

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

X YEŞİLOVA (BURDUR) DOLAYI KROMİTLERİNİN CEVHER
HAZIRLAMAYA YÖNELİK MİNERALojİK ÖZELLİKLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

JEO.MÜH. AFET TUNCAY

T147/1-1

TEZ DANIŞMANI

PROF.DR. ATASEVER GEDİKOĞLU

Akdeniz Üniversitesi
Rektörlük Binası
Demirbaşı No. 4940

OCAK-1990

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

| | |
|---|----|
| ÖZ | |
| ABSTRACT | |
| GİRİŞ | 1 |
| COĞRAFYA | 3 |
| ESKİ İNCELEMELER | 5 |
| I. YEŞİLOVA (BURDUR) YÖRESİNİN GENEL JEOLJİK ÖZELLİKLERİ | 10 |
| 1. STRATİGRAFİK VE PETROGRAFİK ÖZELLİKLER .. | 10 |
| - ALLOKTON BİRİMLER | 10 |
| Yeşilova Ofiyoliti | 10 |
| Kızılcadağ Melanji | 14 |
| Varsakyayla Formasyonu | 15 |
| - GENÇ OTOKTON BİRİMLER | 17 |
| Niyazlar Formasyonu | 17 |
| Yamaç molozu ve Alüvyon | 17 |
| 2. YAPISAL JEOLJİK ÖZELLİKLER | 18 |
| 3. OFİYOLİTLERİN OLUŞUMU VE YERLEŞİMİ | 20 |
| II. YEŞİLOVA (BURDUR) YÖRESİ KROMİT CEVHERLEŞME- LERİNİN GENEL ÖZELLİKLERİ | 22 |
| 1. YATAKLARIN DAĞILIMI VE YATAKLANMA ŞEKİLLERİ | 22 |
| 2. KROMİTLERİN OLUŞUMU | 29 |
| 3. EKONOMİK ÖNEMLERİ | 31 |

| | |
|---|----|
| III. YEŞİLOVA KROMİTLERİNİN MİNERALOJİK ÖZELLİKLERİ | 33 |
| 1. POLARİZAN MİKROSKOPTA İNCELENMESİ ... | 33 |
| 2. MADEN MİKROSKOBUNDA İNCELENMESİ | 36 |
| IV. YEŞİLOVA KROMİTLERİNİN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ | 48 |
| V. YEŞİLOVA KROMİTLERİNİN MİNERALOJİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİN CEVHER HAZIRLAMA BAKIMINDAN İRDELENMESİ | 54 |
| 1. SERBESTLEŞME DERECEŚİ | 56 |
| 2. TANE ŞEKLİ | 71 |
| VI. SONUÇ VE ÖNERİLER | 73 |
| YARARLANILAN KAYNAKLAR | 75 |

METİN DIŐI EKLER

Çalışma Alanının 1/25.000 ölçekli Jeolojik
Haritası.

Çalışma Alanının Geneleştirilmiş Sütun Kesiti.

Çalışma Alanının Jeolojik Enine Kesitleri.

Kromit Ocaklarının Krokileri.

ÖZ

Batı Toroslarda Yeşilova (BURDUR) batısında Salda Gölü güneyinde yer alan çalışma alanında alttan üste doğru; Yeşilova ofiyoliti, Kızılcaadağ melanjı, Varsakayla formasyonu, Plio-Kuvaterner çakıllıtaşları (Niyazlar formasyonu), Kuvaterner yaşlı yamaç molozu ve alüvyon bulunmaktadır.

Yeşilova ofiyoliti içinde bulunan kromitler çalışmanın esas konusunu oluşturmaktadır. Küçük boyutlu, düzensiz, mercek şekilli (max. kalınlık 3.0 m, uzunluk 4.0 m) olan kromit zuhurları $N10^{\circ}-35^{\circ}E$ doğrultulu $30^{\circ}-67^{\circ}SE$ eğimli ve $N30^{\circ}-35^{\circ}W$ doğrultulu, $30^{\circ}SW$ eğimlidir. Çalışma alanında görülen kromit kütleleri benekli ve masif yapılıdır. Harjburjit içindeki kromit kütleleri değişik kalınlıklarda dunit kılıfı ile çevrilidir. Kromit kütlelerinin oluşum sonrası tektonizmanın etkisinde kaldığı ve bunun sonucu çatlaklı, kırıklı bir yapı ve kataklastik bir doku kazandığı gözlenmiştir.

Kromit kütleleri, kromit minerallerinden başka heazlavodit, spinel ve/veya manyetit içerir. Gang mineralleri ise olivin, krom-klorit, ortopiroksen, serpantin ve çok az kalsittir.

Kromitlerin kimyasal analizi sonucunda %22.50 Cr_2O_3 'ten %45.30 Cr_2O_3 'e kadar değişen tenör değerleri elde edilmiştir. Tane serbestleşme deneyinde ise zenginleştirme için en uygun tane boyu aralığı 200 mikron olarak belirlenmiştir.

ABSTRACT

Kızılcadağ melange, Varsakayla formation, Plio-Quaternary Conglomerate (Niyazlar formation) Quaternary-age scree deposits and alluvium are found in the study area which is located West of Yeşilova (Burdur) and south of Salda Lake in West Taurides.

Chromites which are found in the Yeşilova ophiolite constitute the main subject of the study chromites of little size and irregular lens form (maximum thickness 3.0 m, length 4.0 m) are situated $N10^{\circ}-35^{\circ}E$, $30^{\circ}-67^{\circ}SE$ and $N30^{\circ}-35^{\circ}W$, $30^{\circ}SW$. Chromite masses which are seen in the study area are spotted and massive-structured, chromite masses are of different thickness and surrounded by a dunite jacket, chromite masses were affected by tectonism resulting in a fractured and cracked structure in microscopic. Studies it was observed that chromite masses had gained a cataclastic structure.

Chromite masses contain chromite, heazlowite, spinel and/or magnetite. Gangue minerals are serpentinized olivine, orthopyroxene (enstatite), chromite-clorite, serpentine and less calcite.

As result of the chemical analysis of the chromites %22.50-45.30 Cr_2O_3 was found. In the of freeing grains the most appropriate range of particule size was determined to be 200 micron.

GİRİŞ

Bu çalışma, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Maden Yatakları ve Jeokimya Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışmada Yeşilova (Burdur) dolayındaki ultrama-
fik kayalara bağlı kromitlerin cevher-yankayaç ilişki-
si ve jeokimyasal özellikleri saptanmış olup, ayrıca
cevher zenginleştirme işlemleri yapılmıştır. Bölgenin
jeoloji haritası değişik zamanlarda değişik kişi ve ku-
rumlar tarafından alınmış olup, böylece jeolojik özel-
likleri ortaya konulmuştur. Bu çalışmalarda çok sayıda
kromit zuhuru belirlenmiştir. Belirlenen ocaklardan bir
kısmı terkedilmiş, bir kısmı ise halen işletilmektedir.

Bu çalışmada, bölgede mostra veren birimlerin
birbirleri ile olan ilişkileri ve tektonik gelişimleri-
ne göre yapılan adlamalar daha önceki çalışmacıların
kullandıkları şekliyle benimsenmiştir. Bölgede bulunan
çok sayıdaki kromit ocaklarının hepsini incelemek müm-
kün olmadığından ancak, önemli görülenlerden alınan ör-
nekler, mikroskobik çalışmalar ve kimyasal analizler
yapılarak incelenmiş ve böylece bölgedeki kromitlerin
jeokimyasal özellikleri ile oluşum koşulları ortaya ko-
nulmaya çalışılmıştır. Ayrıca, düşük tenörlü kromitler
için cevher hazırlamaya yönelik mineralojik özellikler
belirlenmiştir.

Çalışmalarımın yürütülmesini yönlendiren ve her
zaman yardımlarını esirgemeyen danışman hocam, Sayın

Prof.Dr.Atasever GEDİKOĞLU'na teşekkürü borç bilirim.

Ayrıca parlak kesitlerimin incelenmesinde büyük yardımları olan Sayın Prof.Dr.Güner GÖYMEN'e, ince kesitlerimin incelenmesinde yardımlarını esirgemeyen Sayın Doç.Dr.Mustafa KUŞCU'ya ve Sayın Doç.Dr.Ali BİLGİN'e, kimyasal analizlerimin yapılmasında yardımları olan Sayın Doç.Dr.Güleren ÖZKAN'a, parlak kesitlerimin yapılmasını sağlayan M.T.A. elemanlarından Sayın Rüksan TEŞREKLİ'ye, çalışmalarımın cevher hazırlama aşamasında yardımları olan Sayın Yard.Doç.Dr.Ahmet YAMIK'a ve Araştırma Görevlisi Sayın Emin Cafer ÇİLEK'e, çalışmalarımda araziye çıkan ve manevi desteğini esirgemeyen eşim, Akın TUNCAY'a teşekkür ederim.

COĞRAFYA

Çalışma alanı, (Ek-1) Burdur ili sınırları içerisinde olup, Yeşilova ilçesinin batısında, Salda Gölü'nün güneyinde yer almaktadır.

Morfoloji

Bölgede topografik yükseltilerde kuzeyden güneye doğru bir alçalma görülür. Genel olarak engebeli bir morfolojiye sahiptir. En yüksek tepeler Tinaz Tepe (2079 m), Ufakpınarlar Tepe (2056 m), Kızlarsivrisi Tepe (2054 m), Karaçamlık Tepe (1918 m), Uluyayla Tepe (1913), Çobanyatağı Tepe (1862 m), Yavşanlı Tepe (1850 m) Gedikağılı Tepe (1817 m), Aktaş Tepe (1721 m) dir.

Yukarıda belirtilen bu yükseltiler arasında geniş düzlüklere rastlanılmayıp, en alçak yerler 1200 m. kottadadır.

İklim ve Bitki Örtüsü

Çalışma alanı Göller Bölgesinde yer almakta ve Akdeniz iklimi etkisi altındadır. Bölgede Akdeniz iklimi hüküm sürdüğünden, bitki örtüsü bodur çam ağaçları ve çalılardan ibarettir. Yerleşim yeri olan Niyazlar Köyü'nde meyve türü ağaçlar yetiştirilmektedir.

Hidrografi

Büyük akarsular, Değirmendere, Dereköy boğazı D., Çatakboğazı D., Kuruçayderesi, Karamukçu Dere'dir. Ayrıca bölgede kurumuş olan çok sayıda dere bulunmaktadır.

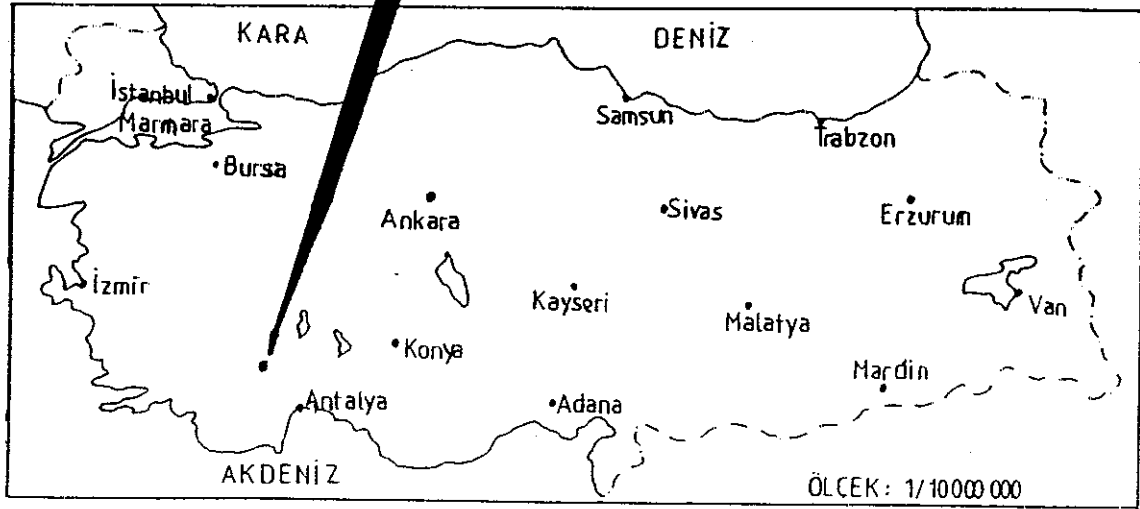
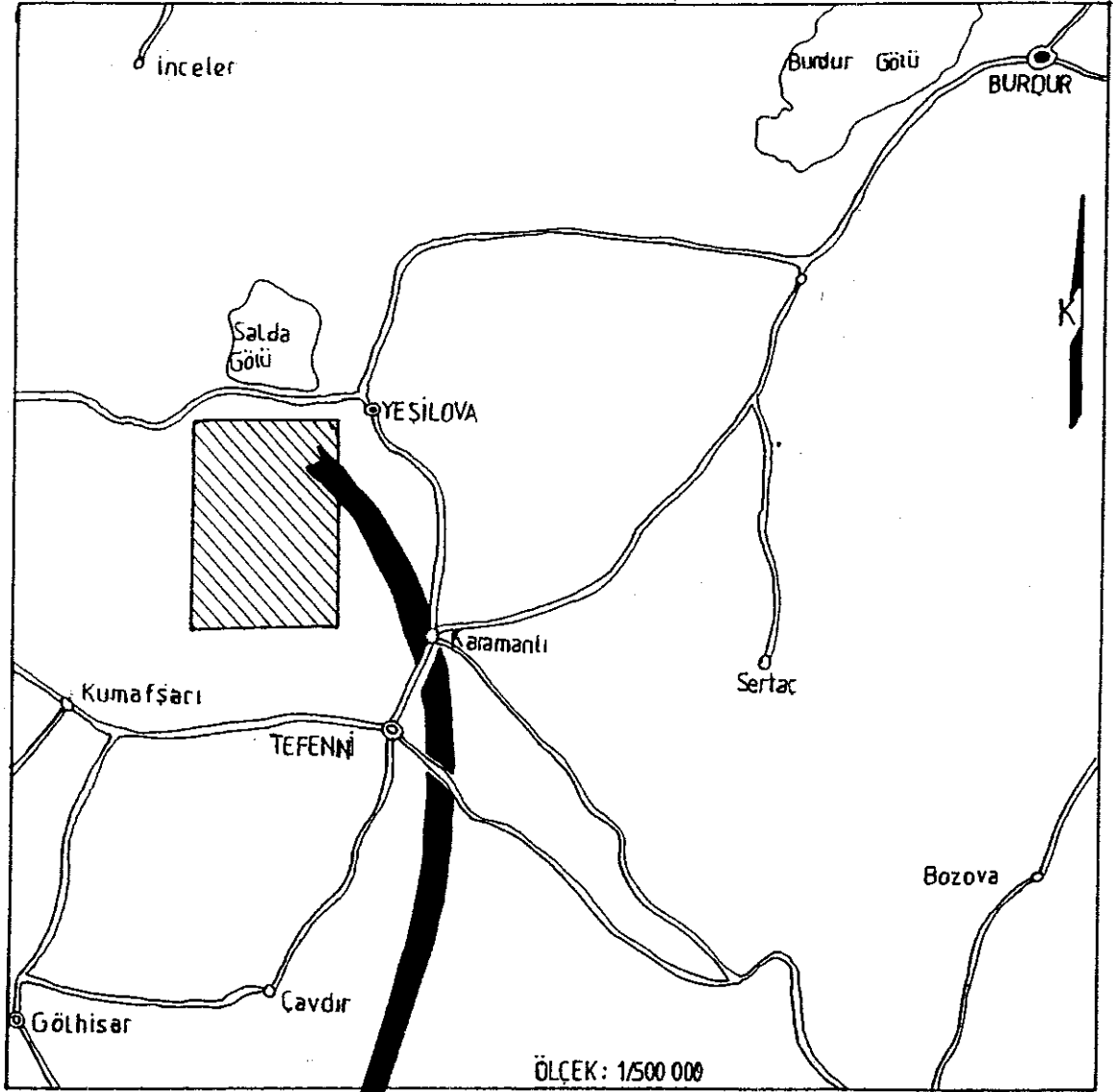
Ulaşım

İnceleme alanının hemen hemen her yerinde orman yolu mevcuttur. Yeşilova'dan Niyazlar Köyü'ne kadar

olan yol asfaltdır. Asfalt dışındaki yollarda kış aylarında ulaşım güçlükle sağlanmaktadır.

Ekonomik Durum

Çalışma alanında tek yerleşim yeri Yeşilova'ya yaklaşık 2 km. mesafedeki Niyazlar Köyü'dür. Sınırlı tarım alanına sahip köy halkı, sınırlı bir şekilde meyve (elma) ve sebze yetiştirir. Nohut üretiminin önemli bir yer tuttuğu Niyazlar Köyü'nde leblebi fabrikası kurulmuştur. Yöre halkı ayrıca hayvancılıkla uğraşır. Arıcılığın da önemli olduğu yörede halıcılık da oldukça gelişmiştir. Çalışma konusu olan krom yatakları da yöre ekonomisine katkı sağlamaktadır.



Sekil-1 : Yer Bulduru Haritası

ESKİ İNCELEMELER

Altınlı (1944), Antalya-Burdur-Isparta civarındaki araştırmalarında, bölgede fasiyes benzerlikleri nedeniyle stratigrafik birliklerin birbirlerinden ayrılmasındaki güçlükleri belirtmiş; kumtaşı, kireçtaşı, radyolarit, silisli şist ve kuvarsit topluluğuna filişimsi seri adını vermiş ve yaşının jura olduğunu ileri sürmüştür. Araştırmacı, filişimsi seri üzerinde Senomaniyen yaşlı Rudist ve Acteonella'lı kireçtaşının yer aldığını, Eosen'in ise diskordanslı olduğunu belirtir. Araştırma-cıya göre Hersiniyen kıvrım doğrultuları Antalya körfezi güneydoğusunda, kuzeybatı-güneydoğu; batısında, kuzeydoğu-güneybatıdır.

Flugel (1961), Tefenni-Elmalı-Korkuteli-Yeşilova civarında yaptığı araştırmalarda bölgenin KD-GB doğrultusunda bir ana depresyonla eşit olmayan iki parçaya ayrıldığını belirtir.

Blumenthal (1963), bölgede gezi mahiyetindeki gözlemlerinde daha önce Gödene'nin sileks ve şist serisi, hornştayn serisi, filişimsi seri ve Dirmil şistleri olarak adlanan birimin Mesozoyik yaşlı neritik karbonatlarla geçişli olduğunu ve bunların otokton olduğunu vurgulamıştır.

Graciansky (1972), Fethiye'den Köyceğiz'e kadar olan alanda yüzeyleyen allokton ve otokton mostraları haritalamıştır. Otokton pencereler Senomaniyen'den Alt Miyosen'e kadar kesitler vermektedir. Çalışmasında allokton birimleri birbirinden farklı altı seriye ayırmış, ancak bu serilerin bir kısmı arasındaki ilişkileri net bir biçimde yorumlayamamıştır.

Brunn ve Diğerleri (1973), Tæke Toroslarında yaptıkları genel sentezde, bölgenin otokton bir kuşak ile birlikte üç ana napla karakterize edildiğini ileri sürerler. Beydağları ile birlikte Akseki-Seydişehir civarındaki, kalın Mesozoyik karbonat hatlarının otokton kuşağı oluşturduğunu, bunların üzerinde kuzeybatıdan itilen ve çeşitli birimleri kapsayan Langiyen bindirme yaşlı Likya Napları; kuzeydoğudan itilen ve bünyesinde değişik kaya birimleri bulunduran Lütesiyen-Priaboniyen bindirme yaşlı Beyşehir-Hoyran-Hadim Napları ve geliş yönünün tartışmalı olduğu, değişik birimlerden oluşan Üst Kratese yaşlı Antalya Naplarının allokton olduğunu varsayarlar.

Özgül (1976)), Toros kuşağında yaptığı genel sentezde Menderes Masifi ile Beydağları otoktonu arasında bulunan Likya Naplarını, Bozkır Birliği'ne dahil etmiş ve bunların üzerinde yer yer Aladağ Birliği'ne ait klip-lerin bulunduğunu açıklamıştır.

Sarp (1976)), çalışma alanının hemen kuzeyindeki ofiyolitlerin petrografi, petroloji ve jeokimyasını ortaya koymuştur. Araştırmacı, bölgede alttan üste doğru tektonitler, kümülatlar ve yer yer yastık lavlardan oluşan ofiyolitlerin okyanus ortası malzemesi olduğunu ileri sürer.

Yıldız ve Diğerleri (1976), Burdur (Yeşilova-Tefenni) ve Denizli (Acıpayam) peridotit masiflerinde krom prospeksiyon çalışması yapmışlardır. Kromit zuhurlarının düzenli bir yayılım içinde olduklarını, genel uzanımın KD-GB yönünde ve eğim istikametinin de KB'ya doğru olduğunu belirtirler.

İncelenen alanda harzburgitlerin yaygın olup, yer yer dunit ve az miktarda da bazik kayaların bulunduğunu, tektoniğin yoğun olduğu fay zonlarında serpantinleşme ve talklaşma görüldüğünü, üstteki Mesozoyik yaşlı kireçtaşlarıyla peridotitlerin arasındaki dokanağın tektonik olduğunu belirtirler.

Poisson (1977), Menderes Masifi ile Aksu Çayı arasında kalan ve kuzeyde Isparta'ya kadar uzanan bölgeyi içine alan çalışmada formasyonları üç ana bölümde ele almıştır:

- 1- Beydağları ve Susuzdağ,
- 2- Lisiyen (Likya) Napları,
- 3- Antalya Napları.

Beydağları otoktonunda Jura'dan başlayan ve Pliyosen'e kadar devam eden bir istif bulunduğunu, Jura'dan Senoniyen'e kadar neritik fasiyeste kireçtaşlarının çökeldiğini, Senoniyen'de kuzey ve batıda denizin derinleşerek pelajik kireçtaşlarının oluştuğunu, Üst Kretase'den sonra Antalya Naplarının gelişile ilgili olarak olistostromun oluştuğunu, Eosen-Oligosen sedimantasyonunun ardından Miyosen transfresyonunun Antalya Naplarıyla Beydağları otoktonunu örttüğünü belirtir. Orta Miyosen'de Likya Napları'nın bölgeye geldiğini ve Isparta büklümünde yer alan çalışma alanının birçok tektonik etkiler sonucu bu duruma geldiğini belirtir.

Brinkman ve Diğerleri (1982), Batı Toroslar dört büyük Jeolojik üniteden oluşur. Bu üniteler, doğudan batıya doğru Antalya Napları, Beydağları otoktonu, Elmalı (Likya) Napları ve Menderes Masifi'dir. Antalya Napları araştırmacıların konusu dışında kalmıştır.

Beydağları otoktonunda, Juradan yaşlı birimler yüzeylemez ve Alt Miyosen (Burdigaliyen) sonuna kadar şelf tipi bir istif görülür. Çalışma alanında yüzeyleyen Kretase-Akitaniyen bölümü tamamen karbonat, Burdigaliyen ise molas karakterindedir. Elmalı Napları, ofiyolitlerle melanjin dışında beş sedimanter seriden oluşmaktadır. Serilerin bir kısmı Karbonifer'e kadar inerken bir kısmı da Üst Triyas-Orta Eosen arasındadır. Elmalı Napları'nın en altındaki Orta Eosen-Üst Eosen yaşlı filiş hariç, diğer tüm karbonat serileri ve ofiyolitler bugünkü Beydağları'na, Menderes Masifi'nin kuzeyinden gelmişlerdir. Üst Kretase'den itibaren, kademeli olarak sıyrılıp iler-

lemeye başlayan naplar, Menderes Masifi'ni Orta Eosen'de Beydağları otoktonunu ise Langiyen'de üzerlemişlerdir. Bugün napların batı ucu Menderes Masifi'nin Alt-Orta Eosen çökelleri üzerinde, doğu ucu Beydağları otoktonunun Burdigaliyen molası üzerinde tektonik dokanaklarla oturur.

Günay ve Diğerleri (1982), Finike-Isparta arasındaki çalışma alanında otokton Beydağları Birliği'nin kuzeybatısındaki Elmalı Birliği ile doğusundaki Antalya Birliği'nin tektonik olduğunu ve Beydağları Birliği'nin Triyas'tan Kuvaterner'e kadar çoğunluğu karbonat olan kaya birimlerini kapsadığını belirtmiştir. Beydağları, Kretase'den sonra kuzey-güney, Eosen sonunda Kuzeydoğu-güneybatı, Orta Miyosen'den sonra doğu-batı yönlü sıkışma kuvvetlerinin; Pliyo-Kuvaterner'de bölgesel gerilme kuvvetlerinin etkisinde kalmıştır.

Şenel ve Diğerleri (1986), Teke yarımadası kuzeybatı iç kesiminde Beydağları otoktonu ile Likya Napları arasında yer alan Gömbe Akdağ'ı, Arazon ve Akdağ Napı olmak üzere birbirinden farklı üç ana yapısal birlikten oluşmaktadır.

Gömbe Akdağının temelini Üst Kretase'den Lütesiyen'e kadar neritik kireçtaşı meydana getirir. Akitaniyen breşik kireçtaşı ile transgressif olan Burdigaliyen-Langiyen alttan üste doğru Alg'li kireçtaşı, killi kireçtaşı, kiltası, kumtaşı ve çakıltaşları içerir.

Arazon, kısmen özdeş yaşlı olmasına rağmen farklı ortam koşullarını yansıtan Gömbe Grubu ve Yavuz Formasyonu'nun tektonik olarak biraraya gelmesinden oluşur.

Akdağ Napı ise genelde Mesozoyik yaşlı, az çok farklı stratigrafik istiflenme sunan Ahırgediği birimi, Uyluktepe birimi, Deveçukuru birimi, Sırattepe birimi ve Mandırkava birimlerinin muhtemelen Alt Paleosen sırasında tektonik olarak biraraya gelmesiyle oluşmaktadır.

Langiyen'de kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda gelişen sıkışma tektoniği Gömbe Grubu'nun Beydağları otoktonu üzerine, Yavuz Formasyonu'nun Gömbe Grubu üzerine, Akdağ Napı'nın ise altına küçük ofiyolitli melanj-olistotrom tektonik dilimleri alarak Yavuz Formasyonu üzerine bindirmesini sağlamıştır.

I. YEŞİLOVA (BURDUR) YÖRESİNİN GENEL JEOLOJİK ÖZELLİKLERİ

1. STRATİGRAFİK VE PETROGRAFİK ÖZELLİKLER

Karaman (1987)'e göre, stratigrafik ve petrografik özellikler aşağıda verilmiştir.

Çalışma alanında farklı ortamlarda oluşmuş kaya birimleri bulunmaktadır. Çalışmalar sonucunda çalışma alanındaki kaya türleri, oluşum yerleri ve tektonik özelliklerine göre;

1. Allohton Birimler

- Yeşilova ofiyoliti
- Kızılcadağ melanjı
- Varsakyayla formasyonu

2. Genç Otokton Birimler,

olmak üzere iki bölümde etüd edilmiştir.

ALLOKTON BİRİMLER

Çalışma alanındaki allohton birimler Yeşilova ofiyoliti, Kızılcadağ melanjı, Varsakyayla Formasyonundan oluşmaktadır.

YEŞİLOVA OFİYOLİTİ

Bu çalışmada Yeşilova ofiyolitindeki kayalar üç ana birime ayrılırlar:

- Tektonitler
- Kumülatlar
- Damar ve derinlik kayaları

Tektonitler (Kyt) : Ofiyolitler içerisinde yer alan, tektonit fabrikli, olivin, ortopiroksen, klinopiroksen ve spinel (kromit, v.s.) içeren kayalara tektonitler (metamorfik peridotitler) denir. Tektonitler ofiyolit istiflerinin taban kesimlerini oluştururlar ve genel olarak mevcut en yaygın kayaç tipidir.

Çalışma alanında tektonitler başlıca harzburjit ve onların içindeki dunitle, dunit kılıflı podiform kromit kütlelerinden (Thayer, 1960) oluşmaktadır.

Harzburjitler taze ya da hafif serpantinleşmiş yerlerde zeytin yeşili renge sahiptirler. Harzburjit yüzeyleri atmosferik oksidasyon nedeniyle kahverengik-kırmızımsı bir renge bürünmüştür. Yakından incelendiğinde, limonitleşmiş bu kesimlerin yüzeyde 5-15 cm. kalınlıkta oldukları gözlenmiştir. Aşınmanın etkisiyle, aşınmaya karşı daha dirençli olan ortopiroksen kristalleri çıkıntılar oluştururlar.

Harzburjitler serpantinleşmenin yoğun olduğu yerlerde koyu yeşil, siyah renk sunarlar ve ancak ortopiroksen kristallerinin gözlenmesiyle tanınırlar. Buradan da olivinin piroksene nazaran daha çabuk ve kolay serpantinleştiği söylenebilir. Harzburjitler kırıklı, yarıklı bir yapı göstermekte olup, kırık ve kenar zonları (ezik zonlar) boyunca farklı oranlarda serpantinleşme olayının etkisi altında kalmışlardır. Bu yarıklar, maskalanmaya veya kırılmaya maruz kaldığında, ilk kırıklar boyunca meydana gelen serpantin yağ görevini görür, yani hareket bu yarıklar boyunca kolaylaşır. Şiddetli tektonizma ve serpantinleşmenin sonucunda peridotit içindeki mineralojik ve yapısal özellikler tamamen bozulurlar.

Yaptığımız mikroskobik incelemeler sonucunda da harzburjit içindeki enstatit, (ortopiroksen) ve olivinin çoğunlukla serpantinleştiği gözlenmiştir, (Foto-1).

Akdeniz Üniversitesi
Rektörlük Kütüphanesi
Demirözü, 4940

Akdeniz Üniversitesi
Rektörlük Kütüphanesi
Demirözü, 4940

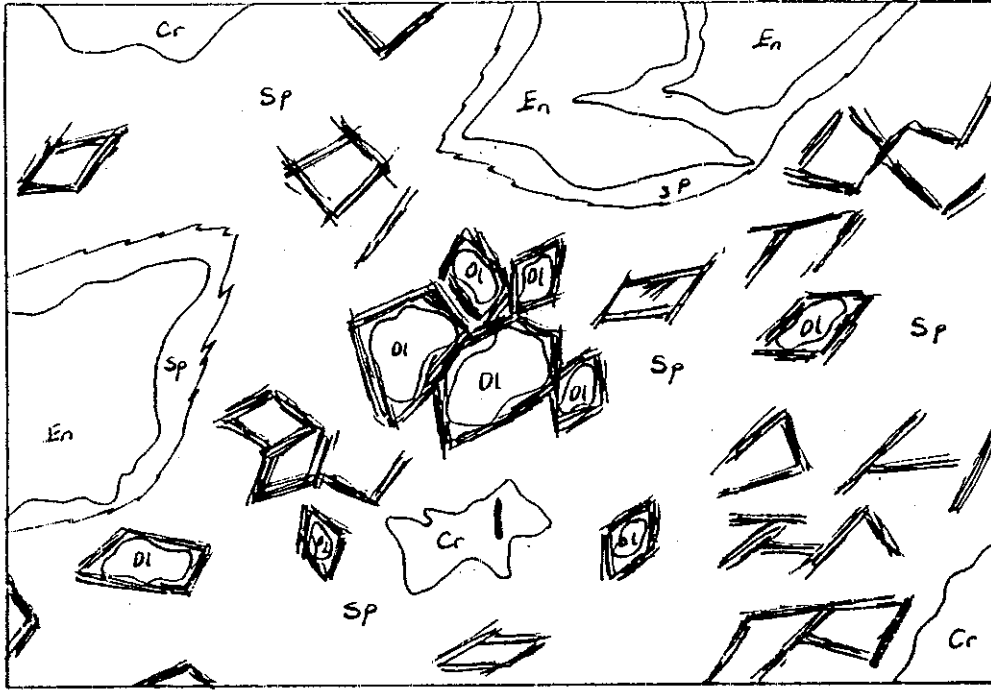


Foto-1: Serpantinleşmeden kalabilmiş olivin (Ol) ve ortopirosken (En).

Tektonitlerin üst kesimlerinde, mercekler şeklinde dunitik seviyeler yer alır. Dunitler harzburjitlere nazaran daha yumuşak bir topografya sunmaktadırlar. Dunitler dissemine ve ince bantlar halinde kromit içerirler ve harzburjitlerle geçişlidirler. Taze dunit açık yeşil rengeyle tanınır. Serpantinleşmenin derecesine göre daha koyu yeşil renklere sahip olurlar.

Tektonitler mineralojik bileşimleri farklı çeşitli damar kayaları tarafından kesilmişlerdir. Bunların bir kısmı, piroksenit ve gabro dayklarıdır. Tektonitleri kesen dayklar içerisinde en yaygın olanı ise soğuma kenarlı diyabaz dayklarıdır.

Çalışma alanında tabanı izlenemeyen ve oldukça kıvrımlı ve kırıklı yapıya sahip olan tektonitlerin kalınlığını tesbit etmek zordur. Ancak, arazi gözlemlerine dayanarak tektonitlerin 1500 m. civarında bir kalınlığa sahip olduğu söylenebilir.

Kümülatlar (Kyk) : Kümülat terimi ilk kez Wager ve diğerleri (1960) tarafından, kristalleri çökerek birikmiş mağmatik kayaları belirlemek için kullanılmıştır.

Çalışma alanındaki kümülatların alttaki tektonitlerle olan dokanağı oldukça serpantinize ve tektoniktir. Üstünde ise sarımsı kahve renkli altere volkanitler uyumsuz olarak bulunurlar.

Kümülatlar içerisinde izlenen başlıca kayaç türleri dunit, verlit, klinopiroksenit, tabakalı ve tabakasız gabrolardır. Tektonitler içinde bulunan dunitler serpantinleşme derecesine göre açık yeşil, koyu yeşil renkler alırken, kümülatların tabanındaki dunitler ise açık kahverengimsi, toprağımsı renklere sahiptir. Tektonitlerdeki dunitler ancak çekiçle kırılabilirken, kümülat dunitler elle, parmakla ufalanırlar ve toz haline gelebilirler. İçlerinde dissemine (saçınımlı) az miktarda kromit izlenmiştir. Hemen hemen tümüyle serpantinleşmişlerdir.

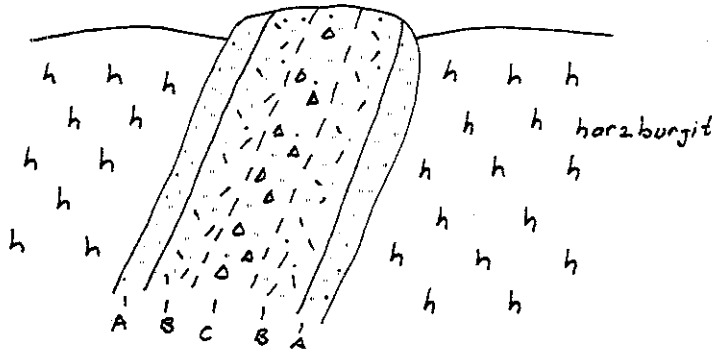
Çalışma alanındaki verlit koyu yeşil, siyahımsı renkte olup, ilk bakışta harzburjiti andırır. Kümülat istifinde bu özelliği nedeniyle diğer kayalardan kolayca ayrılır. Dikkatli incelendiğinde piroksenlerin farklı renk tonuyla harzburjitlerden kolayca ayrılırlar.

Verlitteki klinopiroksenler yeşilimsi renk tonu sunarlarken, harzburjitlerdeki ortopiroksenler çoğunlukla kahverengi renktedirler. Verlitlerde yüzeyden bakıldığında hiç kromit tanesi görülmezken, harzburjitlerde az da olsa kolayca teşhis edilebilme imkanı vardır. Stratigrafik olarak da dunitlerle gabrolar arasında yer almalarıyla kolayca tanınan verlitler, yoğun bir şekilde serpantinleşmişlerdir. Siyah koyu yeşili veren tamamen serpantinleşmiş olivinlerdir.

Verlitler, açık yeşilimsi-beyazımsı renklere sahip olan olivinli gabrolara geçmektedirler. Daha üste doğru ise ardalanmalı olarak normal (tabakasız) gabrolar gelmektedir. Gabrolar çalışma alanında harzburjitlerin sarımsı-kızılımsı rengine karşın beyazımsı renk ve daha yumuşak topoğrafya sunarlar.

Derinlik ve Damar Kayaçları : Gabro ve diyabazdan oluşan bu kayaçlar, çalışma alanında diğer birimleri kesen dayklar şeklindedir. Kalınlıkları 1/25000 ölçekli haritada gösterilemeyecek kadar ince olmasına rağmen kısmen abartılarak çizilmiştir. Bu dayklar piroksenit, gabro ve en yaygını olan diyabaz dayklarıdır. Özellikle diyabaz ve gabro dayklar, hem tektonitleri ve hem de kümülatları kesmektedir. Diyabaz daykları 15 cm'den 15 m'ye kadar kalınlıklar sunarlar. Özellikle dunitlerden oluşan yumuşak sırtlarda bıçak sırtı şeklinde yüzeyden 2-2,5 m. yükseklikte doğal duvarlar meydana getirirler.

Diyabaz daykları yakından incelendiğinde kenarlarında yaklaşık 1.5-2 cm. kalınlığında siyah renkli ve çok çok ince taneli bir soğuma kenarı olduğu gözlenmiştir.



- Tektonitleri kesen soğuma kenarlı diyabaz daykının şematik enine kesiti.

A. Soğuma kenarı.

B. Daha kaba taneli ara kısım (diyabazik dokulu).

C. Kaba taneli iç kısım (Gabroyik dokulu).

KIZILCADAĞ MELANJİ (Kkm)

Çalışma alanındaki ofiyolitli melanj ilk olarak Poisson (1977) tarafından tanımlanmıştır. Peridotitlerle olan dokanağı tektoniktir. Matriksi radyolarit, çamurtaşı, kumtaşı ve serpantinitten oluşur. Bloklar ise değişik yaş ve litolojideki kireçtaşlarından, yastık lav parçalarından, dunit, harzburjit, gabro, diyabaz, volkanitler, volkanosedimanter kayalarla bunların metamorfik bloklarından oluşmaktadır.

Yavanoluk deresi yakınında, Kızlar sivrisi T. güneybatısında melanj içinde bulunan kireçtaşı bloğu Üst Permian yaşını vermiştir. Alt seviyesi bol fosilli, çakıltası ve kumtaşıyla başlar ve üst seviyelere doğru beyaz-gri renkli kireçtaşlarına geçer. Üst Permian kireçtaşlarında mevcut mikrofauna;

Verbeekina vebeeki GEINITZ,
Polydiexodina sp.,
Neoschwagerina cracitulifera SCH.,
Dunbarula sp.,
Climacamnmina sp.,
Yangcheinia sp.,
Globivalvulina sp.,
Girvanella sp.,
Permocalculus sp., şeklindedir (Karaman, 1987).

Aynı yerde yamacın biraz daha yukarısında gri renkli, çörtlü bir başka kireçtaşı bulunmaktadır. Buradan alınan örnekler ise muhtemel olarak Üst Triyas'ın hemen üstü ve Alt Jura aralığında yaş vermiştir. Bu kesimdeki mikrofauna;

Pseudocyclamina sp.,
Ammobaculites sp.,
Duostomididae'dir.

Türkmen Tepe'de gözlenen kireçtaşları Jura-Kretase yaşlı olup, alt seviyeleri ince radyolarit ve pembe-

gri kireçtaşı ardalanımlıyla başlayıp, üste doğru ince-orta tabakalı kırmızı ve gri renkli, yer yer kumlu, konkoidal kırılım yüzeyle kireçtaşlarına geçer. Jura-Kretase (muhtemelen Jura) yaşı veren örnekteki mikrofauna;

Valvulinidae,

Textularidae,

Thaumatoporella sp. (Alg),

Haurania sp. dir (Karaman, 1987).

Melanj içinde metamorfize gabro ve diyabaz bloklarının yanısıra hemen hemen tamamen serpantinleşmiş dunit ve harzburjit blokları da oldukça yaygındır.

VARSAKYAYLA FORMASYONU (E_o✓)

İlk defa Poisson (1977) tarafından tanımlanan bu formasyon, tektonitler üzerinde uyumsuz olarak bulunmaktadır. Arazide görünür kalınlığı yaklaşık 85 m. olup, alttan üste doğru şu litolojik özellikleri gösterir:

Değişik boyutlu çakıllar, özellikle makrofosiller (Echinid, Ostrea, Pelesipod, mercan) ve mikrofosillerden (Nummulit, Assilino, Alveolina, vs.) oluşan intraformasyonel özellikte transgressif çakıлтаşı; sarımsı-gri renkli, bol miktarda iri, benthonik foraminifer ve Pelesipod kavkıları içeren kireçtaşı; üst seviyeleri hafif kristalize ve grimsi renkli ve yine bol miktarda benthonik foraminifer ve Pelesipod kavkı parçalı olan ince taneli kumlu kireçtaşı; sarımsı pembe renkli ve bol fosilli, ince-orta tabakalı, kaba taneli kumlu kireçtaşı; ince ve kaba taneli kumlu kireçtaşı ardalanımları; ince taneli kumlu kireçtaşı; ince taneli, kil miktarı fazla kumlu kireçtaşı; oldukça iri ve iyi yuvarlanmış, gevşek malzemeyle tutturulmuş, gri, siyah renkli kireçtaşları, ofiyolit (gabro, diyabaz, serpantin) çakıllarından oluşan çakıлтаşı; daha küçük boyutta çakıllardan oluşan ince çakıлтаşı; gevşek çimentolu kaba çakıлтаşı seviyeleridir.

Aktaş Tepe'de tesbit edilmiş olan bu litolojik seviyelerdeki mikrofauna topluluğu şu şekildedir;

1. Üst Lütesiyen Fauna

Nummulites cf. millecaput Boubee,
Orbitalides complanatus Lamarck,
Fabiania Cassis (Oppenheim),
Gypsina morionensis Hanzawa
Nummulites sp.,
Alveolina sp.,
Asterigerina sp.,
Operculina sp.,
Discocyclina sp.,
Anomalina sp.,
Gypsina sp.,
Textularidae,
Pelesipod kavkı parçaları,
Alg,
Bryozoa kavkı parçaları,
Echinid diki,ni,

II. Priaboniyen Fauna

Nummulites sp.,
Discocyclina sp.,
Chapmanina sp.,
Asterigerina sp.,
Anomalina sp.,
Asterocyclina sp.,
Operculina sp.,
Alveolina sp.,
Globigerina sp.,
Gypsina sp.,
Orbitolides sp.,
Rotaliidae,
Textularidae,
Bryozoa

Ofiyolitler üzerinde uyumsuz olarak bulunan

Varsakyayla formasyonu Eosen sonrası hareketlerle ofiyolitlerin sırtında taşınarak bölgedeki yerine ulaşmıştır.

GENÇ OTOKTON BİRİMLER

Genç otokton birimler Plio-Kuvaterner yaşlı karasal Niyazlar formasyonu, yamaç molozu ve alüvyondan oluşmaktadır.

NİYAZLAR FORMASYONU (PlQ)

Sarımsı, pembe renkli çakıltaş, kumtaşı ve kiltaş ardalanımından oluşan istif, ofiyolitler üzerinde uyumsuz olarak bulunmaktadır. Yaklaşık 75 m. kalınlık sunan istifte çakıltaşları değişik tipte kireçtaşı ve bol miktarda ofiyolitten oluşmuş ve gevşek, yer yer sıkı kumlu, killi malzemeyle tutturulmuştur. Üst seviyeleri gabro ve diyabaz çakıl ve bloklarının oluşturduğu moloz birikintileriyle örtülmüştür.

YAMAÇ MOLOZU VE ALÜVYON (Qym-Qal)

Çalışma alanında yamaç molozları tutturulmuş ve tutturulmamış birikimler şeklinde gözlenmiştir. Ofiyolitlerin hakim olduğu çakıl ve blokların yanısıra az miktarda kireçtaşı, çakıl ve blokları da izlenmektedir.

Alüvyon ise akarsuların meydana getirdiği geniş düzlüklerde ve yaylalardaki düzlüklerde birikmiş, tutturulmamış kumdan ve kilden oluşmaktadır.

Her iki birim de Kuvaterner yaşlıdır.

2. YAPISAL JEOLOJİ

İnceleme alanı Tbridler tektonik birliği içerisinde olup, Alp orojenezi ile gelişmiştir. Tbrs silsilesinin bir bölümünü içeren sahada birbirini izleyen dağ oluşumu hareketleri gerçekleşmiştir. (Bulumental, 1963).

Ofiyolitlerin bölgeye Eosen sonrası tektonik hareketlerle taşınmasından sonra bölgede gelişen doğu-batı yönlü gerilme kuvvetlerinin etkisiyle Kuzey-Güney doğrultulu normal faylar gelişmiştir. Yine aynı kuvvetlerin etkisiyle Doğu-Batı doğrultulu doğrultu atımlı fay mekanizmasının geliştiği izlenmiştir. (Deformasyon elipsoidine göre bu görüş ters düşmektedir. Buna göre, fayın Doğu-Batı doğrultulu değil, Kuzeybatı ve Kuzeydoğu doğrultulu doğrultu atımlı fay olması gerekir.) Bu faylanmalar, karasal özellikli Plio-Kuvaterner çakıllardan oluşan örtüyü etkilememiştir. Çalışma alanındaki en önemli fay, Tınaz Tepe güneyindeki Kuzey-Güney uzanımlı, 4-5 km. mesafede izlenebilen faydır (Karaman, 1987).

Tektonitlerdeki magmatik bantlaşmanın doğrultusu yaklaşık Kuzey-Güney ofiyolitleri kesen izole gabro ve diyabaz dayklarıyla piroksenit dayklarının doğrultusu ise yine yaklaşık Kuzey-Güney şeklindedir (Karaman, 1987).

Çalışma alanında, en altta bulunan Yeşilova ofiyolitini oluşturan tektonitler ve kümülatlar arasındaki dokanak tektonik ve oldukça serpantinizedir. Yine Yeşilova ofiyoliti ile Kızılcaadağ melanjı arasındaki dokanak da tektonik olup, Kızılcaadağ melanjı, üst manto kökenli ofiyolitik kayalar ile volkanik, metamorfik ve tortul

kökenli kayaçların karışmasıyla oluşmuştur. Bundan başka, Varsakyayla formasyonu Kızılcaadağ melanji üzerine, Niyazlar formasyonu da Varsakyayla formasyonu üzerine uyumsuz olarak oturmuştur.

3. OFİYOLİTLER OLUŞUMU VE YERLEŞİMİ

Okyanusal kabuk ve üst mantonun parçaları olarak düşünülen ofiyolitler, mafik ve ultramafik kayaların özel bir topluluğudur. Ofiyolit karmaşıkların büyük bir çoğunluğu ultramafik kayalardan oluşmaktadır. Bu ultramafik kayalar Dickey (1975) tarafından dokusal olarak kümülat ve tektonitler olmak üzere iki kısma ayrılmışlardır. Kümülatlar genel olarak dunit, verlit ve piroksenitlerden oluşmakta ve gabroyik kümülatlarla beraber bulunmaktadır. Tektonitler ise esas olarak, dunit ve harzburjitlerden, tali olarak da lertzolit ve piroksenitlerden oluşmaktadır.

Okyanus ortası sırtları ve/veya adayayı gerisi basenlerde oluşan bu ofiyolitler okyanusal kabuğun parçaları olarak taşınmakta ve levha çarpışmaları ile kıta kabuğu üzerine yerleşmektedirler. Ofiyolitlere bağlı peridotit komplekslerin büyük bir çoğunluğunun yankayaylarla olan dokanağı tektonik olup, herhangi bir tepkime zonu bulunmamaktadır. Bu nedenle de, Irvine (1967) ve daha önceki yazarlarca, peridotitin intrüzyon sırasında soğuk olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

İdeal bir ofiyolit birliği en alttan başlamak üzere aşağıda verilen birimlerden oluşmaktadır:

1- Ultramafik Karmaşık : Değişen oranlarda metamorfik ve tektonik dokulu harzburjit, lertzolit ve dunitten oluşmaktadır.

2- Gabroyik Karmaşık : Genel olarak altlarındaki ultramafik karmaşıktan daha az deforme olmuş gabroyik bileşimli kümülatlardan oluşmaktadır. Bu karmaşık içerisinde yer yer peridotitler ve piroksenit kümülatlarına da rastlanılmaktadır.

3- Mafik Dayk Karmaşığı : Altlarında gabroyik karmaşıkla tedrici geçişler gösteren, esas olarak diya-bazik bileşimli dayklardan oluşmaktadır.

4- Mafik Volkanik Karmaşık : Yastık (Pillow) lav şekilli mafik volkanik kayalardan oluşmaktadır.

Bu birimlerle bulunan diğer kayaç türleri ise şunlardır:

1. Genellikle dunit ile çevrili podiform kromit kütleleri,

2. Sodik, felsik, intrüzif ve ekstrüzif kayal-
lar,

3. Örtü sedimanları: Genellikle radyolaryalı çörtler, ince şeyl aratabakaları, az miktarda kireçtaş-
ları.

İnceleme alanında ofiyolitler tabandan tavana tam bir istif sunmamaktadır. Yani tavanda eksiklik göze çarpar. Aşağıdan yukarıya doğru tektonit, kümü-lat, gabro şeklinde bir istif göstermektedir. Altteki tektonitler genellikle harzburjit ve dunitten oluşmak-tadır (Karaman, 1987).

II. YEŞİLOVA (BURDUR) YÖRESİ KROMİT CEVHERLEŞMELERİNİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Çalışma alanında pek çok sayıda kromit zuhuru bulunmakta olup, bunlardan ancak 5 tanesi çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Yörede incelenen kromit cevherleri başlıca masif ve benekli olup, düzensiz merclekler şeklinde görülmektedir. Kocayanık ve Yavşanlı olmak üzere başlıca iki kromit bölgesi incelenmiştir.

Kocayanık bölgesi ise kendi arasında, Kocayanık 1, Kocayanık 2, Kocayanık 3 ve Kocayanık 4 olarak ayrı ayrı ele alınmıştır, (Ek-4). Kocayanık yataklarının bulunduğu bölge Yeşilova'dan yaklaşık 16 km. uzakta bulunmaktadır. Çalışma alanındaki kromitler harzburjitler içerisinde olup, dunit kromiti kılıf şeklinde sarmaktadır.

Kocayanık ocağının geneli de peridotit tarafından çevrilmiş olup, peridotit çoğunlukla çatlaklar boyunca serpantinize olmuş ve kaba bloklar halinde parçalanmıştır. Bundan başka 1-10 cm. kalınlığında piroksenit damarları da yörede bulunan diğer oluşuklardır. Buradan 8.000 tondan fazla kromitin sevkedilmiş olduğu bildirilmiştir (Sözlü görüşme).

1. YATAKLARIN DAĞILIMI VE YATAKLANMA ŞEKİLLERİ

1.1. Kocayanık 1 Ocağı : Yankayaçlar genellikle yoğun serpantinleşmiştir. Serpantinleşmeden önceki ilksel kayacın mikroskop çalışmalarından harzburjit olduğu anlaşılmaktadır.

Bu ocak ilk kez 1986'lı yıllarda galeri açılarak işletilmiş olup, galeri 2.0 m. genişliğinde ve 2.0 m. yüksekliğindedir. Buradaki cevher düzensiz merclekler halindedir. Merclek boyutları saptanabildiği kadarıyla

30x15 cm. ile 125x30 cm. arasında değişmektedir:

Üretilmiş olan cevher masif ve benekli olup, tenörleri %35.50 Cr_2O_3 ve %41.60 Cr_2O_3 olarak bulunmuştur.

Kromit $N35^{\circ}E$ doğrultusunda uzanmakta olup, yaklaşık açılan galeri doğrultusundadır ve eğimi ise $30^{\circ}SE'$ dur. Şu anda bu galeride üretim yapılmamaktadır (Foto-2).

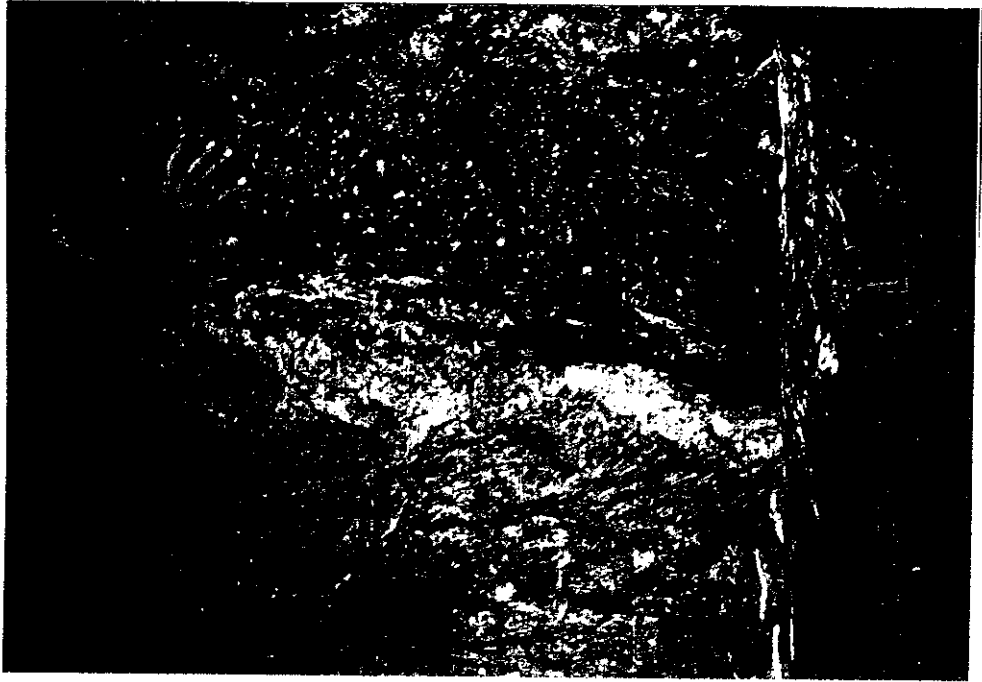


Foto-2: Kocayanık-1 Galeri içindeki bir kromit merceği (Cr).

1.2. Kocayanık 2 Ocağı : Yankayaçların özellikleri Kocayanık 1'dekine benzemektedir. Bu ocak da yine 1986'lı yıllarda galeri açılarak işletilmiş olup, halen arama çalışmaları için kullanılmaktadır.

Galeri genişliği 2.5 m., yüksekliği 2.0 m'dir. Galeri içinde açılan desandri fay zonunda bulunmakta ve ancak, burada kromit mercekleri görülebilmektedir (Ek-6).

Cevher düzensiz, pek çok mercekler halinde ve yer yer makaslama kuvveti etkisiyle budinaj yapısı oluşmuştur. Buradaki cevher masif ve benekli olup, %28.77-45.30 Cr_2O_3 tenörlüdür. Mercek boyutları 35x18 cm. ile 100x36 cm. arasında değişmektedir (Foto 3-4).

Desandri içindeki kromit mercekleri sadece sağ duvarda gözlenmektedir. Kromit N30W doğrultusunda uzanmakta ve eğimi 30° SW'dır.

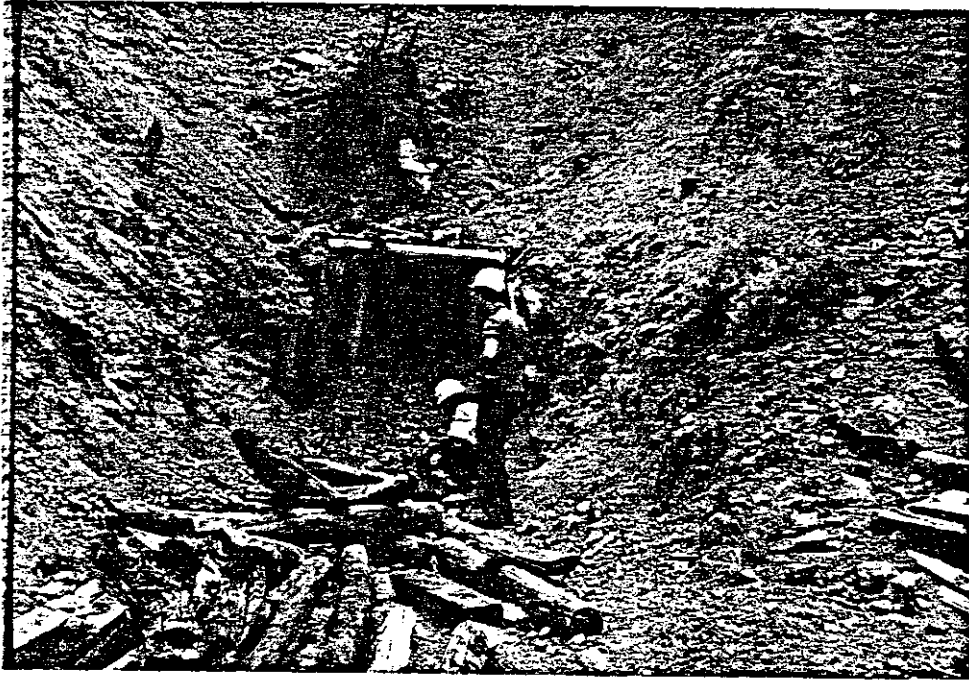


Foto-3: Kocayanık-2 Galeri girişi.



Foto-4: Kocayanık-2 Galeri (desandri) içindeki bir kromit merceği (Cr).

1.3. Kocayanık-3 Ocağı : Bu kesimde yankayaç, fay zonunda olduğundan yoğun serpantinleşmiş olup, ilksel kayacı tanımakta oldukça güçlük çekilirse de harzburjit olduğu, yapılan mikroskobik incelemeler sonucunda belirlenmiştir.

Yörede kromit merceklerinin yüzeyde görülebildiği tek yer olan bu ocak açık olarak işletilmekteydi. Bu çalışma sonuna doğru işletmedeki kromit tamamen alınmıştır.

Yarma genişliği 7.0 m., yüksekliği 5.0 m'dir, (Ek-7). Yaklaşık boyutları 2.0x1.0 m. ile 3.0x1.50 m. arasında değişen kromit mercekleri Kocayanık mevkesindeki merceklerin en büyüğünü oluşturmaktaydı. Bu kesimdeki kromit merceklerinin konumu N35W doğrultulu ve 25°SE'ya eğimli olup, yaklaşık tenörü %29.20-43.35 Cr₂O₃ arasında değişmektedir (Foto-5).



Foto-5: Kocayanık-3 kromit alınan yarma.

1.4. Kocayanık-4 Ocağı : Bu ocakta yankayaç Kocayanık 3'e göre çok daha az serpantinleşmiş olup, ilksel kayacın harzburjit olduğu, minerallerin bozulmadan kalabilmesiyle çok daha rahat tanınabilmektedir.

Bölgede bulunan kromit cevherleşmeleri azaldığından, Kocayanık 4'de kromit aranması için galeri sürülmüştür. Bu galeri ağzında bulunan kuyudan kromitin doğrultusu tahmin edilerek, bu tahmin edilen doğrultuya dik olarak galeri açılmıştır. Galeri içinde de yaklaşık aynı doğrultuda olduğu görülünce daha aşağıda da cevheri yakalayabilme umuduyla yeni bir galeri açma düşüncesi uyanmıştır (Ek-5).

Galeri içinde rastlanan kromitler yine düzensiz pek çok merccekler halinde olup, yaklaşık boyutları 35x20 cm. ile 100x40 cm. arasındadır. Kromit N10°E doğrultulu ve 67°SE eğimlidir. Yaklaşık tenörü ise %35.11 Cr₂O₃'tür, (Foto-6. ve 7).



Foto-6: Kocayanık-4 galeri girişi.



Foto-7: Kocayanık-4 galeri içindeki bir kromit merceği (Cr).

YATIRIMCI VE İZLENİMLERİNE İLİŞKİN BİR KİTAP

1.5. Yavşanlı Yatakları : Yavşanlı kromit yatakları Yeşilova'dan yaklaşık 13 km. uzaktadır. Bölgedeki yan-kayaçların tümü kısmen ve esas itibariyle yalnız çat-laklar ve faylar üzerinde serpantinleşmiş peridotitten oluşmaktadır. Peridotit bir çok yerde yine birkaç cm. kalınlığında piroksenit damarları tarafından kesilmektedir. Kromit N40E doğrultulu ve 20°SE eğimlidir.

1.5.1. Yavşanlı 1, 2 No'lu Ocağı : Yankayaç burada da genellikle serpantinleşmiş olup, ilksel kayacın harz-burjit olduğu mikroskopik incelemeler sonucu belirlenmiştir.

İlk kez 1986'lı yıllarda galeri ve kuyu açılarak işletilmiş ve şu anda işletilmeye ileride çalışılmak üzere son verilmiştir. Galeri genişliği 2.50 m., yüksekliği 2.0 m. olup, buradaki kromitlerde yine diğer ocaklarda olduğu gibi düzensiz, mercek şekilli ve saptana-bildiği kadarıyla mercek boyutları 25x10 cm. ile 60x30 cm. arasında değişmektedir.

Boyutları 4.0x3.0 m. olan kuyu içinde bulunan kromit kütleleri iki yerde düzensiz mercek şeklinde görülmekte olup, yaklaşık boyutları 150x40 cm. ile 200x50 cm. arasındadır, (Foto-8).

2 numaralı Ocak, 1 numaralı ocağın yaklaşık 100 m. kadar Kuzeybatısındadır. Bu ocak galeri şeklinde işletilmiş olup, bu galeri tamamen fay zonunda açılmıştır. Galeri genişliği 3.0 m, yüksekliği 2.50 m'dir.

Yavşanlı 1 ve 2 numaralı ocaklarında üretilmiş olan cevher masif ve benekli olup, 1 no'lu ocak tenörü %22.50-44.37 Cr₂O₃; 2 no'lu ocak tenörü %28.55-30.85 Cr₂O₃ arasında değişmektedir.

YAVŞANLI KROMİT YATAKLARI

YAVŞANLI KROMİT YATAKLARI

YAVŞANLI KROMİT YATAKLARI



Foto-8: Yavşanlı Kuyusundaki kromit merceği (Cr).

2. KROMİTLERİN OLUŞUMU

Çalışma alanında harzburjitler içerisinde yer alan kromit kütleleri Alpin tipi kromit yataklarının tipik özelliklerini sergiler. Bu özellikler, kromit kütle boyutlarının küçük, düzensiz şekilli olması ve deformasyona uğramaları gibi özelliklerdir (Engin, 1983). Bundan başka, Alpin tipi kromitler kararsız tektonik ortamlarda oluştuğundan farklı dokusal özellik gösterir. Kromit tanecikleri küçük yuvarlak kristaller halinde olmakla birlikte leopar yapısı sunanlar da vardır. Bazen de kromit ve serpantin konsantrik bir biçimde tekrarlanması sonucu orbiküler yapı ortaya çıkar, zonlu yapılar da görülür.

Krom yataklarının kökeni ve bağlı olduğu kayalar kesin olarak bilinmemekte, magmatik kökenli olduğu ve hatta mantodan kaynaklandığı tartışmasız kabul edilmektedir.

YAVŞANLI KUYUSU

YAVŞANLI KUYUSU

YAVŞANLI KUYUSU

Bütün kromit yatakları bazik ve ultrabazik kayalar içinde bulunur. Bunlardan çoğunlukla serpantinleşmiş olarak görülen peridoditler esas kayalarındır. Peridoditlerden de en çok harzburjit görülür. Dunit daha çok cevheri saran bir kuşak biçimindedir. Serpantinleşmenin ileri olduğu hallerde ilksel kayacı tanımakta güçlük çekilirse de, dunitin serpantinlerinin yüzeyde açık sarı bir pas bırakmalarına karşılık, harzburjitten türeyen serpantinlerin kırmızı turuncu bir renk vermeyle ayrılır. Bu sonuncu demirli lateritleşmeye doğru bir gelişmeyi açıklar.

Merceksi şekiller Dickey (1975) e göre iraksayan levha sınırları boyunca oluşan uzun ve dar mağma ceplerini yansıtmaktadır. Yatakların büyük bir çoğunluğu dunit tarafından bir kılıf gibi sarılmış biçimde bulunmaktadır. Bu dunitik kılıf bir kaç santimetreden metrelere kadar değişen kalınlıklara sahiptir.

Alpin yatakların stratiform tiplerden ayrılmasında önemli bir kıstas olan nodüler dokunun oluşumu çeşitli yazarlarca farklı yorumlanmaktadır. Borchert (1960) a göre, kromit kristallerinin eğik bir tabana ($>50^{\circ}$) çökmesi ve yerçekimi ile magma üyesinin aşağılarına doğru yuvarlanması bu dokuyu oluşturmaktadır. Masif, benekli ve saçılmış cevherlerde benzer şekilde tabanın eğim açısına ve bu eğik ortamdaki yerlerine bağlı olarak oluşmaktadır. Buna karşın Dickey (1975) ise bu oluşuk için hareketli bir ortamın gerekliliğini vurgulamaktadır. Buna göre, bu doku türbülanslı bir magma segregasyonu zonunda, kromit kristallerinin yuvarlanma ve dönme hareketleri esnasında bir araya gelerek, kümelenmeleri, hareket devam ettikçe etraflarındaki kromit kristallerini çeperlerine toplayarak, büyümelerinden meydana gelmiştir.

Alpin tip podiform kromit kütlelerinin oluşumu üzerine görüşler; okyanusal yayılım ve magma türeyişi üzerine görüşlerimizin gelişimi ile giderek gelişmektedir.

KÜTÜPHANE

KÜTÜPHANE

KÜTÜPHANE

Jackson (1961) tarafından tanımlanan, stilwater stratiform kompleksini oluşturan kümülatik süreçlerin Alpin tipi ofiolitlere ve jeosenklinal teorisine uyarlayan Thayer (1960), Podiform kromit kütlelerinin üst mantonun kısmi ergimesi ile oluşan magmanın alt kabukta veya üst mantoda yer alan magma odasında kristalizasyon farklılaşması ürünü kromit kristallerinin kümülatik süreçler sonucu magma odası tabanında birikmeleri ile oluştuğunu ileri sürmüştür. Bunu takip eden evrede alt kabukta oluşan kromit katmanlarının jeosenklinallerin kıvrımlanması sürecinde kromit katmanlarının parçalandığı ve podiform kütleler şeklinde yeniden yerleştiklerini savunmuştur. Yeniden yerleşim sürecinde silikatik minerallerin yeniden kristallendiğini, ikincil bantlaşmanın oluştuğunu, kromit tanelerinin ezildiğini, parçalandığını savunmuştur, (Thayer, 1964).

3. KROMİTLERİN EKONOMİK ÖNEMLERİ

Kromitler bileşimine giren Al, Fe, Mg oranlarına bağlı olarak değişik kullanım alanlarına sahiptir (Tablo-1).

Yeşilova kromitleri metalurjide kullanılmak üzere üretilmektedir. Ancak bazılarının tenörleri düşük olduğundan piyasaya uygun değildir. Bu nedenle bunların zenginleştirilmesi gerekmektedir. Zenginleştirildiği takdirde metalurjik kromit özelliklerine sahip olacaktır. Diğer kullanım alanları için uygun değildir. Çünkü; kimya endüstrisi için, Cr/Fe oranı 1.5'ten fazla; refrakter endüstrisi için Al oranı %20'den fazla, SiO₂ oranı %6'dan az değildir.

KÜTÜPHANESİ

KÜTÜPHANESİ

KÜTÜPHANESİ

Tablo-1: Kromitin Kullanım Alanları (ARIOĞLU, E., ve Diğerleri, 1987)

| Kromit : • FeO, Cr ₂ O ₃ teorik formülü • Kimyasal yünden nötr • Ergime noktası 1875° C | | | Kazandırdığı özellik | İstenen cevher sınır şartları |
|---|---------------|--|---|-------------------------------|
| Kullanım Alanı | Tüketim oranı | Kazandırdığı özellik | İstenen cevher sınır şartları | |
| Metalleri (Demir-Çelik End.) | %76 | <ul style="list-style-type: none"> Kırılmaya Darbeye Aşınmaya Paslanmaya karşı çelik üretimi | <ul style="list-style-type: none"> Cr₂O₃ : %48 min. Cr/Fe : 3/1 Sert-parça cevher | |
| Kimya Endüstrisi | %11 | <ul style="list-style-type: none"> Sodyum bikromat Sodyum kromat Potasyum kromat kimyasal maddeler üretimi | <ul style="list-style-type: none"> Cr₂O₃ : %40-46 Cr/Fe : 1.5/1 İnce toz cevher | |
| Refrakter Endüstrisi | %13 | <ul style="list-style-type: none"> Refrakter tuğla Refrakter sıva | <ul style="list-style-type: none"> Cr₂O₃+Al₂O₃ > %60 Al₂O₃ > %20 SiO₂ < %6 | |

III. YEŞİLOVA KROMİTLERİNİN MİNERALOJİK ÖZELLİKLERİ

1. POLARİZAN MİKROSKOPTA İNCELENMESİ

Çalışma alanımızda bulunan kromitler polarizan mikroskopta incelendiğinde, kromit taneleri öz-yarı öz şekilli, kataklazmaya uğramış olduğu görülmüştür. Kataklastik parçaların araları ve tane etrafları serpantin mineralleri ile doldurulmuş, ayrıca bazı kromit taneleri etrafında manyetitleşme görülmüştür. Gang mineralleri olarak da serpantinden başka, kromit taneleri etrafında ve çatlakları arasında olivin, klorit, kemererit, çok az da kalsite rastlanmıştır.

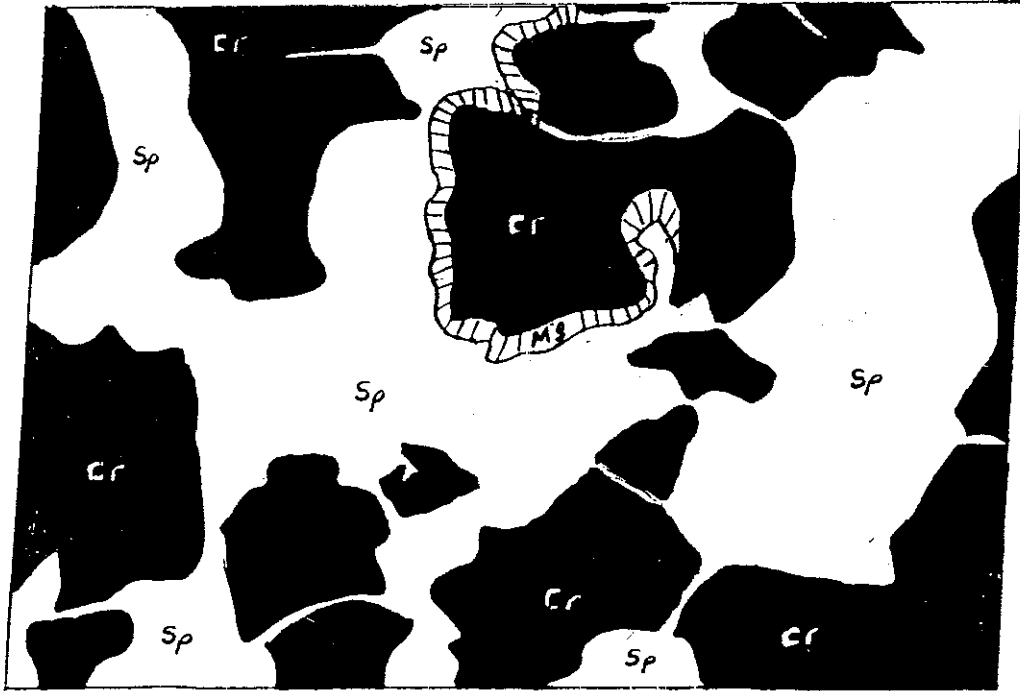


Foto-9: Öz-yarı öz şekilli kromit (Cr), aralarına dolduran serpantin (sp) ve kromit tane etrafındaki manyetitleşme (mg) (Kocayanık-1 nolu ocak).

KÜTÜPHANESİ

KÜTÜPHANESİ

KÜTÜPHANESİ



Foto-10: Katakalmazmaya uğramış kromit (Cr) ve araları dolduran serpantin (sp) (Kocayanık 2 no'lu ocak).



Foto-11: Masif kromit (Cr) içinde çatlak ve araları dolduran serpantin (sp) (Yavşanlı ocak).

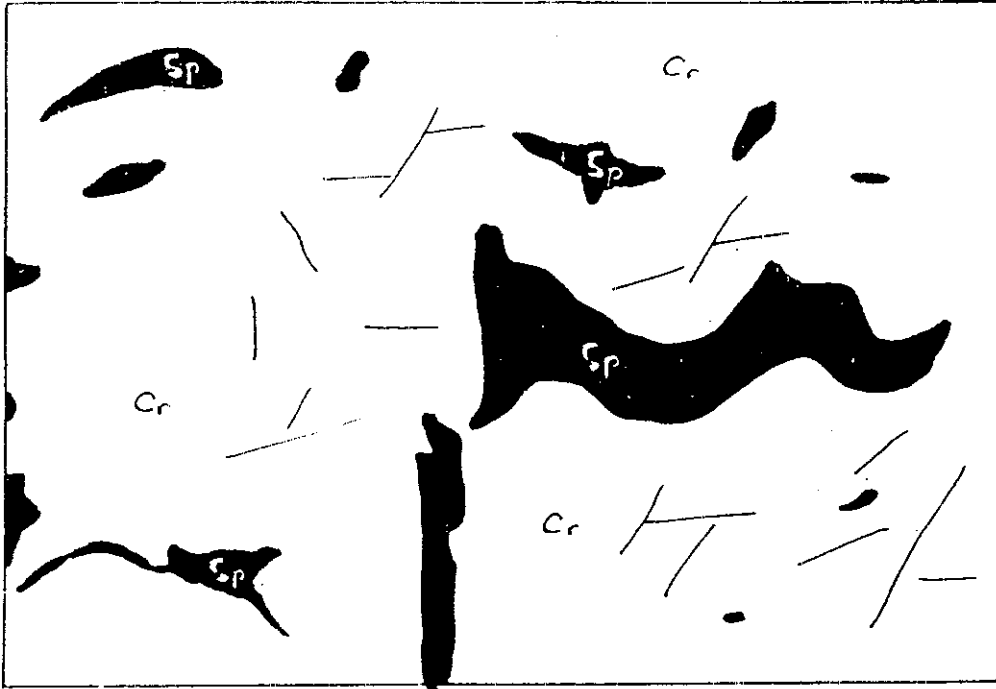


Foto-12: Kataklazmaya uğramış masif kromit (Cr)
(Yavşanlı ocak).



Foto-13: Kataklazmaya uğramış kromit (Cr)'in çatlak
ve taneleri arasını dolduran serpantin (sp).
(Kocayanık 3 nolu ocak).

2. KROMİTLERİN MADEN MİKROSKOBUNDA İNCELENMESİ

Yeşilova (Burdur) kromitleri parlak kesit yapıldıktan sonra maden mikroskobunda incelenerek, cevher-yankayaç ilişkisi, cevher dokusu ve parajenezi saptanmaya çalışılmıştır. Ayrıca kromitlerin bu incelemeler sonucu, G.C.Amstunz (1960)'un Tablo-4'de verilen geometrik sınıflamasına göre, 1a ve 2a tipi tane yapısına sahip olduğu tesbit edilmiştir.

Kocayanık 1 no'lu Ocak

Parlatma No: 7-8

Cevher minerali : Kromit

Gang mineralleri: Serpantin

Numune ileri derecede kataklazmaya uğramış kromitler içermektedir. Öz-yarı öz şekilli kromit kristallerinin kataklastik çatlaklarını ve aralarını gang minerali olarak gözlenen serpantin tamamen doldurmaktadır (Foto-14 ve 15).



Foto-14: Kataklastik kromit (Cr) tanelerinin çatlaklarını gang (gn) doldurmuştur.



Foto-15: Kataklazmaya uğramış kromit (Cr) çatlakları serpantin (sp) ile doldurulmuş.

Kocayanık 2 No'lu Ocak

Parlatma No : 9-10

Cevher minerali : Kromit

Gang mineralleri: Serpantin

Eser mineraller : Manyetit, heslavodit

Kromit iri taneli, öz-yarı öz şekilli, kataklaşmaya uğramıştır. Kromit kataklastik çatlakları ve kenarları boyunca manyetite dönüşmüştür (Foto-16). Numunede ayrıca serpantin içerisindeki kromitler arasında çok ufak (50 mikron) tanecikler halinde heslavodit de (Ni_3S_2) izlenmektedir.

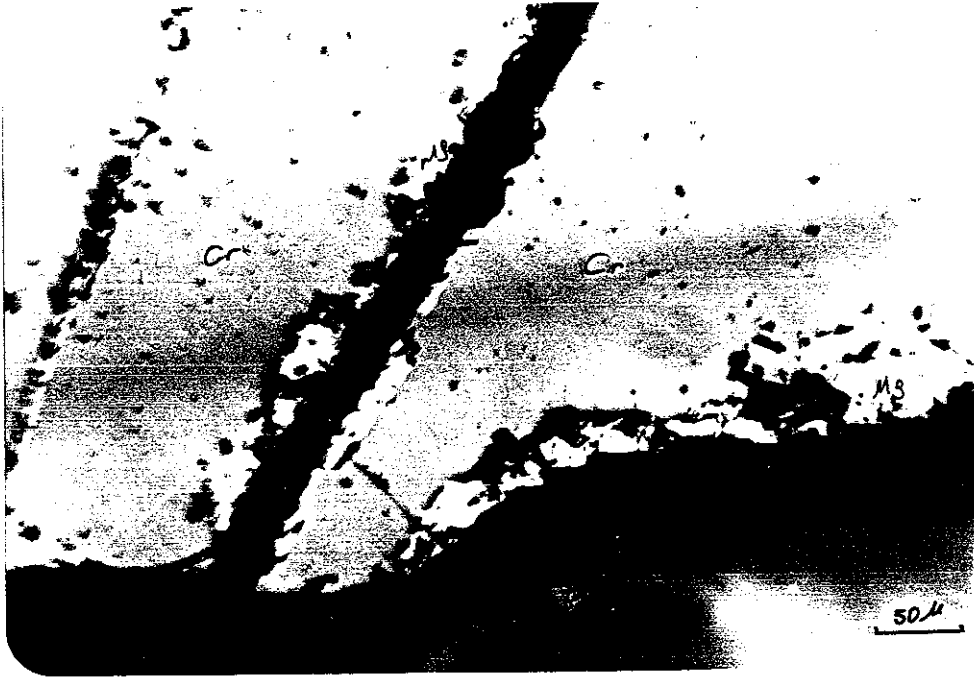


Foto-16: Kataklazmaya uğramış kromit (Cr) kırık ve kenarları boyunca manyetite (mg) dönüşmüş.

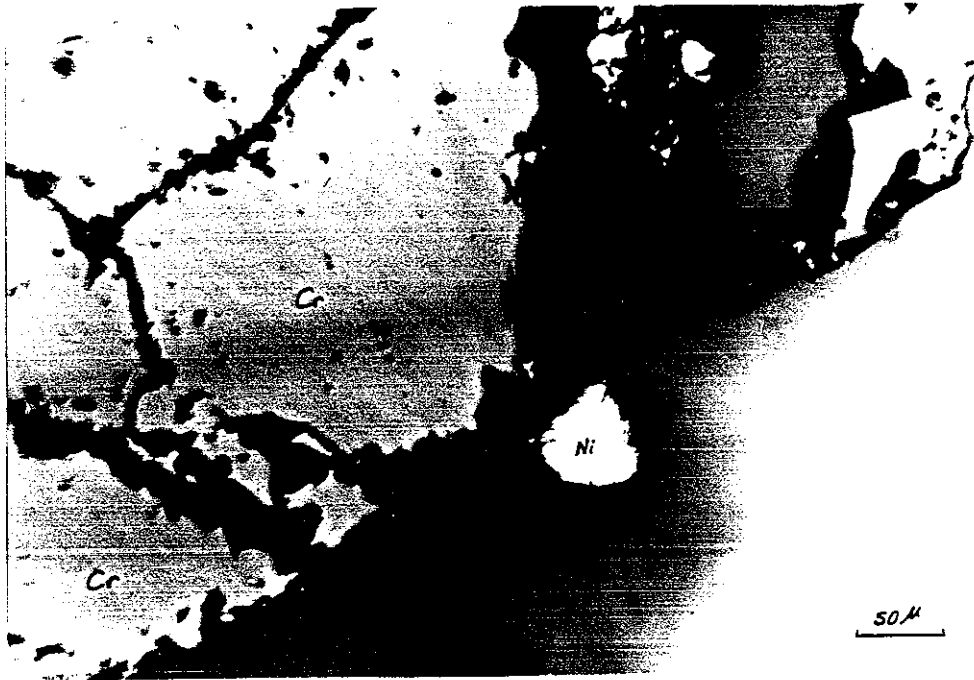


Foto-17: Kataklazmaya uğramış kromit (Cr) ve heslavo-dit (Ni).

KÜTÜPHANESİ

KÜTÜPHANESİ

KÜTÜPHANESİ

Kocayanık 3 No'lu Ocak

Parlatma No : 2

Cevher minerali : Kromit

Gang mineralleri: Serpantin, krom-spinel

Eser mineraller : Manyetit

Serpantin içindeki kromitler kenarları boyunca krom-spinele ve manyetite dönüşmüştür (Foto-18 ve 19).



Foto-18: Kromit (Cr) kenarları boyunca krom-spinel ve manyetite (mg) dönüşmüş.

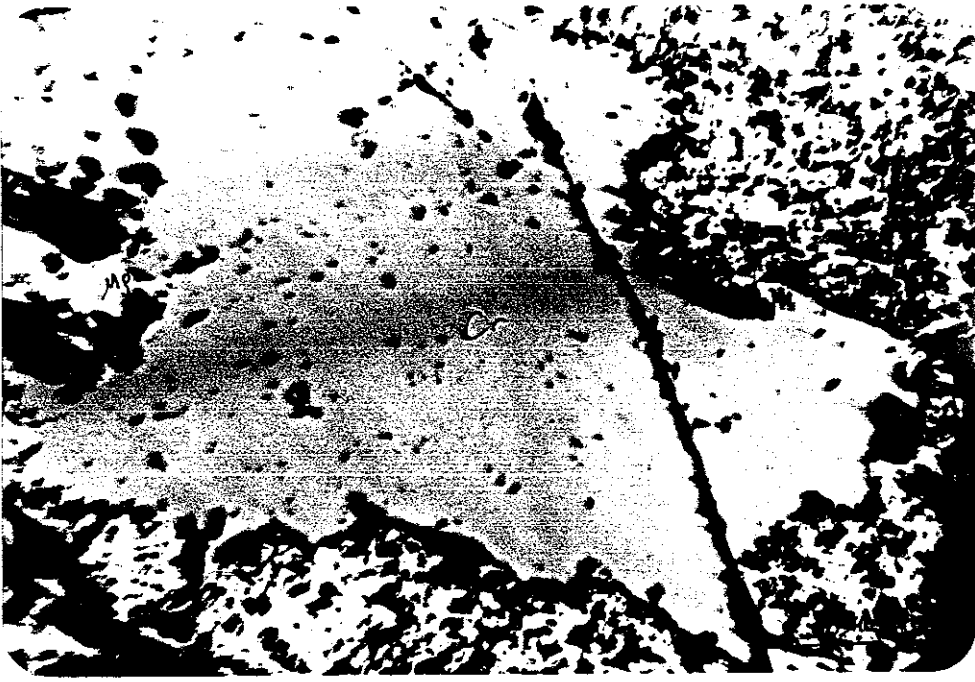


Foto-19: Kataklazmaya uğramış kromit (Cr) kenarları boyunca krom-spinel ve manyetite (mg) dönüşmüş.

Kocayanık 3 No'lu Ocak

Parlatma No : 4

Cevher Minerali : Kromit

Gang mineralleri: Krom-klorit, serpantin

Numune fay zonunda bulunması nedeniyle ileri derecede kataklazmaya uğramıştır. Gang minerali olarak gözlenen krom-klorit ve serpantin, kromitlerin kataklastik çatlaklarını ve aralarını tamamen doldurmaktadır (Foto-20 ve 21).



Foto-20: İleri derecede kataklazmaya uğramış kromit kristalleri (Cr) araları krom klorit ve serpantin dolgulu (gn).

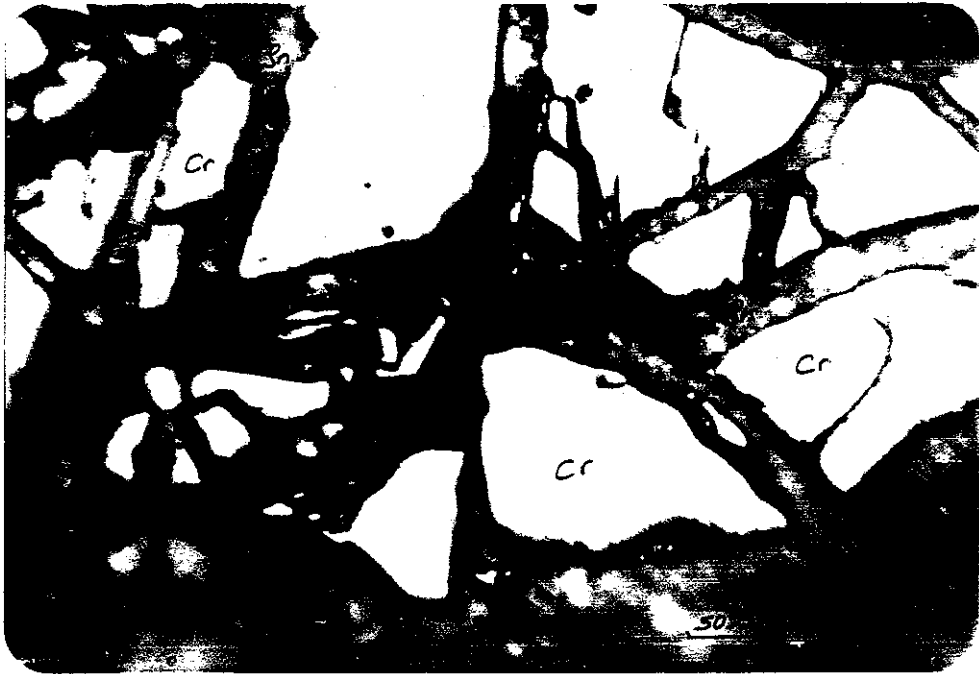


Foto-21: İleri derecede kataklazmaya uğramış kromit kristalleri (Cr) araları krom-klorit ve serpantin dolgulu (gn).

Kocayanık 4 No'lu Ocak

Parlatma No : 11-12

Cevher minerali : Kromit

Gang mineralleri: Serpantin

Eser mineraller : Heslavodit

Kromit kataklazmaya uğramış ve kataklastik çatlaklarını ve tane aralarını gang minerali olan serpantin doldurmuştur. Ayrıca çok küçük boyutta (40 mikron) nikel minerali olan heslavodit gözlenmektedir (Foto-22 ve 23).

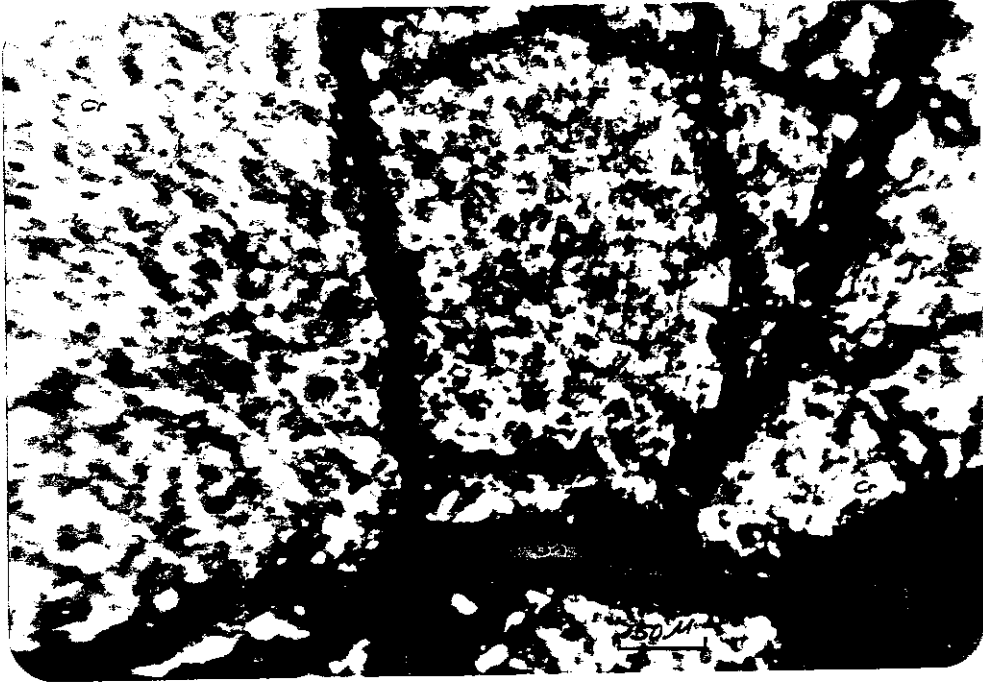


Foto-22: Sünger yapılı kromit (Cr) ve kromit tanelerinin etrafını ve çatlaklarını dolduran serpantin (gn).



Foto-23: Kataklazmaya uğramış kromit (Cr), çatlaklar arasını dolduran gang minerali serpantin (gn) ile heslavodit (Ni).

Yavşanlı 1 No'lu Ocak

Parlatma No : 3-5

Cevher minerali : Kromit

Gang minerali : Serpantin

Eser mineral : Manyetit

İleri derecede tektonizma hareketine maruz kalması nedeniyle bol kırıklı ve çatlaklı yapıya sahip kromit kenarları boyunca manyetitleşmiştir (Foto-24). Ayrıca belirgin kırmızı iç refleksiyona sahiptir. Bu özellikler kromitlerin Al ve Mg'ca zengin olduklarını işaret etmektedir (Foto-25).

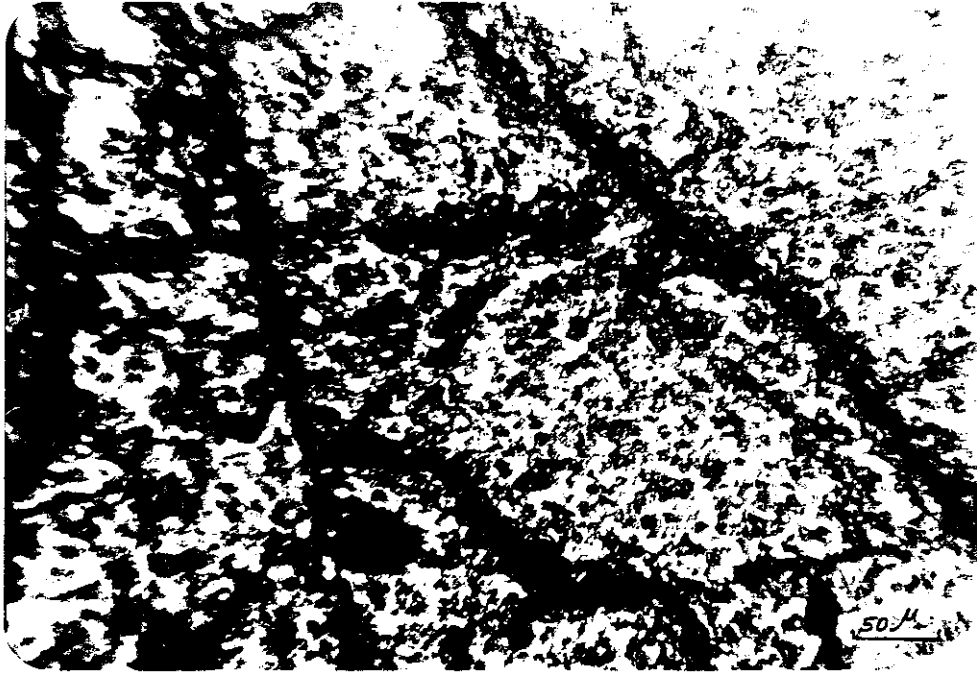


Foto-24: İleri derecede kataklazmaya uğramış kromit (Cr) kenarları boyunca manyetitleşmiştir (Mg).

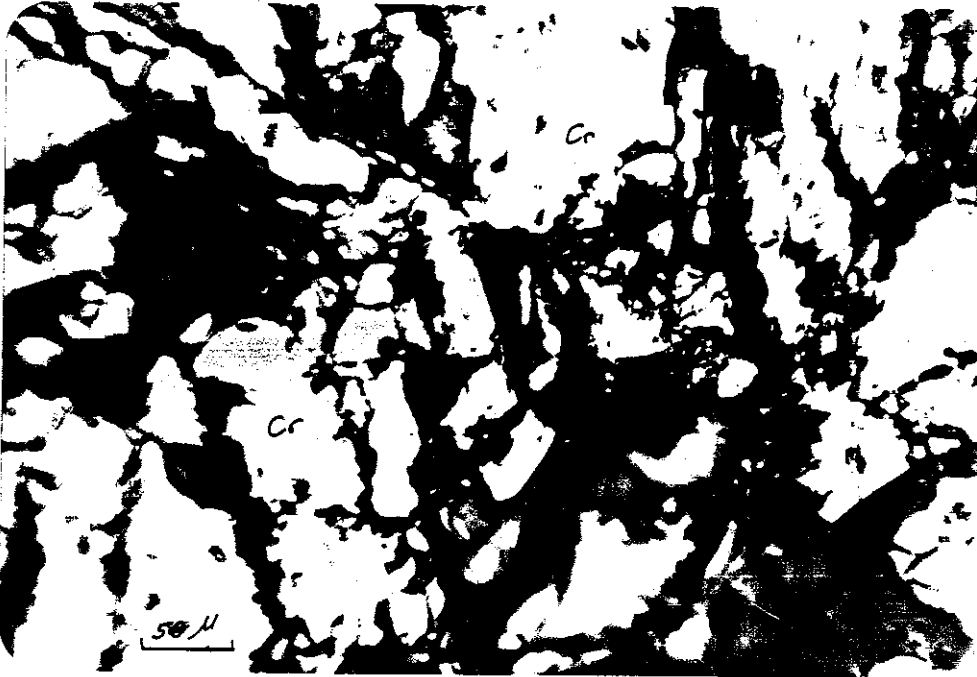


Foto-25: İleri derecede kataklazmaya uğramış kromit (Cr) belirgin kırmızı iç refleksiyona sahiptir.

Yavşanlı 2 No'lu Öcak

Parlatma No : 6-11-13

Cevher minerali : Kromit

Gang minerali : Serpantin

Eser mineral : Manyetit

Kromit taneleri irili ufaklı olup, taneler öz-yarı öz şekillidirler. Kromit yine kataklazmaya uğramış, kenarları boyunca manyetite dönüşmüş ve çatlak, tane araları serpantin ile doldurulmuştur (Foto-26).

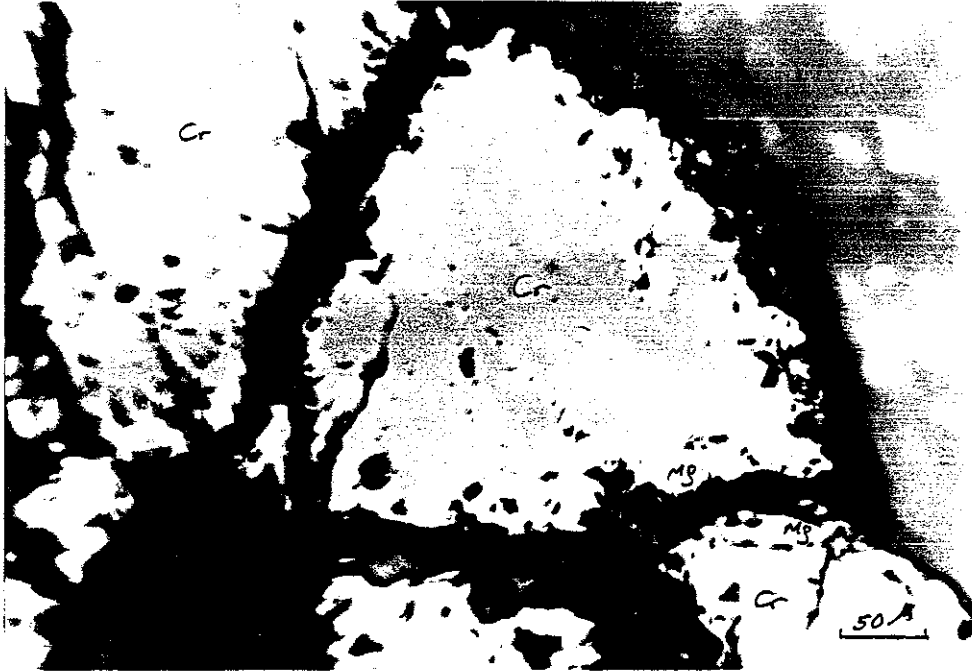


Foto-26: Kataklazmaya uğramış kromit (Cr) kenarları boyunca manyetite dönüşmüş (Mg).

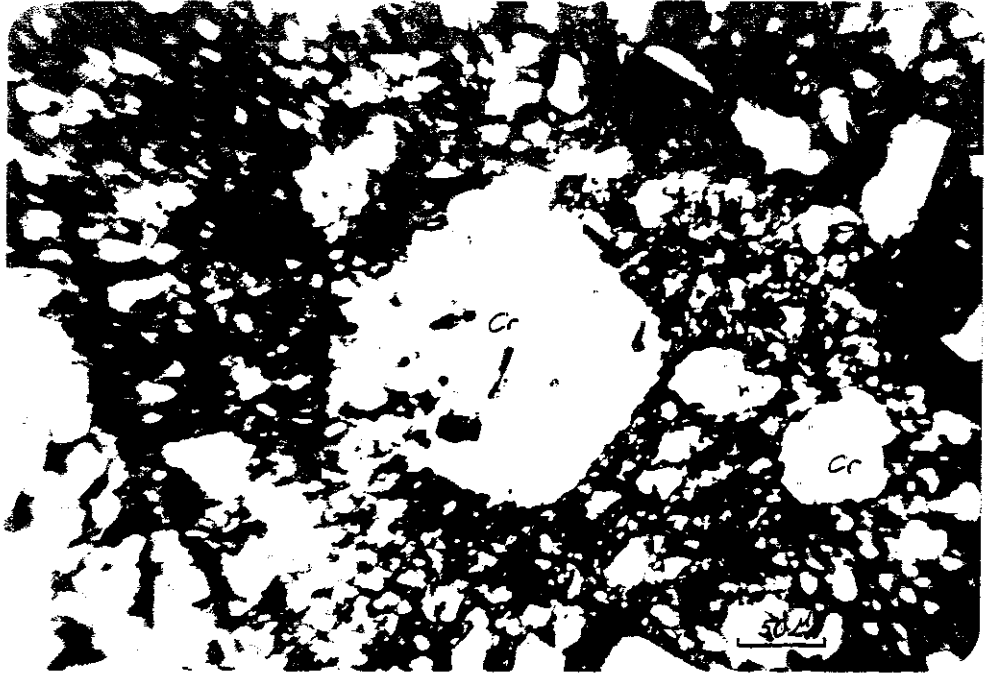


Foto-27: İleri derecede kataklazmaya uğramış kromit (Cr) ve serpantin (gn).



Foto-28: Sünger yapılı, ileri derecede kataklazmaya uğramış kromit (Cr).

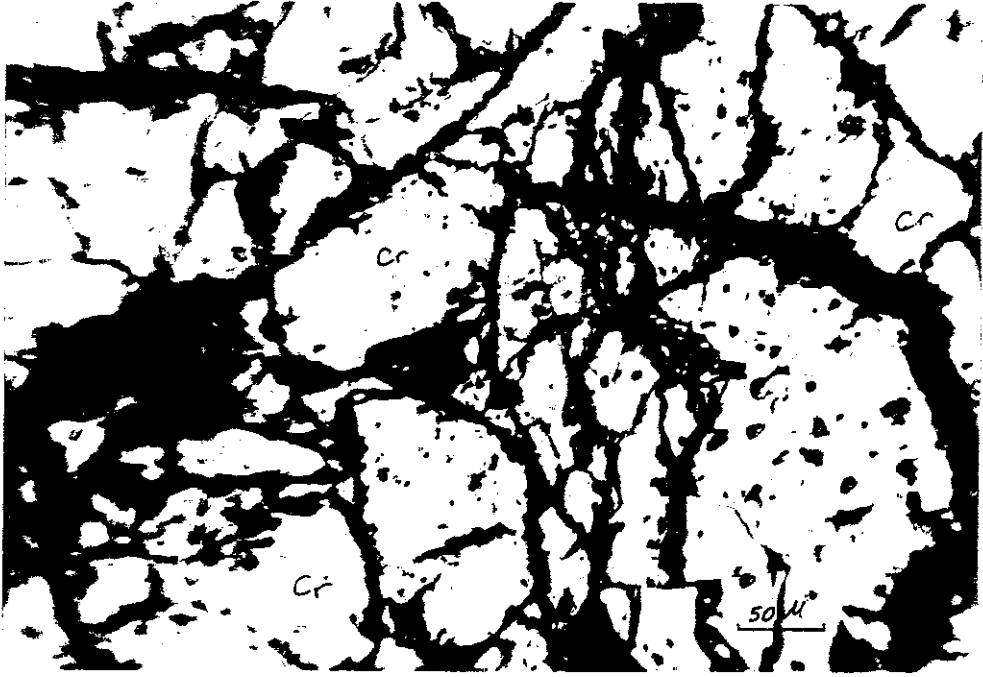


Foto-29: İleri derecede kataklazmaya uğramış kromit (Cr) ve çatlak aralarını dolduran gang minerali serpantin (gn).

IV. YEŞİLOVA KROMİT CEVHERİNİN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Kimyasal formülü $FeCr_2O_4$ olan mineral krom yataklarında nadiren bu haliyle saf olarak bulunur. Daima mineralin strüktüründeki Fe iyonunun yerine kısmen Mg, Cr iyonunun yerine de kısmen Al iyonu geçmiş durumdadır. Bu durumda kromitin kimyasal formülü $(Fe, Mg)(Cr, Al, Fe)_2O_4$ olmaktadır. Bu formülden hareketle, kromit cevherinin kimyasal analizinde nelerin aranacağı tesbit edilerek analiz işlemlerine geçilmiştir.

Çalışma alanında bulunan kromit ocaklarının ancak, bazılarında alınan 11 adet örnek, kantitatif kimyasal analize tabi tutulmuştur. Bu kimyasal analiz aşağıdaki aşamalardan geçerek yapılmaktadır. (Analizler, tuvenan cevherden yapılmıştır.)

0.2 gr havanda dövülmüş kromit numunesine on katı kadar KSO_4 konup, fırında $800^{\circ}C$ 'de ısıtılarak eritiş yapılır. Yapılan eritiş numunesi nitrik asitli suya alınarak, ısıtılır ve süzülür. Filtre kağıdında kalan çökelek $1200^{\circ}C$ 'de yakılarak, silis miktarı bulunur.

Silis'ten sonra kalan süzüntüye, amonyak ve amonyum klorürden hazırlanmış tampon eklenerek tekrar süzülür. Süzüntüde sadece Mg kalır. Filtre kağıdında tutulan Fe, Al, Cr çökelekleri sulu hidroklorik asitle çözümlenerek süzüntü bir kaba alınır. Bu ayırmadan sonra sıra ile Fe, Cr ve Al ayırması yapılır.

MgO Çöktürme ve Süzme : Magnezyumlu çözeltiye, 1.5 gr. amonyum fosfat konup, karıştırılır. Sonra çözeltiye pembe renk alıncaya kadar metil kırmızı (2-3 damla) konur. Çözelti buz üzerine konup, sarı renk alıncaya kadar (çökelek oluşuncaya) amonyak damlatılır.

Çökelme başlayınca bir gece dinlendirilir ve sonra süzülür. Kalan çökelek fırında 1100°C 'de yakılıp, tartılır ve MgO miktarı bulunur.

Fe, Al ve Cr'den Fe'in Ayrılması : Berrak çözelti %5'lik 100 ml. sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisine karıştırarak, azar azar ilave edilir. Birkaç dakika kaynatılıp, soğutulur. Çözeltiye rengi sarı olana kadar hidrojen peroksit konur. Bu işlem neticesinde demir-II iyonu, demir-III iyonu haline, Cr-III iyonu da Cr-IV iyonu (kromat) haline yükseltgenir. Demir-III hidroksit bir süzgeçten süzülür ve sıcak suyla yıkanır süzüntüler bir behere toplanır. Demir-III hidroksit çökeleği 2M hidroklorik asitte çözülür. 50-60 ml'ye seyreltilir ve kaynama sıcaklığına kadar ısıtılır. Üzerine damla damla derişik NaOH konur. Çökelek süzülür ve amonyaklı suyla yıkanır. Çökelek 1200°C 'de yakılarak sabit tartıma getirilir. Sonuç Fe_2O_3 olarak verilir.

Kromun Kurşun Kromat Halinde Tayini : 0.1 gr. kadar krom-III ihtiva eden bir çözeltiye (100 ml'ye kadar seyreltilmiş) çökmenin başlama anına kadar damla damla 0.1 N sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisi konur. Bunun üzerine 10-15 ml. asetat tamponu ilave edilir, (asetat tamponu, litrede 6M asetik asit ve 0.6 M sodyum asetat ihtiva edecek şekilde hazırlanır). Bundan sonra 10 ml. kadar %3.5'lik berrak kurşun nitrat çözeltisi ve 10 ml'de %2'lik potasyum bromat çözeltisi konup, 90°C 'ye kadar ısıtılır. Bu arada kurşun kromat çökmeye başlar ve takriben 40-45 dakikada çökme tamamlanır, (Çökme tamam olduğu zaman çökeleğin üstündeki çözelti renksiz olmalıdır). Soğutulan karışım bir süzme krözesinden süzülüp, %0.1'lik nitrik asit çözeltisiyle yıkanır ve 120°C 'de sabit tartıma getirilir. Çökeleğin formülü PbCrO_4 'dır.

Çökeleğin gram sayısı 0.1609 ile çarpılarak, gram olarak krom miktarı bulunur, (A). Cr_2O_3 haline getirmek için;

$$\begin{array}{r} 2 \times 52 \text{ gr Cr} \\ \hline \text{Agr Cr} \end{array} \qquad \begin{array}{r} 104 + 48 \text{ gr Cr}_2\text{O}_3 \\ \hline \text{X} \end{array}$$

$X = \text{Cr}_2 \text{O}_3$ olarak bulunur.

Al Ayrımı : Kromdan sonra süzölen çözeltiliye renk pembe veya soğan kabuğu oluncaya kadar metil kırmızı konup, ısıtılır. Sonra içine biraz amonyum klorür (NH_4Cl) konur ve içine turnusal kağıdı atılır. Turnusal kağıdı mavi oluncaya kadar amonyak çözeltisi konur. Sonra biraz çökmesi beklenip, ılıkken süzölür. Filtre kağıdında tutulan çökelek 1200°C 'de sabit tartıma getirilir. Çökeleğin formülü Al_2O_3 'dür.

Yukarıda açıklanan analizler yardımıyla kromitlerin kimyasal bileşimi ve tenörü hakkında bilgi edinilmiştir (Tablo-1).

Tablo-2'de verilen değerlerden de anlaşılacağı gibi Cr_2O_3 oranı %22.50-45.30 arasında değişmektedir. SiO_2 oranı %9.52-15.45 arasında; Al_2O_3 %10.50-19.32 arasında; Fe_2O_3 oranı %11.4-16.2 arasında; MgO oranı ise %16.00-34.45 arasında değişmektedir.

Bölgede harzburjit içerisinde yer alan kromitler Alpin tipi (podiform) kromit yataklarının tipik özelliklerini sergilemektedir. Bu özellikler, kromit kütlelerinin boyutlarının küçük düzensiz şekilli oluşları, serpantinleşmenin yoğun ve kromitçe zengin olmaları gibi özelliklerdir. Ayrıca analiz sonuçları da bunların podiform kromit özelliklerine sahip olduklarını göstermektedir (Tablo-3). Podiform kromitler kimyasal olarak şu özelliklere sahiptir: (Raingand Voughan, 1981).

- MgO/FeO oranı 1-2,3 arasındadır.
- Cr/Fe oranı 1-4,3 arasındadır.
- Cr_2O_3 ve Al_2O_3 miktarları ters orantılıdır.

Kromit cevherleşmesinin analizinde kromit mineralleri gang ile birlikte analiz edildiğinden doğrudan kromit tanelerinin analizi yapılmamıştır. Bu nedenle kromit mineralinin formüle edilmesi sahamız için mümkün olmamıştır.

Yeşilova kromitlerinin, Türkiye'deki diğer kromitlerle karşılaştırıldığında aşağı yukarı benzer özellikler gösterdiği görülmüştür. Bu benzer özellikler;

- Manto kökenli, Alpin tipi (podiform) kromit olmaları,
- Harzburjitler içinde bulunmaları ve dunitik kılıf ile çevrili olmaları,
- Gerek doğrultu, gerekse eğim yönünde büyük devamlılık göstermemeleri,
- Yan kayaçta serpantinleşmenin yoğun olması,
- Benekli, masif, bantlı ve leopar yapı ve dokulardan bir veya birkaçına veya hepsine birden sahip olmaları,
- Çoğu kromitlerde olduğu gibi tektonizma etkilerinin görülmesidir.

Akdeniz Üniversitesi
Rektörlük Binası
Demirbaş No. 4940

Tablo-2: Yeşilova (Burdur) Kromit Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları.

| Bileşim % | Kocayanlık-1 (Benekli) | Kocayanlık-2 (Benekli) | Kocayanlık-3 (Benekli) | Kocayanlık-4 (Benekli) | Yavşanlık-1 (Benekli) | Yavşanlık-2 (Benekli) |
|--------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Cr ₂ O ₃ | 35.50 | 28.77 | 29.20 | 35.11 | 22.50 | 28.55 |
| Al ₂ O ₃ | 10.50 | 19.32 | 18.00 | 14.60 | 17.20 | 17.92 |
| Fe ₂ O ₃ | 12.83 | 13.00 | 14.90 | 14.80 | 13.40 | 14.70 |
| SiO ₂ | 13.27 | 14.22 | 13.34 | 13.55 | 15.45 | 13.40 |
| MgO | 26.60 | 29.60 | 28.53 | 24.20 | 30.45 | 25.30 |
| TOPLAM | 98.70 | 104.91 | 103.97 | 102.26 | 99.00 | 99.87 |
| Bileşim % | Kocayanlık-1 (Masif) | Kocayanlık-2 (Masif) | Kocayanlık-3 (Masif) | Yavşanlık-1 (Masif) | Yavşanlık-2 (Masif) | |
| Cr ₂ O ₃ | 41.60 | 45.30 | 43.35 | 44.37 | 38.85 | |
| Al ₂ O ₃ | 12.10 | 13.00 | 13.90 | 13.10 | 11.42 | |
| Fe ₂ O ₃ | 15.30 | 14.50 | 12.20 | 14.90 | 12.35 | |
| SiO ₂ | 11.25 | 9.52 | 14.15 | 10.14 | 13.00 | |
| MgO | 23.65 | 20.45 | 24.88 | 21.00 | 28.90 | |
| TOPLAM | 103.90 | 102.77 | 108.47 | 103.51 | 104.52 | |

Tablo-3: Kromit örneklerine ait bazı oranlar.

| Ocak Adı | Cr/Al oranı | | Cr/Fe oranı | | MgO/Fe Oranı | |
|---------------|-------------|-------|-------------|-------|--------------|-------|
| | Benekli | Masif | Benekli | Masif | Benekli | Masif |
| Kocayanık I | 3.38 | 3.44 | 2.77 | 2.72 | 2.07 | 1.54 |
| Kocayanık II | 14.9 | 3.48 | 2.21 | 3.12 | 2.28 | 1.41 |
| Kocayanık III | 1.62 | 3.12 | 1.96 | 3.55 | 1.91 | 2.04 |
| Kocayanık IV | 2.40 | -- | 2.37 | -- | 1.63 | -- |
| Yavşanlı Üstü | 1.31 | 3.39 | 1.67 | 2.98 | 2.27 | 1.41 |
| Yavşanlı | 1.59 | 3.40 | 1.94 | 3.14 | 1.72 | 2.34 |

V. YEŞİLOVA KROMİTLERİNİN MINERALOJİK VE JEOKİMYASAL
ÖZELLİKLERİNİN CEVHER HAZIRLAMA BAKIMINDAN
İRDELENMESİ

Yerkabuğunda mevcut cevherlerin tenörleri yüksek olursa basit birkaç işlem sonucu metalurjik tesislerde işlenebilir. Fakat cevherin tenörü düşük olursa cevherdeki gang mineralleri metal minerallerinden ayrılarak ham cevhere nazaran daha yüksek tenörlü konsantreler elde edilir. Daha yüksek tenörlü konsantre elde etme tekniği cevher zenginleştirme işlemlerini kapsar.

Cevher zenginleştirme işleminin her safhasında mineralojik incelemeler gereklidir. Mineralojik incelemeler; zenginleştirilecek ve atılacak mineral çeşitlerini, dokuyu (taneler arası ilişki, tane şekilleri, tane boyutları) belirlemek ve bunların sonucunda çeşitli örneklerde gözlenen değişimleri saptamak amacıyla yapılır. Yeşilova kromitleri üzerinde yapılan mineralojik incelemelerde, ekonomik mineral olan sadece kromitin serpantinden ayrılacağı belirlenmiştir. Ayrıca kataklastik bir dokuya sahip oldukları, öz-yarı öz şekilli olan tane boylarının 0.007 mm. ile 1.43 mm. arasında olduğu ve tanelerin etrafının serpantin gangı ile sarıldığı gözlenmiştir.

Cevher zenginleştirmenin ilk safhası ham cevherin kırılmasıdır. Kırma işleminden sonra öğütme işlemleri yapılır. Öğütülen ham cevher istenilen tane iriliğine kadar çeşitli eleklerden geçirilir. Teorik olarak elemelerde arzu edilen husus, elek üstünde bulunan en küçük tanecik, elek altında bulunan en büyük tanecikten büyük olmalıdır. Pratikte bunu tam uygulamak, eleme işlemini uzun süreli yapmak gerektiğinden mümkün değildir.

Elek analizleri, çeşitli eleklerin büyüklük sıralarına göre elenen malzemeden elde edilen, elek fraksiyonlarının incelenmesi esasına dayanır. Her bir fraksiyondaki serbestleşmiş cevher mineralinin boyutu ve birim alana göre yüzde miktarının tesbit edilmesi en ideal ölçüm şeklidir.

Mikroskobik inceleme deneyi, taneler arasındaki özellikle faydalı mineraller ile gang mineralleri arasındaki serbestlik derecesini saptamak amacıyla yapılmıştır. Ayrıca serbestleşme derecesi tesbit edilen minerallerin miktarı ve bu mineraller içindeki metalin tenörü de tesbit edilebilmektedir. Yani burada esas olarak, faydalı ve faydasız (gang) minerallerin serbestleşme tane iriliğinin tesbiti amaçlanmaktadır.

Bu işlemlerin yapılışı aşağıda yazıldığı gibi olmaktadır.

- Deney sırasında kullanılacak olan numune çene-
li kırıcılarla kırılıp öğütüldükten sonra, elek anali-
zine tabi tutularak belirli fraksiyonlara ayrılır.

- Serbestleşme tane iriliği tesbiti sırasında
mikroskop (polarizan mikroskobu veya metal mikroskobu)
kullanılır.

- Daha önceden bakalite dökülerek parlak kesit
yapılmış olan her bir elek fraksiyonu (cevher ve gang mi-
neral yüzdeleri) mikroskop altında incelenerek tane sa-
yımı yapılır.

- Tesbit edilen tanelerin sayısı kaydedilerek
serbestleşme dereceleri hesap edilir.

Eğer cevher mineralinin serbest taneler halinde
bulunduğu boyut (kırma ve elemenden sonra elde edilen
boyut), kırılmamış cevherdeki mineralin tane boyu dağı-
lımına eşit ise en ekonomik durum budur. Aksi halde,
değirmen ürünleri maden mikroskobunda incelenerek en
ekonomik cevher hazırlama boyutu tesbit edilecektir.

Kırıcı ve öğütücüler çok elektrik sarfettiklerinden ve uygun kırıcı, çene gerektiğinden gereksiz öğütme işlemleri ekonomikliliği düşüreceğinden, serbestleşmenin elde edildiği en büyük boyut, en ekonomik tane serbestleşme boyutu olmalıdır.

Zenginleştirme yöntemleri şöyle sıralanabilir:

a) 0.3 mm'nin üzerinde serbestleşen cevherler için gravimetrik yöntemler (Jig ve ağır ortam eritici-leri, sallantılı masa)

b) 0.3 mm'nin altında serbestleşen cevherler için manyetik ayırım veya flötasyon yöntemleri,

c) Eğer kenetlenme çok çok ince ise (kafes içine varan) hidrometalurjik yöntemler,

Bu durumda Yeşilova kromitleri ikinci maddeye girmektedir. Yani 0.3 mm'nin altında serbestleştiğinden, manyetik ayırım veya flötasyon yöntemleri kullanılarak zenginleştirilebilir.

1. SERBESTLEŞME DERECEŚİ

Serbestleşme derecesi aşağıda verilen formül ile hesaplanmaktadır (Serbestleşme derecesi, tenörü düşük olan benekli cevherler için bulunmuştur).

Serbestleşme Derecesi : %S =
(Belli boyuttaki taneler için)

$$\%S = \frac{\text{Serbest Taneler}}{\text{Serbest Taneler} + \text{Eşdeğer Tane}} \times 100$$

Eşdeğer tane, sayımı yapılan her bir fraksiyon ürünündeki her bir tanenin içerdiği ekonomik mineral yüzdeleri ile bu yüzdelere sahip tane sayılarınının çarpılmasıyla elde edilmektedir.

Kocayanık 1 No'lu Ocak : Diğerlerine örnek olması amacıyla 150 ve 300 mikron için serbestleşme derecesi hesabına açıklayacak olursak, 150 mikronda sayılan toplam kromit tanesi 676, serbest kromit tanesi 676'dır. Yani gang ile bileşik tane hiç yoktur. Dolayısıyla eşdeğer tane sıfırdır. 300 mikron boyutundaki tanelerin sayımında toplam 444 tane sayılmıştır. Bunlardan 324 tanesi tamamen serbest kromit taneleri olup, 51 tanesi %80 kromit (%20 gang), 43 tanesi %50 kromit (%50 gang) ve 26 tanesi %20 kromit (%80 gang) içermektedir.

$$150 \text{ mikron için; } S_{\text{krom}} = \frac{676}{676+0} \times 100 = \%100$$

$$300 \text{ mikron için; } S_{\text{krom}} = \frac{324}{324+67.5} \times 100 = \%82.76$$

$$\text{Eşdeğer tane : } 51 \times 0.80 = 40.8$$

$$43 \times 0.50 = 21.5$$

$$26 \times 0.20 = 5.2$$

$$\hline 67.5$$

$$425 \text{ mikron için; } S_{\text{krom}} = \frac{185}{185+127.9} \times 100 = \%59.12$$

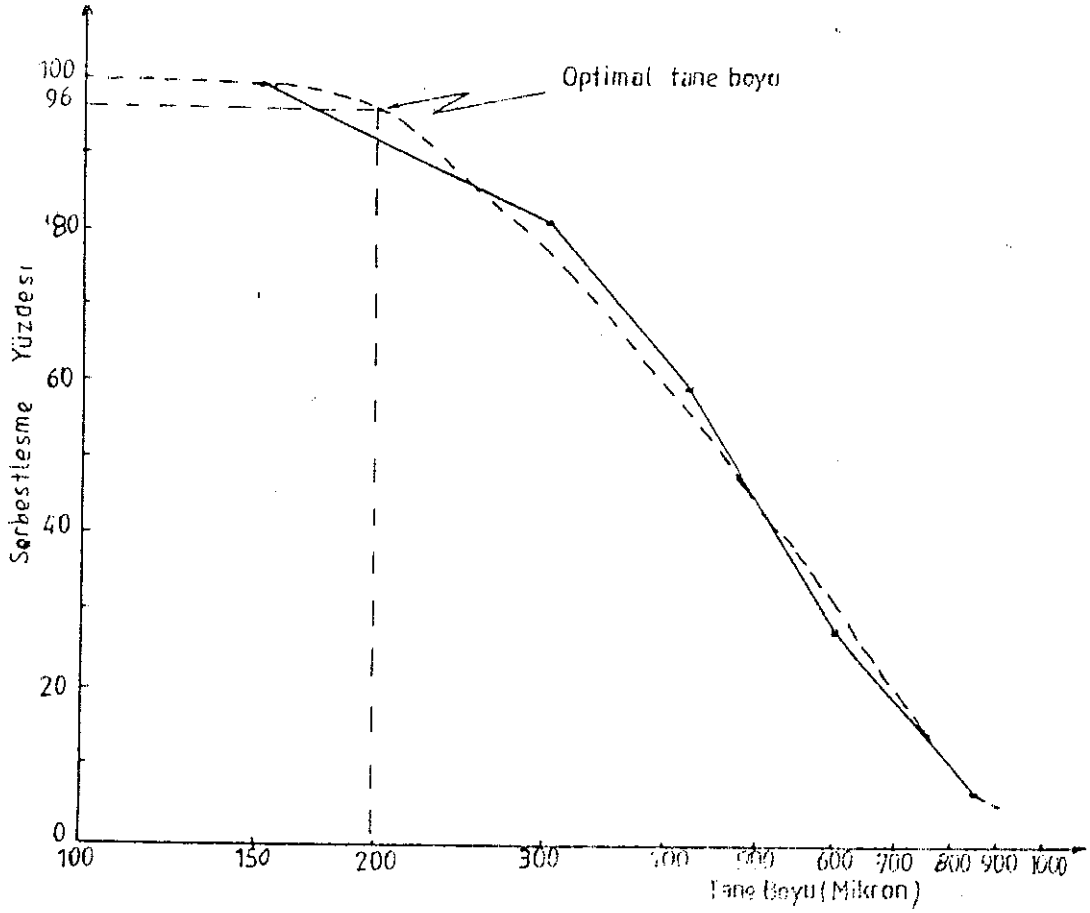
$$\text{Eşdeğer tane : } 62 \times 0.80 = 49.6$$

$$97 \times 0.50 = 48.5$$

$$118 \times 0.20 = 23.6$$

$$62 \times 0.10 = 6.2$$

$$\hline 127.9$$



Şekil-2: Yer=Kocayanık 1 No'lu Ocak

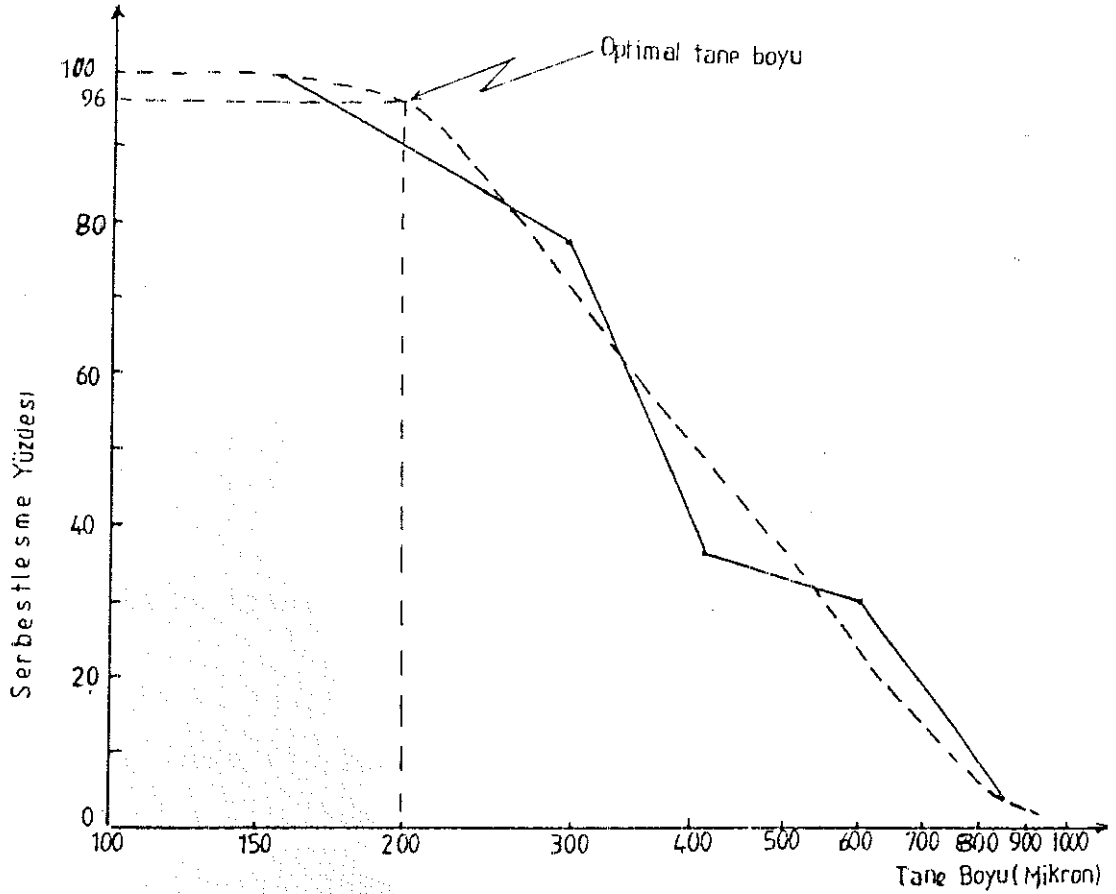
Elenmiş tanelerden yapılan parlatma serilerinde serbestleşen taneler şeklinde, yüzde mineral oranını gösteren eğri.

- Kesiksiz çizgi gözlenen değerleri göstermektedir.
- Kesikli çizgi serbestleşen tanelerin ortalama miktarını göstermektedir.

Kocayanık 2 No'lu Ocak

$$150 \text{ mikron için; } S_{\text{krom}} = \frac{680}{680+0} \times 100 = \%100$$

$$300 \text{ mikron için; } S_{\text{krom}} = \frac{300}{300+86} \times 100 = \%77.72$$



Şekil-3: Yer=Kocayanık 2 No'lu Ocak
Elenmiş tanelerden yapılan parlatma serile-
rinde serbestleşen taneler şeklinde yüzde
mineral oranını gösteren eğri.

Kocayanık 3 No'lu Ocak

$$150 \text{ mikron için; } S_{\text{krom}} = \frac{728}{728+0} \times 100 = \%100$$

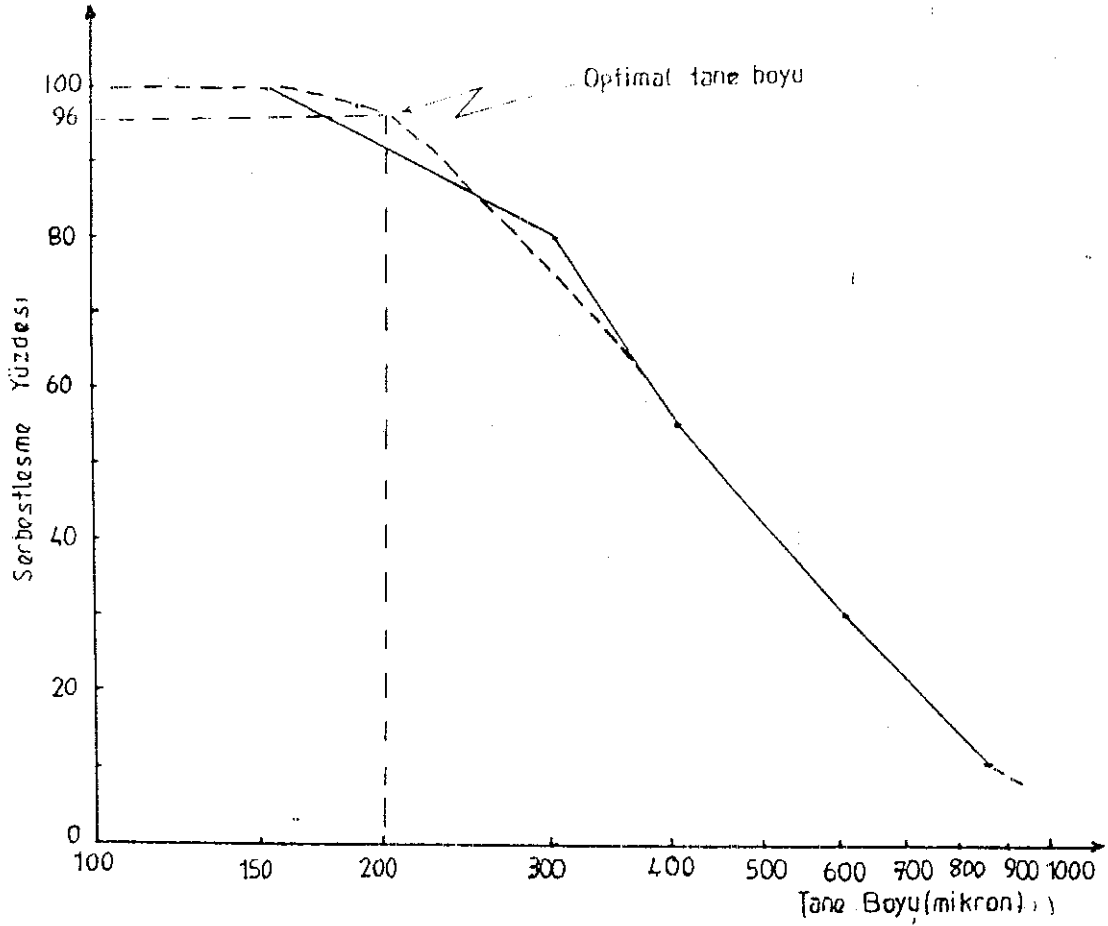
$$300 \text{ mikron için; } S_{\text{krom}} = \frac{275}{275+67} \times 100 = \%80.41$$

$$\text{Eşdeğer tane : } 45 \times 0.80 = 36$$

$$40 \times 0.50 = 20$$

$$55 \times 0.20 = 11$$

$$\hline 67$$



Şekil-4: Yer=Kocayanık 3 No'lu Ocak
Elenmiş tanelerden yapılan parlatma serile-
rinde serbestleşen taneler şeklinde yüzde
mineral oranını gösterir eğri.

Kocayanık 4 No'lu Ocak

$$150 \text{ mikron için; } S_{\text{krom}} = \frac{826}{826+0} \times 100 = \%100$$

$$300 \text{ mikron için; } S_{\text{krom}} = \frac{322}{322+98.1} \times 100 = \%76.65$$

$$\begin{aligned} \text{Eşdeğer tane : } & 88 \times 0.80 = 70.4 \\ & 39 \times 0.50 = 19.5 \\ & 41 \times 0.20 = \underline{8.2} \\ & \quad \quad \quad 98.1 \end{aligned}$$

$$425 \text{ mikron için; } S_{\text{krom}} = \frac{120}{120+118.1} \times 100 = \%50.40$$

$$\text{Eşdeğer tane : } 63 \times 0.80 = 50.4$$

$$109 \times 0.50 = 54.5$$

$$52 \times 0.20 = 10.4$$

$$28 \times 0.10 = 2.8$$

$$\underline{\hspace{1.5cm}} \\ 118.1$$

$$600 \text{ mikron için; } S_{\text{krom}} = \frac{82}{82+153} \times 100 = \%34.89$$

$$\text{Eşdeğer tane : } 75 \times 0.80 = 60$$

$$120 \times 0.50 = 60$$

$$165 \times 0.20 = 33$$

$$\underline{\hspace{1.5cm}} \\ 153$$

$$850 \text{ mikron için; } S_{\text{krom}} = \frac{18}{18+160.8} \times 100 = \%10.07$$

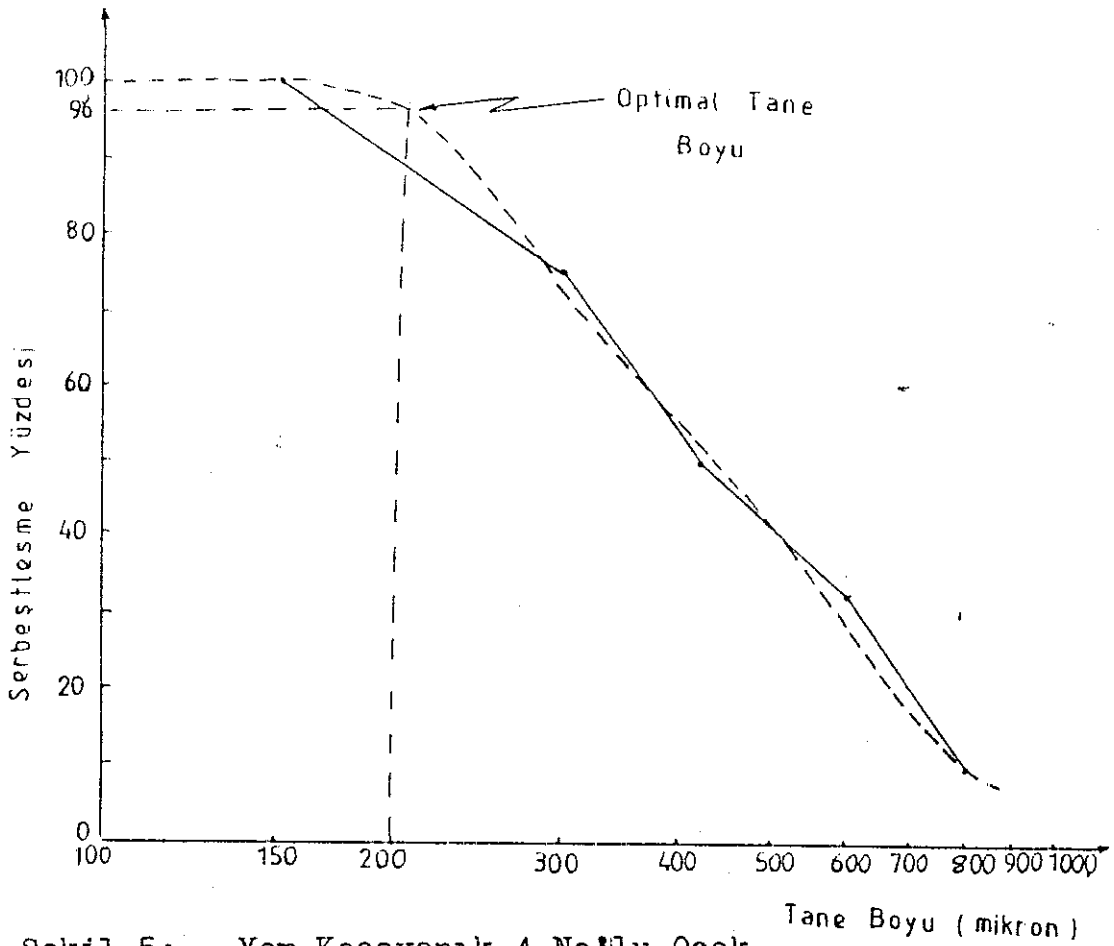
$$\text{Eşdeğer tane : } 29 \times 0.80 = 23.2$$

$$209 \times 0.50 = 104.5$$

$$126 \times 0.20 = 25.2$$

$$79 \times 0.10 = 7.9$$

$$\underline{\hspace{1.5cm}} \\ 160.8$$



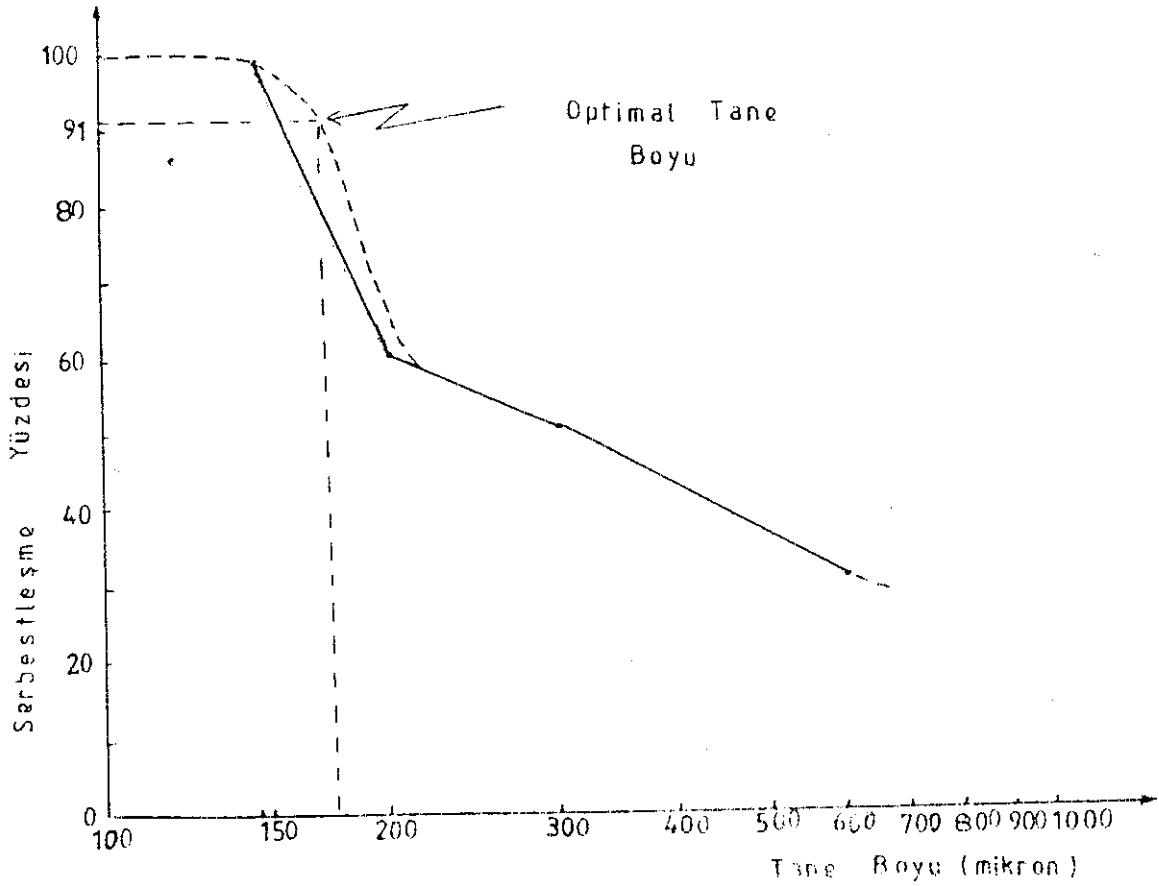
Şekil-5: Yer=Kocayanık 4 No'lu Ocak
Elenmiş tanelerden yapılan parlatma serilerinde serbestleşen taneler şeklinde yüzde mineral oranını gösteren eğri.

Yavşanlı 1 No'lu Ocak

$$104 \text{ mikron için; } S_{\text{krom}} = \frac{715}{715+0} \times 100 = \%100$$

$$150 \text{ mikron için; } S_{\text{krom}} = \frac{398}{398+2.7} \times 100 = \%99.33$$

$$\text{Eşdeğer tane : } 3 \times 0.90 = 2.7$$



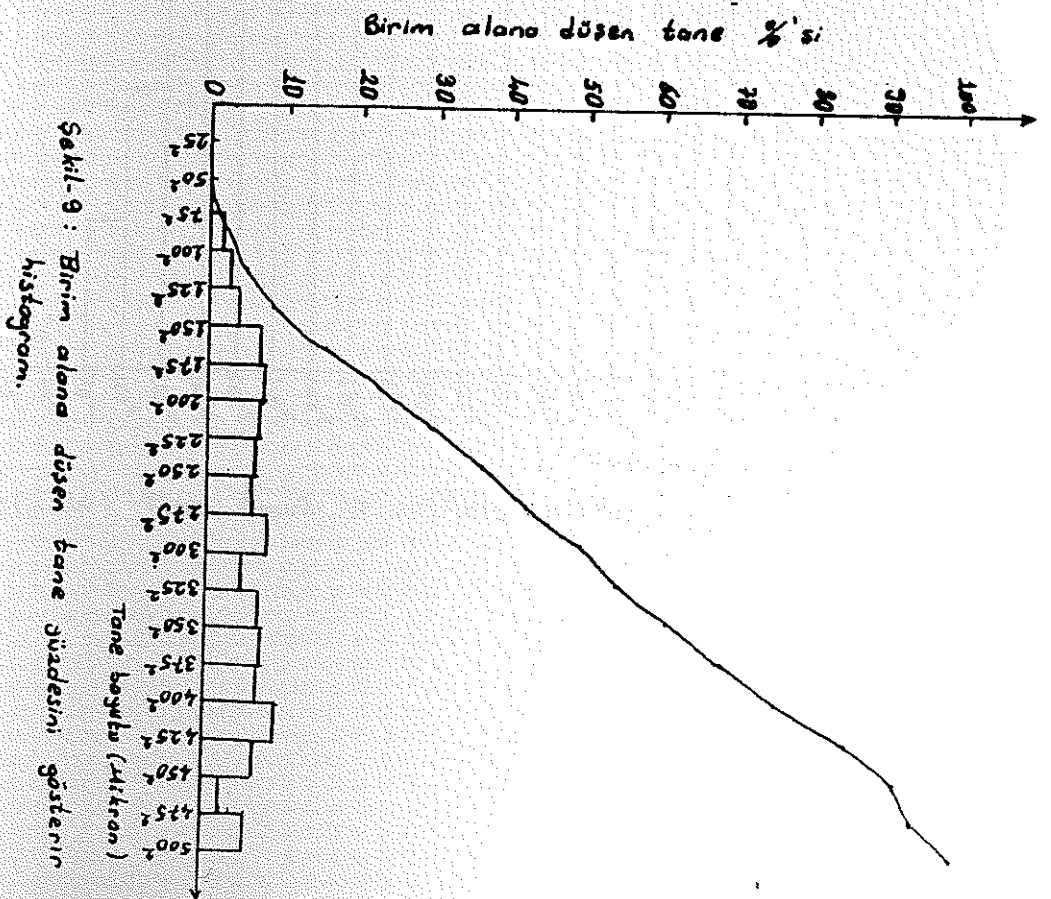
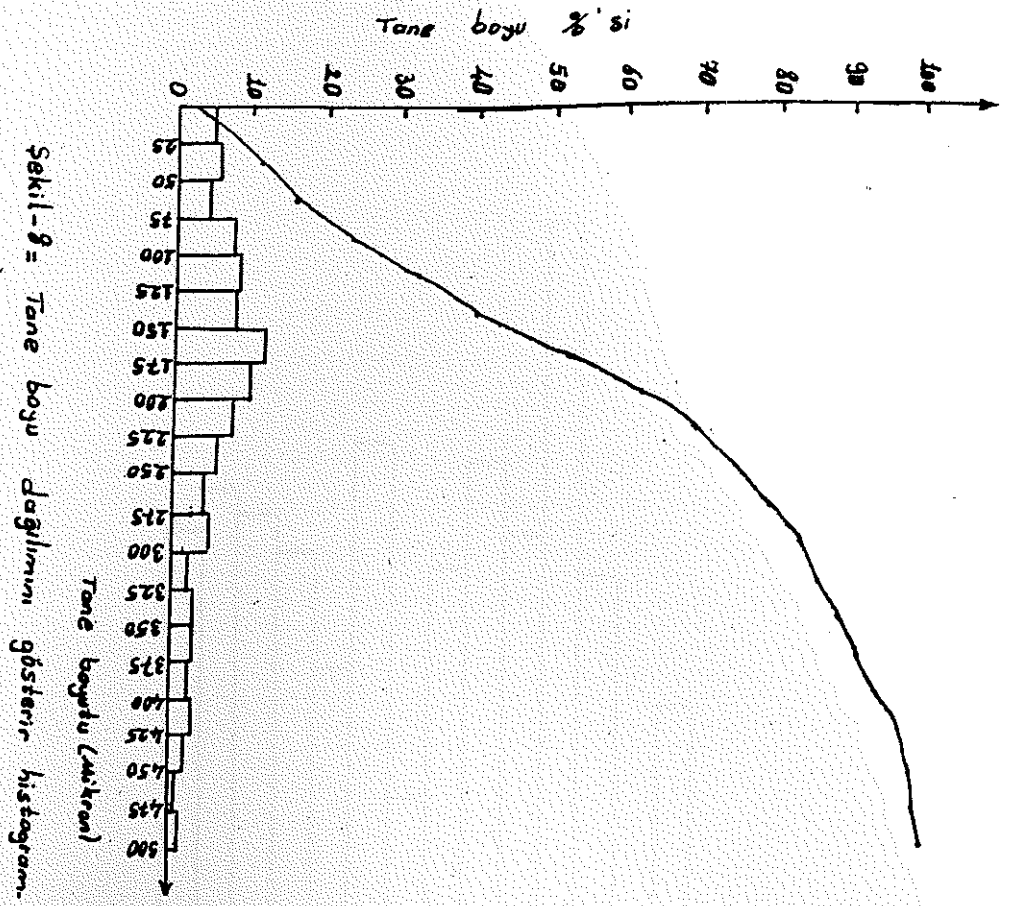
Şekil-6: Yer=Yavşanlı 1 No'lu Ocak
Elenmiş tanelerden yapılan parlatma serile-
rinde serbestleşen taneler şeklinde yüzde
mineral oranını gösteren eğri.

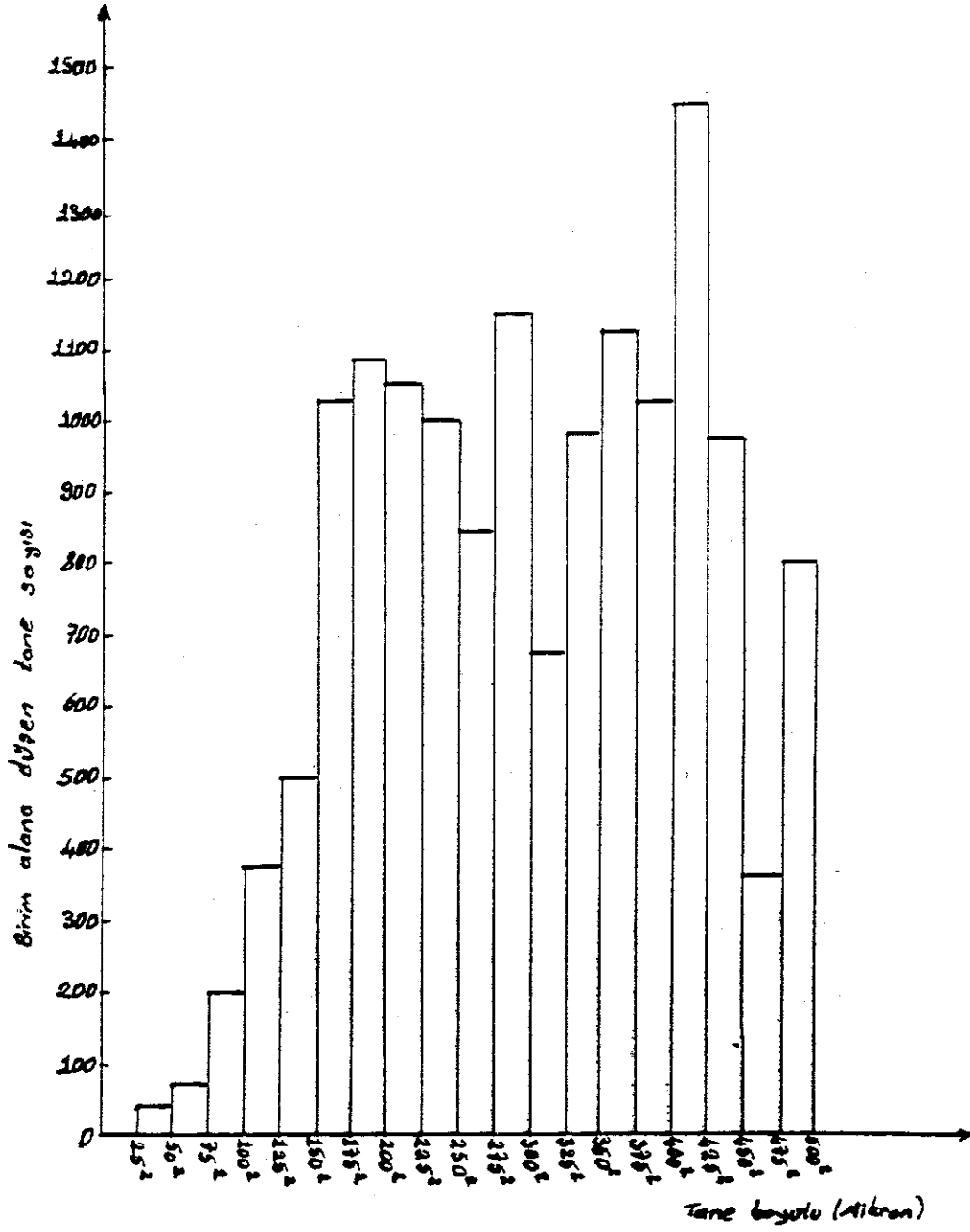
Yapılan hesaplarda serbestleşme derecesi 150 mik-
ronda %100 olmakla beraber, eğrinin dönme noktasına te-
kabül eden boyut (optimal boyut) ekonomik serbestleşme
boyutu olarak verilmiştir. Bu boyutta, Yavşanlı 1 No'lu
Ocak için 175 mikron (serbestleşme derecesi %91), diğere-
leri için 200 mikron (serbestleşme derecesi %96) olarak
belirlenmiştir. Yani kromit cevheri bu tane iriliğinde
bileşik halde bulunduğu gang minerallerinden serbest
olarak maksimum değerde bulunabilmektedir. Bulunan
serbestleşme dereceleri, bize kromitin tenörü hakkında
yaklaşık bir fikir verir.

Buna göre,

| | <u>İlk Tenör</u> | <u>Serbestleşme Dereceleri</u> |
|-------------------|------------------|--------------------------------|
| Kocayanık 1 | 35.50 | 91.00 |
| Kocayanık 2 | 28.77 | 96.00 |
| Kocayanık 3 | 29.20 | 96.00 |
| Kocayanık 4 | 35.11 | 96.00 |
| Yavşanlı 1 | 22.50 | 96.00 |

Öğütülmemiş cevherde (parlak kesitlerde) yapılan tane boyu ölçümlerine göre serbestleşme boyutu, çizilen histogramdan da anlaşılacağı üzere 150-175 mikron aralığında olmaktadır. (Kocayanık-1 no'lu ocak için bulunmuştur.)



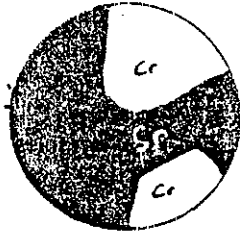


Sekil-10: Tane boyutu ve miktarını gösteren histogram.

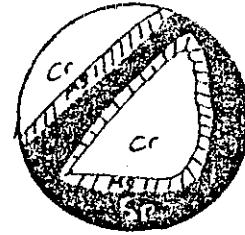
2. TANE ŞEKLİ

Parlak kesitler, maden mikroskopunda incelendiğinde tane yapıları, Tablo-4'de verilen G.C.Amstunz (1960)'ın tanelerin geometrik sınıflamasına göre la ve 2a tipi olarak belirlenmiştir.

la tipinde, tane kenarı düz çizgi veya hafif bükülmüş şekildedir. Yani tane kenarı kesindir. 2a tipinde ise, tanelerde zonlu yapı gözlenir. Bir mineral etrafı başka bir mineral ile kabuk şeklinde çevrilmiştir.



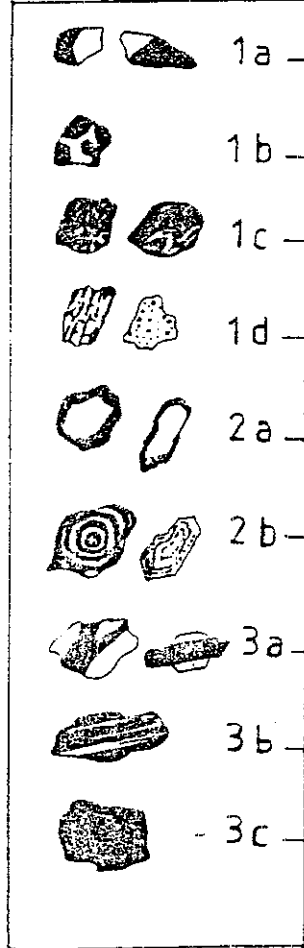
Tip 1a- Düz tane hudutlu basit büyüme. Kromit (Cr), gang minerali (sp).



Tip 2a- Zonlu, kabuklu şekil. Krom (Cr), manyetit (Mg), Gang minerali (Sp).

Taneler öz-yarı öz şekilli bazen de yuvarlaklaşmış olarak gözlenmekte olup, tane boyları 0.007 mm. ile 1.43 mm. arasında değişmektedir.

Tablo-4: G.C.AMSTUNZ'UN GEOMETRİK SINIFLAMASI
(1954, 1960)



Tip 1a. Basit büyüme şekli.
(Doğru çizgi halinde veya hafif bükülmüş hane hududu.

Tip 1b. Lekeli, noktalı, amip benzeri büyüme şekli.

Tip 1c. Grafik, mirmekitik (=ötetik) şekiller.

Tip 1d. Emülsiyon, damla, toz gibi ufak noktalı şekiller.

Tip 2a. Zonlu, örtülü (mantolu) taneler, yüzük, kabuk ve atol şeklindeki büyüme şekilleri.

Tip 2b. Sferolitik, tekrarlanan kabuklar halinde büyüme şekilleri.

Tip 3a. Damar, ip ve yatak şekilleri.

Tip 3b. Lamelli, tekrarlanan tabakalar şeklinde büyüme.

Tip 3c. Ağ, elek ve oktaedrik yapıları büyümeler.

VI. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Çalışma alanındaki kromitler, Yeşilova ofiyolitini oluşturan tektonitler (harzburjit, dunit) içerisinde yer almaktadır.

2. Kromitler başlıca masif ve benekli yapıya sahip olup, düzensiz, irili ufaklı merccekler şeklinde bulunmaktadır.

3. Çalışma alanında mevcut olan kromit ocaklarının biri açık işletme, diğer beş tanesi galeriler açılarak işletilmektedir. Ancak, bölgede tektonizmanın yoğun olması nedeniyle cevherleşme zaman zaman izlenmemiş, bunun sonucunda bazı ocaklarda işletme durdurulmuştur.

4. Kromit kütleleri, $N10^{\circ}-35^{\circ}E$ doğrultulu, $30^{\circ}-67^{\circ}SE$ eğimli ve $N30^{\circ}-35^{\circ}W$ doğrultulu, $30SW$ eğimlidir.

5. Mikroskop incelemelerinde, tektonitleri oluşturan harzburjitlerin olivin, ortopiroksen (enstatit) ve ikincil olarak serpantinden oluştukları tesbit edilmiştir. Bölge ileri derecede tektonik hareketlere maruz kaldığından ve dolayısıyla kayaçlar yoğun serpantinleştiğinden ilksel kayaçları tanımakta oldukça güçlük çekilmektedir.

6. Polarizan mikroskobunda incelenen ince kesitlerde gang minerali olarak gözlenen serpantin mineraleri ile olivin kalıntıları, ortopiroksen ve bazılarında klorit, kemererit, kalsit görülmüştür.

7. Maden mikroskobunda incelenen parlak kesitlerde kromitlerin kataklazmaya uğradıkları, öz-yarı öz şekilli oldukları ve bazılarında kromit tanelerinin kenar ve çatlakları boyunca manyetitleştiği saptanmıştır. Ayrıca Ni minerali olan heslavodite rastlanmışsa da eser miktarda olduğundan ekonomik değildir.

8. Kromit-yankayaç örneklerinin kantitatif kimyasal analizleri sonucunda krom tenörü %22.50-45.30 Cr_2O_3 olarak bulunmuştur.

9. Benekli cevherler üzerinde yapılan tane sayımına göre serbestleşme tane boyutu 200 mikron olarak belirlenmiştir.

10. G.C.Amstunz (1960)'ın geometrik sınıflamasına göre kromit tane yapısının 1a ve 2a tipi olduğu tespit edilmiştir.

Bu verilere göre, düşük tenörlü kromitlerin piyasaya uygun hale gelebilmesi için cevher zenginleştirme işlemlerinin yapılması gerekmektedir. Bunu da en ekonomik olarak gerçekleştirebilmek için kromit 200 mikrona kadar öğütülmelidir. Daha küçük boyutlara öğütülürse, öğütme işlemleri masraflı olacağından ekonomiklikten uzaklaşılır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR

- AYTEKİN, Y., (1979), İnce Tane Ölçüm Yöntemleri, E.Ü. Mak.Fak.Yay.No:2, İZMİR.
- ARIOĞLU, E., ve Diğerleri, (1987), Türkiye kromit madenciliğine toplu bakış. A.Ü.Müh.Fak. Dergisi, ISPARTA.
- ASLANER, G., (1970), Türkiye kromitlerinden bazılarında izlenen karışım kristal yapısının ve çeşitli etkenlerle meydana gelen sekonder oluşumlarının maden mikroskopik incelenmesi, M.T.A.Yayını, Sayı:74, ANKARA.
- BLUMENTAL, M.M., (1963), Le systeme structural du systeme Sud-Anatolien: In Livre a la memoire du Professeur P.Fallot Mem.hs.ser.Soc.Geo.France.
- BORCHERT, H., (1960), Türkiye'de inisiyal ofiyolitik magmatizmaya ait krom ve bakır cevheri yatakları, M.T.A.Yayını, No:102, ANKARA.
- ÇAĞATAY, A., (1979), Maden mikroskopisi, TMMOB Yay.2, ANKARA.
- DİCKEY, J.S., (1975) An hypothesis of origin for podiform chromite deposits. Geochim et Cosmochim Acta, 39, 1061-1074.
- ENGİN, T., (1983), Guleman (Elazığ) Krom yatakları ve peridotit biriminin genel jeoloji konumu ve yapısal özellikleri: M.T.A.E.Dergisi 95/96 77-100, ANKARA.

- GEDİKOĞLU, A., (1979), Maden Yatakları Ders Notları, Akdeniz Üniversitesi, Isparta Müh.Fak. (Baskıda), ISPARTA.
- GÖYMEN, G., (1977), Maden Minerallerinin yapı ve dokuları, Eskişehir DMMA Yayınları, No:5, ESKİŞEHİR.
- GÜMÜŞ, A., (1978), Maden Yatakları Kitabı, İZMİR.
- JACKSON, E.D., (1961), Primary textures and mineral associations in ultramafic zone of the stillwater complex, Montana:U.S.G.S.P.P. 358,106.
- KARAMAN, T., (1987), Yeşilova ve Tefenni (Burdur) batısında kalan alanın jeolojisi ve petrografisi, S.Ü.Yüksek Lisans Tez Çalışması,
- KUŞCU, M., (1989), Kızıldağ (Eğirdir-Isparta) krom yataklarının özellikleri, S.Ü.Müh.Mim.Der. (Yayında), Konya.
- TANDOĞAN ve Diğerleri, (1983), Guleman (Elazığ) krom yatakları ve peridotit biriminin genel jeoloji konumu ve yapısal özellikleri M.T.A.E.Dergisi, Sayı:95/96, ANKARA.
- THAYER, T.P., (1960), Some critical differences between Alpine type and stratiform peridotite gabro complexes 21st Intern Geol.Congr., Copenhagen, Repts, 13, 247-259.
- TURGUT, C.B., (1979), Cevher hazırlamada zenginleştirme öncesi işlemler, İ.T.Ü.Sayı:1150, İSTANBUL.

UZ, B., (1986), Maden ve Jeoloji Mühendisliğinde Petrografik Prensipleri, İ.T.Ü., İSTANBUL.

ÜŞÜMEZSOY, Ş., (1986), Kefdağ ve Sarıdağ (Guleman) kromit kütlelerinin oluşumu üzerine yeni bir yaklaşım, Jeo.Müh.Der.Sayı:29, ANKARA.

Akdeniz Üniversitesi
Rektörlüğü Kütüphanesi
Demirbaş No. 4940

F: 25.000 TL