit, mikroskop altında çoğunlukla 0.5-2 mm kalınlıkta kromit çatlak dolusu halinde tespit olunmaktadır. Manyezit, olivinden olduğu kadar serpantinden de meydana gelebilir. Her iki halde bu teşekkülü meydana getirmek için çok miktarda karbon dioksit ve suya ihtiyaç vardır. Bu iki maddenin bol miktarda bulunması, ancak genç Sekonder prosedürleri takiben mümkündür. Manyetit, bilindiği gibi, genç Sekonder bir teşekküldür.

Yazımın başında da belirtildiği gibi, etüd sahasındaki manyezit teşekkülünü kolaylaştıran şartlar çok elverişli olmuştur. Bu vesile ile Tavşankaçtı ocağının kuzey ve batısındaki manyezit damarına dikkati çekmek yerinde olur. Bu damar 6-8 metrelik bir kalınlıkla N 68°W istikametinde uzanır ve arazi üzerinde 1-2 km kadar takibolunabilir. Damar takriben N-S yönlü faylarla yer yer 50 - 200 m nispetinde atılmış durumdadır.

S. Grafenauer (1956), H. Krause (1958), G.v.d. Kaaden (1959) ve R. Ovalıoğlu'nun (1963) tatminkâr çalışmaları da göstermiştir ki, kromit yataklarının karakteristiklerini belirtmek bakımından kimyasal analizlerin çok büyük önemi vardır. Bu maksat için, etüd sahasındaki 12 ocaktan tipik zengin cevher numuneleri alınarak, M.T.A. Enstitüsünde tahlil olunmuştur. Tablo I de Cr_2O_3 , Al_2O_3 , FeO, SiO_2 ve MnO tenörleri gösterilmiştir.

Ocakların tabandan tavana sınıflandırılmaları için, magmatik bankın ortalama doğrultusuna dikey olan düz çizgiler alınarak, kesiş noktaları, her ocağın çekül ile marke edilmiş ve durum Levha II de gösterilmiştir. Ocakların bu düz hat üzerindeki projeksiyonları—sıra ile orta magmatik banka uygun yatım istikametleri de dahil olmak üzere SE dan NW ya, 1 den 12 ye kadar numaralanmıştır—temel olarak ele alınmış ve analiz sonuçları 1 den 12 ye kadar olmak üzere tersim olunmuştur (Şek. 1 ve 2).

Sözü geçen düz hatlar üzerindeki projeksiyon noktalarının aralıkları Şek. 1 de 1 : 25 000 lik harita ölçeğine uygun olarak, değerlendirmede apsis olarak ele alınmış ve ordinat üzerinden Cr/Fe ile Cr/Al nispeti bulunarak kaydedilmiştir. Şek. 1 den de görüleceği gibi, bu nispetler hemen hemen kesintisiz seyretmektedir. Bir krom cevherinin ekonomik değeri bakımından kesin önem taşıyan Gr/Fe nispeti, Cr/Al nispetine nazaran henüz daha düşük bir nokta dağılımı gösterir. Dikkate çarpan başka bir nokta da, her iki hattın takriben paralel seyretmekte olduğu, yani tabandan tavana doğru Cr/Fe ve Cr/Al nispetlerinin azalmasının, hemen hemen aynı İntansite içinde vukua gelmekte olmasıdır.

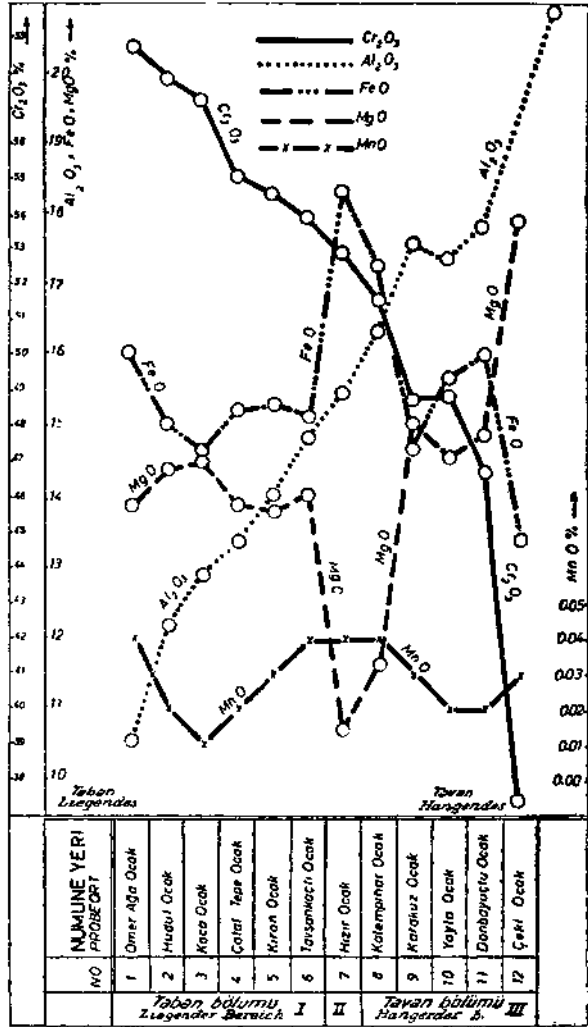
Nispet değerlerinin bu düzenli azalışı, ya Cr nispetinin azalmasından, veya Fe ile Al nispetlerinin çoğalmasından ileri gelebilir. Aşağıdaki değerlendirmelerden de görüleceği gibi, gerçekten her iki görüntü burada bir rol oynamaktadır.

Şek. 1 deki değerler mukayese edilince görülmektedir ki, hemen hemen en tabandaki I numaralı ocakta (Kocaocak) 3.45 ile tayin olunan Cr-Fe nispeti çok iyidir. Beklenildiği gibi, 2.46 nispeti ile en düşük değer, en tavadaki 12 numaralı ocaktadır (Çeki ocağı).

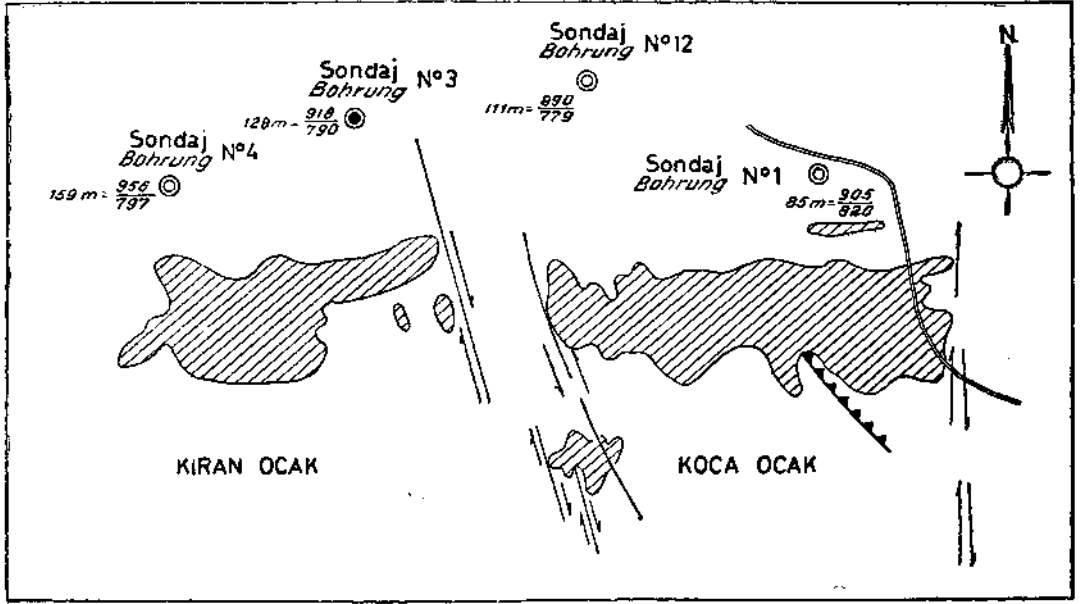
Rejyonel olarak bakıldıkta, nispetler güneybatıdaki Ömerağa ocağında 3.22 ile başlamakta, Hudut ocağında 3.39 a çıkmakta ve Koca ocakta 3.45 nispetini bulduktan sonra, Çataltepe ocakta 3.19, Kiran ocakta 3.16 ve Tavşankaçtı ocağında 3.12 ye düşmektedir. Burada, birinci taban horizonundaki (Levha III) Cr/Fe nispetlerinin yaklaşık olarak iyi değerler verdiği ve bununla da, *tektonik müşahedelerin doğru olduğu* görülmektedir.

Yalnız Hızır ocağında bir tek analiz yapılmış olan orta menzil II içindeki Cr/Fe değeri oldukça düşüktür (2.54). Esasen bunun böyle olacağı FeO tenorunun yüksek oluşundan da belli idi (% 18.34). Kalempınar ocağı ile (2.58) nispeten düşük değerli olarak başlayan tavan horizonu III (Karakuz ocağı) içindeki 2.97 ye hızla yükseliş tavana doğru tekrar bir düşüş göstererek Çeki ocağına kadar 2.46 ile devam etmektedir.

Cr/Al nispetindeki seyir genellikle daha düzenlidir. En tabandaki Ömerağa ocağında bu nispet 7.19 ile en üst seviyesini bulduktan sonra, birinci horizonunda hızla 4.68 c



Şek. 2



Şek. 3 - Koca ve Kiran ocaklarının şeması.

düşer. İkinci horizontdaki Hızır ocağında Cr/Al nispeti 4.41 olup, daha önceki seyirden henüz ayrılmamıştır. III üncü horizontdaki Kalempınar ocağında nispet 3.94 ile en yüksek seviyededir. Karakuz 3.60, Yayla 3.51, Donbayuçtu 3.29 ve en tavadaki Çeki ocağında 2.31 olarak düzenli bir düşüş gösterir.

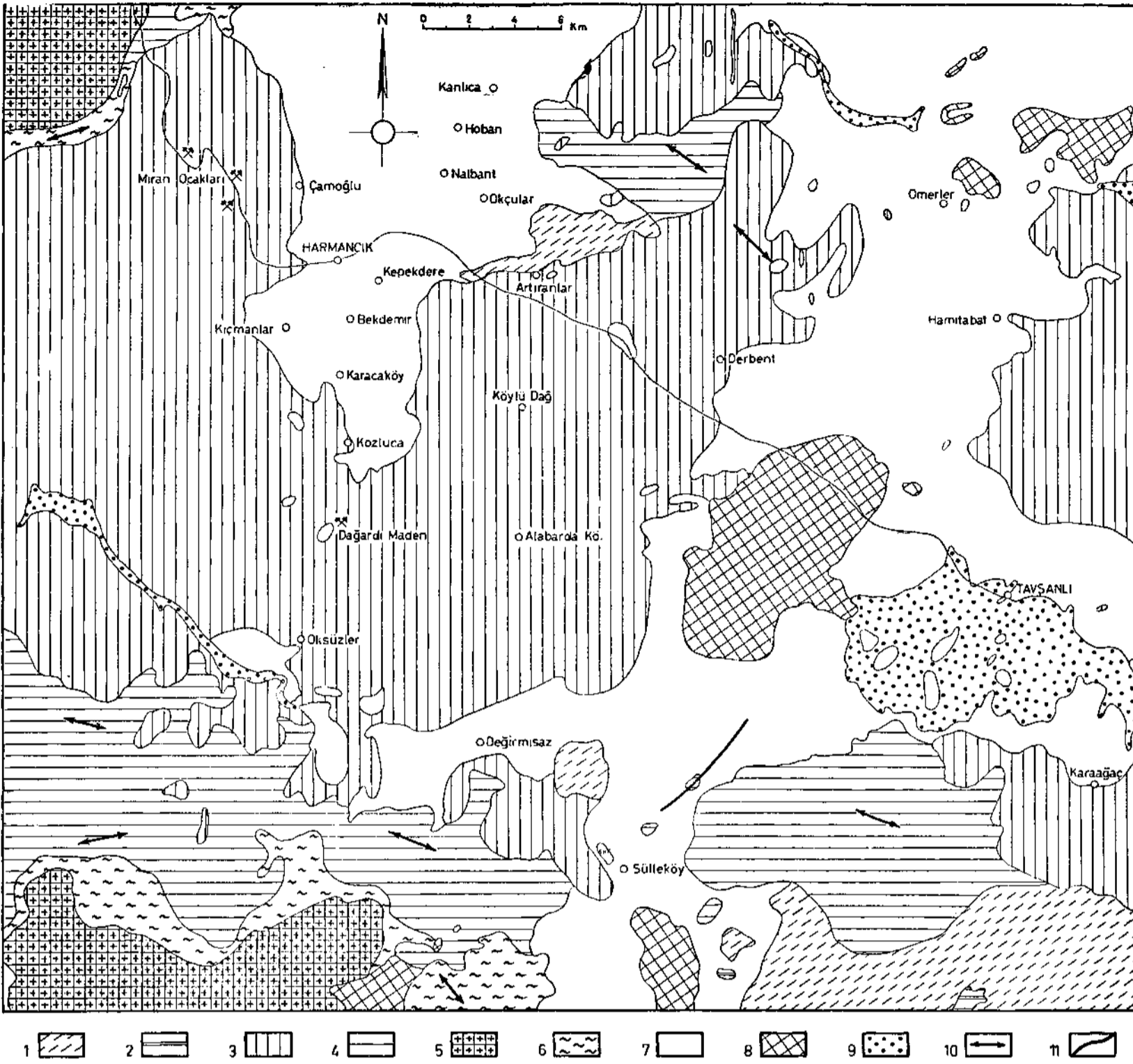
Ocak sırasına göre güneydoğudan kuzeybatıya doğru tersim edilmiş olan analiz değerlerini muhtevi Şek. 2 ve 3 ten çıkarılan en önemli sonuç şudur :

1. Zengin kromit horizonları ile G. Heissleitner (1951/52) ve M. Donath'ın (1962) orta bank zonuna nispet ettikleri Harmancık masifindeki Cr_2O_3 tenörü, dikkate değer bir düzenlilik içinde tabandan tavana doğru 58.8 den 37.4 nispetine düşmekte, Al_2O_3 tenörü ise, aksine, 10.6 dan % 20.9 a yükselmektedir.

2. Tektonik bakımından da bir homojenite sahası durumunda olan I nci bölümdeki MgO tenörü, önce 13.9 dan % 14.6 ya çıkmakta ve sonra % 14 e düşmektedir, ilkin % 16.1 den % 14.8 e düşen ve sonra tekrar % 15.2 ye kadar yükselen FeO tenörü MgO nun tam aksine bir tutum gösterir. Burada MnO tenörlerinin FeO ya paralel olarak % 0.04 MnO dan % 0.01 nispetine düşmesi ve sonra tekrar % 0.04 nispetine kadar yükselmesi ilginçtir.

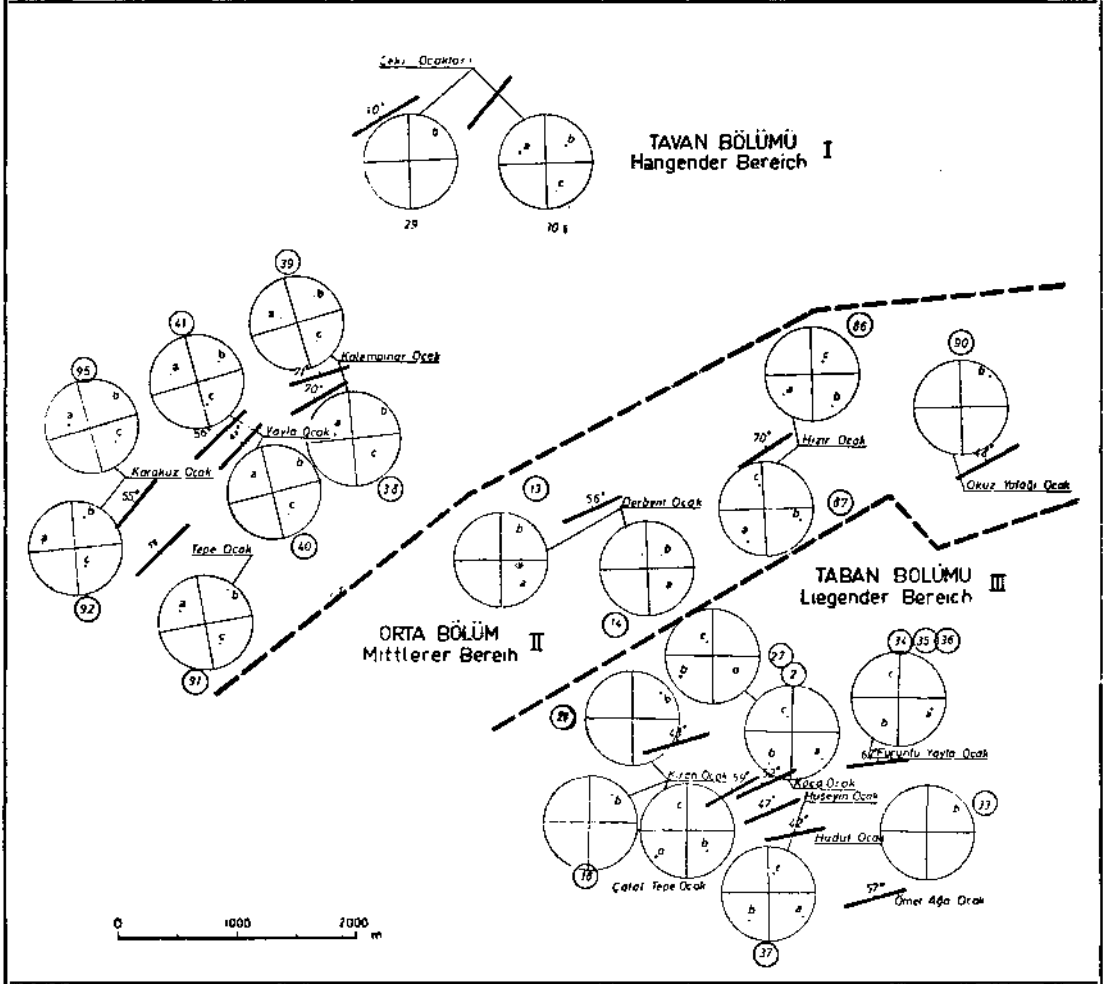
3. Tektonik bakımından yalnız Hızır ocağı, orta homojenite II sahasına (Levha II ve III) mensuptur. Bu ocağın oldukça uzak doğudan SSE dan NNW ya uzanan profil hattına yansıtılması lüzumu hâsıl olmuştur. Bu durumda her ne kadar ters Cr_2O_3 ve Al_2O_3 tenörleri (% 53.0 ve % 15.5) tabandan tavana doğru olan nizami büyük oluşuma intibak etmekte iseler de, FeO tenorunun % 18.34 gibi ekstrem yükseklikte bir nispete ulaşması ve bunun aksine MgO tenorunun % 10.68 gibi ekstrem bir düşüş göstermesi kolayca anlaşılır.

4. Tavan sahası III, buradaki ocaklarla az daha büyük bir sahaya dağılmış durumdadır. Burada Cr_2O_3 tenörü, tabandan tavana doğru nizami olarak % 51.7 den % 37 ye inmekle beraber, bunun aksine Al_2O_3 tenörü % 16.4 den % 20.9 a çıkmak-



HARMANCIK CİVARININ JEOLJİK-TEKTONİK KROKİSİ (H. Holzer'e göre, 1954)

1 - Gneys-mikaşist (metamorfik) ; 2 - Mermer (metamorfik) ; 3 - Serpantin ; 4 - Kalker, bazan mermer (Mesozoik) ;
5 - Granit ; 6 - Şist örtüsü ; 7 - Neojen ; 8 - Erüptifler (Genç Tersiyer) ; 9 - Alüvyonlar ; 10 - Struktur hatları ; 11 - Fay.



KROMİT BÖLGESİNİN TEKTONİK DİYAGRAMLARLA GÖRÜNÜŞÜ

tadır. FeO tenörü ise, önce Kalempınar ocağında % 17.3 ten Karakuz ocağında % 14.6 ya düşmekte ve MgO tenörü 11.6 dan 15.1 nispetine çıkmaktadır. Bundan sonra Yayla ve Donbayuçu ocaklarında FeO ve MgO değerlerinin ters bir gelişme tandansı gösterdikleri müşahede olunmaktadır. MgO tenörü, en tavadaki Çeki ocağında tekrar % 17.9 değerini bulurken, FeO tenörü % 13.4 nispetine düşmektedir.

5. Etüd sahası morfolojisini mukayese ederken, Ömerağa ocağının (ki aynı zamanda en alt tabanı teşkil eder) 630 m rakımında olduğu, en üstteki Çeki ocağının ise 970 m rakımında bulunduğu görülür. Bu değerlerden aynı zamanda *gerek cevher kalitesinin, gerekse cevher kalınlığının güneydoğudan kuzeybatıya doğru düşüş gösterdikleri ve bunun deniz seviyesinden olan yükseklik nispetine de uygun olduğu* anlaşılmaktadır. Bu durumlar karşısında daha yukarıdaki tavan sahalarının *daha derin seviyelerinde*, yani yatım anlamındaki devamlarının *daha iyi cevher kalitesi ve kalınlığı iktisap ettikleri* ihtimali kuvvet kazanabilir. 630 m rakımında muhtemelen NW daki ocakların devamının da derinlerde hemen hemen aynı cevher kalitesi ve kalınlığı göstermeleri beklenebilir. SW daki ocaklar için de, derinlerde daha zengin ve daha kalın Cr tenörleri bulunması muhtemeldir; zira H. Borchert'e göre (krom yatakları hakkındaki konferanslar, 1960) cevher kalitesi ve kalınlığı ekseriya iki istikamette artar: yatım istikametinde [ve tavadan tabana doğru. Buna göre etüd sahamızın kuzeybatı bölümünde de derinlerde daha fazla ve daha iyi cevher rezervleri beklenebilir.

MgO ve FeO tenörlerinin lokal terslikleri ile Cr_2O_3 tenorunun azalması ve aynı zamanda Al_2O_3 tenörünün yükselmesi sebeplerine burada temas etmedik. Birinci kanuniyet bakımından öncelikle muayyen nispette bir Fe fazlalığı ile karakterize olan eriyik hisselerinin denge doğrultularına dikkati çekmekle yetinmek yerinde olacaktır. Bol Mg ihtiva eden olivinlerin primer çözümlerinden meydana gelen Fe eriyik fazlası, krom tefrikinde tedricen azalır ve böylece kromit kafesi daha sonraki bir safhada tekrar ve yüksek nispette Mg iktisap edebilir.

İkinci kanuniyet bakımından şunu söylemekle iktifa edelim ki, bu durum W.M. Goldschmidt'in (1944) izomorfî kaidelerine ve A.E. Fersman'ın (1937, 1958, s. 390) kristalizasyon kanununa uygundur. A.E. Fersman'ın, kristalizasyon sırasının kafes enerjisinin azalmasını takibettiği yolundaki prensibi, kromit kafesine Cr yerine Al girmesi sonucunda kafesin enerjisinde bir azalma meydana gelmesi ile de tahakkuk eder.

Neşre verildiği tarih 17 Aralık, 1966

B İ B L İ Y O G R A F Y A

- BARKER, T. H. (1958) : Bericht über die Chromitgruben der Harmancık Kromit Şirketi (Mai, 1958). *Harmancık Kromit Şirketi Rap.* (yayınlanmamış), Ankara.
- BORCHERT, H. (1952a) : Die Ghromerzlagerstätten der Etibank in der osttürkischen Chromitprovinz. *Etibank Rap.* (yayınlanmamış), Ankara.
- (1952b) : Einfluss der Lagerstättenverhältnisse auf die Probenahme. *Erzmetall* 5, p. 297-303, 439-443.
- (1957a) : Die Chromerzlagerstätten im Gebiet des westlichen und Östlichen Kopdağ. *M.T.A. Rap.* (yayınlanmamış), Ankara.
- (1957b) : Der initiale Magmatismus und die zugehörigen Lagerstätten. *Neues Jb. f. Min., Abh.* 91, pp. 541-572.

- BORCHERT H. (1958) : Türkiye'de inisiyal ofiolitik magmatizmaya ait krom ve bakır cevheri yatakları *M.T.A. Yayınl* no. 102, Ankara.
- (1959) : Das Ophiolitgebiet von Pozantı und seine Chromerzlagerstätten. *M.T.A. Yayınl*, no. 104, p. 70. Ankara.
- (1960a) ; Geosynklinale Lagerstätten, was dazu gehört und was nicht dazu gehört sowie deren Beziehungen zu Geotektonik und Magmatismus. *Freiberger Forschungshefte*, C 79, pp. 7-61.
- (1960b) : Die Chromitvorkommen in der Umgebung von Yeşilova-Burdur. *M.T.A. Yayınl*, no. 105, p. 63. Ankara.
- (1960c) : Die Chromitvorkommen im Peridotitmassiv westlich von Acıpayam-Denizli. *M.T.A. Yayınl*, no. 106, p. 55, Ankara.
- (1960d) : Erfahrungen an türkischen Chromerzlagerstätten. *Symposium on Chrome Ore, CENTO*, Ankara, pp. 92- 108.
- (1961a) : Türkiye krom cevheri yataklarında yapılan etüdlere öğrendiklerimiz. *M.T.A. Derg.* no. 56, Ankara.
- (1961b) : Soridağ-Rutdağ peridotit masifi ve bu masifin krom yatakları ile cevher rezervleri *MT.A. Rap.* no. 2943, Ankara.
- (1961c) : Zusammenhänge zwischen Lagerstättenbildung, Magmatismus und Geotektonik. *Geol. Rundschau* 50, pp. 131 - 165.
- (1962) : Tefenni (vil. Burdur) peridotit masifindeki kromit zuhurları. *M.T.A. Rap.* no. 3635 (yayınlanmamış), Ankara.
- (1962b) : Elmalı'nın doğusunda bulunan Kerner-Tekirova-Atbükü-Adrasan kromit sahası ile Finike-Kumluca'nın kuzeyinde bulunan Gödene-Sazak-Boşnak kromit sahası (Antalya). *M.T.A. Rap.* no. 3489 (yayınlanmamış), Ankara.
- (1962c) : Chemismus und Petrologie der Erdschalen sowie die Entstehung und Ausgestaltung der wichtigsten Diskontinuitäten der Erdkruste. *Neues Jb. f. Min. Mh.* 7/8 pp. 143 - 163.
- (1963) : Principles of the genesis and enrichment of chromite ore deposits. *Seminar on Modern Scientific Methods of Chromite Prospection*, Athens, 16-30 April.
- (1964) Kromit Şirketinin Harmancık ve Göynük-Belenköy (Bursa vil.) Kromit yatakları. *M.T.A. Rap.* no. 3365 (yayınlanmamış), Ankara.
- DONATH, M. (1962) : Chrom. Die metallischen Rohstoffe, ihre Lagerungsverhältnisse und ihre wirtschaftliche Bedeutung. Bd. 14. F. *Enke-Verlag*, Stuttgart, p. 371
- FERSMAN, A. E. (1937) : Geochemie, Bd. III (1937) in: *Ausgewählte Werke*, Bd. IV, An SSR 1958.
- GOLDSCHMİDT, V. M. (1944) : Crystalchemistry and Geochemistry. *Chem. Proc.* no. 1, 1944.
- HELKE, A. (1955) : Beobachtungen an türkischen Minerallagerstätten. *Neues Jb. f. Min. Abh.* 88, p. 55 - 224.
- HIESSLEITNER, G. (1951/52) : Serpentin- und Chromerzgeologie der Balkanhalbinsel und eines Teiles von Kleinasien. *Jb. Bundesanstalt*, Wien, Sonderband, 1. u. 2. Teil.
- HOLZER, H. (1954) : Beyce 54/4 ve Simav 71/2 paftalarının jeolojik löveleri raporu. *M.T.A. Rap.* no. 2366, (yayınlanmamış) Ankara.
- KAADEN, G. v. d. (1959a) : Güneybatı Türkiye'de peridotit kitleleri içinde zuhur eden kromitlerin kompozisyonu ile tektonik-magmatik vaziyetleri arasındaki münasebet hakkında. *M.T.A. Derg.* no. 52, Ankara.
- (1959b) : Anadolu'nun kuzeybatı kısmında yeralan metamorfik olaylarla magmatik faaliyetler arasındaki yaş münasebetleri. *M.T.A. Derg.* no. 52, Ankara.
- & METZ, K. (1954) : Datça-Muğla-Dalaman çayı (SW Anadolu) arasındaki bölgenin jeolojisi *T.J.K. Bült.* no. 1/2.
- KALAFATÇIOĞLU, A. (1962) : Tavşanlı-Dağardı arasındaki bölgenin jeolojisi ve serpantin ile kalkerlerin yaşı hakkında not. *M.T.A. Derg.* no. 58, Ankara.

- KRAUSE, H. (1958) : Erzmitroskopische Untersuchungen an türkischen Chromiten. *Neues Jb. Min. Abh.* 90, pp. 305-366.
- LEUCHS, K. (1943) : Der Bauplan von Anatolien. *Neues Jb. f. Min. Mh.*, B, Heft 2/3, pp. 33-72.
- KETIN, İ. (1959) : Türkiye'nin orojenik gelişmesi. *M.T.A. Derg.* no. 53, Ankara.
- (1966) Anadolu'nun tektonik birlikleri. *M.T.A. Derg.*, no. 66, Ankara.
- NEBERT, K. (1960) : Tavşanlı'nın batı ve kuzeyindeki linyit ihtiva eden Neojen sahasının mukayeseli stratigrafisi ve tektoniği. *M.T.A. Derg.* no. 54, Ankara.
- (1962) : Serpantin kitleleri arasına sıkışmış bir Neojen blokuna misal olmak üzere Alabarda (Tavşanlı) linyit bölgesi. *M.T.A. Derg.* no. 58.
- OVALIOĞLU, R. (1963) Die Chromiterzlagcrstättcn des Pozantreviers und ihre ophiolitischen Muttergesteine. *Diss. Bergakademie Clausthal, Techn. Hochsch.*
- SCHNEIDERHÖHN, H. (1958) : Die Erzlagerstätten der Erde. Bd. I: Die Erzlagerstätten der Frühkristallisation. *G. Fischer Verl. Stuttgart*, p. 335,
- SCHULİNG, R. D. (1962) : Türkiye'nin güneybatısındaki Menderes migmatit kompleksinin petrolojisi, yaşı ve yapısı hakkında. *M.T.A. Derg.* no. 58, Ankara.
- STEINMANN, G. (1927) : Die ophiolitischen Zonen in den mediterranen Kettengebirgen. *Internat. Geol. Congr. Madrid, C. R. XIV*, pp. 1 - 33.
- STILLE, H. (1940) : Zur Frage der Herkunft der Magmen. Abh. 4-23, *Preust. Akad. Wiss., Math. Nat. Kl.*, no. 19.
- WIJKERSLOOTH, P. de (1941) : Merkezi Anadolu'nun garp sahası dahilinde, genç Paleozoikteki (Varistikum) magmatik faaliyet hakkında bazı mülâhazalar. *M.T.A. Mecm.* no. 4/25, Ankara.
- (1942) Türkiye ve Balkanlardaki krom cevheri zuhuratı ile bunların bu ülkelerin büyük tektoniğine olan münasebetleri. *M.T.A. Mecm.* no. 1/26, Ankara.
- (1954) : Einiges über die Entstehung von Ghromitkonzentrationen und Chromerzlagerstätten an Hand von neuen Beobachtungen in Anatolien. *Neues Jb. f. Min. Mh.*, pp. 190-200.