

# Alpin Tipindeki Kromit Yataklarının Özellikleri Ve Araştırılması

Dr. ORHAN ÖZKOÇAK \*

## ÖZET :

Kromit yatakları genel olarak iki tipe ayrılmaktadır :

1 — Tabakalı komplekslere bağlı olan kromit yatakları, 2 — Alpin tipindeki ultrabazik masiflere bağlı olan kromit yatakları. Tabakalı komplekslerdeki kromit yatakları büyük yayılları gösterirler ve kilometrelerce uzunlukta olurlar; bu durum sakin bir ortamda oluştuklarına işaret eder. Alpin tipindeki ultrabazik masiflerde bulunan kromit yatakları aşağı yukarı aynı özellikleri gösterirler; fakat oluşum sırasında tektonik kuvvetlere mâruz kaldıklarından, tabakalı komplekslerde olduğu gibi büyük yayılım göstermezler. Türkiye kromit yatakları ikinci tiptendirler.

Alpin tipindeki birçok ultrabazik masif üzerinde yapılan incelemeler, ultrabazik masiflerin beş zondan oluştuğunu göstermiştir : 1 — Taban zonu, 2 — Alt geçiş zonu, 3 — Monoton zdn, 4 — Üst geçiş zonu, 5 — Üst zon. Bu ardalama istatistik olup, zonlardan bazıları eksik olabildiği gibi çeşitli büyüklükte de olabilmektedir. 1, 2 ve 4 numaralı zonlar kromit yönünden ilginçtir ve kromit genellikle dünitler içindedir. 1 ve 2 numaralı zonlarda metalürjik, 4 numaralı zonda refraktör kromit bulunur.

Dünitler, kromit yatakları için kılavuz kayacı teşkil ederler. Magmatik tabakalanma ve lineasyon gibi primer yapılar kromitleri kontrol ederler. Masif kromit kütlelerinin etrafındaki serpaHitinleşme zonları ve kromitli dünit seviyelerinin daha kolay serpantinleşmesi kromit prospeksiyonu yönünden önemli olmaktadır. Faylara yerleşen damar tipli kromit yataklarının araştırılmasında kırık sistemlerinin ayrıntılı bir şekilde etüd edilmesi gerekir.

Jeofizik metodlardan gravimetri, jeolojik etüdlere büyük kromit kütlelerine işaret ettiği yerlerde tavsiye edilebilir; yalnız gabro ve norit gibi yoğun kayaların bulunduğu kesimlerde dikkatli olmak icabeder. Manyetometri, kromit yataklarının yayılımını tahkikte olduğu gibi, kromitli dünit seviyelerinin meydana çıkarılmasında da etkili olabilmektedir.

## 1 — GİRİŞ :

Bu yazının hazırlanmasında, dokümanter araştırmalardan, doktora çalışmalarımızdan ve Türkiye'nin çeşitli ultrabazik masiflerinde yaptığımız etüdlere istifa edilmiştir.

Kromitin özellikleri kısaca gözden geçirildikten sonra tabakalı komplekslerle, alpin tipindeki ultrabazik masifler ve onlara bağlı kromit yatakları karşılaştırmıştır.

Yurdumuzdaki ultrabazik masifler ve kromit yatakları alpin tipinde olduğundan, bu

\* Yük. Müh. Jeolog, M.T.A. Enstitüsü - Ankara

tip masiflerin yerleşmesi, iç yapısı, kromit yataklarının bu iç yapıdaki konumu, çeşitli özellikleri ve kromit prospeksiyonunda faydalı olabilecek hususlar çeşitli masiflerden örnekler verilerek izah edilmeğe çalışıldı.

## 2 — KROMİT HAKKINDA GENEL BİLGİLER :

Kromit siyah renkli, yarı metal parlaklığında bir mineraldir. Kristal şekli kübiktir. Benzer minerallerden çizgisinin veya tozlarının kahverengi oluşu ve tabiatındaki bulunuş durumu ile ayırılır. Teorik olarak % 68 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve % 32 FeO ten müteşekkil kro-

mitin ticaretteki en mükemmel bir numunesinde % 55 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % 14 FeO, % 3 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % 13 MgO, % 15 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bulmak mümkündür. Bu da (Fe, Mg)<sub>0</sub> (Cr, Al, Fe)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> kimyasal formüle tekabül eder. Kromit çok az miktarda nikel, kobalt ve platinde ihtiva eder.

Arz kabuğunun krom muhtevası onbinde bir civarındadır. Magmatik diferansiyasyon sonunda bu miktar peridotitlerde % 2'ye kadar yükselir. Cevher yatağı teşkil eden magmatik teşekküllerde ise % 40 ilâ % 60'a kadar çıkar.

Kromit esas olarak şu üç yerde kullanılır:

2.1 — Metalürji : Demir krom alaşımları (% 11 = 30 krom), oksidasyon ve korozyona mukavemetlidirler. Krom, alaşımın sertliğini, cer ve manyetik kabiliyetlerini, yüksek hararetle dayanma özelliklerini artırır. Demir krom alaşımları, zırh, levha, mermi, keski aletleri, transmisyon parçaları, yüksek hararete ve aşınmaya mâruz makinaların imalinde kullanılır. Metalürjik kromitin özellikleri şunlardır : % 48 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr/Fe = 3/1, SiO<sub>2</sub> düşük, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + MgO < % 25. Metalürjik maksatlar için sert parça cevherler tercih edilirse de az karbonlu kromlu çelik imalinde konsantre tozlar da kullanılabilir. En iyi metalürjik cevher veren memleketler G. Rodezya ve bilhassa Türkiye'dir.

2.2 — Ateş tuğlası : Kromit, ergime noktası yüksek ve kimyasal bakımından da hemen hemen nötr bir mineral olduğundan yüksek hararete asit ve bazların etkilerine mukavemet eder; harç halinde veya tuğla şeklinde izabe fırınlarının iç yüzlerinin örülmesinde kullanılmaktadır. Ateş tuğlası için kullanılan kromitin özellikleri şunlardır:

Birinci kalite: % 48-52 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % 15-20 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % 1,5-3 SiO<sub>2</sub>, rasyo gözetilmez.

İkinci kalite: % 40-44 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % 15-20 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, % 3-5 SiO<sub>2</sub>, rasyo gözetilmez.

Üçüncü kalite : % 30-32 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, asgari % 60 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, azami % 5,5 SiO<sub>2</sub>, rasyo gözetilmez.

Her üç kalitede, cevher sert ve parça olmalı, Mg ve Fe tenörleri mümkün mertebe

düşük olmalıdır. En iyi refrakter kromit yatakları Küba ve Filipinler'de bulunur.

2.3 — Kimya sanayii : Kromit, sodyum kromat, sodyum dikromat (kromik asit) ve bazı boyaların imalinde, derilerin tabaklanmasında, otomobillerin kromajında kullanılır. Kimya sanayiinde kullanılan kromitin özellikleri şunlardır: Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> > % 44, rasyo gözetilmez, SiO<sub>2</sub> < % 8. Kimya sanayiinde, erime kolaylığı nedeniyle toz cevher tercih edilir. Kimyasal krom cevherini en çok Güney Afrika temin eder.

### 3 — KROMİT YATAĞI TİPLERİ :

Genel olarak iki tip kromit yatağı ayırılmaktadır (Thayer, 1960):

3.1 — Bushveld (Güney Afrika Cumhuriyeti), Grand Dyke (Güney Rodezya), Stillwater (U.S.A.) tipindeki tabaklı komplekslere bağlı yataklar : Bu tip yataklarda kromit, kompleksin tabanında büyük yanal yayılım gösteren ve olivinli veya piroksenli kayaçlarla ara tabakalı seviyeler teşkil eder.

3.2 — Alpin tipli jeosenklinal sıradağların ultrabazik masiflerine bağlı yataklar (Balkanlar, Filipinler, Küba, Türkiye) : Bu tip yataklar, yan kayaçlara nisbeten zayıf yanal yayılımı sahiptirler.

Tabakalı komplekslerin esas özelliği, tabakalanmanın bütün kompleks boyunca muntazamlığı ve devamlılığı, diferansiyasyon sırasında önemli deformasyon veya tektonik kuvvet izlerinin bulunmayışıdır.

Buna karşılık, alpin tipli masiflerde, çeşitli petrografik birimler arasındaki bağıntılar, çok daha karışıktır; zira yana 1 fasiyes değişimleri çok hızlıdır, yerleşme ve diferansiyasyon sırasındaki hareket ve tektonik kuvvetler arasında enterferans vardır.

Alpin tipli ultrabazik masiflerde, tabakalı komplekslerinkine benzer bir yapının izlerini ve kromitin toplanmasına müsait birçok seviyeyi görmek mümkündür.

#### 4 — ALPİN TİPİNDEKİ ÜLTABAZİK MASIFLERİN TEŞEKKÜLÜ :

Alpin tipindeki ultrabazik masiflerin teşekkülünü birçok yazarlar çeşitli şekillerde izah etmişlerdir. Bunlardan en çok tutunan üç modelden kısaca bahsedelim :

4.1 — Soğuk ekstrüzyon modeli: P. de Roever (1957), G. v. d. Kaaden (1959) tarafından ortaya atılan bu modelde, ultrabazik magma, yerkabuğunun derinliklerine yerleşerek kristalleşir. Tektonik fazlar sırasında bu büyük kütleden kopan parçalar soğumuş halde satha çıkarlar. Soğumuş olarak çıktıklarından etrafındaki kayalarda metamorfizma görülmez.

Ültrabazik kütlelerin soğumuş halde çıkışı jeolojik yönden bazı güçlüklerle karşılaşır :

— Ultrabazik kayalarla birlikte daima lavların ve radyolaritlerin bulunması basit bir rastlantı olmaktadır. Halbuki böyle rastlantılar bütün ultrabazik masiflerde gerçekleşmektedir. Tesadüfi olması icabeden bir durumda böyle bir yeknesaklığı kabul etmek mantıki olamaz.

— Yerkabuğunun derinliklerindeki bir seviyeden kopan binlerce km<sup>2</sup> lik büyük katı kütlelerin, derin izler ve yapısal sıralanmalar göstermeden çıkıp yayılmalarını tahayyül etmek güçtür.

— Sial kayalarından daha yoğun olan ultrabazik kütlelerin sial içinde yükselmesini düşünmek güçtür.

— Ultrabazik kayaların, lavlar ve radyolaritlerle birlikte bulunuşu, ultrabazik magmanın lakolit veya batolit şeklinde yerleşmesi ihtimalini ortadan kaldırmaktadır. Magmatik banklaşmanın teşekkül etmesi için ultrabazik magmanın, bir taban sathı üzerine yayılması gerekmektedir.

4.2 — Ofiyolitik model : P. Routhier (1946), L. Dubertret (1952), J. H. Brunn (1956) tarafından ortaya atılan bu modelde bazaltik magma, kalın bir hap halinde derin bir denizin dibine yayılır; napın üst kısmı, çabuk soğuma sonunda lavik bir kabuk teş-

kil eder. Geri kalan kısım, bu kabuk altında yavaş yavaş katılaşılarak taneli bazik ve ultrabazik kayaları meydana getirir. Bu model, çeşitli ofiyolitik kayaların birbirini takibe-dişini ve bu kayaların sedimanlar ile birlikte bulunuşunu çok iyi izah eder.

4.3 — Ultrabazik akıntı modeli : P. Routhier (1953) tarafından ileri sürülen bu modelde, önce bazaltik bir denizaltı akıntısı vuku bulmuştur. Jasp ve çeşitli sediman ara-katkıları ihtiva eden bazaltlar üzerine, bilahare peridotitik magma yayılmıştır. Ultrabazik kayalar, ofiyolitik modelde olduğu gibi stratiform bir diferansiyasyon gösterir; fakat ofiyolitik modelin aksine, bazik kayaç, ultrabazik kütlelerin altındadır.

Ofiyolitik model ile ultrabazik akıntı modeli, magmanın bileşimi, bazik lavların yeri ve volkanizmanın önemi yönünden birbirinden farklıdır. Elemanların yerlerini ters çevirerek bir modelden diğerine geçmek mümkün değildir. Ofiyolitik modelde peridotitlerle lavlar arasında bulunan gabrolar, ultrabazik akıntı modelinde, peridotitleri kesen dayklar şeklinde tezahür ederler. Her iki modelde müşterek nokta, sıvı haldeki magmanın akıntısıdır.

Yeni Kaledonya ultrabazik masifleri, ultrabazik akıntı modelinin örnekleridir. Bursa-Orhaneli ultrabazik masifi, ultrabazik akıntı modeline benzer. Orhaneli'de bazaltik magma bir erozyon sathı üzerine yayılmıştır. Volkanizma sırasında bölgede aralıklı denizsel şartlar hüküm sürmüş ve doleritlerle arakatlı olan sedimanlar teşekkül etmiştir. Bu safhadan sonra, Orhaneli bölgesi tekrar erozyona mâruz kalmış ve çeşitli kayalardan müteşekkil heterojen bir sath üzerine, açık havada, ultrabazik magma yayılmıştır.

Çankırı, Sivas, Erzincan ve Hatay'daki ultrabazik masifler daha ziyade ofiyolitik modele benzemektedirler.

Ültrabazik masifler, genellikle, fay zonlarında bulunmaktadır. Kuzey Anadolu fay zonu ile Doğu Afrika'dan başlayıp Maraş'a kadar uzanan fay zonu bunlara birer örnektir. Münferit faylardan oluşan bu fay zonların-

dan her biri büyük bir ihtimalle simaya kadar inen derin bir çatlağın satıhdaki belirtisidir ve ultrabazik magma bu çatlağı takiben satha kadar gelmiş olabilir.

Magmatik tabakalanma, birçok ultrabazik masifde izlenmiştir. Magmatik tabakalanmanın teşekkül etmesi için ultrabazik magmanın ibr satıh üzerine yayılması gerekir. İlk teşekkül eden kristaller, yerçekimi tesiriyle tabana çökler (P. Routhier, 1946; J. H. Brunn, 1950, 1956). Ritmik kristalizasyon için bazı tâli sebeplerde ileri sürülmektedir: Kısa türbülans devreleri, magmanın akış hızındaki değişmeler, mineraller kristalleştikçe magmanın kimyasal bileşimindeki farklılaşmalar...

Bazı ultrabazik masiflerde, magmatik tabakalanma masifin tabanına paralel değildir. Bu uyumsuzluk durumu magmatik kristalizasyon sonrası bir kıvrımlanma ile izah edilmiştir (E. Moores, 1968, yazı ile; J. H. Guillon, 1968, sözlü olarak; W. J. Schmidt, 1953/54).

Bu uyumsuzluğu, Orhaneli ultrabazik masifinde de müşahede ettik (O. Özkoçak, 1969, 1971); masifin tabanına paralel olarak teşekkül eden dünit, peridotit ve plroksenolit tabakaları ve şeritli kromit yatakları E-W ve N-S yönlü sıkışmalara mâruz kalarak şekil değiştirmişlerdir.

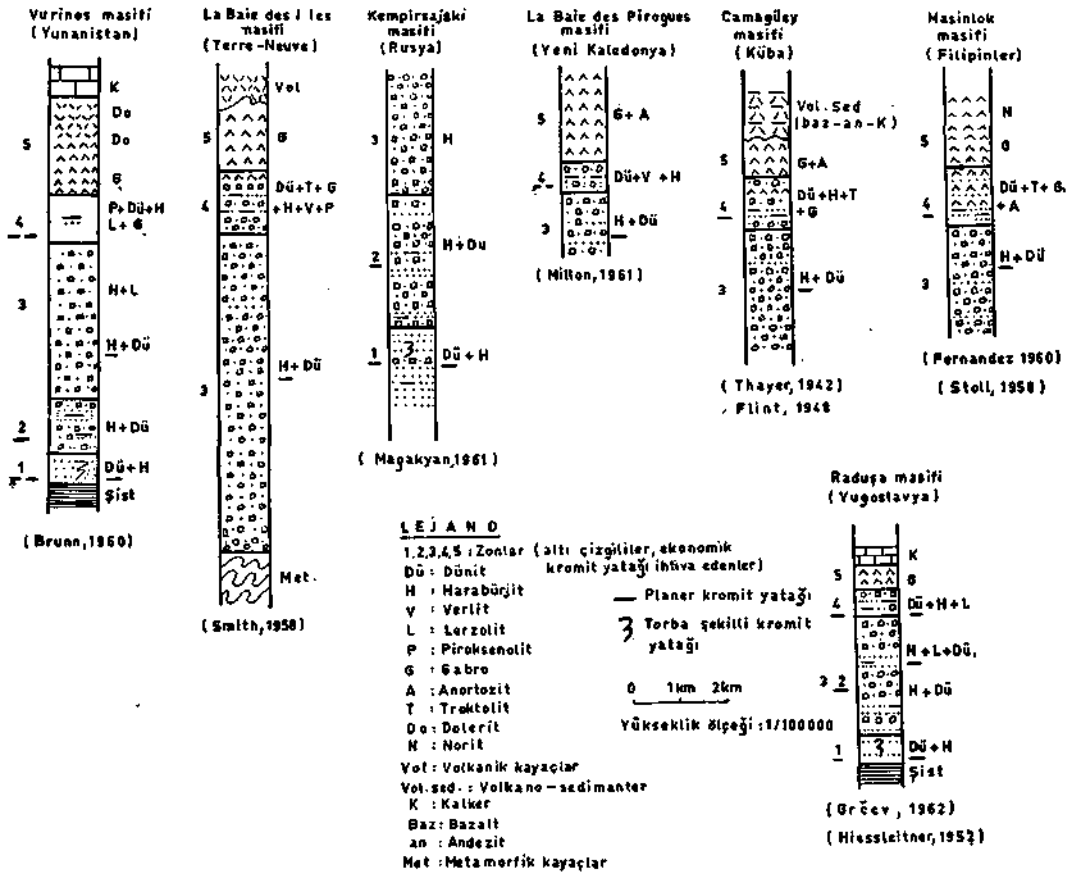
Benzer durumları, Hatay masifi ile Tecer-Beyınarı masifinde de müşahede ettik. Türkiye'deki ultrabazikler alpin tipinde bir gelişim gösterdiklerinden, bu özelliklere hepsinde rastlamak mümkündür.

## 5 — ALPİN TİPİNDEKİ ÜLTRABAZİK MASİFLERDE ZONLAŞMA:

Kromitli masifler bir erüptif kayalar toplununun en derin ve en bazik kısmını teşkil ederler. Bir masifde, ofiyolitik serinin bütün birimlerini ve onlara bağlı çeşitli tipteki kromit yataklarını görmek genellikle her zaman mümkün değildir. Şekil 1'de birkaç kromitli ultrabazik masifin kesitleri görül-

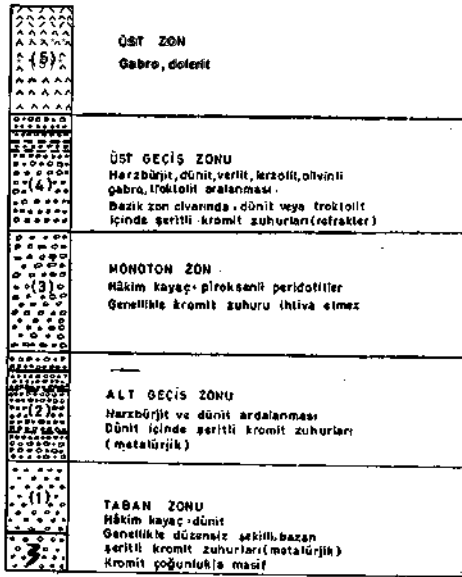
### ALPİN TİPİNDEKİ KROMİTLİ ÜLTRABAZİK MASİFLERİN KESİTLERİ

Şekil : 1



mektedir. Ültrabazik masiflerin sentetik kesitini veren şekil 2'de görüldüğü gibi, kromitli masiflerde aşağıdan yukarıya doğru şu zonları ayırdetmek mümkündür :

ALPİN TİPİNDEKİ ÜLTREBAZİK MASİFLERİN SENTETİK KESİTİ  
ŞEKİL 2 (MİN. UR. 40)



5.1 — Taban zonu : Çoğunluğu dünit-ten müteşekkildir ve genellikle yüksek Cr:Fe rasyollu, yoğun kromit yatakları ihtiva eder. Kromit, düzensiz kütleler ve tabakalı yataklar şeklindedir. Urallardaki Kempirsajsky masifinin önemli metalürjik kromit yatakları bu zona aittir.

5.2 — Alt geçiş zonu : Harzbürjit ve dünit aralanması şeklinde tezahür eden bu zon, kromitin toplanmasına elverişli muhtelif seviyeler ihtiva edebilir. Burada kromit zuhurları daima dünitlere bağlıdır ve genellikle, iyi teşekkül etmiş şeritli bir yapıya sahiptirler. Bununla beraber halâ yoğun birkaç kromit yatağına rastlanabilir. Yankayaç genel olarak, piroksen nisbetlerinin çabuk değişmesiyle teşekkül eden bariz bir tabaka l anma gösterir. Yatakların şeritli yapısı, yankayaçtaki tabakalanmaya paraleldir. Burada da kromit, metalürjik niteliktedir. Orhaneli kromit yatakları bu zona aittir.

5.3 — Monoton zon : Esas olarak piroksenli peridotitlerden (harzbürjit, verlit, lerzo-

lit, v.b.), tâli olarak dünitte müteşekkil olan bu zon, çok az tabakalanma gösterir, çeşitli büyüklüklerde olur ve kromit yönünden genellikle kısırır.

5.4 — Üst geçiş zonu : Bu zon iyi tabakalanmıştır ve piroksenli monoton zon ile gabro muhtevalı daha az bazik bir sonuncu zon arasında geçiş teşkil eder. Üst geçiş zonu, harzbürjit, dünit, verlit, piroksenolit, olivinli gabro (troktolit), anortozit bantlarının bir aralanması şeklindedir ve ana gabro kütesine kontağının pek yakınında genellikle refrakter nitelikte sayısız şeritli kromit yatağı ihtiva eder. Kromit yatakları daima dünitler içindedir; nadiren olivinli gabrolarda da görünür. Filipinlerin ve Küba'nın önemli refrakter kromit yatakları, bu zona aittir.

5.5 — Üst zon : Gabro veya daha asit kayalardan oluşur. Jeosenkinal sıradağlarına bağlı ofiyolitik serilerin en üst kısmını teşkil eden bu zon, çeşitli büyüklüklerde olup kromit ihtiva etmez.

Bu şema beş zon ortaya koymaktadır. Kromit yatakları 1, 2 ve 4 numaralı zonlara bağlıdır. Tabii bu aralanma istatistikidir; bazı kısımları eksik olabildiği gibi çeşitli büyüklüklerde arz edebilirler. Aslında masifin bir yerinden başka bir yerine geçerken değişmelerle karşılaşmak mümkündür; zira dikey değişmeler olduğu gibi sayısız yanal fasiyes değişmeleri de vardır. Tektonik olaylara bağlı tekrarlar, aralanmayı daha karışık duruma sokar.

## 6 — ALPİN TİPİNDEKİ ÜLTREBAZİK MASİFLERİN ZONLARINA BAĞLI MİNERALojİK VE JEoŞİMİK ÖZELLİKLER:

Kromitin kimyasal bileşimi ile yankayaçların cinsi arasındaki bağıntılar, çeşitli etüdlere konu olmuştur. Thayer (1946), AL200 bakımından zengin kromitlerle, onların yakınındaki gabroik kayalar arasında bir ilginin bulunduğunu ortaya koymuştur. G. van der Kaaden (1959), Muğla ultrabazik masifinde, büyük sayıda analizlere dayanarak kromit içindeki Mg:Al nisbeti ile magmatik diferansiyasyonun yönü arasında bariz bir ba-

"ğıntının mevcut olduğunu göstermiştir. Gerçekten, alüminyumca zengin olan refrakter kromit, masiflerin üst zonlarında, gabroların hemen altında, metalürjik kromit ise masiflerin alt zonlarında bulunur. Petrascheck'e (1957) göre, Kempir sajski masifinde (Rusya), harzbürjitten müteşekkil üst zonun kromitleri  $Cr_2O_3/FeO$  2,5 rasyoya sahip olup % 22-32  $Al_2O_3$  ihtiva ederler; dünitte oluşan alt zonunkiler ise  $Cr_2O_3/FeO$  3,5 rasyoya ve % 3,5-13  $Al_2O_3$ 'e sahiptirler. H. Borchert (1958) ve R. Ovalıoğlu (1961) yaptıkları etüdlerde, bir ultrabazik masifin bütünü içinde kromitler için genel olarak tabandan tavana doğru bir  $MgO$  azalması ile bir  $FeO$  artışı müşahade etmişlerdir; burada keza  $Cr_2O_3$ 'un zararına olan bir  $Al_2O_3$  artışı da söz konusudur. Borchert'e göre, kromit yataklarının eğim istikametinde  $MgO$ 'nun  $FeO$ 'nun zararına olarak artması mümkündür.

Fasiyelerin monotonluğu nedeniyle petrografik etüdün güç olduğu durumlarda kimyasal analiz, ultrabazik masifin içindeki zonlaşmayı ortaya çıkarabilir.

Birbirinden uzak masifler ve bilhassa bu masiflerin çeşitli zonları arasında mukayeseler yapmak her zaman doğru olmaz; zira kromitin niteliği, her masife göre değişmektedir. Muhtelif masiflerin taban zonlarındaki kromitin bileşimi son derece değişik olabilir. Radoscha (Yugoslavya) ve Kempirsajski (Rusya) masiflerinin taban zonundan alınan kromitlerin analizleri I nolu tabloda verilmiştir (DONATH, 1962).

## 7 — ALPIN TİPİNDEKİ KROMITLI MASIFLERİN KARAKTERİSTİK YAPILARI :

Bu masiflerin kayaçları, geniş zonlara inhisar etmeyen bir tabakalanma, bir lineasyon ve bir şistozite gösterirler.

Tabakalanma, çeşitli minerallerin nisbetindeki değişme ile belirlenir ve bir taban kayacı üzerine yayılan magmanın segregasyon yoluyla diferansiyasyonundan meydana gelir.

Lineasyon, minerallerin özel bir istikamete göre yönelmesi ve gruplanması şeklinde tezahür eder ve magmanın diferansiyasyonu sırasındaki basınçlara bağlı olan akıntı hâdiselerine atfedilmektedir.

Şistozite, minerallerin deformasyonlara bağlı olarak düzlemsel yönelmesiyle meydana gelir.

Tabakalanma ve lineasyon normal olarak bir düzlem içinde bulunurlar. Şistozite, tabakalanmaya paralel olduğu gibi tabakalanmayı çeşitli açılar altında da kesebilir.

Bu üç yapısal özellikten başka, masifin kayaçları, baklava dilimi şeklindeki eklem takımlarıyla sık sık kesilmişlerdir. Bu eklemlerden biri, bu üç yapıdan biriyle çakışır; zira bu yapılar, masifin mekanik mukavemeti en az olan bir şebekesini teşkil ederler. Eklemler, yalancı bir tabakalanma şekli gösterirler; eklemlerde oldukça sık piroksenolit damarlarının bulunuşu, eklemlerin te-

TABLO: I  
Taban zonu kromitlerinin kimyasal analizi

Yer	(Donath, 1962'den)						
	$Cr_2O_3$	FeA	FeO	$Al_2O_3$	MgO	$SiO_2$	Çr/Fe
ORASJE (Radoscha-Yugoslavya)	50,04	—	14,18	12,70	16,59	3,84	3,0
			(a)				
SPORNOJE (Kempirsajski-Rusya)	60,02	9,74	5,88	8,37	12,04	2,93	3,6

(a) Bütün demir  $FeO$  halinde hesaplanmıştır.

şekkülü sırasında etkin artık sıvıların mevcudiyetini ve hareketini belirtir (Bowen ve Tuttle'a göre (1949) silise doymun su buharı, 650° nin üzerindeki sıcaklıklarda, piroksenli peridotitleri, piroksenolit haline getirir. Buharın, eklemlerin cidarları üzerindeki etkisi, ince piroksenolit damarlarının teşekkülünü izah edebilir. Aksine, silisçe doymun olmayan su buharının piroksenolitlere etkisi, dünitlerin teşekkülünü sağlayabilir).

#### 8 — ALPİN TİPİNDEKİ KROMİT YATAKLARININ ŞEKLİ VE YAPILARI :

8.1 — Kromit yatakları, şekillerine göre üç tipe ayrılırlar :

— Planer yataklar : Bu yataklar çoğunlukla şeritli bir yapıya sahiptirler. Kromit cevheri, yoğun veya serpinti halindedir. Bu çeşit yatakların uzunluğu, kalınlığının on katı veya on katından fazladır. Yatak ya büyük yayılım gösteren tek kütle halinde veya küçük adeseler şeklindedir.

— Elipsoidal yataklar : Bu yatakların uzunlukları diğer iki boyutundan çok büyüktür ve bunlar sık sık pipe gibi tanımlanmıştır.

Düzensiz yataklar : Bu yataklar, bütünü itibariyle belli bir şekil ve yapıya sahip değildirler (torba şekilli). Cevher, genel olarak yoğundur.

Türkiye'nin çeşitli bölgelerindeki 161 kromit yatağı üzerinde yaptığımız istatistiki hesaplara göre uzunluk kalınlığın ortalama 50 katı olmaktadır. Bu katsayı 3 ile 1000 arasında değişir. Birçok kromit yatağında küçük yarmalar yapıldığından, gerçek uzunlukları meydana çıkarılamamıştır. Bu nedenle ortalama katsayının biraz daha büyük olması mümkündür.

8.2 — Kromit yataklarının iç yapısı değişik şekillerde oluşur. İlk iki tipte, kromit yankayaçta çok ince şeritler halinde başlar. Şeritler yavaş yavaş kalınlaşır ve bir düzleme paralel olarak sıralanırlar. Bu sıralanış, serpinti kromitten müteşekkil şeritlerin veya yoğun kromit adeselerinin ardalanması şeklinde olabilir. Kromit kütleleri bazan

belli bir yöne paralel olarak uzanır ve sıralanırlar. Şeritli yapı ve lineasyon, bütünü itibariyle, yatağın yan kayaçla olan kontağına paraleldir; genellikle yatağın en büyük gelişim gösterdiği yön lineasyona paraleldir. Torba şekilli yoğun kromit kütleleri durumunda hâkim yapıyı tayin etmek çok güçtür; bununla beraber cevher, ağ şekilli bir yapı gösterir ve ağın bir kenarı yan kayaçla olan kantağa paraleldir. Kontak, bariz olabildiği gibi serpinti cevher ile de başlıyabilir.

Leopar yapılı kromit yatakları, H. Borcherth ve ekibine göre magmatik tabakalanmanın deformasyon nedeniyle meyil kazandığı yerlerde oluşmaktadır (sözlü olarak). Kristalleşme sırasında tabaka sathı eğim kazanırsa, kromit taneleri aşağıya doğru yuvarlanırlar, ve birçok kromit tanesi bir araya gelerek kromit bilyalarını meydana getirirler.

#### 9 — ALPİN TİPİNDEKİ MASİFLERDE KROMİT YATAKLARI İLE YANKAYAÇ ARASINDAKİ BAĞINTI :

Kromit yataklarında, gang az çok serpantinleşmiş dünitte müteşekkildir. Nadiren, üst geçiş zonunda, gabroların altında, dünitin yerini troktolit alabilir. Kromit kütlelerinin kenarında gözenekli yapı gösteren daha çok serpantinleşmiş dar zonların bulunduğu sık sık müşahada edilmiştir; bu zonlarda, olivinlerin aberasyonundan teşekkül eden önemli miktarda kolloidal silise ve manyetite raslanır. Bu damar şekilli serpantin zonlarından biri, kayacın tabakalanması ile uygunluk gösterir, halbuki diğeri tabakalanmaya diktir. Kromit kütlelerinin dünite nisbetle daha sert olması, magmatizma sonrası tektonik hareketler sırasında bu çok serpantinleşmiş zonların teşekkülüne sebep olmaktadır.

Kromit yataklarının şekil, yapı ve yönlenme bakımında muntazamlığı, yankayaçta yeter derecede belirgin olan bir tabakalanmanın veya akıntı yapılarının gelişmesine bağlıdır. Bu bariz tabakalı zonlar, bazı yazarların etkin diferansiyasyon zonları olarak tanımladıkları zonlara tekabül eder (P.

ROUTHIER) Bunlar, kromit yataklarının ekseriyetle düzensiz bir şekilde sahip olduğu taban zonuna nisbetle geçiş zonlarında daha iyi gelişmişlerdir. Planer ve elipsoidal yataklar genellikle yankayacın yapılarına paraleldir; eğer birçok yatak bir arada ise veya bir aralanma teşkil ediyorsa, bellibaşlı yönleri ve en büyük yayılımları, yankayaçtaki tabakalanmaya ve lineasyona paraleldir. Belirgin bir iç yapısı olmayan yoğun peridotitlerde kromit yatakları şekil ve yön bakımından ekseriyetle düzensizdirler.

Bazı yataklar, yankayacın yapılarını keserler. (Filipinlerde Zambales provensinin refrakter kromit yatakları). Planer şekilli olan bu yatakların eğimi, yankayaçtaki tabakalanmanın eğiminden genel olarak daha küçüktür; fakat ana yönleri (lineasyon), yönüne paraleldir. Bazı yataklarda, şeritli kromit kütlesi düşeye yakın bir zonu doldurmasına rağmen, dünit ve harz bürijit lardanlanmasından oluşan yankayaçta tabakaların eğimi 20-30 derecedir; cevherin lineasyonu yatağın eğim düzlemi ve yankayacın lineasyonu ile çakışır. Yatağın düzlemi, yankayaçtaki eklemlerden birine paraleldir. Bu durum, henüz tamamen katılaşmamış bir magma içinde, şeritli kromitlerin, bir makaslanma zonunu takiben yükselmesi şeklinde izah edilebilir. Kromit kütleleri, basınçları civara dağıtır; civarda sık sık görülen ve artık sıvılarla doldurulan deformasyonların mevcudiyeti bunu iyi bir şekilde izah eder (gabro ve gabro-dolerit daykları). En karakteristik deformasyonlardan biri de, yükselen alev şeklindeki kromit kütleleridir; şeritli kromit kütleleri, henüz plastik olan dünit içinde, konveksiyon akımları etkisiyle birdenbire yukarıya doğru kıvrılırlar ve yükselen alev şeklini alırlar.

Cevherin yapılarından bazıları ile yankayacın arasındaki uygunluk, bunların, aynı anda ve aynı akıntı hadiseleri etkisiyle

oluştuklarını gösterir. Bundan başka bu yapılar, katılma safhasındaki masifde artık sıvıların hareketini gösteren piroksenolit veya gabro dayklarıyla kesilmişlerdir. Tecer-Beypmarı ultrabazik masifinde olduğu gibi, magmatik tabakalanmayı çeşitli açılarda kesen masif kromit damarlarına da rastlanır. Bunlar, muhtemelen taban zonunda düzensiz şekilde toplanan ve henüz tamamen katılaşmamış kromit kütlelerinin tektonik basınçlara mâruz kalarak civardaki çatlaklara enjeksiyonu ile oluşmuşlardır; yankayaçtaki primer yapılarla hiçbir uygunluk göstermezler.

## 10 — KROMİT PROSPEKSİYONUNDA JEO-FİZİK VEYA JEOŞİMİK METODLARIN KULLANILIŞI :

Kromit yataklarının prospeksiyonu için gravimetri, manyetometri veya kısa mesafeli sismik refleksiyondan faydalanılabilir. Rezistivite metodu ile yapılan denemeler, hiçbir önemli sonuç vermemiştir. Günümüze kadar sadece gravimetrik ve manyetik metodlar kullanılmıştır.

### 10—1. Gravimetri:

II ve III numaralı tablolar, kromitin ve genel olarak kromitle birlikte bulunan bazik kayaların yoğunluklarını verir. Kromitle onun yankayacını teşkil eden serpantinler arasında ortalama 1-1,5 yoğunluk farkı vardır. Bu fark, gravimetrik metodun kullanılmasına elverişlidir. Yalnız bazı bazik kayaların yoğunluğu üçe yakın veya üçün biraz üstündedir (Noritler); serpantinlerden takriben 0,5 daha yoğunlardır ve gravimetrik anomaliler verebilirler. Bunları, kromitten ileri gelen anomalilerden ayırdetmek çok güçtür. YÜNGÜL (1956) tarafından hazırlanan grafikte görüldüğü gibi, müsait koşullar-



TABLO: II  
Bazı Kromitlerin ve Serpantin Yankayaçlarının Yoğunluğu

Yer ve Yazar	KROMİT		SERPANTİN	
	Asgari ve azami yoğunluklar	Ortalama yoğunluk	Asgari ve azami yoğunluklar	Ortalama yoğunluk
KÜBA (S. Hammer, 1945)	3,6 -4,19	3,99	1,97-2,74	2,51
YENİ KALEDONYA (Y. Crenn, 1952)	3,2 -4,1	—	2,3 -3,0	2,67
TÜRKİYE (Yüngül, 1956)	3,74-4,19	4,00	2,4 -2,78	2,50
URAL (R. G. Gareckij, 1959)	2,02-5,23	3,85	—	—

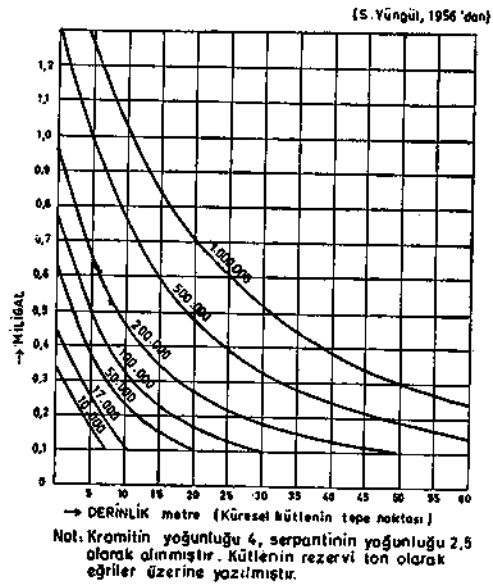
TABLO: III  
Güleman ve Kürdikân Kromitlerinin ve Beraberindeki Bazik ve Ültrabazik Kayaçların Yoğunluğu  
(S. Yüngül, 1956'dan)

Cinsi	Numune sayısı	Asgari ve azami yoğunluklar		Ortalama yoğunluk
Serpantin	39	2,40-2,78	2,50	
Norit	20	2,86-3,10	2,95	
Harzburjit	6	2,78-3,07	2,85	
Kromit	8	3,74-4,19	4,00	

da 0,1 miligallik anomali, 6 m. derinde 10 000 tonluk bir kromit kütesine tekabül eder ,(Şekil 3).

Kündikân'da anomalilerin, derindeki daha yoğun kayaçlara tekabül ettiği görülmüş, Gölalan'da ise (Guleman) gravimetrik ölçümler, işletilmiş olan birinci kütlemin altında takriben 300 bin tonluk ikinci bir kromit kütesinin mevcudiyetini göstermiş ve bu durum sondajla meydana çıkarılmıştır.

Şekil 3  
KROMİT KÜTELELERİNİN VERDİĞİ GRAVİTE ANOMALİLERİ



Gravimetrik prospeksiyon, jeolojik etüdümlerin neticeleri ve eski çalışmalardan veya faaliyetteki işletmelerden elde edilen bilgiler, satha yakın bir kromit yatağının mevcudiyetine işaret ettiği takdirde tatbik edilebilir.

10—2. Manyetometri :

IV ve V numaralı tablolar, çeşitli mineral-lerin ve kayaçların ortalama manyetik süseptibilite-leri ile muhtelif yerlere ait kromit-lerin manyetik süseptibilite-lerini vermektedir. Bu tablolara göre, kromitin ve serpantin-lerin manyetik süseptibilite-leri çakışabilmektedir. Diğer taraftan, manyetik süseptibilite ile orantılı olan endüit miknatislenme yanın-da ekseriyetle çok daha önemli olan remanant miknatislenme işe karışır. YÜNGÜL'e (1956) göre Türkiye'de kromitin ortalama manyetik süseptibilitesinin serpantininkine oranı 0,055:1 dir, endüit ve remanant miknatislenme değerinin oranı ise 2,7:1'dir. MILLON (1961), Yeni Kaledonya'da kromit-teki remanant miknatislenmenin, endüit miknatislenmeden 30 kez büyük olduğunu göstermiştir. Yapılan çalışmalara göre; bu remanant miknatislenmenin yönü, halihazır-daki manyetik alanın yönüne oranla, bir ya-taktan diğerine son derece önemli bir de-ğişkenlik göstermektedir. Gizli kromit kütle-lerinin bulunmasında manyetik prospeksiyo-nun etkili olması için kromitin çok karakte-ristik manyetik özellikleri göstermesi, yan-kayacın uniform bir şekilde az manyetik ol-ması gerekir. Bilinen zuhurlar üzerinde atı-lan profiller bariz bir manyetik anomali ve-rirse, cevherleşmenin muhtemel uzantısını takibetmek için detaylı bir manyetometrik etüd tavsiye edilebilir.

TABLO: IV

Bazı Mineral ve Kayaçların Manyetik Süseptibilite-leri

(Rosello, 1962'den)

Mineral veya kayaç	Manyetik süseptibilite (uAm-CGSxIO <sup>5</sup> )
Mineraller	
Manyetit	300 000
İlmenit	30 000
Pirotin	150
Kayaçlar	
Serpantin	250-15000
Gabro	400- 4000
Granit	30- 1500
Şist	40- 50
Kalker, gre	5- 10

TABLO: V

Kroniklerin Manyetik Süseptibilite-leri

YER	Yazar ve müşahade tarihi	Süseptibilite (u.é.m.CGSxIO*)
Verbliuzhi (Ural-Rusya)	Andréev (1937)	50-10900
Selukwe (Rodezya)	Reich (1930)	600-800 (a)
Bushveld (Transvaal)	Reich (1930)	200-300 (a)
Grand Dyke (Rodezya)	Reich (1930)	6000-800 (a)
La Baie des Iles (Terre-Neuve)	Stephenson (1940)	136
Casper, Wyo (A.B.D.)	U.S. Geological Survey (1942)	600-94000
Güney Masifi (yeni Kaledonya)	Crenn ve Metzger (1952)	150-1000
La Dumbea Masifi (yeni Kaledonya)	Million (1960)	1000-35000 (a)

(a) Numun'e belli bir mesafede yaklaştırılarak İmanyetometrenin gösterdiği, sapmaya göre hesaplanmış yarı kantitatif değer.

Hidrotermal atmosferik etkenler ve ser-pantinleşme esnasındaki olaylar neticesinde, kromit kristallerinin kenarında manyetitten oluşan sekonder değişme zonları teşekkül etmektedir (G. ASLANER, 1970). Bu de-ğişmeye mâruz kalan kromit yatakları bariz bir manyetik özellik gösterdiklerinden manyeto-metrik etüd ile meydana çıkartabilmektedir.

Gölalan yatağının yayılımını tahkik için J. Breusse (1941) tarafından yapılan etüdlere müsbet sonuç vermiş ve 850 bin ton kromi-tin mevcudiyeti sondajlarla ortaya çıkarıl-mıştır.

Yunanistan'ın Xerolivado yatağında yapı-lan etüdlere (Zachos, 1953) kromit içinde, halihazır manyetik alanın yönüne ters ola-rak yönelmiş bir remanant miknatislenme bulunmuş ve 200-250 bin ton kromit tesbit edilmiştir.

Manyetik etüdler kromit kütlelerin direkt olarak araştırılması yanında, ultrabazik masifin jeolojisinin aydınlanmasına yardım ederek kromit yataklarının oluşumuna elverişli zonları da tesbit edebilir. Bu konuda, Zachos (1953) tarafından Yunanistan'da ve MILLON (1961) tarafından Yeni Kaledonya'da elde edilen sonuçlar ilginçtir:

Yunanistan'da, kromit teşekkülüne elverişli dünit zonları, etrafındaki kayalara oranla daha kuvvetli bir manyetik özellik göstermektedir. Bu durum, kromit yatağı ihtiva eden dünitlerin, civardaki kayalara nisbeten daha kolay ve daha ileri bir serpantinleşme göstermesi ve olivinin alterasyonu sonucunda manyetik tozlarının teşekkülü ile izah edilmektedir.

Yeni Kaledonya'da, MILLON'un yaptığı etüdler. Haute Ouinné dünit masifinin, civardaki harzbürjitelere nisbetle bariz bir anomali gösterdiğini ortaya koymuştur (700 gama). Bu masifteki kromit zuhurları, daha manyetik bir dünit seviyesine tekabül eder. Manyetik süseptibilitenin yüksek oluşu cevherli dünitte manyetit tozu ihtiva eden sayısız serpantin damarlarının mevcudiyetine atfedilmektedir.

Bölgesel bir manyetik prospeksiyonu, kromit araştırmalarında son derece faydalı olabilir. Bu prospeksiyonda, arıza koşullarına göre uçak veya helikopter kullanmak gerekir.

### 10—3. Jeoşimi :

Kromit araştırmalarında, jeoşimik metod, hiçbir sistematik etüde konu teşkil etmemiştir. Müsait zonlarda tesbit edilen tenörler yüzde olarak ifade edilmektedir. Bu tenörler, bilhassa detritik kromitin mevcudiyetine bağlıdır. Detritik kromit ise zayıf disemine cevher ihtiva eden bir dünit masifinin alterasyonundan ileri gelebildiği gibi ekonomik zuhurlardan itibaren de teşekkül edebilir. Engebeli sahalarda, kromitin dağılımı her şeyden önce yüzeysel hadiselerle bağlıdır ve anakayanın özelliğini yansıtabilir.

Yeni Kaledonya'da B.R.G.M. tarafından Haute Ouinné peridotit masifinde, la Société de Nickel tarafından Tiébaghi masifinde yapılan jeoşimik prospeksiyonlar hiç bir netice vermemiştir.

Bununla beraber, Güney Rodezya'da Grand Dyke ve Yeni Kaledonya'da gabroların etrafındaki dünitler üzerinde yapılan çalışmalar, jeoşiminin kromitli seviyeleri veya cevherleşmenin teşekkülüne müsait daha kromitli dünitlerin mevcudiyetini meydana çıkarabileceğini göstermiştir.

### 11 — SONUÇLAR VE KROMİT PROSPEKSİYONUNDA İZLENECEK YOL :

Kromit yataklarının şekli ve iç yapısı ile ultrabazik masifin gelişimi arasında bir bağlantı mevcuttur. Ultrabazik masifin hangi koşullar altında yerleştiği ve iç yapısının hangi şekillerde oluştuğu, kromit prospeksiyonu yönünden büyük önem taşır. Masifin yerleşmesini ve iç yapısını anlamak için önce masifin jeolojik çerçevesini incelemek gerekir.

Bundan sonra, ultrabazik masifi oluşturan kayalar iyi bir şekilde ayrırtlanır ve bunlar arasındaki bağlantılar tayin edilir. Alpin tipindeki masiflerde, kromit yataklarının teşekkülüne elverişli üç zon mevcuttur. Bu zonlar değişik kayalardan oluşur. Her zona ayrı nitelikte kromit tekabül eder. Küba ve Filipinlerin refrakter kromit yatakları, gabroların tabanındaki üst geçiş zonunda bulunurlar. Dünit ve piroksenli peridotitlerin hâkim bulunduğu alt zonlar, metalürjik nitelikte kromit ihtiva eder; Türkiye, Balkan, Ural ve Güney Rodezya kromitleri bu zonlara aittir. Gabrolardan müteşekkil zonun sınırlanması, refrakter kromit ihtiva eden üst geçiş zonunun tayinini kolaylaştırır. Alt zonların bulunması için dünit veya iyi tabakalanmış peridotitlerin araştırılması lâzımdır. Dünitte oluşan taban zonu ve iyi tabakalanmış peridotitlerden müteşekkil alt geçiş zonu iyi gelişmiş masiflerde bu zonlara bağlı olarak çok sayıda ve önemli büyüklükte metalürjik kromit yatakları bulmak mümkündür. Etüd sırasında, bu zonlar

içinde rastlanan kromit zuhurları tasnif edilir; çeşitli kromitlerin Mg: Al oranı ve gangda bulunan olivinin kimyasal bileşimindeki değişimler sistematik olarak etüd edilir. Bu etüdüler, bir veya birçok ilginç seviyenin mevcudiyetini ortaya koyarsa, bu seviyeler ve bu seviyelere tekabül eden zuhurlar daha ayrıntılı bir şekilde incelenir.

Petrografik etüd ile birlikte, kayaç ve cevherdeki çeşitli yapıların özellikleri saptanır. Alpin tipindeki masiflerin kayaçları ve kromit cevheri, sıvı haldeki magmanın yerleşme ve diferansiyasyon koşullarını yansıtan tabakalanma, lineasyon ve şistozite gibi bazı yapılar arzeder. Kromit yatakları, yankayaçtaki tabakalanmaya paralel ise, araştırmalar için peridotitlerin tabakalanması kılavuz olarak seçilebilir. Yankayaçların tabakalanma yönü ile kromit yataklarının yönü arasında bir uygunluk bulunduğu gibi yatakların yönü ile sıralanış yönü arasında da bir uygunluk bulunabilir; bu özellik Tiébaghi masifinde (ROUTHIER, 1956), Radoscha masifinin tabanında (GRCEV, 1962), Başören masifinde (SCHMİDT, 1953), Orhaneli masifinde (ÖZKOÇAK, 1969) müşahade edilmiştir.

Teşbih taneleri gibi birbirini takibeden adeselerin yönü ve sıralanışı genel olarak lineasyona paraleldir; bu durumda lineasyon kılavuz olarak kullanılabilir. Cevherleşmenin birden kesilmesi durumunda, primer yapıların etüdü, bu kesilmenin sonraki bir hadiseye mi (örneğin bir fay) yoksa cevher adesesinin kesin bitişini gösteren magmatik bir hadiseye mi bağlı olduğunu tayin edebilir; tabii, kesilme bir faya bağlı ise, cevherleşme, fay takibedilerek tekrar yakalanabilir.

Kromit kütlelerine paralel ve dik olarak teşekkül eden ileri serpantinleşme zonları, prospeksiyona yardımcı olabilir. Birbirine dik olarak uzanan serpantinleşme zonlarının dikkatle izlenmesi iyi sonuçlar verebilir.

Magmatik tabakalanmaya paralel şeritli kromit yataklarıyla fay zonlarını dolduran kromit damarlarının bulunduğu masiflerde fay sistemlerinin detaylı bir şekilde etüd

edilmesi gerekir. Çok sayıda doğrultu ve eğim ölçüleri alınarak diyagramlar üzerine işlenir, kromit toplanmasına elverişli hâkim doğrultu saptanır ve arama sırasında bu hâkim doğrultudaki faylar dikkatle incelenir.

Kromit aramalarında jeofizik metodlardan manyetometri ve gravite iyi sonuçlar vermektedir.

Bilinen zuhurlar üzerinde atılan profiller bariz bir manyetik anomali verirse, cevherleşmenin gelişimini tahkik için detaylı bir manyetometrik etüd tavsiye edilebilir. Kromit yatakları çoğunlukla dünitler içerisinde bulunurlar. Büyük kromit kütleleri, tektonik kuvvetleri kanalize ettikleri için civarda serpantinleşmeye müsait fayların teşekkülünü sağlarlar. Dünitler kimyasal bileşimleri itibarıyla, civardaki kayaçlara nisbeten daha kolay ve daha fazla serpantinleşirler. İleri serpantinleşme safhasında bol miktarda manyetit tozu teşekkül ettiğinden, kromitli dünit zonlarının araştırılmasında bölgesel bir manyetometrik etüd yapılabilir.

Gravimetrik prospeksiyon, jeolojik etüd sonuçları satha yakın büyük kromit kütlelerine işaret ettiği takdirde tavsiye edilebilir. Civarda, anomali verebilen yoğun kayaçlar varsa, örneğin gabro ve norit daykları, anomalinin dikkatli bir şekilde yorumlanması gerekir. Teşbih taneleri gibi sıralanan kromit adeselerinin meydana çıkarılmasında gravimetrik etüdüler iyi sonuçlar verebilir.

Sonuç olarak, kromit zuhurları çoğunlukla dünitler içinde bulunduğu kılavuz kayaç niteliğindeki dünitler dikkatle incelenmeli ve bu kılavuz kayaç içinde cevherleşmeyi kontrol eden hâdiseler, örneğin magmatik tabakalanma, lineasyon, fay sistemleri, tutarlı bir şekilde analiz edilmelidir.

## BİBLİYOGRAFİK TANITIM

- ASLANER, G. (1970) : Türkiye Kromitlerinden bazılarında izlenen karışım kristal yapısının ve çeşitli etkenlerle meydana gelen sekonder oluşların maden mikroskopik incelenmesi, M. T. A. Dergisi No 74.
- BORCHERT, H. (1958): Türkiye'de inisiyal ofiyolitik magmatizmaya ait krom ve bakır cevheri yatakları, M. T. A. Yayın No 102.

- BOWEN, N. L. and TUTTLE, O. F. (1949): The system MgO-SiO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O. Geol. Soc. Am. Bull., vol. 60, pp 439-460.
- BREUSSE, J. J. (1941): Guleman kromit yatakları hakkında manyetik prospeksiyon tecrübesi. M. T. A. Derleme No. 1234, Ankara.
- BRUNN, J. H. (1956): Contribution à l'étude géologique du Pinde septentrional et d'une partie de la Macédonie occidentale, Annales géol. Pays helléniques t. VII (Thèse Se. Nat. Paris 1955).
- (1960): Mise en place et différenciation de l'association pluto-volcanique du cortège ophiolitique. Revue de Géogr. Phy. et de Géol. Dyna. (2) vol. HI, Fase. 3, p. 115-132, Paris 1960.
- CRENN, Y. et METZGER, J. (1952): Prospection de chromite à l'aide de la gravimétrie, Annales de Géophysique, 8, 269-274, Sept. 1952.
- DONATH, H. (1962): Chrom, Die Metallischen Rohstoffe, Vol. 14, Ferdinand Enke Ed., Stuttgart 1962.
- DUBERTRET, L. (1952): Géologie des roches vertes du NW de la Syrie et du Hatay (Turquie). Thèse Se. Nat. Paris. Muséum Nat. d'Hist. Nat. Notes et Mémoires sur le Moyen Orient, t. 6, Paris.
- ERGİN, K. (1954): Gravity and magnetometer surveys for chromite ore deposits in Turkey, C. R. 19ème Congr. Géol. Intern., Fasc. DC, 123-130, Alger, 1954.
- FERNANDEZ, N. S. (1960): Notes on the geology and chromite deposits of the Zambales Range. The Philip. Geologist, Vol. XIV, No. 1, pp. 1-8.
- FLINT, D. E.; AL/BEAR, J. F. de; GUILD, P. W. (1948): Geology and chromite deposits of the Camagüey District, Camagüey Province, Cuba, Bull. Geol. Surv. U. S., No. 954-B, 39-63, 1948.
- GARECKIJ, R. G. et JANSIN, A. L. (1959): Massif enfoui ultrabasique du Kokpekty au Sud de Mugodzhary, Razvedka i Okhrana Nedr, Moscou, juillet 1959, trad. B. R. G. M.
- GRCEV, K. (1962): Investigations of chromite deposits in the Ljuboten serpentinite massive. Rpt of the 5th Meeting of the Geologists of the F. P. R. of Yugoslavia, Beograd, pp 305-316.
- HAMMER, S.; NETTLETON, S.; HASTINGS, W. (1945): Gravimeter prospecting for chromite in Cuba, Geophysics, Vol. 10, 34-49, juin 1945.
- HISSLEITNER, G. (1951/52): Serpentin und chromerz. Geologie der Balkanhalbinsel und eines Teiles von Kleinasien, Jahrb. der Geol., Bundesanstalt, Sonderband 1, Wien 1951/1952.
- KAADEN, G. van der (1959): Güney-batı Türkiye'de peridotit kitleleri içinde zuhur eden kromitlerin kompozisyonu ile tektonik-magmatik vaziyetleri arasındaki münasebet hakkında. M. T. A. Dergisi No. 52.
- MAGAKYAN, I. G. (1961): Le chrome (extrait de Gîtes Métallifères, 2ème éd. en russe, 1961, Ac. Sc. Rép. Soc. Arménie, Institut des Sciences géologiques) Trad. SIG 32-45.
- MILLON, R. (1961): Etude géologique de la rive gauche de la Rivière des Pirogues, rapport B. R. G. M., Nouvelle Calédonie, Nouméa, juin 1961.
- (1961): Essais de prospection magnétique dans les péridotites, rapport B. R. G. M., Nouvelle Calédonie, Nouméa, juin 1961.
- OVALIOGLU, R. (1963): Dite chromerzlagertatten des Pozantı Reviers und ihre ophiolithischen Muttergesteine. M. T. A. No. 114, Ankara.
- ÖZKOÇAK, O. (1969): Etude géologique du massif ultrabasique d'Orhaneli et de sa proche bordure (Bursa - Turquie). Thèse Paris.
- (1971): Orhaneli kromit yataklarının jeolojik etüdü. Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik n. Kongresi, Şubat 1971.
- PETRASCHECK, W. E. (1957): Les types génétiques des gisements de chrome et leur recherche, Erzmetall, t. 10, No. 6, 263-272, 1957 (Trad. C. E. D. F. No. 1912).
- ROEVER, W. P. de (1957): Sind die alpinotypen peridotitmassen vielleicht tektonisch verfrachtete Bruchstücke der peridotit-schate. Geol. Rundschau, 46, p. 137-146, 1957.
- ROSELLO, G. (1962): Note préliminaire sur la géologie des gîtes de chromite et leur prospection. B. R. G. M., rapport mai-avril 1962.
- (1963): Guides pétrographiques et structuraux appliqués à la recherche des gisements de chromite de type alpin. B. R. G. M. 1963.

- ROTJTHIER, P. (1946): Vulcano-Plutons sous-marins du cortège ophiolitique. *Or. Ac. Sc.*, t. 222, p. 192-194, Paris.
- (1953): Etude géologique, minéralogique, et structurale des gisements et minerais de chrome du massif de Tiébaghi (Nouvelle Calédonie). *Bull. Soc. Géol. de France*, 6ème série VI, p. 169-187.
- SCHIMIDT, W. J. (1953): Das Chromitvorkommen von Başören, mittelanatolien. *Berg-Und Hüttenm. Mh.* 98, 53-56.
- SMITH, C. H. (1953): Origin of the chromite Deposits of the Bay of Islands Igneous Complex, Western Newfoundland, *Econ. Geol.* Vol. 48, 408-415, 1953.
- (1958): Bay of Islands Igneous Complex, Western Newfoundland. *Geol. Survey of Canada*, memoir 290, 132 pp.
- STOLL, W. C. (1958): Geology and Petrology of the Masinloc chromite deposits, Zambales Luzon, Philippines. *Geol. Soc. Am. Bull.*, Vol. 69, pp 419-448.
- THAYER, T. P. (1942): Chrome resources of Cuba, *Bull. Geol. Survey U. S.* No. 935-A, 1-74, 1942.
- (1946): Preliminary chemical correlation of chromite with the containing rocks. *Econ. Geol.* Vol. 41, 202-217, may 1946.
- (1960): Some cristalline (differences between Alpine Type and Stratiform Peridotite-gabbro complexes. *Congr. Geol. Intern. Part xni*, 247-259, Copenhagen, 1960.
- YÜNGÜL, S. (1956): Prospecting for chromite with gravimeter and magnetometer over rugged topography in East Turkey. *Geophysic*, Vol. 21, 433-454, avril 1958.
- ZACHOS, K. (1953): Chromite Deposits of Vourinon, Kozani Area. *The Mineral Wealth of Greece*, Vol. Ht, 1-82, Athènes 1953.