

# AKDAĞMADENİ ( YOZGAT ) YÖRESİNDE PETROGRAFİK VE METALLOJENİK İNCELEMELER

Karadeniz Teknik Üniversitesi Yer Bilimleri Fakültesince  
"Doktor" ünvanının verilmesi için kabul edilen tezdur.

**Y. Müh. Erdoğan TULÜMEN**

Tezin Dekanlığa verildiği tarih : 21 Mayıs 1980  
Sözlü Sınav tarihi : 31 Temmuz 1980

Doktorayı yöneten : Prof. Dr. Mustafa ASLANER  
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Yusuf TATAR  
Jüri Üyesi : Doç. Dr. Atasever GEDİKOĞLU

\* Aynı sından mevcuttur.

TEZ DOK JDZ 6 TUL

Kapak Baskı

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ BASIMEVİ  
1980 - TRABZON

## TEŐEKKUR

Bu çalışmanın yapılmasında değerli katkı ve yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Prof.Dr. Mustafa Aslaner'e en derin teőekkürlerimi sunmayı görev bilirim.

Imperial College'de analizlerimi yapma olanağını bana sağlayan ve bu konuda istediğim her türlü yardımı yapan Dr.G. Borley'e teőekkür ederim.

Çalıőmalarımda yapıcı tenkitlerinden fazlasıyla yararlandığım Doç.Dr. Atasever Gedikoğlu'na ve fosillerimin tayinini yapan Doç.Dr. Türker Özsayar'a teőekkürü bir borç bilirim.

ÖZET .....	1
SUMMARY .....	1
1. GİRİŞ .....	1
1.1. İNCELEME ALANI .....	1
1.1.1. Konum .....	1
1.1.2. İklim ve Ziraat .....	1
1.1.3. Röyiléf ve Orografi .....	3
1.2. ÇALIŞMANIN AMACI .....	3
1.3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	4
1.4. BÖLGESEL JEOLJİ .....	5
1.5. METAMORFİZMANIN NİTELİĞİ .....	7
1.6. METAMORFİZMANIN YAŞI ÜZERİNE GÖRÜŞLER .....	9
1.7. ÇALIŞMA YÖNTEMİ .....	10
1.7.1. Jeoloji Haritası Yapımı ve Örnek Alımı .....	10
1.7.2. Laboratuar Çalışmaları .....	10
2. METAMORFİK VE MAGMATİK KAYAÇLARIN PETROGRAFİSİ .....	11
2.1. REJYONAL METAMORFİK KAYAÇLAR .....	11
2.1.1. Muskovit Şistler .....	12
2.1.2. Muskovit-Biyotit Gnays .....	13
2.1.3. Biyotit Gnays .....	15
2.1.4. Sillimanit-Muskovit Gnays .....	16
2.1.5. Sillimanit-Biyotit-Muskovit Gnays .....	18
2.1.6. Turmalin Gnays .....	19
2.1.7. Skapolit Gnays .....	19
2.1.8. Kuvarsit, Amfibolit, Kalkşist Arakatkılı Muskovit-Biyotit Gnays .....	20
2.1.9. Kuvars, Amfibolit, Mermer Arakatkılı Sillimanit- Biyotit-Muskovit Gnays .....	22
2.1.10. Almandin-Biyotit Gnays .....	24
2.1.11. Mermerler .....	25
2.1.12. Rejyonel Metamorfik Kayaçların Mineralleri ....	26
2.1.13. Rejyonel Metamorfik Kayaçların Metamorfizma Dereceleri .....	29
2.2. ULTRAMAFİTLER .....	33
2.2.1. Serpantin Minerallerinin Diferansiyel Termal Analizleri .....	34
2.3. GRANİT .....	38
2.4. SKARN .....	42

2.4.1.	Genel Tanımlama .....	42
2.4.2.	Skarn Zonlarının Genel Konumu .....	44
2.4.3.	Skarnların Petrografisi .....	45
2.4.4.	Granatlarda MnO İçeriğinin Sürekli Azalması Durumunda Tam Bölünme Modeli.....	50
2.4.5.	Granatlarda MnO İçeriğinin Sürekli Azalması Tam denge modeli .....	51
2.4.6.	Kayaç Basıncının Granatın MnO İçeriğine Etkisi	53
2.4.7.	Granatın MnO İçeriğine Kimyasal Bileşimin Etkisi .....	54
2.4.8.	Diğer Skarn Mineralleri .....	56
3.	ÇALIŞMA ALANININ DİĞER KAYAÇLARI .....	61
3.1.	TABAN KONGLOMERASI .....	61
3.2.	KİREÇTAŞI .....	61
3.3.	DASİT .....	62
3.4.	RİYOLİT .....	62
3.5.	DEMİR ÇİMENTOLU KONGLOMERA .....	63
3.6.	YAMAÇ MOLOZU .....	63
3.7.	ALÜVYON .....	63
4.	X-RAY DİFRAKTOMETRE İNCELEMESİ .....	63
5.	REJYONAL METAMORFİTLERİN, GRANİTLERİN SKARNLARIN JEOKİMYA VE PETROLOJİSİ .....	79
5.1.	GİRİŞ .....	79
5.2.	ANALİZ SONUÇLARINI % 100'e TAMAMLAMA YÖNTEMİ.....	80
5.3.	DİFERANSİYASYON İNDEKSİ .....	81
5.4.	KRİSTALİZASYON İNDEKSİ .....	81
5.5.	GNAYS, GRANİT VE SKARNLARDA ANA VE İZ ELEMENTLER ARASINDAKİ İLİŞKİLER .....	81
5.6.	GRANİTLERDE DİFERANSİYASYON İNDEKSLERİ İLE ELEMENT- LER ARASINDAKİ İLGI .....	111
5.7.	REJYONAL METAMORFİTLERİN PETROLOJİSİ .....	116
5.8.	GRANİTLERİN PETROLOJİSİ .....	122
5.9.	SKARNLARIN PETROLOJİSİ .....	129
6.	AKDAĞMADENİ MADEN YATAKLARI .....	132
6.1.	GENEL KARAKTERLERİ .....	132
6.2.	ANALİZLER VE YORUMLARI .....	133
6.3.	SKARN MİNERALLERİNDEN YARARLANARAK YATAK TİPİNİN BELİRLENMESİ .....	139



6.4.	YERSEL CEVHER MİNERALLERİ VE PARAJENEZLERİ .....	142
6.5.	CEVHER MİNERALLERİ .....	143
6.6.	GANG MİNERALLERİ .....	145
6.7.	AKDAĞMADENİ'NDE MADEN ARAMALARINDA ÖNEMLİ KILA- VUZLAR VE BÖLGELER .....	146
7.	SONUÇLAR .....	147
	YARARLANILAN KAYNAKLAR .....	150
	ÖZGEÇMİŞ .....	157

## SUMMARY

In this study which was carried out in Akdağmadeni, Petrography and petrology of the regional metamorphic rocks, granites and skarns have been studied with detail. Conformities and unconformities among the major and trace elements of the rocks have also been determined.

The occurrence of the lead-zinc deposits of the area studied have been investigated. Paragenesis of the scattered ore deposits have been recognised.

According to their mineral paragenesis and the regional metamorphic rocks of the area petrographically divided into following facies, corresponding with degree of metamorphism.

- 1- Muscovite schist
- 2- Muscovite-biotite gneiss
- 3- Biotite gneiss
- 4- Sillimanite-muscovite gneiss
- 5- Sillimanite-biotite-muscovite gneiss
- 6- Tourmaline gneiss
- 7- Scapolite gneiss
- 8- Muscovite-biotite gneiss intercalated with quartzite, amphibolite and calc-schist
- 9- Sillimanite-biotite-muscovite gneiss intercalated with quartzite, amphibolite and marble
- 10- Almandine-biotite gneiss

In Akdağmadeni, degree of metamorphism of the regional metamorphic rocks increases from southwest to northeast. In accordance with that, the anorthite percentage of the plagioclases increases from 8 to 26.

Original rocks of the regional metamorphic rocks of the area studied have been determined. These are as follows.

- 1- Al-rich clays and shales
- 2- Clays and shales either free carbonate or containing up to 35 % carbonate
- 3- Graywackes

Granites have been petrographically and petrologically investigated. Modal analysis of them indicate that these rocks are monzogranite. The granites, which cut the surrounded gneisses

Granitler petrografik ve petrolojik olarak ayrıntılı incelenmiştir. Modal analizler sonucu bunların monzogranit bileşimde olduğu saptanmıştır. Çevresindeki gnaysları ve mermerleri kesen granit geniş bir skarn zonu oluşturmuştur. Ana ve iz elementler arasındaki bağları belirleyen diyagramlar çizilmiştir. Granitimiz kimyasal olarak homojen kabul edilebilecek bir niteliktedir. Granitin anateksi granitine ait olabileceğine dair deliller verilmiştir, subalkali karakterdedir.

Bölgede üçüncü büyük kayaç grubunu skarnlar oluşturur. Skarn mineralleri granitten yan kayaca doğru granit kütlesi-granat zonu-granat+klinopiroksen+epidot-klinopiroksen+epidot-epidot+kalsit-yan kayaç (gnays, mermer) olmak üzere zonlanma gösterirler. Skarn minerallerinden granatlar detaylı incelenmiş ve zonlu granatlardaki MnO değişimi belirlenmiştir.

Kurşun-çinko maden yataklarının yerleşiminde faylar ve kırıklarla birlikte mermarlerinde rol oynadığı saptanmıştır. Ayrıca bakır yönünden de önemli olduğu belirlenmiştir.

## GİRİŞ

### 1.1. İNCELEME ALANI

#### 1.1.1. KONUM

Akdağmadeni orta Anadolu'nun doğusunda Yozgat ile Sivas illeri arasında yer almaktadır. Çalışılan bölgenin batısında Akdağmadeni ilçesi, doğusunda Dereyurt köyü, güneyinde Yukarı Çulhalı köyü, kuzeyinde Yedişehir ile Hayran köyleri bulunmaktadır. Yozgat ilini Sivas iline bağlayan devlet karayolu arazinin kuzeybatısından geçer (Şekil 1).

Çalışma alanımız 1/25.000 ölçekli Yozgat 135-c2 ve Sivas 136-d1 paftalarını kapsar. Çalışmanın ağırlığını oluşturan metamorfik kayaların iyi bir şekilde gözlenebildiği, aynı zamanda cevherleşmesinde önemli olduğu bu bölge araştırma konusu yönünden oldukça ilgi çekici bulunmuştur.

#### 1.1.2. İKLİM VE ZİRAAT

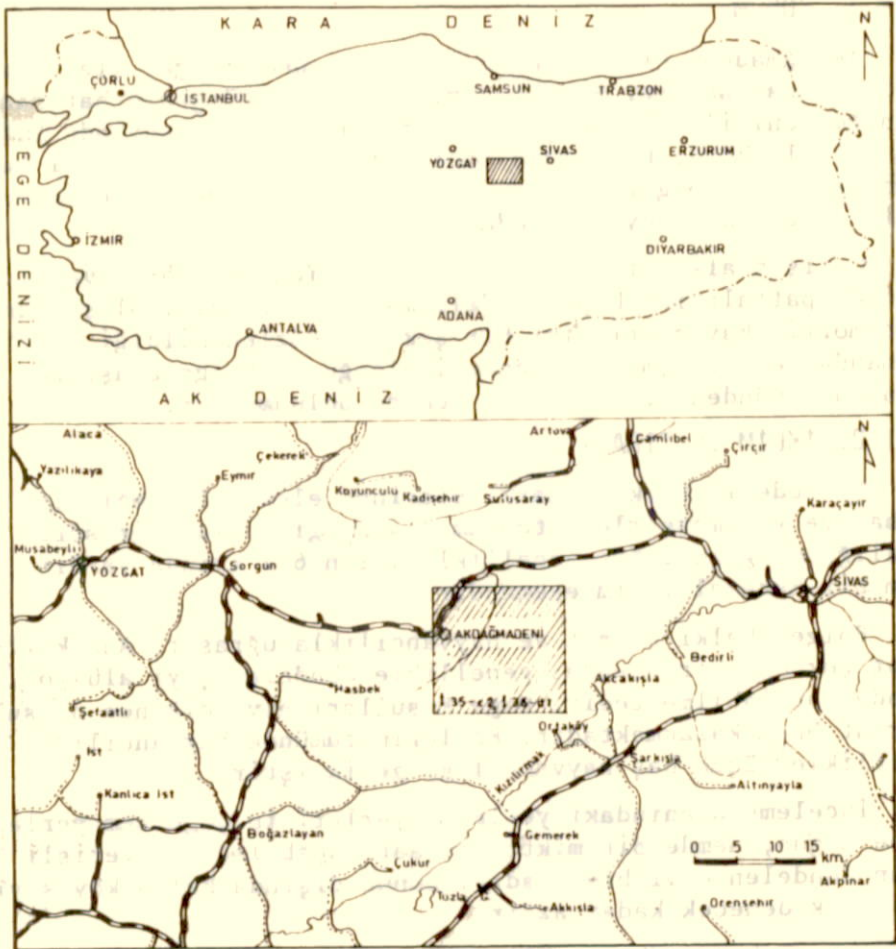
Çevrede iklim koşulları yeterince elverişli değildir. Bahar ve yaz mevsimleri toplam 3-4 ay gibi kısa bir süre aralığında geçer. Kar genellikle yılın 6-7 ayında vardır. Tam bir karasal iklim egemendir.

Bölge halkı ziraat ve hayvancılıkla uğraşır. Ancak ziraat çok dar bir alanda, genellikle Gündelen çayı alüvyonlarında yapılabilmektedir. Doğa koşulları elverdiğince de sulu ziraat önem kazanmaktadır. Köylerin tümünde hayvancılık, özellikle küçük baş hayvancılığı gelişmiştir.

İnceleme alanındaki yerleşme yerlerinin çoğu hem yerleşmeye uygun, hemde bir miktar ziraat yapabilmeye elverişli olan Gündelen çayı boyuncadır. Bunun dışında kalan köy sayıları yok denecek kadar azdır.

Ormanlık ve yüksek röliyefli olmasına karşın bölgede özellikle yaz aylarında kullanılabilen köy ve orman yolları oldukça iyi bir ulaşım ağı oluşturmaktadır. Çalışmalar boyunca ormanların yoğun oluşu jeolojik gözlem olanaklarımızı büyük ölçüde kısıtlamıştır.





Şekil- 1 Yer bulduru haritası

### 1.1.3. RÜLİYEF VE OROGRAFI

İnceleme alanındaki en yüksek kısımlar doğuda görülürler. Ortalama yükseklikler 1200 m. ile 2000 m. arasında değişmektedir. En önemli yükseltiler arasında Nusret tepe 1809 m. Taşlı tepe 1838 m. Bozotçalı tepe 1972 m. vb. sayılabilir.

Yüksek tepeler aynı zamanda metamorfizmaların egemen olduğu tepelerdir. Yükseltiler çok değişkendir, aniden büyük yükselti farkları gösteren yerler boldur. Özellikle doğuya doğru gidildikçe bu durum daha belirgin olarak ortaya çıkar. Mermerlerin egemen olduğu tepelerde morfoloji oldukça sarpıtır. Buna karşın gnaysların bulunduğu tepelerde yaklaşık bir plâto düzlüğü dahi gözlenebilir.

Bölgemizde bir takım küçük büyüklü akarsular vardır. Bunların en önemlisi Gündelen çayıdır. Diğer birçok küçük dereler buna bağlanırlar. Bölgede egemen olan metamorfizma masif bir görünüme sahiptirler, bu nedenle akarsuları kesin yönlendirici tesirleri olmadığından dandritik drenaj şebekeleri oluşmuştur.

Kaynaklar yönünden oldukça zengin bir durum dikkati çekmektedir. Çoğunun çıkışları formasyon sınırları ile ilgilidir, ancak faylarla bağıntılı kaynaklarda gözlenmiştir.

### 1.2. ÇALIŞMANIN AMACI

Litolojik toplulukları ile önemli ve ilgi çekici görülen Akdağmadeni üzerinde bu güne kadar özgün bir jeolojik araştırma yapılmamıştır. Kırşehir masifinin kuzeydoğusunda yer alan bu bölgedeki metamorfizma ve onları kesen granit bileşimli kayaçlar, ayrıca granit kütlelerinin çevresinde yer alan kontak metamorfizma ve kurşun-çinko cevherleşmesi orta Anadolu jeolojisi bakımından çok önemlidir. Dolayısıyla sahada jeolojik harita alımı ve ölçülü litostratigrafik kesitler çıkarmak suretiyle ana litolojik toplulukların saptanması, olası jeokronolojik ilişkilerin ortaya çıkarılması, ayrıca cevherleşme ile granit arasındaki ilişkinin ortaya konması hedefimizi teşkil etmiştir. Bu bölgenin seçimiyle, metamorfik kayaçların petrolojisine granit ve cevherleşme arasındaki ilişkilere açıklık kazandırılmak istenilmiştir.

Aşağıda sıralanan hususlar amaçlarımızın belli başlılarını özetlemektedir.

- Metamorfik fasiyesleri ayırmak
- Gnaysların petrografisini açıklamak, ana ve iz element analiz sonuçları ile kökenini saptamak
- Kontak metamorfizmanın gelişmesini, oluşum koşullarını ortaya çıkarmak
- Granitlerin petrografisini açıklamak, ana ve iz element analiz sonuçları yardımıyla graniti irdelemek
- Cevherleşme ve cevherleşmenin parajenezini, süksesyonunu saptamak, önemli sayılan bazı iz elementleri aramak

Çalışmada tüm litolojik birimler ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Gnayslar, kontak metamorfik kayalar, granit ve cevherleşme aynı önemde görülmüş ve ayırım yapmaksızın hepsi üzerine dikkatlice eğilinmiştir. Bilinen kurşun-çinko cevherleşmelerinin ekonomik önemi dikkate alınmış ve bölgede cevherleşme olasılığı mümkün olan yerleri araştırmak amaç olarak ayrıca benimsenmiştir.

### 1.3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Akdağmadeni ve çevresinde günümüze kadar değişik araştırmacılar değişik tarihlerde çeşitli çalışmalar yapmıştır. Yörenin kurşun-çinko cevherleşmesi yönünden önemli oluşu burada araştırmalar yapılmasına öncülük etmiştir.

Bilinen en eski çalışma Paolo (1908) tarafından yapılmıştır. Bölgedeki maden yataklarının içerdiği cevherleri anlatmaktadır.

Pilz (1936) Akdağmadeni bölgesinde, Akçakışla ve çevresini de içine alan bir çalışmayı tamamlayıp bölgenin jeolojisine ve maden yatakları yönünden önemine bazı açıklıklar getirmiştir. Daha sonra Pilz (1937) yeniden bir çalışma yapmış ve özellikle bölgenin madenleri ve petrografisi ile ilgilenmiştir.

Kovenko (1944 ve 1945) yaptığı her iki çalışmada da cevherleşmeler ile yakından ilgilenmiş ve incelemelerini bu yönde yoğunlaştırmıştır.

Ronner (1955) bölgede şeelit aramaları ile ilgili bir çalışma yapmıştır.

Ketin'in (1955) Akdağmadeni batısında Yozgat ve çevresinin jeolojisine açıklık getiren ayrıntılı çalışmaları vardır.



Pollak'ın (1958) çalışmaları tam olarak Akdağmadeni yöresini içermese de bölgenin tamamını içine alan stratigrafik ve tektonik bir sınıflama yapmıştır ve bölgenin genel jeolojisini açıklamıştır.

Vache (1963) Akdağmadeni'nin jeolojisini ve cevherleşme yönünden önemini ayrıntılı olarak incelemiştir. Vache (1964) daha sonra yeniden özellikle Çukurmaden ve Çiçekli bölgelerindeki maden yatakları ile ilgili bir çalışmayı tamamlamıştır.

Tatar (1977) Akdağmadeni'nin doğusunda, Yıldızeli çevresinde stratigrafi ve petrografi yönünden önemli olan bir araştırma yapmıştır.

Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü arşivlerinde bulunan, çoğu yayınlanmamış olan bu raporların bir bölümünde petrografik incelemeler ve cevher analizleride eklidir. Ancak tanımlamaları ve yorumları yapılan bu örneklerin alındıkları yerler kesin olarak belirlenmediği için çalışmalarımızda bu değerlendirilmelerden faydalanma yönüne gidilmemiştir.

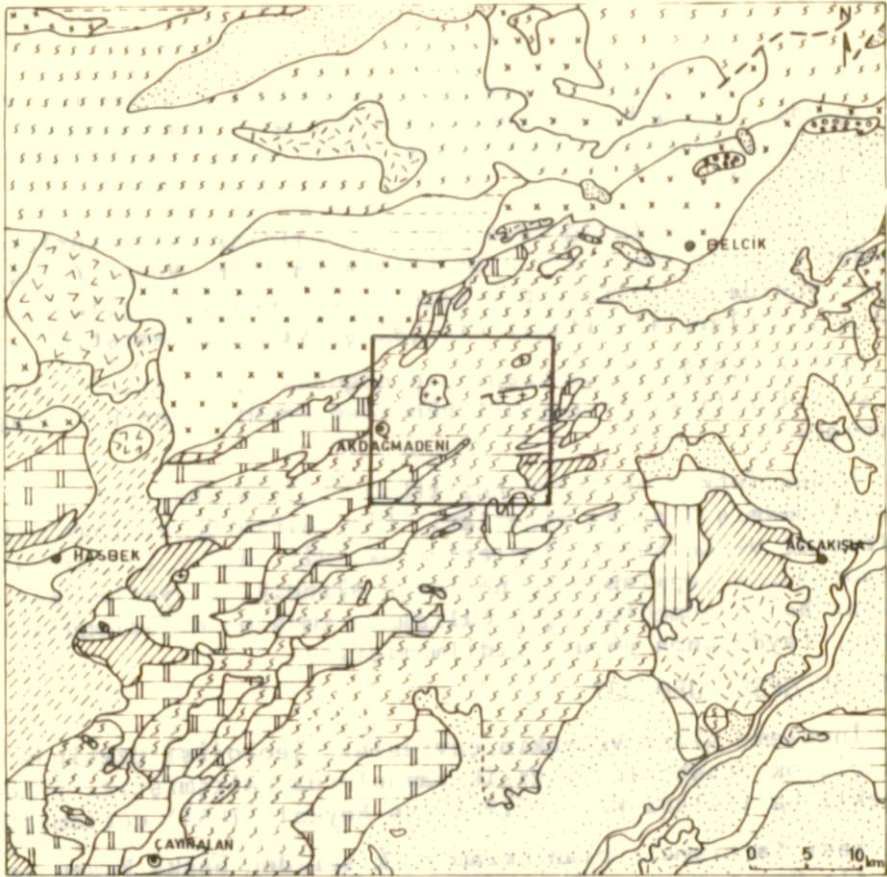
#### 1.4. BÖLGESEL JEOLOJİ

İnceleme alanı ve yakın çevresinin jeolojisi üzerinde değişik birçok araştırmacı değişik zamanlarda çalışmıştır. 1/500.000 ölçekli haritaları Ketin (1963) ve Baykal (1963) derlemiştir.

Yaşı tartışmalı olan metamorfik seriden başka Eosen ve Neojen ile Kuvaterner yaşlı serilerin bölgede geniş alanlar kapladığı, inceleme bölgemizin yakın çevresinide içeren 1/500.000 ölçekli jeoloji haritasında görülmektedir. (Şekil- 2). Magmatiklerce yer yer kesilen metamorfik kayaların üzerine Eosen transgressif olarak gelmektedir. Eosen bazı bölgelerde metamorfik ve magmatik serilerin çakıllarını içeren taban konglomerası (örneğin Akdağmadeni kuzeydoğusunda Yedişehri civarında) ve diğer bazı bölgelerde ise bol fosilli kireçtaşları ile karakteristiktir. Metamorfik seriyi birçok yerlerde doğrudan doğruya örten ve kalınlıkları 25-50 m. arasında değişmekte olan Neojen ise çakıllı, kumlu ve killi alüvyonlardan oluşmaktadır.

Orta Anadolu masifine ait metamorfik serilerin bölgelere göre istikametlerinin değiştiğini anlatan Ketin (1963) inceleme alanımızda genel istikametinin kuzeydoğu-güneybatı olduğunu belirtmektedir. Diğer bölgelerde ise kuzeybatı-güneydoğu olduğuna işaret eder.





	Alüvyon		Eosen volkanik		Üst kretase
	Neojen		Eosen flis		Granit
	Neojen volkanik		Orta eosen		Ofiolit
	Bazalt		Alt eosen		Mermer
	Riyolit, dasit		Oligo- Miosen		Gnays

Şekil- 2 Akdağmadeni ve civarının 1/500.000 ölçekli jeoloji haritasındaki yeri

## 1.6. METAMORFİZMANIN YAŞI ÜZERİNE GÖRÜŞLER

Akdağmadeni metamorfizmasının yaşı ile ilgili olarak bazı görüşler ileri sürülmüştür. Ancak ne varki tamamen genç yaşta-ki seriler tarafından kuşatılmış olduğundan yaklaşım yapabilmek, kesin bir yaş verebilmek olanaksız görülmektedir. Eosen taban konglomeralarının metamorfizmalara ait çakıllar içermesi nedeniyle kesin olarak metamorfizmanın Eosen'den önce olduğu bellidir.

Brinkmann (1974) Mezozoik başlarında metamorfizmanın olduğunu ve daha sonra Jura ve Kretase arasında belirli aralıklarla deniz tarafından kaplandığını var saymaktadır. Bundan başka masifin kenarlarındaki gözlemlerine dayanarak, özellikle Yahyalı bölgesinde metamorfik olmayan Devoniyen'in orta Anadolu kristalen masifine ait olduğunu varsaydığı seriler üzerinde diskordan olarak bulunduğunu belirtmiştir. Bu açıklamasına göre de metamorfizma yaşını Devoniyen öncesi belirtmektedir.

Ketin (1966) orta Anadolu masifinin çeşitli yerlerinde yaptığı çalışma ve gözlemlerine dayanarak metamorfizmanın üst seviyesini oluşturan mermerlerin üzerine bazı bölgelerde (Kaman) uyumlu olarak Üst Kretase formasyonlarının geldiğini saptamıştır. Üst Kretasenin tabanında bulunan mermerlerin fosilsiz olmalarına karşın Jura-Alt Kretase yaşında olabileceklerinin olasılığı üzerinde durmuştur. Bu konuma göre Kretase sonlarına kadar bütün metamorfik seriler ve bunların üzerine gelen diğer tortul seriler uyumluluk göstermektedirler. Bunların dışında Alpin öncesi Kaledoniyen ve Hersiniyen orojenezlerinin izlerini saptamak olası değildir. Bütün bunlar gözönüne alınarak değerlendirildiğinde Paleozoik ile Mezozoik arasında bir uyumsuzluk olmadığı görülmektedir. Bu görüşe göre orta Anadolu masifi Paleozoik yaşlı çok eski bir masif değildir, oluşumlarını Alpin dönemde tamamlamıştır ve Mezozoik yaşındadır.

Çalıştığımız bölge tümüyle metamorfizma ve onları kesen granitlerden oluştuğu için yaş sorununda eldeki verilerin azlığı nedeniyle ayrıntıya girilememiştir. Kesin olarak Eosenin taban konglomeraları içinde gnaysların ve mermerlerin bulunuşu ile Eosendan daha yaşlı oldukları bellidir.

Bütün bu görüşlerin kesin bir sonuca bağlanabilmesi için jeokronolojik yöntemlerle kesin yaş tayini yapılmalıdır.



## 1.7. ÇALIŞMA YÖNTEMİ

### 1.7.1. JEOLOJİ HARİTASI YAPIMI VE ÖRNEK ALIMI

Jeoloji haritası 1/25.000 ölçekli T.C. Harita Genel Müdürlüğünün Yozgat I35-c2 ve Sivas I36-d1 topografik haritaları üzerine yapılmıştır. Harita yapımı ve örnek alımında bitki örtüsünün çok yoğun olduğu yerlerde çalışmalar daha çok dere yataklarında yürütülmüştür. Sistematik örnek alımı maden yataklarının olduğu yerlerde cevher örnekleri ve kontak metamorfik taşlar için uygulanmıştır. Rejyonel metamorfizmlerde görülen değişikliklere bağlı kalınarak belli bir sistematik örnek alımına uymadan sorunları çözebilecek örnekler alınmıştır. Aynı uygulama granitlerde de sürdürülmüştür. Kontak metamorfik taşlardan örnek alımına gerek duyulduğu yerlerde ise kondağa en yakın yerden başlayarak kondağa dik olarak örnekler alınmıştır. Yaklaşık olarak alınan tüm örnek sayısı 700 civarındadır. Örnekler sorunların özelliğine bağlı olarak bazı bölgelerden çok, diğer bazı bölgelerden ise az olarak alınmışlardır.

Toplanan kayaç örneklerinin tüm kayacı temsil edebilmesi için özellikle bozuşmamış örnekler aranmış ve alınmıştır. En sık örnek alımları ise maden yataklarının bulunduğu Bayram Ali, Çukur Maden, Tad deresi'nden yapılmıştır.

İnceleme alanının genel özellikleri belirlendikten ve kayaç gruplarının saptanmasından sonra tipik mineralleri içeren, içermesi olası olan kayaçlar ayırtlanmış ve bunlardan çok fazla örnek alınmıştır. Bunun tersi olarak çok geniş bir alanda yayılan mermerlerden ise çok az örnek almak yeterli olmuştur. Ayrıca kontak metamorfik bölgeden uzaklaştıkça alınan örneklerin rejyonel metamorfik kayaçlara karıştırılmadan alınabilmesine aşırı özen gösterilmiştir.

### 1.7.2. LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

Kayaç ve cevher örneklerinin tümünden ince kesit ve parlatma yapılarak bunlar polarizan mikroskop ve maden mikroskopunda incelenmişlerdir. Böylece kayaç türleri, mineral cinsleri ve parajenezler ayrıntılı olarak saptanmışlardır.

Mikroskopta tayini güç veya birbirine çok yakın özellikler gösteren mineraller ise X-Ray difraktometre ile belirlenmişler-

dir. Bu yöntemde tüm kayaktan difraktometre alındığı gibi gerek duyulduğu anlarda manyetik seperatör ile mineral ayırımı yapı-  
lıp tek minerale ait difraktogramlarda çekilmiştir. Difraktog-  
ramların bir kısmı İmperial College'de Philips X-Ray difrakto-  
metresi, bir kısmıda K.T.Ü. Jeoloji Bölümünde Jeol marka dif-  
raktometre kullanılarak elde edilmiştir.

Tüm kayaçların ana ve iz element analizleri İmperial Col-  
lege'de (Londra) Philips 1212 otomatik X-Ray Floresans ile  
yapılmıştır. Daha sonra yaş kimyasal yöntemle FeO analizleri  
yapılarak X-Ray Floresans ile elde edilen toplam demirden  
Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve FeO ayırtlanmıştır. Ayrıca Na<sub>2</sub>O analizleri de X-Ray  
Floresans ile yapılamadığından alev fotometresi ile tamamlan-  
mıştır.

Cevher örneklerinden yapılan analizlerde K.T.Ü. Jeoloji  
Bölümündeki Jeol X-Ray Floresans aleti kullanılmıştır.

Serpantinlerden çekilen D.T.A. ve D.D.T.A. diyagramları  
için: K.T.Ü. Jeoloji Bölümündeki Netzsch marka tam otomatik  
aygıt kullanılmıştır.

## 2. METAMORFİK VE MAGMATİK KAYAÇLARIN PETROGRAFISI

Araştırma bölgemizin büyük bir bölümü Akdağmadeni ilçesi,  
Aşağı ve Yukarı Çulhalı köyleri, Melikli, Yedişehri, Davutlu,  
Kurdini köyleri ve çevresi tümüyle metamorfik kayalarla kap-  
lıdır. Karapir ve Ortaköy çevresinde ise granitleri gözlemek-  
teyiz. Hemen granitlerin çevresinde de kontak metamorfik ka-  
yaçlar bulunmaktadır.

Çalışma bölgemizdeki metamorfitlerin egemen doğrultuları  
kuzeydoğu-güneybatıdır.

### 2.1. REJYONAL METAMORFİK KAYAÇLAR

Ayrıntılı olarak yapılan mikroskobik incelemeler sonucu  
rejyonel metamorfik kayalar karakteristik mineral parajenez-  
leri göz önüne alınarak çeşitli petrografik fasiyeslere ay-  
rılmıştır. Bu ayırimda metamorfik fasiyeslere uygunlukta göz  
önüne alınmıştır ve ayrı ayrı haritalanmıştır. Başlıca ayırt-  
edilen fasiyesler aşağıdaki şekilde sıralanırlar:



- 1- Muskovit şist
- 2- Muskovit-Biyotit gnays
- 3- Biyotit gnays
- 4- Sillimanit-Muskovit gnays
- 5- Sillimanit-Biyotit-Muskovit gnays
- 6- Turmalin gnays
- 7- Skapolit gnays
- 8- Kuvarsit, Amfibolit, Kalkşist arakatkılı  
Muskovit-Biyotit gnays
- 9- Kuvarsit, Amfibolit, Mermer arakatkılı  
Sillimanit-Biyotit-Muskovit gnays
- 10- Almandin-Biyotit gnays

### 2.1.1. MUSKOVİT ŞİSTLER

Bu fasiyeste belirlenen metamorfik kayaçlar çalışılan bölgenin güneydoğusunda Çökekli dere, Bozotçalı tepe çevresinde bulunurlar. Bunun dışında çok küçük bir alanı kaplamış olarak Akdağmadeni ilçesinin kuzeyinde görülürler.

Bu fasiyede içinde incelediğimiz kayaçlar ince taneli olup çoğunlukla muskovitlerin bolluğu nedeniyle açık renklidirler. Genellikle çok güzel şistozite göstermektedirler ve şistoziteye uygun olarak ayrılabilirler. Kolaylıkla bozuşabildikleri gözlenmiştir.

Bu fasiyesteki kayaçlarda yapılan mikroskopik çalışmalara göre aşağıdaki mineral parajenezleri saptanmıştır.

- a- Muskovit, kuvars
- b- Muskovit, kuvars, albit (% 8 An)
- c- Muskovit, kuvars, biyotit, albit (% 8 An)
- d- Muskovit, kuvars. ortoklas, ikincil: serizit (Foto- 1)
- e- Muskovit, kuvars. biyotit. ikincil: klorit

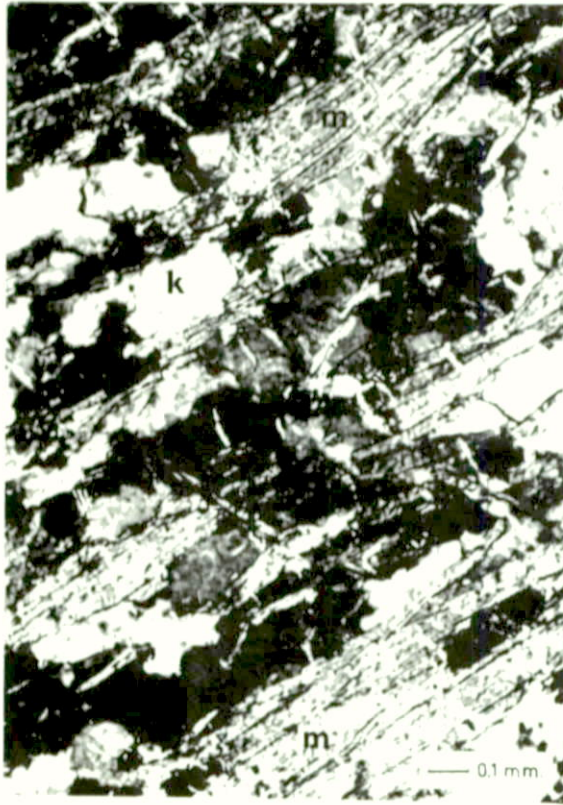


Foto- 1 Muskovit şist. Muskovit (m), kuvars (k) ve ikincil serizit (s) görülüyor. Muskovitler hafifçe bükülmüşlerdir. Çarpaz nikol X 56

### 2.1.2. MUSKOVİT-BİYOTİT GNAYS

Muskovit-Biyotit gnays fasiyesi Ortaköy'ün hemen doğusundadır. Köy deresi boyunca doğuya doğru her yerde gözle yebilmek olasıdır. Makroskobik olarak doğru rengi yer yer değişir. Egemen mineral olarak biyotit her yerde gözlenebilir. Biyotitin bol olduğu yerlerde koyu renkli, muskovitin biyotite eşlik ettiği yerlerde daha açık renklidirler. Bazı yerlerde kuvarsin yoğunlaşması dikkati çeker, ayrıca kuvars tanelerinin çevrelerinde serizit ile sarıldığı gözlenmektedir.

Biyotit ve muskovitler daima şistoziteye uygun olarak geniş yüzeyleri boyunca yerleşmişlerdir. Kuvarslarla ardalanmalı olarak belirli seviyelerde birikim göstermektedirler. Nadiren muskovitlerin biyotite oranla yoğun olduğu yerlerde muskovitli seviyeler boyunca kolayca ayrılabilir. Yer yer biyotit ve muskovitler bükülmeler göstermektedirler.

Mikroskobik incelemelerde çok güzel granoblastik ve lepidogranoblastik bir doku gözlenebilmektedir.



Foto- 2 Muskovit-Biyotit gnays: Biyotit (b), muskovit (m) kuvars (k), ortoklas (o) seviyelerini genç bir kuvars damarı kesmektedir. Çapraz nikol X 56



Bu fasiyeste gösterilen kayaçlarda yapılan mikroskobik çalışmalar sonucu aşağıda belirlenen mineral parajenezleri saptanmıştır:

- a- Muskovit, kuvars, ortoklas, ikincil: serizit
- b- Biyotit, kuvars, muskovit, ortoklas, ikincil: klorit  
(Foto- 2)
- c- Biyotit, kuvars, muskovit, ikincil: serizit, klorit
- d- Biyotit, kuvars, muskovit, ortoklas, albit (% 8 An)
- e- Biyotit, kuvars, muskovit, ortoklas, albit (% 8 An), sfen
- f- Biyotit, kuvars, ortoklas, sfen, ikincil: serizit, klorit

### 2.1.3. BIYOTİT GNAYS

Bu fasiyesteki kayaçlar genellikle koyu renklidirler. Çok güzel şistozite gösterirler. Çalışılan bölgenin batısında Akdağ-madeni ilçesinin kuzey tarafında çok geniş olmayan bir bölge içerisinde görülürler. Çok az olarak bir iki yerde küçük kuvar-sit bantları içerdiği saptanmıştır. En çok görülen iki mineral biyotit ve kuvarstır. Kırılmaya karşı dirençli bir yapıları vardır, oldukça az bozuşma göstermeleri ile dikkat çekerler. Kuzeyde biyotit-almandin fasiyesine, güneyde muskovit şist fasiyesine geçiş gösterir. Çok küçük fayları gözliye bilmek her zaman olasıdır. Bütün bölgede hakim olan kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu yönelme burada da belirgindir. Ancak her yerde görüldüğü gibi burada da küçük alanlar içinde farklı yönelmeler olasıdır. Granoblastik ve lepidoblastik dokular saptanmıştır.

İnce kesitlerde yapılan mikroskobik çalışmalar sonucu bu fasiyes içinde belirlenen değişik mineral parajenezleri saptanmış ve aşağıda belirlenmiştir:

- a- Biyotit, kuvars
- b- Biyotit, kuvars, ortoklas, ikincil: serizit (Foto- 3)
- c- Biyotit, kuvars, hornblend, sfen
- d- Biyotit, kuvars, muskovit, ikincil: serizit, klorit
- e- Biyotit, kuvars, plajiyoklaz, ikincil: epidot, kalsit, serizit
- f- Biyotit, kuvars, ortoklas, plajiyoklaz, muskovit. ikincil: epidot, serizit



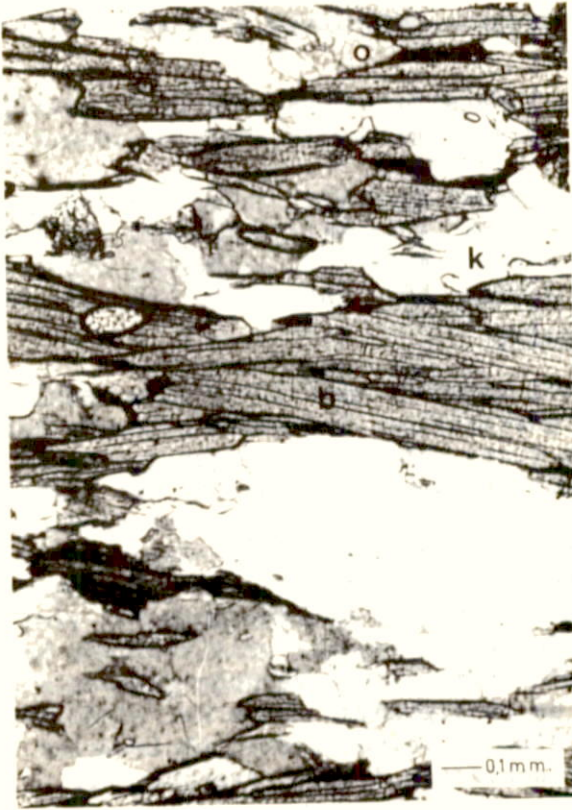


Foto- 3 Biotit gnays. Biotit (b), kuvars (k), ortoklas (o),  
Çapraz nikol X 56

#### 2.1.4. SİLLİMANİT-MUSKOVİT GNAYS

Bu fasiyese sokulan kayaçlar çalışılan bölgenin güneybatısını kaplamaktadır. Tat deresi ve çevresinden kuzeye doğru görülürler. Çoğunlukla açık renkli kayaçlardan oluşurlar. Oldukça iyi şistozite gösterirler. Egemen olan karakteristik mineral çok bol olan muskovittir. Kuvars oranıda çok yüksektir, yer yer oldukça iri kristalli olanına rastlanır ve porfiroblastik bir doku oluşturur. Yer yer bölgesel bozuşma alanları saptanmıştır. Bazı bölgelerde muskovit seviyelerinin arasına kahverengi demir oksitli seviyelerin yerleştiği görülmüştür. Bazı yerlerde gözle

görülebilen oranda silisçe zenginleşme vardır ve kuvarslar ince mika pulları ile kaplanmıştır. Çoğunlukla kolayca parçalanıp, ufalanabilmektedirler, ancak kuvars bakımından zengin olan kısımlarda daha sağlam bir yapı görülür.

Yaklaşık Tat deresinin 1 Km. kuzeyinde çok küçük bir alanda amfibolite rastlanmıştır. Ancak haritada ayırabilme olanağı bulunmadığından aynı fasiyes içinde değerlendirilmektedirler. Tat deresinin hemen yakınında maden ocağına yakın yerlerde ise sillimanit-muskovit gnayslarla birlikte arakatlı olarak mermerler görülebilmektedir. Granoblastik ve lepidoblastik dokular saptanmıştır.

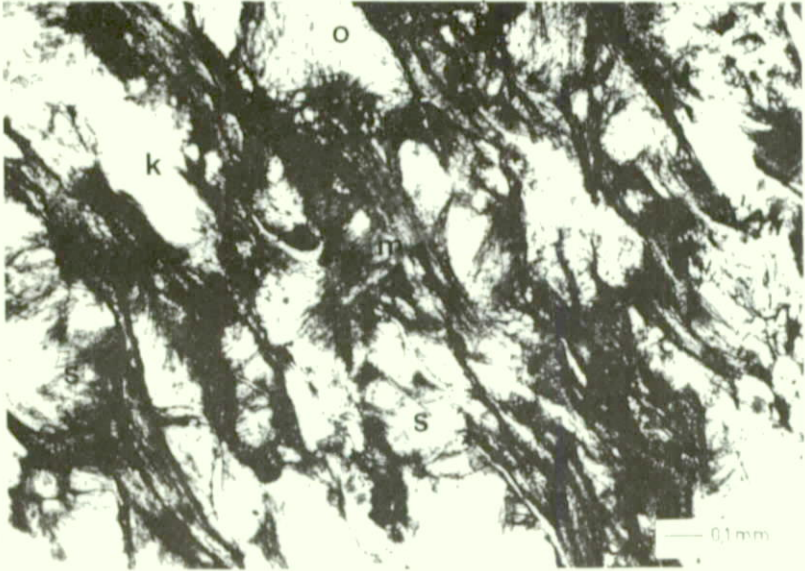


Foto- 4 Sillimanit-muskovit gnays. Muskovit (m), kuvars (k), sillimanit (s), ortoklas (o). Çapraz nikol X 56

Bu grupta belirlenen kayaçlarda saptanan değişik mineral parajenezleri aşağıda sırayla yazılmıştır:

- a- Muskovit, kuvars, sillimanit (Foto- 4)
- b- Hornblend, kuvars, biyotit, ikincil: klorit
- c- Muskovit, kuvars, ortoklas, sillimanit
- d- Muskovit, kuvars, sillimanit, ortoklas, ikincil: serizit
- e- Muskovit, kuvars, oligoklas (% 14 An), ortoklas, ikincil: serizit
- f- Muskovit, kuvars, biyotit, ortoklas, oligoklas (% 14An) ikincil: serizit, klorit

#### 2.1.5. SİLLİMANİT-BİYOTİT-MUSKOVİT GNAYS

Çulhalıhızır köyünün doğusunda ve Karapir ile Ortaköy arasında güneye doğru olmak üzere iki yerde görülmektedir. Bunlar çoğunlukla kirli sarı, kahverengimsi, kirli beyaz renklerdedir. Çok güzel bir şistoziteye sahiptir. Yer yer şistoziteye uyumlu, boyları 10 cm. ile 20 cm. arasında, kalınlığı 3 cm. ile 6 cm. arasında değişen süt kuvars merccekleri yer almaktadır.

Bu fasiyes içinde adını verdiğimiz sillimanit-biyotit-muskovit gnayslar çok geniş bir yer kaplarlar. Ancak yer yer az da olsa mermer ve amfibolitleri arakatlı olarak içermektedirler. Egemen doğrultu kuzeydoğu-güneybatıdır. Yalnız çok küçük alanlar içinde de çok farklı doğrultulara rastlamak olasıdır.

Çoğunlukla muskovit ve biyotit beraberce görülürler ve bu fasiyesi belirliyen başlıca iki minerali oluştururlar. Sillimanit diğer önemli üçüncü mineraldir. Granoblastik ve lepidoblastik dokuları vardır.

Bu fasiyes adı altında incelenen kayaçlarda saptanan farklı mineral parajenezleri aşağıda belirlenmiştir:

- a- Kalsit, kuvars
- b- Muskovit, biyotit, sillimanit, kuvars
- c- Hornblend, kuvars, biyotit, ikincil: klorit
- d- Muskovit, sillimanit, kuvars, ortoklas, ikincil: serizit
- e- Muskovit, biyotit, kuvars, oligoklas (% 13-15 An), ortoklas, ikincil: serizit, klorit
- f- Muskovit, biyotit, sillimanit, kuvars, sfen, ikincil: epidot, klorit
- g- Muskovit, biyotit, sillimanit, kuvars, ortoklas, ikincil: klorit, serizit



- h- Muskovit, biyotit, sillimanit, kuvars, ikincil: epidot, klorit, serizit  
 k- Muskovit, kuvars, ortoklas, biyotit, vallastonit, sfen, ikincil: prehnit, serizit

### 2.1.6. TURMALİN GNAYS

Akdağmadeni ilçesinin kuzeydoğusuna düşen bölge içinde Atalan mahallesi çevresinde yer alır. Kirli beyaz renkli kayalardır. İçlerinde siyah renkli olan ferromagnezyen mineral turmalindir. Yer yer çok az da olsa bu siyah renkli minerale biyotit eşlik eder. Çok sağlam, masif görünümlüdür. granoblastik bir doku saptanmıştır, ancak makroskobik olarak metamorfiklere ait dokuyu görebilmek için oldukça dikkatli incelemek gerekmektedir. Kuvars yönünden çok zengindirler. Diğer fasiyeslerdekinin tersine bozuşma izlerine oldukça az rastlanmıştır.

Bu fasiyes altında incelenen kayalarda saptanan mineral parajenezleri aşağıda belirtilmiştir:

- a- Turmalin (dravit), kuvars, ortoklas, oligoklas (% 15 An)  
 b- Turmalin (dravit), kuvars, ortoklas, oligoklas (% 15 An), ikincil: muskovit, serizit  
 c- Turmalin (dravit), kuvars, ortoklas, oligoklas (% 15 An), muskovit, biyotit, ikincil: serizit

### 2.1.7. SKAPOLİT GNAYS

Turmalinli gnays fasiyesinin hemen güneyinde ve ona bitişik olan bir bölgeyi kapsar. Küçük bir alanda, yaklaşık 2 Km<sup>2</sup> kadar olan bir yerde görülür. Metamorfitler için karakteristik bir mineral olduğundan bu fasiyes skapolit gnays olarak adlandırılmıştır. Açık renkli kayalardan oluşmuşlardır, sağlam yapıları vardır, kolayca kırılıp parçalanamazlar. Granoblastik bir doku gözlemiştir. Ancak makroskopik olarak dokusu kolayca ayırtedilememektedir. Genel doğrultuları kuzeydoğu-güneybatı yönündedir. Fakat her zaman görüldüğü gibi çok küçük alanlar içinde çok farklı doğrultular göstermektedirler.

Bu fasiyesteki kayalarda saptanan farklı mineral parajenezleri içeren türler aşağıda belirlenmiştir:



- a- Skapolit, kuvars, ortoklas, oligoklas (% 22 An), diyopsit, ikincil: kalsit, klorit, serizit
- b- Skapolit, kuvars, ortoklas, oligoklas (% 22 An), biyotit, sfen, ikincil: serizit, klorit
- c- Skapolit, kuvars, ortoklas, oligoklas (% 22 An), diyopsit, sfen, ikincil: serizit, klorit
- d- Skapolit, kuvars, ortoklas, oligoklas (% 22-23 An), diyopsit, biyotit, ikincil: serizit, kalsit, klorit

#### 2.1.8. KUVARSİT, AMFİBOLİT, KALKŞİST ARAKATKILI MUSKOVİT-BİYOTİT GNAYS

Bu fasiyesteki kayaçlar Akdağmadeni'nde çalışan bölgenin kuzeybatısını kaplar. Yozgat-Sivas devlet karayolunun her iki tarafında Melikli, Davutlu ve Yedişehir köylerinin civarlarında görülürler. Geniş bir alanı kaplarlar.

Kuvarsit, amfibolit, kalkşistler litolojide hakimdir, ayrışmaya en fazla karşı koyan bir kayaç olarak görülürler. Kuvarsitlerin rengi griden beyaza doğru yer yer değişir. Bunların bir kısmı muskovit içerirler.

Amfibolitlerde pek çok rastlanır, ancak kalınlıkları 10 cm. civarındadır. Koyu, siyaha yakın rengiyle diğer kayaçlardan kolayca ayrılırlar. Çok güzel şistozite göstermektedirler. Çok ince taneli oluşları ile dikkati çekerler.

Kalkşistlere oldukça çok rastlanır. Açık renklidirler, beyaz, kirli beyaz, sarımsı olarak görülürler. Çok belirgin, net bir şistoziteleri vardır. Gözle görülebilen büyüklükte iri tanelidirler. Kalınlıkları yer yer 1 metreye yaklaşır.

Muskovit-Biyotit gnayslar bu fasiyesin egemen olan kayaçlarını oluştururlar. Muskovit ve biyotitin her ikisinde her yerde görülebilen minerallerdir. Yer yer kuvarsın zenginleştiği yerler dikkati çeker. Kuvarslarla mikalı seviyeler ardalı olarak bulunurlar. Bazı bölgelerde çok şiddetli deformasyon ve kıvrılmalar görülür. Kuvarsit arabantlı olan yerlerde ise kuvarsitler kıvrıma uymayıp kırılmışlardır.

Tümüyle egemen olan doğrultulu diğer bütün bölgelerde görüldüğü gibi kuzeydoğu-güneybatıdır. Ancak yersel olarak çok küçük alanlarda çok farklı doğrultular görebilmek olasıdır. Granoblastik, lepidoblastik ve nematoblastik dokular saptanmıştır.

Örnekler üzerine yapılan mikroskobik çalışmalar sonucu bu fasiyes içinde belirlenen mineral parajenezleri şunlardır:

- a- Kuvars, muskovit
- b- Hornblend, kuvars (Foto- 6)
- c- Kuvars, kalsit, muskovit
- d- Hornblend, biyotit, kuvars, ikincil: klorit
- e- Kalsit, kuvars, diyopsit, muskovit, ortoklas, ikincil: klorit
- f- Muskovit, biyotit, kuvars, ortoklas, oligoklas (% 24 An) ikincil: serizit, klorit (Foto- 5)
- g- Muskovit, biyotit, kuvars, diyopsit, ortoklas, oligoklas (% 24 An), ikincil: kalsit, serizit, klinoklor
- h- Muskovit, biyotit, kuvars, ortoklas, oligoklas (% 24 An) diyopsit, sfen, ikincil: kalsit, klorit, serizit

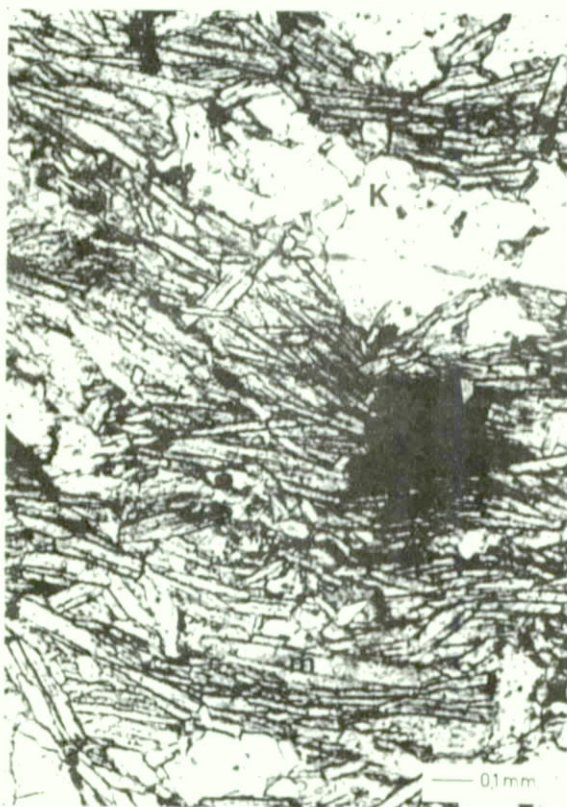


Foto- 5 Muskovit-biyotit gnays. Muskovit (m), biyotit (b), kuvars (k), ortoklas (o). Çapraz nikol X 56



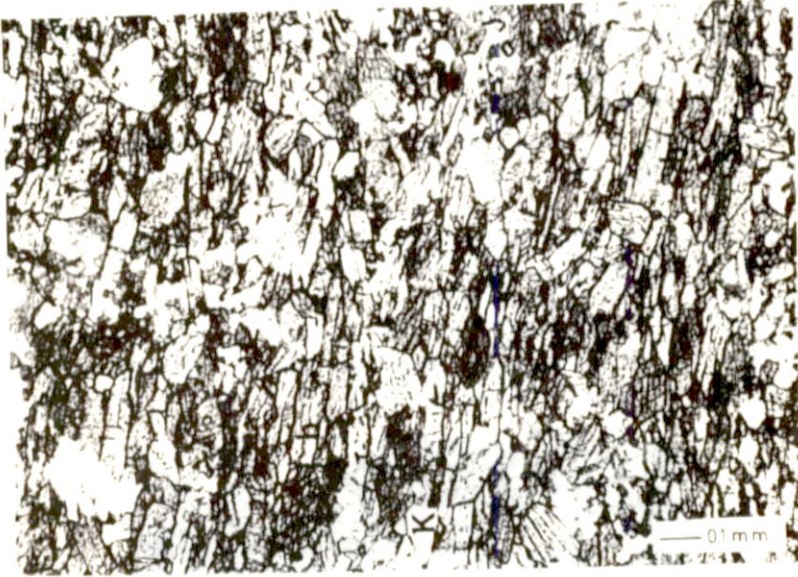


Foto- 6 İnce taneli amfibolit. Hornblend (h), kuvars (k), biyotit (b). Çapraz nikol X 56

### 2.1.9. KUVARSİT, AMFİBOLİT, MERMER ARAKATKILI SİLLİMANİT-BİYOTİT-MUSKOVİT GNAYS

Akdağmadeni'nde incelenen bölgenin kuzeyini kaplamaktadır bu fasiyesteki kayaçlar. Kurdini, Kavakalanhayran köyleri ile Peynirlik tepe üçgeni içinde ve çevrelerinde geniş bir alanda yaygın olarak görülürler.

Kuvarsit, amfibolit ve mermerlere bu fasiyes içinde her yerde rastlamak olasıdır. Ancak mermerler güneye doğru, maden yataklarına yakın çevrelerde daha yoğunlaşmaktadır. Arakatkılı olarak bulunan mermerler kirli sarı ve beyaz renklidirler. 2 metreye varan kalınlıkları vardır. Çoğunlukla hepsinin özellikleri aynıdır, genellikle ince taneli ve çok kırıklıdır. Bayram Ali ve Çukurmaden adındaki maden ocakları civarında çok boldurlar ve oldukça büyük bantlar ve merccekler şeklinde görülürler.

Amfibolitlere de çok rastlanır, dağılımları ve kalınlıkları çok değişkendir. En yoğun olarak Nusret tepe civarında gö-



rülür. Çok ince taneli olanı bulunduğu gibi iri kristalli olanları da vardır. Yer yer kuvars bantlıdırlar. Siyah renkleri ile kolaylıkla her yerde tanınabilirler. İdeal bir yönlenme, şistozite gösterirler.

Kuvarsitlere ancak yer yer rastlanmıştır. Çoğunlukla bu fasiyesi kapsıyan alanın kuzeyinde daha çok görülürler. Kirli sarı ve beyaz renklidirler. Ayrışmaya dirençleri fazla olduğu için litolojide hakim bir durum gösterirler. Yer yer muskovit içerenleri vardır. Şistoziteye uyumlu olarak yönlenme gösterirler.

Sillimanit-biyotit-muskovit gnayslar bu fasiyesin asıl kayaçlarını oluşturmaktadır. Kuvarslı ve mikalı seviyeler arda lanmalıdır. Bozuşmaya karşı değildirler. Birçok yerde alterasyon gösterirler. Şistoziteye uyumlu olarak yer yer mikalı seviyeler boyunca kolayca ayrılırlar. Muskovit ve biyotit çoğunlukla her yerde görülebilen minerallerdir. Ancak muskovitin biyotite nazaran daha yoğun olduğu görülür.

Lepidoblastik, nematoblastik ve granoblastik dokular saptanmıştır.

İnce kesitlerde yapılan mikroskobik araştırmalar sonucu bu fasiyes içindeki kayaçlarda belirlenen mineral parajenezleri aşağıda gösterilmiştir:

- a- Kuvars
- b- Kalsit
- c- Kalsit, kuvars
- d- Hornblend, kuvars
- e- Kuvars, muskovit, kalsit
- f- Hornblend, kuvars, biyotit, ikincil: klorit (Foto- 7)
- g- Muskovit, biyotit, sillimanit, kuvars, ortoklas, ikincil serizit
- i- Muskovit, biyotit, kuvars, ortoklas, oligoklas (% 25-27 An), diyopsit, ikincil: kalsit, klorit
- h- Muskovit, biyotit, sillimanit, kuvars, ortoklas, oligoklas (% 25 An), ikincil: klorit, serizit
- k- Muskovit, biyotit, sillimanit, kuvars, ortoklas, oligoklas (% 25 An), diyopsit, ikincil: kalsit, serizit
- l- Muskovit, biyotit, kuvars, ortoklas, oligoklas (%26 An), diyopsit, sfen, ikincil: klorit, epidot, serizit

m- Muskovit, biyotit, sillimanit, kuvars, ortoklas, oligoklas (% 25-27 An), diyopsit, ikincil: kalsit, klorit, serizit



Foto- 7 Amfibolit. Hornblend (h), biyotit (b), kuvars (k).  
Çapraz nikol X 56

#### 2.1.10. ALMANDİN-BİYOTİT GNAYS

Çalışılan bölgede Çulhalıhızır köyü çevresinden başlayarak kuzey doğuya doğru yayılım gösterirler. Biyotit bu fasiyes içinde en tipik mineral olarak görülür, diğer ikinci önemli mineral ise granatlardan almandindir. Biyotitler şistoziteye uyumlu olarak geniş yüzeyleri boyunca kayaç içinde belirli seviyelerde yerleşmiştir. Yer yer çok az olsa da mermer ve amfibolit bantlarına rastlanmıştır, ancak belirtildiği gibi nadiren görülebilir.

mektedir. Çoğunlukla biyotitlerin bolluğu nedeni ile kayaçlar kısmen şimdiye kadar belirlenenlerden (amfibolit hariç) daha koyu renklere sahiptirler.

Bu fasiyes altında incelenen kayaçlarda saptanan farklı mineral parajenezleri belirlenmiştir ve aşağıda açıklanmıştır:

- a- Hornblend, kuvars, ikincil: kalsit
- b- Hornblend, kuvars, biyotit, ikincil: klorit
- c- Biyotit, kuvars, almandin, oligoklas (% 25-27), ortoklas
- d- Biyotit, kuvars, oligoklas (% 25 An), diyopsit, muskovit, ikincil: klorit
- e- Biyotit, kuvars, almandin, oligoklas (% 26 An), ikincil: klorit, serizit
- f- Biyotit, kuvars, almandin, oligoklas (% 25-27 An), diyopsit, sfen, ikincil: epidot, kalsit
- g- Biyotit, kuvars, almandin, ortoklas, oligoklas (% 25-27 An), muskovit, sfen, ikincil: klorit
- h- Biyotit, kuvars, almandin, oligoklas (% 26 An), ortoklas diyopsit, ikincil: klorit, kalsit, serizit

### 2.1.11. MERMERLER

Daha önce ayrıntılı olarak petrografik özelliklerini anlattığımız metamorfik kayaçların üzerlerine uyumsuz olarak gelirler. Bundan önce belirlediğimiz metamorfitlerin içinde arakat-kılı olarak bulunan mermerlerin özelliklerine uymazlar, onlardan oldukça farklıdırlar.

Akdağmadeni'ndeki inceleme alanımızın her yerinde bu mermerleri görmek olasıdır. Masif bir görünüşleri vardır, çok kalın olarak yer yer tabakalanma görülebilir ama bu da masif yapılarını, genel görünümünü etkilemez.

Çoğunlukla her yerde, mermerleri oluşturan kalsit kristalleri gözle görülen büyüklüktedir. Çoğu yerde 1-2 cm. boyutlarında olanları görebiliriz. Mermerler tümüyle kalsitlerden oluşmuş çok saf bir görünüm arzederler.

Bir çok yerde kıvrımlanmalar ve bükülmeler çok iyi olarak gözlenmektedirler, yer yer de çok kırıklıdırlar.

Granitlerle olan kontaklarda tipik kontak mineralizasyonları oluşturmuşlardır. Ancak Akdağmadeni'ndeki kontak pnömatolitik yataklarla da olan ilgisi önemlidir. Maden yatakları



olarak değerlendirme bölümünde ayrıntılı ele alınıp incelenecektir.

Mikroskopik incelemeler sonucunda görülmüştür ki mineral çeşitliliği çok değildir. En önemli ve tek mineral her zaman kalsittir. Bunun dışındakiler aksesuar minerali olarak görülüp yorumlanabilir.

## 2.1.12. REJYONAL METAMORFİK KAYAÇLARIN MİNERALLERİ

Rejyonal metamorfik kayaçlarımızı oluşturan mineralleri her fasiyeste ayrı ayrı vererek tekrarlamak yerine topluca vermek uygun görülmüştür. Herhangi bir fasiyeste ayrıcalık gösteren mineraller ise ayrıca belirtilmiştir.

**Kuvars :** Çoğunlukla her fasiyeste orta irilikte, ksenomorf taneler şeklinde ve oldukça boldur. Ancak ince taneliden porfiroblastlara kadar farklı boyutlarda olanları da her zaman gözlenir. Şistoziteye uyumlu olarak basınç yönünde bir miktar uzanım ve yer yer dalgalı sönme gösterenlerine sık sık rastlanır. Birçok kesitte birbirine kenetlenmiş ksenoblastlar halinde görülürler. X-Ray difraktometre incelemelerinde  $\alpha$ -kuvars türü oldukları belirlenmiştir.

**Muskovit :** Kayaç içerisinde belli seviyelerde bulunurlar. Genellikle bükülmüşler, deforme olmuşlardır. İğ şeklinde olanlarına pek çok rastlanır. Yer yer tek lameller halinde olmalarına karşın çoğunlukla demetler halindedir. (001) yüzeylerine göre mükemmel dilinimleri olup çok zayıf bir pleokroizmaları vardır.

Bazı kesitlerde soluk yeşil renkli olanlarına rastlanmıştır. İçerdiği  $Fe^{+2}$  nedeniyle bu rengi almaktadırlar. Bu tür muskovitlerde ölçülen 2V açılarının diğerlerinden daha geniş olduğu görülmüştür.

**Biyotit :** Tek nikelde kahverengi ve kuvvetli pleokroizması ile (X yönünde sarı-kahve, Z yönünde koyu kahverenginde) kolayca tanınmaktadır. Kayaçlar içerisinde belli seviyelerde geniş yüzeyleri boyunca şistoziteye uygun olarak yerleşmişlerdir. Dilinimli ve yaprağımsı idiyoblastik taneler halinde görülür. Gözlendiği veya çok bol olduğu fasiyeslerde muskovitle birlikte şistoziteye uygun, birbirine paralel bantlar oluşturmaktadır. Yer yerde kloritleşmişlerdir. Bükülmeler gösterenlerine her zaman rastlamak olasıdır.

**Plajiyoklaz** : Her fasiyeste içerdikleri anortit yüzdeleri- nin farklılığı nedeniyle ayrıcalık gösterirler. En düşük anor- tit yüzdesi muskovit şist fasiyesindedir. En fazla anortit içereni ise en yüksek metamorfizma gösteren almandin-biyotit fasiyesindedir. (001)'a dik kesitlerde yapılan ölçülerde % 8 anortit içeren albitlere muskovit şistlerde rastlanmıştır. En yüksek olarakta % 27 anortit içeren oligoklaslara ise almandin- biyotit fasiyesinde rastlanmıştır. Anortit yüzdelерinin artışı metamorfizmanın şiddetinin artımıyla uyumludur.

Plajiyoklaz kuvars ve K'lı feldispatlarla aynı seviyelerde beraberce bulunurlar. Yer yer serizitleşme, kalsitleşme göste- renleri vardır. Çok değişik boyutlarda ve ksenomorf olarak göz- lenirler.

**Ortoklas** : Ksenoblastik taneler halinde, çoğunlukla kuvars- larla birlikte bulunurlar. Oldukça değişik boyutlardadır, zaman zaman porfiroblastlar halinde olanlarıda gözlenebilir. Bir ço- ğunda kuvars, muskovit enklüzyonları vardır. Çoğunlukla seri- zitleşmiş ve kaolinleşmişlerdir. Yer yer pertitik doku göste- renleride izlemek olasıdır.

**Sillimanit** : Adı geçen fasiyeslerde görülmüştür, fasiyesle- ri karakterize eden önemli bir mineraldir. Oldukça bol olarak iğne şeklinde prizmalar halinde dağınık olarak bulunabildiği gibi, topluca ışınal demetler halinde ve muskovitlerin çevre- lerinde de bulunurlar.

**Turmalin** : Kendine özgü pleokroizması kesitlerdeki konumun- dan dolayı pek kesin olarak gözlenememiştir. Mikroskop altında yeşil ve mavi renklindedir. Kayaç içerisinde yönlenmesi veya belirli seviyelerde birikimi yoktur. Sadece turmalinli gnays fasiyesinde görülmüştür. Amfibol grubu minerallere, özellikle Na'lı amfibollere yakın optik özellikler göstermektedir. X-Ray difraktometre ile araştırılmıştır ve DRAVİT türü turmalin oldu- ğu saptanmıştır. Daha sonra difraktometre değerleri ve pikleri verilmiştir (X-Ray difraktometre incelemesi, bölüm 4).

**Skapolit** : Skapolit gnays fasiyesine adını veren mineral olarak dikkati çeker. Ksenomorfturlar, kesitlerde herhangi bir şekilde yönlenme göstermezler, dağınık olarak bulunurlar. Orta büyüklükte tanelerden oluşur. X-Ray difraktometre ile yapılan



incelemelerde iki skapolit cinsi saptanmıştır. Bunlar Marialit  $\text{Na}_4\text{Al}_3\text{Si}_9\text{O}_{24}\text{Cl}$  ve Meionit  $\text{Ca}_4\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24}(\text{SO}_4, \text{CO}_3)$  olarak bulunmuştur. Ancak skapolit grubu marialit ( $\text{Me}_0\text{-Me}_{20}$ ), dipir ( $\text{Me}_{20}\text{-Me}_{50}$ ), mizzonit ( $\text{Me}_{50}\text{-Me}_{80}$ ), meionit ( $\text{Me}_{80}\text{-Me}_{100}$ ) minerallerinden oluşan izomorf bir seridir. İçerdikleri meionit yüzdesine göre adlandırılırlar. Saptadığımız marialit ve meionitin içerdiği meionit yüzdesini kesin olarak veremiyoruz. Buna karşılık izomorf serinin her iki ucuna ait iki mineralin bulunuşu bize kesin olarak hem sodyumca zengin bir skapolit cinsinin varlığını hemde kalsiyumca zengin ikinci bir skapolit cinsinin varlığını ortaya koymaktadır.

Skapolitlerde yapılan çalışmalarda  $\text{Me}_{40}$ 'ın albit-epidot amfibolit fasiyesine karşılık geldiği belirlenmiştir.  $\text{Me}_{40}\text{-50}$  staurolit zonunun,  $\text{Me}_{65}$  sillimanit zonunu ve  $\text{Me}_{65}\text{-85}$  ise granülit zonunu karakterize eder. (Deer, Howie, Zussman 1967).

Diyopsit : Skapolit gnays fasiyesinde bol olarak gözlenmiştir. Diğer fasiyeslerde çok azdır, nadiren izlenir. Otomorf ve subotomorf turlar. Oldukça yüksek röliyepleri vardır, az da olsa pleokroizma gösterirler. İkiz gösterenlerine sık sık rastlanır. Yer yer kalsitleşmişlerdir.

Hornblend : Amfibolitlere özgü bir mineral olarak saptanmıştır. Yeşil renkli ve subotomorf turlar. X yönünde sarımsı yeşil, Z yönünde yeşil-kahve renginde pleokroizmaları vardır. Tek yönde dilinimleri her zaman görmek olasıdır, yer yer baklava dilimi şeklinde iki yönde dilinim gösterenleride vardır. Klo-ritleşme zaman zaman görülür.

Almandin : Almandin-Biyotit fasiyesinin karakteristik mineralidir. Otomorf ve subotomorf şekillerde görülürler. Yüksek röliyefi ve izotop özelliği ile kolayca tanınır. X-Ray difraktometre ile de saptanmıştır.

Kalsit : Çoğunlukla ayrışma ürünü olarak gözlenir. Sadece kalkıştelerin yoğunluk kazandığı fasiyeste boldurlar. Yer yer romboeder yüzeylerine göre dilinim gösterenleri vardır.

Sfen : Çok az olarak metamorfizma şiddetinin fazla olduğu fasiyeslerde vardır. Çoğunlukla otomorf turlar. Şekil ve röliyepleri ile çok belirgindirler.



**Apatit** : Çok az olarak bazı feldispatların içinde enklüzyonlar halinde bulunurlar. Küçük iğnemsî prizmalar şeklindedir.

**Vollastonit** : Soluk gri renklidir, sillimanit-biyotit-muskovit gnays fasiyesinde görülmüştür. Gnayslar içinde yaklaşık kontak metamorfik kayaçlardan 200-250 metre uzaklıkta rastlanmıştır. X-Ray difraktometre ile de saptanmıştır.

**Prehinit** : Değişik renklerde görülebilmektedir. Vollastonitle beraber aynı fasiyeste görülür. X-Ray difraktometre ile de varlığı saptanmıştır.

Kanımızca vollastonit ve prehinitin varlığı kontak metamorfizmaya bağlıdır. Kontak zonuna yakınlığıda bunu doğrular. Granitle yan kayaç arasında olan metazomatoz olaylarının fiziko-kimyasal koşullar uygun olduğu anlarda yan kayaç içinde geniş bir etkinlik gösterdiği kesindir. Bu nedenle sillimanit-biyotit-muskovit gnays fasiyesinde gördüğümüz bu iki mineralin varlığını kontak metamorfizmaya bağlamayı uygun görmekteyiz.

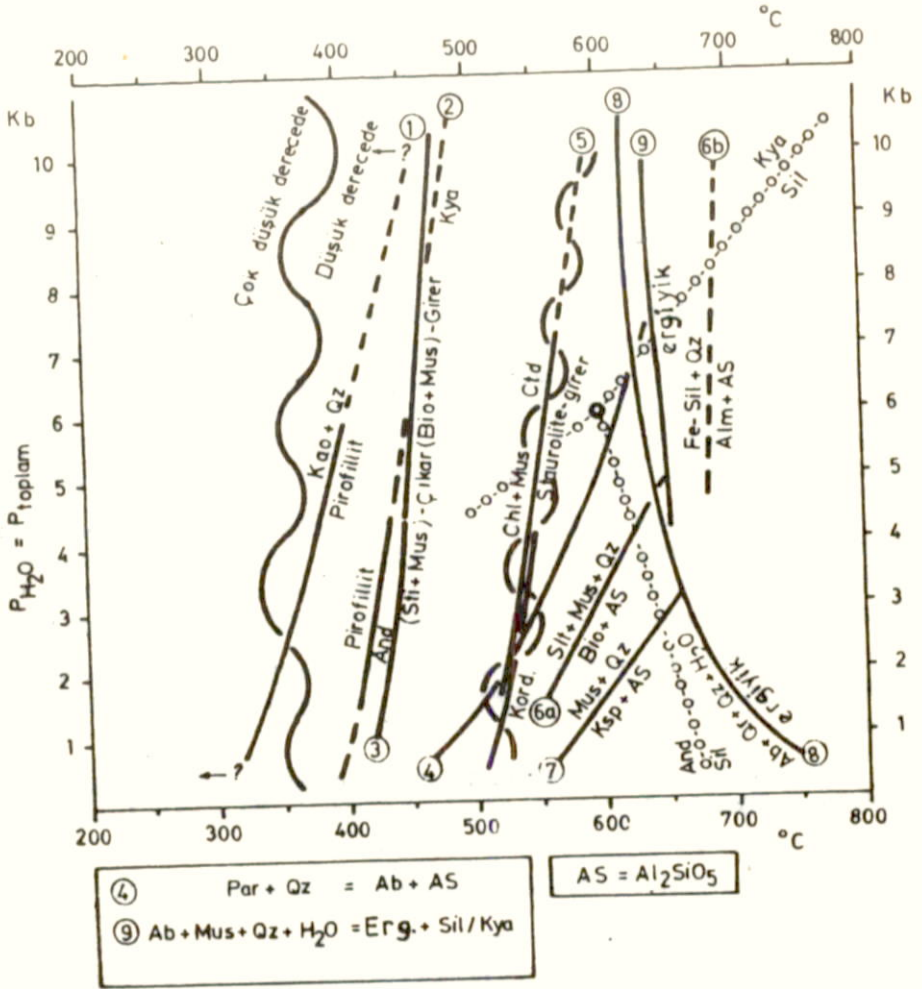
**Klorit** : Açık yeşil renkte, az belirgin bir pleokroizması vardır. Ksenomorf taneler halindedir. Çoğunlukla biyotit ve hornblendlerin ayrışma ürünü olarak gözlenirler. X-Ray difraktometre ile yapılan çalışmalarda klinoklor türüde saptanmıştır.

**Serizit** : Yaygın olarak her fasiyeste çok küçük pulcuklar halinde gözlenir. Feldispatların ayrışma ürünü olarak gözlenirler.

**Epidot** : Yer yer görünürler, çok az ve küçük tanelidirler. Oldukça yüksek, belirgin röliyefi ve canlı polarizasyon renkleri ile dikkati çeker.

### 2.1.13. REJYONAL METAMORFİK KAYAÇLARIN METAMORFİZMA DERECELERİ

**Rejyonel metamorfik kayaçlarımızın oluşum koşulları ile 1s1 ve basınç ortamları içerdikleri minerallere bağlı olarak değerlendirilmiştir.**



Şekil- 4 Pelitik kökenli kayalarda metamorfik reaksiyonlar (Winkler'den 1974).

Çalışmalarımızın sonucunda saptadığımız mineral parajenezlerle rine ve bazı metamorfik minerallere bağlı olarak metamorfizmanı şiddetli, ısı ve basınç koşullarının alt ve üst sınırları belirlenmiştir.

Genel olarak pelitik kökenli olduklarını saptadığımız (bölüm 5.8) metamorfitlerimiz ... şekil- 4 yardımıyla irdelenmiştir. Ancak pelitik köken içinde yer yer bazik ve karbonatlı kayaçlar bulunmaktadır. Bunlarda skapolitlerin oluşumu, amfibolitli seviyelerin bulunuşu ile belirlenirler.

Çalışma bölgemizde bulunan dravit minerali metamorfik kayaçlarda bulunabilen bir turmalin çeşididir. Oluşumu metazomatik koşullara bağlıdır. (Deer Howie, Zussman 1967). Metamorfizma şiddetini belirliyeabilen bir mineral olarak ele alınmamıştır.

Skapolit karbonatlı ve silis kökenli kayaçlardan türeyen rejonel metamorfik bir mineral olarak ortaya çıkar. Bu mineral genel olarak biyotit, muskovit ve plajiyoklazla birlikte görülür. Orta ve yüksek derecede bir metamorfizmaya işaret eder. (Winkler 1974).

Sillimanit ise orta derecede metamorfizma koşullarında pelitik kökenli kayaçlarda çoğunlukla görülebilen bir mineraldir. Yüksek ısı ve basınç koşullarına kadar varlığını devam ettirir.

Pelitik kökenli kayaçlarda orta derecede ısı ve basınç koşullarında görülebilen ve metamorfizma şiddetini belirliyeabilen tipik mineral stavrolite bölgemizde rastlanmamıştır. Ancak bu mineral bir çok koşullarda yerini diğer minerallere terkedeabilmektedir.

Stavrolit+muskovit+kuvars =  $Al_2SiO_5$ +biyotit+ $H_2O$ .  
Eğer basınç biraz daha artarsa:

Stavrolit+muskovit+kuvars =  $Al_2SiO_5$ +almandin+biyotit+ $H_2O$  olmaktadır (Winkler 1974).

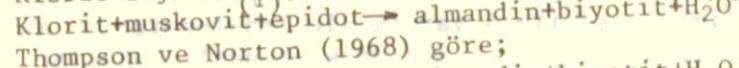
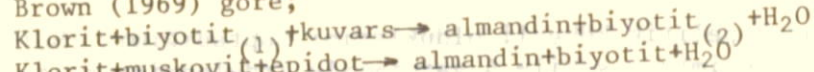
Görüldüğü gibi stavrolit yerini biyotit, almandin ve  $Al_2SiO_5$ 'e terketedir.

Bölgemizde en düşük metamorfizma geçiren kayaçlarımız muskovit şist fasiyesi altında belirlenmiştir. Bu fasiyeste belirlediğimiz parajenezlerde muskovit-kuvars-albit (% 8 An) beraberliği izlenmiştir. Bu beraberlik ve plajiyoklazların % 8 anortit içermeleri bize yeşil şist fasiyesi ile amfibolit fasiyesi arasındaki geçişi göstermektedir (Winkler 1974).

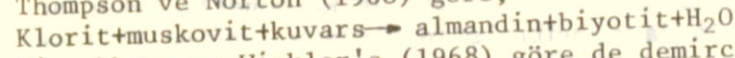


Almandin-biyotit beraberliği ise bölgemizdeki metamorfizmanın üst sınırını belirlemektedir. Ancak almandin-biyotit beraberliği değişik parajenez koşullarında oluşabilmektedir.

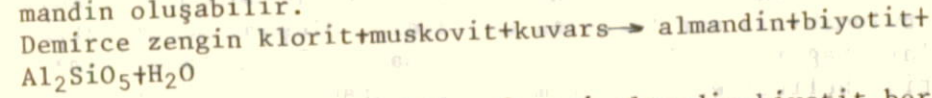
Brown (1969) göre;



Thompson ve Norton (1968) göre;



Hirschberg ve Winkler'e (1968) göre de demirce zengin kloritlerde  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{2+} + \text{Mg}$  8/10 ve yalnız 0,1 %  $\text{MnO}$  içerenlerinde almandin oluşabilir.



Bu reaksiyonun oluşabilmesi yani almandin-biyotit beraberliğinin görülebilmesi 4 kb ve  $500^\circ\text{C}$  ile 5 kb ve  $600^\circ\text{C}$  aralarında gerçekleşebilir. Bu durumun pelitik kökenli kayalarda orta derecedeki metamorfizmaya tekabül eder (Winkler 1974).

Pelitik kökenli kayalarda almandin düşük ısı ve basınç koşullarında görülmeye başlar, yüksek ısı ve basınç koşullarında da varlığını korur. Ancak yüksek ısı ve basınçta almandin kordiyerit ve kyanitle beraberdir. Bu tür bir parajenez bölgemizde saptanmamıştır, bu nedenle yüksek ısı ve basınç koşullarına kadar ulaşan bir metamorfizma gözlenmemiştir.

Ayrıca plajiyoklazlarda yaptığımız ölçülerde de anortit yüzdelерinin % 8-27 arasında değiştiği görülmüştür. Anortit yüzdelерinin değişimide güneybatıdan kuzeydoğuya doğrudur. % 8 anortit içeren kayalar muskovit şistlerdir, % 27 anortit içeren plajiyoklazlar ise almandin-biyotit zonundadır.

Bütün bu verilere göre metamorfitlerimizin şekil- 4'e göre 2 nolu doğru ile 8 nolu doğrular arasında ve en fazla 5 kb basınca kadar yükselebildiğini söyleyebiliriz. Bu da bize orta derecede bir metamorfizmayı işaret etmektedir. Genel anlamıyla tipik bir amfibolit fasiyesini simgelemektedir.

## 2.2. ULTRAMAFİTLER

Akdağmadeni'nde çalışma alanımız içinde sadece bir yerde görülmüştür. Yozgat-Sivas devlet karayolu ile Akdağmadeni'ne sapan yolun birleştiği yerin hemen kuzeyinde küçük bir bölgedir. Jeoloji haritasında da abartılarak gösterilmiştir.

Ultramafitlerin yapılan gözlemler sonucu metamorfizmaları kestiği saptanmıştır. Bölgenin hemen kuzeyinde geniş bir yayılım gösteren Kretase yaşlı ofiyolitlerle ilişkili ve aynı kökenli olduğu sanılmaktadır. Tatar (1977) Akdağmadeni'nin doğusunda Yıldızeli ve çevresinde yaptığı çalışmalarda ofiyolitlerin yaşının Üst Kretase'den daha eski olduğunu belirtmektedirler.

Egemen renk yeşildir, ancak siyah ve gri renkli kısımlarda vardır. Bol çatlaklı ve damarlıdır, yer yer çatlakların boşluklarına kalsit yerleşmiştir.

Mikroskop ile yapılan çalışmalar sonucu şu mineraller saptanmıştır:

**Olivin** : Çok bol ve parçalanmıştır, küçük küçük kırıntılar şeklindedir, dilinimsizdir. Canlı yeşil, kırmızı polarizasyon renkleri gösterir. Optik eksene dik kesitlerde 2V açısı 80 civarında ve pozitif olarak bulunmuş, forsterit olduğu saptanmıştır.

**Hipersten** : Genellikle gri polarizasyon rengiyle görülür. Kasitlerde iri boyutludurlar ve dik sönme gösterirler. Tek yönde mükemmel dilinimleri ve yer yer ikiz gösterenleri vardır.

**Serpantin** : Çok bol olarak görülmektedir. İnce kesitlerde yaklaşık % 70 oranında bulunurlar. D.T.A. ve X-Ray difraktometre ile lizardit-krizotil türü serpantin mineralleri oldukları saptanmıştır.

**Klorit** : Bozuşma ürünü olarak ortaya çıkar. Açık yeşil renktedir. Çok hafif bir pleokroizma gösterir. Çok dağınık olarak her yerde bulunur.

**İddingsit** : Olivinlerin çevresinde sarı-kahverengi olarak onları sarmış olarak bulunur.

**Kalsit** : Damarcıklar halinde görülür, ikincil bir mineraldir.

Mikroskopik araştırma sonucu saptanan minerallere göre kayacın HARZBURJİT olduğu saptanmıştır.

Serpantin minerallerinin mikroskop altındaki incelemeleri tümüyle sağlıklı bir sonuca ulaşamaz. Zira kayacı oluşturan minerallerin çoğu özellikle serpantin mineralleri birbirlerine çok yakın kristallografik özellikler gösterirler. Bu nedenle mikroskopik incelemelerle yetinilmemiş, D.T.A., D.D.T.A. ve X-Ray difraktometre yöntemleri ile araştırılmıştır.

### 2.2.1. SERPANTİN MİNERALLERİNİN DİFERANSİYEL TERMAL ANALİZLERİ

Serpantinler için üç ayrı örnek üzerinde D.T.A. ve D.D.T.A. analizleri yapılmış ve değerlendirilmiştir (Şekil- 5,6,7).

D.T.A. analizlerinin büyük yararlılığı Lizardit-Krizotil ikilisini Antigoritten kolayca ayırdedebilmesidir. Lizardit ve krizotilin endotermik pikleri  $637^{\circ}\text{C}$ - $715^{\circ}\text{C}$  arasında olmaktadır.

Yapılan D.T.A. ve D.D.T.A. analizleri aynı örnekler için uygulanmıştır. D.D.T.A. analizlerinden amaç endotermik ve ekzotermik pikleri daha detaylı ve keskin sınırlar içinde belirgin olarak gözlemek, daha kesin yargıya varmak olmuştur. D.T.A. ve D.D.T.A. analizleri süresince alet üzerinde uyarılan parametreler diyagramlar üzerinde gösterilmiştir (Şekil- 5,6,7).

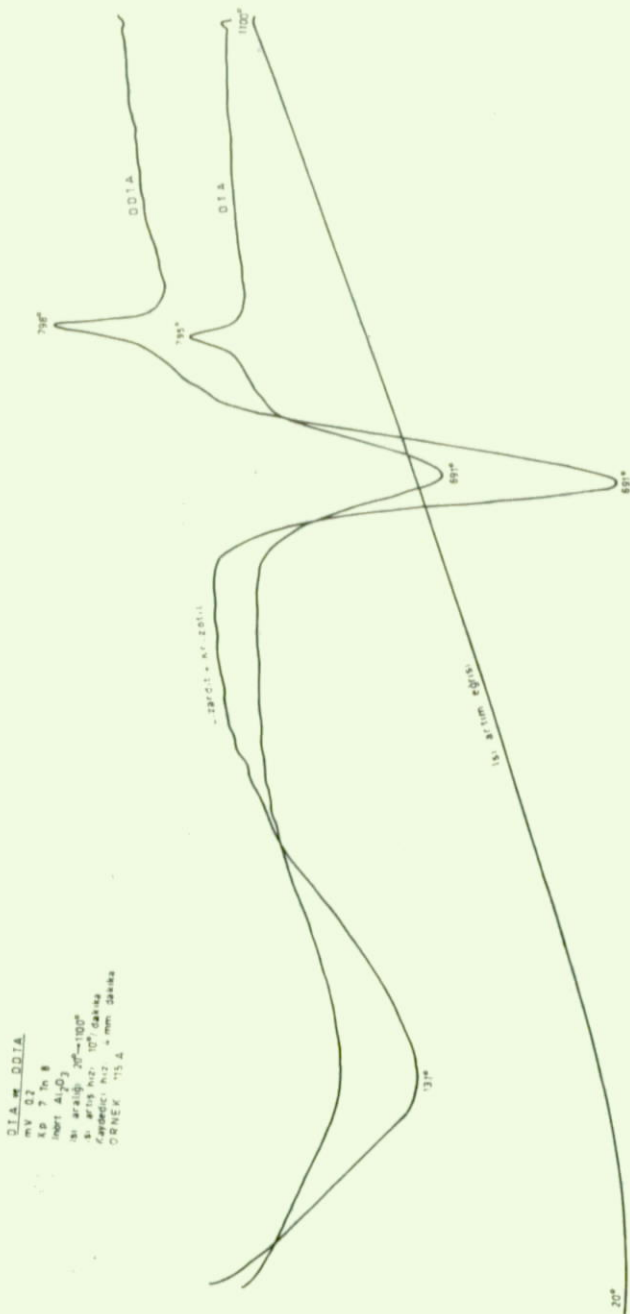
Faust ve Fahey (1962) 32 diyagram için ortalama  $693^{\circ}\text{C}$  bulmuşlardır. Aslaner (1973) 48 diyagram için ortalama  $691^{\circ}\text{C}$  bulmuştur. Tarafımdan yapılan D.T.A. ve D.D.T.A. analizlerinde endotermik pikler ortalama  $693^{\circ}\text{C}$  olarak bulunmuştur. Antigoritte ise endotermik pik  $790^{\circ}\text{C}$ - $802^{\circ}\text{C}$  arasındadır.

Diyagramlarımızda ortalama olarak ekzotermik pikler  $795^{\circ}\text{C}$  olarak bulunmuştur. Bu duruma göre endotermik piklerimiz ile ekzotermik piklerimizin arasında  $102^{\circ}\text{C}$  bir fark vardır. Aslaner (1973) ekzotermik pikleri ortalama  $802^{\circ}\text{C}$  bulmuştur. Buna göre de endotermik ve ekzotermik pikler arasında  $111^{\circ}\text{C}$  fark vardır. Şimdiye kadar yapılan pek çok çalışmalar süresince Lizardit-Krizotil ikilisinin endotermik pikleri ile ekzotermik pikleri arasında  $83^{\circ}\text{C}$ - $145^{\circ}\text{C}$  fark saptanmıştır. Eğer örnek antigorit içerirse o zaman bu fark  $38^{\circ}\text{C}$ - $72^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar inebilir.

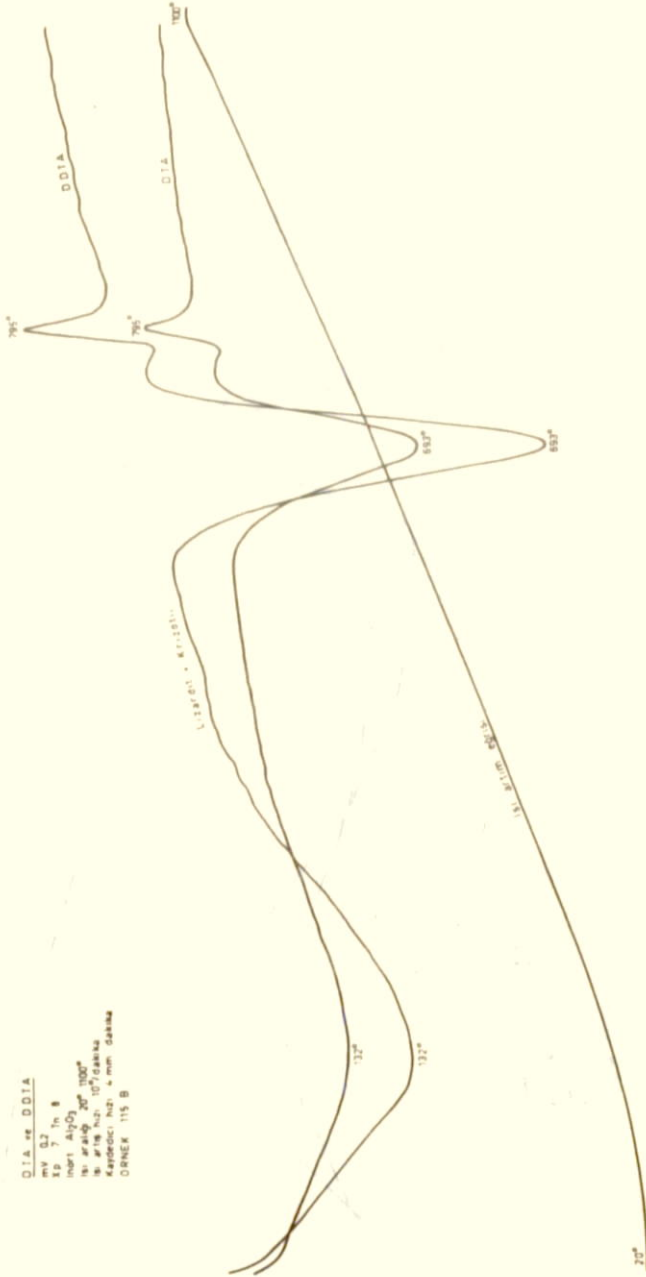
Bütün bunların sonucunda örneklerimizin antigorit içermediği Lizardit-Krizotil olduğu kesin olarak saptanmıştır.

Diyagramlarda  $125^{\circ}\text{C}$ - $150^{\circ}\text{C}$  arasında görülen küçük endotermik pikler örneklerce absorbe edilmiş olan suyunun varlığından dolayıdır.



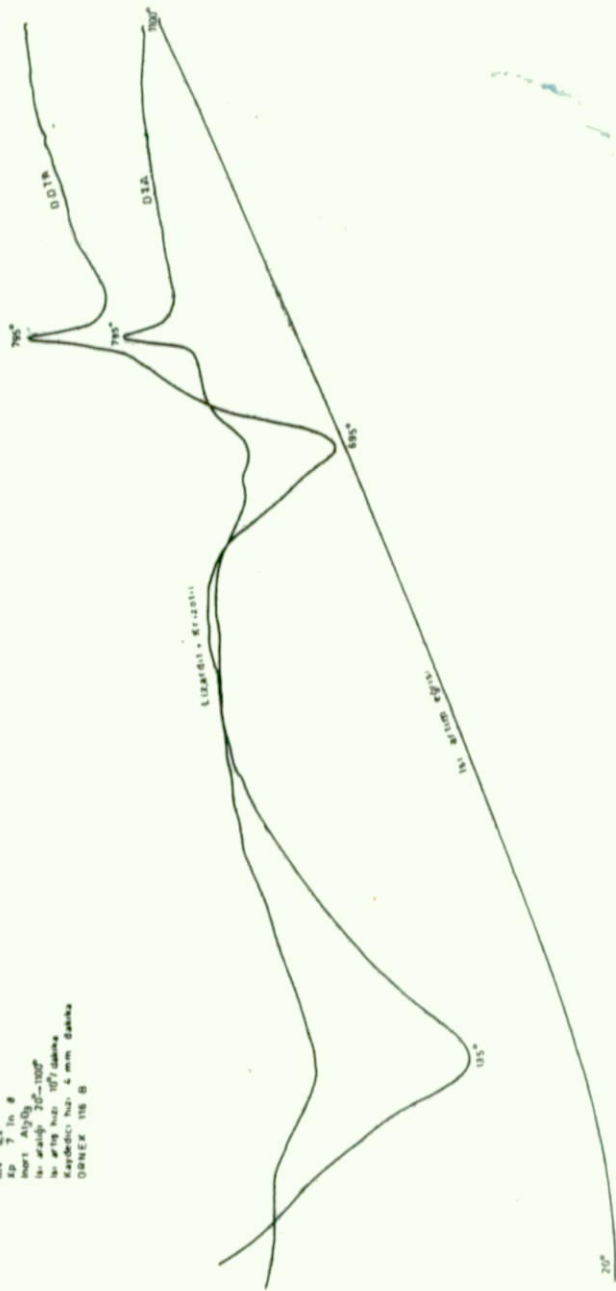


Şekil- 5 Serpantinleşmiş Harzburjitten elde edilen D.T.A. ve D.D.T.A. diyagramları



Şekil- 6 Serpantinleşmiş harzburjitten elde edilen D.T.A. ve D.D.T.A. diyagramları

DIA ve D.DIA  
mV 0,2  
sp 7 in 4  
hori 1000  
h v 2000  
Kardiyak No: 4 mm dakka  
DENEK 118 B



Şekil- 7 Serpantinleşmiş harzburjitten elde edilen D.T.A. ve D.D.T.A. diyagramları



## RANİT

dağmadeni'nde çalışma alanımızın ortalarında Karapir köyü Ortaköy çevresinde olmak üzere iki yerde görülür. Ancak iki kütlesi de birbirine çok benzer. Ayrıca aralarındaki uzaklık 2 Km. kadardır ve altta her ikisinin birleştiği kuşkuyla şüphesiz, aslında iki kütle tek bir granite aittir.

Granitin sokulunun yaşı ile ilgili olarak kesin birşey söylenemez. Ancak Eosenin taban konglomerası içinde bulunmasının bulunuşu bize Eosenden daha yaşlı olduğunu belirler. Üst Kretase ile Eosen arasında ve Laramiyen fazına bağlı olarak gösterilmiştir (Tatar 1977). Ketin (1956) Yozgat çevresindeki plütonik kayaların yaşını yine aynı şekilde Üst Kretase ile Lütésiyen ile göstermiştir.

Eosenden daha yaşlı olan granitimiz metamorfizmlerin içine girmiş olduğundan onlardan da kesinlikle daha gençtir.

Ortaköy metamorfik kayaçlarımızı oluşturan, cevherleşmeyi gösteren ve bunların oluşumunda fiziksel, kimyasal katkılarda bulunan plütonik kütlelerimiz esas olarak MONZOGRANİT karakterindedir.

Ortaköy taneli olarak ortadan kenara doğru incelersek büyük farklılıklar görememekteyiz. Örneğin içten dışa mineralojik yönden büyük değişiklikler yoktur. Karapir köyü çevresindeki granitimiz kuzey kenarı ince tanelidir, mikrogranit ve yer yer granit görünüşündedir. Aynı durum çok az olarak kütlenin güney kenarında da vardır. Ortaköy civarındaki granit kütlesi biraz daha iri kristalli, özellikle ortoklasların büyüklüğüyle dikkati çeker. Diğerine nazaran kuvars yönünden de zengindir.

Ortaköy dağmadeni granitinde kuvars, plajiyoklaz, ortoklas, mikroklin, biyotit, muskovit, horblend gibi kayacı oluşturan minerallerle birlikte sfen, apatit gibi tali mineraller bulunur. Epidot, klorit, kalsit, serizit ise ikincil mineral olarak ortaya çıkar.

Mikroskopik gözlemler sonucu graniti oluşturan minerallerin özellikleri aşağıda belirlenmiştir:

Kuvars : Granitin egemen mineralidir. Çoğunlukla ksenomorf olarak görülür, her yerde iri taneli olduğu saptanmıştır. Zaman zaman dalgalı sönme gösterenleri ve enklüzyonlar içerenleri gözlenmiştir.

Ortoklas : Ara sıra pertitik doku gösteren bu alkali feldspat türü plajiyoklazlara göre daha boldur. Büyüklükleri 2 cm.'ye kadar ulaşabilmektedir ve bundan dolayı kayaca yer yer porfiroidal doku kazandırmaktadır. Ortaköy yakınlarında daha çok gözlenebilen iri taneleri önce oluşan plajiyoklazları da zaman zaman içerebilmektedir. Bu durum ortoklasların daha genç olduğunu ortaya koymaktadır.

Bazı kesitlerde serizitleştiği ve kaolinleştiği görülür. Ortoklaslarda yer yer apatit enklüzyonları da gözlenir.

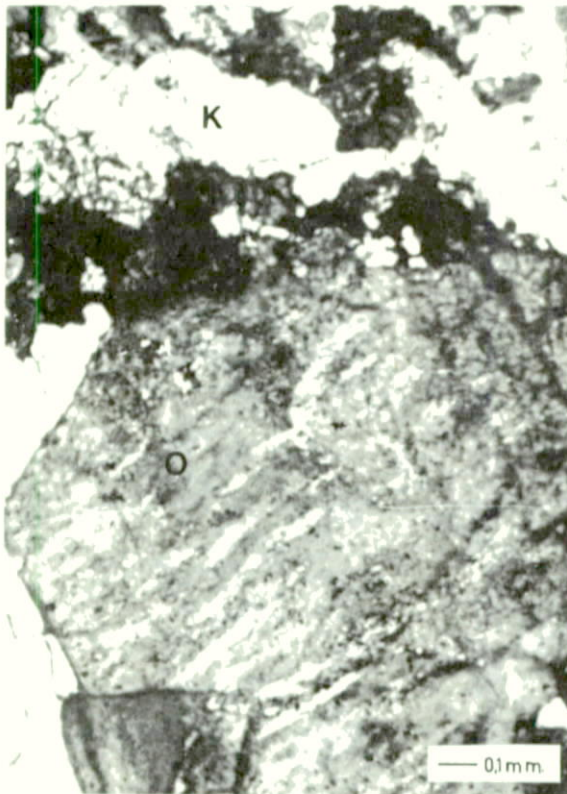


Foto- 8 Granit. Ortoklas (iri, otomorf, pertitik), kuvars (k) serizit. Çapraz nikol X 56

Oligoklas : K'lı feldspatlara oranla daha az bulunan bir feldspattır. Polisentetik albit ikizlerinin yanı sıra Karlsbat ikizleri ve zonlu yapı gösterenleride oldukça boldur. Çoğunlukla orta tane büyüklüğünde ksenomorf, yer yer subtomorf şekillerde olup K'lı feldspatlar gibi porfiroidal görünüm oluşturmazlar. Birçok kesitte yapılan ölçümler sonucu % 20-24 anortit içeren oligoklas olduğu saptanmıştır. Anortit yüzdesinin arttığına saptanıldığı mermer kontakları çevresindeki granitlerde bu olayın metazomatik olduğu düşünülmüştür. Mermerlerden metazomatoz yoluyla bir miktar kalsiyum aldığı sanılmaktadır. Ayrıca buralarda görülen epidotlarda buna işaret etmektedir. Serizitleşme her yerde, kalsitleşme ve epidotlaşma ise kontak zonlarına yakın yerlerde çoğunlukla görülebilmektedir.

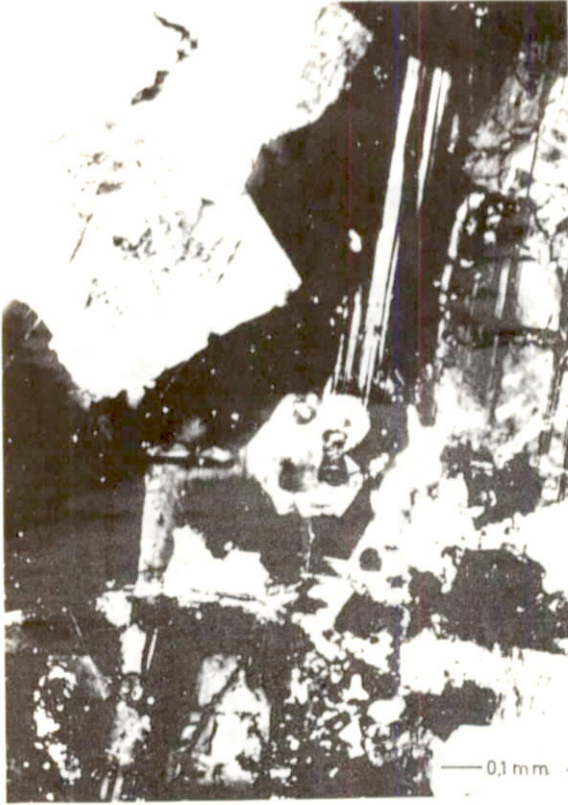


Foto- 9 Granit. Kuvars enklüzyonları içeren serizitleşmiş oligoklas. Çapraz nikol X 56



Mikroklin : Karakteristik kafes yapısı ile kendini göstermektedir. Küçük ksenomorf taneler halinde çok az olarak görülmüştür.

Mirmekit : Az da olsa bazı plajiyoklazların alkali feldspatlarla temas ettikleri yerlerde plajiyoklazlar aleyhine gelişmiş mirmekitler görülür. Çok farklı boyutlarda olabilmektedirler. Oluşumları ile ilgili olarak bazı araştırmacılar çeşitli yorumlar getirmiştir. Çok eskiden mirmekitlerin oluşumu potasyumlu feldspatların plajiyoklazlarca ornatılması sırasında açığa çıkan  $SiO_2$ 'ye bağlanmıştır. Sederholm'a (1916) göre ise kimyasal bileşim yönünden farklı iki katı faz arasında (plajiyoklaz-alkali feldspatlar) yar alan sinantetik (synantetic) olarak belirttiği reaksiyonun sonucudur. Birçok araştırmacılar da mirmekiti tümüyle  $SiO_2$  metazomatizmasına bağlamışlardır.

Akdağmadeni granitlerindeki mirmekitlerin oluşumu genç  $K'$  lı feldspatlara, dolayısıyla K ve  $SiO_2$  gelişimlerine bağlı olarak görülmektedir.

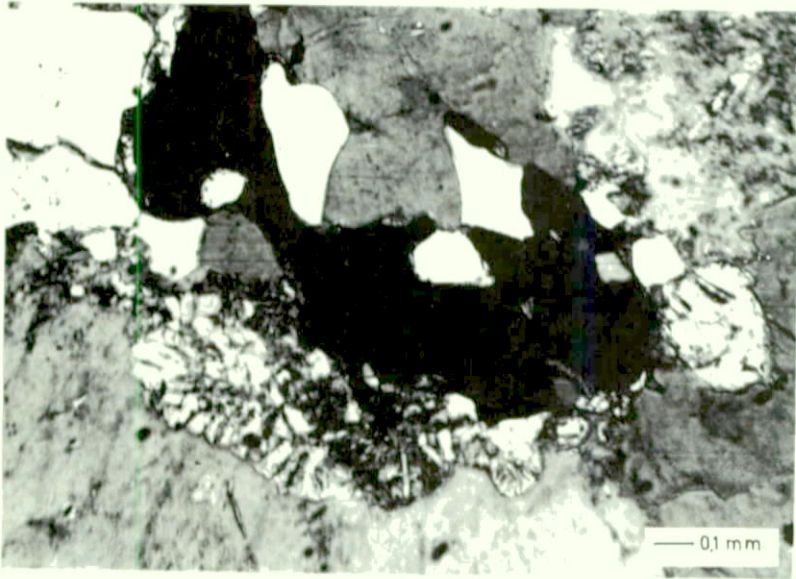


Foto- 10 Granit. Oligoklas ile potasyumlu feldspat dokanağında gelişmiş mirmekit. Çapraz nikol X 56

**Biyotit** : Granitin önemli ferro-magnezyen minerallerinden birisidir. Farklı boylarda ve yaygın olarak görülür. Yer yer kloritleşme de gösterir.

**Hornblend** : Biyotite oranla daha az gözlenen bir mineraldir. Yeşil renklidirler, çoğunlukla ksenomorfturlar. Ancak yer yer iki yönde dilinimleri ile otomorf ve subtomorf şekillerde olanlarını gözlemek olasıdır. Kloritleşme gösterenleri izlenmiştir.

**Muskovit** : Biyotite oranla daha azdır. Çoğunlukla granitin kenar kısımlarında daha boldur. Muskovitin granitlerde oluşumu bazı koşullara bağlıdır. Kayaçta muskovitin varlığı peralümin  $Al_2O_3 > (CaO-Na_2O-K_2O)$  özelliği gerektirmektedir. Bu özellik granitimize uymaktadır.

Muskovitin oluşumu 2 kb,  $pH_2O$  dolaylarındaki basınç koşullarında gerçekleşir. (Evans 1965). Eğer silis oranı normalin üzerinde ise daha yüksek bir basınç (3,5 kb dolaylarında) olmalıdır.

**Sfen** : Granit içinde her yerde görülen tali bir mineraldir. Bu nedenle kayacı oluşturan ana minerallerle beraber yorumlanması, değerlendirilmesi gerekir. Her zaman otomorf ve subtomorf olarak gözlenirler.

**Apatit** : Feldspatların içinde enklüzyonlar halinde, iğnemi prizmalar şeklinde görülür. Çok az kesitte rastlanmıştır.

Bunların dışında ikincil mineraller olarak serizit, klorit, kalsit ve epidot görülmektedir.

## 2.4. SKARN

### 2.4.1. GENEL TANIMLAMA

Modern anlamda skarn terimi sokulum-kayaçları ile temas eden veya onlara yakın karbonatlı kayaçlar arasında yer alan, asit bileşimli plütoniklerin geliştirdikleri reaksiyonlar sonucu oluşan cevherli, metasomatik kalsilikatlar için kullanılmaktadır. Daha değişik bir şekilde belirtirsek skarn terimi kontak tepkimeleri ile gelişen magnezyum-kalsiyum-demirli silikatlar için kullanılmalıdır, ancak bu silikatların metozomatik bir oluşum göstermeleri ve cevherli olmaları önemlidir.

Skarnların oluşumu ile ilgili olarak günümüze kadar değişik görüşler savunulmuştur. Birbiri ile çelişkili olan bu görüşleri şöyle sıralayabiliriz; a) hidrokimyasal, b) magmatik, c) metamorfik, d) metazomatik (Zharikov 1970). Bunlardan metazomatik yolla oluşumun önemini ve geçerliliğini Goldschmidt (1958) yaptığı araştırmalar sonucu kesin olarak ortaya koymuştur. Diğer düşünceler bugün için önemlerini iyice yitirmiştir.

Daha sonraları bu yönde önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Bunların sonucu:

- 1- Skarnların içindeki cevherleşmenin skarn oluşumunu izlediği ve skarn oluşumlarının birden fazla aşamada geliştiği,
- 2- Skarnların içinde bazı zonlanmaların olduğu, skarn mineralleri ile cevherleşme arasında bir takım ilişkilerin varlığı,
- 3- Postmagmatik bir oluşuma sahip buldukları ve sadece karbonatlı kayalarla değil alümino-silikatlarda da gelişebildiği açığa çıkarılmıştır.

Metazomatik olayların gelişmesinde metazomatik taşınma önemlidir. Bu da karbonatlı kütlelerden alümino-silikatlara doğru Ca, alümino-silikatlardan karbonatlı kütlelere Si ve Al'nin göçü ile gerçekleşir. Bu elementlerin göçü ise tamamen kimyasal yapıları ve denge durumları ile ilgilidir. Skarnların oluşumu ve onu izliyen cevherleşmenin oluşumunda postmagmatik akışkanların asit bileşimli olmaları kesin olarak vurgulanmaktadır.

Skarnlar çoğunlukla oluştukları jeolojik ortamın özelliklerine bağımlı olarak birbirinden değişik mineral toplulukları oluştururlar. Skarnların oluşumuna kaynak olabilen magmatik kütleleri sıralamak istersek, bunların granit, granodiyorit, kuvars diyorit, monzonit, kuvars monzonit, siyenit türü kayalar olduğunu görürüz.

Skarnlar karbonatlı kayaların kimyasal bileşimlerine bağımlı olarak kalsiyum-magnezyum veya kalsiyumlu skarnlar türünde olurlar. Kalsiyum-magnezyumlu skarnların mineral parajenezleri kendine özgü bir durum gösterirler. Cevherleşme yönünden de demir dışında önem kazanmazlar.



Kalsiyumlu skarnlar ise kalsiyumun egemen olduğu kireçtaşları ile onları kesen sokulum kayaçlarının dokanaklarında oluşurlar. Bunlar bilinen skarn türü cevherlerin her türünü kapsarlar. Akdağmadeni'de bu gruba girmektedir.

#### 2.4.2. SKARN ZONLARININ GENEL KONUMU

Akdağmadeni'nde Karapir ve Ortaköy köyleri etrafında bulunan her iki granitin çevresinde ve önemli olarak bu iki granit kütesinin arasında yer alır.

Mermerler içinde onların aleyhine büyümüş olarak, yer yer tabaka düzlemlerine paralel olarak veya diğer metamorfik kayaçların aleyhine özellikle arakatlı olarak bulunan mermer bantlarını tercih ederek yerleştikleri gözlenmektedir. Bunların dışında 25-30 cm.'ye ulaşan damarcıklar şeklinde de görülürler.

Skarn olarak adlandırdığımız bu kayaçların sadece ısıya dayalı termal metamorfizma ile oluşamayacağı bunun için gerekli gaz ve sıvıların rol aldığı metazomatozun gerekli olduğu kesin olarak belirlidir. Metazomatik olayları geliştiren sıvı ve gazların kaynaktan yan kayaca doğru geçişi, bu geçişi sağlayabilecek zayıf zonları izleyerek olacaktır. Bunun sonucunda kaynak bölgelerinde ve buna yakın bölgelerde oldukça geniş, kaynaktan uzaklaştıkça daha dar bir alanın skarnlaşacağı bellidir. Akdağmadeni'nde yapılan gözlem ve çalışmalarda da aynı uyum görülmektedir. Skarnlar granitin hemen kantağından başlayıp yan kayacın iç kısımlarına doğru gelişmiştir. Sınırlar bazen net, belirgin olmasına karşın çoğunlukla geçişlidirler, kesin sınırları belirlemek olanaksızdır.

Skarnlarla ilgili sorunları daha iyi yorumlamak için plütonik kütle ile yan kayacın metazomatozdan önceki sınırlarını bilmek çok istenilen bir durumdur. Bu nedenle skarnların karbonatlı kayaçlar tarafında gelişmelerine Ekzoskarn, magmatik kütle tarafında gelişmelerine Endoskarn denilmektedir. Akdağmadeni skarnları tamamen Ekzoskarn olarak adlandırılabilir. Granit kütesi içinde gelişmiş olan herhangi bir Endoskarn zonuna rastlanmamıştır.

### 2.4.3. SKARNLARIN PETROGRAFI

Dokuları ve renkleri ile kolaylıkla gnays karakterindeki metamorfizmlerden, mermerlerden ve granitten ayrılmaktadır. En geniş yayılım gösterdiği alan iki granit kütesinin arasındaki bölgededir. Sürekli olarak mermerlerin ve gnaysların içine doğru gelişmişlerdir. Genel olarak egemen renk yeşil ve yeşilin tonlarıdır.

Ekzoskarn olarak tanımladığımız Akdağmadeni skarnlarını oluşturan ana mineraller diyopsit-hedenberjit, grossüler-andradit, epidot, kuvars ve kalsittir. Bunlarla birlikte sık sık ortoklas, plajiyoklaz, sfen, serizit, klorit gözlenebilir. Cevher mineralleri olarak başlıca çinkoblend, galen, kalkopirit, pirit, pirotin, manyetit, hematit, tetraedrit ve bunlara eşlik eder durumda fluorit (mor ve beyaz), siderit, barit izlenmiştir.

Skarnları oluşturan ana minerallerin granitten yan kayaca doğru aralarında düzenli bir değişimin oluşu saptanmıştır. Gerçekte kalınlıkları çok farklı da olsa görülen farklı zonlar sırasıyla şöyledir:

Granit kütesi — Granat zonu — Granat+Klinopiroksen+Epidot — Klinopiroksen+Epidot — Epidot+Kalsit — Yan kayaç (Mermer, Gnays).

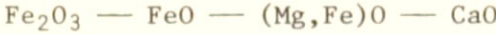
Sırasıyla belirlenen bu zonlarda isimlendirme egemen olan minerale göre yapılmıştır. Bu güne değin yapılan çalışmalar göstermiştir ki skarnları oluşturan minerallerin skarn içindeki oranları sokulum yapan kayaçtan karbonatlı kayaçlara doğru önemli ve sistematik değişimler göstermektedirler. Bu değişimler metazomatoz olayının doğal sonucudur. Ekzoskarnlarda zonlanmaların oluşumu hem difüzyon hem de infiltrasyon ile açıklanabilmektedir.

Akdağmadeni'nde daha öncede belirttiğimiz zonlanmayı sadece difüzyonla açıklamak oldukça güçtür. Çünkü geniş bir yayılım, özellikle iki granit arasında 1 Km.'den daha geniş bir alana yayılmış olarak görülürler. Böyle geniş yayılım gösteren bir zonlanmayı difüzyon modelleri ile açıklamak oldukça zordur. Doğa koşullarının olayı çözmek için örnek olarak sunulan modellerden çok daha karmaşık olması zonlanmayı oluşturan ana nedenin sadece kimyasal potansiyelin harekete geçirdiği unsur



sıralanması değil, zonlanmayı oluşturan sıvı ve gazların karbonatlı yan kayaçlara doğru geçirdiği önemli pH değişimleri ile de ilgili olduğu düşüncesindeyiz. pH değişimleri veya aynı pH ortamında unsurların farklı çözünürlükleri unsurları zonlanma oluşturacak şekilde göç ettirdiği kanısındayız.

Skarn minerallerinin bir diğerinin yerini almasında plütonik kütlede karbonatlı kayaçlara doğru bazikliğin artması ile:



ağırlıklı dizilimin pH değişimine bağlı olarak geliştiği belirgindir. Ayrıca skarn oluşumundaki zonlanmada buna uymaktadır. Bu durum Akdağmadeni skarnlarımıza da tamamen uygun düşmektedir.

Mikroskobik incelemelerle skarnları oluşturan mineraller saptanmış ve oluşum sıralarına göre aşağıda belirlenmişlerdir:

**Granatlar :** Akdağmadeni'nde en sık rastlanan minerallerden bir tanesidir. Skarn içindeki oranı granite yakın bölgelerde kesin bir artış gösterir ve mono mineral olarak nitelendirilebilecek zon oluşturur. Bu durumun Çiçekli maden ocağı çevresinde farklıdır, mermerlerin içinde yeşil rengeyle çok bol andradit bulunur.

Akdağmadeni granatları ksenomorftan otomorfa kadar değişen farklı şekillerde bulunurlar. Renkleri yeşil ve kahverengidir. Zonlu yapı gösterenleri çok boldur ve iri tanelidirler(Foto-12). Genel olarak boyutları 2 mm. ile 2 cm. arasında değişmektedir.

Çoğu granat kuvvetli optik anomali göstermektedir, özellikle zonlu yapı gösterenlerde bu çok bariz olarak dikkatimizi çeker. Ayrıca bazı zonlu granatların merkezi kısımları tam bir anizotropi göstermiştir. Yapılan mikroskopik araştırmalar sonucu granatların merkezini Viluit mineralinin oluştuğu saptanmıştır (Foto- 11). Yapılan mikroprob analiz sonuçlarında bunu doğrulamaktadır.

Akdağmadeni granatlarının kesin kimyasal bileşimlerini saptamak ve dolayısıyla bunları oluşturan çözeltilerin nitelikleri ile ilgili etraflıca bilgi edinebilmek için elektron mikroprob analizleri yapılmıştır. Tek tek olmak üzere granat minerallerinden hem iç hem de kenarlarından olmak üzere noktasal ikişer analiz tamamlanmıştır. (Çizelge 1,2).

X-Ray difraktometre ile yapılan analizler sonucunda da granat mineralleri olarak Andradit ve Grossüler saptanmıştır.



ÖRNEK No: Element	225.A (iç)	225.A (dış)	GM-1 (iç)	GM-1 (dış)	225.A.1 (iç)	225.A.1 (dış)	Kuyu (iç)	Kuyu (dış)
MnO	0,951	0,571	0,848	0,466	0,971	0,556	1.178	0,842
FeO (Toplam)	14.394	28.379	16.310	27.432	11.977	25.630	16.394	26.544
CaO	34.280	33.483	35.128	33.550	35.730	34.102	34.115	33.075
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.082	0,139	9,190	0,142	12.766	2,058	10.160	1.150
SiO <sub>2</sub>	36.718	35.114	36.177	34.924	36.401	35.592	36.860	35.779
TiO <sub>2</sub>	-	-	0,465	-	0,496	-	-	-
TOPLAM	99.425	97.686	98.118	96.514	98.341	97.938	98.707	97.390

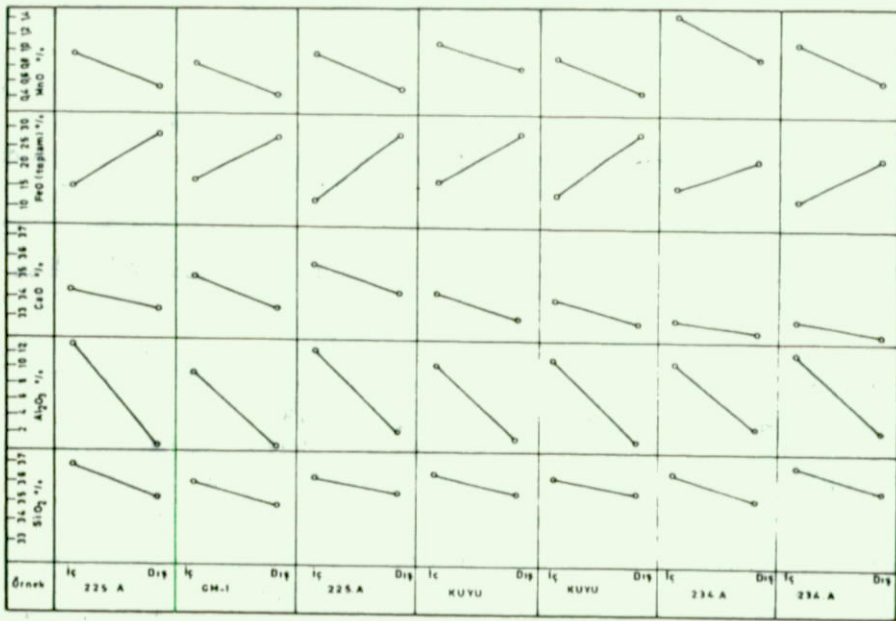
Çizelge- 1 Akdağmadeni skarn zonu granatlarının elektron mikroprob analiz sonuçları

ÖRNEK No: Element	KUYU.1 (iç)	KUYU.1 (dış)	234.A (iç)	234.A (dış)	234.A.1 (iç)	234.A.1 (dış)
MnO	0,976	0,421	1,488	1,013	1,158	0,713
FeO (Toplam)	14,836	26,528	15,567	23,859	13,367	23,874
CaO	34,237	33,038	33,086	31,936	32,268	30,912
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,168	1,065	11,289	2,439	12,456	2,355
SiO <sub>2</sub>	36,548	35,790	36,710	35,661	37,169	36,078
TiO <sub>2</sub>	-	-	-	-	-	-
TOPLAM	97,765	96,842	98,140	94,908	96,418	93,932

Çizelge- 2 Akdağmadeni skarn zonu granatlarının elektron mikroprob analiz sonuçları.

	<u>Kuyu.1</u>	<u>234.A</u>	<u>225.A</u>
Andradit	75.21	71.26	74.34
Grossuler	22.24	24.81	22.98
Spesartin	2.54	3.92	2.64

Çizelge- 3 Granatların 24 oksijen tabanına göre moleküler oranları (% olarak). Granatların iç ve dış zonlarındaki analizlerin ortalamaları alınarak hesaplanmıştır.



Şekil- 8 Granatlarda yapılan mikroprob analiz sonuçlarının iç-ten dışa değişimini gösterir diyagram

Elektron mikroprob analiz sonuçları ile granatların  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{FeO}$  (toplam) ve  $\text{MnO}$  yüzdeleri saptanmıştır. Ancak hemen dikkatimizi çeken önemli nokta her granat mineralinin merkezi kısmının analizi ile kenar kısımlarının analiz sonuçlarının farklı oluşudur.



MnO, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve SiO<sub>2</sub> miktarları içten dışa doğru azalırken FeO (toplam) ise tersine içten dışa doğru artmaktadır. En büyük değişiklik Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> için görülür, içten dışa çok büyük bir azalma vardır. Bunu ikinci olarak MnO izler. SiO<sub>2</sub> ve CaO değişimleri büyük oranlarda değildir.

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'ün büyük oranda azalmasına karşın aynı oranda FeO (toplam) artışı bize grossülerden andradite geçişi açıkça belirtmektedir. Biz burada şimdiye kadar yapılan çeşitli araştırmalarda MnO'nun değişimi üzerinde durulduğunu öncelikle belirtmek istiyoruz. Ancak kanımızca Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile FeO (toplam) arasında olması gereken ilişki tamamen fiziko-kimyasal faz dengeleri ile açıklığa kavuşturulabilir.

MnO'nun granatlardaki değişimi granatların oluşumuna açıklık getireceği için bunun üzerinde özenle durulmuştur. Bu konuda Miyashiro'nun (1973) görüşlerinden yararlanılmıştır. Yaptığı araştırmalar ve MnO sorununu çözebilecek diyagram ve formülleri verilmiştir.

#### 2.4.4. GRANATLARDA MnO İÇERİĞİNİN SÜREKLİ AZALMASI DURUMUNDA TAM BÖLÜNME MODELİ

Tek bir granat kristalindeki MnO yüzdesinin içten dışa doğru azalışı manganın ortamda en az ve en fazla bulunduğu iki limit için aşağıdaki modeller yardımıyla açıklanmaya çalışılmıştır. Hollister (1966) ve Atherton (1968) bazı zonlu granatlarda MnO yüzdesinin değişimini yarı kantitatif olarak birbirini tamamlayan aşağıdaki kabullerle açıklamaya çalışmışlardır.

a) Granat içine doğru hiçbir difüzyon yoktur. Sadece granat kristallerinin en dış bölümü çevre ile denge halindedir ve granat kristalize olur olmaz dış ortamla arasındaki alışveriş durur.

b) Çevredeki difüzyon granat kristallenmesinden sonra da devam etmektedir.

c) Granat kristalinin en dışındaki MnO miktarı ile ortamdaki MnO miktarı arasında sabit bir ilişki vardır (Buna kısaca bölünme faktöründe denilmektedir).

Bu kabullenmeler granatın büyümesi için tam bir bölünme modeli verir. Bu durumda MnO başlangıçta oluşan granatlar içinde yüksek oranda konsantre olmuş ve böylece difüzyon gösteren dış sistemin MnO yönünden fakirleşmesine neden olmuştur. Dolayısıyla daha sonra oluşan granatın dış zonları hızla MnO bakımından fakirleşmiştir.

Bu olayda aşağıdaki bağıntı geçerlidir;

$$x = SC(1-g)^{s-1} \quad (\text{Miyashiro ve Shido 1973})$$

Burada:

- x- Granatın en dış zonundaki MnO'nun ağırlık yüzdesi
- g- Kayacın bütün ferromagnezyen minerallerinin içinde önce kristalize olmuş granat minerallerinin ağırlık yüzdesi
- S- Granatın dış zonundaki MnO'nun yüzde ağırlığı birlikte bulunan ferromagnezyen minerallerdeki MnO'nun ortalama ağırlık yüzdesi. (Bölünme faktörü).
- C- Kayacın tüm ferromagnezyen minerallerindeki (granatlar dahil) MnO'nun ortalama ağırlık yüzdesi

Burada kayaç sözcüğünden granatın çevresindeki difüzyonun etkilediği hacim içerisinde bulunan malzemeler anlaşılmalıdır. Eğer S sabit ise, zonlu granat kristallerinde ortalama MnO içeriği (Xav) yukarıdaki denklemden hareket ederek saptanır.

$$X_{av} = \frac{C}{g} \{1-(1-g)^S\} = C \left\{ S - \frac{1}{2} g \left| \frac{S}{S-1} \right| - \dots \right\} \quad (\text{Miyashiro ve Shido 1973}).$$

Bu nedenle  $g \rightarrow 0$  iken  $X_{av} \rightarrow CS$  dir.  $S > 10$  için ise  $\{1-(1-g)^S\}$  nin değeri  $g > 0,2$  çevresinde 1'e yakındır. Böylece bu aralık için aşağıdaki yaklaşık bağıntı geçerlidir;

$$X_{av} = \frac{C}{g} \quad (\text{Miyashiro ve Shido 1973})$$

$X_{av}$ 'ın  $g$  ile değişimi şekil- 5'te gösterilmiştir. Granatın büyümesi S'nin sabit bir değer göstermesi halinde veya ortam sıcaklığının büyümesi ile değişen S değerleri ile olabilir.

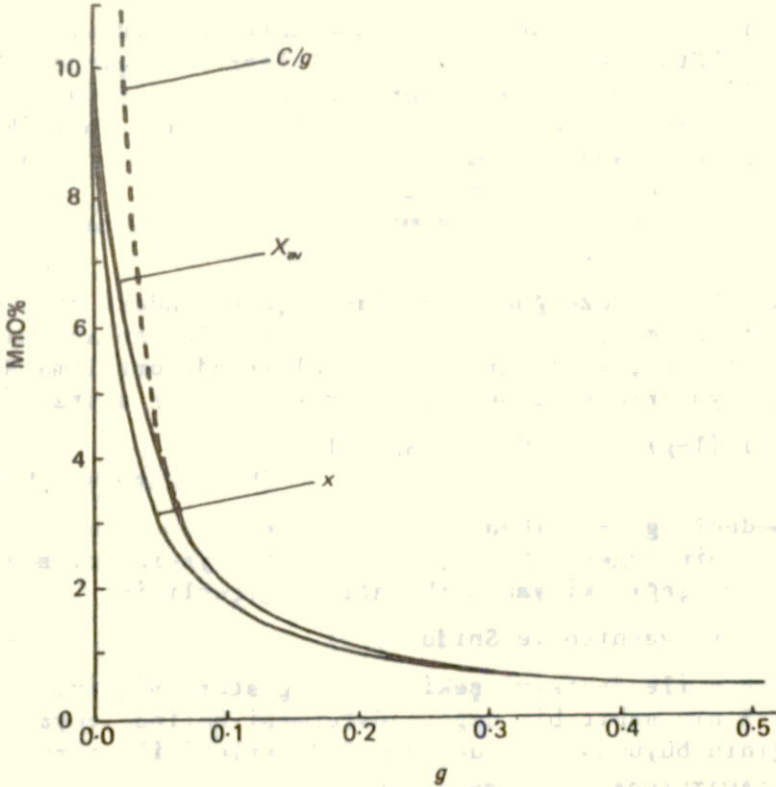
#### 2.4.5. GRANATLARDA MnO İÇERİĞİNİN SÖREKLİ AZALMASI DURUMUNDA TAM DENGE MODELİ

Diğer bir seçenek olarak, içinde granatın tam bir denge halinde kristallendiği bir metapeliti alalım. Bu modelde granatların homojen oldukları ve büyümeleri sırasında birlikte bulunan minerallerle denge halinde oldukları kabul edilir. Bu durumda aşağıdaki bağıntı geçerlidir.

$$g+a = 1.00$$

$$\frac{x}{y} = S' \quad (\text{Miyashiro ve Shido, 1973})$$

$$gx+ay = C$$



Şekil- 9 Tam bölünme ve tam denge modelleri için granatın ağırlık yüzdesinin ( $g$ ) bir fonksiyonu olarak granat içerisindeki  $MnO$  miktarı.  $X_{av}$  = Tam bölünme modelindeki ortalama  $MnO$  miktarı.  $x$  = Tam denge modelindeki  $MnO$  miktarı. (Miyashiro ve Shido, 1973).  $C = 0,2$  ve  $S = S' = 50$  kabul edilmiştir.

Burada:

- x-  $MnO$ 'nun granattaki yüzde ağırlığı.
- y- Granatla birlikte bulunan ferromagnezyen mineraller içinde  $MnO$ 'nun ortalama yüzde ağırlığı.
- g- Bütün ferromagnezyen mineraller içinde granatın yüzde ağırlığı
- a- Bütün ferromagnezyen mineraller içerisinde granatla birlikte bulunan minerallerin yüzde ağırlığı.
- Ş- Bölünme faktörü



C- Kayacın bütün ferromagnezyen minerallerinin (granat dahil) içindeki MnO'nun ortalama yüzde ağırlığı.

Böylece:

$$X = \frac{CS'}{1+g(S'-1)} \quad (\text{Miyashiro ve Shido, 1973})$$

$$y = \frac{C}{1+g(S'-1)} \quad \text{bulunur.}$$

Metapelitlerin düşük ısılı zonlarında granat genellikle klorit veya biyotitle beraber bulunur. İlerliyen metamorfizmada bu mineraller artan su kaybı (deshidratasyon) ile granat oluşturacak şekilde yavaş yavaş çözünürler. Gerçekte olay çok karmaşık ve değişik şekillerde vukubulur.

S' 1'den çok büyük olduğundan  $\{1+g(S'-1)\}$ 'in değeri artan granat oranı ile süratle artar. Bunun sonucu olarak x ve y yavaş yavaş azalacaktır. x'in değişimi şekil- 5'te gösterilmiştir.

Böylece artan sıcaklık ile granatın içindeki MnO'nun sürekli azalması esas itibariyle bu mineral miktarının yavaş artışının sonucudur. Bölünme faktörünün yüksek değerleri (S ve S') bu azalmaya esastır. Bunların sıcaklık ile değerlerindeki değişme granatın zamanla bileşimindeki değişime neden olur. Bununla beraber bölünme faktörünün bu tarz değişimi her iki modelde de MnO'nun sürekli azalması için şart değildir. Keza erken oluşan granat kristallerinin aktif difüzyon gösteren sistemden uzaklaşması da sürekli MnO azalması için zorunlu değildir.

#### 2.4.6. KAYAÇ BASINCININ GRANATIN MnO İÇERİĞİNE ETKİSİ

Kayaç basıncı (Ps) nin artması ile metapelitlerdeki granat miktarı ve gözükme frekansının arttığı görülür. Bu kısmen, granatın diğer ferromagnezyen silikatlarla göre daha büyük yoğunluğa sahip olmasının sonucudur. Yüksek basınç metamorfizmasında artan pH<sub>2</sub>O kayaç basıncının aksi yönde etki yapar. Kayaç basıncı ile granatın artışı mineralin MnO miktarında granatın sıcaklıkla artışı gibi aynı şekilde etkiyecektir. pH<sub>2</sub>O'nun etkisi ile büyük ölçüde değişmemişse yüksek kayaç basıncı altındaki metamorfizmada granatın MnO miktarının azalacağını bekleyebiliriz.

#### 2.4.7. GRANATIN MnO İÇERİĞİNE KİMYASAL BİLEŞİMİN ETKİSİ

Tam bölünme ve tam denge modellerinde granatın MnO miktarı çevre kayacın MnO miktarı ile orantılı olarak değişir. Metamorfik yapıların çoğunda granatın yapısında gözlenen yavaş görünür değişim inceleme için seçilmiş granat bulunduran kayaların kimyasal bileşiminin muntazam değişmesiyle artar.

Genellikle bir alanda mostra veren metapelitlerin kimyasal bileşimi belirli bir sınır içerisinde değişecektir. Granat bazı kayalarda diğerlerinden daha kolay bir şekilde oluşacaktır. Alçak sıcaklık zonlarında granat sadece uygun kimyasal bileşime sahip olan yani diğer tipik pelitlere göre yüksek MnO ve CaO bulunduran kayalar içinde oluşacaktır. Böyle kayalar içerisinde granatların daha yüksek MnO ve CaO bulundurması beklenir. Bu ortamın kimyasal bileşiminin etkisidir. Diğer yandan yüksek sıcaklık zonlarında metapelitlerin çoğu veya hepsi granat bulundurabilir. Eğer böyle ise granat bulunduran metapelitlerin ortalama MnO ve CaO miktarları yüksek sıcaklık zonlarında daha az olacaktır. Böylece rastgele seçilmiş granat bulunduran metapelitlerde yeniden kristalleşme sıcaklığının artması ile MnO miktarının istatistik olarak azaldığı açıktır.

Yukarıda verilen modellerin ışığı altında Akdağmadeni skarn zonu granatlarını incelediğimizde böyle bir ilişkinin varlığını görmekteyiz. Rejyonel metamorfizmlerin dışında skarn zonlarındaki granatlar içinde bu ilişkilerin uygunluğu geçerli olmaktadır. Gnayslarda da düşük ısı ve basınç gösteren fasiyeslerde bazı yersel alanlarda granatları görmekteyiz. Ancak buralardan alınan örneklerden yapılan analizlerde MnO ve CaO oranlarının diğerlerinden yüksek oluşuda belirgindir. Yüksek orandaki MnO ve CaO granatların buralarda da gelişmesini sağlamıştır. Ayrıca bütün yüksek sıcaklık zonlarında da sürekli olarak granatların zenginliği dikkatimizi çeker.

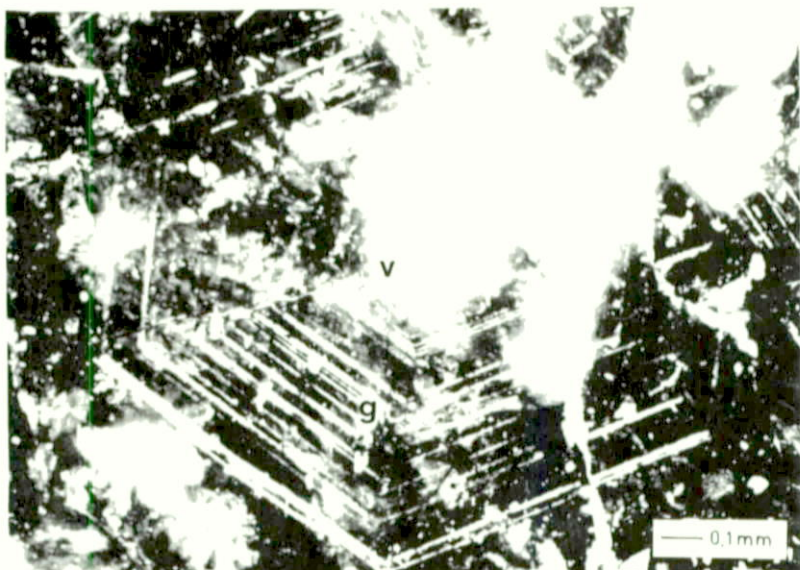


Foto- 11 Skarn. Zonlu granat (g), merkezdeki anizotropi gösteren mineral Viluit'tir (v). Çapraz nikel X 56

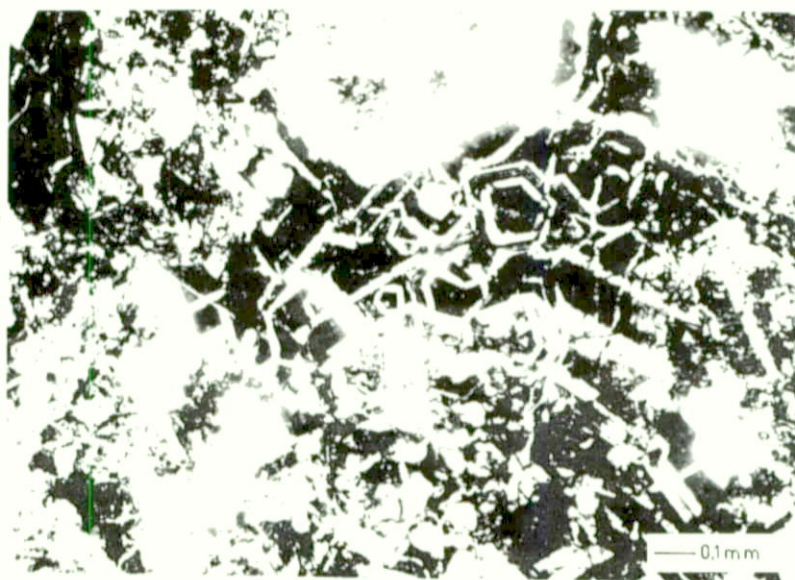


Foto- 12 Skarn. Farklı boylarda zonlu granatlar. Çapraz nikel X 56



#### 2.4.8. DİĞER SKARN MİNERALLERİ

Vezüvyanit (İdokraz) : Sadece granit-mermer kontaklarında oluştuğu saptanmıştır. Granat, diyopsit ve epidotla birlikte bulunur. (Foto- 13). Ayrıca zonlu granat minerallerinin merkezinde de bulunduğu anlaşılmıştır. Yapılan mikroskop çalışmaları ile optikçe pozitif olduğu, buna görede ve vezüvyanitin Viluit türü olduğu saptanmıştır.



Foto- 13 Skarn. Vezüvyanit (v). Tek nikol X 56

Piroksenler : Akdağmadeni skarnlarını oluşturan ve en çok bulunan minerallerdir. Piroksen grubunda olan bu mineraller diyopsit ve hedenberjittir. (Foto- 14,15). Çoğunlukla yeşil, koyu yeşil ve siyahımsı renklerde görülürler. Skarn oluşumunun ilk aşamalarına ait olan bu mineraller yer yer olaylardan etkilenmiş olup ayrıışmışlardır. En çok görülen ayrıışma ürünleri kalsit, klorittir.

Skarnların içinde diğer minerallere oranla bazen çok yoğun olarak bulunurlar. Çoğunlukla granat zonundan sonra yan kayaca doğru çok fazla artış gösterirler. Piroksenler mikroskopik incelemelerle yetinilmeyip X-Ray difraktometre ile de analiz edilmişlerdir.

Diyopsit ve hedenberjitler çok farklı büyüklüklerde ksenomorftan otomorfa kadar değişik şekillerde görülebilirler. Granitten uzaklaştıkça yan kayalara yakın olan skarnlarda yönelmeler gösterdikleri saptanmıştır.

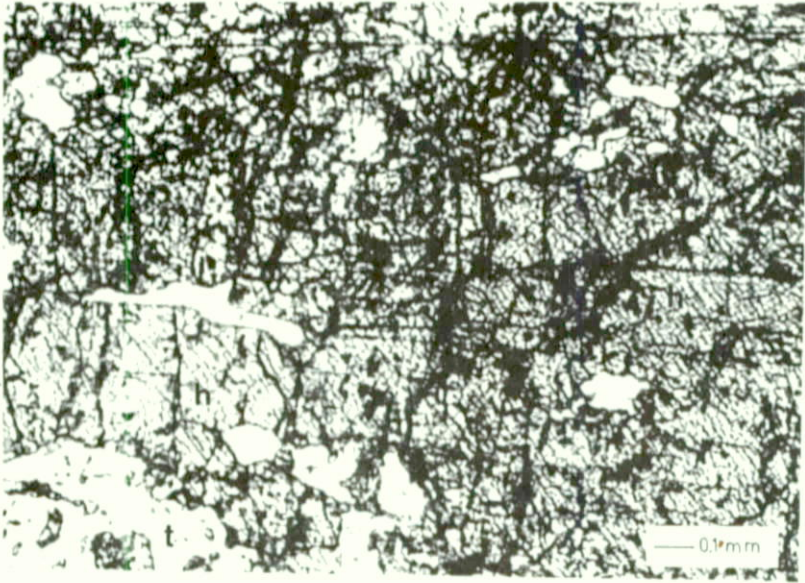


Foto- 14 Skarn. Hedenberjit (h), kalsit (t), kuvars (k).  
Çapraz nikol X 56

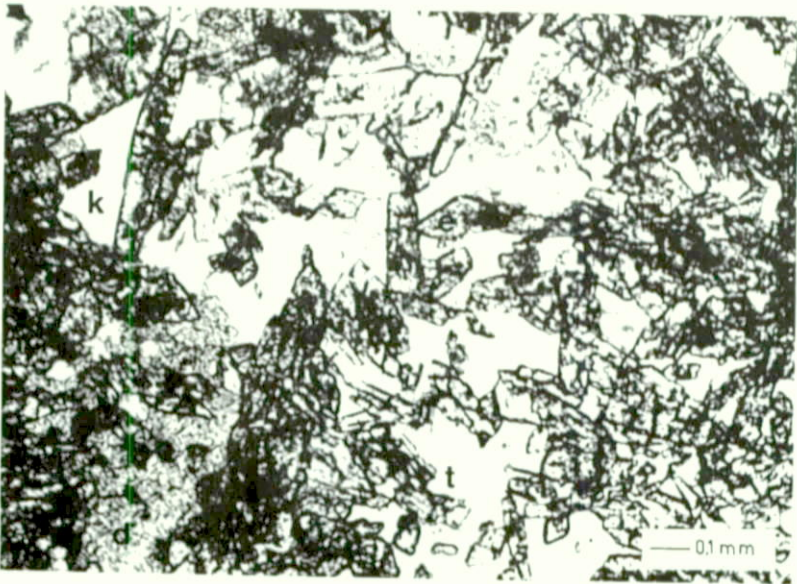


Foto- 15 Skarn. Diyopsit (d), epidot (e), kalsit (t), kuvars (k).  
Çapraz nikol X 56

Akdağmadeni skarn zonunda diyopsit-hedenberjit katı eriyik serisine ait olan piroksenlerin kesin adlamalarını yapmak için X-Ray floresans ile analizleri yapılmıştır.

	<u>H-1</u>	<u>D-1</u>	<u>D-2</u>
SiO <sub>2</sub>	52.48	66.82	57.09
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,33	0,27	0,38
ΣFeO	9.21	8.62	11.41
MnO	8.37	0,91	0,78
MgO	6.56	5.96	8.31
CaO	20.69	14.44	20.92
Toplam	97.64	97.02	98.89

Çizelge- 4 Akdağmadeni skarn zonu piroksenlerinin analiz sonuçları.

Çizelge- 4'te verilen değerler kullanılarak 6 oksijen tabanına göre iyon sayısı ve oradan gidilerek moleküler bileşimleri hesaplanmıştır. Hesap sonuçları çizelge- 5 ve çizelge- 6'da verilmiştir.

	<u>H-1</u>	<u>D-1</u>	<u>D-2</u>
Si	2.043	2.384	2.112
Al	0,007	0,006	0,008
Fe	0,372	0,319	0,437
Mn	0,276	0,027	0,024
Mg	0,380	0,316	0,458
Ca	0,863	0,551	0,829

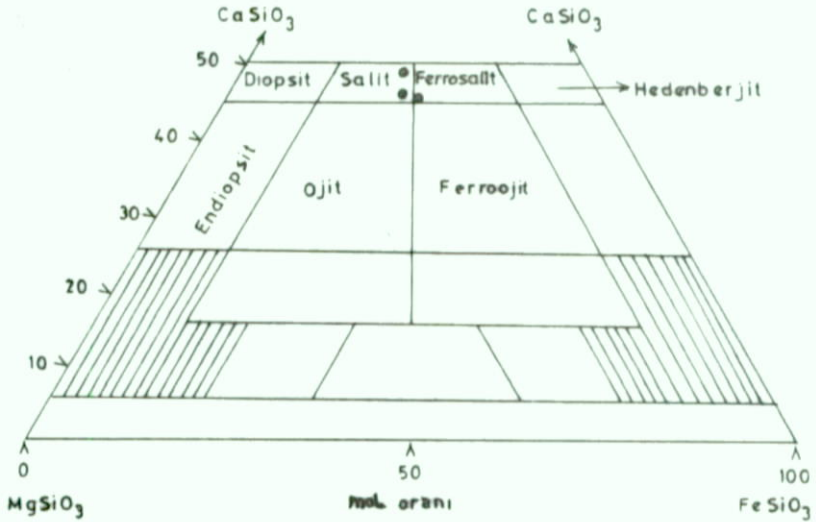
Çizelge- 5 Akdağmadeni skarn zonu piroksenlerinin 6 oksijen tabanına göre iyon sayıları.

	<u>H-1</u>	<u>D-1</u>	<u>D-2</u>
Diyopsit	50.70	48.95	51.00
Hedenberjit	49.30	51.05	49.00

Çizelge- 6 Akdağmadeni skarn zonu piroksenlerinin moleküler oranları (% olarak).



Analiz sonuçlarından skarn zonu piroksenlerin diyopsit-hedenberjit katı eriyik serisine ait oldukları ortaya çıkmıştır. Ayrıca piroksen bileşimlerini gösteren diyagramda (Deer, Howie, Zussman 1963) yerleri belirlenmiştir. Şekil- 10)



Şekil- 10 Akdağmadeni skarnlarındaki piroksenlerin klinopiroksen sınıflamasındaki yerleri. (Deer, Howie, Zussman 1963'ten alınmıştır. ● Akdağmadeni skarn zonu piroksenleri

**Epidot** : Çok küçükten iri tanelere kadar değişen boyutlarda ksenomorf, yer yer subtomorf olarak bulunurlar. Fıstık yeşili rengi ile kolayca tanınırlar. Granatla beraber olanları iri kristalli, diyopsitlerle beraber olanları ise çoğunlukla ince tanelidir. Oluşumunun diyopsitlerden sonra geliştiği saptanmıştır. Bunların dışında da granit kütlelerinin kantağa en yakın kısımlarında da bulunur.

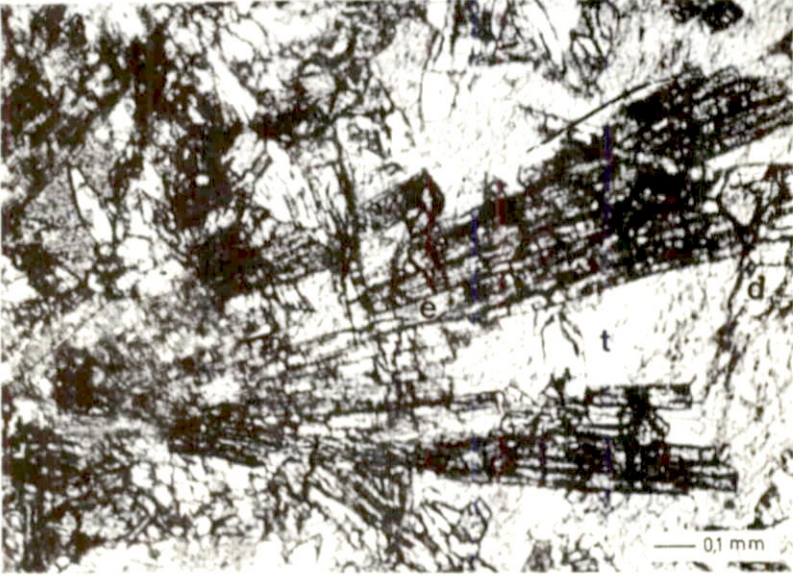


Foto- 16 Skarn. Epidot (e), kalsit (t), diyopsit (d). Çapraz nikel X 56

**Kuvars :** Çok sık görülen bir mineraldir. Birkaç safhada kuvars oluşumunun tekrarlandığı saptanmıştır. Ksenomorfturlar, yer yer cevherli kısımlardaki boşluklarda otomorf olarak bulunurlar. Skarnların önemli bir minerali olarak her zonda gözliye bilmek olasıdır.

**Kalsit :** Her zonda çatlak ve kırıklar boyunca gelişmiş olarak ve skarn mineralleri arasını doldurarak varlığını ortaya koyar. Her zaman beyaz rengiyle ve romboeder dilinimleri ile görülür. Çok farklı boyutlarda ve ksenomorf, subtomorf şeklindedir.

**Sfen :** Sık sık görülen bir mineraldir, subtomorf ve otomorf şekillerdedir. Röliyefi ve şekli ile kolayca tanınır.

Bunların dışında ikinci derecede önemli ve çok az olarak ortoklas, plajiyoklaz, biyotit, klorit görülür. Fluorit, siderit ve barit gibi cevher minerallerine eşlik eden mineraller ise maden yatakları bölümünde ele alınacaktır.

Oligoklas : Ortoklasa oranla daha azdırlar ve genel olarak onlardan küçük boyutlardadır. Ölçü yapılabilenlerde % 20 anortit içerdiği görülmüştür. Çoğunlukla serizitleşmiştir, az da olsa kalsitleşme görülmüştür.

Kayacı oluşturan bu ana mineraller dışında çok az olarak tali mineral olarak muskovit ve biyotit, ikincil olarakta serizit, kalsit, klorit izlemiştir.

Hamur kuvars ve feldspatlardan oluşmuş mikro-kriptokristalen bir görünümde dir. Doku : mikro-kriptokristalen hamurlu yer yer porfiriktir.

### 3.5. DEMİR ÇİMENTOLU KONGLOMERA

Çok az olarak Ortaköyün doğusunda görülmüştür. Çoğunlukla egemen renk kahverengidir. İçerdikleri çakılların boyutları çok farklıdır. Bazı yerlerde çapları 20 cm.'ye ulaşır, çok küçük çakılların boyutları da 2 cm.'nin altına inmez.

Çimentoları oldukça gevşektir ve bol demirlidir. Çakıllar boylanma ve derecelenme göstermezler. Gnays, şist, mermer granit, riyolit, serpantin, dolomit çakılları içerirler.

### 3.6. YAMAÇ MOLOZU

Önemli olarak Karapir köyü yakınında görülmüştür. Çok gevşek bir malzeme içinde gnays, mermer, granit, riyolit türü kayaç parçalarına rastlamak olasıdır. İçerdikleri kayaç parçaları çoğunlukla köşelidirler ve çok değişik boyutlardadır.

### 3.7. ALÜVYON

Akdağmadeni çevresinde pek çok akarsu içinde görülmez. En önemli ve oldukça geniş bir yayılım gösteren alüvyon Gündelen çayı boyunca gelişmiştir. Yer yer 500 metreye ulaşan geniş yayılımları vardır.

### 4. X-RAY DİFRAKTOMETRE İNCELEMESİ

Kayaçlarımız mikroskopik yöntemlerle yapılan mineral tayinlerinden sonra daha tamamlayıcı ve kesin sonuçlar elde edilebilmesi için X-Ray difraktometre yöntemi ile incelenmişlerdir.

Kayaç örnekleri öğütülmüş ve 300 meşten daha ufak boyutlara indirilmişlerdir. Tüm örnekler aşağıdaki parametreler arasında X-Ray difraktometre yöntemiyle incelenmiştir.



kV : 40  
 mA : 32  
 Range :  $1 \times 10^3$   
 T.C. : 1  
 Tüb : Cu  
 Filtre : Ni  
 DS :  $1^\circ$ , RS:  $0,1^\circ$ , SS:  $1^\circ$   
 $2\theta$  hızı :  $4^\circ$  /dakika  
 Kaydedici hızı : 40 mm./dakika

Elde edilen difratogramlardaki minerallerin  $dA^\circ$  değerleri ile yaklaşık entansiteleri A.S.T.M. kartları ile karşılaştırılmalı olarak verilmiştir. 50'nin üzerinde X-Ray difraktometre analizi yapılmış ve bunların tümü değerlendirilmiştir. Burada ise 9 tane difraktogramın verilmesi yeterli görülmüştür.

Monomineral olarak çekilmeyen difraktogramlarda bazı minerallerin değerlerinin piklerini gölgelemiştir. Bu nedenle minerallere ait tüm pikleri almak olanaksız olmuştur. Buna karşın monomineral olanlarda ise mineralin bütün pikleri alınmıştır.

### OLİGOKLAS

ÖRNEKLER		A.S.T.M. (9-457)	
$dA^\circ$	$\frac{128.A}{\sqrt{I/I_1}}$	$dA^\circ$	$\sqrt{I/I_1}$
4.04	25	4.03	80
3.86	50	3.86	50
3.77	35	3.76	70
3.20	65	3.20	80
3.18	100	3.18	100

### KLİNOKLOR

ÖRNEKLER			A.S.T.M. (19-749)	
$dA^\circ$	$\frac{198.A}{\sqrt{I/I_1}}$	$\frac{188.A}{I/I_1}$	$dA^\circ$	$I/I_1$
14.30	70	55	14.30	70
7.12	100	80	7.12	100
3.56	80	70	3.56	80
2.55	35	60	2.54	80
2.38		60	2.37	50
1.88	15		1.88	40
1.56	12		1.56	40
1.53		100	1.53	80
1.50		50	1.50	40

## MUSKOVİT

ÖRNEKLER			A.S.T.M. (7-32)	
$dA^\circ$	$\frac{164.A}{\sim I/I_1}$	$\frac{198.A}{I/I_1}$	$dA^\circ$	$I/I_1$
10.04	100	100	10.00	100
5.00	30		5.02	55
4.49	20		4.48	55
3.88		20	3.88	35
2.58	20		2.58	50
2.38		20	2.38	25
2.16	15	25	2.15	10
2.00	30	20	2.01	75
1.50	20		1.50	40

## VOLLASTONİT

ÖRNEK 24.A		A.S.T.M. (19-249)	
$dA^\circ$	$\frac{\sim I}{I_1}$	$dA^\circ$	$I/I_1$
7.68	55	7.68	50
3.84	90	3.83	60
3.51	65	3.51	70
3.32	100	3.31	80
2.97	80	2.97	100
2.47	20	2.47	60
2.18	15	2.17	70
1.80	15	1.80	20
1.72	20	1.71	50

## PREHNİT

ÖRNEK 24.A		A.S.T.M. (7-333)	
$dA^\circ$	$\frac{\sim I}{I_1}$	$dA^\circ$	$I/I_1$
3.48	70	3.48	90
3.08	100	3.08	100
2.55	70	2.55	100
2.37	30	2.37	40
2.31	70	2.31	40
1.93	30	1.93	30
1.77	40	1.77	70
1.53	30	1.53	40

## SİLLİMANİT

ÖRNEK 164.A	
$dA^\circ$	$\sim I/I_1$
3.42	100
2.54	90
2.20	90
1.56	60

A.S.T.M. (10-369)	
$dA^\circ$	$I/I_1$
3.41	90
2.53	90
2.20	100
1.55	30

## DRAVİT

ÖRNEK 127.A	
$dA^\circ$	$\sim I/I_1$
6.45	35
4.26	40
4.01	35
3.51	100
2.97	90
2.91	15
2.63	15
2.59	75
2.39	25
2.06	20
2.05	25
2.02	20
1.92	15
1.88	10
1.67	15
1.51	30
1.46	35
1.43	10
1.41	10
1.36	10
1.27	15

A.S.T.M. (19-1372)	
$dA^\circ$	$I/I_1$
6.44	40
4.25	90
4.00	90
3.51	90
2.97	90
2.91	10
2.63	10
2.58	100
2.39	10
2.06	10
2.05	30
2.02	10
1.93	20
1.88	10
1.67	10
1.51	20
1.46	10
1.42	10
1.41	10
1.36	10
1.26	10



## MARIALİT

## ÖRNEK 128.A

$dA^\circ$	$\sim I/I_1$
8.49	55
6.15	25
3.44	20
3.03	100
2.68	50

## A.S.T.M. (2-412)

$dA^\circ$	$I/I_1$
8.49	40
6.16	40
3.44	100
3.03	100
2.68	90

## MEİONİT

## ÖRNEK 128.A

$dA^\circ$	$\sim I/I_1$
3.47	80
3.08	100
2.73	30
2.08	30
1.76	30
1.64	40

## A.S.T.M. (2-405)

$dA^\circ$	$I/I_1$
3.47	100
3.08	100
2.73	80
2.07	100
1.76	40
1.64	40

## GROSSÖLER

## ÖRNEK. KUYU

$dA^\circ$	$\sim I/I_1$
2.96	80
2.66	100
2.53	18
2.44	45
2.34	25
1.92	45
1.71	25
1.65	40
1.59	80
1.49	25
1.33	25
1.30	25

## A.S.T.M. (3-826)

$dA^\circ$	$I/I_1$
2.96	80
2.65	100
2.53	20
2.44	60
2.33	50
1.92	70
1.71	60
1.65	80
1.58	90
1.49	50
1.33	50
1.30	60

## ANDRADİT

## ÖRNEK 234.A

$dA^\circ$	$\sim I/I_1$
3.02	80
2.70	100
2.57	15
2.46	55
2.36	20
2.20	18
1.95	20
1.90	15
1.74	10
1.67	40
1.61	60
1.35	15
1.31	15
1.28	10

## A.S.T.M. (10-288)

$dA^\circ$	$I/I_1$
3.01	60
2.69	100
2.57	14
2.46	45
2.36	18
2.20	18
1.95	25
1.90	12
1.74	10
1.67	25
1.61	60
1.34	14
1.31	20
1.28	14

## VEZÖVYANİT

## ÖRNEK 224.A

$dA^\circ$	$\sim I/I_1$
11.10	18
9.42	15
5.91	10
2.95	45
2.75	100
2.59	35
2.12	20
1.67	10
1.62	35

## A.S.T.M. (22-533)

$dA^\circ$	$I/I_1$
11.10	30
9.42	10
5.91	40
2.94	60
2.75	100
2.59	80
2.12	50
1.66	50
1.62	80

## HORNBLEND

ÖRNEK 188.A	
$dA^\circ$	$\sim I/I_1$
8.40	100
4.90	10
4.50	28
3.26	40
3.10	70
2.79	50
2.69	30
2.59	25
2.33	25
2.21	20
1.88	30

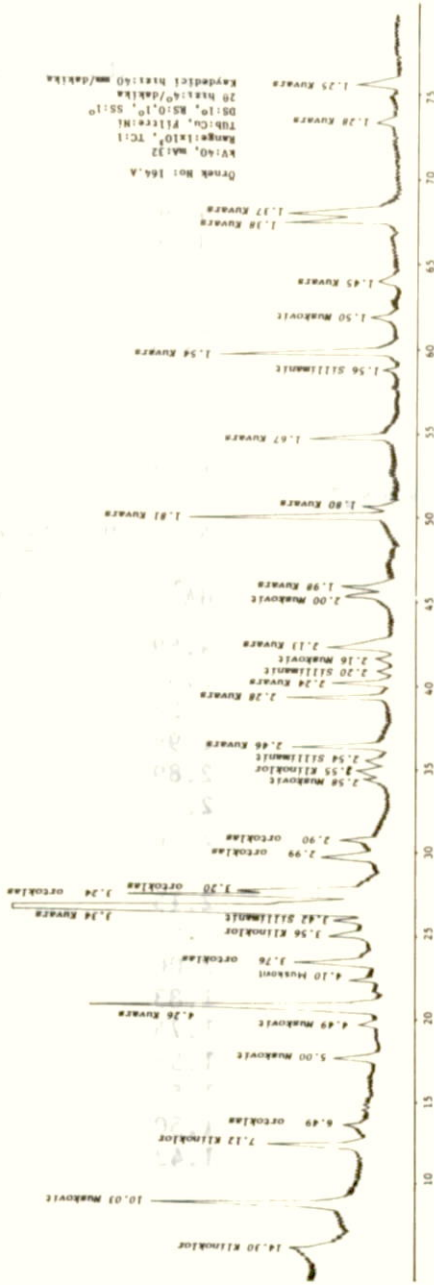
A.S.T.M. (20-495)	
$dA^\circ$	$I/I_1$
8.40	100
4.90	4
4.50	10
3.26	20
3.10	70
2.78	12
2.69	20
2.58	8
2.32	8
2.21	<2
1.88	4

## DIYOPSIT

ÖRNEKLER	
$dA^\circ$	$\frac{224.A}{\sim I/I_1}$
4.69	12
3.35	10
3.23	55
2.99	100
2.89	30
2.52	35
2.30	10
2.20	10
2.16	25
2.04	25
1.99	18
1.84	15
1.75	25
1.55	15
1.52	10
1.50	10
1.42	10

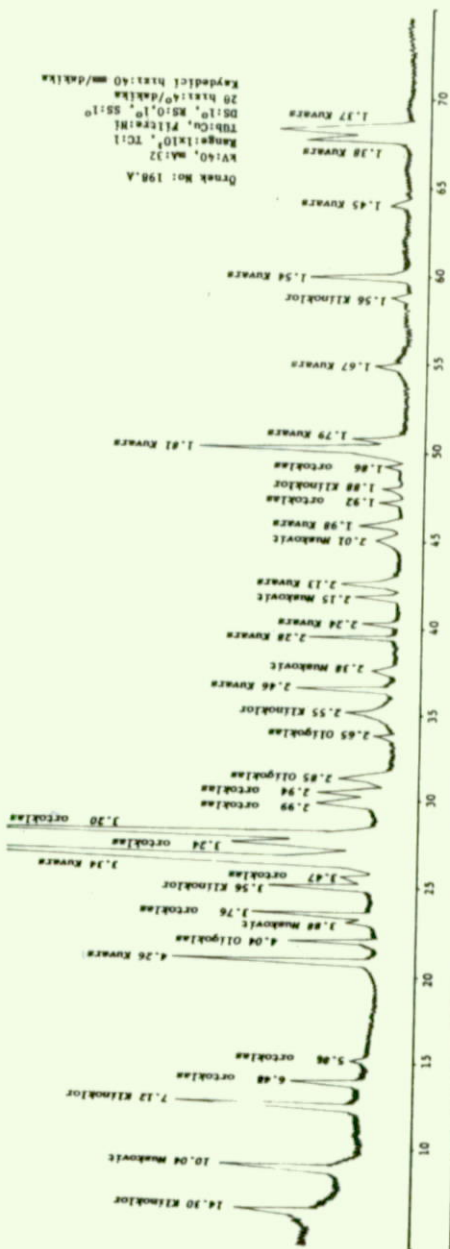
A.S.T.M. (11-654)	
$dA^\circ$	$I/I_1$
4.69	<2
3.35	12
3.23	25
2.99	100
2.89	30
2.52	40
2.30	16
2.21	14
2.15	10
2.04	14
2.00	10
1.83	6
1.75	12
1.55	4
1.52	10
1.50	12
1.42	14



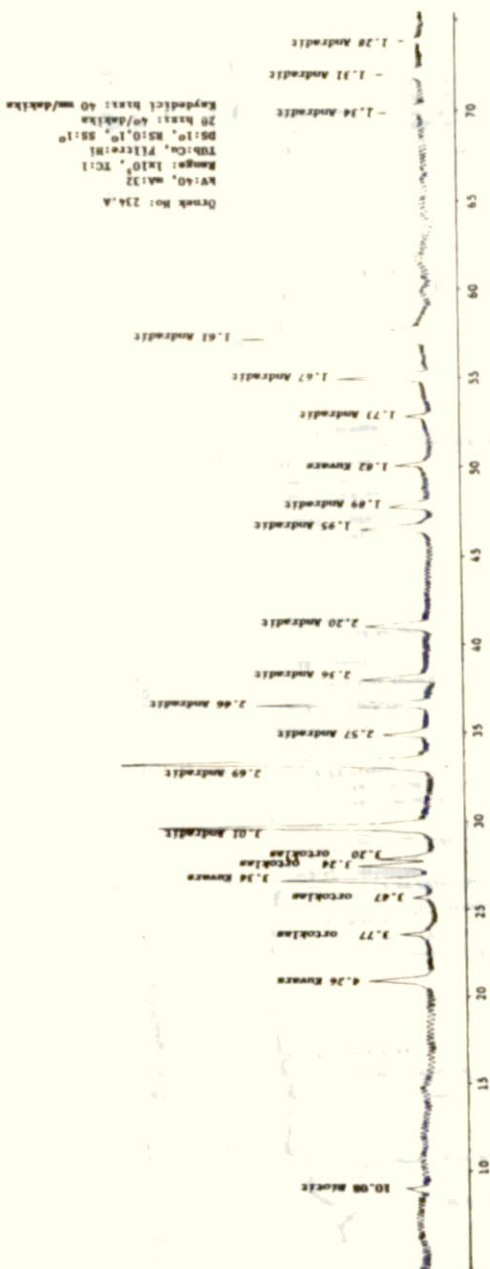


Şekil- 11 Akdagmadeni'nden alınan Gnays örneğinden çekilmiş difraktogram.

Saptanan Mineraller: Kuvars, Ortoklas, Muskovit, Klinoklor, Sillimanit.

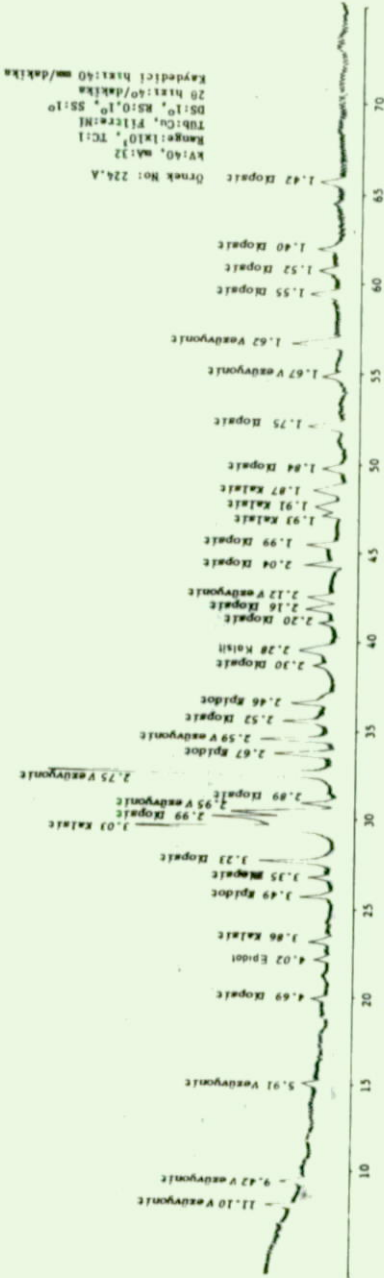


Şekil- 12 Akdagmadeni'nden alınan Gnays örneğinden çekilmiş difraktogram.  
Saptanan Mineraller: Kuvars, Ortoklas, Oligoklas, Klinoklor, Muskovit.



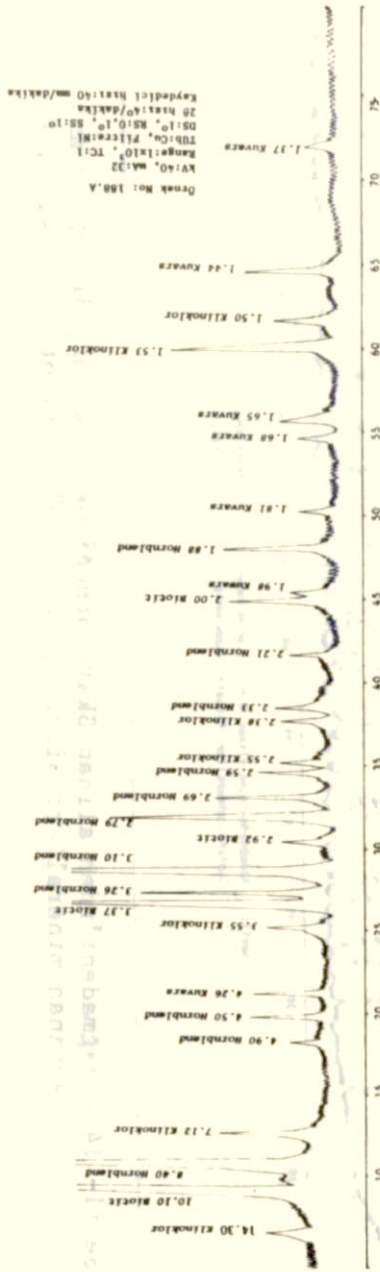
Şekil- 13 Akdagmadeni'nden alınan Skarn örneğinden çekilmiş difraktogram.  
 Saptanan mineraller: Andradit, Biyotit, Ortoklas, Kuvars.



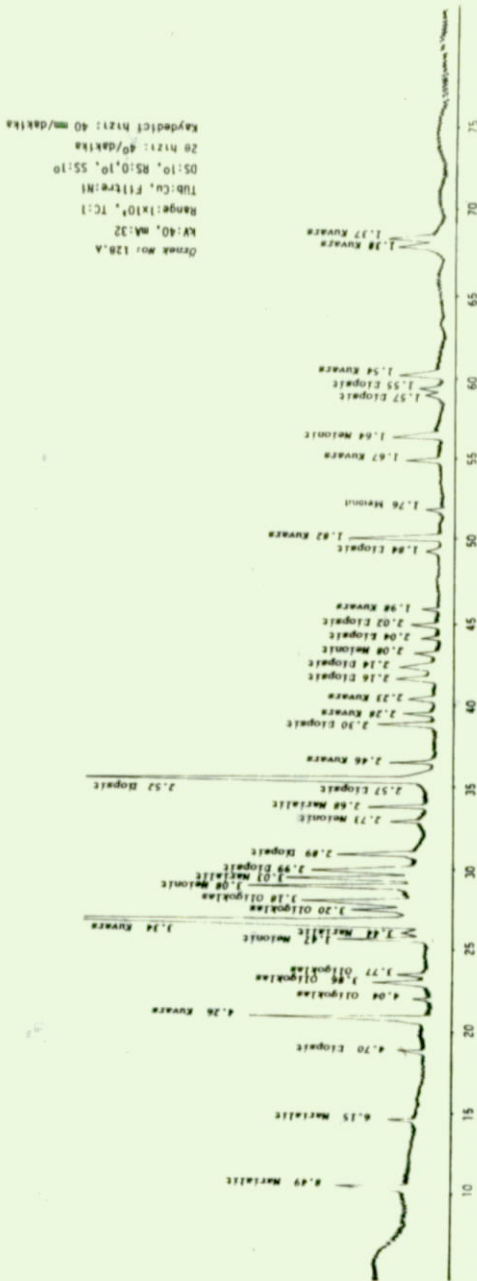


Sekil: Akdagmadeni'nden alınan Hornfels örneğinden çekilmiş difraktogram.  
Saptanan mineraller: Diopsit, Vezüvyonit, Epidot, Kuvars, Kalsit.

Şekil- 14 Akdagmadeni'nden alınan Skarn örneğinden çekilmiş difraktogram.  
Saptanan mineraller: Diopsit, Vezüvyonit, Epidot, Kuvars, Kalsit.

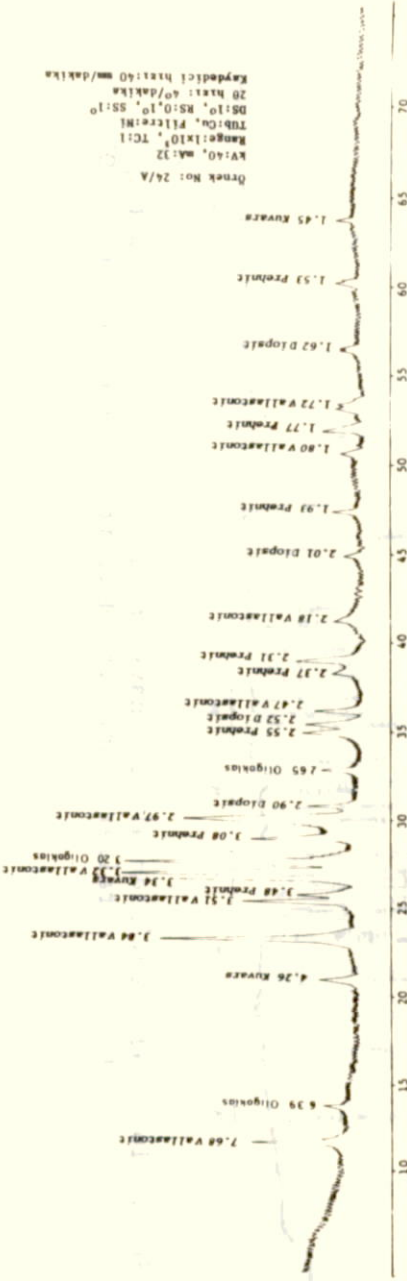


Şekil- 15 Akdağmadeni'nden alınan Amfibolit örneğinden çekilen difraktogram.  
Saptanan mineraller: Hornblende, Biyotit, Klinoklor, Kuvarz.

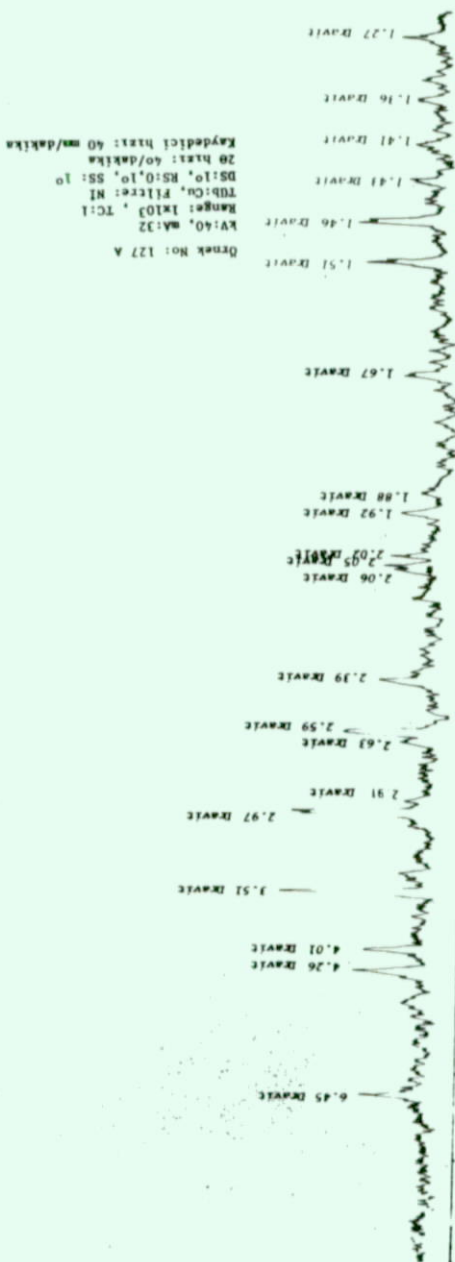


Şekil- 16 Akdağmadeni'nden alınan gnays örneğinden çekilmiş difraktogram.  
Saptanan mineraller: Marialit, Meionit, Diopsit, Kuvarz ve Oligoklas.





Şekil- 17 Akdagmadeni'nden alınan Gnays örneğinden çekilmiş difraktogram.  
Saptanan mineraller: Vollastonit, Prehnit, Oligoklas, Diopsit, Kuvars.



Şekil- 18 Akdağmadeni'nden alınmış gnays içindeki ferromagnezyen mineralden çekilmiş difraktogram. Saptanan mineral: Dravit (Na,Ca).9(Mg,Fe)2.9(Al,Fe,Ti)6B<sub>3</sub>Si<sub>6</sub>O<sub>27</sub>(OH,F)<sub>4</sub>

B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·3H<sub>2</sub>O

miş difraksiyon şeması

Şekil- 18 Yığışım, mavi çizgi

Şekil- 19 Akdağmadeni'nden alınan Skarn örneğinden çekilmiş difraktogram.  
Saptanan mineraller: Gosül, Andradit, Kuvars.

Ornek No: 18

Ornek No: 19

Ornek No: 20

Ornek No: 21

Ornek No: 22

Ornek No: 23

Ornek No: 24

Ornek No: 25

Ornek No: 26

Ornek No: 27

Ornek No: 28

Ornek No: 29

Ornek No: 30

Ornek No: 31

Ornek No: 32

Ornek No: 33

Ornek No: 34

Ornek No: 35

Ornek No: 36

Ornek No: 37

Ornek No: 38

Ornek No: 39

Ornek No: 40

Ornek No: 41

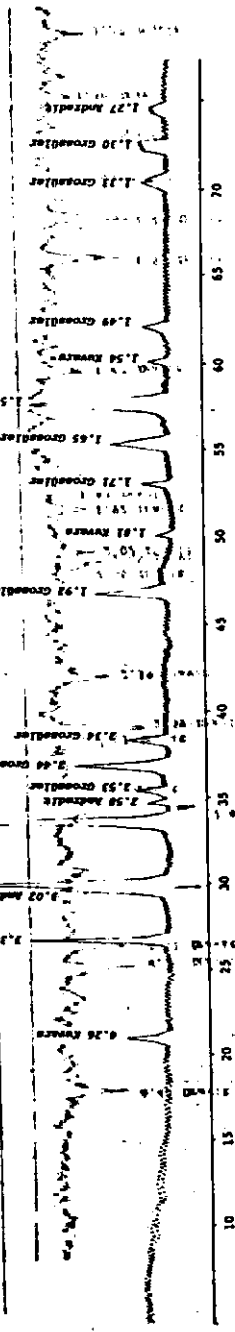
Ornek No: 42

Ornek No: 43

Ornek No: 44

Ornek No: 45

Ornek No: 46



Şekil- 19 Akdağmadeni'nden alınan Skarn örneğinden çekilmiş difraktogram.  
Saptanan mineraller: Gosül, Andradit, Kuvars.

## 5. REJYONAL METAMORFİTLERİN, GRANİTLERİN, SKARNLARIN JEOKİMYA VE PETROLOJİSİ

### 5.1. GİRİŞ

Çizelgelerden görüleceği gibi Akdağmadeni'nde önemli olan gnays, granit ve skarnlar olmak üzere üç ana kayaç grubu esas alınarak çeşitli kimyasal analizler yapılmıştır.

- a- Kayacı oluşturan ana element analizleri yapılmıştır.
- b- Ana element analiz sonuçları içerdikleri su hesaba katılmaksızın katyonlara göre % 100'e tamamlanmıştır.
- c- İz element analizi olarak Zr,Rb,Sr,Y,Ba analizleri yapılmıştır.
- d- Ana element analiz sonuçları ile bunlardan % 100'e tamamlanmış olan analiz sonuçlarından ayrı ayrı C.I.P.W. parametreleri bulunmuştur.
- e- Diferansiasyon İndeksi (D.I) ve kristalizasyon İndeksi (C.I) saptanmıştır.
- f- Nokta sayıcısı ile yapılmış olan modal analizler karşılaştırma imkanı vermek üzere ayrıca eklenmiştir.

Bunların sonucu elde edilen değerlerle çok çeşitli diyagramlar çizilmiştir. Metamorfitlerin kökeni araştırılmıştır. Analizi yapılan her kayaçta kayacı oluşturan elementlerin birbirleri ile olan ilişkileri ortaya konulmağa çalışılmıştır.

Analizler İmperial College'de philips 1212 otomatik X-Ray floresans ile yapılmıştır. Sonuçlar Fortran 4 bilgisayarı ile elde edilmiştir. Aynı bilgisayarla diyagramlarımızın çoğu çizilmiştir. Diğerleri ise hesaplanarak el ile çizilmiştir.

X-Ray floresans ile yapamadığımız Na analizleri ise alev fotometresi ile tamamlanmıştır. X-Ray floresansta elde edilen toplam demirden FeO'yu ayırmak için yaş kimyasal yöntem kullanılmıştır.

Tüm kayaç örneklerimiz tek bir analiz sonucu ile yetinilmemiş ikişer defa analize tabii tutulmuşlardır. İki analiz sonucu arasında fark olanlar ise üçüncü bir defa analiz edilmişlerdir. Kullandığımız analiz sonuçları bunların ortalama değerleridir.



## 5.2. ANALİZ SONUÇLARINI % 100'e TAMAMLAMA YÖNTEMİ

- 1- Kayacın içerdiği su hesaplamaya girmez.
- 2-  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$  molekül ağırlıkları aynen alınır.
- 3-  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  molekül ağırlıkları 1/2 oranında alınır. (Örneğin  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 'ün molekül ağırlığı 101.960 olup yarısı 50.980 alınır). Katyonların sayısal oranlarına göre yapılmıştır.
- 4- Analiz sonucu elde edilen oksit yüzdeleri molekül ağırlıklarına bölünür. (Örnekte 3'cü kolon).
- 5- Her oksit için yapılan oksit % molekül ağırlığı işlemlerinin sonuçları toplanır. (Örnekte 1.5815).
- 6- Hesaplayacağımız herhangi bir oksit yüzdesinin molekül ağırlığına bölünmü sonucu. Bir evvelki işlemde elde edilen toplam değere (Örnekte 1.5815) bölünür ve 100 ile çarpılır. (Bakınız  $\text{SiO}_2$  için verilen örneğe).

Böylece katyon oranlarına göre % 100'e tamamlanmış analiz sonuçları saptanmış olur. Örnek:

Element	Oksit %	Molekül ağı.	Oksit %/molekül ağı.	%100 Katyon oranları.
$\text{SiO}_2$	51.32	60.0848	0,8541	54.00 $\text{SiO}_2$
$\text{TiO}_2$	0,92	79.8988	0,0115	0,73 $\text{TiO}_2$
$\text{Al}_2\text{O}_3$	8.36	50.9806	0,1640	10.37 $\text{AlO}_{1\frac{1}{2}}$
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	5.68	79.8461	0,0711	4.50 $\text{FeO}_{1\frac{1}{2}}$
$\text{FeO}$	3.01	71.8464	0,0419	2.65 $\text{FeO}$
$\text{MnO}$	0,90	70.9374	0,0126	0,80 $\text{MnO}$
$\text{MgO}$	4.05	40.3114	0,1004	6.35 $\text{MgO}$
$\text{CaO}$	18.02	56.0794	0,3213	20.31 $\text{CaO}$
$\text{Na}_2\text{O}$	0,04	30.9895	0,0013	0,08 $\text{NaO}_{\frac{1}{2}}$
$\text{K}_2\text{O}$	0,04	47.1017	0,0008	0,05 $\text{KO}_{\frac{1}{2}}$
$\text{P}_2\text{O}_5$	0,18	70.9723	0,0025	0,16 $\text{PO}_{2\frac{1}{2}}$
H O	7.20			
<b>Toplam</b>	<b>99.72</b>		<b>1.5815</b>	<b>100.00</b>
$\text{SiO}_2$ için	$\Rightarrow$	$\frac{0,8541}{1.5815} \times 100 = 54.00$		

### 5.3. DIFERANSİYASYON İNDEKSİ (D.I.)

Diferansiyasyon indeksi (D.I.) C.I.P.W. normları yardımıyla hesaplanır Normatif kuvars-ortoklas-albit-nefelin-lösit-kalsilit gibi Salik minerallerin toplamı (Anortit hariç) bize diferansiyasyon indeksini vermektedir. (Hutchison 1974)

### 5.4. KRİSTALİZASYON İNDEKSİ (C.I.)

C.I.P.W. normların yardımıyla hesaplanır. (Hutchison 1974)

$$CI = \Sigma(An+Di'+Fo'+Sp')$$

An = normatif anortit

Di' = magnezyumlu diyopsit  $CaMgSi_2O_6$ . Normatif diyopsitten hesaplanır.

Fo' = normatif forsterit ve normatif enstatit

Sp' = magnezyumlu spinel,  $MgAl_2O_4$  ultramafik kayalarda kullanılır.

Aşağıda verilen katsayılar C.I.'nin hesaplanmasında kullanılır. Hesaplamaya başlamadan önce C.I.P.W. norm sonuçları % 100'e tamamlanır.

Di' = 2.157003  $En_{Di}$  (En:normatif diyopsite ait enstatit)

Fo' = Fo+0,700837  $En_{Hy}$  (En:normatif hiperstene ait enstatit)

Sp' = Sadece ultramafik kayalarda kullanılır.

Kayaç sadece anortit, magnezyumlu diyopsit, forsterit veya bunların karışımından ibaret ise CI = % 100'dür.

Eğer kayaç sadece kuvars, alkali feldspat, feldspatoid veya bunların karışımından ibaret ise CI = % 0,00'dür.

### 5.5. GNAYS, GRANİT VE SKARNLARDA ANA VE İZ ELEMENTLER ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Görülebileceği gibi birçok diyagramda gnays, skarn, granit beraberince incelenmiştir. Bunda amaç çizilen diyagram sayısını azaltmak olmuştur.

Çalışmalarımızda amaç analiz sonuçlarından maksimum faydalanmayı sağlamak olmuştur. Bu nedenle çok çeşitli değerlendirilmelere gidilmiştir. Elementler arasındaki ilişkiler, moleküler ilişkiler ve C.I.P.W. normları ile modal sonuçlara göre mineralojik bağlar incelenmiştir.

GNAYSLARIN KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI, BUNLARDAN HESAPLANAN C.I.P.W. NORMLERİ  
VE MİKROSKOP ÇALIŞMALARI İLE SAPTANAN MODAL MİNERAL YÜZDELERİ

OKSİT Z	Gnays 161.A		Gnays 164.A		Gnays 110.A.2		C.I.P.W.	161.A		164.A		110.A.2	
	I	II	I	II	I	II		I	II	I	II	I	II
SiO <sub>2</sub>	61.99	59.41	76.28	74.87	80.44	78.57	QZ	20.81	19.94	52.24	51.27	61.10	59.68
TiO <sub>2</sub>	.73	.53	.15	.11	.16	.12	CO	5.01	5.66	4.08	4.72	5.33	6.13
ZrO <sub>2</sub>	.01	.00	.02	.01	.01	.01	Z	.02	.01	.04	.02	.02	.01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.28	16.13	12.71	14.70	10.67	12.28	OR	24.03	24.85	23.70	25.10	20.61	21.73
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.19	1.58	1.63	1.23	1.05	.77	PL	21.89	23.81	14.57	15.84	6.54	7.21
FeO	7.45	5.97	.00	.00	.61	.50	(AB)	18.36	20.16	6.09	6.85	4.82	5.40
MnO	.15	.12	.05	.04	.01	.01	(AN)	3.53	3.65	8.48	8.99	1.72	1.81
MgO	4.35	6.21	.56	.82	1.29	1.88	HY	21.78	21.98	1.39	1.64	3.22	3.76
CaO	.88	.90	1.66	1.75	.39	.41	(EN)	10.83	12.43	1.39	1.64	3.21	3.75
SrO	.00	.00	.02	.01	.00	.00	(FS)	10.94	9.55	-	-	.01	.01
BaO	.07	.03	.22	.08	.02	.01	MT	3.18	2.37	-	-	1.52	1.16
Na <sub>2</sub> O	2.17	4.03	.72	1.37	.57	1.08	IL	1.39	1.05	.11	.08	.30	.24
K <sub>2</sub> O	4.06	4.96	4.00	5.01	3.48	4.34	HM	-	-	1.63	1.20	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	.15	.12	.03	.02	.04	.03	AP	.36	.32	.07	.07	.09	.09
H <sub>2</sub> O *	1.23		1.04		1.52		RU	-	-	.09	.07	-	-
TOPLAM	99.73	100.01	99.11	100.01	100.28	100.01	TOPLAM	98.46	100.01	97.91	100.01	98.74	100.01
İZ ELEMENT ANALİZ SONUÇLARI							SALIC	71.76	74.28	94.62	96.95	93.60	94.77
Zr (ppm)	75.7		176.3		94.2		FEMIC	26.70	25.73	3.30	3.06	5.14	5.24
Rb (ppm)	114.0		180.3		136.7		D.I.	63.20	64.95	82.02	83.22	86.53	86.81
Sr (ppm)	37.3		135.6		12.9		C.I.	11.12		9.46		3.97	
Y (ppm)	14.7		34.0		19.1		MODAL ANALİZ SONUÇLARI						
Ba (ppm)	660.7		1966.7		207.6		MODAL Z	161.A	164.A	110.A.2			
KARAKTERİSTİK ORANLAR							Kuvars	66.21	57.51	65.30			
x (Na+K)/Al	65.90	55.82	57.31	43.47	58.65	44.17	Ortoklas	2.19	2.11	4.02			
(Fe+Mn)/ (Fe+Mn+Mg)	73.93	55.25	77.73	60.32	60.99	40.50	Plâjioklas	4.44	-	1.07			
xx Na <sub>2</sub> O/ (Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O)	34.76	44.79	15.19	21.44	14.02	19.90	Sillimanit	-	6.13	-			
FeO/ (FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	77.28	88.32	.00	.00	36.75	56.36	Biyotit	22.50	-	1.87	7.25		
I : XRF ile yapılan kayaç analiz sonuçları (FeO ve Na <sub>2</sub> O yaş kimyasal yöntemle yapılmıştır).							Serizit	-	26.20	-			
II: Kayaç analizlerinden H <sub>2</sub> O hesaba katılmaksızın kat- yon oranlarına göre saptanıp, Z 100'e tamamlanan sonuçlar.							Garnet	2.60	-	2.06			
x : Moleküler oranlar.							Epidot	-	2.16	-			
xx: Oksit yüzdeleri'dir.							Opak	-	2.08	-			
							TOPLAM	98.02	98.06	99.41			

GNEYSLERİN KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI, BUNLARDAN HESAPLANAN C.I.P.W. NÖRMLERİ  
VE MİKROSKOP ÇALIŞMALARINI İLE SAPTANAN MODAL MİNERAL YÜZDELERİ

OKSİT Z	Gnays 185.A		Gnays 74.A		Gnays 96.A		C.I.P.W.	185.A		74.A		96.A	
	I	II	I	II	I	II		I	II	I	II	I	II
SiO <sub>2</sub>	80.53	79.41	82.23	80.39	81.48	80.33	QZ	64.79	63.90	64.92	63.46	65.56	64.63
TiO <sub>2</sub>	.20	.15	.20	.15	.17	.13	CO	7.31	8.49	6.28	7.24	6.13	7.12
ZrO <sub>2</sub>	.02	.01	.03	.01	.01	.00	Z	.03	.02	.04	.03	.03	.02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.86	13.78	11.29	13.01	10.64	12.36	OR	20.67	22.00	21.24	22.41	17.77	19.91
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	.81	.60	.44	.32	.28	.21	PL	2.97	3.28	5.12	5.69	4.46	4.89
FeO	.41	.34	.29	.24	1.17	.96	(AB)	1.86	2.10	4.40	4.93	2.20	2.48
MnO	.02	.02	.00	.00	.02	.02	(AN)	1.11	1.18	.72	.76	2.26	2.41
MgO	.39	.57	.14	.20	.78	1.15	HY	.97	1.15	.35	.41	3.62	3.80
CaO	.18	.19	.14	.15	.48	.51	(EN)	.97	1.15	.35	.41	1.94	2.29
SrO	.01	.00	.00	.00	.01	.00	(FS)	-	-	-	-	1.67	1.50
BaO	.22	.08	.12	.04	.07	.03	MT	.81	.62	.35	.27	.41	.31
Na <sub>2</sub> O	.22	.42	.52	.99	.26	.50	IL	.38	.30	.38	.29	.32	.25
K <sub>2</sub> O	3.49	4.39	3.59	4.48	3.00	3.77	HM	.25	.19	.20	.14	-	-
F <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	.03	.03	.03	.02	.04	.03	AP	.07	.07	.07	.07	.09	.09
H <sub>2</sub> O *	1.76		1.25		1.48		TOPLAM	98.25	100.01	98.95	100.01	98.37	100.01
TOPLAM	100.16	100.01	100.28	100.01	99.90	100.01	SALIC	95.77	97.69	97.60	98.82	93.93	95.56
İZ ELEMENT ANALİZ SONUÇLARI							FEMIC	2.48	2.32	1.35	1.18	4.44	4.45
Zr (ppm)	161.4		196.2		71.4		D.1.	87.33	88.00	90.56	90.80	85.52	86.02
Rb (ppm)	144.6		86.4		117.8		C.1.	1.79		.96		3.62	
Sr (ppm)	55.5		23.3		44.3		MODAL ANALİZ SONUÇLARI						
Y (ppm)	20.8		18.6		13.0								
Ba (ppm)	1932.4		1051.9		634.9								
KARAKTERİSTİK ORANLAR							MODAL Z	185.A	74.A	96.A			
x (Na+K)/Al	48.76	34.97	56.33	42.04	47.65	34.60	Kuvars	80.17	71.38			62.15	
(Fe+Mn)/ (Fe+Mn+Mg)	79.29	62.51	86.33	73.33	70.44	50.92	Ortoklas	1.02	3.62			1.10	
xx Na <sub>2</sub> O/ (Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O)	5.90	8.73	12.62	18.02	7.94	11.62	Sillimanit	1.22	3.73			18.86	
FeO/ (FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	33.61	52.94	39.73	59.43	80.69	90.28	Muskovit	16.48	20.30			1.00	
							Serizit	-	-			7.11	
							Biitit	-	-			7.65	
							Opak	1.02	-			2.18	
							TOPLAM	99.81	99.09			99.91	

I : XRF ile yapılan kayac analiz sonuçları (FeO ve Na<sub>2</sub>O yağ kimyasal yöntemle yapılmıştır).

II: Kayac analizlerinden H<sub>2</sub>O hesaba katılmaksızın katyon oranlarına göre saptanıp, 7 100'e tamamlanan sonuçlar.

x : Moleküler oranlar,

xx: Oksit yüzdeleri'dir.



GNAYSLARIN KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI, BUNLARDAN HESAPLANAN C.I.P.W. NÖRMLERİ  
VE MİKROSKOP ÇALIŞMALARINI İLE SAPTANAN MODAL MINERAL YÜZDELERİ

OKSİT Z	Gnays 24.A		Gnays 109.A		Gnays 91.A		C.I.P.W.	24.A		109.A		91.A	
	I	II	I	II	I	II		I	II	I	II	I	II
SiO <sub>2</sub>	56.49	53.69	79.87	78.41	76.42	74.17	QZ	5.79	5.50	61.90	60.77	42.35	41.10
TiO <sub>2</sub>	.31	.24	.17	.13	.45	.33	CO	.00	.00	6.88	7.96	1.53	1.75
ZrO <sub>2</sub>	.02	.01	.01	.01	.05	.02	Z	.02	.02	.02	.01	.08	.05
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.55	7.34	11.68	13.51	11.15	12.75	OR	18.41	18.89	24.93	26.42	38.33	40.16
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.40	2.43	1.38	1.02	.24	.18	PL	12.92	13.83	1.00	1.11	11.97	13.22
FeO	.00	.00	.22	.18	1.15	.93	(AB)	9.05	9.86	.76	.86	10.41	11.57
MnO	.29	.23	.02	.02	.01	.01	(AN)	3.87	3.97	.24	.25	1.57	1.64
MgO	2.65	3.75	.80	1.17	.57	.82	WO	44.41	43.66	-	-	-	-
CaO	25.98	26.45	.07	.07	.29	.30	DI	14.24	15.02	-	-	-	-
SrO	.04	.02	.00	.00	.01	.00	(WO)	7.64	7.51	-	-	-	-
BaO	.07	.03	.04	.02	.24	.09	(EN)	6.60	7.51	-	-	-	-
Na <sub>2</sub> O	1.07	1.97	.09	.17	1.23	2.31	HY	-	-	1.99	2.34	2.61	2.70
K <sub>2</sub> O	3.11	3.77	4.21	5.27	6.48	8.02	(EN)	-	-	1.99	2.34	2.61	2.70
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	.09	.07	.03	.02	.05	.04	(FS)	-	-	-	-	1.19	1.05
H <sub>2</sub> O †	1.57		1.74		.73		MT	-	-	.28	.22	.35	.26
TOPLAM	101.67	100.01	100.35	100.01	99.08	100.01	IL	.62	.47	.32	.25	.85	.66
İZ ELEMENT ANALİZ SONUÇLARI							HM	3.40	2.43	1.19	.88	-	-
							SP	.01	.01	-	-	-	-
							AP	.21	.19	.07	.07	.12	.11
							TOPLAM	100.04	100.01	98.58	100.01	98.19	100.01
Zr (ppm)	120.0		82.9		391.2		SALIC	37.15	38.23	94.73	96.26	94.26	96.28
Rb (ppm)	109.9		157.5		125.7		FEMIC	62.89	61.78	3.85	3.75	3.93	3.73
Sr (ppm)	327.8		14.3		54.5		D.1.	33.26	34.25	87.59	88.04	91.09	92.84
Y (ppm)	19.3		13.8		16.6		C.1.	18.10		1.63		2.56	
Ba (ppm)	641.0		396.5		2158.2		KARAKTERİSTİK ORANLAR						
KARAKTERİSTİK ORANLAR							MODAL ANALİZ SONUÇLARI						
x (Na+K)/Al	97.37	78.37	57.62	40.36	106.62	81.12	MODAL ANALİZ SONUÇLARI						
(Fe+Mn)/ (Fe+Mn+Mg)	61.96	41.52	70.48	50.97	75.68	57.53							
xx Na <sub>2</sub> O/ (Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O)	25.52	34.29	2.08	3.14	15.92	22.17	Kuars	58.14		70.59		33.11	
FeO/ (FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.00	0.00	13.75	26.16	82.73	91.42	Ortoklas	6.12		-		27.29	
I : XRF ile yapılan kayaç analiz sonuçları (FeO ve Na <sub>2</sub> O yaş kimyasal yöntemle yapılmıştır). II : Kayaç analizlerinden H <sub>2</sub> O hesaba katılmaksızın Lat- yon oranlarına göre saptanıp, 7 100'e tamamlanan sonuçlar. x : Moleküler oranlar, xx: Oksit yüzdeleri'dir.							Plajjioklas	2.39		-		18.23	
							Ballastonit	21.08		-		-	
							Sillimanit	5.18		-		11.06	
							Sten	2.17		-		-	
							Kalsit	2.02		-		-	
							Kliniklor	2.71		2.12		-	
							Muskovit	-		26.48		5.08	
							Biotit	-		-		3.14	
							TOPLAM	99.81		99.09		99.91	

GNAYSLARIN KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI, BUNLARDAN HESAPLANAN C.I.P.W. NÖRMLERİ  
VE MİKROSKOP ÇALIŞMALARI İLE SAPTANAN MODAL MİNERAL YÜZDELERİ

OKSİT Z	Gnays 88.A		Gnays 237.A		Gnays 74.A.1		C.I.P.W.	88.A		237.A		74.A.1	
	I	II	I	II	I	II		I	II	I	II	I	II
SiO <sub>2</sub>	77.55	74.15	52.14	48.68	77.84	76.96	SiO <sub>2</sub>	44.36	42.42	-	-	57.83	57.18
TiO <sub>2</sub>	.29	.21	.83	.58	.21	.16	CO	2.59	2.92	4.04	4.45	7.08	8.24
ZrO	.01	.01	.02	.01	.03	.01	Z	.05	.03	.03	.02	.04	.03
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.06	13.59	19.44	21.49	12.83	14.95	OR	38.80	40.05	61.26	61.74	27.28	29.12
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	.32	.23	.72	.51	1.08	.80	PL	10.74	11.67	8.81	9.07	3.26	2.65
FeO	.71	.57	5.90	4.61	.28	.23	(AB)	9.14	10.01	3.07	3.28	2.54	2.88
MnO	.01	.01	.07	.06	.01	.01	(AN)	1.60	1.66	5.74	5.79	.72	.77
MgO	.54	.77	5.47	7.61	.18	.27	HY	1.92	2.04	-	-	.45	.53
CaO	.10	.10	1.59	1.59	.13	.14	(EN)	1.34	1.54	-	-	.45	.53
SrO	.01	.01	.01	.01	.01	.00	(FS)	.58	.50	-	-	-	-
BaO	.81	.30	.13	.05	.14	.05	OL	-	-	16.50	17.16	-	-
Na <sub>2</sub> O	1.08	2.00	1.26	2.28	.30	.58	(FO)	-	-	9.55	11.42	-	-
K <sub>2</sub> O	6.56	8.00	10.36	12.34	4.61	5.81	(FA)	-	-	6.95	5.74	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	.06	.05	.37	.29	.03	.03	MT	.46	.35	1.04	.76	.33	.25
H <sub>2</sub> O *	.55		1.41		1.57		IL	.55	.42	1.58	1.17	.40	.31
TOPLAM	100.70	100.01	99.74	100.01	99.26	100.01	HM	-	-	-	-	.85	.64
İZ ELEMENT ANALİZ SONUÇLARI							AP	.14	.13	.88	.78	.07	.07
Zr (ppm)	224.7		156.8		211.0		TOPLAM	99.62	100.01	98.25	100.01	97.59	100.01
Rb (ppm)	122.6		136.1		125.6		SALIC	96.54	97.07	78.26	80.15	95.49	98.21
Sr (ppm)	86.6		113.4		50.6		FEMIC	3.08	2.94	19.99	19.86	2.10	1.80
Y (ppm)	20.1		31.1		24.9		D.1.	92.31	92.47	68.45	69.89	87.65	89.17
Ba (ppm)	7263.8		1163.4		1264.4		C.1.	2.55		15.29		1.04	
KARAKTERİSTİK ORANLAR							MODAL ANALİZ SONUÇLARI						
x (Na+K)/Al	97.87	73.67	92.68	68.39	59.64	42.80	MODAL Z	88.A		237.A		74.A.1	
(Fe+Mn)/ (Fe+Mn+Mg)	70.64	51.16	60.93	40.44	90.03	79.73	Kuvars	50.16		30.17		65.32	
xx Na <sub>2</sub> O/ (Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O)	14.11	20.00	10.83	15.59	6.09	8.99	Ortoklas	42.11		37.82		13.32	
FeO/ (FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	68.93	83.14	89.12	94.80	20.59	36.56	Plajzioklas	2.02		5.62		-	
I : XRF ile yapılan kayac analiz sonuçları (FeO ve Na <sub>2</sub> O yaş kimyasal yöntemle yapılmıştır). II: Kayac analizlerinden H <sub>2</sub> O hesaba katılmaksızın katyon oranlarına göre saptanıp, Z 100'e tamamlanan sonuçlar. x : Moleküler oranlar. xx: Oksit yüzdeleri'dir.							Muskovit	3.03		-		16.22	
							Biotit	4.12		25.92		-	
							Sillimanit	4.22		-		3.40	
							Opak	1.22		-		1.33	
							TOPLAM	98.88		99.58		99.59	

GNAYSLARIN KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI, BUNLARDAN HESAPLANAN C.I.P.W. NÖRMLERİ  
VE MİKROSKOP ÇALIŞMALARI İLE SAPTANAN MODAL MİNERAL YÜZDELERİ

OKSİT %	Gnays 251.A		Gnays 87.A		Gnays 198.A		C.I.P.W.	251.A		87.A		198.A		
	I	II	I	II	I	II		I	II	I	II	I	II	
SiO <sub>2</sub>	87.30	84.78	72.39	70.34	72.32	69.11	QZ	70.67	68.63	37.35	36.35	32.99	31.53	
TiO <sub>2</sub>	.15	.11	.19	.14	.15	.11	CO	1.99	2.27	3.98	4.56	2.09	2.36	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.81	6.65	14.55	16.65	13.80	15.54	OR	6.50	6.81	28.48	29.87	18.97	19.57	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	.09	.07	1.31	.96	.27	.19	PL	12.95	14.36	24.79	27.41	37.32	40.51	
FeO	1.78	1.48	.00	.00	1.40	1.12	(AB)	12.27	13.65	21.75	24.21	31.65	34.65	
MnO	.38	.31	.03	.02	.06	.05	(AN)	.68	.71	3.05	3.20	5.68	5.86	
MgO	1.36	1.97	.22	.32	1.23	1.75	HY	7.04	7.17	.55	.64	5.27	5.43	
CaO	.40	.42	.68	.71	1.21	1.24	(EN)	3.39	3.94	.55	.64	3.06	3.50	
Na <sub>2</sub> O	1.45	2.73	2.57	4.84	3.74	6.93	(FS)	3.65	3.23	-	-	2.21	1.93	
K <sub>2</sub> O	1.10	1.36	4.82	5.97	1.21	3.91	MT	.13	.10	-	-	.39	.29	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	.20	.16	.05	.04	.05	.04	IL	.28	.22	.06	.05	.28	.22	
H <sub>2</sub> O *	.60		2.20		1.75		HM	-	-	1.31	.96	-	-	
TOPLAM	100.62	100.00	99.00	100.00	99.19	100.00	RU	-	-	.16	.11	-	-	
KARAKTERİSTİK ORANLAR								AP	.47	.44	.12	.11	.12	.11
								TOPLAM	100.04	100.00	96.80	100.00	97.44	100.00
KARAKTERİSTİK ORANLAR								SALIC	92.11	92.08	94.61	98.13	91.37	93.96
								FEMIC	7.93	7.92	2.20	1.87	6.07	6.04
KARAKTERİSTİK ORANLAR								D.I.	89.44	89.09	87.58	90.38	83.60	85.74
								C.I.	3.05		3.43		7.82	
KARAKTERİSTİK ORANLAR								MODAL ANALİZ SONUÇLARI						
								MODAL %	251.A		87.A		198.A	
KARAKTERİSTİK ORANLAR								Kuvars	82.02		37.23		82.61	
								Ortoklas	1.63		30.23		1.48	
KARAKTERİSTİK ORANLAR								Plüjioklas	1.48		-		-	
								Biotit	11.27		10.32		-	
KARAKTERİSTİK ORANLAR								Muskovit	-		2.32		13.34	
								Serizit	-		8.82		-	
KARAKTERİSTİK ORANLAR								Garnet	2.32		5.42		-	
								Klorit	-		3.26		-	
KARAKTERİSTİK ORANLAR								Opak	1.02		2.05		2.28	
								TOPLAM	99.14		99.65		99.71	

I : XRF ile yapılan kayaç analiz sonuçları (FeO ve Na<sub>2</sub>O yaş kimyasal yöntemle yapılmıştır).

II: Kayaç analizlerinden H<sub>2</sub>O hesaba katılmaksızın kation oranlarına göre saptanıp,  $\times 100^{\circ}$  e tamamlanan sonuçlar.

x : Moleküler oranlar.

xx: Oksit yüzdeleri'dir.

GNAYSLARIN KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI, BUNLARDAN HESAPLANAN C.I.P.W. NORMATLARI  
VE MİKROSKOP ÇALIŞMALARI İLE SAPTANAN MODAL MİNERAL YÜZDELERİ

OKSİT Z <sup>Δ</sup>	Gnays 128.A		Gnays 110.A.1		Gnays 195.A		C.I.P.W.	128.A		110.A.1		195.A		
	I	II	I	II	I	II		I	II	I	II	I	II	
SiO <sub>2</sub>	59.47	58.26	78.63	77.32	72.04	71.49	QZ	21.80	21.36	55.14	54.22	47.97	47.60	
TiO <sub>2</sub>	.61	.45	.37	.27	.34	.25	CO	-	-	2.39	2.77	6.42	7.51	
ZrO	.01	.01	.03	.01	.03	.02	Z	.02	.01	.04	.02	.05	.03	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.73	14.70	8.93	10.35	14.23	16.64	OR	4.56	4.82	11.44	12.14	25.87	27.71	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	.54	.40	.81	.60	1.58	1.18	PI	36.43	39.08	18.91	21.02	10.53	11.58	
FeO	4.77	3.91	3.23	2.66	1.73	1.44	(AB)	8.46	9.50	14.47	16.30	4.57	5.19	
MnO	.17	.14	.14	.12	.09	.08	(AN)	27.97	29.59	4.44	4.72	5.96	6.39	
MgO	2.70	3.94	1.32	1.92	.61	.92	WO	3.52	3.57	-	-	-	-	
CaO	14.48	15.20	.95	1.00	1.24	1.32	DI	28.84	29.37	-	-	-	-	
SrO	.02	.01	.04	.00	.01	.01	(WO)	14.49	14.69	-	-	-	-	
BaO	.03	.01	.02	.01	.13	.05	(EN)	6.72	7.89	-	-	-	-	
Na <sub>2</sub> O	1.00	1.90	1.71	3.26	.54	1.04	(FS)	7.62	6.80	-	-	-	-	
K <sub>2</sub> O	.77	.96	1.93	2.42	4.37	5.53	HY	-	-	8.20	8.27	3.00	3.14	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	.13	.11	.05	.04	.07	.06	(EN)	-	-	3.29	3.87	1.52	1.80	
H <sub>2</sub> O *	1.98		1.14		2.01		(FS)	-	-	4.91	4.40	1.48	1.34	
TOPLAM	99.42	100.00	99.28	100.01	99.04	100.01	MT	.78	.60	1.17	.90	2.29	1.77	
İZ ELEMENT ANALİZ SONUÇLARI								IL	1.16	.90	.70	.55	.65	.51
								AP	.31	.29	.12	.11	.17	.16
Zr (ppm)	106.1		189.9		249.2		TOPLAM	97.42	100.00	98.12	100.01	96.94	100.01	
Rb (ppm)	34.4		93.1		146.7		SALIC	62.81	65.28	87.92	90.18	90.84	94.44	
Sr (ppm)	193.5		55.2		100.1		FEMIC	34.61	34.73	10.19	9.83	6.10	5.57	
Y (ppm)	39.8		19.8		40.8		D.I.	34.82	35.68	81.05	82.66	78.41	80.51	
Ba (ppm)	290.2		202.8		1154.4		C.I.	42.47		6.75		7.02		
KARAKTERİSTİK ORANLAR								MODAL ANALİZ SONUÇLARI						
X (Na+K)/Al	20.50	19.49	60.74	54.96	53.49	39.54	MODAL Z	128.A	110.A.1	195.A				
(Fe+Mn)/ (Fe+Mn+Mg)	72.14	53.01	80.01	63.54	87.26	74.89	Kuvars	28.32	69.33	52.03				
XX Na <sub>2</sub> O/ (Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O)	56.38	66.32	46.85	57.32	10.96	15.79	Ortoklas	4.25	5.12	13.40				
FeO/ (FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	89.83	95.15	79.95	89.86	52.27	70.88	Plajjioklas	6.40	2.05	-				
I : XRF ile yapılan kayaç analiz sonuçları (FeO ve Na <sub>2</sub> O yaş kimyasal yöntemle yapılmıştır). II: Kayaç analizlerinden H <sub>2</sub> O hesaba katılmaksızın katyon oranlarına göre saptanıp, Z 100'e tamamlanan sonuçlar. x : Moleküler oranlar, xx: Oksit yüzdeleri'dir.								Muskovit	-	9.82	21.82			
								Biotit	1.10	12.61	10.11			
								Diyopsit	26.80	-	-			
								Skapolit	15.40	-	-			
								Kalsit	12.61	-	-			
								Sfen	1.80	-	-			
								Opak	2.56	-	2.32			
								TOPLAM	99.26	98.93	99.68			



GNAVSLARIN KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI, BUNLARDAN HESAPLANAN C.I.P.W. NÖRMLERİ VE MİKROSKOP ÇALIŞMALARI İLE SAPTANAN MODAL MINERAL YÜZDELERİ

OKSİT Z	Gnavs 69.A		Gnavs 252.A		Gnavs 74.A.1.A		C.I.P.W.	69.A		252.A		74.A.1.A	
	I	II	I	II	I	II		I	II	I	II	I	II
SiO <sub>2</sub>	56.14	56.99	84.84	83.49	77.84	77.02	SiO <sub>2</sub>	29.89	30.34	68.12	67.03	57.99	57.38
TiO <sub>2</sub>	1.00	.76	.18	.13	.21	.16	CO	-	-	2.70	3.13	7.18	8.38
ZrO	.02	.01	.01	.01	.00	.00	Z	.04	.02	.02	.01	-	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.32	17.13	7.16	8.30	12.83	14.96	OR	2.14	2.35	7.99	8.49	27.24	29.09
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.28	5.56	.36	.27	1.08	.80	PL	38.00	41.66	13.59	15.18	2.99	3.36
FeO	1.50	1.27	1.73	1.42	.28	.23	(AB)	-	-	11.51	12.97	2.54	2.88
MnO	.44	.38	.08	.07	.01	.01	(AN)	38.00	41.66	2.08	2.21	.45	.48
MgO	1.99	3.01	1.00	1.47	.18	.27	WO	4.84	5.08	-	-	-	-
CaO	12.97	14.11	.48	.51	.13	.14	DI	10.69	12.04	-	-	-	-
SrO	.14	.08	.00	.00	.00	.00	(WO)	5.73	6.02	-	-	-	-
BaO	.06	.02	.01	.00	.00	.00	(EN)	4.96	6.02	-	-	-	-
Na <sub>2</sub> O	.00	.00	1.36	2.59	.30	.58	HY	-	-	5.22	5.38	.45	.53
K <sub>2</sub> O	.36	.47	1.35	1.69	4.61	5.82	(EN)	-	-	2.49	2.93	.45	.53
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	.23	.20	.05	.04	.03	.03	(FS)	-	-	2.73	2.45	-	-
H <sub>2</sub> O *	2.18		1.07		1.57		MT	3.37	2.67	.52	.40	.33	.25
TOPLAM	99.64	100.00	99.69	100.00	99.07	100.00	IL	1.90	1.53	.34	.27	.40	.31
İZ ELEMENT ANALİZ SONUÇLARI							HM	4.95	3.78	-	-	.85	.64
							AP	.54	.53	.12	.11	.07	.07
							TOPLAM	96.37	100.00	98.61	100.00	97.50	100.00
Zr (ppm)	185.0		85.0				SALIC	70.07	74.37	92.41	93.84	95.40	98.20
Rb (ppm)	44.8		44.9				FEMIC	26.30	25.63	6.20	6.16	2.10	1.80
Sr (ppm)	1193.3		16.4				D.I.	32.03	32.69	87.62	88.50	87.77	89.35
Y (ppm)	36.0		12.9				C.I.	48.69		3.83		.76	
Ba (ppm)	540.4		99.8				MODAL ANALİZ SONUÇLARI						
KARAKTERİSTİK ORANLAR							MODAL ANALİZ SONUÇLARI						
x (Na+K)/Al	3.94	2.74	56.20	51.69	59.64	42.74	MODAL Z	69.A	252.A	74.A.1.A.			
(Fe+Mn)/ (Fe+Mn+Mg)	84.61	70.55	73.33	54.50	90.03	79.73	Kuvars	21.32	83.05	63.39			
xx Na <sub>2</sub> O/ (Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O)	.00	.00	50.09	60.45	6.11	9.00	Ortoklas	34.75	1.26	14.49			
FeO/ (FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	17.08	31.41	82.78	91.44	20.59	36.56	Plajjioklas	35.89	1.58	-			
I : XRF ile yapılan kayac analiz sonuçları (FeO ve Na <sub>2</sub> O yaq kimyasal yöntemle yapılmıştır). II: Kayac analizlerinden H <sub>2</sub> O hesaba katılmaksızın katyon oranlarına göre saptanıp, Z100'e tamamlanan sonuçlar. x : Moleküler oranlar. xx: Oksit yüzdeleri'dir.							Biotit	1.27	11.32	-			
							Muskovit	1.02	-	17.33			
							Sillimanit	-	-	3.82			
							Klorit	1.12	1.41	-			
							Epidot	2.16	-	-			
Opak	1.23	1.08	.77										
TOPLAM	98.76	99.70	99.80										

CNAVSLARIN KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI,  
BUNLARDAN HESAPLANAN C.I.P.W. NORMLARI VE  
MİKROSKOP ÇALIŞMALARI İLE SAPTANAN MODAL MİNERAL YÜZDELERİ

OKSİT %	Gnays 182.A		C.I.P.W.	182.A	
	I	II		I	II
SiO <sub>2</sub>	84.62	84.48	QZ	73.56	73.44
TiO <sub>2</sub>	.18	.14	CO	6.10	7.17
ZrO <sub>2</sub>	.00	.00	Z	-	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.29	10.93	OR	15.01	16.17
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	.32	.24	PL	1.73	1.94
FeO	.29	.24	(AB)	1.10	1.26
MnO	.01	.01	(AN)	.63	.68
MgO	.21	.31	HY	.52	.63
CaO	.14	.15	(EN)	.52	.63
Na <sub>2</sub> O	.13	.24	MT	.45	.35
K <sub>2</sub> O	2.54	3.23	IL	.34	.27
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	.01	.01	HM	.01	.01
H <sub>2</sub> O +	1.39		AP	.02	.02
<b>TOPLAM</b>	<b>99.13</b>	<b>100.00</b>	<b>TOPLAM</b>	<b>97.74</b>	<b>100.00</b>
<b>KARAKTERİSTİK ORANLAR</b>			SALIC	96.39	98.73
x (Na+K)/Al	31.89	44.85	FEMIC	1.35	1.27
(Fe+Mn)/ (Fe+Mn+Mg)	61.11	78.30	<b>MODAL ANALİZ SONUÇLARI</b>		
xx (Na <sub>2</sub> O/ (Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O)	7.22	4.87	Kuvars	79.54	
FeO/ (FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	66.82	47.54	Muskovit	14.96	
			Opak	5.17	
			<b>TOPLAM</b>	<b>99.67</b>	
<p>I : XRF ile yapılan kayaç analizi sonuçları (FeO ve Na<sub>2</sub>O yağ kimyasal yöntem ile yapılmıştır).</p> <p>II: Kayaç analizlerinden H<sub>2</sub>O hesaba katılmaksızın katyon oranlarına göre saptanıp, % 100'e tamamlanan sonuçlar.</p> <p>x : Molekül oranlar,</p> <p>xx: Oksit yüzdeleri'dir.</p>					

CRANİTLERİN KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI, BUNLARDAN HESAPLANAN C.I.P.W. NÖRMLERİ  
VE MİKROSKOP ÇALIŞMALARI İLE SAPTANAN MODAL MİNERAL YÜZDELERİ

OKSİT %	Granit 122.A		Granit 104.A		Granit 146.A		C.I.P.W.	122.A		104.A		146.A		
	I	II	I	II	I	II		I	II	I	II	I	II	
SiO <sub>2</sub>	71.94	66.99	76.76	73.45	55.23	51.33	QZ	26.82	24.97	39.75	38.03	6.63	6.16	
TiO <sub>2</sub>	.23	.216	.08	.06	1.19	.83	CO	.41	.45	1.68	1.90	11.78	12.91	
ZrO	.01	.01	.01	.01	.04	.02	Z	.02	.01	.02	.01	.06	.04	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.02	16.48	12.49	14.08	26.53	29.06	OR	26.31	26.45	32.12	33.17	40.50	40.63	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.12	.78	.35	.25	.44	.31	PL	43.04	45.41	23.93	26.13	31.71	33.35	
FeO	.63	.49	.14	.11	2.33	1.81	(AB)	34.78	37.10	22.34	24.49	24.96	26.58	
MnO	.04	.03	.00	.00	.02	.02	(AN)	8.26	8.31	1.59	1.64	6.75	6.77	
MgO	.40	.56	.11	.16	.92	1.27	HY	1.00	1.11	.27	.31	4.28	4.23	
CaO	1.71	1.71	.34	.35	1.65	1.64	(EN)	1.00	1.11	.27	.31	2.29	2.55	
SrO	.05	.03	.01	.00	.05	.03	(FS)	-	-	-	-	1.99	1.68	
BaO	.06	.02	.01	.00	.10	.04	MT	1.49	1.08	.22	.16	.64	.46	
Na <sub>2</sub> O	4.11	7.42	2.64	4.90	2.95	5.32	IL	.44	.32	.15	.12	2.26	1.66	
K <sub>2</sub> O	4.44	5.27	5.42	6.62	6.84	8.11	HM	.09	.06	.20	.14	-	-	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	.07	.06	.02	.02	.27	.21	AP	.17	.15	.05	.04	.64	.57	
H <sub>2</sub> O *	.30		1.10		1.08									
<b>TOPLAM</b>	<b>100.16</b>	<b>100.02</b>	<b>99.51</b>	<b>100.02</b>	<b>99.67</b>	<b>100.02</b>	<b>TOPLAM</b>	<b>99.79</b>	<b>100.02</b>	<b>98.39</b>	<b>100.02</b>	<b>98.50</b>	<b>100.02</b>	
<b>[Z ELEMENT ANALİZ SONUÇLARI]</b>								SALIC	96.61	97.29	97.49	99.24	90.69	93.09
								FEMIC	3.18	2.73	.89	.78	7.82	6.92
Zr (ppm)	109.1		91.3		295.4		D.L.	87.91	88.52	94.20	95.69	72.09	73.37	
Rb (ppm)	237.5		276.7		257.1		C.I.	8.96		1.78		8.35		
Sr (ppm)	413.0		49.5		453.8		<b>MODAL ANALİZ SONUÇLARI</b>							
Y (ppm)	9.8		4.1		20.8									
Ba (ppm)	513.7		94.3		904.7									
<b>KARAKTERİSTİK ORANLAR</b>								MODAL %	122.A	104.A	146.A			
x (Na+K)/Al	84.72	77.10	97.70	81.87	56.03	46.26	Kuvars	25.40	24.82			19.30		
(Fe+Mn)/ (Fe+Mn+Mg)	84.39	70.19	84.20	69.88	79.37	62.61	Ortoklas	32.12	39.48			37.22		
xx Na <sub>2</sub> O/ (Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O)	47.92	58.18	32.63	42.47	30.05	39.55	Plajjioklas	38.43	32.52			38.63		
FeO/ (FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	36.00	55.56	28.57	47.06	84.12	92.17	Muskovit	-	1.33			-		
I : XRF ile yapılan kayaç analiz sonuçları (FeO ve Na <sub>2</sub> O yağ kimyasal yöntemle yapılmıştır). II: Kayaç analizlerinden H <sub>2</sub> O hesaba katılmaksızın Patyon oranlarına göre saptanıp, % 100'e tamamlanan sonuçlar. x : Moleküler oranlar, xx: Oksit yüzdeleri'dir.								Biotit	1.62	-		1.22		
								Serizit	-	-		1.15		
								Sten	1.10	-		1.00		
								Opak	1.05	1.25		1.07		
								<b>TOPLAM</b>	<b>99.72</b>	<b>99.40</b>	<b>99.59</b>			

GRANİTLERİN KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI, BUNLARDAN HESAPLANAN C.I.P.W. NÖRMLERİ  
VE MİKROSKOP ÇALIŞMALARINI İF SAPTANAN MODAL MİNERAL YÜZDELERİ

OKSİT Z	Granit 137.A		Granit 152.A		Granit 80.A		C. I. P. W.	137.A		152.A		80.A	
	I	II	I	II	I	II		I	II	I	II	I	II
SiO <sub>2</sub>	66.01	61.19	70.42	65.29	71.94	68.08	QZ	17.80	16.50	23.47	21.76	28.13	26.62
TiO <sub>2</sub>	.49	.34	.28	.20	.26	.19	CO	1.35	1.47	.06	.06	-	-
ZrO	.03	.01	.02	.01	.02	.01	Z	.04	.03	.03	.02	.02	.02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.24	16.65	15.59	17.03	14.14	15.77	OR	24.61	24.63	24.12	24.14	26.22	26.78
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.78	3.33	1.10	.77	.85	.61	PL	41.49	45.86	47.77	50.09	40.85	43.79
FeO	.40	.31	.88	.68	.32	.25	(AB)	18.08	40.44	37.15	39.46	32.75	35.50
MnO	.46	.36	.03	.02	.02	.02	(AN)	5.41	5.41	10.62	10.61	8.11	8.28
MgO	2.51	3.47	.71	.98	.31	.44	DI	-	-	-	-	1.26	1.33
CaO	1.23	1.22	2.20	2.19	2.04	2.07	(WO)	-	-	-	-	.68	.66
SrO	.03	.02	.06	.03	.06	.04	(EN)	-	-	-	-	.59	.66
BaO	.00	.00	.07	.03	.05	.02	HY	6.25	6.94	2.07	2.22	.19	.21
Na <sub>2</sub> O	4.50	8.09	4.39	7.89	3.87	7.10	(EN)	6.25	6.94	1.77	1.96	.19	.21
K <sub>2</sub> O	4.15	4.91	4.07	4.81	4.43	5.31	(FS)	-	-	.30	.25	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	.12	.09	.09	.07	.10	.08	MT	1.37	.99	1.59	1.15	.34	.25
H <sub>2</sub> O -	.56		.51		.57		IL	.93	.68	.53	.39	.49	.37
<b>TOPLAM</b>	<b>100.54</b>	<b>100.02</b>	<b>100.45</b>	<b>100.01</b>	<b>99.00</b>	<b>100.01</b>	HM	3.83	2.68	-	-	.61	.44
<b>İZ ELEMENT ANALİZ SONUÇLARI</b>							AP	.28	.25	.21	.19	.24	.21
Zr (ppm)	215.2		138.7		123.0		<b>TOPLAM</b>	<b>99.96</b>	<b>100.02</b>	<b>99.86</b>	<b>100.01</b>	<b>98.36</b>	<b>100.01</b>
Rb (ppm)	272.1		220.8		130.1		SALIC	87.29	88.48	95.45	96.07	95.23	97.20
Sr (ppm)	287.9		522.7		542.1		FEMIC	12.67	11.53	4.41	3.95	3.14	2.81
Y (ppm)	13.1		13.2		12.1		D. I.	80.49	81.57	84.74	85.36	87.09	88.90
Ba (ppm)	.0		629.5		448.8		C. I.	9.79		11.86		9.50	
<b>KARAKTERİSTİK ORANLAR</b>							<b>MODAL ANALİZ SONUÇLARI</b>						
X (Na+K)/Al	84.10	78.16	80.42	74.67	87.51	78.99	MODAL %	137.A	152.A	80.A			
(Fe+Mn)/ (Fe+Mn+Mg)	72.60	53.60	77.52	60.03	82.12	66.67	Kuvars	19.32	20.48	20.12			
XX Na <sub>2</sub> O/ (Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O)	51.84	62.15	51.74	62.04	46.55	57.00	Ortoklas	30.62	35.73	29.22			
FeO/ (FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	7.72	15.68	44.44	64.00	27.35	45.56	Plagiyoklas	42.32	41.15	43.26			
I : XRF ile yapılan kayalık analiz sonuçları (FeO ve Na <sub>2</sub> O yağ kimyasal yöntemle yapılmıştır). II: Kayalık analizlerinden H <sub>2</sub> O hesaba katılmaksızın tartım oranlarını göre saptanıp, 7 100'e tamamlanan sonuçlar. X : Moleküler oranlar, XX: Oksit yüzdeleri'dir.							Hornblend	4.49	-	4.66			
							Biotit	1.42	1.61	1.17			
							Silic	1.11	-	1.01			
							Opak	-	1.06	-			
<b>TOPLAM</b>	<b>99.29</b>	<b>99.51</b>	<b>99.18</b>										



GRANİTLERİN KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI, BUNLARDAN SAPTANAN C.I.P.W. NORMATI  
VE MİKROSKOP ÇALIŞMALARI İLE SAPTANAN MODAL MINERAL YÜZDELERİ

OKSİT %	Granit 167.A		Granit A.K.1		Granit 58.A		C.I.P.W.	167.A		A.K.1		58.A	
	I	II	I	II	I	II		I	II	I	II	I	II
SiO <sub>2</sub>	75.04	68.76	67.44	63.60	72.19	67.42	QZ	28.50	26.12	19.39	18.28	24.90	23.25
TiO <sub>2</sub>	.14	.10	.36	.26	.23	.16	CO	1.37	1.48	-	-	.48	.53
ZrO <sub>2</sub>	.16	.07	.02	.01	.02	.01	Z	.23	.14	.03	.02	.03	.02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.55	15.71	15.38	17.09	14.89	16.39	OR	13.21	13.07	28.09	28.59	30.62	30.87
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.09	.75	1.39	.99	.35	.25	PL	54.87	57.57	44.10	47.05	40.98	43.55
FeO	.18	.14	1.26	.99	.29	.23	(AB)	54.32	57.03	34.44	37.21	36.13	38.66
MnO	.01	.01	.05	.04	.02	.02	(AN)	.54	.54	9.66	9.84	4.85	4.89
MgO	.22	.30	.88	1.24	.35	.49	DI	-	-	1.46	1.49	-	-
CaO	.13	.13	2.43	2.46	1.02	1.02	(WO)	-	-	.76	.74	-	-
SrO	.00	.00	.06	.04	.06	.03	(EN)	-	-	.53	.60	-	-
BaO	.01	.00	.09	.03	.08	.03	(FS)	-	-	.16	.14	-	-
Na <sub>2</sub> O	6.42	11.41	4.07	7.44	4.27	7.73	HY	.55	.60	2.16	2.30	.87	.97
K <sub>2</sub> O	2.23	2.61	4.74	5.70	5.17	6.16	(EN)	.55	.60	1.66	1.87	.87	.97
F <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	.02	.02	.14	.11	.08	.06	(FS)	-	-	.50	.43	-	-
H <sub>2</sub> O *	.49		.75		.62		MT	.21	.15	2.02	1.48	.33	.24
TOPLAM	100.70	100.01	99.09	100.02	99.67	100.01	IL	.27	.19	.68	.51	.44	.32
İZ ELEMENT ANALİZ SONUÇLARI													
Zr (ppm)	1168.0		158.6		160.5		HM	.95	.65			.12	.08
Rb (ppm)	101.0		243.7		210.8		AP	.05	.04	.33	.30	.19	.17
Sr (ppm)	26.9		546.0		506.0		TOPLAM	100.20	100.01	98.25	100.02	98.96	100.01
Y (ppm)	75.4		17.2		13.7		SALIC	98.18	98.37	91.60	93.94	97.31	98.22
Ba (ppm)	95.3		823.7		751.0		FEMIC	2.02	1.64	6.65	6.08	1.95	1.79
KARAKTERİSTİK ORANLAR													
x (Na+K)/Al	85.89	89.22	85.44	76.99	94.66	84.84	D.I.	96.04	96.21	81.91	84.09	91.65	92.78
(Fe+Mn)/(Fe+Mn+Mg)	87.28	74.91	78.95	62.02	69.71	50.06	C.I.	.93		11.97		5.46	
MODAL ANALİZ SONUÇLARI													
xx Na <sub>2</sub> O/(Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O)	74.13	81.36	46.06	56.55	45.12	55.61	MODAL %	167.A		A.K.1		58.A	
FeO/(FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	14.17	26.85	47.55	66.83	45.31	64.81	Kuvars	14.84		21.16		25.11	
I : XRF ile yapılan kayaç analiz sonuçları (FeO ve Na <sub>2</sub> O yağ kimyasal yöntemle yapılmıştır).							Ortoklas	34.80		32.33		28.17	
II: Kayaç analizlerinden H <sub>2</sub> O hesabı katılmaksızın katyon oranlarına göre saptanıp, % 100'e tamamlanan sonuçlar.							Plajjioklas	47.12		41.02		41.62	
x : Moleküler oranlar,							Muskovit	1.22		-		1.04	
xx: Oksit yüzdeleri'dir.							Serizit	-		-		1.03	
							Hornblend	-		2.84		-	
							Biotit	-		-		.86	
							Sfen	-		1.12		-	
							Opak	2.00		1.15		1.39	
							TOPLAM	99.98		99.62		99.22	

GRANİTLERİN KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI, BUNLARDAN HESAPLANAN C.I.P.W. NORMATLARI  
VE MİKROSKOP ÇALIŞMALARI İLE SAPTANAN MODAL MİNERAL YÜZDELERİ

OKSİT Z	Granit 136.A		Granit 26.A		Granit 73.A		C. I. P. W.	136.A		26.A		73.A	
	I	II	I	II	I	II		I	II	I	II	I	II
SiO <sub>2</sub>	70.19	65.71	72.63	68.75	77.24	73.83	QZ	23.57	22.07	29.06	27.50	43.28	41.37
TiO <sub>2</sub>	.30	.21	.21	.15	.12	.09	CO	-	-	-	-	2.83	3.18
ZrO	.02	.01	.02	.01	.01	.01	Z	.03	.02	.03	.02	.02	.01
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.02	16.57	13.64	15.22	12.66	14.26	OR	24.30	24.55	23.31	23.81	28.28	29.17
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.16	.82	.19	.14	.66	.47	PL	46.52	49.35	41.58	44.63	22.75	24.83
FeO	.75	.59	1.50	1.19	.21	.17	(AB)	37.65	40.39	34.10	36.98	21.41	23.44
MnO	.01	.02	.03	.02	.01	.02	(AN)	8.87	8.96	7.48	7.65	1.35	1.39
MgO	.47	.66	.48	.68	.23	.33	DI	1.67	1.73	.12	.12	-	-
CaO	2.29	2.30	1.60	1.62	.28	.29	(WO)	.89	.87	.06	.06	-	-
SrO	.06	.03	.04	.02	.01	.00	(EN)	.77	.87	.02	.02	-	-
BaO	.08	.03	.03	.01	.04	.01	(FS)	-	-	.04	.04	-	-
Na <sub>2</sub> O	4.45	8.08	4.03	7.40	2.53	4.69	HY	.40	.45	3.44	3.28	.57	.66
K <sub>2</sub> O	4.10	4.90	3.93	4.75	4.77	5.82	(EN)	.40	.45	1.17	1.33	.57	.66
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	.10	.08	.07	.06	.02	.02	(FS)	-	-	2.27	1.95	-	-
H <sub>2</sub> O *	.52		.68		1.36		MT	1.65	1.20	.28	.20	.43	.32
TOPLAM	99.56	100.01	99.10	100.02	100.20	100.02	IL	.57	.42	.40	.30	.23	.17
İZ ELEMENT ANALİZ SONUÇLARI													
Zr (ppm)	149.5		147.8		95.9		HM	.03	.02	-	-	.37	.26
Rb (ppm)	209.7		258.5		270.5		AP	.24	.21	.17	.15	.05	.04
Sr (ppm)	494.4		312.4		54.2		TOPLAM	98.96	100.01	98.38	100.02	98.80	100.02
Y (ppm)	15.0		10.5		7.7		SALIC	94.42	95.99	93.97	95.96	97.16	98.57
Ba (ppm)	695.2		223.9		343.0		FEMIC	4.54	4.03	4.40	4.05	1.64	1.45
KARAKTERİSTİK ORANLAR													
x (Na+K)/Al	84.35	78.37	86.61	79.90	87.11	73.78	D. I.	85.52	87.01	86.47	88.30	92.97	93.98
(Fe+Mn)/(Fe+Mn+Mg)	83.34	68.53	82.04	66.54	82.37	67.05	C. I.	10.81		8.35		1.75	
MODAL ANALİZ SONUÇLARI													
xx (Na <sub>2</sub> O)/(Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O)	51.91	62.19	50.45	60.83	34.52	44.56	MODAL Z	136.A	26.A	73.A			
FeO/(FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	39.27	58.97	88.76	94.61	82.78	91.44	Kuvars	18.82	23.89	25.82			
I : XRF ile yapılan kayaç analiz sonuçları (FeO ve Na <sub>2</sub> O yağı kimyasal yöntemle yapılmıştır). II: Kayaç analizlerinden H <sub>2</sub> O hesaba katılmaksızın katyon oranlarına göre saptanıp. Z 100'e tamamlanan sonuçlar. x : Moleküler oranlar, xx: Oksit yüzdeleri'dir.							Ortoklas	33.46	32.46	38.87			
							Plajjioklas	40.02	39.27	29.02			
							Muskovit	-	-	2.16			
							Biotit	1.62	-	-			
							Hornblend	2.33	-	-			
							Epidot	-	1.12	-			
							Serizit	-	1.32	-			
							Sfen	1.96	.68	-			
							TOPLAM	99.76	99.79	98.73			

GRANİTLERİN KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI, BUNLARDAN HESAPLANAN C.I.P.W. NÖRMLERİ  
VE MİKROSKOP ÇALIŞMALARI İLE SAPTANAN MODAL MİNERAL YÜZDELERİ

OKSİT Z	Granit 149.A		Granit 82.A		Granit 172.A		C. I. P. W.	149.A		82.A		172.A		
	I	II	I	II	I	II		I	II	I	II	I	II	
SiO <sub>2</sub>	69.14	65.19	73.36	67.81	72.55	67.92	QZ	21.91	20.66	28.27	26.13	29.11	27.25	
TiO <sub>2</sub>	.29	.21	.25	.17	.27	.19	CO	-	-	.05	.06	.13	.15	
ZrO <sub>2</sub>	.02	.01	.02	.01	.02	.01	Z	.03	.02	.03	.02	.02	.01	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.13	16.81	14.48	15.78	14.13	15.59	OR	26.02	26.48	26.19	26.13	25.64	25.91	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.43	1.01	1.23	.86	1.23	.87	PL	45.96	49.13	42.92	45.00	40.84	43.31	
FeO	.74	.58	.58	.45	.79	.62	(AB)	37.65	40.67	35.45	37.55	32.92	35.31	
MnO	.03	.02	.03	.02	.03	.02	(AN)	8.30	8.45	7.47	7.46	7.92	8.01	
MgO	.42	.59	.35	.48	.51	.71	DI	.98	1.03	-	-	-	-	
CaO	2.00	2.02	1.60	1.58	1.69	1.70	(WO)	.53	.51	-	-	-	-	
SrO	.06	.03	.04	.02	.05	.03	(EN)	.46	.51	-	-	-	-	
BaO	.07	.03	.05	.02	.07	.03	HY	.59	.67	.87	.96	1.31	1.46	
Na <sub>2</sub> O	4.45	8.13	4.19	7.51	3.89	7.06	(EN)	.59	.67	.87	.96	1.27	1.42	
K <sub>2</sub> O	4.39	5.28	4.42	5.21	4.33	5.17	(FS)	-	-	-	-	.04	.04	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	.10	.08	.10	.08	.11	.09	MT	1.64	1.21	1.24	.89	1.78	1.30	
H <sub>2</sub> O *	.82		.13		.48		IL	.55	.41	.47	.35	.51	.38	
TOPLAM	99.12	100.02	100.85	100.01	100.16	100.01	HM	.30	.21	.37	.26	-	-	
İZ ELEMENT ANALİZ SONUÇLARI								AP	.24	.21	.24	.21	.26	.23
Zr (ppm)	134.6		142.2		119.6		TOPLAM	98.22	100.02	100.66	100.01	99.61	100.01	
Rb (ppm)	244.8		222.5		159.4		SALIC	93.92	96.28	97.47	97.34	95.74	96.64	
Sr (ppm)	511.7		316.3		405.0		FEMIC	4.30	3.73	3.20	2.67	3.87	3.37	
Y (ppm)	13.0		12.9		13.2		D. I.	85.59	87.81	89.92	89.81	87.66	88.47	
Ba (ppm)	661.9		419.4		621.8		C. I.	9.70		8.08		8.81		
KARAKTERİSTİK ORANLAR								MODAL ANALİZ SONUÇLARI						
x (Na+K)/Al	86.74	79.89	88.44	80.73	86.66	78.52	MODAL Z	149.A		82.A		172.A		
(Fe+Mn)/ (Fe+Mn+Mg)	86.32	73.32	86.34	73.35	82.96	67.95	Kuvars	16.23		29.08		20.36		
xx Na <sub>2</sub> O/ (Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O)	50.19	60.57	48.53	58.96	47.22	57.68	Ortoklas	38.18		34.15		30.15		
FeO/ (FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	34.10	53.49	32.04	51.17	39.11	58.81	Pitajioklas	33.67		33.32		41.12		
I : XRF ile yapılan kayaç analiz sonuçları (FeO ve Na <sub>2</sub> O yağ kimyasal yöntemle yapılmıştır).							Biotit	5.86		1.02		3.17		
II: Kayaç analizlerinden H <sub>2</sub> O hesabı katılmaksızın kat- yon oranlarına göre saptanıp, Z.100'e tamamlanan sonuçlar.							Hornblend	1.57		-		3.40		
x : Moleküler oranlar,							Sfen	1.21		-		-		
xx: Oksit yüzdeleri'dir.							Epidot	1.10		-		-		
							Serizit	1.39		-		-		
							Opak	-		2.00		1.25		
							TOPLAM	99.21		99.57		99.45		

GRANİTLERİN KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI, BUNLARDAN HESAPLANAN C.I.P.W. NÖRMLERİ  
VE MİKROSKOP ÇALIŞMALARINI İLE SAPTANAN MODAL MİNERAL YÜZDELERİ

OKSİT %	Granit 136.A.1		Granit R.1		Granit 143.A		C.I.P.W.	136.A.1		R.1		143.A	
	I	II	I	II	I	II		I	II	I	II	I	II
SiO <sub>2</sub>	70.19	65.76	77.25	72.98	67.16	61.91	QZ	23.68	22.19	37.19	35.13	12.04	11.10
TiO <sub>2</sub>	.30	.21	.09	.06	.19	.13	CO	-	-	.55	.62	.23	.25
ZrO	-	-	-	-	.04	.02	Z	-	-	-	-	.06	.04
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.02	16.58	12.24	13.63	17.32	18.82	OR	24.23	24.50	28.96	29.53	38.22	38.03
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.16	.82	.23	.16	1.65	1.14	PL	46.55	49.42	31.20	33.66	46.05	48.23
FeO	.75	.59	.37	.29	.38	.29	(AB)	37.65	40.42	29.36	31.78	39.43	41.64
MnO	.03	.02	.00	.00	.02	.02	(AN)	8.90	9.00	1.84	1.88	6.61	6.58
MgO	.47	.66	.12	.17	.26	.36	DI	1.41	1.46	-	-	-	-
CaO	2.29	2.30	.41	.42	1.34	1.32	(WO)	.75	.73	-	-	-	-
SrO	-	-	-	-	.04	.02	(EN)	.65	.73	-	-	-	-
BaO	-	-	-	-	.07	.02	HY	.52	.58	.64	.63	.65	.71
Na <sub>2</sub> O	4.45	8.08	3.47	6.36	4.66	8.33	(EN)	.52	.58	.30	.34	.65	.71
K <sub>2</sub> O	4.10	4.90	4.90	5.91	6.45	7.58	(FS)	-	-	.34	.29	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	.10	.08	.03	.02	.04	.03	MT	1.65	1.20	.33	.25	.74	.53
H <sub>2</sub> O +	.52		.56		.33		IL	.57	.42	.17	.13	.36	.26
TOPLAM	99.38	100.00	99.67	100.00	99.98	100.02	HM	.03	.02	-	-	1.14	.79
							AP	.24	.21	.07	.06	.09	.08
İZ ELEMENT ANALİZ SONUÇLARI							TOPLAM	98.87	100.00	99.11	100.00	99.58	100.02
Zr (ppm)	-	-	-	-	315.8	-	SALIC	94.46	96.10	97.90	98.93	96.60	97.64
Rb (ppm)	-	-	-	-	321.8	-	FEMIC	4.40	3.90	1.22	1.07	2.98	2.38
Sr (ppm)	-	-	-	-	345.8	-	D.I.	85.56	87.10	95.50	96.44	89.69	90.77
Y (ppm)	-	-	-	-	13.9	-	C.I.	10.67		2.05		7.07	
Ba (ppm)	-	-	-	-	584.4	-							
KARAKTERİSTİK ORANLAR							MODAL ANALİZ SONUÇLARI						
x	136.A.1		R.1		143.A		MODAL %	136.A.1		R.1		143.A	
(Na+K)/Al	84.35	78.28	89.97	102.52	84.68	96.13	Kuars	21.39		76.02		21.21	
(Fe+Mn)/	83.34 68.53		72.96 86.10		80.27 90.33		Ortoklas	31.42		28.82		51.18	
(Fe+Mn+Mg)							Plajjioklas	39.25		41.06		23.11	
xx	52.05 62.26		41.46 51.84		41.81 52.27		Biotit	1.71		-		1.20	
Na <sub>2</sub> O/							Muskovit	-		-		.58	
(Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O)							Hornblenc	2.41		-		-	
FeO/	30.27 58.97		.00 .00		18.72 33.86		Sfen	1.62		-		1.02	
(FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )							Opak	1.49		3.40		1.51	
I : XRF ile yapılan kayaç analiz sonuçları (FeO ve Na <sub>2</sub> O yaş kimyasal yöntemle yapılmıştır).							TOPLAM	99.14		99.30		99.81	
II: Kayaç analizlerinden H <sub>2</sub> O hesaba katılmaksızın katyon oranlarına göre saptanıp, Z-100'e tamamlanan sonuçlar.													
x : Moleküler oranlar,													
xx: Oksit yüzdeleri'dir.													



SKARNLARIN KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI, BUNLARDAN HESAPLANAN C. I. P. W. NÖRMLERİ  
VE MİKROSKOP ÇALIŞMALARINI İLE SAPTANAN MODAL MİNERAL YÜZDELERİ

OKSİT X	Skarn 117.A		Skarn 224.A		Skarn BTKK		C. I. P. W.	117.A		224.A		B.T.K.K.		
	I	II	I	II	I	II		I	II	I	II	I	II	
SiO <sub>2</sub>	46.39	44.01	37.78	37.79	42.90	43.69	QZ	-	-	-	-	3.87	3.94	
TiO <sub>2</sub>	2.43	1.73	.49	.37	.10	.08	Z	-	-	-	-	.05	.03	
ZrO <sub>2</sub>	-	-	.00	.00	.03	.02	OR	5.50	5.63	-	-	8.48	9.32	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.77	15.40	9.34	11.01	5.06	6.07	PL	43.80	46.07	25.10	27.11	12.67	14.37	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.19	2.28	1.84	1.39	21.60	16.56	(AB)	19.12	20.79	-	-	6.60	7.70	
FeO	8.40	6.67	1.58	1.32	1.17	1.00	(AN)	24.68	25.29	25.10	27.11	6.07	6.67	
MnO	.32	.26	.38	.32	1.00	.86	LC	-	-	.19	.20	-	-	
MgO	9.36	13.24	6.64	9.90	.78	1.18	NE	-	-	.28	.35	-	-	
CaO	10.74	10.92	35.04	37.79	24.80	27.06	WO	-	-	-	-	46.49	48.98	
SrO	-	-	-	-	.03	.02	DI	21.60	22.00	20.21	22.25	4.19	4.74	
BaO	-	-	-	-	.07	.03	(WO)	11.21	11.00	10.75	11.13	2.25	2.37	
Na <sub>2</sub> O	2.26	4.16	.06	.12	.78	1.54	(EN)	7.42	8.42	8.78	10.51	1.94	2.37	
K <sub>2</sub> O	.93	1.13	.04	.05	1.41	1.83	(FS)	2.98	2.58	.68	.62	-	-	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	.27	.22	.20	.17	.07	.06	HY	4.38	4.63	-	-	-	-	
H <sub>2</sub> O +	1.88	-	5.84	-	.36	-	(EN)	3.13	3.55	-	-	-	-	
							(FS)	1.26	1.09	-	-	-	-	
TOPLAM	99.94	100.00	99.23	100.00	100.21	100.03	OL	12.91	14.21	5.90	7.38	-	-	
İZ ELEMENT ANALİZ SONUÇLARI								(FO)	8.95	10.88	5.44	6.97	-	-
Zr (ppm)	-	-	-	-	233.5	-	(FA)	3.97	3.33	.46	.41	-	-	
Rb (ppm)	-	-	-	-	456.0	-	CS	-	-	37.67	39.43	-	-	
Sr (ppm)	-	-	-	-	224.9	-	MT	4.63	3.42	2.67	2.08	6.74	5.35	
Y (ppm)	-	-	-	-	88.3	-	IL	4.62	3.47	.93	.74	.19	.15	
Ba (ppm)	-	-	-	-	631.1	-	BH	-	-	-	-	16.95	12.99	
							AP	.64	.58	.47	.45	.17	.16	
KARAKTERİSTİK ORANLAR								TOPLAM	98.08	100.00	93.41	100.00	99.78	100.03
x (Na+K)/Al	34.31	33.60	1.52	1.57	56.06	65.32	SALIC	49.30	51.70	25.26	27.67	25.06	27.67	
(Fe+Mn)/	41.00	61.48	23.43	41.23	93.96	97.27	FEMIC	48.78	48.30	67.85	72.33	74.72	72.37	
xx (Na <sub>2</sub> O/ (Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O)	78.69	70.85	69.51	60.00	45.24	34.82	MODAL ANALİZ SONUÇLARI							
FeO/ (FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	72.48	85.41	65.62	46.20	10.75	5.11	MODAL Z	117.A	224.A	B.T.K.K.				
<p>I : XRF ile yapılan kayaç analiz sonuçları FeO ve Na<sub>2</sub>O yaşı kimyasal yöntemle yapılmıştır.</p> <p>II: Kayaç analizlerinden H<sub>2</sub>O hesaba katılmaksızın katyon oranlarına göre saptanıp, % 100'e tamamlanan sonuçlar.</p> <p>x : Molekül oranlar.</p> <p>xx: Oksit yüzdeleri'dir.</p>								Kuvars	6.48	-	20.62			
								Ortoklas	5.02	-	-			
								Vezüvyanit	-	26.11	-			
								Hornblend	85.62	-	-			
								Kalsit	-	11.08	28.32			
								Epidot	-	-	46.18			
								Klorit	-	-	3.48			
Opak	2.27	1.51	1.14											
TOPLAM	99.99	98.80	99.74											

SKAÇLARIN KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI, BUNLARDAN HESAPLANAN C.I.P.W. NORMATLARI  
VE MİKROSKOP ÇALIŞMALARI İLE SAPTANAN MODAL MİNERAL YÜZDELERİ

OKSİT X	Skarı. B.A.K.K.4		Skarı 188.A		Skarı Ç.M.K.K.2		C.I.P.W.	B.A.K.K.4		188.A		Ç.M.K.K.2	
	I	II	I	II	I	II		I	II	I	II	I	II
SiO <sub>2</sub>	40.68	44.02	43.50	40.98	51.32	54.00	QZ	.87	.94	-	-	20.53	21.60
TiO <sub>2</sub>	.34	.28	2.16	1.53	.92	.73	Z	.01	.01	.03	.02	-	-
ZrO <sub>2</sub>	.01	.00	.02	.01	-	-	OR	-	-	9.12	9.28	.24	.27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.41	13.28	11.47	12.74	8.36	10.37	PL	28.40	33.19	29.79	31.01	22.85	25.99
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.43	3.61	5.10	3.62	5.68	4.50	(AB)	-	-	11.27	12.16	.34	.41
FeO	4.43	4.01	8.05	6.34	3.01	2.65	(AN)	28.40	33.19	18.52	18.84	22.51	25.58
MnO	1.50	1.37	.36	.29	.90	.80	NE	-	-	2.29	2.73	-	-
HgO	5.41	8.73	13.90	19.52	4.05	6.35	MO	10.26	11.48	-	-	14.89	16.21
CaO	21.17	24.55	9.48	9.57	18.02	20.31	DI	41.67	48.12	21.50	22.02	23.62	27.30
SrO	.08	.05	.01	.01	-	-	(MO)	21.49	24.06	11.30	11.01	12.54	13.65
BaO	.00	.00	.05	.02	-	-	(EN)	13.47	17.45	8.35	9.42	10.09	12.70
Na <sub>2</sub> O	.00	.00	1.83	3.34	.04	.08	(FS)	6.70	6.61	1.85	1.59	.99	.95
K <sub>2</sub> O	.00	.00	1.54	1.85	.04	.05	OL	-	-	22.90	25.96	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	.12	.11	.24	.19	.18	.16	(FO)	-	-	18.40	22.21	-	-
H <sub>2</sub> O *	9.72		1.53		7.20		(FA)	-	-	4.49	3.75	-	-
TOPLAM	99.29	100.00	99.24	100.01	99.72	100.00	MT	6.42	5.41	7.39	5.42	8.24	6.75
İZ ELEMENT ANALİZ SONUÇLARI													
Zr (ppm)	52.0		130.4		-		TOPLAM	88.56	100.00	97.69	100.00	92.54	100.00
Rb (ppm)	1.9		69.6		-		SALIC	29.28	34.14	41.22	43.03	43.62	47.86
Sr (ppm)	642.0		105.1		-		FEMIC	59.28	65.86	56.47	56.97	48.92	52.14
Y (ppm)	11.6		22.7		-		D.I.	.87	.94	22.67	24.17	21.11	22.28
Ba (ppm)	3.4		413.9		-		C.I.	57.47		54.95		44.27	
KARAKTERİSTİK ORANLAR													
x (Na+K)/Al	.00	.00	40.82	43.42	1.30	1.42	MODAL ANALİZ SONUÇLARI						
(Fe+Mn)/ (Fe+Mn+Mg)	50.75	70.25	34.42	54.65	55.58	74.16	MODAL Z	B.A.K.K.4	188.A	Ç.M.K.K.2			
xx Na <sub>2</sub> O/ (Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O)	.00	.00	64.31	54.18	60.32	50.00	Kuvars	18.23	1.02	5.26			
FeO/ (FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	68.97	50.00	77.82	61.22	54.08	34.64	Diopsit	21.30	-	-			
							Biotit	-	15.18	-			
							Epidot	59.37	-	48.27			
							Hornblend	-	81.89	-			
							Kalsit	-	-	43.63			
							Klorit	-	-	2.33			
							Opak	1.00	1.59	-			
							TOPLAM	99.90	99.68	99.49			

I : XRF ile yapılan kayac analiz sonuçları (FeO ve Na<sub>2</sub>O yaz kimyasal yöntemle yapılmıştır).

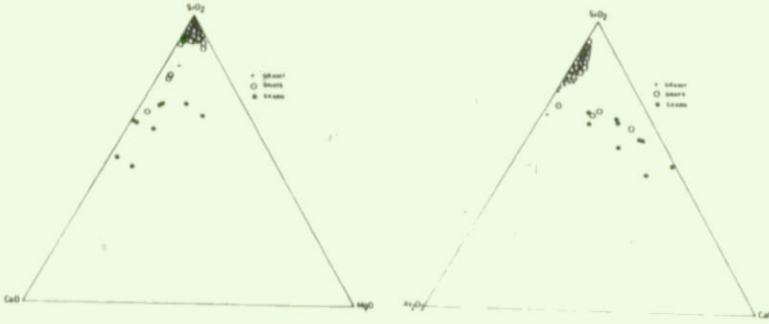
II: Kayac analizlerinden H<sub>2</sub>O hesaba katılmaksızın katyon oranlarına göre saptanıp, Z 100'e tamamlanan sonuçlar.

x : Moleküler oranlar.

xx: Oksit yüzdeleri'dir.

ŞEŞARLARIN KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI, BUNLARDAN HESAPLANAN C.I.P.W. NÖRMLERİ  
VE MİKROSKOP ÇALIŞMALARINI İLE SAPTANAN MODAL MİNERAL YÜZDELERİ

OKSİT %	Skarn Kuyu		Skarn 234.A		Skarn 225.A		C. I. P. W.	Kuyu		234.A		225.A	
	I	II	I	II	I	II		I	II	I	II	I	II
SiO <sub>2</sub>	51.28	51.77	43.50	44.17	34.74	35.83	QZ	11.38	11.49	4.92	4.99	-	-
TiO <sub>2</sub>	.90	.68	.11	.08	.57	.44	Z	.01	.01	.02	.01	.01	.01
ZrO <sub>2</sub>	.01	.00	.01	.01	.01	.00	OR	6.15	6.70	8.77	9.61	-	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.26	9.83	5.05	6.04	.89	1.08	PL	23.64	26.36	12.57	14.24	2.05	2.28
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.66	4.30	21.91	16.74	20.54	15.94	(AB)	8.88	10.28	6.77	7.88	-	-
FeO	3.00	2.53	1.19	1.01	6.96	6.00	(AN)	14.75	16.08	5.81	6.37	2.05	2.28
MnO	.85	.73	1.00	.86	.68	.59	LC	-	-	-	-	.24	.27
MgO	4.04	6.08	.17	.26	1.52	2.34	NE	-	-	-	-	.23	.30
CaO	19.01	20.56	25.05	27.25	33.95	37.52	WO	20.38	21.29	48.78	51.24	47.67	50.86
SrO	.01	.00	.01	.00	.00	.00	DI	23.45	26.02	.91	1.03	8.17	9.35
BaO	.00	.00	.02	.01	.00	.00	(WO)	12.46	13.01	.49	.51	4.38	4.67
Na <sub>2</sub> O	1.05	2.06	.80	1.58	.05	.10	(EN)	10.06	12.16	.42	.51	3.79	4.67
K <sub>2</sub> O	1.04	1.34	1.48	1.92	.05	.07	(FS)	.93	.85	-	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	.12	.14	.08	.07	.10	.09	CS	-	-	-	-	12.71	13.72
H <sub>2</sub> O +	4.18		.39		.51		MT	8.21	6.45	6.78	5.36	23.00	18.47
TOPLAM	99.42	100.00	100.78	100.01	100.57	100.00	IL	1.71	1.37	.21	.17	1.08	.88
İZ ELEMENT ANALİZ SONUÇLARI							HM	-	-	17.23	13.17	4.68	3.63
Zr (ppm)	57.1		76.2		39.1		AP	.33	.32	.19	.18	.24	.23
Rb (ppm)	2		74.5		32.3		TOPLAM	95.26	100.00	100.38	100.01	100.07	100.00
Sr (ppm)	50.5		51.0		5.5		SALIC	41.18	44.56	26.28	28.85	2.53	2.86
Y (ppm)	21.4		20.3		.0		FEMIC	54.08	55.44	74.11	71.15	97.54	97.14
Ba (ppm)	.0		214.6		.0		D. I.	26.42	28.47	20.46	22.48	.47	.57
KARAKTERİSTİK ORANLAR							C. I.	36.46		6.72		10.22	
MODAL ANALİZ SONUÇLARI													
x (Na+K)/Al	34.54	37.57	57.87	68.18	15.54	16.69	MODAL Z	Kuyu		234.A		225.A	
(Fe+Mn)/ (Fe+Mn+Mg)	55.43	74.04	98.64	99.40	90.61	95.68	Kuvars	2.26		4.16		-	
xx Na <sub>2</sub> O/ (Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O)	60.55	50.24	45.03	34.96	59.48	48.31	Ortoklas	-		21.33		-	
FeO/ (FeO+Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	54.09	34.64	10.77	5.15	42.96	25.31	Garnet	80.69		73.22		89.36	
I : XRF ile yapılan kayaç analiz sonuçları (FeO ve Na <sub>2</sub> O yaş kimyasal yöntemle yapılmıştır).							Kalsit	13.27		-		4.27	
II: Kayaç analizlerinden H <sub>2</sub> O hesaba katılmaksızın katyon oranlarına göre saptanıp, % 100'e tamamlanan sonuçlar.							Epidot	2.82		-		2.12	
x : Moleküler oranlar,							Spinel	-		1.00		1.03	
xx: Oksit yüzdeleri'dir.							Opak	-		1.00		1.03	
							TOPLAM	99.04		98.71		98.85	



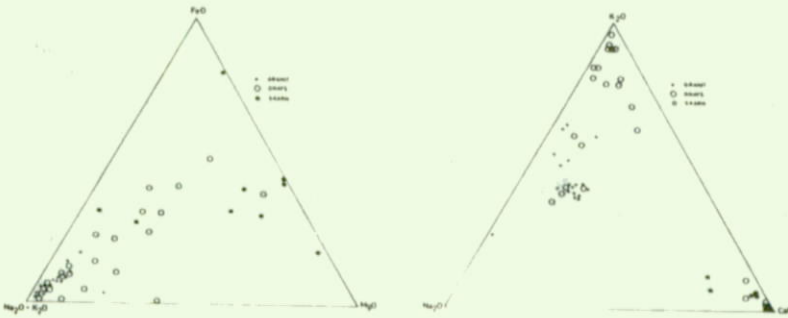
Şekil- 20 SiO<sub>2</sub> - CaO - MgO diyagramı.

Şekil- 21 SiO<sub>2</sub> - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - CaO diyagramı.



Şekil- 22 SiO<sub>2</sub> - MgO- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>diyagramı.

Şekil- 23 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - FeO - MgO diyagramı.



Şekil- 24 FeO - (Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O) - MgO diyagramı.

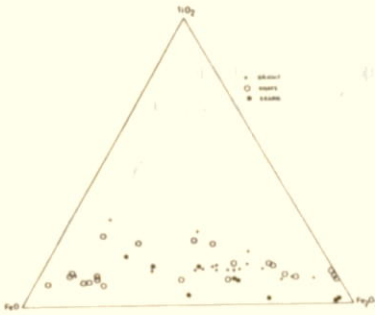
Şekil- 25 K<sub>2</sub>O - Na<sub>2</sub>O - CaO diyagramı.



Yukarıda verilen diyagramlarda (Şekil- 20,21,22,23,24,25) oksit yüzdelere göre elementler arasındaki ilişkiler ortaya konmuştur. Ancak tümü için ayrıntılı bir açıklama yapmanın olanak dışı olduğu görülmektedir.

Genellikle şekil- 20,21,22 ve 23'te elementlerin oksit yüzdeleri arasında gnays ve granitler için bir dengeğin varlığı, aynı dengeğin granitler için şekil 24 ve 25'tede olduğu görülür.

Buna karşın skarlarda CaO artışı ile uyumlu olarak SiO<sub>2</sub>, MgO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O ve Na<sub>2</sub>O azalışı dengeli olarak izlenmektedir.



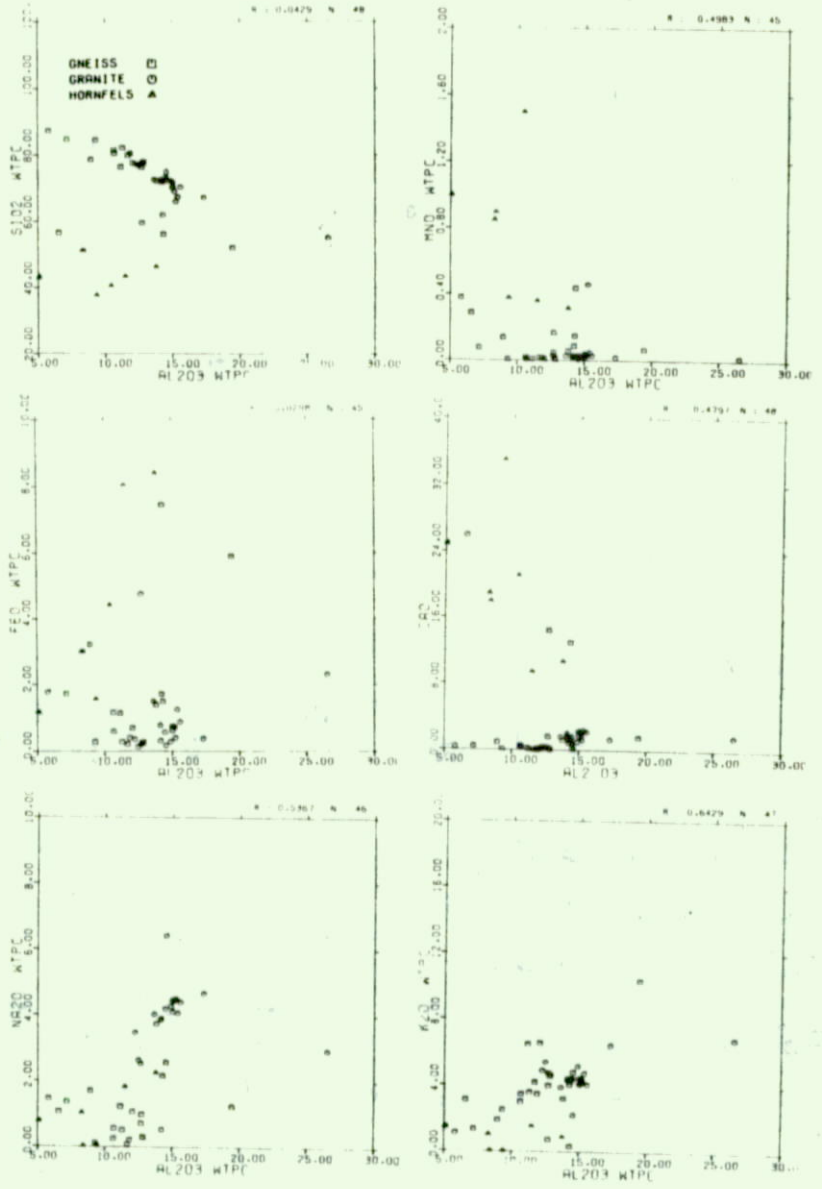
Şekil- 26 TiO<sub>2</sub> - FeO - Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> diyagramı.

FeO ile Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> arasında değişime karşın TiO<sub>2</sub> gnays, granit ve skarlarda sabit bir değer göstermektedir.

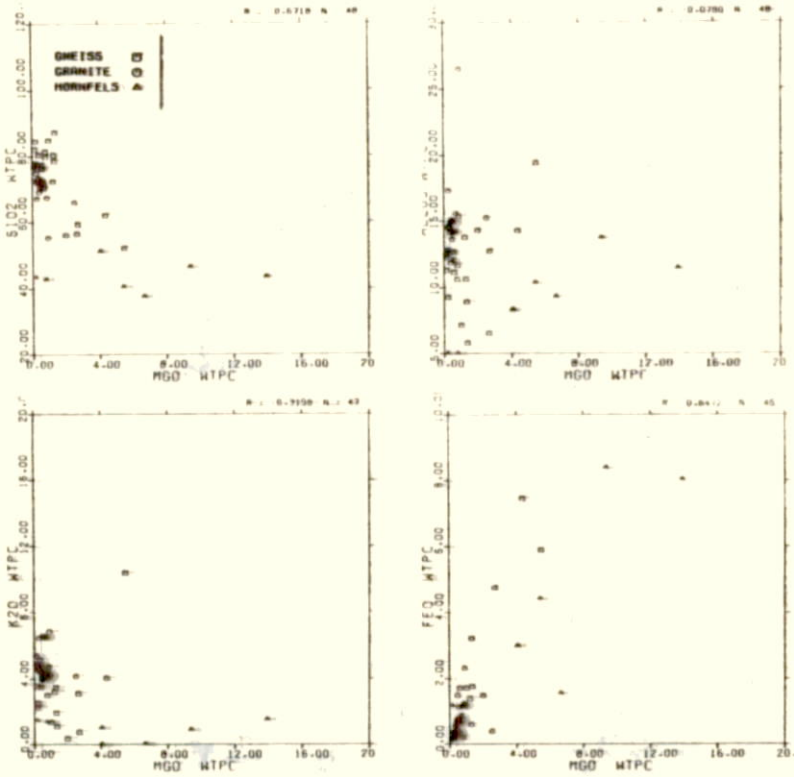
Gnayslarda şekil- 27'de görüldüğü gibi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> artışına uyumlu olarak K<sub>2</sub>O ve Na<sub>2</sub>O artışı, buna karşın SiO<sub>2</sub> azalışı izlenir. FeO, CaO ve MnO için ilişki kurmak güçtür, bunlar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> göre bağımsız görünmektedirler.

Granitlerde Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> artışı ile Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O artar, SiO<sub>2</sub> ise ters ilişki olarak azalır. FeO, MnO ve CaO ise Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bağımsızdırlar. (Şekil- 27)

Skarlarda Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> artışı ile uyumlu SiO<sub>2</sub> artışı gözlenir, Na<sub>2</sub>O'da buna uyar. CaO ve MnO yüzdesinin yükselmesi ile de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> azalır. (Şekil- 27)



Şekil- 27 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'ün SiO<sub>2</sub>, MnO, FeO, CaO, Na<sub>2</sub>O ve K<sub>2</sub>O'ya bağımlı olarak değişimlerini gösterir diyagram.

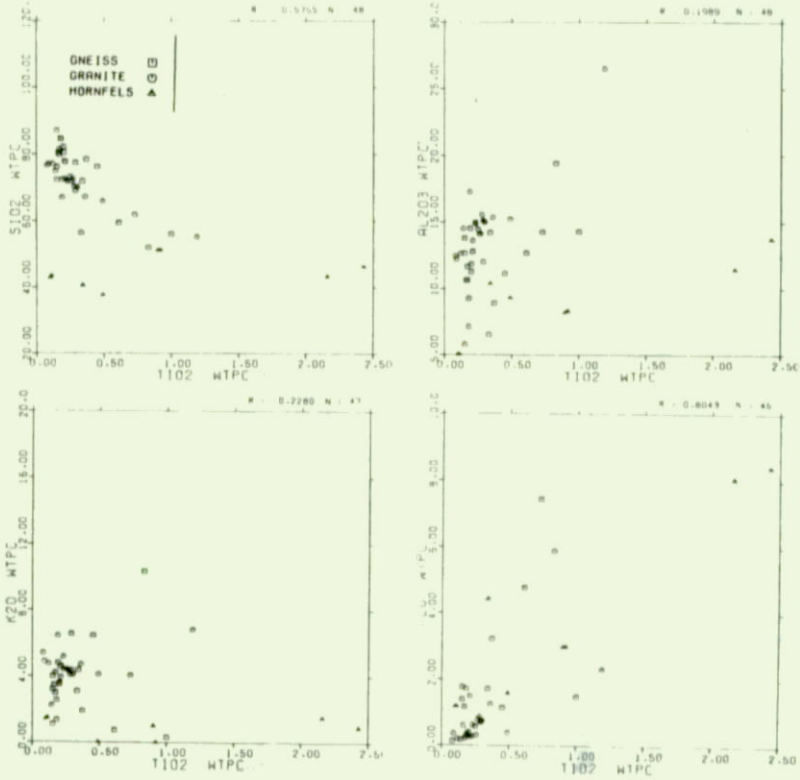


Şekil- 28 MgO'nun  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  ve  $\text{FeO}$ 'ya bağımlı olarak değişimlerini gösterir diyagram.

Şekil- 28'de izlendiği gibi MgO artışına paralel olarak gnaylarda  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  ve  $\text{FeO}$  vardır.  $\text{SiO}_2$  ise MgO'nun yükselmesi ile azalır, ters orantılıdır.

Granitlerde ise  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ve  $\text{K}_2\text{O}$ , MgO'ya göre bağımsızdır.  $\text{FeO}$  ise MgO artışı ile doğru orantılı olarak artar.

Skarnlarda da MgO artışı ile  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ve  $\text{FeO}$  artışı uyumludur.  $\text{K}_2\text{O}$  ve  $\text{SiO}_2$  ise bağımsızdır.



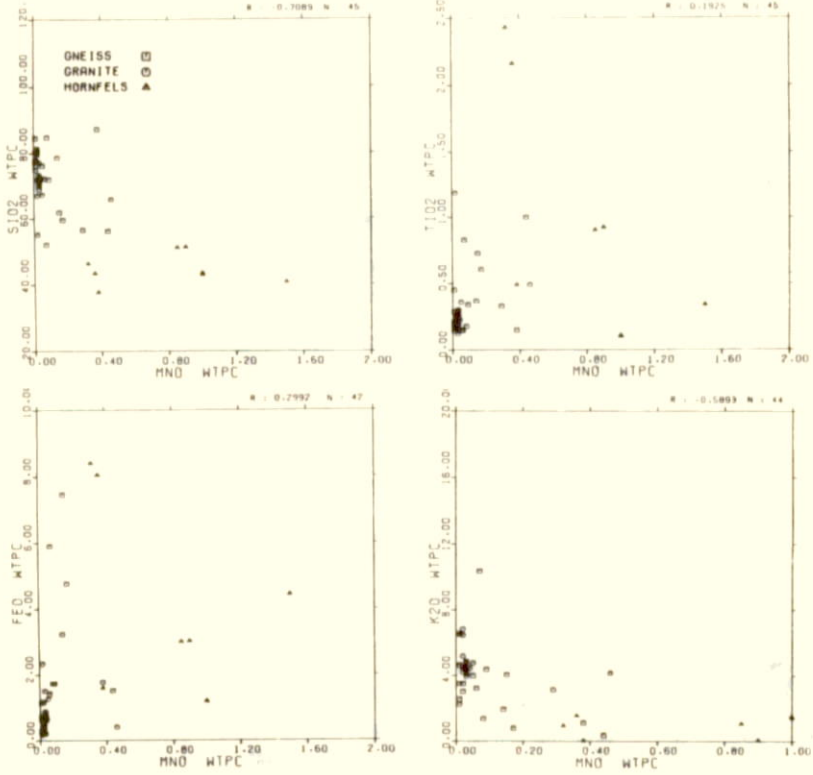
Şekil- 29 TiO<sub>2</sub>'nin SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O ve FeO'ya bağımlı olarak değişimlerini gösterir diyagram.

Gnayslarda TiO<sub>2</sub> artışına paralel Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O ve FeO artışı vardır. SiO<sub>2</sub> ise TiO<sub>2</sub> artışına karşın ters orantılı olarak azalır.

Granitler için ise bir farklılık görülmez. Gnayslarda olduğu gibi TiO<sub>2</sub> artışına uygun olarak Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O ve FeO artar, SiO<sub>2</sub> azalır. (Şekil- 29)

Skarnlarda TiO<sub>2</sub> artışı ile FeO artışı belirgindir. SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>'ye göre bağımsızdırlar.



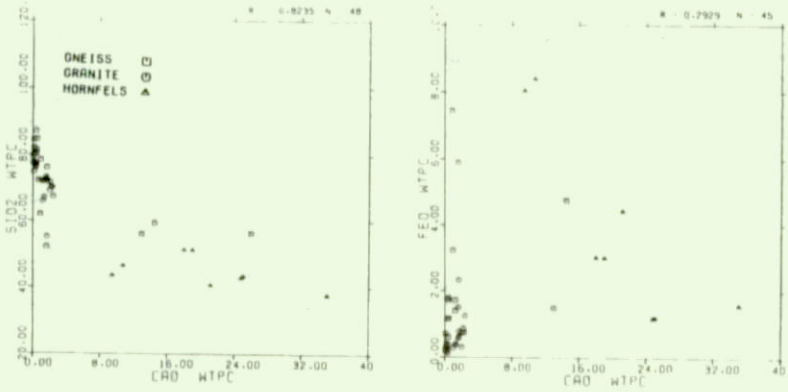


Şekil- 30 MnO'nun SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, FeO ve K<sub>2</sub>O'ya bağımlı olarak değişimlerini gösterir diyagram.

Gnayslarda SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> ve FeO, MnO'ya göre bağımsızdır, buna karşın MnO artışına uygun olarak K<sub>2</sub>O azalışı ters oranlı olarak belirgindir. (Şekil- 30)

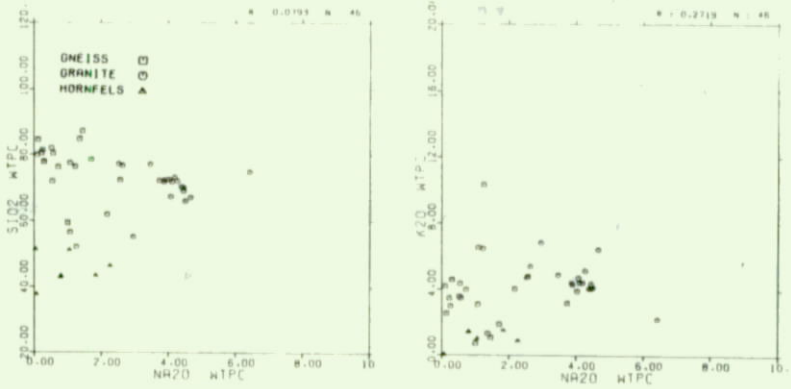
Granitlerde ise SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, FeO ve K<sub>2</sub>O, MnO karşısında bağımsız olarak hareket ederler.

Skarnlarda MnO ile doğru orantılı olarak FeO artar, diğerleri ise bağımsızdır.



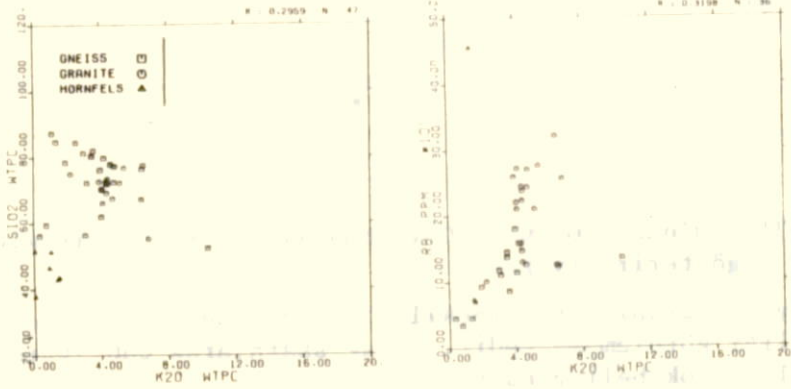
Şekil- 31 CaO'nun SiO<sub>2</sub> ve FeO'ya bağımlı olarak değişimlerini gösterir diyagram.

Gnays ve granitlerde (Şekil- 31) CaO'nun SiO<sub>2</sub> ve FeO ile bağımlılığı görülememektedir. Ancak skarnlarda CaO artışı ile FeO azalışı çok belirgindir.



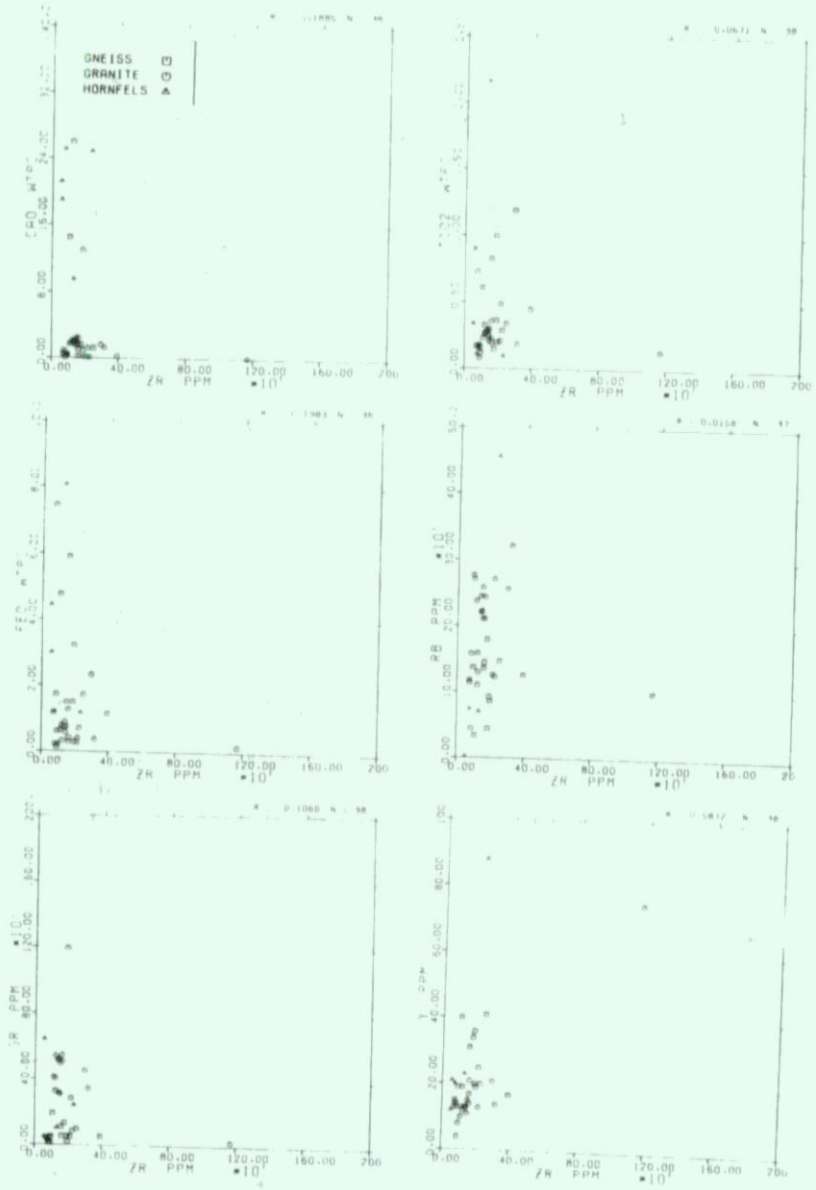
Şekil- 32 Na<sub>2</sub>O'nun SiO<sub>2</sub> ve K<sub>2</sub>O'ya bağımlı olarak değişimlerini gösterir diyagram.

$\text{Na}_2\text{O} - \text{SiO}_2$  ilişkilerine baktığımızda granitler için bir değişmezlik görülür, aynı durum granitler için  $\text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O}$  içinde geçerlidir. (Şekil- 32) Buna karşın gnays ve skarnlar için  $\text{Na}_2\text{O} - \text{SiO}_2$  ve  $\text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O}$  diyagramlarında elementlerin beraberlikleri hakkında bir yargıya varmak olanaksız görülmüştür.



Şekil- 33  $\text{K}_2\text{O}$ 'nun  $\text{SiO}_2$  ve Rb'ye bağımlı olarak değişimlerini gösterir diyagram.

$\text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$  diyagramında görüleceği gibi gnays ve granitler için ters bir ilişki söz konusudur.  $\text{SiO}_2$  oranı yükseldikçe  $\text{K}_2\text{O}$  oranı azalmaktadır.  $\text{K}_2\text{O} - \text{Rb}$  (Şekil- 33) ilişkilerini incelersek granit ve gnayslarda doğru orantılı olduğunu görürüz.  $\text{K}_2\text{O}$  oranı fazlalaştıkça Rb oranında fazlalaşır. Her ikisinin kesin bir beraberlik gösterdiği belirlidir.

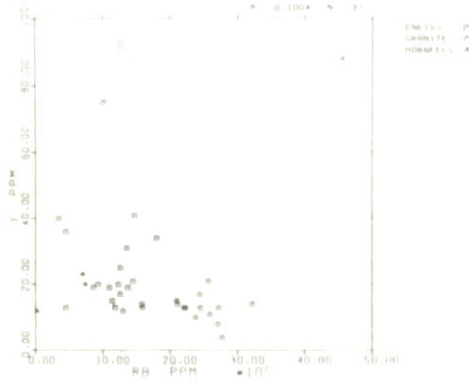


Şekil- 34 Zr'nun CaO, TiO<sub>2</sub>, FeO, Rb, Sr ve Y'a bağımlı olarak değişimlerini gösterir diyagram.



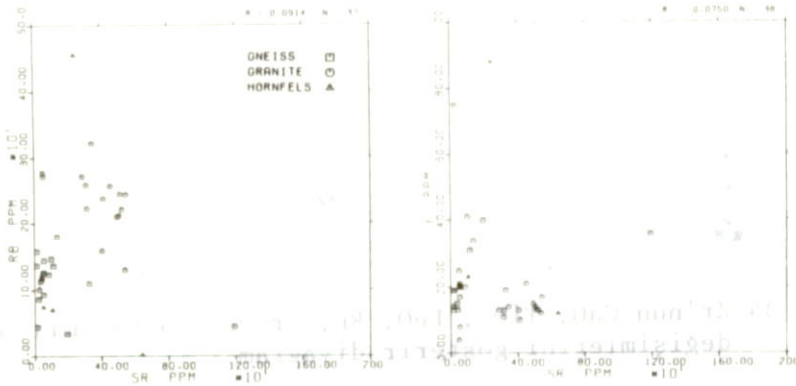
İz elementlerden zirkonun gnays, granit ve skarnlarda diğer iz elementlerle, ilişkili olabileceği düşünülen ana element oksitleri ile olan bağları ortaya konulmağa çalışılmıştır. (Şekil-34)

Diyagramlarda da görüleceği gibi zirkonun diğer elementlerle olan ilişkilerine beraberlik, bağımlılık görülememiştir. Sürekli sabit bir oranda olduğu, artma veya eksilme göstermediği anlaşılmıştır. Bu da bize zirkonun değişmez stabil bir element olarak bulunduğunu vurgulamaktadır.



Şekil- 35 Rb'un Y'a bağımlı olarak değişimini gösterir diyagram.

Granit ve gnaylarda Rb oranı arttıkça Y azalmaktadır, aralarında ters bir ilişki vardır. Buna karşın skarnlarda ise Rb artışına uyumlu Y artışı izlenir, aralarında doğru orantılı bir bağ vardır.

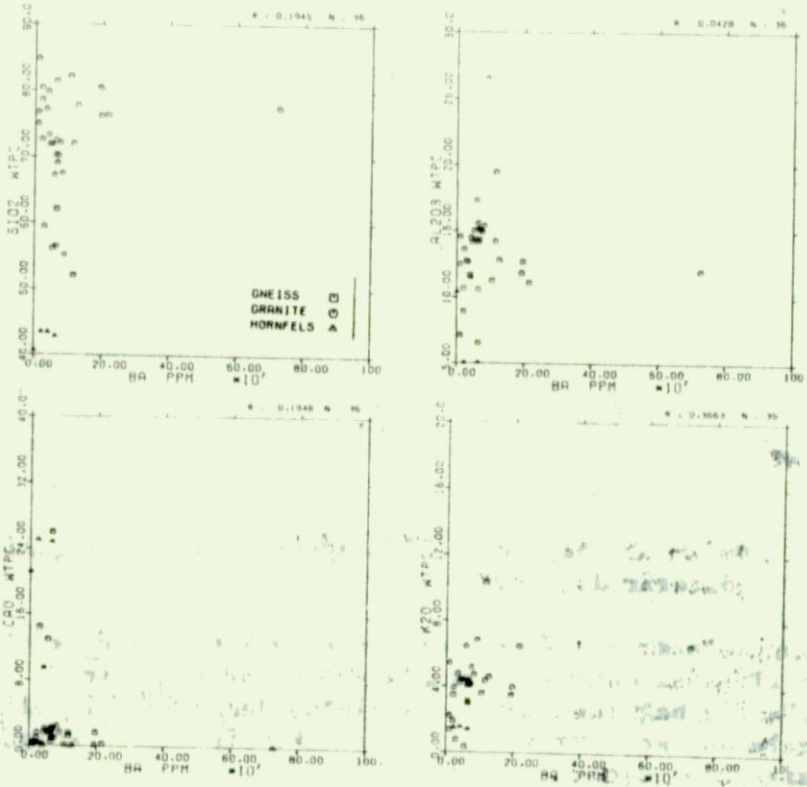


Şekil- 36 Sr'un Rb ve Y'a bağımlı olarak değişimi gösterir diyagram.

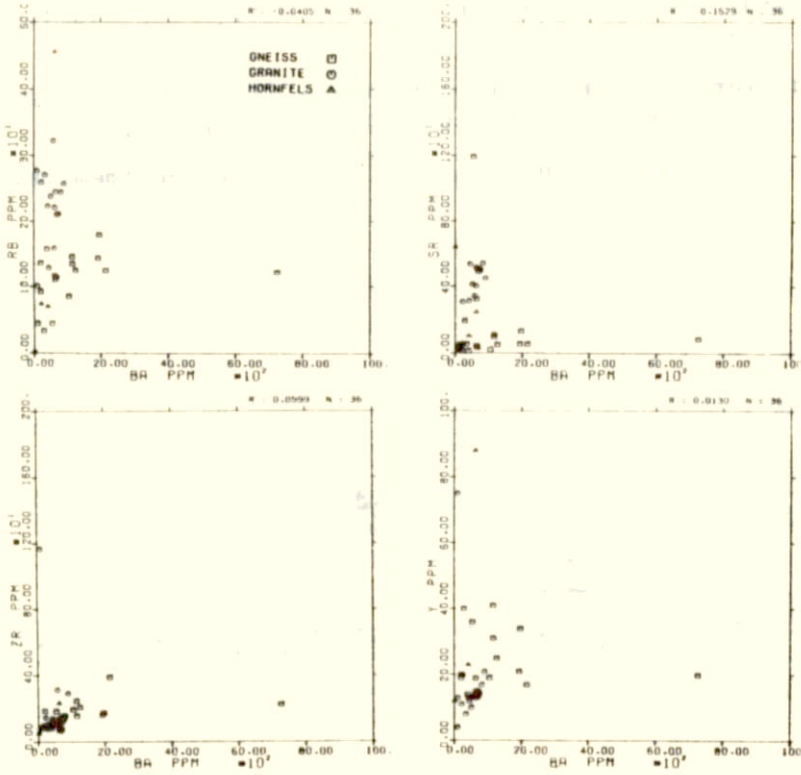
Granitlerde Sr artışı ile Rb azalır, aralarında ters bağımlılık vardır. Buna karşın Sr artışı Y artışı ile uyumludur. (Şekil- 36)

Gnayslarda çok azda olsa Sr artışı ile uyumlu Y artışı vardır. Sr ile Rb ise birbirlerine göre bağımsızdır.

Skarnlarda da Sr'un Rb ve Y'a bağıllığı görülmemiştir.



Şekil- 37 Ba'un SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO ve K<sub>2</sub>O'ya bağımlı olarak değişimini gösterir diyagram.



Şekil- 38 Ba'un Rb, Sr, Zr ve Y'a bağımlı olarak değişimini gösterir diyagram.

Diyagramlarda görüleceği gibi baryumun (Ba) birçok elementle olan ilişkisi ortaya konulmağa çalışılmıştır. Bir kısım elementin Ba ile bağıntısının uyumsuzluğu, dengesizliği belirlidir. Bu nedenle bunlar için yorum yapabilmek, bir ilişki kurabilmek olanaksız görülmüştür.

Granitlerde (Şekil- 37) Ba ile  $Al_2O_3$  arasında bir denge görülmüştür. Buna karşın pek düzenli olmasada gnaylarda Ba artışına uygun  $Al_2O_3$  artışıda gözlenir.

Şekil- 37'de granitler için Ba artışı ile CaO artışı uyumludur. Baryumun  $K_2O$  ve Rb'ye göre bağımsızlığı her üç kayaç grubumuz içinde geçerlidir. Şekil- 38'de ise granitte Sr artışına karşın Ba sabit kalmıştır. Gnaysta ise Ba artışına karşın Sr değişmezliği izlenir.

Şekil- 38'de ise Ba - Zr ilişkilerinde uyumluluk saptanmıştır. Granit, gnays ve skarlarda Ba artışı ile eşdeğer Zr artışı kesin olarak belirgindir.

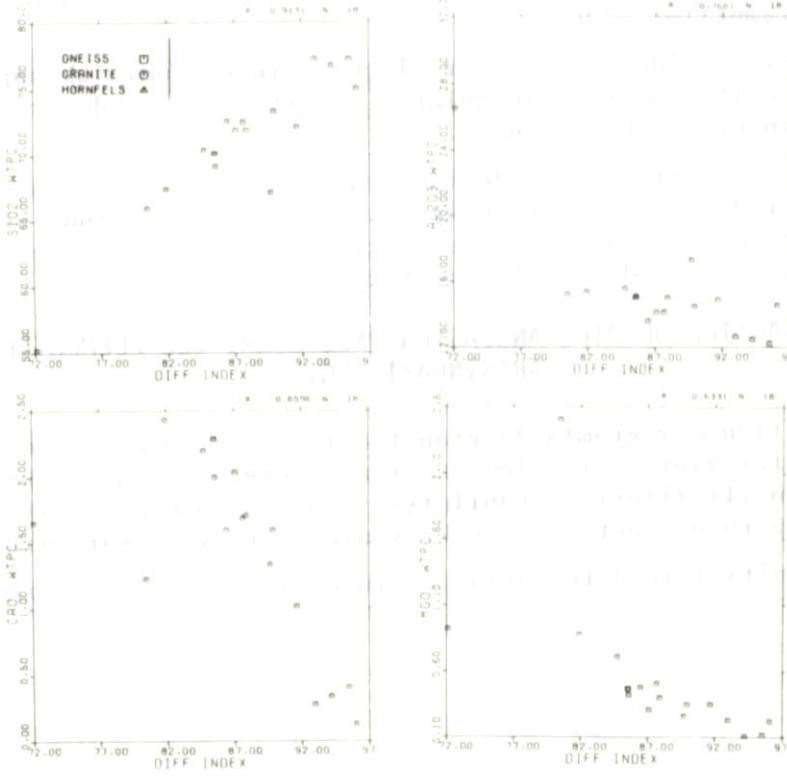
Ba ile Y ilişkilerinde ise granitlerde Ba artışına uyumlu Y artışı olmasına karşın gnayslarda Ba ile Y arasında kesin ilişki yoktur. Skarlarda ise bağımsızlıkları dikkat çekicidir, Y artışı ile Ba değişiklik göstermemiştir.

#### 5.6. GRANİTLERDE DİFERANSİYASYON İNDEKSLERİ İLE ELEMENTLER ARASINDAKİ İLĞİ

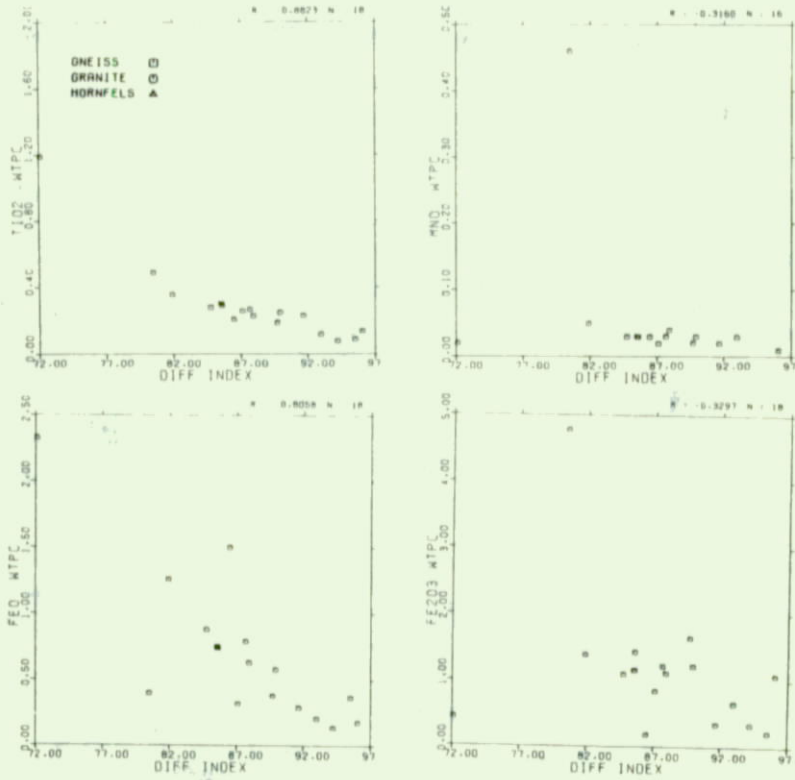
Çizilen diyagramlarda granitleri oluşturan ana elementlerle analizi yapılan iz elementlerin diferansiyasyon indeksleri ile olan ilişkileri saptanılmıştır. Bunun sonucunda diferansiyasyona göre elementlerin reaksiyonları ortaya çıkarılmıştır.

Granitimizin diferansiyasyon indeksleri 72 ile 97 arasındadır.

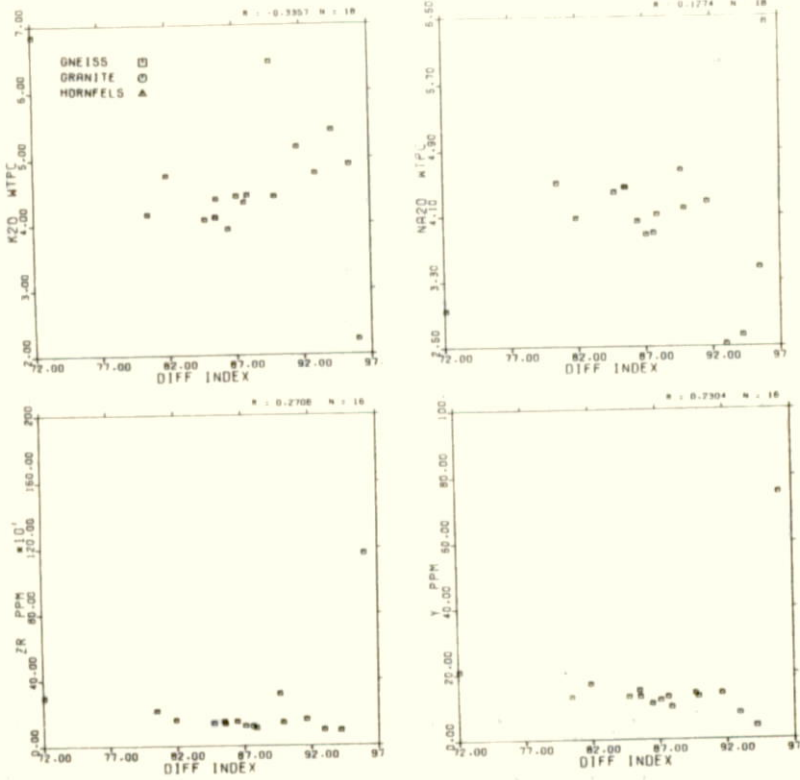




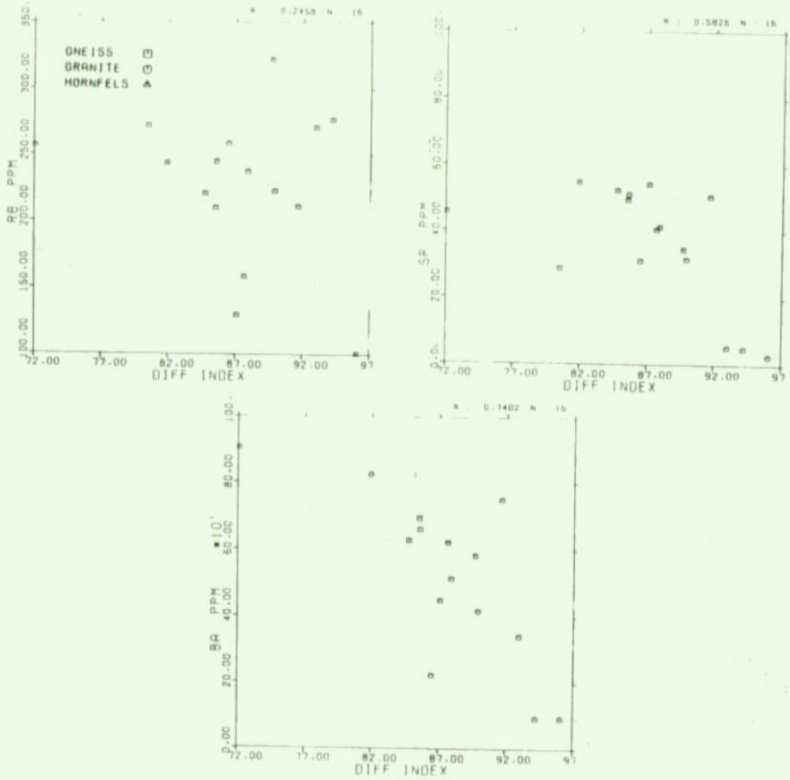
Şekil- 39 Granitlerde diferansiyasyon indeksi ile SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO ve MgO arasındaki ilişkiyi gösterir diyagram.



Şekil- 40 Granitlerde diferansiyasyon indeksi ile  $TiO_2$ ,  $MnO$ ,  $FeO$  ve  $Fe_2O_3$  arasındaki ilişkiyi gösterir diyagram.



Şekil- 41 Granitlerde diferansiyasyon indeksi ile K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, Zr ve Y arasındaki ilişkiyi gösterir diyagram.



Şekil- 42 Granitlerde diferansiyasyon indeksi ile Rb, Sr ve Ba arasındaki ilişkiyi gösterir diyagram.

Şekil- 39,40,41,42'yi incelediğimizde, granitlerde  $\text{SiO}_2$ 'nin diferansiyasyon indeksi ile doğru orantılı olarak arttığını görmekteyiz. Diğer elementleri incelediğimizde  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , Sr ve Ba'un ise ters orantılı olarak hareket ettiğini görüyoruz. Diferansiyasyon indeksinin artışı ile azalmaktadırlar.

$\text{MnO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ , Zr, Y ve Rb ise diferansiyasyon indeksinin değişimine bağlı olarak hareket etmemişlerdir. Özellikle  $\text{MnO}$ , Zr ve Y sabit değerlerini korumuştur,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  ve Rb'nin ise diferansiyasyon indeksine göre hareketleri oldukça düzensizdir.



Buraya kadar gnays, granit ve skarnların analizleri sonucu elde edilen ana ve iz elementlerini dağılımlarını, beraberliklerini ve uyumsuzlukları genel olarak açıkladık. Bunların sonuçlarında uyumlu beraberliklerin granit ve gnayslarda her zaman görülebilebildiği, skarnlarda ise bazı elementler haricinde uyumsuzlukların varlığı saptanmıştır.

Ana ve onlara bağlı olarak iz elementlerin tenörlerinin tersadife bağlı olmadıklarını sonuç olarak söyleyebiliriz. Ama hemen belirliyelimki bu uyumluluklar ve uyumsuzluklar fiziko kimyasal koşullara, elementlerin birbirleri ile olan ilişkilerine bağlıdır.

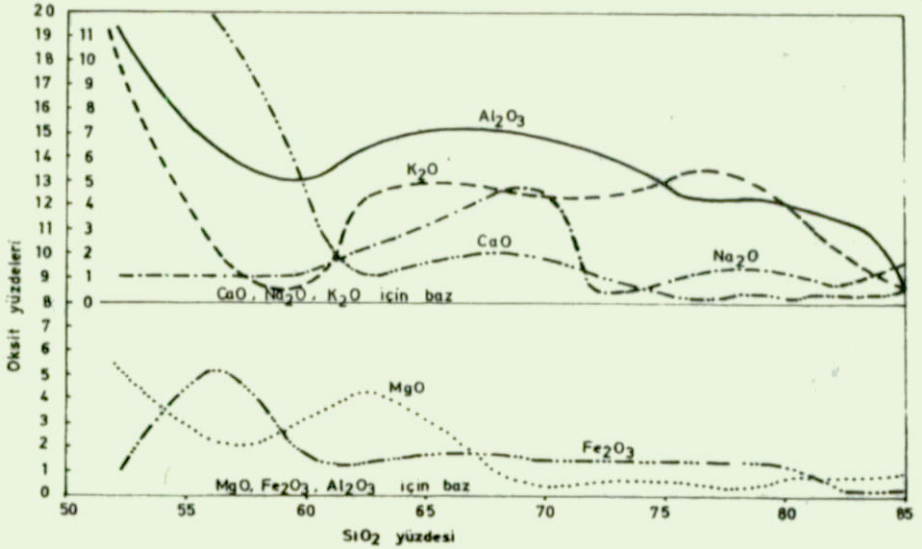
Ayrıca kanımız odur ki bir takım elementlerin dağılımları salt kayaçları gözönüne almakla çözümleyemeyiz, bunun için mineral analizlerinede başvurmak gerekmektedir.

Granit, gnays ve skarnlarda elementlerin dağılımlarının farklılığı ortaya çıkarılmıştır. Her üç grup kayacımız karakterlerine uygun olarak elementleri belirli oranlarda içermişlerdir.

Sonuç olarak özetle şunları söyleyebiliriz. Ana elementlerin dağılımları düzgün ve sürekli yönelimlerle açıklanabilen fiziko kimyasal faz kurallarına ve kanunlarına bağlıdır. İz elementlerinde ana elementlerin bağlı olduğu aynı kanunlara uyumluluklar gösterdiği kesindir.

## 5.7. REJYONAL METAMORFİTLERİN PETROLOJİSİ

Bu bölümde şimdiye kadar ana ve iz elementlerin gösterdikleri ilişkileri göz önüne alarak gnaysların petrolojisini irdeliyeceğiz ve köken kayaçlarını saptamağa çalışacağız.

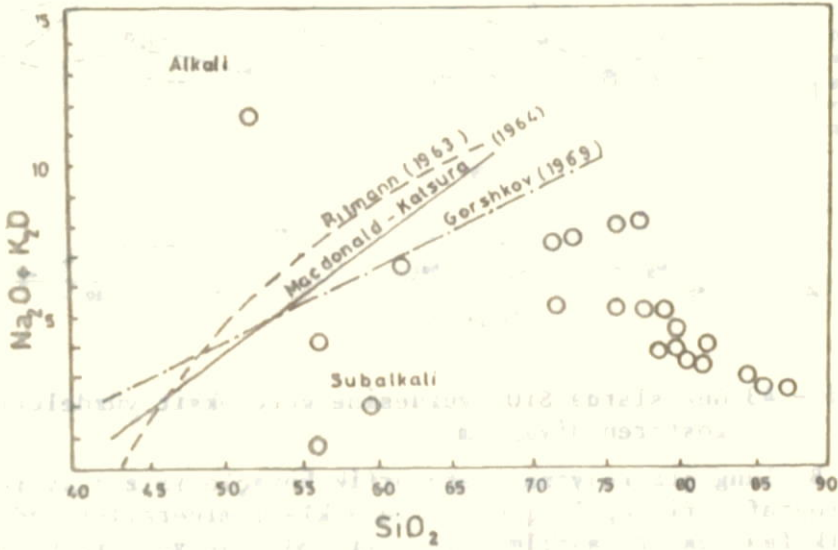


Şekil- 43 Gnayslarda SiO<sub>2</sub> yüzdesine göre oksit yüzdeleri gösteren diyagram.

Başlangıçta rejyonel metamorfik kayaçlarımızın ayrıntılı petrografileri yapılmış olup içerdikleri minerallere göre değişik fasiyesleri ayrılmıştır. Ayırımında fasiyesleri ve metamorfizma şiddetini belirliyecek mineralleri esas almıştır. Bu ayırımı göre belirlediğimiz fasiyesler şunlardır:

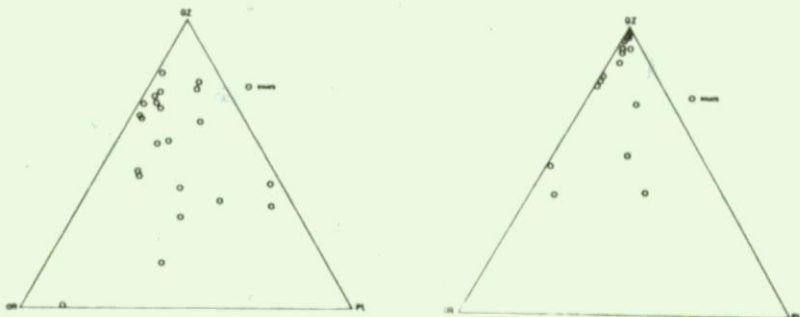
- 1- Muskovit şist
- 2- Muskovit-Biyotit gnays
- 3- Biyotit gnays
- 4- Sillimanit-Muskovit gnays
- 5- Sillimanit-Biyotit-Muskovit gnays
- 6- Turmalin gnays
- 7- Skapolit gnays
- 8- Kuvarsit, Amfibolit, kalkşist arakatlı Muskovit-Biyotit gnays
- 9- Kuvarsit, Amfibolit, mermer arakatlı Sillimanit-Biyotit-Muskovit gnays
- 10- Almandin-Biyotit gnays

Gnaysları oluşturan ana elementlerin  $\text{SiO}_2$ 'ye göre dağılımını (Şekil- 43) görmekteyiz.  $\text{SiO}_2$  yüzdesinin % 69 un altında olduğu bölgede  $\text{CaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  ve  $\text{Al}_2\text{O}_3$  oranlarının büyük bir artışı görülür. Buna karşın  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$  ve  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  önemli bir değişim göstermezler.



Şekil- 44 Gnayslara ait alkali - silis diyagramı.

Yukarıdaki alkali-silis diyagramını incelediğimizde gnayslarımızın genel karakterlerinin subalkali olduğunu görürüz. (Şekil- 44)

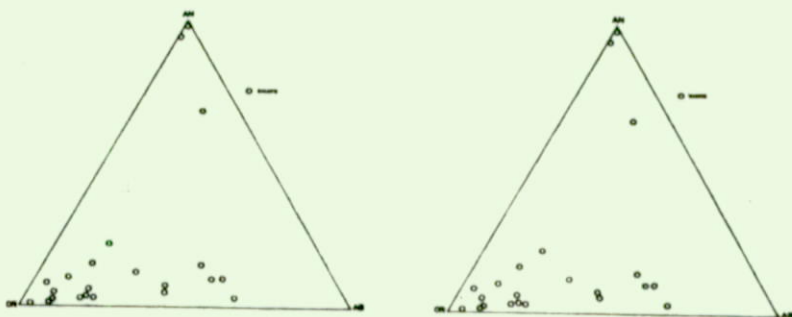


Şekil- 45 Gnayslarda C.I.P.W. normuna göre Kuvars-Ortoklas-Plajiyoklaz diyagramı.

Şekil- 46 Gnayslarda modal analiz sonuçlarına göre Kuvars-Ortoklas-Plajiyoklaz diyagramı.

C.I.P.W. ve modal analiz sonuçlarına göre kuvars-ortoklas-Plajiyoklaz beraberliği incelenmiştir. (Şekil- 45,46) Her ikisi arasındaki farklılığın nedeni gnaysların homojen olmayışları ve Si, Al, Na ve K'un ortoz ve plajiyoklaz yerine başka minerallerin bileşimine girdiğini göstermesi ile açıklanabilir.

Bu nedenle C.I.P.W. sonuçları ile modal sonuçlar birbirleriyle çakışmamaktadır. Ayrıca gnayslardaki yönelmede modal analiz üzerine yanıltıcı etki yapmaktadır.



Şekil- 47 Gnayslarda C.I.P.W. normuna göre Anortit-Ortoklas-Albit diyagramı.

Şekil- 48 Gnayslarda (kasyon oranlarından % 100'e tamamlanan analizlerde (C.I.P.W. normuna göre Anortit-Ortoklas-Albit diyagramı.



C.I.P.W. normlarına göre anortit-ortoklas-albit diyagramları yapılmıştır. (Şekil- 47-48) Görüleceği gibi sonuç ortoklasların lehine gelişmiştir. Gnayslara çok fazla CaO içermemesi plajiyoklazların gelişmemesine neden olmuştur. Buna karşın bol olarak içerdikleri  $K_2O$ 'da ortoklasların gelişimine olanak vermiştir.



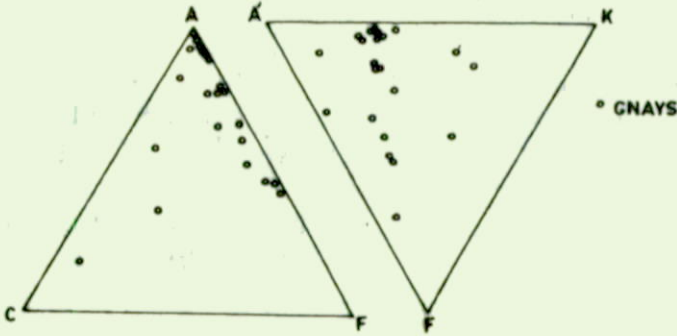
Şekil- 49 Gnayslarda C.I.P.W. normuna göre Kuvars-Ortoklas-Albit diyagramı.

Şekil- 50 Gnayslarda (kasyon oranlarından % 100'e tamamlanan analizlerde) C.P.I.W. normuna göre Kuvars-Ortoklas-Albit diyagramı.

Şekil- 49 ve 50'de kuvars-ortoklas-albit üçlü beraberlikleri gösterilmiştir. Şekil 49'da analiz sonuçlarından doğrudan C.I.P.W. normları hesaplanmıştır. Şekil- 50'de ise % 100'e tamamlanan sonuçlardan C.I.P.W. normları saptanmıştır. Aradaki fark oldukça önemlidir, ortoklas ve albit aleyhine, kuvars lehine bir artış görülmektedir. Burada görüleceği gibi % 100'e tamamlanan analiz sonuçları (iyon oranlarına göre) bazı mineralleri aşırı yoğun gösterebilmekte bazılarını ise azaltmaktadır. Bu nedenle şekil- 50'de olduğu gibi kuvars diyagramında aşırı bir sapmaya uğramıştır. Sanıyoruzki bu şekilde aşırı boyutlu değişimleri diğer bazı mineraller içinde görebilmek olasıdır. Modal analiz sonuçlarına, dolayısıyla gerçeğe yakın olanı şekil- 49'dur.

Ancak bunu doğrulamak için çok değişik kayalara ait pek çok analiz sonuçlarının değerlendirilmesinin doğru olacağı inancındayız.

Metamorfik kayalarımızın kökenlerini saptamak amacıyla ACF, AFK ve AFM diyagramları yapılmıştır.



Şekil- 51 Gnayslarda A - C - F diyagramı.

Şekil- 52 Gnayslarda A' - F - K diyagramı.

ACF oranlarının hesaplanması için kullanılan değerler;

$$A = \{Al_2O_3 + Fe_2O_3\} - \{Na_2O + K_2O\}$$

$$C = CaO - 3.3 P_2O_5$$

$$F = MgO + MnO + FeO$$

$$\Sigma = A + C + F = 100$$

A'FK oranlarının hesaplanması için kullanılan değerler;

$$A' = \{Al_2O_3 + Fe_2O_3\} - \{Na_2O + K_2O + CaO\}$$

$$F = MgO + MnO + FeO$$

$$K = K_2O$$

$$\Sigma = A' + F + K = 100$$

ACF ve A'FK diyagramları çok çeşitli gözlemlere dayanarak birçok metamorfik fasiyes ve alt fasiyesler için yapılmışlardır.

Bu nedenle belirli bir fasiyes veya alt fasiyesin koşulları altında başkalaşıma uğramış ve kimyasal bileşimleri farklı olan kayalara ait parajenezleri yansıtırılar.

Çeşitli fasiyeslere ayırdığımız metamorfik kayalarımızı ACF ve A'FK diyagramlarında topluca gösterilmişlerdir. (Şekil- 51, 52). Kökenlerini oluşturan kayalar (Winkler 1974) şunlardır;

- 1- Killer ve alüminyumca zengin kilttaşları
- 2- Karbonatsız, yahut % 35 oranına kadar karbonatlı killer ve yapraksal kilttaşları, marnlar
- 3- Grovaktlar

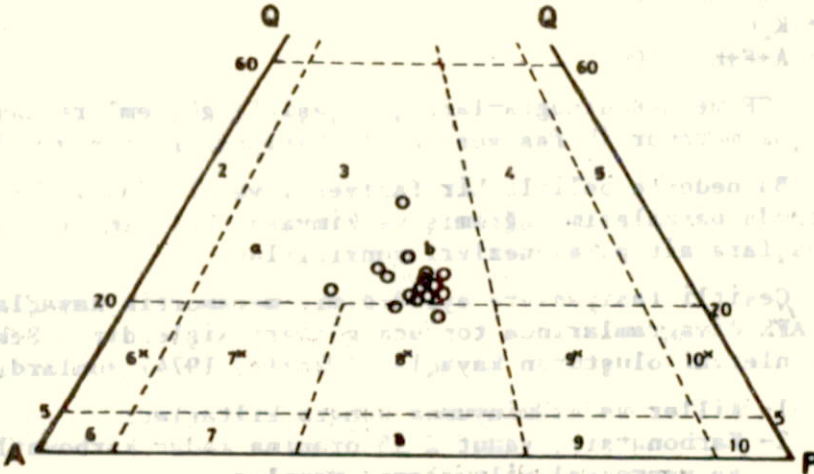
## 5.8. GRANİTLERİN PETROLOJİSİ

Akdağmadeni plütonundan alınan örneklerden yapılan ince kesitlerin nokta sayıcısı ile modal analizleri yapılmıştır. Alınan sonuçlar analizleri gösteren çizelgelerde gösterilmiştir.

Bu değerlerden hareket edilerek kuvars-ortoklas-albit, kuvars-ortoklas-plajiyoklaz ve anortit-ortoklas-albit üçgen diyagramları çizilmiştir.

Ayrıca sonuçlar QAP diyagramına yerleştirilmiştir. Diyagramlardan görüleceği gibi Akdağmadeni plütonumuz bir MONZO-GRANİT olarak adlandırılır. İki örneğimiz ise azda olsa kuvars monzonite geçiş göstermektedir.

Akdağmadeni'nde birbirine yakın iki yerde görülen ve aynı petrografik özellikleri içeren granit içten dışa doğru çok az bir  $\text{SiO}_2$  zenginleşmesi gösterir. Buna karşın kütlelerin rejyonel metamorfiklere, özellikle mermerlere yakın olan yerlerden alınan örneklerde çok belirgin bir  $\text{CaO}$  artması görülür. Bu kuşkusuz mermerlerin assimilasyonunun bir sonucudur.



Şekil- 53 Modal analiz sonuçlarına göre Akdağmadeni plütonumuzun QAP diyagramındaki yeri.

Diyagramımızda bölünmelerin açıklanması:

- 2- Alkali-feldispat granit
- 3- Granit (a = siyenogranit, b = monzogranit)
- 4- Granodiyorit
- 5- Tonalit
- 6<sup>x</sup>- Alkali-feldispat kuvars siyenit
- 6- Alkali-feldispat siyenit
- 7<sup>x</sup>- Kuvars siyenit
- 7- Siyenit
- 8<sup>x</sup>- Kuvars monzonit
- 8- Monzonit
- 9<sup>x</sup>- Kuvars monzonit/kuvars monzogabro
- 9- Monzodiyorit/monzogabro
- 10<sup>x</sup>- Kuvars diyorit/kuvars gabro/kuvars anortozit
- 10- Diyorit/gabro/anortozit

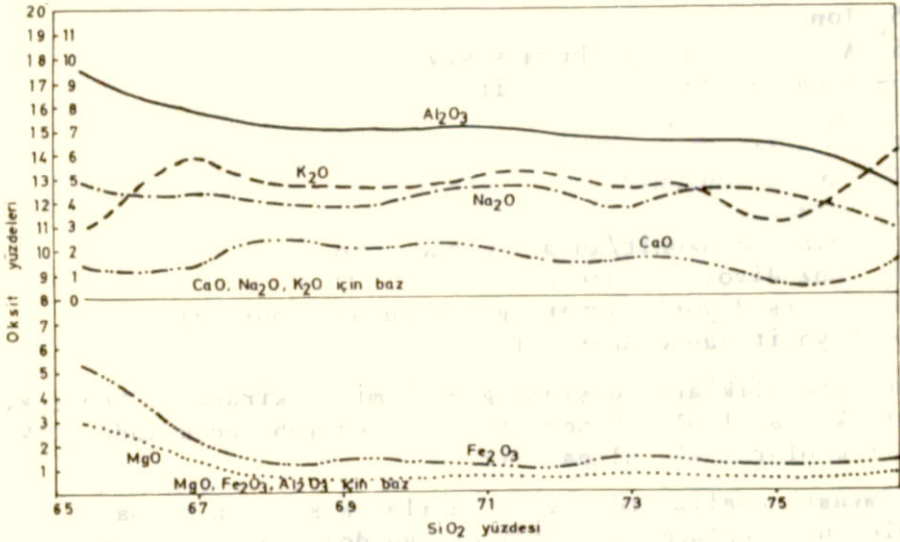
Bu farklılıkların dışında granitimiz çekirdek ve kenar kısımları kimyasal olarak homojen kabul edilebilecek kadar tek bir birim olarak ele alınabilir.

Kimyasal analizlerden yararlanılarak kayacın normatif bileşimlerinin saptanmasına gidilmiş ve doğrudan analiz sonuçları ile % 100'e tamamlanmış sonuçlardan ayrı ayrı C.I.P.W. normları hesaplanmıştır. Ayrıca diferansiyasyon indeksi (DI) ve kristalizasyon indeksi (CI) her örnek için ayrı ayrı saptanmıştır.

Granitimizde hemen hemen homojen sayılabilecek kuvars, ortoklas ve plajiyoklaz dağılımını izliyoruz.

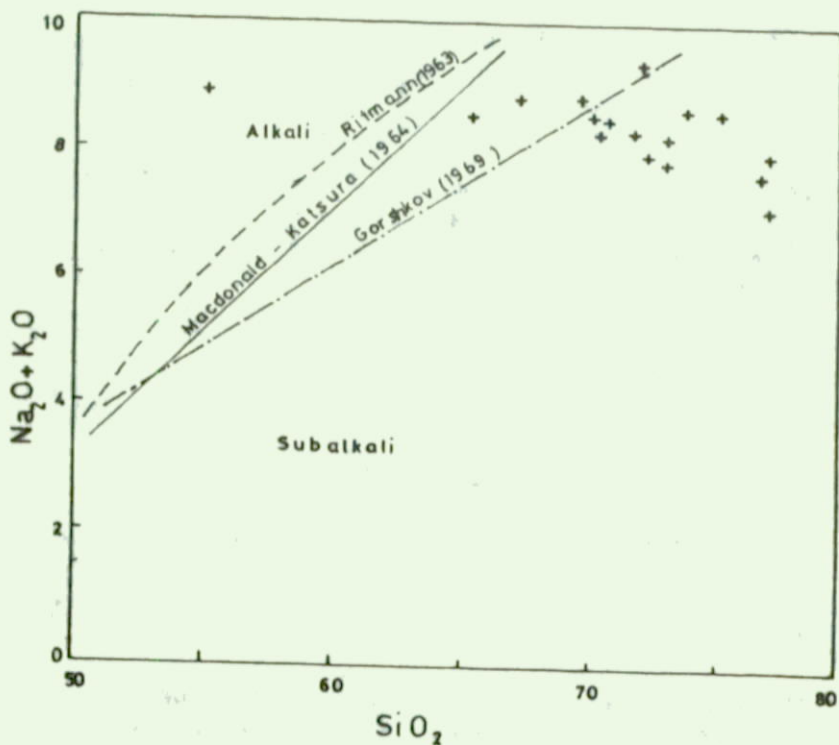
72 ile 97 arasında değişim gösteren DI değerleri granitimizin kenar kısımlarının çok az da olsa iç kısımlarına oranla daha fazla diferansiyasyon geçirdiğini işaret eder. Kristalizasyon indeksinde (CI) aynı konumu değerinin düşüş göstermesi ile desteklemektedir.





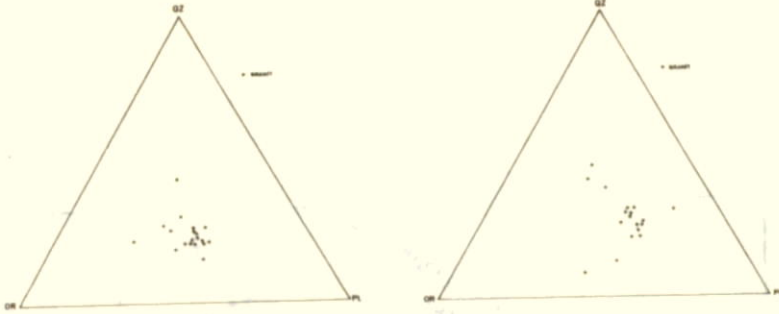
Şekil- 54 Granitlerde SiO<sub>2</sub> yüzdesine göre oksit yüzdelerini gösteren diyagram.

Granitte SiO<sub>2</sub> dağılımına göre ana elementlerin değişimlerini (Şekil- 54) görmekteyiz. Yaklaşık olarak homojen bir dağılımın varlığı görülmektedir. Bu da bize granitimizin homojen bir yapıya sahip olduğunu vurgulamaktadır.



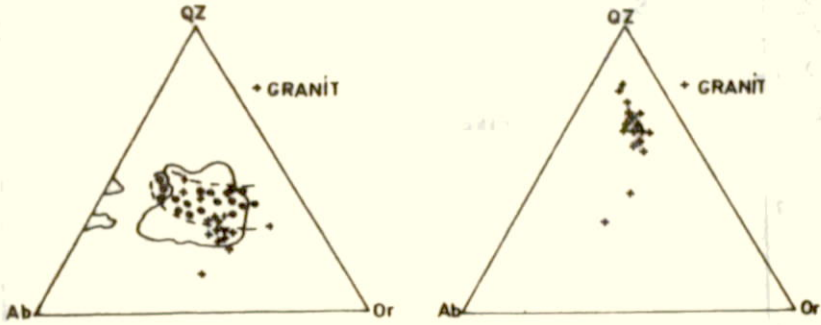
Şekil- 55 Granitlere ait alkali - silis diyagramı.

Şekil- 55'de alkali ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ) - silis ( $\text{SiO}_2$ ) diyagramında granitlerimizin konumu belirlenmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi granitimiz subalkalen karaktere sahip bir granittir.



Şekil- 56 Granitlerde modal analiz sonuçlarına göre Kuvars-Ortoklas-Plajiyoklaz diyagramı.

Şekil- 57 Granitlerde C.I.P.W. normuna göre Kuvars-Ortoklas-Plajiyoklaz diyagramı.

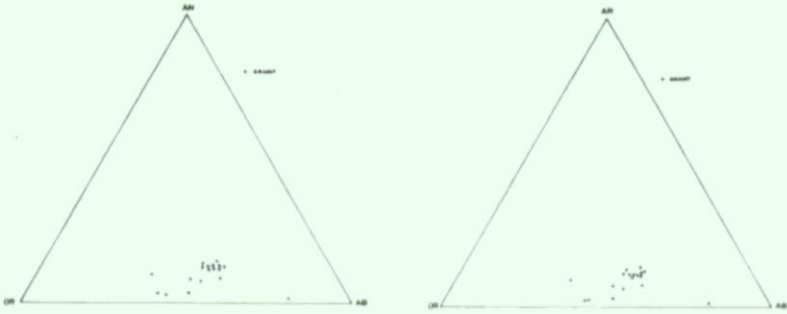


Şekil- 58 Granit sistemlerinde ve  $P = 2000$  bar basınçta deneysel olarak elde edilmiş anatektik ergiyiklerin ötektik bileşimlerinde Q;Ab;Or normatif oranları. (Von Platen, 1965). Granitimize ait değerler + işareti ile gösterilmiştir.

Şekil- 59 Granitlerde (kasyon oranlarına % 100'e tamamlanan analizlerde) C.I.P.W. normuna göre Kuvars-Ortoklas-Albit diyagramı.

Normatif C.I.P.W. değerlerine göre kuvars-ortoklas-plajiyoklaz, kuvars-ortoklas-albit üçlü beraberlikleri şekil-57,58 ve 59'de görülmektedir. Her üç diyagramda da granitimizin ho-

mojen konumunu görebilmekteyiz. Ayrıca modal analiz sonuçlarına göre yapılmış olan kuvars-ortoklas-plajiyoklaz (Şekil- 56) diyagramının C.I.P.W.'ye göre yapılan diyagrama uyumu önemlidir.



Şekil- 60 Granitlerde C.I.P.W. normuna göre Anortit-Ortoklas-Albit diyagramı.

Şekil- 61 Granitlerde (katyon oranlarından % 100'e tamamlanan analizlerde) C.I.P.W. normuna göre Anortit-Ortoklas-Albit diyagramı.

Granitimizde anortit-ortoklas-albit üçlü beraberliğini doğrudan analiz sonuçlarından ve % 100'e tamamlanan analiz sonucundan elde edilen C.I.P.W. normlarına göre değerlendirilmiş olarak şekil- 60 ve 61'de görmekteyiz. Granitimizin homojen bir yapıya sahip olduğunu burada da izleyebilmekteyiz.

Akdağmadeni plütonumuzun şimdiye kadar belirlediğimiz çeşitli özellikleri ışığında merkezi ve kenar kısımlarının farklı magma intrüzyonları ile gelişmediği görülmüştür. Tek tip magmanın yükselimi ile geliştiği, iç kısmı çok azda olsa dış kısmına göre bazik olan bir karaktere sahip olduğu belirlenmiştir.

Anateksi yoluyla oluşan granitlerde kuvars-ortoklas-albit bileşenlerine göre yapılan diyagramlarda bileşimler keyfi bir dağılım göstermezler, küçük bir alan içinde toplanırlar. Yapılan deneysel anateksi ergiyikleride aynı konumu verirler ve üst üste çakışırlar.

Şekil- 58'de görüleceği gibi kuvars-ortoklas-albit diyagramımızda da küçük bir alanda yığılım görülür. Bu dağılım Winkler



ve Platen'in (1961) anateksi granitleri ile ilgili olarak yaptığı diyagramlarda çakışmaktadır. Buna göre granitimizin bir anateksi graniti olduğu söyliyebiliriz.

Daha sonrada sokulum yaparak çeresinde geniş bir kontak metamorfizma oluşturmuştur.

Granitimizin anateksi yoluyla oluştuğuna kanıt olarak saha ve laboratuar verileri mevcuttur. Saptanan verilerden anateksi yoluyla oluşumu destekleyenler aşağıda sırayla belirtilmiştir:

- 1- Plajiyoklazlarda ikiz türlerinin az oluşu
- 2- Zonlu plajiyoklazların azlığı
- 3- Granitin strüktüründe sık sık değişiklikler görülmesi
- 4- Magmatik kökende uzanım gösteren, otomorf kristallerin çokluğuna karşın kısa, küçük boyutlu, ksenomorf kristallerin bolluğu
- 5- Granitin kenarında çabuk soğumaya işaret eden ince taneli kısımların yok denecek kadar az oluşudur.

Ayrıca granitimizin Mezozon ile Katazon granitlerin (~10-15 Km. derinlik) özelliklerini gösterdiğini söyliyebiliriz.

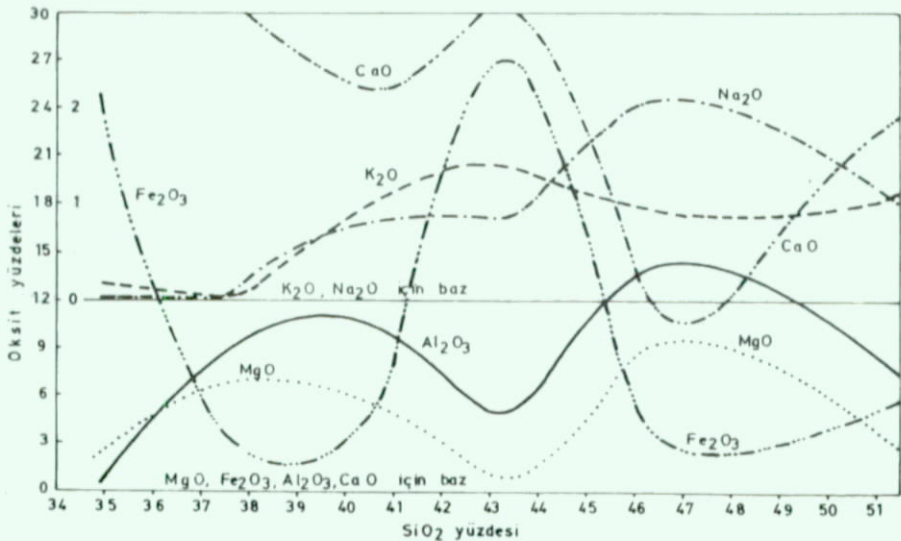
Şiddetli metamorfik yan kayaçların (gnays, amfibolit gibi) bulunuşu, anateksi olaylarının yoğunluğu, özümleme olaylarının azımsanmıyacak derecede oluşu, kontak metamorfizma zonlarının iyi gelişmesi ve sokulum yapmış olması buna işaret etmektedir.

### 5.9. SKARNLARIN PETROLOJİSİ

Kontak zonu ile bu zonla doğrudan ilişkili olan granitlerle, gnays ve mermerler arasındaki kimyasal farklılıkları ortaya çıkarmak, granit ile gnays ve mermerler arasında yer almış olan madde alışverişlerinin özelliklerini açıklığa kavuşturmak ve sonunda da bunları açıklamak için birçok analiz yapılmış ve çeşitli diyagramlar çizilmiştir.

Bundan önce skarnlarımızı oluşturan ana ve iz elementlerinin dağılımını, aralarındaki uyumlulukları ve uyumsuzlukları ayrıntılı olarak çeşitli diyagramlar üzerinde inceledik. Skarlara ait diferansiyasyon indeksi (DI) ve kristalizasyon indeksleri (CI) analiz sonuçlarını gösteren çizelgelerde verilmiştir. Görüleceği gibi diferansiyasyon indeksleri çok düşük değerdedir. Kristalizasyon indekslerinin yüksek oluşuda bunu doğrular niteliktedir. Daha da yaklaşım yaparak skarlarda diferansiyasyonla ilgili yorum yapma olanağı olmadığını görürüz.

İlk bakışta rahatlıkla görülebilen özellikler: Gnays ve mermerlerden granite doğru bir Ca azalmasıdır. Önemli olan diğer durum ise sodyum ve potasyumun skarlarda etkinliğinin yok sayılabilecek kadar az oluşudur.



Şekil- 62 Skarlarda SiO<sub>2</sub> yüzdesine göre oksit yüzdelerini gösteren diyagram.

Skarnlarda ana elementlerin topluca  $\text{SiO}_2$ 'ye göre dağılımı şekil- 62'de izlenmektedir.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yayılımı  $\text{CaO}$  ile uyumlu olarak değişmektedir. Yaklaşık % 36 ile % 42  $\text{SiO}_2$  içerilen bölgede karakteristik bir düşüş göstermektedir. Maksimum  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ve  $\text{CaO}$  içerilen bölge ise % 42-45  $\text{SiO}_2$  bulunan bölgededir. Bu görülen ani değişimlerin nedeni kesin olarak bilinmemektedir.

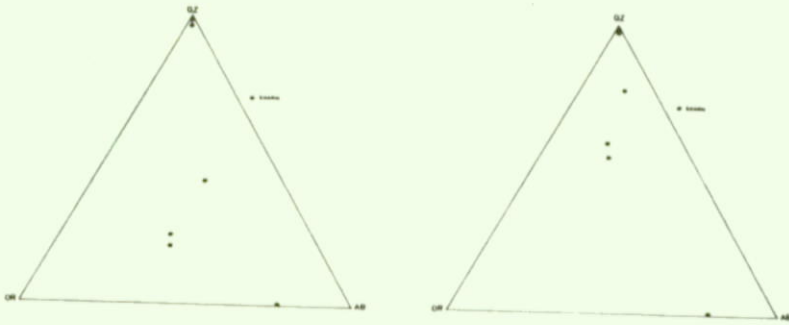
$\text{Fe}_2\text{O}_3$  ve  $\text{CaO}$  oranları artışını gördüğümüz alanda ise  $\text{MgO}$  ve  $\text{Al}_2\text{O}_3$  azalımı dikkati çeker. Sonuç olarak  $\text{CaO}$  ve  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ün  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ve  $\text{MgO}$  aleyhine geliştiğini kesin olarak vurgulayabiliriz.

$\text{K}_2\text{O}$  ve  $\text{Na}_2\text{O}$  ise  $\text{SiO}_2$  artışına azda olsa uyumlu bir artış göstermektedirler. Bütün bu olumlu ve olumsuz beraberliklerin skarnları oluşturan metazomatik olaylar boyunca var olan fiziko kimyasal koşullara bağlı olduğu kanısındayız.

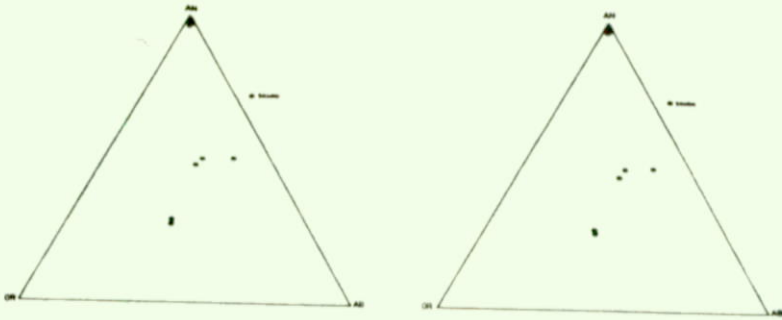


Şekil- 63 Skarnlarda C.I.P.W. normuna göre Kuvars-Ortoklas-Plajiyoklaz diyagramı.

Şekil- 64 Skarnlarda modal analiz sonuçlarına göre Kuvars-Ortoklas-Plajiyoklaz diyagramı.



- Şekil- 65 Skarnlarda C.I.P.W. normuna göre Kuvars-Ortoklas-Albit diyagramı.
- Şekil- 66 Skarnlarda (kasyon oranlarından % 100'e tamamlanan analizlerde) C.I.P.W. normuna göre Kuvars-Ortoklas-Albit diyagramı.



- Şekil- 67 Skarnlarda C.I.P.W. normuna göre Anortit-Ortoklas-Albit diyagramı.
- Şekil- 68 Skarnlarda (kasyon oranlarından % 100'e tamamlanan analizlerde) C.I.P.W. normuna göre Anortit-Ortoklas-Albit diyagramı.

C.I.P.W. normlarına göre anortit-ortoklas-albit beraberliklerini gösteren diyagramlar yapılmıştır. (Şekil 67,68) Görüldüğü gibi iki tür beraberlik gelişmiştir. Bunlardan birincisi tümüyle anortit lehine olan gelişme, ikincisi ise her üçüne yaklaşık eşdeğer olan gelişmedir.



Granit kütlesinden çıkıp geldiğini kabullendiğimiz ve metamorfizmayı gerçekleştiren çözeltilerin kalsiyumca zengin veya mermer arakatlı gnays ve mermer (karbonatlı kayaç) yakınında asit özelliklerini bazikliğe, en azından nötr durumuna geçirdikleri açıktır. Bu nedenle pH değerleri artmıştır, bu artış ise mangan ve demir gibi elementlerin yoğun olarak depolanmasına neden olur. Potasyum (K) ve sodyum (Na) elementleri ise bu koşullar altında kolay hareket edeceklerinden çökelmiyecek ve daha uzaklara taşınacaktır. Bu da bize bu zonlarda sodyum ve potasyumun neden az ve önemsiz olduğunu kesin olarak açıklamaktadır.

Buraya kadar sadece skarnların karakterlerini açıkladık, onlarla beraber gelişen önemli cevherleşmelere değinmedik. Özellikle Akdağmadeni'nde bilinen ve işletilen maden yatakları gerçekten önemlidir ve ekonomik değerleri yüksektir. Bunu ayrı olarak maden yatakları bölümünde inceleyeceğiz.

## 6. AKDAĞMADENİ MADEN YATAKLARI

### 6.1. GENEL KARAKTERLERİ

Maden olanakları nedeniyle Akdağmadeni önemli bir değerdedir. Bilinen kurşun-çinko yatakları yıllardır işletilmektedir. Halen Rasih-İhsan Madencilik Şirketi tarafından çalıştırılmakta ve aynı yerde bulunan bir flatsasyon tesisi ile kurşun ve çinko ayrı ayrı zenginleştirilmektedir.

Cevherleşme bölgede dağınık olarak görülür. Ancak önem ve büyüklükleri nedeniyle bunların yerlerini belirlerken ayırımlar yapmak uygun görülmüştür.

Birinci derecede önemli cevherleşme alanları:

- a- Bayram Ali ocağı
- b- Çukur Maden ocağı
- c- Çiçekli ocağı
- d- Tad deresi ocağı

İkinci derecede önemli cevherleşme alanları:

- a- Büyük mağara güneyi damarı
- b- Çulhalıhızır damarı
- c- Taşlıdere damarı
- d- Nusret tepe
- e- Boğa tepe ve çevresi

Bu iki grubun dışında kalan çok küçük birçok cevherleşmeler daha vardır, ancak önemsizdirler. Görüldüğü gibi gerçekten Akdağmadeni'nde cevherleşme çok dağınıktır. Bu da işletmecilik yönünden maliyeti arttırıcı faktörleri çoğaltmaktadır.

Cevherleşmeler granitin gnayslar ve mermerlere olan kontaklarında yerleşmiştir. Tipik bir kontak pnömatolitik yatak niteliğindedir.

Cevherlerin yerleşiminde hem kayaçların litolojik özellikleri, hem de tektonik yapı beraberce etkin olmuşlardır. Kurşun-çinko yataklanması fayların kontrolü altında granit-mermer kontaklarında mermerlerin içinde, granit-gnays kontaklarında ise yine faylanmalara bağlı olarak gnaysların içinde arakatkılı olan mermerler tarafındadır. Genellikle ince damarlar ve mercerler şeklinde bulunurlar.

Metalik mineraller silikatların oluşumundan sonra yerleşmişlerdir. Silikatların boşluklarına ve çatlaklarına dolması bunun doğruluğunu belirlemektedir.

Cevher minerallerine eşlik eden gang mineralleri olarak kuvars, fluorit (beyaz ve mor renkli), barit, kalsit ve siderit saptanmıştır. Bunlardan fluorit sadece Tad deresi ocağında ve Taşlıdere damarında gözlenebilmiştir.

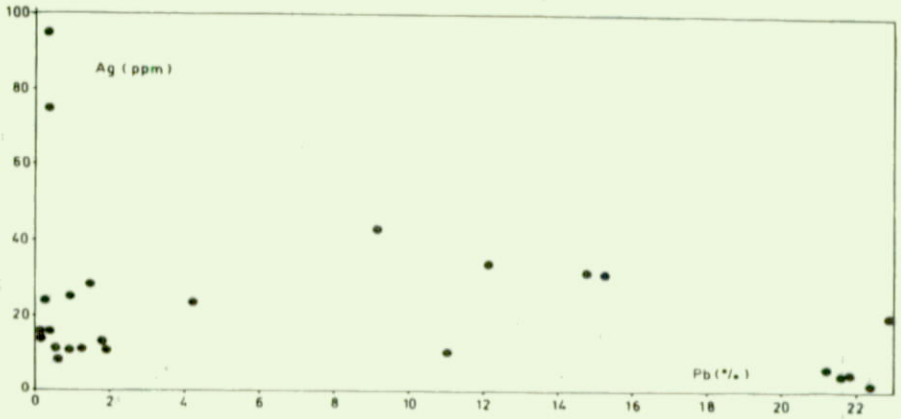
## 6.2. ANALİZLER VE YORUMLARI

Akdağmadeni cevherlerinden alınan örneklerden çeşitli analizler yapılmıştır. Ag, Cd, Sb, Sn, Mo, Ni, Co, Bi, Cr, Zn, pb ve Cu analizleri 28 örnek üzerinde tamamlanmıştır. (Çizelge 7) Ayrıca bu analiz sonuçlarından yararlanarak bazı beraberlikler bulunmağa çalışılmıştır.

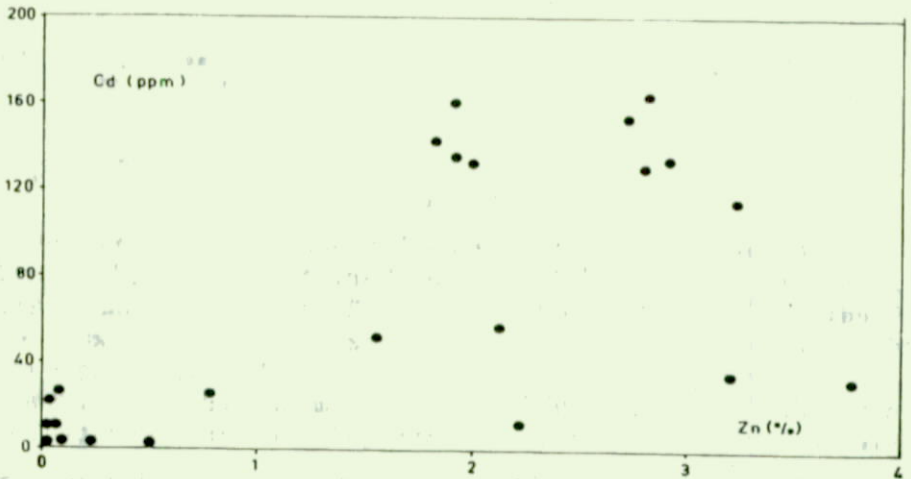
Analizi yapılan örnekler alınırken yatağın genel özelliğini belirliyebilecek olan örnekler olmasına dikkat edilmiştir.

ÖRNEK	ppm olarak									% olarak		
	Ag	Cd	Sb	Sn	Mo	Ni	Co	Bi	Cr	Zn	Pb	Cu
1) Ç.M.2	5	13	69	71	37	000	625	61	63	2.22	26.17	0.01
2) B.A.5	16	25	64	20	12	75	402	125	271	0.77	0.16	9.16
3) Ç.M.4	20	152	99	25	61	000	51	53	125	2.71	23.06	0.42
4) Ç.M.3	24	266	91	55	102	000	231	128	211	2.00	4.17	0.06
5) B.A.6	10	115	90	55	43	000	243	252	286	3.23	11.01	0.06
6) B.A.17	49	27	75	72	61	000	125	291	402	0.07	9.13	0.07
7) Ç.M.1	2	132	90	32	37	000	711	63	43	2.00	22.43	0.00
8) 77.A	8	000	63	16	123	146	261	451	631	0.09	0.51	0.01
9) B.A.2	5	142	110	30	12	000	772	28	81	1.82	21.63	0.01
10) B.A.1	34	160	112	51	43	40	532	128	272	1.91	12.12	0.00
11) 84.A	16	10	114	30	102	170	231	131	58	0.02	0.35	0.01
12) 191.A	11	215	91	20	51	193	331	125	133	0.51	1.22	0.02
13) 83.A	15	000	68	18	61	70	341	173	522	0.00	0.12	0.01
14) Ç.K.3	75	000	63	43	35	66	262	375	437	0.23	0.33	0.06
15) O.K.1	25	10	116	40	31	175	91	502	63	0.01	0.92	0.01
16) 190.A	11	51	98	31	62	91	201	221	128	1.56	0.31	11.63
17) 57.A	11	21	61	41	13	212	327	49	331	0.01	0.51	0.00
18) Ç.K.1	13	33	68	16	37	112	310	127	371	3.79	1.82	0.13
19) A.K.1	10	000	37	39	15	133	310	475	251	0.09	1.91	0.10
20) 76.A	31	135	75	38	30	000	352	120	631	2.92	14.73	0.01
21) Ç.M.6	6	135	69	70	15	000	613	27	79	1.91	21.24	0.01
22) Ç.K.2	28	35	79	43	15	112	481	177	375	3.20	1.42	0.09
23) T.D.1	31	161	92	37	16	000	221	96	242	2.82	15.28	0.03
24) 78.A	24	160	112	30	35	125	176	182	61	4.61	0.25	0.16
25) B.A.3	192	58	111	31	35	62	362	51	181	2.16	2.01	0.09
26) B.A.4	132	125	83	21	42	000	361	26	80	2.80	14.02	0.00
27) B.A.7	112	000	75	24	51	312	331	21	250	0.01	0.00	1.90
28) B.A.13	95	000	61	50	50	121	411	51	128	0.00	0.33	0.00

AKDAĞMADENİ'ndeki cevherli örneklerde yapılan  
Ag, Cd, Sb, Sn, Mo, Ni, Co, Bi, Cr, Zn, Pb, Cu analiz sonuçları

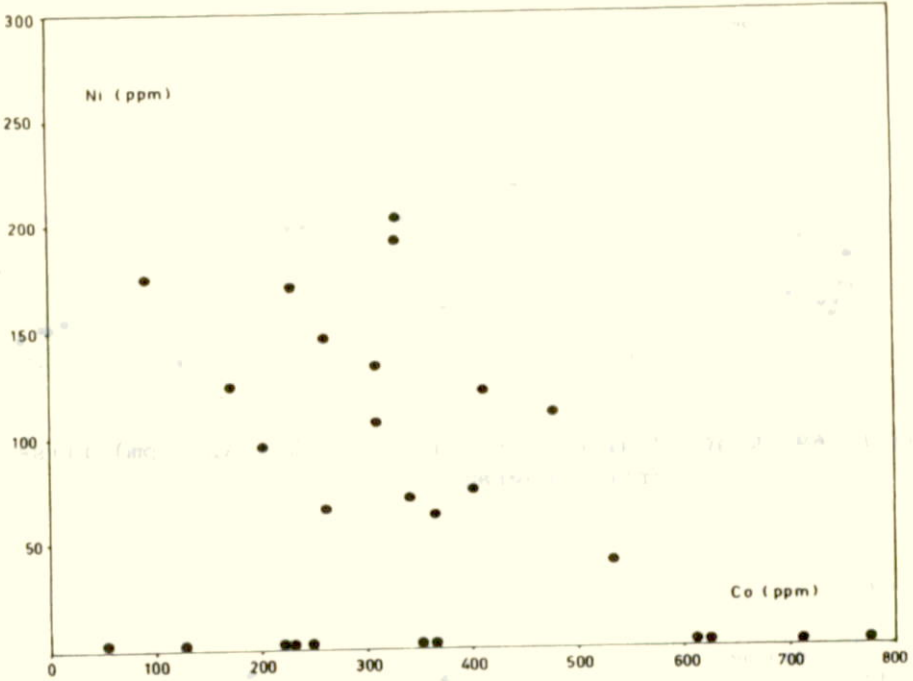


Şekil- 69 Akdağmadeni cevherlerinde Pb (%), Ag (ppm) ilişkisini gösterir diyagram.



Şekil- 70 Akdağmadeni cevherlerinde Zn (%), Cd (ppm) ilişkisini gösterir diyagram.



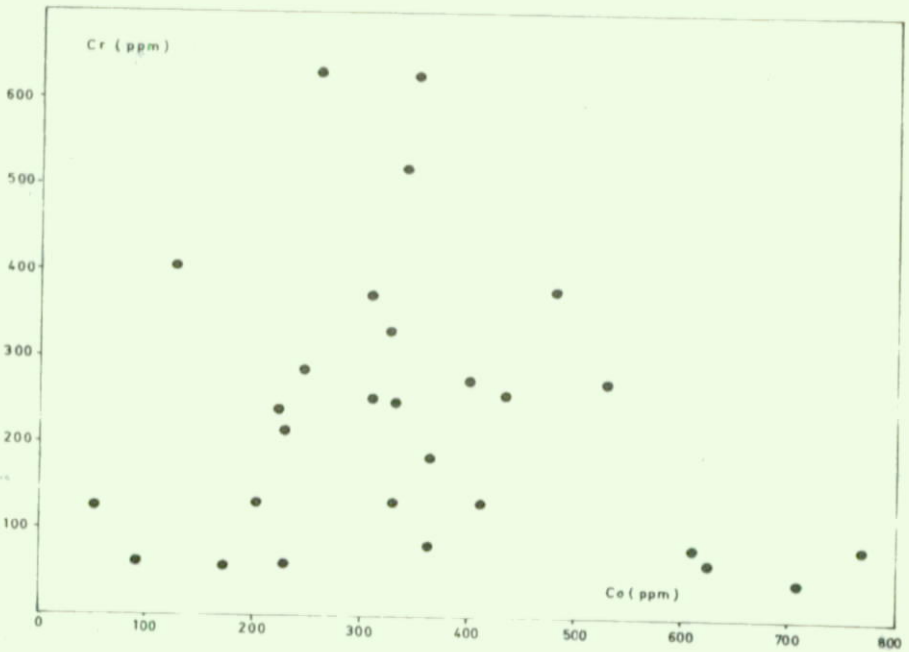


Şekil- 71 Akdağmadeni cevherlerinde Ni (ppm), Co (ppm) ilişkisini gösterir diyagram.

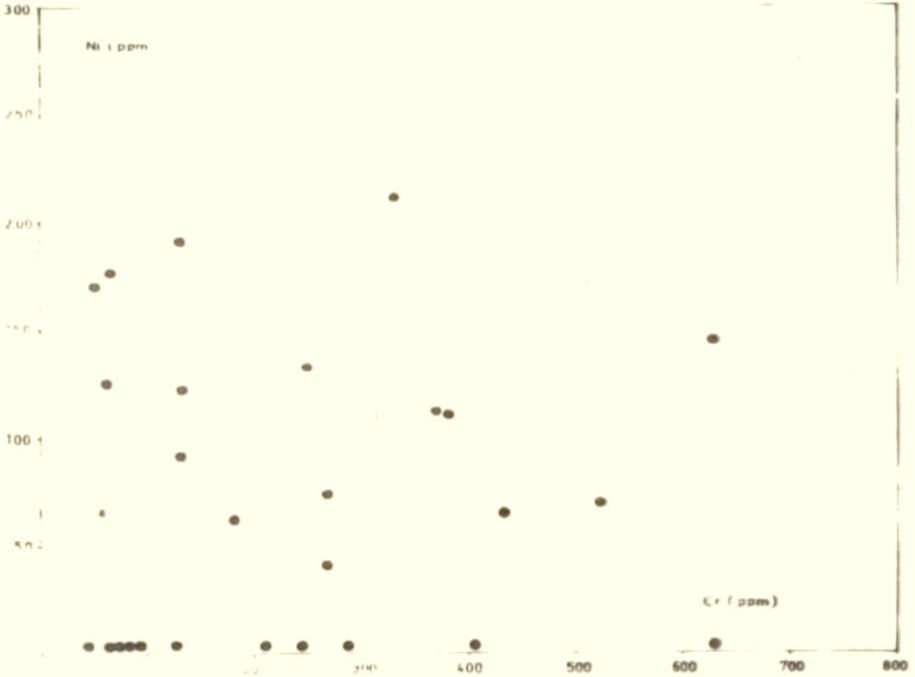
Cevher örneklerinden elde edilen analiz sonuçlarından değerlendirilen Ag (ppm)-Pb (%) beraberliği şekil- 69'da görülmektedir. Görüleceği üzere gümüşün münhasıran kurşuna bağlı olmadığı anlaşılmaktadır. Buna göre bazı örnekler hem kurşun hem de gümüş bakımından fakirdirler. Bazı örneklerde gümüş kurşundan bağımsız olarak zenginleşme göstermektedir. Bir kısım örneklerde ise aşağı yukarı aynı bir gümüş tenörü mevcuttur.

Şekil- 70'de Cd (ppm)-Zn (%) ilişkisini gösteren diyagram yapılmıştır. Çok kesin hatlarla belirgin olmasada kadmiyumun çinko ile olan ilişkisi görülmektedir. Çinkonun azaldığı yerde kadmiyumda azalmaktadır.

Şekil- 71'de görülen Ni (ppm)-Co (ppm) beraberliği ise ilgi çekicidir. Kobalt içeren örneklerin bir kısmı nikel yönünden tamamiyle yoksundur. Buna karşın diğerlerinde nikel-kobalt ilişkisi görülmektedir. Bu da bize iki ayrı kobalt varlığını, nikel ile beraber olanları ve nikelsiz olanları işaret eder kanısındayız.



Şekil- 72 Akdağmadeni cevherlerinde Co (ppm), Cr (ppm) ilişkisini gösterir diyagram.



Şekil- 73 Akdağmadeni cevherlerinde Cr (ppm), Ni (ppm) ilişkisini gösterir diyagram.

Krom-Kobalt ilişkisini araştırmak için çizilen diyagramda (Şekil- 72) geniş bir alan içinde düzensiz bir şekilde dağılımın bulunmasına karşın aralarındaki beraberlik görülebilmektedir.

Nikel-krom beraberliğini ise şekil- 73'te gözliyebiliriz. Burada da kromların bir kısmının nikelle olan beraberliğine karşılık diğer bir kısmı ise nikel karşın bağımsızdır.

### 6.3. SKARN MİNERALLERİNDEN YARARLANARAK YATAK TİPİNİN BELİRLENMESİ

Skarn tipi yataklarda piroksenler ve granatlar çok değişik bileşimlerde olabilmektedir. Ancak skarn zonlarında belli sınırlar içinde kimyasal bileşimlerinin de sınırlı olma özelliğine sahip oluşları önemlidir.

Skarn minerallerinden piroksen ve granatların belli bir skarn kuşağında öncelikle içerdikleri demir oranları yönünden bir biri ile aynı skarn için karakteristik olabilecek bağlar gösterdikleri belirlenmiştir. Gerçekte de aynı bir parajenezde beraber gelişen piroksen ve granatlar kimyasal bileşim yönünden tam bir korrelasyon gösterirler. Bu nedenle skarnların oluşumunda dengenin gerçekleştiğini gösteren kılavuzlar olarak kabul edilirler. Korrelasyon olmaması durumunda ise parajenezlerinin farklılığı söz konusudur. (Zharikov 1970).

Birçok skarn tipi yataklarda yapılan çalışmalar skarnlardaki hedenberjit ve andradit molar fraksiyonlarının belli oranlarda oluşu ile belirli bazı metallerin birikimine işaret ettiği saptanmıştır. Bu ilişkiden yararlanılarak skarn tipi bir yatakta hangi tür metalleri bekliyeceğimizi bulabiliriz. Sımdiyeye kadar yapılan çalışmalarda da çok olumlu sonuçlar elde edilmiştir. (Einaudi 1977).

Akdağmadeni skarn yatağımızda bu minerallere bağlı olarak yerini saptamakta yarar gördük. Kurşun-Çinko yatağı olarak bilinen bu madende başka ekonomik değeri olan metallere rastlanıp rastlanılmıyacağını, kurşun-çinko dışında bir vatak tipine işaret edip etmiyeceğini araştırdık.

Bu nedenle birbirleri ile aynı parajenezde olan piroksen (mineral ayırımı yapılmış ve X-Ray ile analiz edilmiştir) ve granatlar (mikroprob ile analiz edilmiştir) alınarak analiz edilmiştir. Çizelge 3 (granatların moleküler oranları) ve çizelge 6 (piroksenlerin moleküler oranları) daki değerler kullanılarak R değerleri hesaplanmıştır.



ÖRNEK	GRANAT $X_{Ad}$	PİROKSEN $X_{Hd}$	$X_{Ad}+X_{Hd}$	R
1- (Kuyu 1)(H-1)	0,75	0,49	1.24	0,32
2- (234.A)(D-1)	0,71	0,51	1.22	0,42
3- (225.A)(D-2)	0,74	0,49	1.23	0,33

Çizelge- 8 Aynı parajenezdeki granat ve piroksenlerin demirli bileşenlerinin molar fraksiyonları.

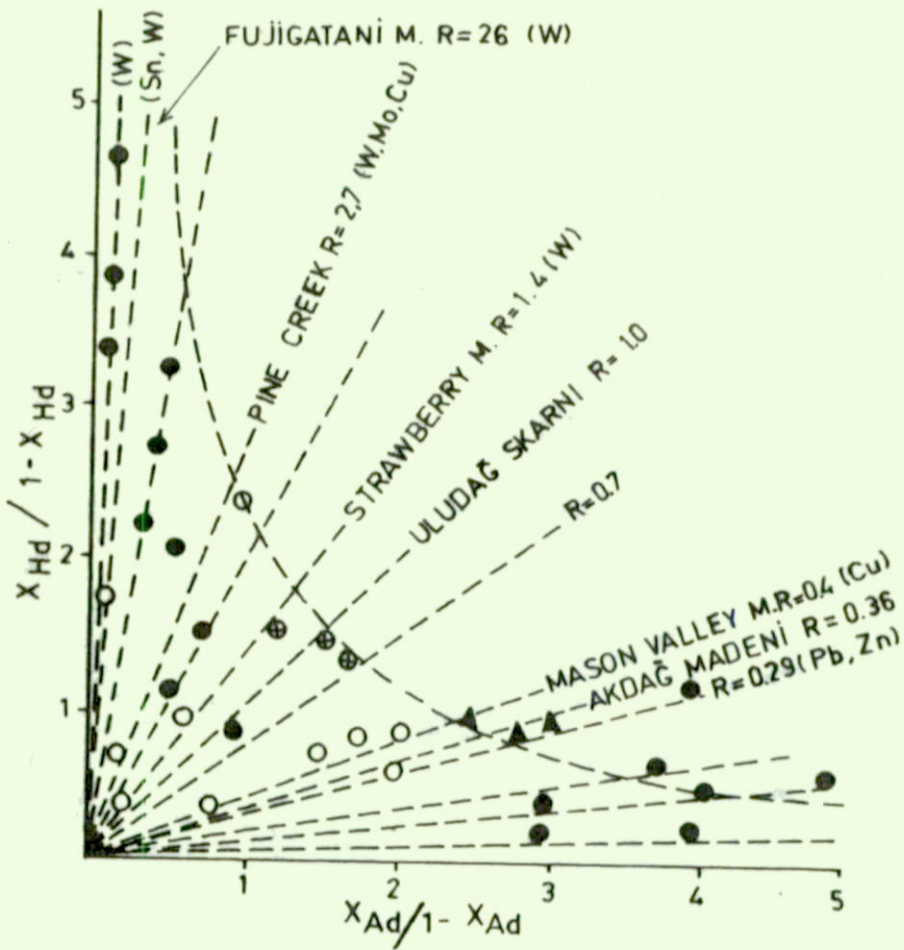
$X_{Ad}$ - Granatlardaki andradit molar fraksiyonları

$X_{Hd}$ - Piroksenlerdeki hedenberjit molar fraksiyonu

$$R = \frac{X_{Hd}/1-X_{Hd}}{X_{Ad}/1-X_{Ad}}$$

Akdağmadeni skarnlarımızın R değerleri çizelge. 8'de görüldüğü gibi 0,32 ile 0,42 arasında değişmektedir. Şekil- 74'de skarn yatağımızın konumu belirtilmiştir.

Akdağmadeni skarnlarının kurşun çinko madeni olarak işletildiği bilinmektedir. Aynı zamanda (Şekil- 74) görüldüğü gibi bakır yönünden de önemli bir yatak olduğuna işaret edilmelidir. Bu nedenle bakır madeni olarakta üzerinde durmak gerekir.



Şekil- 74 Skarnlarda beraberce bulunan granat ve piroksenlerin  $X_{Hd}/1-X_{Hd}-X_{Ad}/1-X_{Ad}$  ile gösteren diyagramı.

- Zharikov (1970)'dan,
- Einaudi (1977)'den
- ⊕ İnan (1979)'dan
- ▲ Akdağmadeni skarnı.

#### 6.4. YERSEL CEVHER MİNERALLERİ VE PARAJENEZLERİ

Cevher örneklerinden parlatmalar yapılmış ve mikroskop altında incelenmiştir. Çoğunlukla maden ocakları içerdikleri maden mineralleri yönünden benzerlik gösterirler. Cevher minerallerini tek tek belirlemeden önce farklı yerlerde bulunan dağınık ocaklardaki parajenezleri süksesyonlarına uyumlu olarak vereceğiz.

Bayram Ali ocağı parajenezi:

Manyetit, hematit, pirotin, kalkopirit, pirit, çinkoblend galen.

Süperjen mineraller: Bornit, tetraedrit, tenantit, kalkozin, kovellin.

Gang mineralleri: Kuvars, kalsit, siderit.

Çukur maden ocağı parajenezi:

Hematit, kalkopirit, pirit, çinkoblend, galen.

Süperjen mineralleri: Malakit, azurit.

Gang mineralleri: Kuvars, kalsit, barit, siderit.

Çiçekli maden ocağı parajenezi:

Hematit, kalkopirit, pirit, çinkoblend, galen.

Süperjen mineraller: Malakit, azurit.

Gang mineralleri: Kuvars, kalsit.

Tad deresi ocağı parajenezi:

Kalkopirit, pirit, çinkoblend, galen.

Süperjen mineraller: Tetraedrit, malakit, azurit.

Gang mineralleri: Kuvars, kalsit, siderit, barit, fluorit.

Büyük mağara güneyi damarı parajenezi:

Manyetit, hematit, kalkopirit, pirit, çinkoblend, galen.

Süperjen mineraller: Malakit, azurit, limonit.

Gang mineralleri: Kuvars, kalsit, siderit.

Taşlıdere damarı parajenezi:

Kalkopirit, pirit, çinkoblend, galen.

Süperjen mineraller: Malakit, azurit.

Gang mineralleri: Fluorit, kuvars, kalsit.

Nusret tepe ve çevresi parajenezi:

Hematit, kalkopirit, pirit, çinkoblend, galen.

Süperjen mineraller : Limonit, malakit, azurit.

Gang mineralleri: Kuvars, kalsit.

Boğa tepe ve çevresi parajenezi:  
 Hematit, pirit.  
 Süperjen mineraller: Limonit.  
 Gang mineralleri: Kuvars, kalsit.

### 6.5. CEVHER MİNERALLERİ

Akdağmadeni'ndeki cevher mineralleri tipik özellikleri ile belirlenmiştir. En çok rastlanan mineraller öncelikle tanıtılmıştır.

Galen (PbS) : Büyük kristalli olabildiği gibi, gang mineralleri arasında küçük kristaller halindedey bulunurlar. Çoğunlukla otomorfturlar. Parlak beyaz renkli ve izotropturlar, iç refleksiyonları yoktur. Yer yer çok güzel kübik dilinim yüzeylerinin kenarlarında üçgen boşluklar gözlenir. Çinkoblend, pirit ve kalkopirit gibi sülfürlü minerallerle beraberlik gösterir.

Çinkoblend (PbS) : Kristalleri çok farklı boyutlardadır, çoğu ksenomorftur. Fazla demir içerdiklerinden dolayı çoğunlukla koyu gri-siyahımsı renklindedir. Yer yer açık kahverengi ve bal sarısı renginde olanları da vardır. İzotropturlar, iç refleksiyonları demirce zengin olanlarda kırmızı, demirce fakir olanlarda kırmızı-kahverengidir. (Uytenbogaatrdt 1971)

Eksolüsyon kalkopirit içerirler, içerdikleri bu kalkopiritler yer yer dağınık yer yer ise yönlenmiş olarak bulunurlar. Çinkoblend galen, kalkopirit ve pirit eşlik eder durumdadır.

Pirit ( $FeS_2$ ) : 2 mm.'den 5 cm. kadar çok farklı boyutlarda görülebilirler, çok güzel otomorf şekillidirler. Çok nadirde olsa piritler içinde kuvars parçacıkları bulunabilmektedir. Özellikle çiçekli ocağında pirit çok boldur. Dağınık olarak her maden ocağında görülür.

Kalkopirit ( $CuFeS_2$ ) : Galen ve çinkoblende oranla çok az olarak görülür. Canlı sarı rengi ile piritten kolay ayrılır, ksenomorftaneler halindedir. Zayıf bir anizotropisi vardır, iç refleksiyon göstermezler. Pirit, galen, çinkoblendle beraber görülürler. Çinkoblendlerin içinde de yönlü veya yönsüz eksolüsyon halinde bulunurlar.



**Hematit ( $Fe_2O_3$ )** : Önemli ve çok yoğun olarak Büyük mağara güneyi damarında ana mineral olarak görülür. Mikroskopta parlak, açık mavimsi-beyaz renklidir. Anizotropisi belirgindir, çok güzel kırmızı iç refleksiyonları vardır. Yer yer manyetiti ramp-lase etmiştir, pirit enklüzyonları içerir. Çoğunlukla manyetit ve kuvarsla birlikte.

**Manyetit ( $FeFe_2O_4$ )** : Büyük mağara güneyi damarında hematit-le yanyana çok bol olarak bulunur. Mikroskop incelemesinde kah-verengimsi-gri renklerde görülür. İzotropdur, iç yansıma göstermezler. Yer yer otomorf ve çok küçük kristalli olanları vardır.

**Pirotin ( $FeS$ )** : Bayram Ali ocağında görülmüştür. Kuvvetli metalik parıltısı vardır, ksenomorfturlar. Mikroskop incelemelerinde kahverengi-pembemsi sarı renklidir. Belirgin pleokroizması ve anizotropisi ile kolay tanınır. Çoğunlukla kalkopiritler içinde adacıklar halinde görülmüştür.

**Bornit ( $Cu_5FeS_4$ )** : Sadece Bayram Ali ocağında görülen bir mineraldir. Mikroskopik incelemelerde pembe-kahverengidir. Çok zayıf bir anizotropi gösterir, iç yansıma vermez. Kalkopiriti ornatmıştır ve onun çatlakları boyunca yerleşmiştir.

**Tetraedrit ( $Cu_3SbS_3.25$ )** : Bayram Ali ocağı ile Tad deresi ocaklarında çok az olarak görülmüştür. Kalkopirit ve borniti ornatmıştır. Çoğunlukla bornitin kenarları boyunca gelişmiştir. Gri renklidir, izotropdur, pek belirgin olmıyan kahverengi-kırmızı iç refleksiyonu izlenmiştir.

**Tenantit ( $Cu_3AsS_3.25$ )** : Tetraedritle birlikte bulunur, çok az görülmüştür. Çoğunlukla kalkopirit ve bornitle birlikte yerleşmiştir. Rengi tetraedrite çok benzer, biraz daha mavimsi-gri rengiyle ondan ayırdedilir. İzotropdur, belirgin olmıyan kırmızımsı iç refleksiyonu vardır.

**Kalkosin ( $Cu_2S$ )** : Nadiren rastlanan bir mineraldir. Bornit ve kalkopiriti ornatmıştır, özellikle bornitin kenarlarını tercih eder bir görünümü vardır. Mavimsi beyaz rengiyle tipiktir, anizotropisi zayıftır, iç refleksiyonu yoktur.

**Kovellin ( $CuS$ )** : Çok az rastlanan minerallerden biridir, çoğunlukla kalkosinle beraber bulunur. Kalkosin ve borniti ornatığı gözlenmiştir. İndigo mavisi rengiyle çok karakteristiktir ve kolayca tanınabilmektedir. Çok belirgin anizotropisi vardır, iç releksiyonu görülmemiştir.

Malakit  $\{CuCO_3Cu(OH)_2\}$  : Az olarak oksidasyon zonlarında görülmüştür. Çoğunlukla azurit ve limonite eşlik eder durumdadır. Genellikle bütün bilinen maden ocakları çevresinde vardır. Yeşil rengiyle kolayca tanınmaktadır.

Azurit  $\{Cu_3(OH)_2(CO_3)_2\}$  : Malakitle birlikte oksidasyon zonlarında az olarak görülür, ancak her maden ocağı civarında görülebilmesi olasıdır. Mavi rengiyle tipiktir, kolay tanınır. Limonit ve malakite eşlik eder.

Limonit : Oksidasyon zonlarında yaygın olarak görülür, Boğa tepe çevresinde demir şapka olarak görülmüştür. Karakteristik kahverengi rengiyle ve genellikle eli boyamasıyla kolay tanınır. Malakit, azurit gibi diğer oksidasyon minerallerine eşlik etmektedir.

## 6.6. GANG MINERALLERİ

Kuvars : En çok bulunan gang mineralidir. Çoğunlukla ksenomorftur, ancak çatlak ve boşluklarda 2 cm. kadar olan otomorf kristalleri vardır. Yer yer birincil kuvarsları kesen ikincil kuvars damarcıkları saptanmıştır.

Kalsit : Ksenomorf olup çok farklı boyutlardadır, yer yer romboeder dilinimleri kolayca gözlenebilmektedir. Kuvarsla birlikte en çok görülen gang mineralidir. Çatlaklar boyunca gelişen kırıkların büyüklüğüne göre oldukça iri kristallidirler.

Siderit : Kirli sarı, beyazımsı ve açık kahverengidir. Nadiyen görülürler, genellikle boşluklarda oluşmuşlardır. Subtomorf şekillerdedir.

Fluorit : Yalnız iki yerde rastlanmıştır. Tad deresindeki ocakta mor renklidir, Taşlıdere damarında ise beyaz renklidir. Otomorf ve subtomorf şekillerdedir, büyüklükleri 1 cm. ile 3 cm. arasında değişmektedir.

Barit : Çok azdır, beyaz ve ksenomorftur, çok güzel dilinimleri vardır.

## 6.7. AKDAĞMADENİ'NDE MADEN ARAMALARINDA ÖNEMLİ KILAVUZLAR VE BÖLGELER

Bu konuda kılavuz sayılabilecek önemli verileri ve değerlendirilmesi gerekenleri şöyle sıralıyabiliriz:

- 1- Gnaysların içinde arakatkılı bulunan mermerleri saptamak.
- 2- Mermerlerle ilişkili fayları ve kırıkları ortaya çıkarmak.
- 3- Kontak metamorfizma gösteren bölgelerin 1/1.000 ölçekli detay jeoloji haritalarının yapımı.

Yukarıdaki verilerin kontrolü altında bölgede öncelikle madencilik yönünden araştırma yapılabilecek önemli yerler vardır. Bunlar;

a- Çukur maden ile Bayram Ali ocağı arasındaki oldukça geniş alanda çok sık sondajlar yapılmalıdır. Bunların yaklaşık derinliğide 150 metre civarında olmalıdır. Ayrıca bu bölgenin 1/1.000 ölçekli jeoloji haritası yapılmalı ve haritanın verilerine göre galeriler açılmalı.

b- Büyük mağara güneyi adındaki bölgede sondaj aramaları yapılmalıdır. 1/1.000 ölçekli jeoloji haritasının yardımıyla yarma ve galeriler açmalıdır.

c- Taşlıdere ile Nusret tepe arasında içine alan 1/1.000 ölçekli jeoloji haritası yapılmalıdır. Sondaj ve galeri aramaları bu bölge içinde önemlidir.

Yukarıda açıklanan üç bölge maden aramaları yönünden önemli görülen yerlerdir. Bunların dışında araştırma yapılabilecek bazı yerler daha vardır. Ancak geniş bir yayılımı olmadığından, çok küçük damarlar şeklinde bulunduğundan önemleri pek yoktur. Yatırım gerektirmiyen, yarmalar açmak suretiyle araştırılabilecek yerlerdir.



## 7. SONUÇLAR

1- 1/25.000 ölçekli 135-c2 ve 136-d1 paftalarının ayrıntılı jeoloji haritası yapılmış, Böylece bölgenin genel jeolojisi ve stratigrafisine katkıda bulunulmuştur.

2- Rejyonel metamorfik kayalar metamorfik fasiyelere de uygun olacak şekilde petrografik fasiyelere ayrılmıştır. Bunlar:

- 1- Muskovit Şist
- 2- Muskovit-Biyotit Gnays
- 3- Biyotit Gnays
- 4- Sillimanit-Muskovit Gnays
- 5- Sillimanit-Biyotit-Muskovit Gnays
- 6- Turmalin Gnays
- 7- Skapolit Gnays
- 8- Kuvarsit, Amfibolit, Kalkşist Arakatkılı Muskovit-Biyotit Gnays
- 9- Kuvarsit, Amfibolit, Mermer Arakatkılı Sillimanit-Biyotit-Muskovit Gnays
- 10- Almandin-Biyotit Gnaystır.

3- Rejyonel metamorfik kayalarımızın 500°C ile 600°C ısı aralığında ve en fazla 5 kb basınca kadar yükselebilen basınç koşulları altında oluştuğu belirlenmiştir.

4- Rejyonel metamorfik kayalarımızın köken kayaları ACF ve AFK diyagramları yardımıyla bulunmuştur. Genel olarak pelitik kökenli olan bu kayalarımızı oluşturan köken kayaları;

- a- Killer ve alüminyumca zengin kilttaşları
- b- Karbonatsız veya % 35 oranına kadar karbonatlı killer, yapraksal kilttaşları ve marnlar
- c- Grovaklardır.

5- Metamorfizmanın güneybatıdan kuzeydoğuya doğru arttığı saptanmıştır. Buna uyumlu olarak plajiyoklazların anortit oranları da % 8'den % 27'ye yükselmiştir. % 8-10 anortit içeren plajiyoklazlar muskovit şistlerle, % 25-27 anortit içerenler ise almandin-biyotit zonundadır.

6- Kayaların içerdikleri tüm mineraller ayrıntıları ile incelenmiştir. Bu bölgede ilk defa karşılaşılan bazı mineraller saptanmıştır. Bunlar skapolit grubuna ait olan Marialit ve Meionit ile Vezüvanit (Viluit; optik özelliği pozitif olan vezüvanit) ve Dravittir. (Turmalin grubu).



7- Kontak metamorfizmanın oluşumundan metazomatik olaylar ayrıntılı olarak incelenmiş, karbonatlı yan kayaçlardan alüminosilikatlara Ca, alümino-silikatlardan karbonatlı kütlelere Si ve Al göçünün önemi açıklanmıştır. Bunların gelişiminde pH değişimlerinin önemi belirlenmiştir.

8- Skarnların ekzoskarn türünde olduğu açığa kavuşturulmuş, endoskarn görülmemiştir.

9- Skarn minerallerinden zonlu granatlar mikroprob ile analiz edilmiştir. İçerdikleri ana elementler ve bunlardan MnO'nun iç zonda fazla dış zonda az oluşunun nedenleri açıklanmıştır.

Piroksenlerin analiz sonuçlarının değerlendirilmesi ile yaklaşık % 50 diyopsit, % 50 hedenberjit sınırında salit, ferrosalit özelliğinde oldukları saptanmıştır.

10- Granitin anateksi graniti olduğuna dair veriler elde edilmiş, daha sonra sokulum yaparak yerleştiği ve monzogranit bileşiminde, homojen bir litoloji gösterdiği ortaya konmuştur. Subalkali karakterde bir granit olduğu belirlenmiştir.

11- Rejyonel metamorfik kayaçlar, granit ve skarnlar petrokimyasal olarak değerlendirilmiştir. Oluştukları ana ve iz elementlerin beraberlikleri, uyum ve uyumsuzlukları belirlenmiştir.

Rejyonel metamorfiklerde:

- SiO<sub>2</sub> artışı Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, TiO<sub>2</sub> ve K<sub>2</sub>O ile ters orantılıdır.
- SiO<sub>2</sub> artışı CaO, MnO ve Na<sub>2</sub>O'ya göre bağımsızdır.
- Rb artışı K<sub>2</sub>O ile doğru, Y ile ters orantılıdır.
- Sr artışı Rb ile bağıntısızdır, Y ile doğru orantılıdır.
- Zr stabil olarak görülmüştür.

Granitlerde:

- SiO<sub>2</sub> artışı Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O ile ters orantılıdır.
- SiO<sub>2</sub> artışı MgO, MnO ve CaO'ya göre bağımsızdır.
- Rb artışı K<sub>2</sub>O ile doğru, Sr ve Y ile ters orantılıdır.
- Zr stabil olarak görülmüştür.

Skarnlarda ise kayacı oluşturan ana element oksitlerinden CaO, MnO, ΣFeO'nun önemli ve K<sub>2</sub>O ile Na<sub>2</sub>O'nun önemli olmadıkları belirgin olarak ortaya çıkarılmıştır.

Ana ve iz elementlerin tümünün birbirleriyle olan ilişkileri her üç kayaç grubunda da incelenmiştir.

12- Akdağmadeni zuhurlarının kontak metamorfik (Pirometazomatik) kökenli olduğu, fayların kontrolünde ve mermerleri tercih ederek yerleştiği belirlenmiştir.

13- Cevher örneklerinden yapılan analizlerde ana element olarak Pb, Zn ve Cu ile Ag, Cd, Sb, Mo, Ni, Co, Bi gibi iz elementlerin oranları belirlenmiştir. Ni-Co-Cr ilişkileri ile Ag-Pb ve Cd-Zn beraberlikleri izlenmiştir.

14- Akdağmadeni kurşun-çinko yatağının aynı zamanda bakır yatağı olarakta önemli olduğu açıklanmıştır. Yapılan analizlerde bakır oranının yüksek oluşu ve kontak metamorfik maden yatakları için uygulanan hedenberjit-andradit diyagramı yardımıyla da bakır yatağı olarak nitelendirilebileceği açıklığa kavuşturulmuştur.

## YARARLANILAN KAYNAKLAR

- AMİT, O., 1976, Retrograde zoning garnets of Elat-Wadi Mag-rish metamorphic rocks: *Lithos* 9. 259-262
- ASLANER, M., 1965, Etude géologique et fétrographique de la région d'Edremit-Havran (Turxue) M.T.A. yayın n0: 119
- ASLANER, M., 1973, İskenderun-Kırıkhan bölgesindeki ofiyolitlerin jeoloji ve petrografisi, M.T.A. yayın no: 150
- ASLANER, M., 1977, Türkiye Bakır-Kurşun-Çinko yataklarının jeolojik ve bölgesel sınıflamasıyla plâka tektoniği yönünden incelenmesi
- ATHERTON, M.P., 1968, The variation in garnet, biotite and chlorite composition in medium grade pelitic rocks from the Dalradian, Scotland, with particular reference to teh zonation garnet. *Contr. Mineral. Petrol.* 18. 347-71
- ATTOH, K., 1976, Stoichiometric consequences of metamorphic mineral-forming reactions in pelitic rocks: *Lithos* 9. 75-84
- AZOROF LEONİD, V., 1968, Elements of X-Ray crystallography Mc. Graw-Hill
- AZOROF LEONİD, V., 1974, X-Ray Spectroscopy Mc. Graw-Hill
- BART, T.F., 1962, Theoretical petrology, J. Wiley
- BAYKAL, F., 1963, 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Sivas paftası. M.T.A. yayınları, Ankara
- BETEKHTİN, A., A. Course of mineralogy Moscow, peace publisher
- BİNGÖL, E., 1973, Türkiye metamorfizma haritası 1:2.5000.000 ölçekli M.T.A. dergisi, 83, 132-139
- BRİNKMANN, R., 1971, Das kristalline Grundgebirge von Anotolien *Geol. Rdsch*, 60, 886-889
- BRİNKMANN, R., 1974, Geologic relations between Black Sea and Anatolia, *Amer. Assoc. Petroleum Geol. Mem.* 20, 63-76
- BROWN, E.H., 1969, *Am. Mineral.* 54. 1662-1677
- CARMİCHAEL, LAN, S.E., TURNER FRANCUS, J., VERHOOGEN JOHN. 1964, Igneous petrology. Mc. Graw-Hill

- CARMICHAEL, DUGALD M., 1968, On the mechanism of prograde metamorphic reactions in Quartz-Bearing pelitic rocks: *Contr. Mineral and Petrol.* Vol: 20, 244-267
- CARPENTER JOHN R., 1968, Apparent retrograde metamorphism; Another Example of the Influence of structural deformation on metamorphic differentiation *Contr. Mineral and Petrol* Vol: 17, 173-186
- COMPTON, ROBERT R., 1962, *Manual of field geology* John Wiley and Sons
- DEER, HOWIE, ZUSSMAN, 1966, *An Introduction to the rocks forming Minerals*, Longmans
- DEN TEX, E., 1971, The facies groups and facies series of metamorphism, and their relation physical conditions in the earth's crust, *Lithos* Vol: 4, 23-41
- EINAUDI, T.M., 1977, Petrogenesis of the Copper-Bearing Skarn at the Mason Valley Mine, Yerington district, Nevada. *Econ. Geol.* 72, 765-95
- ERKAN, Y., 1976, Kırşehir çevresindeki rejyonel metamorfik bölgede saptanan Isogradlar ve bunların petrolojik yorumlanmaları. *Yer Bilimleri H.Ü.* 1, 23-54
- ERKAN, Y., 1976, Orta Anadolu masifindeki karbonatlı kayalarda plajiyoklaz bileşimi ile metamorfizma arasındaki ilişkilerin incelenmesi. *Yer Bilimleri H.Ü.* 2, 107-111
- EVANS, B.W. 1965, Application of a Reaction-rate Method to the Breakdown Equilibria of Muscovite Plus Quartz, *Am. J. Sci.* Vol: 263, pp, 647-667
- FISHER GEORGE, W., 1970, The application of Ionic Equilibria to metamorphic differentiation; An Example. *Contr. Mineral and Petrol* Vol: 29, p: 91-103
- FAUST G.T. and FAHEY J.J., 1962, *The serpentine-Group Minerals* U.S. geological Survey professional paper, 384.A
- GHALY T.S., 1969, Metamorphic differentiation in some Lewisian rocks of north west Scotland. *Contr. Mineral and Petrol* Vol: 22, p: 276-289



- GOLDSCHMİDT V.M., 1958, Geochemistry. Oxford Clarendon Press
- GÜMÜŞ, A., 1974, Metalik Maden Yatakları. K.T.Ü. yayını, no:59
- HARKER, A., 1964, Metamorphism, Methuen
- HOBART H. WILLARD, LYNNE L. MERRİTT J.R., JOHN A. DEAN, 1965, Instrumental methods of analysis Van Nostrand Reinhold Company
- HOLLAND J.G. and LAMBERT R, ST. J., 1969, Structural regimes and metamorphic facies. Tectonophysics. p: 197-217. Elsevier publishing Company
- HOLLİSTER, L.S., 1966, Garnet zoning: an interpretation based on the Rayleigh fractionation model. Science, N.Y.154, 1647-51
- HUNAHASHİ M., KIM C.W, OHTA Y., and TSUCHİYA T., 1968, Co-existence of plagioclases of different compositions in some. Lithos Vol: 1, no: 4, p: 356-374
- HUTCHİSON CHARLES, S., 1974, Laboratory handbook of petrographic Techniques. John Wiley
- HYNDMAN DONALD, W., 1972, Petrology of Igneous and metamorphic rocks. Mc. Graw-Hill
- İNAN, K., 1979, Uludağ Skarn kuşağının petrojenez ve jeokimyası, İ.T.Ü.
- JOHANNSEN, A., 1938, A Descriptive petrography of the Igneous rocks. The University of Chicago press. Vol: 2
- JUNG J., 1963, Précis de Petrographie, Masson et Cie, editeurs
- KERR PAUL, F., 1959, Optical Mineralogy. Mc. Graw-Hill Book Company
- KESLER, S.E., 1968, Mechanism of magmatic assimilation at a marble Contact, Northern Haiti. Lithos 1, 219-229
- KETİN, İ., 1955, Yozgat bölgesinin jeolojisi ve Orta Anadolu masifinin tektonik durumu, T.J.K. Bülteni 1, 1-40
- KETİN, İ., 1963, 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası, Kayseri paftası. M.T.A. Yayınları, Ankara, 83s.

- KETİN, İ., 1966, Anadolunun Tektonik birlikleri, M.T.A. dergisi 66, 20-35
- KERRICK, D.M., 1970, Contact metamorphism in some areas of the Sierra Nevada, California. Bull, Geol, Soc. Am. 71, 2913-38
- KERRICK, D.M., 1977, The genesis of zoned skarn in the Sierra Nevada, California Journal of Petrology, Vol:18, 1, 144-181
- KOVENKO, V., 1944, Akdağ bölgesindeki eski madenler hakkında ilk muhtıra. M.T.A. arşiv, 370 yayınlanmamış
- KOVENKO, V., 1945, Akdağ ve Akçakışla madenlerine yapılan ziyaret hakkında rapor. M.T.A. arşiv, 400 yayınlanmamış
- KOSTYUK E.A. and SOBOLEV V.S., 1969, Paragenetik types of calciferous amphiboles of metamorphic rocks. Lithos Vol: 2, no: 1, p: 67-81
- KRETZ, R., 1974, Some models for the rate of crystallization of garnet in metamorphic rocks. Lithos 7, 123-131
- LE MAÎTRE, R.W., 1976, The Chemical Variability of some Common Igneous rocks. Journal of Petrology Vo: 17, p: 589-637
- MACKENZIE, R.C., 1970, Differential Thermal Analysis. Academic press
- MARMO, V., 1968, The origine of granite, a hydrothermal model Lithos Vol: 1, p: 58-69
- MC CARTHY T.S. and HASTY R.A., 1976, Trace element distribution pattern and their relationship to the crytallization of granitic melts. Geochimica et cosmochimica Acta. Vol: 40, p: 1351-1358
- MISCH, P., 1969, Paracrystalline microbudinage of zoned grains and other cirteria for synkinematic minerals. American-Journal of science, Vol: 267, p: 43-63
- MİYASHIRO A. and SHİDO F., 1970, Profressive metamorphism in zeolite assamblages. Lithos 3, p: 251-260
- MİYASHIRO A. and SHİDO F., 1973, Progressive compositional change of garnet in metapelite. Lithos 6, p: 13-20

- MİYASHIRO, A., 1975, Metamorphism and metamorphic Belts. George Allen and Unwin ltd.
- MYERS, J.S., 1970, Gneiss types and their significance in the repeatedly deformed and metamorphosed Lewisian complex of Western Harris, Outer Hebrides. Scott, J. Geol Vol: 6, p:186-199
- OELSNER, O., 1961, Atlas of the most important ore mineral parageneses under the microscope. Pergamon press-oxford
- PAOLO, S., 1331 (1909), Akdağ gümüş madeni raporu. M.T.A. Arşiv no: 392 yayınlanmamış
- PİLZ, R., 1936, Akdağmaden Bölgesi hakkında rapor. M.T.A. Arşiv no: 898 yayınlanmamış
- PİLZ, R., 1937, Akdağmadeni "metal" mıntakası hakkında rapor. M.T.A. Arşiv no: 1644 yayınlanmamış
- POLLAK, A., 1958, 1957 yılında Akdağmadeni-Yıldızeli sahasında yapılan prospeksiyon hakkında rapor. M.T.A. Arşiv no: 2321 yayınlanmamış
- RİTMAN, A., 1973, Stable mineral assamblage of igneous rocks. A method of Calculation. Springer Verlag
- RONNER, F., 1955, Akdağmadeni (Yozgat) mevkiinde şelit zuhurları M.T.A. Arşiv no: 2679 yayınlanmamış
- SEDERHOLM, J.J., 1916, On synantetic Minerals and related phenomena. Bull, Comm, Geol. Filande, no: 48, 63-113
- SİNKANKAS, J., 1966, Mineralogy. Van Nostrand Reinhold Company
- SPRY, A., 1974, Metamorphic Textures. Pergamon Press
- STRECKEISEN, A.L., 1967, Calssification and nomenclature of igneous rocks. N. Jb. Miner. Abh. 107, 144-240
- TALBOT, J.L. and HOBBS E.E., 1968, The relationship of metamorphic differentiation to other structural features at thee structural features at three localities. Journal of geology Vol: 76, p: 581-587
- TATAR, Y., 1977, Ofiyolitli Çamlıbel (Yıldızeli) bölgesinin stratigrafi ve petrografisi. M.T.A. dergisi, 88, 56-73



- THOMPSON, A.B., 1975, Calc-Silicate Diffusion Zones between Marble and pelitic schist. *Journal of petrology* Vol: 16, 2, 314-346
- THOMHSON, J.B., 1957, The graphical analysis of mineral assemblages in pelitic schists. *The American mineralogist*, Vol: 42, p: 842-858
- THOMPSON, J.B. ve NORTON, S.A. 1968, Paleozoic regional metamorphism in New England and adjacent areas. In E-An Zen et al. eds. *Studies of Appalachian geology*. Interscience Publisher (John Wiley), New York
- TRACY ROBERT, J., ROBINSON PETER and THOMHSON ALAN, B., 1976, Garnet composition and zoning in the determination of temperature and pressure of metamorphism, central massachusetts. *American mineralogist* Vol: 61, p: 762-775
- TURNER FRANCIS J., VERHOOGEN J., 1960, *Igneous and metamorphic petrology*. Mc Graw Hill Book Company
- UYTENBOGAARDT, W. and BURKE E.A.J., 1971, *Tables for microscopic Identification of ore minerals*. Elsevier Scientific Publishing Company
- VACHE, R., 1963, Akdağmadeni kontak yatakları ve bunların Orta Anadolu kristalinine karyı olan jeolojik çerçevesi. *M.T.A. dergisi*, 60, 22-36
- VACHE, R., 1964, Akdağmadeni yakınındaki Çukur Maden ve Çiçekli kurşun çinko yatakları hakkında rapor. *M.T.A. Arşiv no: 2679* yayınlanmamış
- VERNON, R.H., 1976, *Metamorphic Processes*. George Allen and Unwin ltd.
- WHITE, A.J.R., 1965, Genesis of migmatites from the palmer region of south Australia. *Chemical geology*, p: 165-200 Elsevier publishing Company
- WINKLER HELMUT, G.F., 1974, *Petrogenesis of Metamorphic rocks*. Spinger-Verlag



- WINKLER HELMUT, G.F. and PLATEN, 1961, *Geochim and Cosmochim. Acta* 24, 250
- ZUSSMAN, J., 1967, *Physical methods in determinative mineralogy* Academic Press
- ZHARIKOV, V.A., 1970, *Skarn. Int. Geol. Rev.* 12, 541-59, 619-47, 760-75