

2130

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ * MADEN FAKÜLTESİ

**ÇUKUR (KAYSERİ) BÖLGESİ SİYENİTİK KOMPLEKSİNİN
PETROLOJİK ETÜDÜ**

İ.T.Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜNCE

" DOKTOR "

Unvanının verilmesi için kabul edilen tezdır.

Yük. Müh. Orhan Mehmet SOLMAZ

Tezin Fen Bilimleri Ens. Verildiği Tarih : 7.7.1983

Tezin Savunulduğu Tarih : 23.11.1983

Doktorayı Yöneten Öğretim Üyesi
Diğer Jüri Üyeleri

: Prof. Dr. Yılmaz BÜRKÜT
: Prof. Dr. Galib SAĞIROĞLU
Prof. Dr. Işık KUMBASAR

KASIM 1983

**T. C.
Yükseköğretim Kurumu**

I

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	III
SUMMARY	VI
TABLULARIN LİSTESİ	XI
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	XII
FOTO LİSTESİ	XIV
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. TARİHÇE	2
3. BÖLGENİN COĞRAFİ DURUMU	3
3.1. Konumu	3
3.2. İklim	4
3.3. Morfoloji	4
4. ÇALIŞMA ALANI VE ÇEVRESİNİN JEOLojİSİ	4
4.1. Metamorfik Kayaçlar	4
4.2. Neojen	6
4.3. Tufiler	6
4.4. Alüvyonlar	6
4.5. Mağmatik Kayaçlar	7
5. ÇUKUR-HAYRİYE BÖLGESİNİN JEOLojİSİ	9
5.1. Metamorfik Seriler	9
5.2. Neojen Formasyonları ve Tüfojen Seriler ..	9
5.3. Mağmatik Intrüzyonlar	15
6. KAYAC ANALİZLERİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER	17
6.1. X Işınları Floresan ve Yağ Metodla Yapılan Analizlerin Karşılaştırılması ...	20
7. METAMORFİK VE MAĞMATİK KAYAÇLARIN PETROGRAFİSİ ..	21
7.1. Metamorfik Kayaçlar	21
7.1.1. Gnayslar	21
7.1.2. Mikaşıst	23
7.1.3. Kuvarsitler	26
7.1.4. Mermerler	26

	Sayfa
7.2. Mağmatik Kayaçların Petrografisi	26
7.2.1. Alkali Siyenitler	27
7.2.1.1. Damar Kayaçları	29
7.2.2. Feldispatoidli Siyenitler	31
7.2.3. Granodioritler	37
7.3. Modal Analiz ve Değerlendirilmesi	40
8. ÇUKUR BÖLGESİ METAMORFİK VE MAĞMATİK KAYAÇLARIN PETROJENEZİ	43
8.1. Metamorfik Kayaçlar	43
8.2. Mağmatik Kayaçlar	47
8.2.1. Nıgglı Parametreleri	48
8.2.2. Silis Gurubu Parametreleri	53
8.2.3. Diğer Mağmatik Parametrelerin Kullanımı	53
8.2.4. C.I.P.W. Normu ve Değerlendirilme- si	61
8.3. İz Element Analizleri	66
9. SKARN VE PETROLOJİSİ	71
10. ÇUKUR SİYENİTİK KOMPLEKSİNİN KÖKENİ	76
11. ALKALİN VE FELDİSPATOİDLİ KAYAÇLARIN EKONOMİDEKİ YERİ	78
12. SONUÇLAR	82-83
KAYNAKLAR	
ÖZGEÇMİŞ	
EK	

III

ÖZET

Kayseri-Felahiye-Çukur Nahiyesi'ndeki bu çalışmada bölgenin jeolojisi ile birlikte ülkemizde ender raslanan oluşumlardan olan feldispatoidli siyenitler ve birlikte olduğu diğer magmatik kompleksin üyeleri olan alkali siyenitler ve granodioritlerin petrografisi ve petrolojisi ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Bölgede ana formasyon birimleri olarak metamorfikler(gneys, mikaşıst,kuvarsit ve mermerler),sedimanter oluşumlar (tüfler,alüvyonlar ve Neojen çökelleri) ile magmatikler (granodiorit,alkali siyenit ve feldispatoidli siyenitler)bulunmaktadır.

Metamorfikler bölgenin en eski birimleri olmakla birlikte, yaşları üzerinde çalışmalarda bulunan Brinkman(1976)(16),genelde Orta Anadolu metamorfiklerinin Devonien,hatta Ordovsien olduğunu ileri sürerken,Ketin(1959)(14) metamorfik serilerin büyük bir kısmının Mesozoike ait olduğunu belirtmiştir.Halen Orta Anadolu'daki metamorfiklerin oluşum yaşı konusunda birleşme yoktur.

Çukur bölgesi magmatiklerininde yer aldığı Orta Anadolu plütonik kompleksinin yaşları konusunda çalışmalarda bulunan Ayan(1959)(12),Çiçekdağı-Kaman arasındaki granitik kayaçların yaşlarına 54 milyon sene olarak vermiştir.Ataman(1981)(13) ise, Kırşehir civarındaki Cefalık Dağ-Kaman arasındaki granitik intrüzyonun yaşını 71 milyon yıl olarak saptamıştır.Ketin(1961)(8), jeolojik verilerden giderek Orta Anadolu kristalen masiflerinin Eosen veya Paleosen (Alpin Orojenezinde) olduğunu belirtmektedir. Genel olarak birleşilen kanı,Orta Anadolu Kristalen masiflerinin Üst Kretase sonunda oluştuğudur.

Çalışma sahasındaki intrüsif kayaçları asit ve nötür bileşimli olarak iki guruba ayırmak olasıdır.Asit karektere sahip ve siyenitik kayaçlara göre çok daha küçük alan işgal eden granitik bileşimli kayacın yapılan modal analiz çalışmaları sonucunda, ortalama mineralojik bileşimlerinin granodiorite tekabül ettiği görülmüştür.Kuzeyden Güneye doğru gittikçe asit bileşimden nötür bileşime geçilmektedir.Alkali siyenit ve feldispatoidli siyenitlerde hakim olan feldispat ortozdur.Ortozlar büyük ölçüde kalsitleşmişlerdir.Kayaçta ikincil kalsite her zaman raslanırken, oldukça geniş çaplı bir kontaminasyonda izlemek olasıdır.

Feldispatoidli siyenitlerde kayaca hakim olan mineral ortozdur. Feldispatoid gurubu minerali olarak kayacta bulunan nefelinin yer yer kankrinite ve sodalite dönüşüm gösterdiği izlenmektedir.

Siyenitik kayacların mermerlerle olan kontaklarına yaklaştıkça, genellikle grna, ejirin ve manyetite oldukça sık raslanmaktadır. atlaklarda ise çoğunlukla fluorit oluşumları yer almaktadır.

Bölge kayaclarının yapılan petrokimyasal çalışmaları sonucunda mağmatik kayaclarda % SiO_2 oranı 53.91-68.06 arasında değişirken, % Na_2O 0.28-5.27 ve % K_2O 0.98-9.90 arasında değişim göstermektedir. Metamorfiklerde ise kantağa yakın bölgelerde % CaO , Fe_2O_3 , FeO ve MnO değerlerinde bir artış izlenmektedir. Metamorfiklerin kökeninin sedimanter olduğunu söylemek olasıdır. Oldukça fazla silis içeren sedimentlerin metamorfizması sonucunda, metamorfiklerin olumu olması dlebilir.

Mağmatik kayaclar, alkalice normalden biraz daha zengin bir magmaya tekabül ederler ve tümü salık bölgeye der. Bunların normal bir diferansiyasyon sürecini izlediği, fakat zaman zaman kristallemeler esnasında süreksizliklerin varlığı gözlenmektedir.

Köken olarak mağmatik kayacları oluşturan mağmanın sıalık olduğu kanısına varılmıştır. Granodioritlerin, alkali siyenitlerin ve feldispatoidli siyenitlerin oluşumu konusunda granitik magmanın desilikasyonu, diferansiyel ergime, metasomatizm, kristalizasyon -diferansiyasyon ve kalker sinteksisi gibi değişik görüşler ortaya atılmıştır. Ancak gerek sahanın jeolojisini incelerken, gerekse petrografik ve petrokimyasal çalışmalar sonucunda, çukur bölgesindeki granodiorit ve siyenitlerden oluşan ve incelemede siyenitik kompleks olarak bahsedilen intrüzyonun, mağmanın kalker asimilasyonu sonucunda oluştuğu kanısına varılmıştır.

Mağmatik kayaclarda yapılan iz element tayinleri (Rb, Li, Ba ve Sr), Niggli parametreleri ve C.I.P.W. norm hesaplamaları birbirlerini bir uyum içerisinde desteklemektedir ve bu verilerle intrüzyonun petrolojisi ortaya konmaya çalışılmıştır.

Çalışma alanının Batısına doğru geniş bir uzanım gösteren skarn oluşumlarında manyetit, hematit ve olivast gibi cevher mineralleri bulunmaktadır. Bunlar yer yer % 50.54 Fe_2O_3 içerirler. Ayrıca bölgede pirolusit(% 29.04 MnO) ve Fluorit mostralarında raslanılmaktadır.

Bölgede yaklaşık 30 km² lik bir alanda 1.25-1.50 m kalınlık gösteren pembe ve gri tüfler, geniş çapta yapı elemanı olarak bölge halkı tarafından kullanılmaktadır.

VI

SUMMARY

The formation in the area of district of which is about 70 kilometers from Kayseri in central region of Turkey appear worth of interest geologically. In this study, the petrography and petrochemistry of feldspathoidal syenites, alkali syenites and granodiorites which one accompanied in formation are investigated in details.

The investigations in the Central Anatolia go back as far as 1840's. More detailed researchers have worked on the geology and petrography of the Central Anatolia.

The geologies of the Central Anatolia and Çukur area are very closely related with each other. In this area, as the main formation units, metamorphics (gneiss, mica schist, quartzite and marbles), Neogen, tuffs, alluvions and magmatic rocks are exist.

Although metamorphics are the oldest units in the region. Brinkmann (1976) who worked on their ages has claimed that the Central Anatolian metamorphics would be Devonian or even Ordovician. Ketin (1959) investigating metamorphics series on the basis of geological data in points that these series in below to Mesozoic. There is no agreement on the age of metamorphic formations among the investigators who have worked on the age of the Central Anatolian metamorphic complexes.

While doing the geological study of the formation of Neogen, the fossil "Helix Ramondi" was found which a lake Gastropoda belongs to Upper Miocene.

Yalçınlar-İzberak (1959), who had studied previously on the field of Neogen in the Central Anatolia have also found the teeth and bones of the "Hipparion Gracile" a vertebrate animal belonging to Upper Miocene. Both the Neogen of Central Anatolia and those of Çukur area of the lake origin.

VII

The thickness of tuffs formed by the Erciyes volcanism rises up to 70-100 meters in the Urgüp-Göreme region in the Central Anatolia, to 1.25-2.00 meters in Çukur. Frech(1914) who did research concerning the Erciyes volcanism reveals the fact that Erciyes is still continuing its volcanic actions intermittently to its craters. The analyses of tuffs in Çukur have revealed that they consist of 71 percent SiO_2 . In their microscopic investigations due to its suddenly zonal plagioclase has been observed, in addition to orthoclase.

The alluvions of Kızılırmak River consist of gravels, sands, clays and travertines belonging to Quaternary. Their wide range is 70-100 meters in some locations.

On the subject of the ages of the Central Anatolian plutonic complex where in the magmatics of Çukur are also located, Ayan(1959) Ketin(1961) and Ataman(1981) has inquiries of them, Ayan(1959) estimated the ages of granitic rocks lying between Çiçekdağı and Kaman as 54 million years. On the basis of geological data, Ketin(1961) states that the crystalline massif of Central Anatolia might have been formed during Eocene or Paleocene. Ataman(1981) concluded that the age of granitic intrusions which lies between Cefalikdağ and Kaman around Kırşehir might be 71 million years. The other writers having research on the age of granite plutons in the Central Anatolia have also come to a common opinion that the Central Anatolian crystalline massifs might have been formed late in the Upper Cretaceous.

The intrusive rocks in the field of research can be classified under two groups as those silica saturated containing and intermediate ones. In the region of Çukur, the granites with silica containing components, cover a smaller area than the alkali syenites and feldspathoidal syenites with intermediate components. According to the result of the point counter investigation of the rock with silica saturated components, it was discovered that the mineralogic components of the rock correspond to granodiorite. If we follow along the At Creek crossing exactly in the midst of a line passing the north to south direction of the district of Çukur, The phenomenon of passing from silica saturated components can be seen clearly. The minerals that dominate on the alkali

VIII

syenites and feldspathoidal syenites is feldspar orthoclase. Pure, clean orthoclase is seen very rarely. The greatest part of orthoclases near its whole is calcified. It is always possible to see the secondary calcite. In the case of feldspathoidal syenites the mineral dominating the rock are feldspars. As the altering minerals are cancrinite and sodalite take place

If one follows from syenites to the contact of marble, garnet, aegirine and magnetite are seen more frequently in the syenitic rocks. On the other hand, fluorite is seen along the line of joints and cracks in syenites, magnetite and pyrite exist as the accessory minerals generally. In the petrochemical inquiries of such rocks the percentages of SiO_2 in the magmatic rocks has show a change from 53.91 to 68.06. The percentages of Na_2O and K_2O have demonstrated a variation of 0.28 - 5.27 and 0.98 - 9.90 respectively. Likewise as we progressed to the contacts of marbles, the percentage values of FeO and Fe_2O_3 have indicated increases.

In the metamorphic rocks an increase has been observed in the percentages values of CaO , Fe_2O_3 , FeO and MnO and it is possible to state that metamorphics are of sedimentary origin. It is likely that the metamorphic rocks formed by sediments, it contains silica in very large proportion. These magmatic rock correspond to a magma, richer than normal in alkali. All the magmatic rocks are located in the salic region. A normal differentiation process might have been taken place during the formation of magmatic rocks. However, it might be strongly possible that they might have been cut at times during the crystallization.

Possibly, in the magma which formed the magmatic rocks is sialic origin. Though we can say it in certain on the subject of the formation of rocks with acid and intermediate components, situated close intervals in the same region, variously hypotheses have been developed as desilication of granitic magma by limestone assimilation, Crystallisation Differentiation, Differential Fusion, Metasomatism and also Feldspathoidal Rocks Associated with Carbonatites. In our geological, petrographic and petrochemical study of the Çukur region, we have come to the conclusion that it is possible that the pluton called the syenitic complex, consist of granodiorite, alkali syenites and feldspathoidal

syenites might been formed as the result of assimilation of limestone by magma.

It is difficult to say something in certainly about the origin the magmatic rocks show a coexisting formation. In the region the field investigations and diagrams in fig.10 and fig.11 may illustrate only the fact that the magma indicates differentiation though interruptedly in some places. Although a first possibility to come to mind from the fact of coexistence of silica saturated and intermediate rocks is that two magmas may exist, it appear to be a very least probable possibility for the time being. The studies under taken in the nearby areas out of the Çukur region demonstrate that granodioritic and feldspathoidal syenitic rocks cut each other nowhere.

That is, it is an extremely distant possibility that two magmas of different origins might exist. The coexistence of syenites and granodiorites become a syenitic compound as it goes downward the upper parts of the granodiorite containing magma at the end of limestone assimilation. There are aegirine and alternated nepheline and sodalite in syenites. At the end of the reactions between magma and carbonated rocks show. A transformation from granodiorites to syenites in a form of line as we go near the contacts of magmatic rocks with marbles the existence of such calcium silicated minerals as garnet, sfen, and tremolite illustrate good examples for on interactional formation between magma and marbles. This interpretation is in agreement with the conclusion of Dally(1930), Hyes(1930) and Shand(1939).

There are skarn formations in a large field located from the area between Çomaklı-Ginigini Hills in the west of research site towards the Tuğlaşah Village. In the chemical analyses of skarn specimens picked up from the different places in the area it has been discovered that there exist the locations containing 50.54 percent of Fe_2O_3 scatteredly. Magnetite and hematite are ore minerals most frequently seen in skarn. Of silicate minerals, epidote exist in, the largest proportion and garnet in a smaller proportions. Tremolite is seen very rarely. It is rather intermediate to see pyrite near the contacts.

X

In the modal analyses of magmatic rocks, it has been found out that such rocks demonstrate a tendency from a granodioritic composition to a monzonitic one.

The analyses of 52 specimens (of them, 11 specimens belong to the magmatic rocks) of the rocks of the region have been carried out. In this study, and we have tried to realize such subdimensions of our investigation as the magmatic rocks analyses the parameters of Niggli and their transformation into the parameters of Burrie C.I.P.W. norm calculation and the petrology of intrusion.

According to the result of the petrographic investigation of the lamprofire vein which cuts the alkali syenites vertically. It was indicated that it might be Kersantite and their geochemical analyses were done.

In addition, the specification of Rb, Li, Ba and Sr which are seen in the magmatic rocks, have been done and interpreted through diagrams.

In the concluding part, it has been indicated that the magma is richer than normal is alkali, a magma with silica components shown differentiation and it happens intermittently at times during this formation process.

The alkali and feldspathoidal syenites in region can be put into production economically. However before hand it requires a more thorough and concrete detailed investigation of area.

I have to emphasize the fact that the pyrolusite, fluorite and the ores of magnetite and hematite in the zone of skarn, in the region don't appear to be economically useful in mining at present.

TABLOLARIN LİSTESİ

No		Sayfa
1	Çukur Bölgesine Ait Neojen ve Tuf Örneklerinin Kimyasal Analizleri	14
2	XRF ve Yaş Metodla Yapılan Analizlerin Karşılaş - tırılması	20
3	Çukur Bölgesi Mermerlerinin Kimyasal Analizleri .	25
4	Lamprofir Kimyasal Analizi	31
5	Siyenitik Komplekse Ait Kayaçların Modal Analiz . Sonuçları	41
6	Siyenitik Komplekse Ait Kayaçların Modal Analiz - lerinden Hesaplanan Tröger Parametreleri	41
7	Çukur Bölgesi Metamorfik Kayaçlarından Gnayslara Ait Numunelerin Kimyasal Analizleri.	46
8	Çukur Bölgesi Metamorfik Kayaçlarından Mikaşıst ve Kuvarsitlere Ait Kimyasal Analizler	47
9	Çukur Bölgesi, Siyenitik Komplekse Ait Kayaçların Kimyasal Analizleri	51
10	Çukur Bölgesi Siyenitik Kompleksine Ait Kayaç Analizlerinin Niggli Parametreleri	52
11	Çukur Siyenitik Kompleksine Ait Numunelerin C.I.P.W. Normuna Göre Hesaplanan Mineralleri ve % V Oranları	64-65
12	Gnays ve Lamprofirlerdeki İz Elementlerin ppm Mertebesindeki Değerleri	66
13	Çukur Siyenitik Kompleksindeki İz Elementlerin Dağılımı	69
14	Skarna Ait Numunelerin Kimyasal Analizleri	75

XII

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

No		Sayfa
1	Çalışma Alanının Konumu	1
2	Kayseri ve Yöresindeki Lav ve Tüflerin Dağılımı	7
3	Çukur ve Yakın Civarının Jeolojik Haritası ve Kesiti	10
4	8 Modal Analiz Sonucuna Göre Çukur Siyenitik Kompleksine Ait Kayaçların Tröger QAP Üçgen Diyagramındaki Yeri	42
5	Çukur Bölgesi Metamorfiklerine Ait Al/3-K , Al/3-Na Diyagramı (de LA ROCHE)	44
6	Çukur Bölgesi Metamorfiklerinin de LA ROCHE Diyagramında Dağılım Ortamı	45
7	Çukur Siyenitik Kompleksinin al-alk Diyagramı .	49
8	Çukur Siyenitik Kompleksinin al-fm Diyagramı ..	49
9	Çukur Siyenitik Kompleksine Ait al,fm,alk ve c Temel Parametrelerinin Si'nin Fonksiyonu olarak Değişimi	50
10	Çukur Siyenitik Kompleksinin Az ⁰ -Si Grafiği ..	54
11	Çukur Siyenitik Kompleksinin S-qz Grafiği	54
12	Çukur Siyenitik Kompleksine Ait Kayaçların Alkali ve Silis İçeriğine Göre Sınıflandırılması	55
13	Çukur Siyenitik Kompleksine Ait Kayaçların Al ₂ O ₃ - N.P.C. Diyagramı	56
14	Çukur Siyenitik Kompleksine Ait Kayaçların A.F.M. Diyagramı	56
15	Çukur Bölgesi Mağmatik Kayaçlarının Esas Elementlerine Ait Oksitlerin D.I. Değerlerine Göre Değişimi	57

XIII

No		Sayfa
16	Çukur Bölgesi Mağmatik Kayaçlarının Esas Elementlerine Ait Oksitlerin S.I. Değerlerine Göre Değişimi	58
17	Gottini İndeksinin, Rittmann Serial İndeksine Göre Değişimi	59
18	Çukur Siyenitik Kompleksine Ait Kayaçların Nockolds'un Parametrelerine Göre Dağılımı ...	60
19	Çukur Siyenitik Kompleksinin % SiO ₂ - D.I. Grafiği	61
20	Çukur Siyenitik Kompleksinin Qz-Ab-Or Diyagramı	63
21	Çukur Siyenitik Kompleksinin Or-Ab-An Diyagramı	63
22	Çukur Siyenitik Kompleksine Ait Kayaçların Mg/Li , Ca/Ba Diyagramı	68
23	Çukur Siyenitik Kompleksine Ait Kayaçların K/Rb , Ca/Sr Diyagramı	68
24	Skarda SiO ₂ ye Göre Oksitlerin Değişimi ...	74
25	International Mineral and Chemical Corp. (Blue Mountain, Ontario-Kanada) Ait İşletmelerde Cam Üretiminde Kullanılan Nefelinli Siyenitlerin Cevher Hazırlama Akım Şeması ...	80

FOTO LİSTESİ

No		Sayfa
1	Çukur'un Güneydoğusunda Kalkerler Arasındaki Helix'ler Familyasına Ait Gölisel Gastropodlardan Helix Ramondi	11
2	Tüfler İçerisinde Zonlu Yapı Gösteren Plajiyoklazlar	13
3	Tüfler İçerisinde Albit ve Periklin İkizli Gösteren Plajiyoklazlar ve Karlsbat ikizli Ortoz Kristalleri	13
4	Hayriye'nin Batısındaki Alkali Siyenitler ve Onları Kesen Lamprofir Damarları	15
5	Hayriye'nin Batısındaki Alkali Siyenitler ve Çatlakları	16
6	Feldispatoidli Siyenitler ve Alterasyon	16
7	Hayriye'nin Güneyindeki Feldispatoidli Siyenitler	17
8	Çomaklı Tepe Civarındaki Gnays	23
9	Lepidoblastik Doku Gösteren Mikaşıstlar	24
10	Hayriye'nin Batısındaki Alkali Siyenitler ve Onları Kesen Lamprofirler	28
11	Alkali Siyenitlerdeki Pegmatit Damarları	28
12	Alkali Siyenitlerdeki Aplit Damarları	30
13	Lamprofirlerdeki Biotit ve Kloritler	30
14	Feldispatoidli Siyenitlerde Karlsbat İkizli Ortoz Kristalleri	32
15	Feldispatoidli Siyenitlerde Karlsbat İkizli Ortoz Kristalleri ve Çatlaklarında Dolgu Minerali Olarak Kalsit	32

No		Sayfa
16	Feldispatoidli Siyenitlerde Karlsbat ikizli Ortoz Kristalleri ve Boşluklarında Fluoritler.	33
17	Feldispatoidli Siyenitlerde Pertitleşme Gösteren Karlsbat İkizli Ortoz Kristalleri	33
18	Feldispatoidli Siyenitlerde Ortoz Kristalleri Üzerinde Albit,Polisentetik İkizli Plajiyoklazlar	34
19	Kontak Zonuna Yakın Feldispatoidli Siyenitlerde Kalsit Ramplasmanı ve Albit,Polisentetik İkizli Plajiyoklazlar	35
20	Feldispatoidli Siyenitlerde Sfen ve Ejirin ..	36
21	Feldispatoidli Siyenitlerde Gröna	37
22	Granodioritler İçerisinde Dalgalı Yanma Sönme Gösteren Kuvarslar	38
23	Granodioritlerdeki Ortoz Minerallerinin Serisitleşmesi ve Alterasyonları	38
24	Granodiorit.Plajiyoklazlar Polisentetik Albit İkizi Göstermektedir	39
25	Granodioritlerdeki Biotitlerin Kloritleşmesi ..	39
26	Çukur Skarnlarındaki Işınsal Klorit Kristalleri	72
27	Kristalize Kalkerler Arasındaki Detritik Yapı Gösteren Pirolusit	73

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Kayseri-Felahiye-Çukur bölgesinin petrolojik etüdü komulu bu çalışma İ.T.Ü. Maden Fakültesinde ve 1979-1983 yılları arasında hazırlanmıştır. Bu zaman aralığında kış mevsimi hariç her zaman sahaya çıkılabilmektedir. İ.T.Ü. Maden Fakültesinde ve H.Ü. Zonguldak Mühendislik Fakültesinde hazırlanan ince kesitler Leitz SM LUX-POL ve CARL ZEISS JENA W 30 polarizan mikroskopta incelenmiştir. Minerallerin X ışınları analizleri İ.T.Ü. Maden Fakültesi X ışınları laboratuvarlarında, kayaçların kimyasal analizleri Ereğli Demir Çelik Fabrikaları XRF laboratuvarlarında, H.Ü. Zonguldak Mühendislik Fakültesi Jeokimya laboratuvarlarında ve İ.T.Ü. Maden Fakültesi Jeokimya laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Çalışmalarında amaç, ülkemizde pek az bölgede oluşum gösteren feldispatoidli siyenitlerin, alkali siyenitlerin etüdü, karbonatlı kayaçlarla olan kontaklarının incelenmesidir. Saha etüdü sonucunda bölgede demir mineralleri (manyetit, hematit), mangan mineralleri (pirolusit ve psilomelan) ve Fluorit filoncuklarına raslanmıştır.

Tüm Dünya'da endüstriyel hammadelere büyük önem verilmekte ve üretimleri büyük bir hızla arttırılmaktadır. Özellikle A.B.D., Kanada gibi ileri endüstri ülkeleri ile İskandinavya ülkelerinden Norveç ve İsveç'te olduğu gibi kireçtaşı ve feldispatoidli siyenit üretiminde büyük artışlara doğru bir yönelim izlenmektedir. Bu arada son yıllarda İskandinavya ve Kuzey Amerika ülkelerinde feldispatoidli siyenit (Nefelinli Siyenit) üretiminin 1 milyon tonu aştığı vurgulanabilir. Sonuç olarak, gemicilikte devrim yapan cam yününün temel maddelerinden biri olan nefelin ve feldispatoid gurubu minerallerinin ekonomideki önemlerinin her geçen gün arttığını söyleyebiliriz.

Çukur bölgesi çalışmalarında yaklaşık 100 km² lik bir alanın 1:25 000 ölçekli jeolojik haritası yapılmıştır.

Bölgeyi oluşturan formasyonlar 5 ana başlık altında toplanarak incelenmeye çalışılmıştır. Bunlar sırası ile metamorfik seriler, Neojen, volkanik tüfler ve magmatik kayalardır.

Erciyes dağına yaklaşık 70 km uzaklıkta bulunan çalışma alanımızın büyük bir kısmı volkanik tüflerle ve Neojen'e ait tertullarla örtülüdür. Biz burada Erciyes volkanizması ile volkanik tüfler arasındaki ilişkiyi de belirtmeye çalıştık.

2. TARİHÇE

Orta Anadolu'nun jeolojisi hakkında ilk raporlara 19. yüzyılın ilk yarılarında raslanmaktadır. Hamilton(1840)(1), Şerefli-keşhisar ve Kapodakya arasında kalan bölgenin jeolojisini incelemiştir. Tchihatchef(1866)(3), Orta Anadolu'da rasladığı formasyonlardan kısa kısa bahsederken, metalik mineral araştırmalarında değinmektedir.

20. Yüzyıl başlarında çalışmalarda bulunan araştırmacıların öncüleri Frech(1914)(2), volkanizma ve yayılım alanlarını, Bartsch(1935)(5), Erciyes Dağı'nın ve Kayseri ilinin coğrafyasını ve jeolojisini, Lahn(1940)(6) Kayseri ve Orta Anadolu'nun jeolojisini ele almışlardır.

Bartsch(1935)(5), Chaput(1936)(4) ve Yalçınlar ile İzbirak(1951)(10)', Kayseri ile civarındaki Neojen arazisinin genellikle göl kökenli kalker ve marlardan oluştuğunu belirtmişlerdir ve bölgenin stratigrafisine değinmişlerdir.

Orta Anadolu bölgesi ile ilgili ayrıntılı çalışmalar Ketin-(1961)(8) le başlar. Bu yazar çalışmalarına Erciyes volkanizmasının kökenini ve tüflerin yayılım alanlarını anlatır.

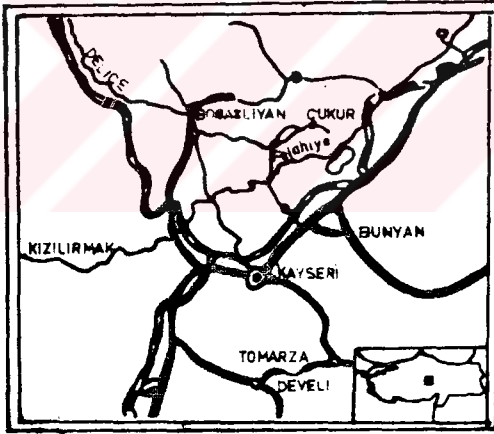
1960'lı yıllardan sonra Orta Anadolu jeolojisi ve kayalar türleri ile ilgili çalışmalarda bulunan araştırmacıların sayısı bir hayli artmıştır. Tez konusu olan Çukur bölgesi hakkındaki tek çalışma Pasquare(1965)(18) tarafından 6 km² lik bir alanın 1:25.000 lik jeolojik haritası yapılarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu formasyonların petrografik etüdleri Kraeff(1966)(18) tarafından ele alınmıştır.

3. BÖLGENİN COĞRAFI DURUMU

3.1. KONUMU

Etüd edilen saha, Kayseri ili hudutları içinde, 1:25.000 ölçekli Türkiye topografik haritasında Yezgat j35-d2, d3, C1, C4 parçaları içinde yer alır. Çalışma alanı Doğuda Küpelî, Batıda Tuğlaşah, Kuzeyde Büyük teraman ve Güneyde Amarat Köyleriyle çevrelenmiştir. Çalışmaların ağırlık merkezini teşkil eden magmatik oluşumlar ise, Çukur mahiyesine ait bir mahalle olan Hayriye'nin Batı ve Güneyine düşmektedir. Hayriye mahallesinin bir kısmı feldispateidli siyenitler üzerine yerleşmiştir. Çukur bölgesini Doğuda ve Güneyde Kızılırmak bir yay gibi çevrelemektedir. Kızılırmak'ın ufak bir kolu olan At Deresi Çukur ve Hayriye'nin içinden geçerek Amarat Köyü yakınında Kızılırmak Nehrine dökülmektedir.

Çukur Mahiyesi Kayseri ' ye 20 km'si asfalt olan 80 km lik karayolu ile bağlıdır. Felahiye Kazasına bağlı bir mahiye olan Çukur'un yeraltı suları açısından zengin olduğunda ayrıca belirtmek isteriz.



Şekil . 1 -Çalışma Alanının Konumu

3.2 İKLİM

Bölge tipik step iklim özelliklerini taşır.Kıyı oldukça sert ve usundur.Yazlar ise az yağışlı (Yılda ortalama 371 mm) geçmektedir.

3.3 MORFOLOJİ

Yerleşim yerleri olan Hayriye mahallesi Kuzeye ve Doğuya doğru gittikçe eğimi azalan V şeklinde bir vadinin içerisine yerleşmiştir.En yüksek ketu 1260 m dir.Yatay olarak 4 km gidildiğinde 1600 m ye yakın yükselti gösterebilen tepelerle çevrelenmiştir.

Çukur ve Hayriye'nin hemen Batısında Kalecik Tepe'de 1584 m ye varmaktadır.Çalışma sahasındaki en büyük yükselti Kuzeydoğudaki Callev kayalarında 2213 m dir.Hayriye ve Çukur'un Doğusunda Sultan Sekisi ve Emungil Sırtlarında 10 km² ye yaklaştan bir düzlük vardır.Sahanın Kuzeyinde Çukur Gediği(1500m) ve Küçük Gedik (1536 m)Batısında yaklaşık 50°bir açıyla yükselti gösteren Çemaklı Tepe(1697m) ve Gınıgini Tepe(1707 m),Güneyinde Tırkeş Sırtları (1500m)bellibaşlı yükseltilerdir.Mağmatik oluşumlar Kuzey-Güney yönlü ve yukarıda adı geçen iki tepe arasında yer almaktadır.At Deresi bahis konusu tepe sırtlarını bir bıçak gibi yarak geçmektedir.

4. ÇALIŞMA ALANI ÇEVRESİNİN JEOLojİSİ

Orta Anadolu'da jeolojik araştırmalara 19. yüzyılın başlarında başlanmasına rağmen,bugüne kadar pek çok problemin çözüme ulaştırılamadığını görmekteyiz.Kızılırmak'ın büyük bir yay çizerek geçtiği Orta Anadolu bölgesinde yer alan çalışma alanımızın çevresindeki formasyonlarda kısaca değinmeyi yararlı bulduk.Bu formasyonları kabaca şu şekilde sıralayabiliriz:Temeli oluşturan metamorfik şistler,bu şistler üzerinde yer alan Neojen'e ait çökeller,tüfejen seriler ve alüvyenler ile metamorfik şistleri kesen ve onları kentak metamorfizmaya uğratan mağmatik kayalardır.Bahis konusu edilen formasyonları sırası ile kabaca gözden geçirecek olursak.

4.1 METAMORFİK KAYAÇLAR

Orta Anadolu'daki metamorfik kütleler genelde,mermer,kalkışt,kuvarsit,mikaşıst,gneys,kalksilikatik gneys ve amfibellerden oluşmaktadır.

Orta Anadolu'da etkin olmuş bir rejyonel metamorfizmanın ortaya çıktığını anlatan Erkan(1981)(13), bu bölgedeki metamorfizmanın orta basınç-yüksek sıcaklık karakteri taşıdığını ve formasyonların granitik intrüzyonlarla kesilmiş olduğunu belirtmektedir. Ayrıca bu yazara göre, orta basınç-yüksek sıcaklık metamorfizma koşullarında oluşan serilerin kenarlarında meydana gelmiş glekefan glekefan + lavsemit gibi farklı oluşum koşullarına sahip mineral ve mineral toplulukları ile karakterize edilen yüksek basınç-alçak sıcaklık metamorfizmasının hakim olduğu formasyonlarında dikkate alınması gerekmektedir.

Metamerfik serilerin metamorfizma yaşı tartışmalıdır. Bu konuda çeşitli yazarların görüşünü kısaca özetlemek isteriz.

Ketin(1959)(14), metamorfik serilerin büyük bir kısmının jeolojik verilere dayanarak metamorfizma yaşlarının Mesozoike ait olduğunu kabul etmektedir.

Orta Anadolu'daki metamorfiklerin yaşı üzerinde çalışma yapan bir kısım araştırmacılarda bunların metamorfizma yaşının Paleozoik olduğunu ileri sürmektedirler (Özellikle masifin kenar bölgesindeki gözlemlere dayanarak). Bu görüşe katılan yazarlardan Brinkmann(1976) (16), bilhassa Kayseri'nin Güneyindeki Yahyalı'da metamorfik olmayan Devenien'in, Orta Anadolu'ya ait olduğunu kabul ettiği fillitler üzerine diskordan olarak geldiğini belirterek, metamorfizma yaşının Ordevsien öncesi olduğunu ileri sürmektedir.

Erkan(1981)(13), metamorfik kütlelerin genellikle Tersier'e ait genç formasyonlarla çevrili olması ve özellikle Eosen yaşlı genç formasyonların tabanında metamorfik serilere ait kayalarla karşılaşılması, metamorfizmanın evriminin Eosen öncesi tamamlandığını belirttiğini ortaya koymaktadır. Kırşehir yöresindeki metamorfiklerin biotit ve kornblend mineralleri üzerinde K-Ar yöntemi ile yapılan yaş tayinlerinde ortalama 70 milyon yıllık bir yaşın bahis konusu olduğunda ayrıca değinmek isteriz. Kesa Erkan(13), Orta Anadolu masifinin Güneybatısını teşkil eden Kırşehir yöresinde rejyonel metamorfizmanın 5 kb'ın altında ve 500-700°C arasında değişen fiziko-kimyasal koşullar altında oluştuğunu, Niğde yöresindeki metamorfizmanın koşullarının ise biraz daha farklı bir biçimde geliştiği, sillimanit + ertez ile kordiyeritin varlığına ve diğer

bazı kriterlere dayanılarak 4-6 kb arasında değişen basınç ve 600-650°C delayında sıcaklığın etkili olabileceği ifade edilebilmektedir(Göncüoğlu,1977)(13).

Metamerfizmada etkili fizike-kimyasal koşullar ve parajenezlerinin incelenmesinin sonucunda,Niğde yöresi ve Kırşehir yöresi metamorfiklerinin ve genelde de Orta Anadolu Metamorfiklerinin benzerlik gösterdiği söylenebilir.

4.2 NEOJEN

Neojen bölgesinde çok geniş alanlar kaplar.Genellikle karasal göl ve volkanik fasieste geliştiği gözlenmektedir.Çalışma alanı yakınlarında volkanik tüfler ile göl çökelleri aşamalı bir yerleşim göstermektedir.

4.3 TÜFLER

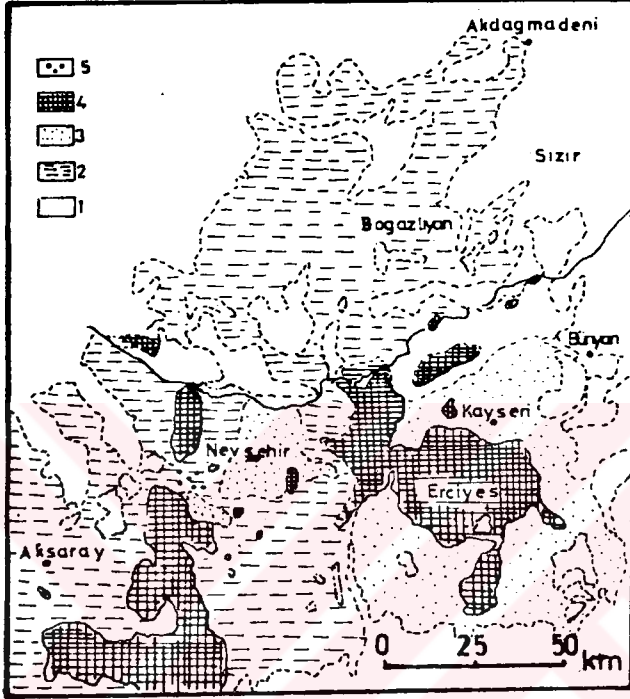
Ketin(1961)(8),Erciyes volkanının Üst Miosen'de faaliyette bulunduğunu kabul etmektedir.Erciyes volkanizmasının ürünlerinden olduğu kabul edilen koyu renkli tüfler,volkan merkezinden 70 km. uzaklıkta bulunan Çukur bölgesinde Neojen tortulları ile birlikte çökelmişlerdir.Ürgüp-Göreme-Nevşehir'de 300-350 m. kalınlığa kadar çıkan tüfler Çukur'da (Büyük Toraman Nahiyesi sivarında) 3-5 m. arasında bir kalınlığa kadar düşmektedir(Sekil,2) .

Volkanizmanın ilk faaliyet zamanı jeolojik olarak Chaput(1936)(4),Yalçınlar-İzmirak(1951)(10) Miosen olarak saptamışlardır. Özellikle bu yaş tayinlerinde tüfler arasındaki omurgalı hayvanların(Hipporion Gracile-Miosen) diş ve kemik örneklerinden yararlanmış olduklarını belirtmek isteriz.

Frech(1914)(2),Erciyes'in son volkanik faaliyetinin tarihi zamanlara kadar sürdüğünü (M.Ö.63-M.S.21),fakat asıl faaliyetinin Pliosen ve Kuaterner olduğunu söylemektedir.

4.4. ALÜVYONLAR

Kuaternere ait bu çökeller çakıl,kum,kil ve travertenden oluşmuştur.Kalınlık olarak yer yer 70-100 m.yi bulmaktadır.Tümer(1978)(7),Kızılırmak Nehrinin oldukça derin oyduğu Kızılırmak vadisinin Pliosen ve Pleistosen'den bu yana birtakım epirojenik olaylara maruz kaldığını,bu alüvyonlar sayesinde kanıtlandığını belirtmekte ve bahis konusu çökellerin kalınlığının bu hareketlerle artmasındaki etkinliğini anlatmaktadır.



Şekil.2 Kayseri ve Yöresindeki lav ve tüflerin dağılımı
 1-Neojen öncesi formasyonlar 2-Tüflü Neojen 3-Tüfler
 4-Lavlar 5-Erüpsiyon Merkezleri (Ketin,1961)(8).

4.5 MAGMATİK KAYAÇLAR

Orta Anadolu kristalin masifimini oluşturan plutonlar genellikle asit ve bazik bir bileşime sahiptirler.Tablo 11 de belirtildiği gibi magmatik sokulum gösteren kayalarda SiO_2 % 54-68 arasında değişmektedir.Asidik olarak genellikle granit (Granodiorit-Kuvars diorit),bazik olarak ise (Pelahiye-Güneşli Köyü civarında)bazalt ve bazen diabaz ve gabro bileşimindeki kayalar bulunmaktadır.Yozgat-Kırşehir arasındaki Çiçekdağı masifinde olduğu gibi bölgede gabrodan aplitlere kadar bütün kayacinslerini görmek mümkündür.Ketin(1961)(8),bazik olmaların intrüzyonunun asitlerden daha önce olduklarını belirtmekte ve aralarında tedrici bir geçişin olduğunu vurgulamaktadır.

Orta Anadolu'da gözlenebilen bir diğer durumda asit ve bazik bileşimdeki plütonların metamorfik serileri bariz olarak kestiğinin gözlenmesidir.

Ayan(1959)(12),Orta Anadolu masiflerinden Çiçekdağı-Kaman arasındaki kristalin taşların etüdü ve jeokronolojisini yaparak, Pb/U metoduyla bölgedeki granitik taşların yaşlarını 54 milyon sene olarak hesaplamıştır.Bu konuda çalışmalarda bulunan Ataman (1981)(13),Kırşehir civarındaki metamorfik kayalar kesen ve onlarda belirgin kontak metamorfizma etkileri yapan (Cefalıkdag-Kaman) granit intrüzyonunda Rb/Sr yöntemiyle yaşını 71 milyon yıl saptamıştır.

Orta Anadolu'nun karakteristik masiflerinden olan Çiçekdağı masifinin ayrıntılı jeolojisini yapan Ketin(1961)(8),şunları söylemektedir:"Çiçekdağı Masifinin Üst Kretase tabakaları(Senonien-Türonien) bazik ve ultrabazikler tarafından kesilmiştir. Plütonların Üst Kretase volkanik serileri ile olan sınırları kesin ve net değilsede,ayrı yaştaki tortul tabakalarla olan sınırları kesin ve nettir.Böyle tipik bir kontak sahası,Çiçekdağı'nın Batı kısmında Büyük Abdüleşağı köyü yakınında görülmektedir.Burada kalkerlerden oluşmuş Üst Kretase tabakaları (Rosaliyalı Senonien), gabbro-siyenit bileşimli kayaların kentağında mermerler rekrystalize olmuşlardır.Diğer bir deyişle grüna içeren kalsitli kontak taşlarına dönüşmüşlerdir.

Metamorfize olmuş kontak taşların Senonien yaşında olmaları ve kristalin kütlelerin Lütetien tabakaları tarafından transgresif olarak örtülmeleri,intrüzyonunun Üst Kretase sonunda oluştuğuna delilidir."

Ketin(1961)(8),bu açıklamasıyla Orta Anadolu kristalin masiflerinin Eosen veya Paleosen'de oluştuğunu(Alpin orojenezinde) belirtmektedir.

Gerek Ayan(1959)(12),gereksede Ketin(1961)(8) Orta Anadolu kristalin intrüzyonlarının yaşını Üst Kretase sonu olarak belirlemektedirler.Ataman(1981)(13) ve Erkan(1981)(13) 'ın izotopik yaş tayinleride jeolojik bulguları kanıtlamaktadır.

5. ÇUKUR-HAYRİYE BÖLGESİNİN JEOLojİSt

İnceleme alanımızı aşağıdaki birimlere göre ayırarak incelemeyi uygun bulmaktayız.

- 1-Metamorfik seriler,
- 2-Neojen formasyonları ve tüfojen seriler,
- 3-Magmatik intrüzyonlar.

5.1 METAMORFİK SERİLER

Etüd edilen bölgede oldukça geniş bir sahayı işgal eden metamorfik kayalara sık sık raslanmaktadır.Bu seri tabandan tavana doğru ince taneli melanokrat ve mezokrat gnayslar,bunların üzerine gelen çeşitli mikaşıst ve iki mikalı şistler,nadiren raslanan kuvarsitler ve çeşitli derecelerde kristalize olmuş mermerlerden oluşur.Ayrıca Ek de belirlendiği gibi Çukur - Hayriye karayolu ve Çomaklı-Ginigini Tepe aralarında mostra veren talk-şistler küçükte olsa mostra vermektedirler.Jeolojik ve petrografik etüdlar gnays ve mikaşıst serilerinin yer yer uyumsuzluklar gösterdiğini ortaya koymuştur.Çomaklı Tepe eteklerindedir müşahade edildiği gibi gnays formasyonları arasında yer yer mermer arakatıklarına raslanılmıştır.

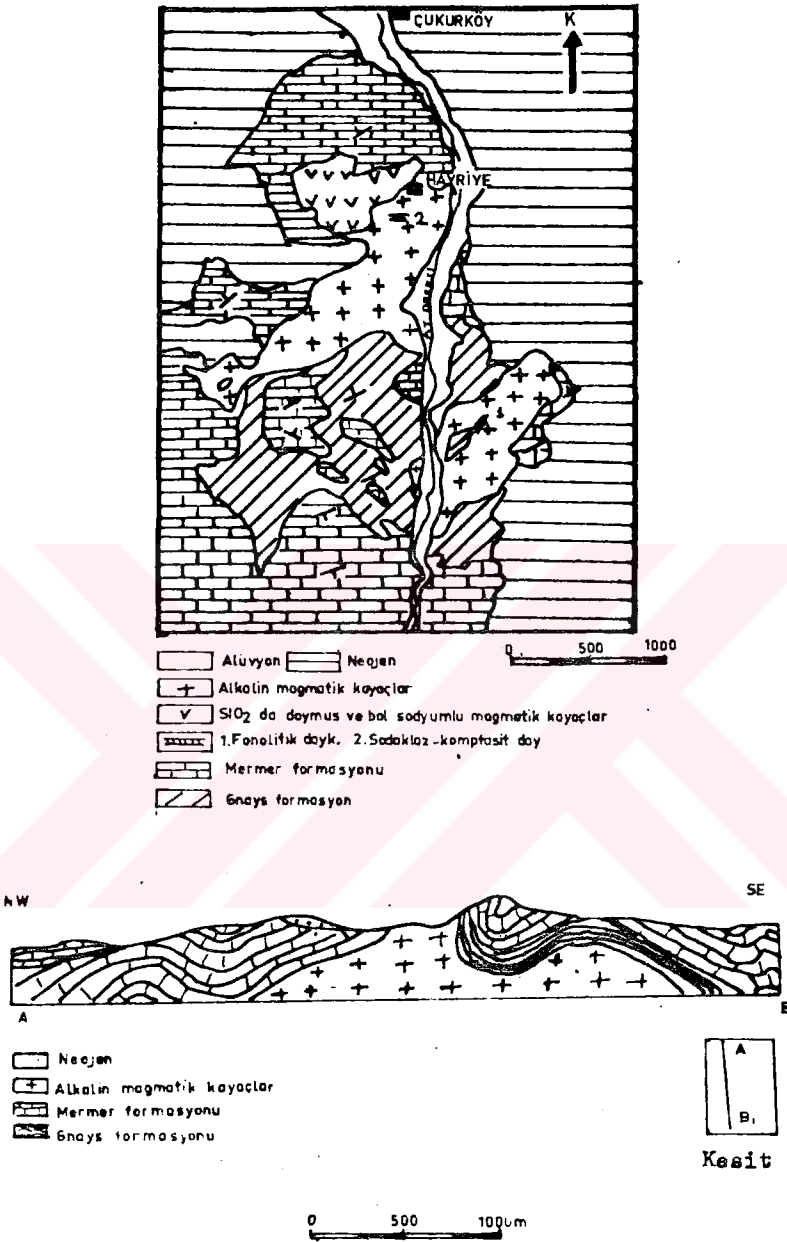
Şekil.3 deki Pasquare (18) tarafından yapılan haritada metamorfik seriler gnays ve mermer formasyonları olarak belirtilmektedir.Pasquare(18)'nin çalışmalarında diğer metamorfik birimlerden bahsedilmemektedir.

5.2 NEOJEN FORMASYONLARI VE TÜFOJEN SERİLER

Bu bölümde incelenen bölgede yer alan Neojen'e ait formasyonlarla oldukça geniş alanları kaplıyan tüfler hakkında özet bilgi vermeye çalışacağız.

Genelde Neojen arazisini oluşturan malzeme gül kökenli kalkerler ve marınlardır.Tüfojen serileride bu formasyonlara dahil ederek gerek jeolojik yapının açıklanması,gerekse jeokronolojik ilişkiler açısından daha yararlı olacaktır kanısındayız.

Çukur ve civarındaki Neojen oluşumları çoğunlukla muntazam seriler halinde devam etmektedir.Kayseri ve civarındaki Neojen arazisinde araştırmalarda bulunan İzbirak ve Yalçınlar(1950)(10) Neojen oluşumlarını aşağıdan yukarıya doğru şu şekilde sıralamaktadırlar:



Sekil 3. Çukur ve yakın civarının jeolojik haritası ve AB kesiti (Pasquare,1965)(18).

- 1- En altta 20 m.ye yakın kalınlık gösteren gölsel kökenli marn ve kil tabakaları.
- 2- Kalınlıkları 20 m.ye yaklaşan dasidik pembe tüfler.
- 3- Ortalama kalınlıkları 4-5 m.yi geçmeyen ve omurgalı fosil içeren marnlı gre ve kumtağları.
- 4- Kalınlıkları yer yer değişen volkanik tüflü pembe marnlar.
- 5- Tüflü Neojen serisini örten ortalama 10 m. kalınlığındaki konglomera ve kalkerli breşler.
- 6- Yüksek platoların yapısını oluşturan bazalt lavları.

İzmir ve Yalçınlar(1950)(10), fosilli arazinin tetkikleri sırasında "Hipparion Gracile"(Üst Miosen)'ye ait arazi örnekleri saptamışlardır.Yine Üst Miosen'e ait Ruminantlardan " Gazella Sp., ayrıca Rhinoceraus Sp. ve Hyaena Exima " bu araştırmacılar tarafından bulunmuştur.

Çukur ve Hayriye'yi çevreleyen Neojen arazisinde incelemelerim esnasında Çukur Nahiyesinin Güneydoğusunda, Foto 1'de görülen Helixler familyasına ait gölsel gastropotlardan " Helix Ramondi (Üst Miosen) " bulduk(M.T.A. Paleontoloji servisinde tayini yapılmıştır).



Foto 1. Çukur'un Güneydoğusunda kalkerler arasındaki Helixler familyasına ait gölsel gastropotlardan " Helix Ramondi ".

İzmir ve Yalçınlar(1950)(10), tarafından Kayseri civarındaki birçok sahada ve Erkiilet kazası civarındaki Neojen'e ait sahaların etüdü yapılarak yapılmış oldukları stratigrafik sıralama Çukur bölgesi Neojen arazisi içinde geçerlidir. Ancak bazı mes-tralar diğer yerlere nazaran çok daha küçüktür. Örneğin kalkerli breşlere ve konglomeralara Tuğlaşah-Büyük Toraman arasındaki küçük bir bölümde raslanmaktadır. Bazalt lavları ise Kayseri-Sivas karayolu çıkışından itibaren izlenmeye başlanmıştır.

Neojen formasyonlarının üzerini kaplıyan bazaltik lavların oluşumunu sağlayan asıl volkanik faaliyetin Pliosen ve Kuaterner esnasında meydana geldiğini ve Erciyes volkanizması ile bağlantılı olduğunu ve hatta tarihi zamanlara kadar devam ettiğini belirtmekte yarar vardır. Keza Frech(1914)(2), eski coğrafyacı Strabon'a dayanarak M.Ö. 63-M.S.21 yıllarındaki Erciyes volkanizmasını anlatır.

Ketin(1961)(8) Erciyes volkanının Üst Miosen'de faaliyette bulunduğunu, bunların püskürme ürünleri olan açık renkli asidik tüflerinde yüzlerce km uzaklara dağıldığını ve Neojen gölleri içerisinde tortullaştığını belirtmektedir. Ayrıca bu yazar bölgedeki volkanizma ürünleri olan tüflerin en fazla Üngüp-Göreme arasında 300-350 m kadar kalınlık gösterdiğine değinmektedir.

Çukur'un Kuzeybatısındaki Büyük Toraman nahiyesinin Güney ve Doğusunu çevreleyen tüfler Tablo. 1'de belirtildiği gibi asidik bir bileşime sahiptirler. 1.25-1.50 m kalınlığında ve 2 farklı renk (pembe ve gri) de oluşmaktadır. At Deresi ve Tuğlaşah-Büyük Toraman yerleşim yerleri arasındaki dere yatakları boyunca kil taşları ile birlikte arakatkılı olarak gözlenmektedir. Çoğunlukla pembe tüfler alt seriyi oluşturur, gri tüfler ise bunların üzerlerine gelir. Sahadaki en yüksek tüf tabakalarının kalınlığı ise Çukurgediği bölgesinde 2.25 m dir.

Tüflerin yer yer kalsitleşmeye uğradıkları, kriptokristalen bir dokuya sahip oldukları ve akıntılı bir yapı gösterdikleri görülmektedir. Tüfler içerisinde ani soğumadan ötürü zonlu yapı gösteren plajiyoklazlarda raslanır (Foto.2). Albit ve Periklin ikizi gösteren plajiyoklazlarda bulunmaktadır (Foto.3). Bunlar genelde 1.8-2.0 mm büyüklüktedir. Ayrıca tüfler içerisinde plajiyoklazlarla birlikte 2.5 mm.ye yakın büyüklükte ve karlsbat ikizi gösteren orto z kristallerinde raslanmaktadır.



Foto.2 Tüfler içerisinde zonlu yapı gösteren plajiyoklaz
(Num.No 64.A) X 3.2



Foto.3 Tüfler içerisinde albit ve periklin ikizi gösteren
plajiyoklazlar ve karlsbat ikizli ortoz kristalleri
(Num.No 62.C) X 3.2

Tablo 1. Çukur Bölgesine ait Neojen ve tüf örneklerinin kimyasal analizleri.

Kay.No	Neojen			Tüf	
	71	75	81	62	62.A
SiO ₂	1.36	1.26	2.54	70.23	69.92
TiO ₂	-	0.91	-	0.49	0.57
Al ₂ O ₃	0.31	0.36	0.75	15.15	14.90
Fe ₂ O ₃	-	-	0.07	3.41	3.61
FeO	0.15	0.18	0.18	0.34	0.27
MnO	-	-	-	0.70	0.05
MgO	1.06	1.30	0.72	0.59	0.60
CaO	58.50	57.85	56.65	1.53	1.80
Na ₂ O	-	0.81	-	2.93	3.10
K ₂ O	0.16	0.16	0.19	3.37	3.20
P ₂ O ₅	-	-	-	-	-
S	0.05	0.03	-	-	0.01
H ₂ O	1.78	1.40	2.03	1.18	1.51
K.Z.	36.22	36.30	36.37	-	-
Toplam	99.59	100.56	99.50	99.92	99.54

Çukur nahiyesinin üzerinde kurulduğu yerde, At Deresi boyunca tüfojen travertenler izlenir. Çukur'un Kuzeydoğusundaki mahallelerde silt ve killi bol miktarda 4-10 mm arasında büyüklük gösteren ve Gastropod fosilleri içeren formasyonların NE-SW yönlü ve doğru atımlı bir fay gurubu tarafından kesildiği görülmüştür.

5.3 MAĞMATİK INTRÜZYONLAR

İnceleme alanımızın intrüsf kayaçlarını 3 farklı isim altında toplamak mümkündür.

a-Feldispatoidli siyenitler,

b-Alkali siyenitler,

c-Granodioritler.

Alkali siyenitler mermerler arasında yer alırken, granodioritlerle-Feldispatoidli siyenitlerin gnays ve mikashişler arasında yer aldığı görüldü (Foto 4,5). intrüsf kayaçların mikroskopik etüdünde değinileceği gibi siyenitler yer yer farklı petrografik ve mineralojik özellikler gösterirler. Örneğin Hayriye mahallesinin Batısında alkali siyenitler hakimken, Güneyinde ve çok kısa bir mesafe içerisinde feldispatoidli siyenitlerin hakim olduğu görüldü (Foto.6,7).

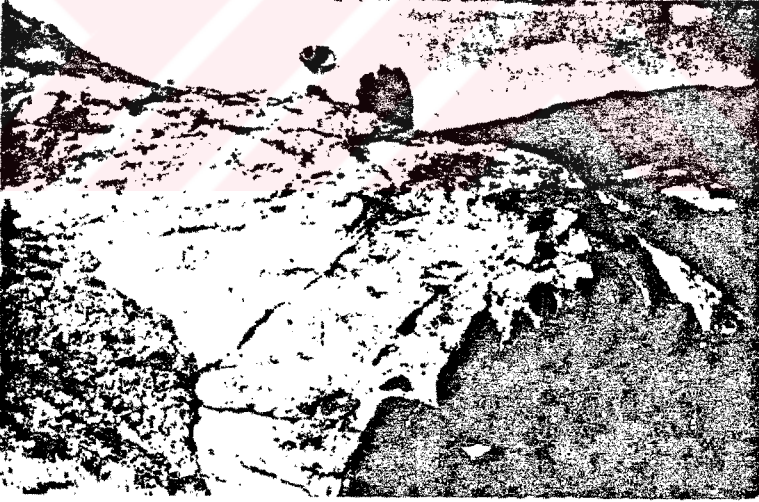


Foto 4 Hayriye'nin Batısındaki Alkali siyenitler ve onları kesen lamprofir damarları.



Foto.5 Hayriye'nin Batısındaki Alkali Siyenitler ve Çatlakları



Foto.6 Feldispatoidli Siyenitler ve Alterasyon



Foto.7 Hayriye'nin Güneyindeki Feldispatoidli siyenitler

Granodiorit oluşumuna etüd sahasında yalnızca Çukur-Hayriye arasındaki Ayseler Deresinde pek büyük olmayan bir mostra halinde raslanmıştır.

Çakmak geddiği Tepe civarında 500 m² lik bir alan içerisinde skarn oluşumlarına raslanır. Petrografik ve jeokimyasal incelemeler bölümündede açıklanacağı gibi bu zonda manyetit, hematit, pirit, pirotin, kalkopirit, sfalerit ve galen gibi cevher minerallerinede raslanılmaktadır.

6. KAYAÇ ANALİZLERİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Kayseri-Çukur bölgesi kayaçlarının kimyasal analizlerini yaparken aşağıda belirtilen iki yöntemdede yararlanılmıştır.

X-Işınları Fluoresan Metodu

Yaş Analiz Metodu.

Kayaçların kimyasal analizleri, hem petrografik, hemde petrolojik açıdan olayların açıklanması ve deskripsiyonların daha sağlıklı bir şekilde yapılması için şarttır.

Çalışmalarımızda gerekli kimyasal analizleri daha hızlı ve sıhhatli bir şekilde yapabilmek için, son yılların büyük aşamalarından biri olan X Işınlari fluorezan (XRF) cihazından geniş ölçüde yararlandıık. Sonuçların birçoğunu aynı numunelerde yapılan yaş analiz neticeleri ile karşılaştırarak metodun geçerliliğini ortaya koymaya çalıştık.

XRF Metodu uygulamalarında kullanılan cihaz Applied Research Laboratories S.A. (Switzerland) firmasının 72 000 modelidir.

XRF yöntemi ile yapılan kayaç analizlerinde tam bir hassasiyet sağlayabilmek için numunelerin inceliğinin 200 mesh 'in altına indirilmesi lazımdır. Bu işlem homojenliğin sağlanabilmesi için gereklidir.

Genelde tüm çalışmalarda kullanılan numunelerin hazırlanması için iki farklı uygulama vardır:

Bir kısım uygulayıcılar kayacı toz halinde bırakmayı önerirken, bazılarıda uygun kimyasal maddeler ilave ederek belirli sıcaklıklarda ergitmenin şart olduğunu ileri sürerler. Her iki yöntemin yararlı ve sakıncalı tarafları vardır. Ancak analizlerimizi yaptığımız Erdemir X-Işınlari laboratuvarlarında şartlara en uygun olduğu için kimyasal bileşikte ergitme yöntemini tercih ettik.

Toz haline getirilen numuneleri ergitmek için ilave edilen birçok kimyasal bileşik bulunmasına rağmen, bugün en çok kullanılan boraks ve lityumtetrattır ($\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$). Numune ve kimyasal bileşik oranları element içeriği ve türüne göre değişmektedir. Bizim kullandığımız oran ise kayaç analizleri için en uygun olanı, yani 1/10 dur. Yüksek ölçülü bir oran olan bu nisbet karşısında homojenlik en iyi şekilde sağlanmaya çalışılmıştır.

0.6 gr. numune, 6 gr. lityumtetraborat ile havanda karıştırıldıktan sonra, hazırlanan karışım özel platin kröze içerisinde 1050°C ısıdaki fırında 5 dakika ergitmeye tabi tutulmuş-

tur(Platin krozenin bileşiminde % 5 oranında bulunan altın, ergiyen mumunenin krozenin cidarlarına yapışmasına engel olur.)

Belirlenen zaman sonunda eritiş işlemi tamamlanarak, 35 mm. çapındaki platin kalıplara dökülür ve daha sonra analiz için cihaza yerleştirilir.

Bu yöntemle SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , MnO , K_2O ve TiO_2 tayin ettik. Ayrıca bazı mumunelerde S'de bu yöntemle bulunmuştur. Na_2O tayinlerinde özel sodyum metodu uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar ileride değinileceği gibi flam fotometrik yöntemle mukayese edilecektir.

Yaş analiz yöntemi uygulayarak bazı referans mumunelerini silikat analizine tabi tuttuk. Tayinlerde, gravimetrik ve volumetrik analizler için Charlot ve Bezier(1957)(22), kolorimetrik analizler için Sandell(1959)(25), flam fotometrik analizler için ise Dean(1961)(23) ile Burrie-Martı ve Ramirez-Munoz(1957)(26) tarafından verilen metodlar izlenmiştir. Elamanlandan SiO_2 gravimetrik, Al_2O_3 gravimetrik ve kolorimetrik (Alizarin-S), Fe_2O_3 gravimetrik ve kolorimetrik (1,10 Phenontrioline), FeO volumetrik, MgO gravimetrik ve volumetrik (EDTA), CaO gravimetrik ve volumetrik (EDTA), K_2O ve Na_2O flam fotometrik, P_2O_5 kolorimetrik (Fosfotungsutik asit), MnO kolorimetrik (Periyodat) TiO_2 kolorimetrik (Tiran) yöntemlerle tayin edilmiştir.

İz element analizlerinde Hortsman(1956)(24) tarafından verilen flam fotometrik yöntem izlenmiştir.

Yöredeki kayalara ait 52 örneğin Zonguldak Müh. Fak. Jeokimya laboratuvarlarında SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , İ.T.Ü. Maden Fakültesi Jeokimya laboratuvarlarında Fe_2O_3 , FeO , Na_2O , K_2O ve MgO % Oksit ağırlık olarak saptanmıştır.

6.1 X IŞINLARI FLUORESAN VE YAŞ METODLA YAPILAN ANALİZLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Neticede XRF Yöntemi ile yapılan analiz sonuçları ile yaş metodla yapılan analiz sonuçlarının karşılaştırılması yapılmıştır. Karşılaştırılan örnek kayaların tümünde, farklı iki yöntemle de olsa sonuçların hemen hemen aynı olduğu görülmüştür. Tablo 2 de elde edilen sonuçlar arasındaki farklar hakkında bir fikir elde edebilmek amacıyla 6 kayaca ait bazı oksitlerin karşılaştırılması verilmiştir.

Tablo 2 XRF ve Yaş Metodla Yapılan Analizlerin Karşılaştırılması

Numune No	XRF					
	0.2(29)	29.L	39	40.A	190	191
SiO ₂	58.82	46.26	51.80	59.75	30.00	49.60
Na ₂ O	3.37	2.82	1.85	4.67	0.47	-
K ₂ O	9.48	4.29	0.60	4.16	0.17	0.22
CaO	0.45	6.43	9.68	3.18	5.08	21.26
Numune No	Yaş Metodla					
	0.2(29)	29.L	39	40.A	190	191
SiO ₂	58.75	45.80	52.00	60.02	30.00	50.20
Na ₂ O	3.24	2.70	1.75	4.51	0.40	-
K ₂ O	9.20	4.20	0.53	4.02	-	-
CaO	0.52	6.61	9.80	3.20	5.50	22.00

7. METAMORFİK VE MAĞMATİK KAYAÇLARIN PETROGRAFİSİ

7.1 METAMORFİK KAYAÇLAR

Çalışma bölgesindeki metamorfik kayaçları en iyi şekilde Çukur-Hayriye arasındaki yolun Batısındaki Ayseler Deresinde, Çomaklı-Ginigini Tepeleri arasında ve Tırkeç Sırtları eteklerinde izlemek mümkündür. Bölgedeki metamorfikler Ek deki 1:25 000 ölçekli jeolojik haritada da görüldüğü gibi inceleme alanımızın pek çok yerinde raslanmaktadır.

5.1 'de belirtildiği gibi Çukur bölgesi metamorfik kayaçlarını alttan üste doğru gnays, mikaşist, kuvarsit ve mermerler olarak sıralayabiliriz.

7.1.1 Gnayslar:

Gnayslarda hakim olan renk melanokrat ve holomelanokratıdır. Makroskopik olarak renk farkı ile farklılaşma gösteren gnayslara yalnızca Hayriye mahallesinin Güneydoğusunda raslanmaktadır.

Çomaklı Tepe-Ginigini Tepe arasındaki gnayslarda ölçme yapılırken, hemen yakınlarında oluşmuş skarn zonuundaki manyetit ve hematit oluşumlarının etkisi ile pusulayı saptırdığı gözlenmiştir.

Genellikle lepidokataklastik doku gösteren gnaysları, hakim olan mika gurubuna göre 2 fasiese ayırmak doğru olur kanısındayız.

- Muskovitli gnays (Kesit 8,8.A)
- 2 Mikalı gnays (Kesit K,39,39.A,69)

Mikroskopik inceleme:

Kuvars: Geçirdikleri tektonik olayların etkisi ile bu mineral yer yer dalgalı sünme göstermektedir. Tektoniğe uygun olarak bükülme ve kıvrımlanmalarda gösterirler. Kuvarslarla birlikte ,veya onların boşluklarında yer yer muskovit ve

serisitlerin yer aldığı görülür. Bazende kuvarsların plajiyoklazlar içine ince damarcıklar şeklinde girdikleri gözlenir. Tektonik hareketler sonucu oluşmuş çatlaklar içinde sekonder kuvars oluşumlarının da sık sık raslanmaktadır.

K-Feldispat: K-Feldispat olarak saptanan mineral ortozdur. Bu mineralde özellikle kontak zonlarında alterasyon oldukça yaygındır. Mineral içinde oluşmuş çatlaklar boyunca demirce zenginleşme gözlenir. Ayrıca fluorit filoncuklarının da raslanabilmektedir. Genellikle hipidiomorf karlsbat ikizli kristaller halinde oluşmuşlardır. Zayıf bir çift kırma gösteren ortozların 2V açıları arasında 30° - 60° (-) arasında değiştiği, mikroskopta Bertrant merceği devreye sokularak elde edilen hiperbol kollalarının içbükeyliklerinden giderek saptanmıştır. Nadirde olsa bazı ortoz kristallerinde pertitik yapıya raslanır.

Plajiyoklaz: Plajiyoklazlar çoğunlukla polisentetik albit ikizleri göstermektedir. Genellikle anortit An_{5-30} (albit-oligoklaz) arasında kalmaktadır (Foto .8).

Biotit: Gnays serisinin en yaygın femik mineralidir. Bazen feldispatların etrafında yer alan biotitlerde genellikle kloritleşmeye raslanmaktadır. Bazende çeperlerinde veya dilinimler boyunca alterasyon ürünü demiroksitlere raslanır. Tektonik olaylardan etkilenen bölgelerdeki biotitlerde yer yer deformasyon şekilleri yani, kıvrılmalar, kopmalar ve akıntı yapıları da ortaya çıkar.

Muskovit: Genel olarak gnayslar içerisinde biotitlere oranla daha az olarak bulunmaktadır. Muskovitlerin sekonder kökenli kuvarslar tarafından özümledikleri ve tektonik olayların etken oldukları yörelerde aynen biotitlerdeki gibi deformasyon şekilleri gösterdikleri gözlenmiştir.

Epidot: Genellikle skarn zonuna yakın gnayslar içinde görülen epidotların Tabii Işıktaki sarı-yeşil, yüksek çift kırma gösteren pistasit türü olduğu saptanmıştır.

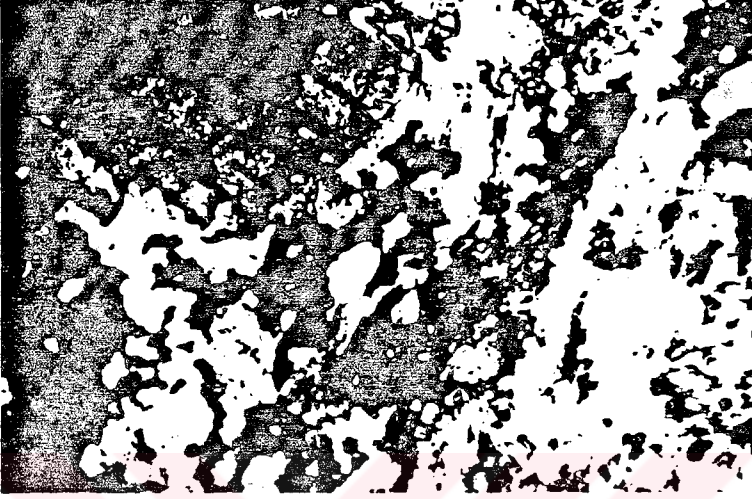


Foto.8 Çomaklı Tepe civarındaki gnays X 3.2

7.1.2 Mikaşist:

Genelde lepidoblastik, bazen kataklastik doku gösterirler. Mikaşistlerin ezilme zonlarında femik elamanlarca zenginleştikleri gözlenmektedir.

Mikroskopik inceleme:

Kuvars: Geçirdikleri tektonik hareketlerin etkisi ile yer yer dalgalı sönme gösteren kuvarsların dantel gibi iç içe girmiş bir doku ve deformaasyon şekilleri gösterdikleri görülmektedir. Özellikle sekonder kuvarsların çok az raslanan feldispatların yerine geçtikleri saptanmıştır.

Muskovit: Kayaca kuvarstan sonra hakim olan mineral muskovittir. Hafif yeşil-sarı pleokroizma gösterirler ve II. mertebenin parlak renklerinde polarize olurlar(Foto .9).

Biotit: Muskovitlere oranla çok çok az bulunan biotitler diğer minerallerle olan sınırları boyunca bazen kloritleşmişlerdir. Kuvvetli pleokroizma gösteren biotitler belirgin dilinimleri ve yüksek çift kırılmaları ile dikkati çekmektedir.

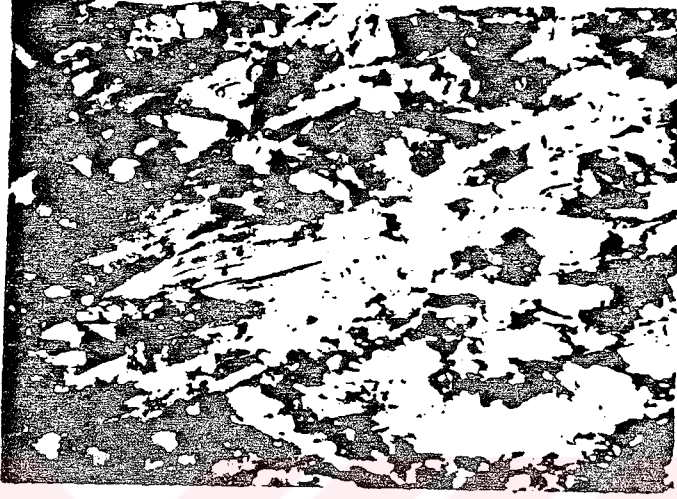


Foto.9 Lepidoblastik doku gösteren mikaşistler
(Num.No 8) X 3.2

Kalsit: Kalkerlere yakın mikaşistler içinde bazen polisentetik romboidal ikiz gösteren bu minerale raslanmaktadır.

Aktinolit: Skarn zonlarına yakın bölgelerdeki mikaşistlerde görülmektedir(Çomaklı Tepe - Ginigini Tepe arasındaki bölgelerde).Bu mineralde aşağıdaki optik özellikler saptanmıştır:

Tabii Işıқта ; Renksiz, 56 ° lık karakteristik amfibol dilinimler arası açıları, polarizan mikroskopta Bertrand merceğini devreye soktukten sonra elde edilen hiperbol kollarının iç büyüklüğünden yararlanılarak yaklaşık $2V \approx 60^\circ(-)$ olarak saptanmıştır.

Tablo. 3 Çukur bölgesi Mermerlerinin Kimyasal Analizleri

M E R M E R									
Num.No	Ü.1	Ü.8	17	20	150	151	151-A	S-70	
SiO ₂	9.56	12.42	2.33	1.35	1.11	2.36	3.24	0.70	
TiO ₂	-	0.02	-	-	-	-	-	-	
Al ₂ O ₃	0.99	4.24	0.19	0.42	0.34	0.12	0.33	0.21	
Fe ₂ O ₃	2.45	0.46	0.44	0.14	0.01	0.12	1.20	0.29	
FeO	0.42	0.31	0.18	0.15	0.37	0.12	0.33	0.18	
MnO	0.10	0.09	0.08	-	-	-	0.12	-	
MgO	2.88	0.93	2.70	0.48	1.99	0.66	0.42	2.91	
CaO	50.79	47.71	56.62	58.05	55.42	56.45	55.42	56.60	
Na ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	-	
K ₂ O	0.14	0.49	0.13	0.16	0.17	0.14	0.14	0.15	
P ₂ O ₅	-	-	0.02	-	-	-	-	-	
S	-	0.01	0.03	0.06	0.12	0.02	-	-	
K.Z.	32.68	33.02	37.03	38.24	40.40	39.95	38.80	38.50	
TOPLAM	100.01	99.70	99.75	99.05	99.93	99.94	100.00	99.54	
K I T İ M Y A S A L İ M L E R S İ T İ M İ									

7.1.3 Kuvarsitler:

Kuvarstan oluşmuş bir kayaç olan kuvarsitin kırıklıkları boyunca kalsit damarlarının ikincil olarak geliştiğine zaman zaman raslanmıştır. Kuvarsitler içinde çok küçük oranda serisit ve muskovitede raslanılmıştır.

Kuvars: Kuvarsitlerin tamamına yakın bir kısmını oluşturan kuvars Ek 'deki 1:25 000 'lik jeolojik haritada görülebileceği gibi kuvarsitleri boydan boya kesen fayın etkisi ile yer yer belirgin deformasyonlara maruz kalmıştır. Bahis konusu tektonik olaylar sonucu oluşan çatlakların sekonder demir oksitlerle doldurulduğu göze çarpmaktadır.

7.1.4. Mermerler:

Çalışma sahasında yer alan mermerler, çok geniş bir alan kaplamaktadır. Genellikle beyaz rengin hakim olduğu bu formasyonlarda belirgin kristalin yapının hakim olduğu görülür. Yer yer içlerine feldispatoidli siyenit ve alkali siyenit apofizlerinin intrüzyon yaptıkları görülmektedir (Kalecik Tepesi'nin Kuzeydoğusu ve eteklerinde). Tektonik olaylar sonucu kırılmış ve çatlamış formasyonların içlerinde oluşan çatlak boşlukları sekonder kalsit tarafından işgal edilmiştir. Mermerler içinde nadiren muskovit ve feldispatlara (plajiyoklaz) raslanmaktadır.

Skarna yakın bölgelerdeki mermerlerde SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 ve FeO değerlerinde bir artış gözlenmektedir (Tablo .3).

Kalsit: İri-Orta taneli (1-2 mm) dilinimleri belirgin, polisentetik ikiz kristaller halinde göze çarpar. Bazen tane boyutunun incelendiği de saptanmıştır.

7.2 MAĞMATİK KAYAÇLARIN PETROGRAFİSİ

Çukur (Kayseri) bölgesi mağmatik kayaçlarını petrografik karakterleri itibarı ile 3 guruba ayırmak mümkündür.

- Alkali siyenitler,
- Feldispatoidli siyenitler,
- Granodioritler.

7.2.1' Alkali Siyenitler:

Kayaçta hakim olan renkler gri, beyaz ve pembedir. K-Feldispatları oluşturan ortoz kristalleri gayet iridir. Kayaç içerisinde mermerlerle olan kontaklarına yakın yerlerde pirit, galen, kalkopirit oluşumları gözlenir. Mermerler içine apofizler halinde intrüzyon yapan alkali siyenitlerde, cevherleşmeye Hayriye mahallesinin Kuzeybatısındaki dere yatağında oldukça sık raslanır.

Mikroskopik İnceleme

K-Feldispat: K-Feldispat olarak bulunan ortoz kristallerinin oldukça önemli bir kısmı karlsbat ikizi göstermekte, bazen 2 mm'ye yakın büyüklüğe sahip olmaktadır. Özellikle mermer kontaklarına yakın bölgelerdeki ortozlarda yer yer kalsit ramplasmanı ve hidrotermal alterasyon olayları gözlenir. Ortuz kristallerinin çatlakları boyunca gelişen olaylar ilginçtir. Çoğunlukla serisitleşme ve kaolenleşme olarak belirlenen bu olaylara ilaveten damuritleşme olayınada raslanılması pnömatolitik bir evreninde söz konusu olabileceğine işaret sayılabilir.

Ortoz kristallerinin içerisinde bahis konusu olaylar sonucu yer yer klorit kristalleride oluşmaktadır.

Plajiyoklaz: Kayaçta plajiyoklaz çok azdır. Genellikle An₅₋₁₀ albit-oligoklaz'a tekabül ederler. Alterasyon ürünü albitleşme olaylarınada raslanmaktadır.

Biotit: Genellikle kısa ve geniş kristaller halinde bazen aşınmaya uğramış olarak bulunmaktadırlar. Yer yer biotit bütünüyle altere olmuş ve demir oksit açığa çıkarmıştır. Kloritleşmeye uğrayan biotitlerin bazıları kıvrılmış, bükülmüş ve bükülmeden sonra lifi sütrüktürdeki işinsal kloritlere feldispatların içerisinde yer yer raslanmaktadır (Num.No 29.A).

Kuvars: Buradaki kuvars sekonder orijinlidir ve dalgalı sörme göstermektedir. Çoğunlukla kalsitle birlikte gelmiş ve birlikte kristalleşmiştir (Num.No 29, 29.A).

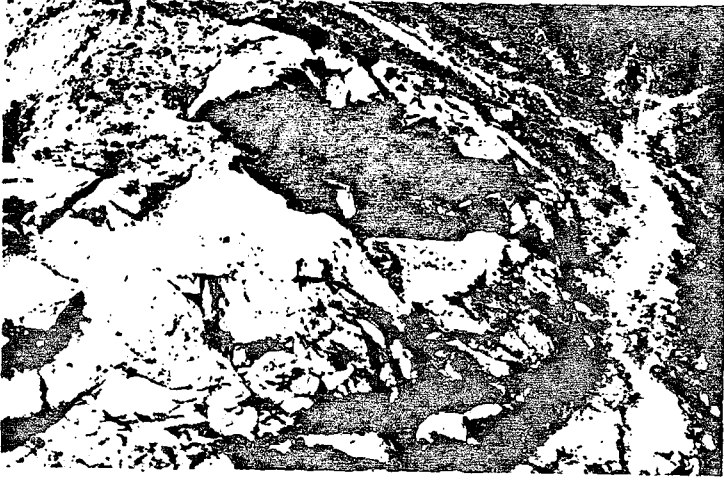


Foto.10 Hayriye'nin Batısındaki alkali siyenitler ve onları kesen lamprofirler.

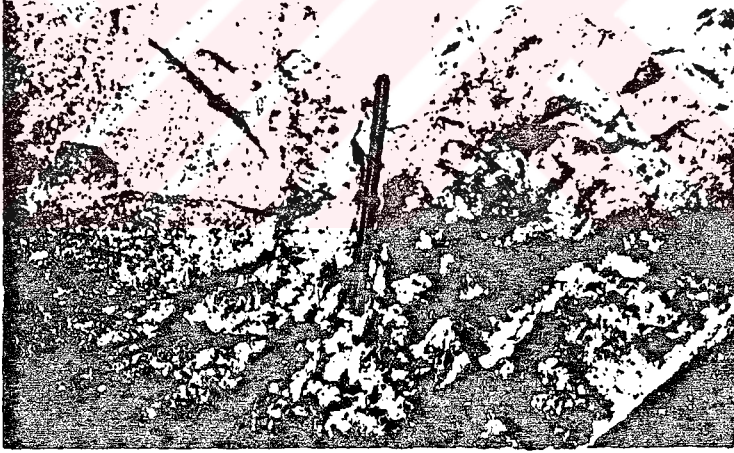


Foto.11 Alkali siyenitlerdeki pegmatit damarları

Gröna: Genellikle mermer kontaklarına yakın bölgelerdeki kayalar içerisinde raslanırlar. 1.5 mm'ye yakın allotriomorf izotrop grönalar, boşluklarında çoğu zaman kalsit inklüzyonları içermektedir. Yüksek rölyefi ile belirgin olarak ortaya çıkarlar. Tabii Işılda sarımsı kahverengidir.

Arfvedsonit: Sodyumlu amfibollerden olan bu mineral, genelde altere ve kaenomorfik kristaller halinde gözlenir. Uzantı işareti negatif, pleokroizma np-koyu mavi yeşil, ng-açık yeşil, sarımsı, yaklaşık olarak bertrand merceği ile elde edilen hiperbol kolunun içbükeyliğinden gidilerek $2V \approx 60^\circ (-)$ olarak saptanmıştır.

Fluorit: İdiomorf, kareye yakın kesitler halinde görülen fluorit kristalleri çatlaklar boyunca kalsit ile birlikte pnömatojen ve hidrotermal kökenli ikincil mineral olarak ortaya çıkarlar (Num.No 67, 67.A).

Alkali siyenitler içerisinde tali olarak apatit, manyetit, hematit, sfen, zirkon ve pirit minerallerinde de raslanmaktadır. Ayrıca nadiren nadiren, özellikle K-Feldispat-Kalsit sınırlarına yakın kısımlarda paralel sönmeler gösteren turmalin de raslanabilmektedir.

7.2.1.1 Damar Kayaları:

Hayriye İlkokulu'nun Batısındaki alkali siyenitler arasında dayk şeklinde yerleşen lamprofirler holomelanokrat kayalardır (Foto.10). Ayrıca alkali siyenitler üzerinde pegmatitik ve aplitik damarlar da raslanmaktadır (Foto.11,12).

Lamprofirlerde hakim mafik mineral olarak öncelikle biotit ve daha sonrada hornblend gelmektedir. Biotitlerin büyük bir kısmı kloritleşmeye yüz tutmuştur. Kayaçta mafik mineral olarak biotitin ve feldispat olarakta plajiyoklazların hakimiyetinden dolayı, damar kayacı olan lamprofiri " Kersantit " olarak adlandırmak mümkündür (Foto.13).

Lamprofir dayklarının aplit ve pegmatit damarları ile kesiştiği görülmemiştir.



Foto.12 Alkali siyenitlerdeki aplit damarları

Lamprofir numunesinin yapılan kimyasal analizi Tablo.4'de verilmektedir(Num.No 29.L).

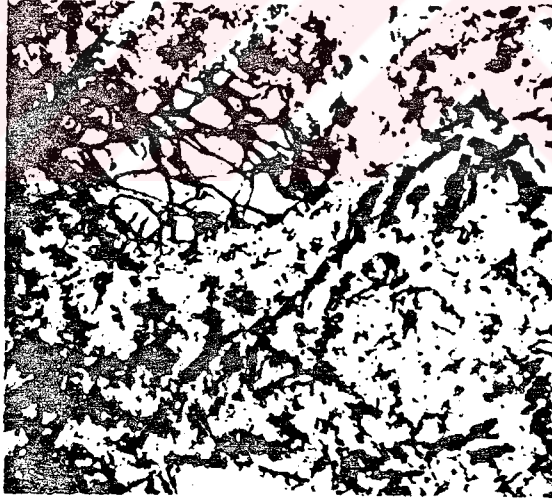


Foto.13 Lamprofirlerdeki biotit ve kloritler
(Num.No 29.L) Tabii Işıktaki , X 3.2

Tablo. 4. Lamprofir kimyasal analizi (Num.No 29.L)

Kimyasal Bileşim	% Ok.Ağırlık
SiO ₂	48.26
TiO ₂	0.87
Al ₂ O ₃	16.12
Fe ₂ O ₃	7.35
FeO	0.64
MnO	0.14
MgO	7.43
CaO	9.31
Na ₂ O	2.83
K ₂ O	4.28
P ₂ O ₅	0.02
H ₂ O	2.70
Toplam	99.95

7.2.2 Feldispatoidli Siyenitler:

Yeşil rengin hakim olduğu feldispatoidli siyenitlerde, renk Kalecik Tepe eteklerine doğru koyulaşmakta, yeşil rengin yerine pembe ve grilik hakim olmaktadır. Feldispatoidli siyenitlerde kayaca hakim olan mineral genelde feldispat gurubu mineralleridir.

Mikroskopik İnceleme:

K-Feldispat: K-Feldispat olarak alkali siyenitlerde olduğu gibi kayaca hakim olan mineral ortozdur. Bazen 3-4 mm. ye yaklaşan idiomorf kristaller halinde bulunanları da mevcuttur (Foto.14-15). Önemli ölçüde opak inklüzyonlar içerirler. Çatlaklarında dolgu minerali olarak kalsite raslanmaktadır (Foto.15-16). Bazı hallerde çatlaklar boyunca gelişmiş sekonder kuvarsi izlemek mümkündür. Karlsbat ikizi gösteren ortozlarda pertitleşme oldukça yaygındır (Foto.17).



Foto.14 Feldispatoidli siyenitlerde karlsbat ikizli
ortoz kristali X 3.2

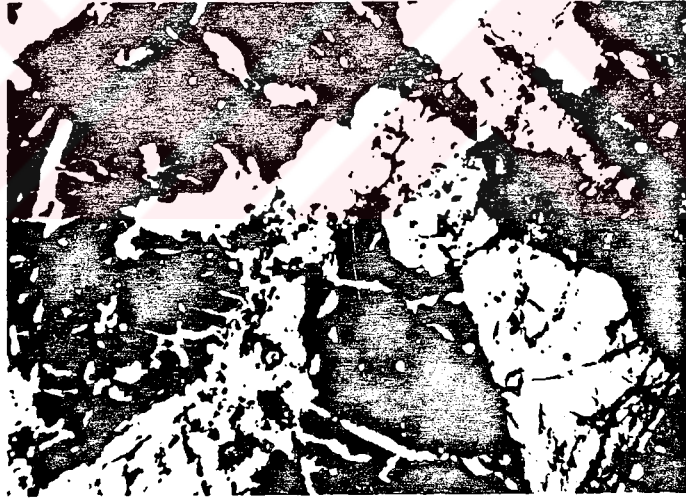


Foto.15 Feldispatoidli siyenitlerde karlsbat ikizli
ortoz kristalleri.Ortoz çatlaklarında dolgu
minerali olarak kalsit bulunmaktadır. X 3.2

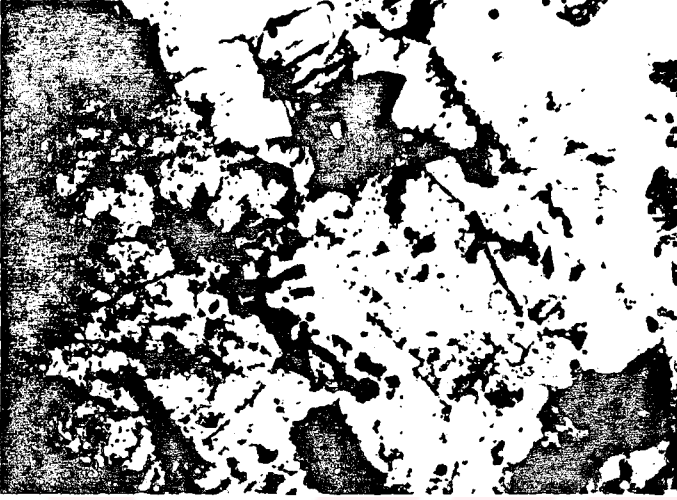


Foto.16 Feldispatoidli siyenitlerde karlsbat ikizi gösteren ortoz kristalleri ve boşlukları dolduran fluoritler. X 3.2



Foto.17 Feldispatoidli siyenitlerde perthitleşme gösteren karlsbat ikizli ortoz kristalleri. X 3.2

Nefelin: I. Mertebenin gri renklerinde polarize olan nefelinlerin çift kırma değeri çok küçüktür. Bozulmaya uğramamış nefelinlere çok ender raslanmıştır (Num.No 0.3,15,5). Çoğunlukla hipidiomorf kristaller halindeki nefelinin optik işareti güçlkle alınmakta ,ayrıca ortozdanda güçlkle ayrılmaktadır.

Plajiyoklaz: Feldispatoidli siyenitlerde çok az raslanan plajiyoklazlar miktarca kontak zomuna yaklaştıkça artma eğilimi göstermektedir. İri karlsbat ikizli ortoz kristalleri arasında küçük albit polisentetik ikizleri gösteren ince uzun kristaller halinde gözükürler (Foto.18) . Çoğunlukla An_{10-20} albit-oligoklaz'a tekabül ettikleri saptanmıştır. Alterasyon sonucu aleyhlerine serisit, kaolenit oluşmuştur. Kontak zonuna yakın kısımlarda kalsit ramplasmanı görülmektedir (Foto.19).

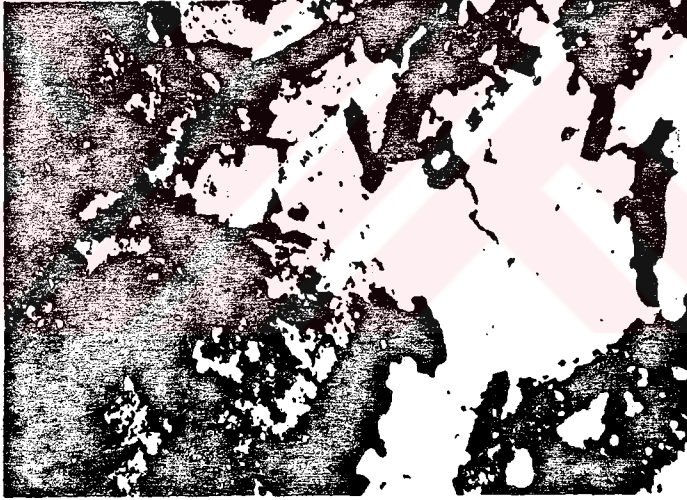


Foto.18 Feldispatoidli siyenitlerde ortoz kristalleri üzerindeki albit, polisentetik ikizli plajiyoklazlar. X 3.2



Foto.19 Kontak zomuna yakın feldispatoidli siyenitlerde kalsit ramplasmanı ve albit-polisentetik ikizli plajiyoklazlar. I 3.2

Mika Gurubu Mineraller: Mika gurubu minerallerinden muskovite(serisit) genellikle ortoz minerallerinin boşluklarında alterasyon ürünü olarak raslanmaktadır.Miktarca çok azdır.

Biotitte çok ender rasalanan minerallerden biridir.Bir kısımda tamamen kloritleşmiştir.

Kankrinit: Nefelinin ayrışım minerali olarak raslanan bu mineralin kırılma indisi Kanada balzamına yakındır.Tabii Işıktan renksizdir.Optik işareti üniaks(-) olan kankrinitin çift kırmasının II.mertebeinin son renginde olduğu tesbit edilmiştir.Bu mineralle birlikte çok az sodalitede raslanmıştır.

Sfen: Bu mineral çoğunlukla bir tür alterasyon şekli olan lökoksene dönüşmüştür.Yer yer sfen kalıntılarıda bulunmaktadır.Feldispatoidli siyenitlerde sfen belirgin baklava dilinimleri ile karakteristiktir ve yer yer opak mineraller tarafından ramplase edilmiştir (Foto.20) .

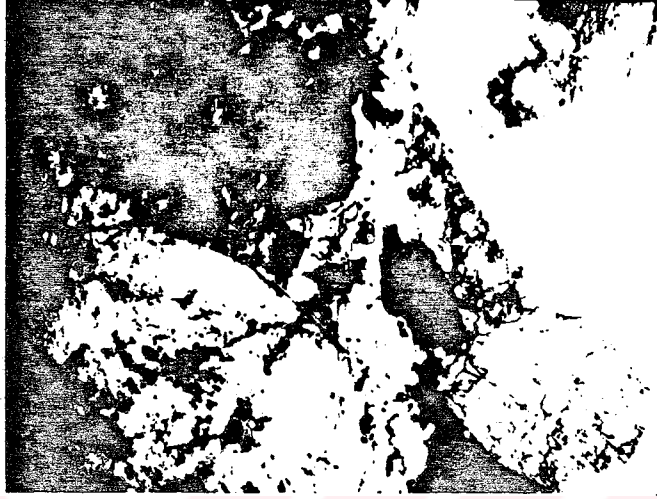


Foto.20 Feldispatoidli siyenitlerde sfen ve ejirin X 3.2

Ejirin: Bazen sfenle birlikte raslanan ejirin(Foto.20) çok kuvvetli pleokroizması ve kanada balzamina göre yüksek kırılma indisi ile (Kanada balzamu ile olan sınırlarının belirginliğinden ve kırılma indisi belirli minerallerle karşılaştırılarak $N_m \approx 1.70$ olarak tahmin edilmiştir) ve 90° ye yakın dilimimleri ile saptanırlar.Feldispatoidli kayalarda sık sık görülen ejirinin boyutlarının yer yer 1.5 mm.ye ulaştığında görülmektedir.

Gröna: Feldispatoidli siyenitlerin özellikle mermerlerle olan kontaklarında raslanabilen grönalar,boyutları yaklaşık birbirine eşit izotrop kristaller halindedir.Pürüzlü ve çatlaklı olan grönalarda çoğu zaman kloritleşmeye eğilimli biotit inklüzyonları ve pistasitler gözlenmektedir (Num.No 25)(Foto.21).

Fluorit: Genellikle feldispatların etrafında görülen fluorit,Tabii Işıktaki çok açık menekşe rengi ile diğer izotrop minerallerden kolayca ayırılabilir.

Kalsit: Feldispatoidli siyenitlerde oldukça sık raslanan bir mineraldir.Polisentetik ikizlenmeler ve yer yer oldukça mükemmel kristalleşmeler gösteren mineralin bu tür ortaya

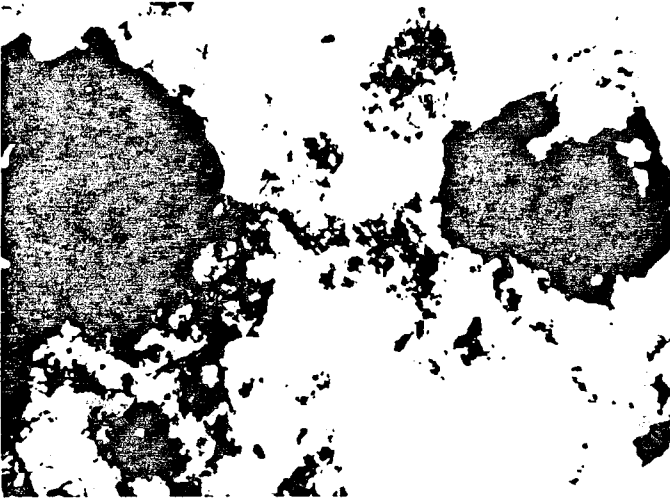


Foto.21 Feldispatoidli siyenitlerde gröna X 3.2

çıkışında magmanın kalker asimilasyonunun etkili olduğunu tahmin ediyoruz.

Ayrıca feldispatoidli siyenitlerde manyetit, hematit, zirkon ve apatit gibi tali minerallerde raslanmaktadır.

7.2.3 Granodioritler:

Taneleri orta büyüklüğe sahip olan granodioritlerde mafik eleman olarak biotit hakimdir. Hipidiomorfik grönü doku gösteren kayalar genellikle mezokrattır.

Mikroskopik inceleme:

Kuvars: Kayacın oldukça önemli bir kısmını oluşturan kuvarslar genelde ksenomorf kristaller halinde bulunmaktadır (Foto.22). Dalgalı sönme gösteren kuvarslar kayacın tektonik hareketlere uğradığını belirtmektedir. Çatlaklar ve yarıklar boyunca demir oksitlerle kirletilmiştir.

K-Feldispat: Çoğu zaman ksenomorf, nadiren hipidiomorf kristaller halinde bulunan K-Feldispat ortoza tekabül eder. Bertrand merceğinin devreye sokulmasıyla elde edilen hiperbol kollarının içbükeyliğinden $2V \approx 50-60^\circ (-)$ olarak saptanmıştır. Alterasyon sonucu serisitlendiği ve kaolenlendiği görülmektedir (Foto.23).

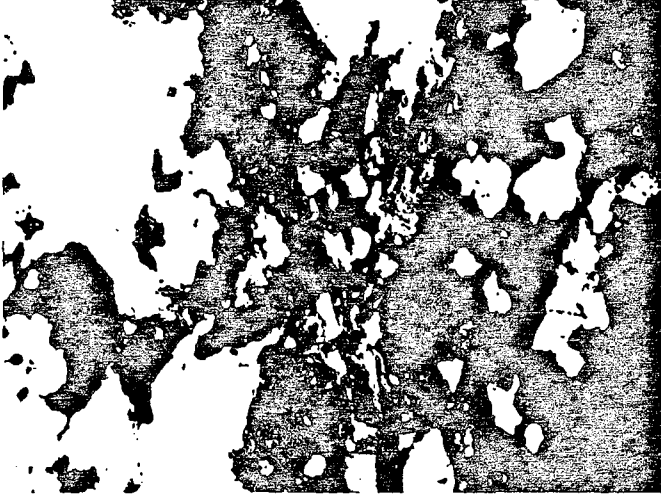


Foto.22 Granodioritler içerisinde dalgalı yanma sönme gösteren kuvarslar (Num.No 22.A) X 3.2

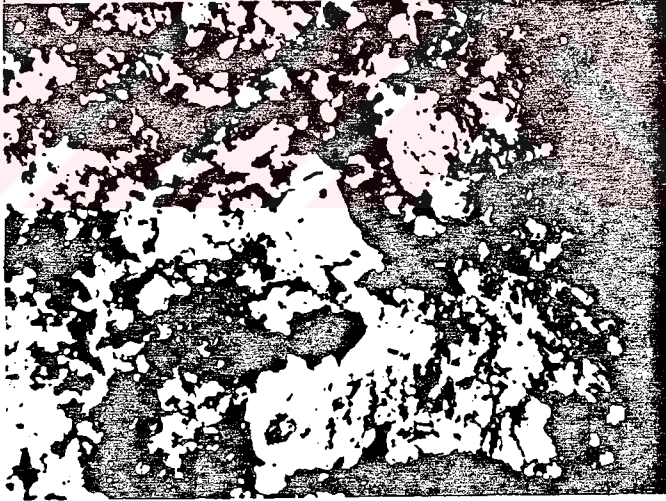


Foto.23 Granodioritlerdeki Ortoz minerallerinin serisitleşme ve alterasyonları (Num.No 22.B) X 3.2



Foto.24 Granodiorit, plajiyoklazlar polisentetik albit ikiz-
lenmeleri göstermektedir (Num.No 23) X 3.2

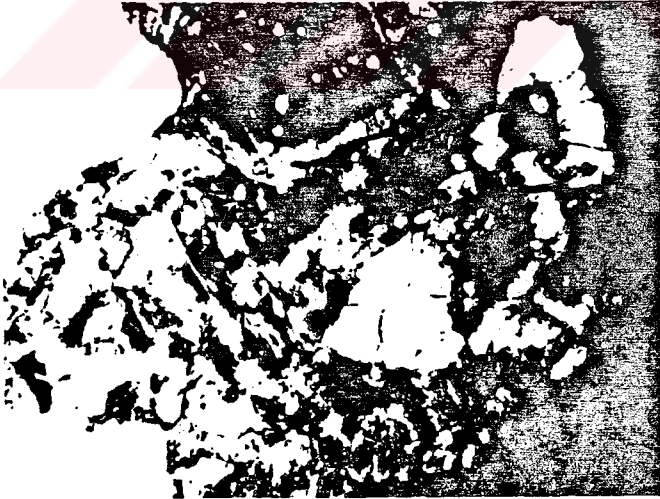


Foto.25 Granodioritteki biotitlerin kloritleşmesi
(Num.No 16.A) X 3.2

Plajiyoklaz: Polisentetik albit ikizlenmeleri gösteren plajiyoklazın genelde oligoklaz-andezine (An_{10-30}) tekabül ettiği saptanmıştır(Foto.24).

Biotit: Büyük bir kısmı kloritleşmeye uğrayan biotitlerde , yer yer deformasyonlarda görülmektedir(Foto.25)

Kalsit: Tüm çatlaklar ve kırık düzlemleri boyunca sekonder mineral olarak oluştuğu görülmektedir.

7.3. MODAL ANALİZ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Mağmatik kayaçların mineralojik bileşimlerini kantitatif olarak saptamak için Swift nokta sayacı ile modal analizlerini yaptık.Bu amaçla her ince kesitte yaklaşık 700-1000 nokta sayarak elde edilen volumetrik yüzdelerden Tröger parametrelerini hesapladık ve kayaçların kantitatif mineralojik yüzdelere dayanan adlandırılmalarını yaptık.

Buradaki parametre ve karşılıkları şu şekildedir:

- Q= Kuvars
- Or= Ortoz
- P= Plajiyoklaz
- Feld= Feldispatoid
- Fm= Femik mineraller
- A= Toplam alkali feldispat
- F= Toplam Feldispat
- L= Toplam feldispat+kuvars
- T= Tali mineraller

Tablo.5'deki modal analiz sonuçları,Tablo.6 da Tröger parametrelerine çevrilerek Şekil. 4' deki Tröger QAP Üçgen diyagramında sınıflandırmaya tabi tutulmuştur.Siyenitlerimizde alkali siyenitlerden - normal siyenitlere doğru bir geçiş izlenmektedir.

Mermerlere yakın olan yerlerden alınan numunelerde belirgin olarak CaO artması görülmektedir (Num.No 0.5). Şüphesizki bu da kalsiyum karbonat asimilasyonunun sonucu olsa gerektir.

Tablo. 5 Siyenitik Komplekse ait kayaçların modal analiz sonuçları (% V)

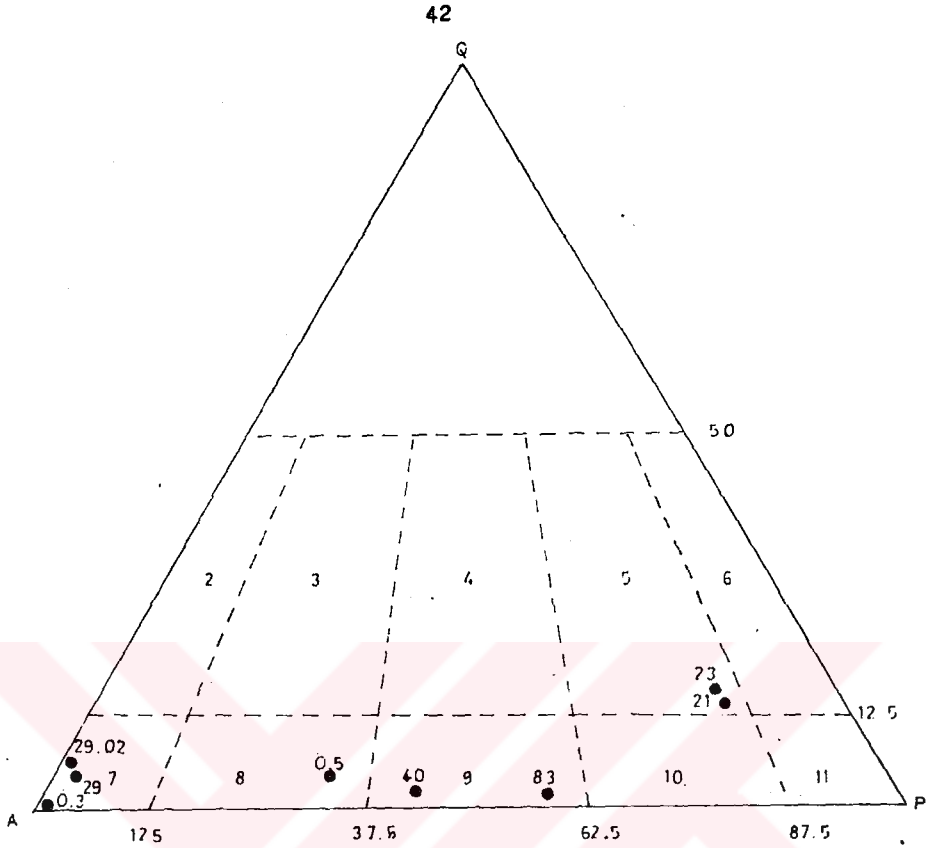
No	21	23	Ö.5	40	29.02	29	Ö.3	83
Q	10.29	10.51	2.10	1.22	4.95	3.82	-	1.41
Or	10.39	10.02	28.42	38.93	74.45	70.40	57.52	29.43
P	57.95	54.99	14.48	31.11	1.54	2.74	0.82	44.33
Feld.	-	-	8.45	6.96	0.93	0.80	35.87	8.92
Fm	8.97	16.31	16.19	17.21	13.62	8.76	4.34	7.51
T	12.41	8.14	30.35	4.50	3.90	13.40	1.44	7.98
Top.	100.01	99.97	99.99	99.93	99.39	99.92	99.99	99.98

Tablo.6 Siyenitik Komplekse ait kayaçların modal analizle-
rinden hesaplanan TRÖGER Parametreleri

No	21	23	Ö.5	40	29.02	29	Ö.3	83
Q	13.08	13.97	4.65	1.71	6.12	4.96	-	1.86
A	13.22	13.29	63.17	54.63	91.98	91.48	98.59	38.94
P	73.70	72.94	32.18	43.65	1.90	3.56	1.41	59.19
F	68.34	65.01	42.90	70.04	75.99	73.14	58.34	74.16
Q/L *	13.08	13.93	4.66	1.71	6.11	6.44	-	2.46
P/F *	84.79	84.59	33.75	44.41	2.02	3.74	1.41	60.31

$$L=F + \% \text{ Hacım(V) Q}$$

$$*=10^2$$



Şekil. 4 8 Modal analiz sonucuna göre, Çukur Siyenitik kompleksine ait kayaların Tröger QAP Üçgen diyagramındaki yeri.

Şekil.11 deki diyagramımızda,

- 2.Alkali Granit
- 3.Normal Granit
- 4.Kuvars Monzonit
- 5.Granodiorit (21 ve 23 nolu numuneler yer almaktadır)
- 6.Kuvarsdiorit
- 7.Alkali Siyenit (29.02,29,0.3 nolu numuneler yer almaktadır)
- 8.Normal Siyenit (0.5 nolu numune yer almaktadır)
- 9.Monzonit (40 ve 83 nolu numuneler yer almaktadır)
- 10.Siyenodiorit
- 11.Diorit.

8. ÇUKUR BÖLGESİ METAMORFİK VE MAĞMATİK KAYAÇLARIN PETROJENEZİ

Felahiye-Çukur (Kayseri) bölgesindeki kayaçlardan alınan numunelerde silikat analizleri, iz element analizleri ve önceki bölümlerde ele alınan verilerin birlikte yorumlanması ile bahis konusu formasyonların oluşumları, evrimleri ve birbirleriyle ilişkileri ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu çalışmalara göre metamorfik seri para kökenlidir. Mağmatik kompleksin en bazik ve en asit kayaçları arasında yaklaşık % 14-15 arasında silis farkı, değişik-mineralojik bileşimler ve iz element dağılımı incelemeleri, kompleksin evrimi esnasında diferansiyasyon ve kontaminasyonla büyük değişikliğe uğradığını göstermektedir. Ayrıca granodioritten feldispatoidli siyenitlere doğru lineerde olmasa kalsiyum değerinde bir artış gözlenmektedir. Bu bize kontaklardan itibaren belirgin bir kalsiyum asimilasyonunu işaret etmektedir. Laboratuvar çalışmaları sonucu elde edilen bu sonuçlar, arazi gözlemleri ve mikroskopik çalışmalarında doğrulanmaktadır.

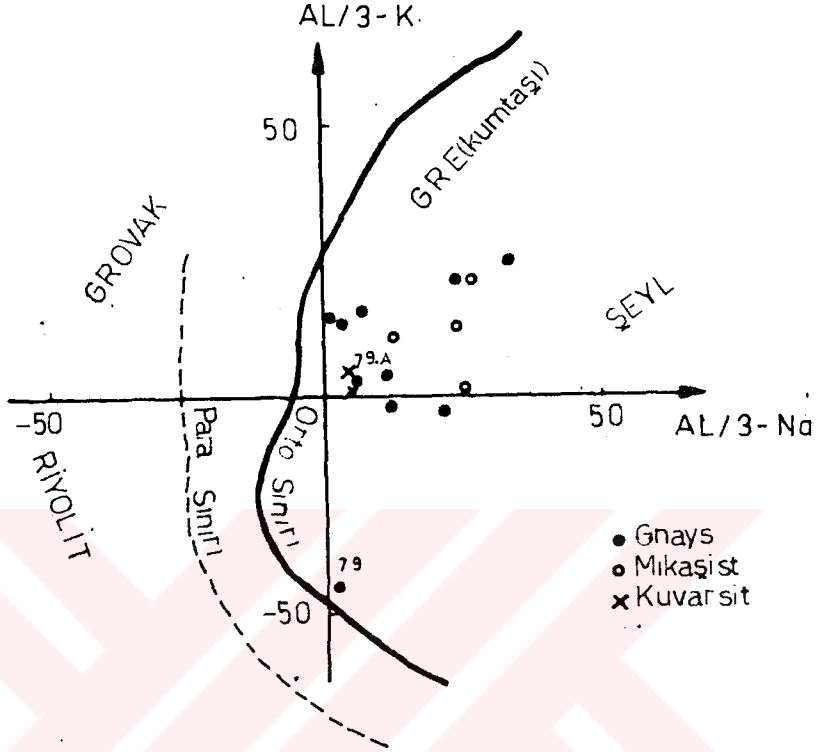
Biz bundan sonraki bölümlerde gerek metamorfik, gerekse mağmatik kayaçların petrojenezini sırası ile alacağız.

8.1. METAMORFİK KAYAÇLAR

İnceleme alanımızda yer alan metamorfik kayaçların kökenlerini belirlemek amacı ile yapmış olduğumuz kimyasal analiz, petrografik etüd ve arazi çalışmalarını topluca gözden geçirmeye çalıştık. Özellikle orijinlerinin açıklanmasında oldukça geniş çapta uygulanan de La Roche diyagramlarından yararlandık.

Bahis konusu metamorfik kayaçlar genelde % 70 ' in üzerinde silis içermektedir. Keza petrografik incelemelerde de belirtildiği gibi kontak zomuna yakın olan gnayslarda kalsiyum ve demirce artış eğilimi görülmektedir. Tablo.7 deki 39 ve 69 nolu numunelerde açıkça görülebileceği gibi, kalsiyum ve toplam demir artmakta, buna karşılık silis azalmaktadır. Kayaçta K-Feldispat fazlalığı belirgin olarak göze çarpmaktadır.

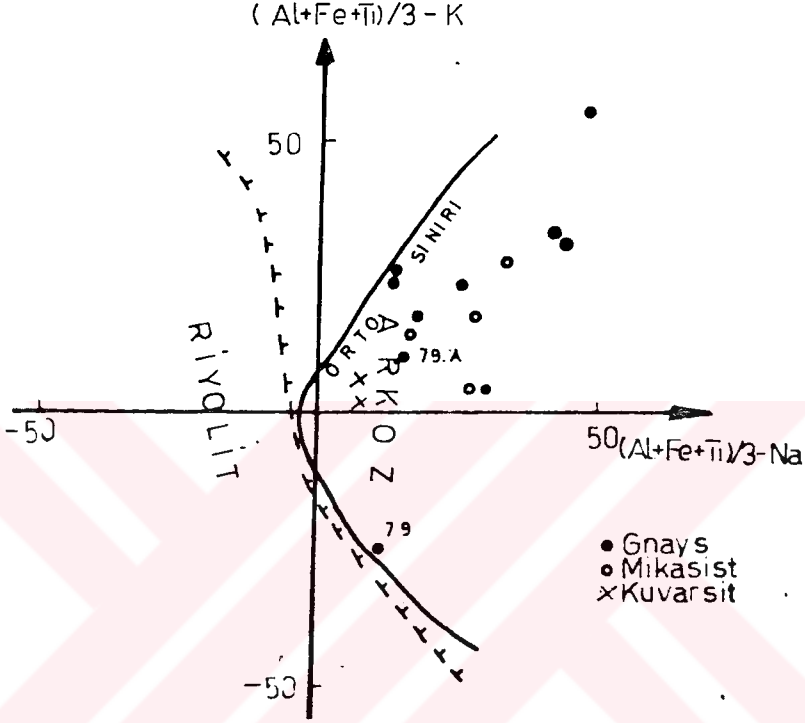
Şekil.5 ve Şekil. 6 'daki diyagramlarda metamorfiklerin tümünün gnays ve türevleri içerisine düştüğü görülmektedir. Bu kayaçlar kökende gre ve arkozlardan oluşmuş olup, kısmen şeyllere



Şekil. 5 Çukur bölgesi metamorfiklerine ait Al/3-K, Al/3-Na diyagramı (de LA ROCHE, 1968)

doğru bir uzanım göstermektedirler. Köken olarakta sahadaki metamorfiklerin tümünün PARA (sedimanter) olduğunu söylemek mümkündür.

Diyagramda gnayslar, mikaşistler ve kuvarsitler iç içe bulunmaktadır. Gnayslar orto sınırı içerisinde geniş bir alana yayılır. 79 Nolu numune Tablo.7 de görüldüğü gibi ikincil olarak bulunan yüksek mangan içeriğinden dolayı oldukça uzak bir bölgeye düşmektedir. 79 Nolu numunenin 50 m yakınından alınan 79.A numunesi ise yine diğer gnayslarla birlikte gre bölgesinde kalmaktadır.



Şekil. 6 Çukur bölgesi metamorfiklerinin $(Al+Fe+Ti)/3-K$, $(Al+Fe+Ti)/3-Na$ diyagramında dağılım ortamları (de LA ROCHE, 1968).

Petrografik incelemeler sonucu metamorfik kayalarda çokluk sırasına göre kuvars, ortoş, plajiyoklaz(albit) saptanmıştı(7.1). Yukarda değinilen yorumların ve petrografik etüdlerin ışığı altında metamorfik formasyonların genelde mikalı bir granitin ayrışması yani asit bileşimli bir ortandan oluşmuş sedimentlerin metamorfizması sonucunda oluştuğu kesin olmamakla birlikte kabul edilebilir.

Tablo.7 Çukur bölgesi Metamorfik Kayaçlarından Çınaylara ait numunelerin kimyasal analizleri

METAMORFİKLER										
GNAYS										
Num.No	K	33	39	69	69-A	73	77	77-A	79	79-A
SiO ₂	73.30	74.35	51.80	49.22	67.99	64.61	71.71	73.72	73.95	72.50
TiO ₂	-	0.38	1.41	0.39	0.36	1.04	0.11	0.55	0.59	0.25
Al ₂ O ₃	11.75	14.83	12.59	19.20	13.93	18.80	18.01	11.59	0.09	10.40
Fe ₂ O ₃	3.64	2.74	15.13	13.20	3.66	2.88	0.37	3.30	2.88	3.47
FeO	0.52	0.23	0.45	0.73	0.37	0.18	0.21	0.43	0.38	0.20
MnO	0.05	0.07	0.28	0.39	0.10	0.03	-	0.08	13.56	0.03
MgO	1.59	1.51	5.08	4.51	1.59	0.51	0.26	0.95	-	0.47
CaO	3.07	1.79	9.68	1.37	3.82	7.70	3.89	3.65	1.97	4.39
Na ₂ O	-	2.07	1.85	2.97	3.31	-	1.41	2.58	-	1.57
K ₂ O	2.96	1.70	0.60	4.35	1.17	1.05	0.98	0.56	4.17	1.90
P ₂ O ₅	-	0.03	-	-	-	-	-	0.02	-	0.01
H ₂ O	2.80	1.05	1.04	2.72	3.25	2.67	2.97	2.35	2.39	3.98
S	-	0.02	0.11	0.01	0.01	0.02	0.03	0.06	-	0.03
TOPLAM	99.68	100.77	100.02	99.06	99.56	99.49	99.95	99.84	99.98	99.20

Kimyasal Bileşim

Kimyasal Bileşimi

Tablo.8 Çukur bölgesi metamorfik kayalarından mikaşıst ve kuvarsitlere ait mumunelerin kimyasal analizleri.

M E T A M O R F İ K L E R							
Kimyasal Bileşim	MIKAŞIŞT				KUVARSİT		
	Num.No	Ö.7K	Ö.7F	25	32	39.A	17.A
	SiO ₂	76.75	76.78	78.84	70.84	94.00	93.09
	TiO ₂	0.26	0.47	0.24	0.16	0.17	0.07
	Al ₂ O ₃	13.08	13.68	13.67	11.75	3.40	2.63
	Fe ₂ O ₃	1.93	2.48	1.12	2.80	0.53	1.72
	FeO	0.44	0.32	0.12	0.42	0.24	0.21
	MnO	0.07	0.06	-	1.51	-	-
	MgO	0.54	0.75	0.72	0.71	0.32	0.07
	CaO	2.17	2.74	0.15	5.58	-	1.00
	Na ₂ O	-	-	-	1.34	-	-
	K ₂ O	1.15	0.31	2.70	1.21	0.53	0.09
	P ₂ O ₅	-	-	-	-	-	-
	H ₂ O	2.94	2.14	2.11	3.02	1.01	0.78
	S	0.06	0.24	0.03	0.04	0.02	-
	TOPLAM	99.39	99.97	99.70	98.38	100.22	99.66

8.2 MAĞMATİK KAYAÇLAR

Felahiye-Çukur(Kayseri) bölgesinde yer alan feldispatoidli siyenitlerden-granodioritlere kadar değişim gösteren mağmatik kayaların kökenlerini ve evrimlerini inceleyebilmek için petrografik incelemelerin yanında kimyasal analizlerde yapılmıştır. Kimyasal analizler, hem total silikat analizlerini hemde bazı iz element analizlerini içermektedir. Total silikat analizlerinden yararlanılarak Niggli parametreleri, C.I.P.W. Normatif mineralojik bileşimler hesaplanmış, ayrıca çeşitli münferit parametre ve elementsel değişimler diyagramlarla incelenerek magmanın geçirdiği petrolojik evrim ve sonuçları ortaya konmaya çalışılmıştır.

8.2.1 Niggli Parametreleri:

Petrojenez bakımından açıklayıcı bilgi elde etmek için Niggli parametrelerinden yararlanma yolu petrolojide öteden beri uygulanmaktadır.

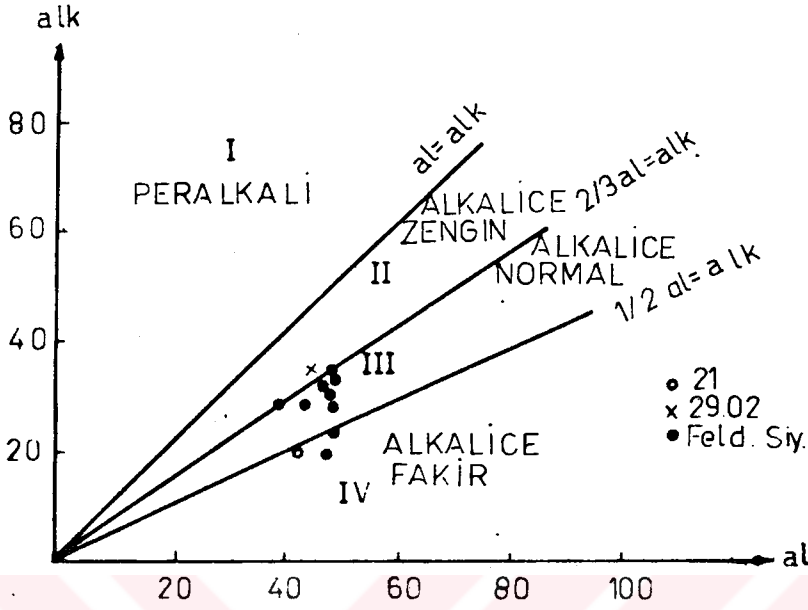
Niggli parametrelerinin hesaplama yöntemlerine aşağı yukarı bütün petroloji ders kitaplarında yer verildiği için biz burada değinmiyeceğiz. Ancak magmatik kayalara ait silikat analiz sonuçları ile birlikte uygulanan Niggli parametreleri (Tablo.9, Tablo.10) topluca verilmiştir. Hesaplanan parametreler ve bunların klasikleşmiş diyagramlarından elde edilen sonuçları kısaca ifade edecek olursak:

1. al Parametresinin fonksiyonu olarak alk'in değişimi incelendiğinde (Şekil.7), kümelenmenin $2/3$ al-alk ve $1/2$ al-alk bölgeleri arasında yoğunlaştığı görülmektedir. Asit kayaç olan 21 nolu numune (granodiorit) ise, $1/2$ al-alk bölgesine düşmektedir. Niggli ve Burri'ye (44)(43) göre yapılacak açıklamada kompleksin alkalice normal bir magmaya tekabül ettiği ve asit kayaçtan nötür kayaçlara doğru gittikçe alkalice fakir ortamdaki zengin ortama doğru geçişin görüldüğü söylenebilir. Başka bir deyimle kompleks kayaçlarında asit kayaçlardan nötür kayaçlara doğru gittikçe alkalince bir zenginleşme bahis konusu olabilir.

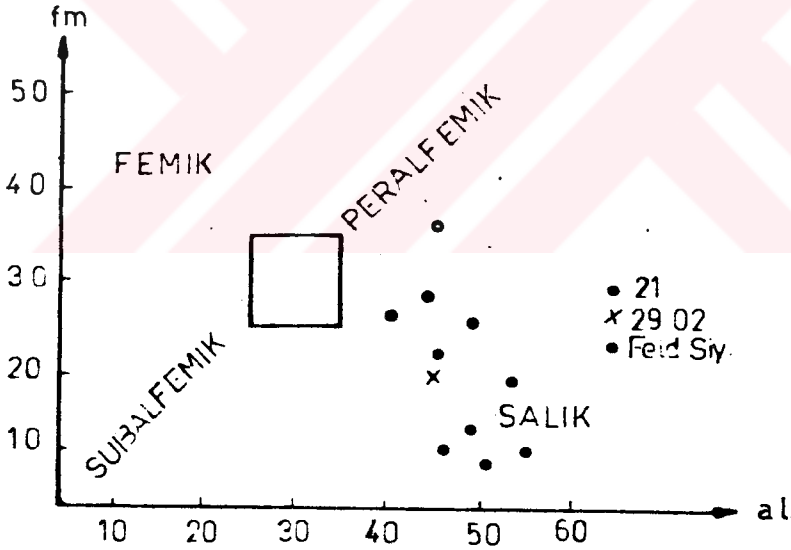
2. Şekil.8'de al'in fonksiyonu olarak fm'in değişimi görülmektedir. 21 Nolu numune (granodiorit) dışındaki diğer numuneler Niggli sınıflandırmasına göre salık bölgede bulunmasına rağmen, peraltemik bölgeye doğru bir yönelim bahis konusudur.

3. c Parametresi 9-20 arasında değişim göstermektedir (Tablo.10) Bu da Niggli'ye göre kalsiyumca fakir magmalara tekabül eder.

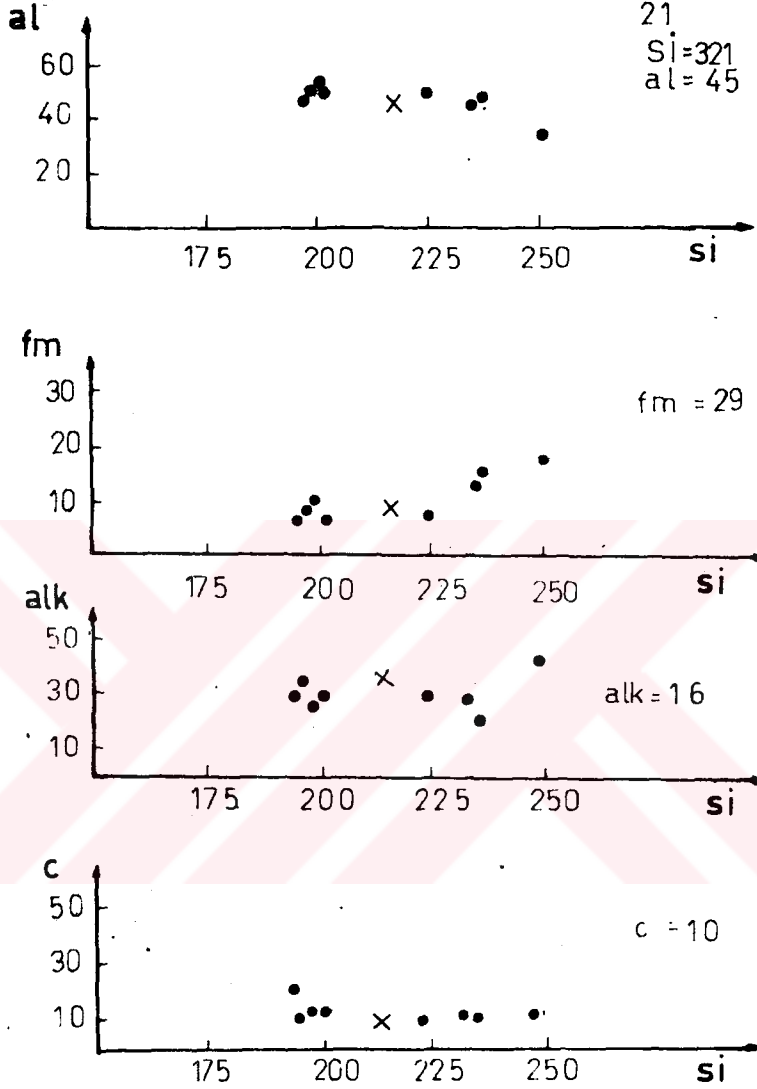
4. Şekil.9'da Si'nin fonksiyonu olarak al, fm, alk ve c parametrelerinin değişimi görülmektedir. Si'nin artmasıyla c ve alk azalırken, fm artmakta ve al'da belirgin bir değişim olmamaktadır. Bu durumda siyenitik kompleksin normal bir diferansiyasyon seyrini izlemediği anlaşılmaktadır. Normal diferansiyasyonda Si'nin artmasıyla al ve alk'ta artma, fm ve c'de azalma görülmektedir. Çukur siyenitik kompleksinde II.cil magma getirimlerin varlığını ve bu yüzden normal kristalleşme seyrinin zaman zaman kesildiğini göstermektedir.



Şekil. 7 Çukur siyenitik kompleksinin al-alk diyagramı



Şekil. 8 Çukur siyenitik kompleksinin al-fm diyagramı



Şekil. 9 Çukur bölgesi siyenitik kompleksine ait numunelerdeki al, fm, alk ve c temel parametrelerinin Si'nin fonksiyonu olarak değişimi.

Tablo.9 Çukur bölgesi siyenitik kompleksine ait kayalarların kimyasal analizleri

Num.No	SİYENİTLER (feldispatoidli)										ALKALI SİYENİT	GRANO DİORİT
	Ö.3	Ö4.Y	Ö4.K	Ö5.Y	Ö5.K	4	40	40-A	83	29.02		
SiO ₂	58.14	54.73	56.04	55.84	53.91	55.20	62.00	59.75	63.52	58.82	68.06	
TiO ₂	0.10	0.22	0.15	0.04	0.05	0.11	0.41	2.19	0.20	0.04	0.82	
Al ₂ O ₃	23.04	25.33	24.21	24.02	22.15	22.00	22.80	20.27	17.69	20.52	16.73	
FeO	2.15	3.21	1.86	1.70	4.86	1.13	2.26	1.97	2.36	2.63	5.58	
Fe ₂ O ₃	0.51	0.34	0.43	0.43	0.85	0.31	0.15	0.36	0.73	0.40	0.25	
MnO	0.32	0.15	0.17	0.16	0.38	0.12	0.16	0.10	0.50	0.24	0.09	
MgO	0.16	0.15	0.11	0.32	1.08	0.22	1.59	0.96	1.16	0.45	1.15	
CaO	2.43	3.21	3.25	2.43	4.99	5.75	2.69	3.18	2.58	2.18	2.04	
Na ₂ O	1.09	0.28	3.25	4.55	1.85	1.75	5.27	4.67	4.73	3.37	1.14	
K ₂ O	9.90	9.75	7.68	8.30	4.95	10.25	0.98	4.16	4.93	9.48	3.36	
P ₂ O ₅	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	-	-	-	0.03	-	0.03	
S	0.01	0.04	0.01	0.04	0.02	0.06	0.14	0.03	0.03	0.06	0.20	
H ₂ O	1.80	2.52	2.70	1.90	2.70	2.70	1.00	2.27	1.09	1.71	0.01	

99.66	99.94	99.89	99.74	97.80	99.60	99.45	99.91	99.55	99.90	100.36
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

Tablo.10 Çukur bölgesi Siyenitik Kompleksine ait kayaç analizlerinin Niğgeli Parametreleri

Numune No	SİYENİTLER (Feldispatoidli)										ALKALİ SİYENİT	GRANO DİORİT -
	Ö.3	Ö.4Y	Ö.4.K	Ö.5Y	Ö.5K	4	40	40-A	83			
al	52.00	54.00	51.00	49.00	44.00	46.00	51.00	46.00	41.00	29.02	45.00	21
fm	8.00	11.00	7.00	8.00	20.00	5.00	16.00	13.00	18.00	12.00	12.00	45.00
c	10.00	12.00	13.00	9.00	20.00	22.00	11.00	13.00	11.00	9.00	10.00	29.00
alk	28.00	23.00	29.00	33.00	16.00	29.00	22.00	28.00	30.00	35.00	16.00	10.00
sl	225.00	198.00	202.00	196.00	180.00	191.00	236.00	232.00	250.00	218.00	321.00	16.00
p	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.10
tl	-	0.65	0.43	-	-	-	1.00	6.30	0.72	-	-	14.00
h	23.00	30.00	33.00	22.00	30.00	31.00	13.00	29.00	14.00	21.00	0.65	0.66
k	0.85	0.95	0.61	0.55	0.63	0.79	0.11	0.37	0.41	0.22	0.28	0.95
mg	0.10	0.08	0.01	0.22	0.39	0.25	0.57	0.44	0.42	0.75	0.34	353.00
w	0.79	0.89	0.79	0.78	0.84	0.77	0.93	0.83	0.75	0.85	0.95	0.34
c/fm	1.25	1.09	1.85	1.00	1.12	4.40	0.69	1.00	0.61	0.75	0.34	353.00
s	429.00	464.00	463.00	498.00	474.00	480.00	439.00	429.00	423.00	448.00	448.00	135.00
sl	188.00	161.00	194.00	216.00	136.00	216.00	159.00	194.00	209.00	230.00	186.00	2.38
qz	37.00	37.00	8.00	-20.00	44.00	-25.00	77.00	38.00	41.00	-12.00	0.95	0.76
sl ⁰	1.20	1.23	1.04	0.91	1.32	0.88	1.48	1.19	1.20	0.95	0.69	0.76
Az ⁰	0.69	0.66	0.67	0.66	0.64	0.65	0.70	0.69	0.71	0.69	0.76	0.76

8.2.2 Silis Gurubu Parametreleri:

Silisleşme derecesi Si^O , asidite derecesi Az^O , temel oksitlerin moleküler oranlarının toplamı S ve serbest silis qz parametreleri kullanılarak magmanın diferansiyasyonu hakkında bilgi edinmek mümkün olabilmektedir.

Şekil.10'da siyenitik komplekse ait kayaçların Si^O 'nin fonksiyonu olarak Az^O derecelerindeki değişimler görülmektedir. Soldan sağa doğru gittikçe daha asit bileşimli kayaç tiplerine geçilmektedir.

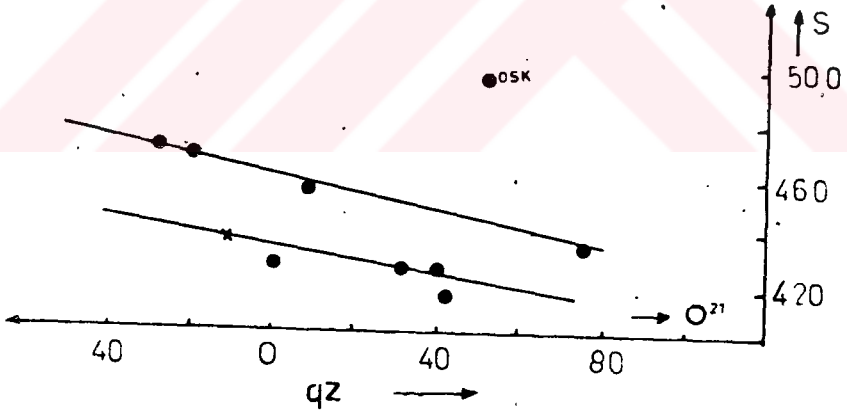
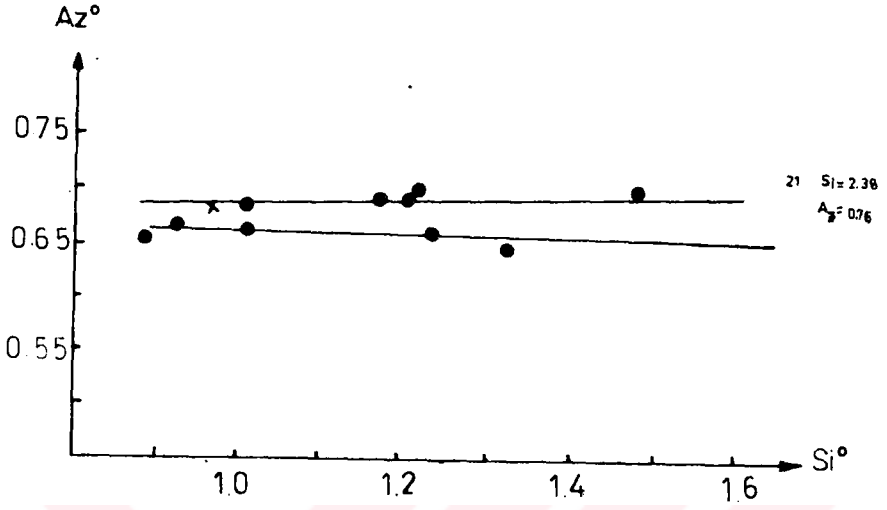
Şekil.11'de qz parametresinin fonksiyonu olarak S değerinin değişimi görülmektedir. qz Değerinin artmasıyla S tedrici olarak iki doğru boyunca azalmaktadır.

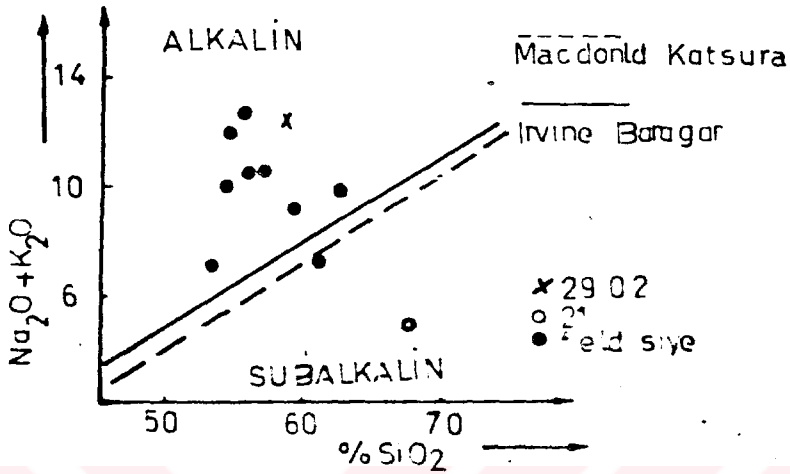
Şekil.10 ve Şekil.11'deki grafikler, kristalleşme sırasında zaman zaman kesintilerin olduğunu, fakat normal ayrımlaşma olayının devam ettiğini ortaya koymaktadır.

8.2.3 Diğer Mağmatik Parametrelerin Kullanımı:

Mağmatik kayaçların evriminin diğer yönlerini açıklığa kavuşturmak, daha önce elde edilen sonuçları desteklemek ve komşu kayaçlarla olan ilişkilerini, yani asimilasyon, kontaminasyon gibi olayları jeolojik gözlemlerin dışında belirlemek için bazı araştırmacıların bu konularda yapmış oldukları çalışmaları ve uygulamaları gözden geçirdik.

Şekil.12'de Macdonld ve Katsura'nın (1964)(15) grafiğini, Şekil.13'de Irvine ve Baragar'ın (1971)(32) birbirlerine yakın sınırlar koyduğu alkali-silis içeriklerine göre kayaçların kökenlerini araştırmakta yararlanılan diyagramını inceleme alanımız içinde yer alan mağmatik kayaçlar için kullandık. Çukur bölgesi siyenitik kompleksine ait kayaçların bu grafikteki (Şekil.12) yerlerine bakıldığında bir noktanın dışında alkalın olduklarını belirtebiliriz. Yalnızca 21 nolu granodiorit numunesinin subalkalin bölgeye düştüğü görülmektedir.



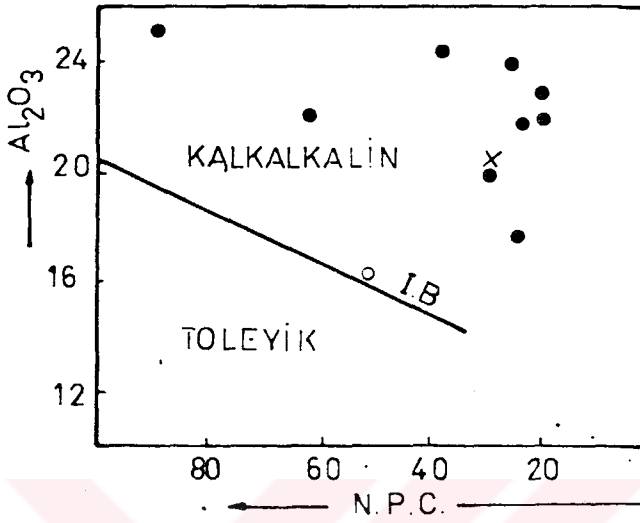


Şekil.12 Çukur Bölgesi siyenitik kompleksine ait kayaçların alkali ve silis içeriğine göre sınıflandırılması

Şekil.12'de alkalın oldukları belirlenen siyenitik komplekse ait kayaçların, Şekil.13'deki Al_2O_3 ve plajiyoklaz diyagramında kalkalkalin oldukları gözlenmektedir. Ayrıca Şekil 14'deki A.P.M. diyagramından da bu yörede yer alan kayaçların genelde kalkalkalin olduğu görülmektedir.

Şekil.15'deki Oksit değerlerinin D.I. (Diferansiyasyon İndeksi) 'nın fonksiyonu olarak incelendiğinde, bir diferansiyasyon seyrinin olduğu, fakat kesintilere uğradığıda izlenmektedir.

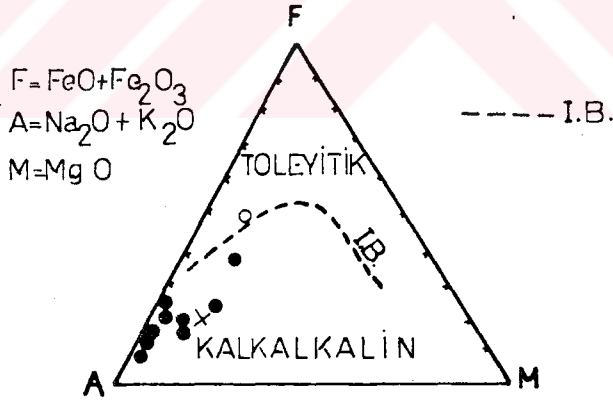
Şekil.16'da ise tikel kristalleşmenin etkisini ortaya koymak için Kuno (1957) (31) ve diğer petrolojistlerin geliştirdiği katılaşma indislerine göre (S.I.) esas elementlerin oksitlerinin değişimi incelenmiştir. Bu diyagram incelendiğinde S.I. arttıkça K_2O , CaO , Al_2O_3 değerlerinde bir azalma gözlenirken, SiO_2 , MgO , Fe_2O_3 , FeO ve Na_2O değerlerinde bir artama gözlenmektedir. Katılaşma indisi en yüksek olan kayacın bileşimi ana magma bileşimine en yakın olanıdır. Bu da ikinci faz alkalın getirimi dikkate alınmazsa granodioritik magmaya tekabül eder.



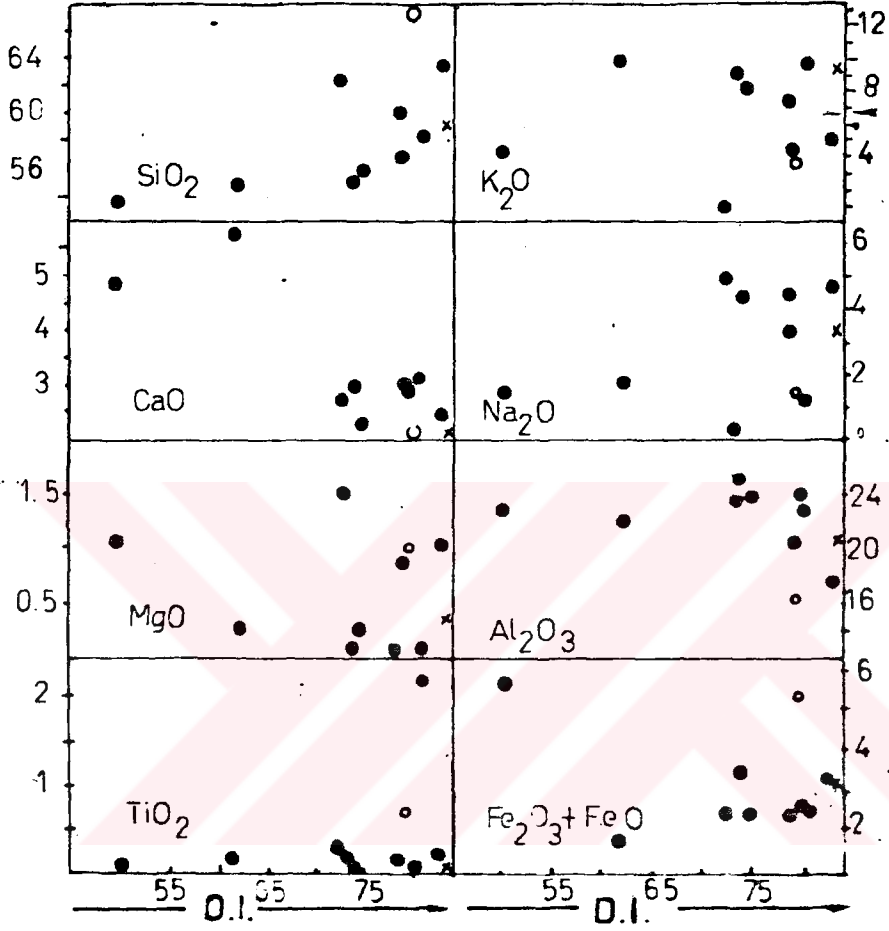
N.P.C.= Normatif Plajiyoklaz Bileşimi

N.P.C.= $100 \times An / (An + Ab + 5/3 Ne)$

Şekil.13 Çukur bölgesi siyenitik kompleksine ait kayaların Al_2O_3 - N.P.C. diyagramı.



Şekil.14 Çukur bölgesi siyenitik kompleksine ait kayaların A.F.M. diyagramı.

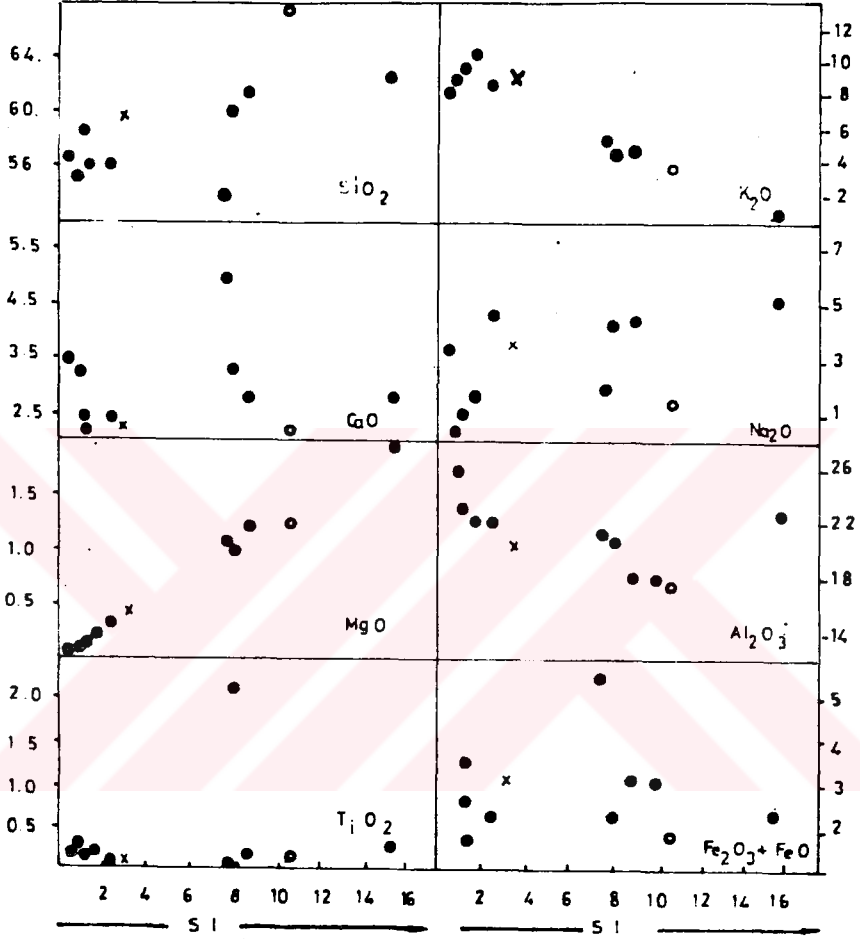


Şekil.15 Çukur bölgesi magmatik kayaçlarının esas elementlerine ait oksitlerin D.I. değerlerine göre değişimi.

(D.I. Differentiation Index)

D.I.= (Thornton,Tuttle,1960)= $q+or+ab+lc+ne+ks$

○ Granodiorit, x Alkali syenit, ● Feldispatoidli syenit.



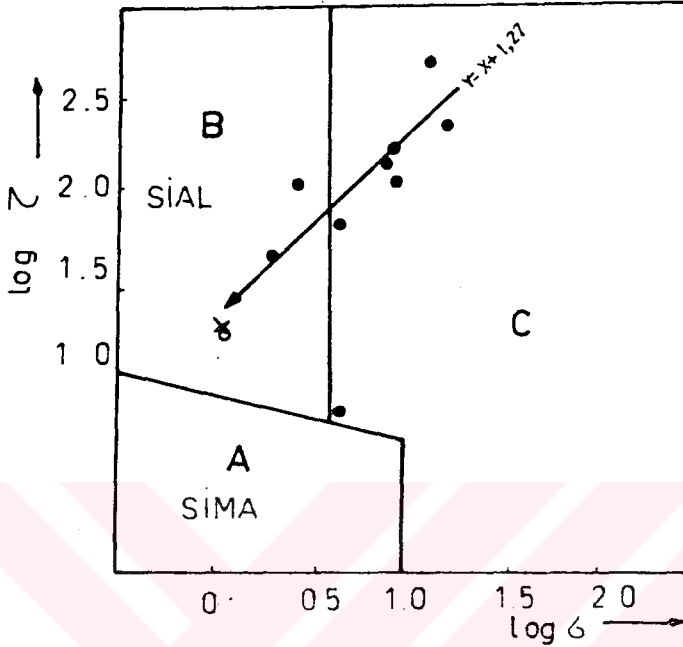
Şekil.16 Çukur bölgesi magmatik kayaçlarının esas elementlerine ait oksitlerin S.I. değerlerine göre değişimi.

(S.I. Solidification Index)

S.I. (Kuno, Yamasaki, Nagashima, 1957)

$S.I. = MgO \times 100 / (MgO + FeO + Fe_2O_3 + Na_2O + K_2O)$

○ Granodiorit, x Alkali Siyenit, ● Feldispatoidli siyenit.



Şekil. 17 Gottini(1968) indeksinin(τ),Rittmann(1957) serial indeksine(δ) göre değişim grafiği.

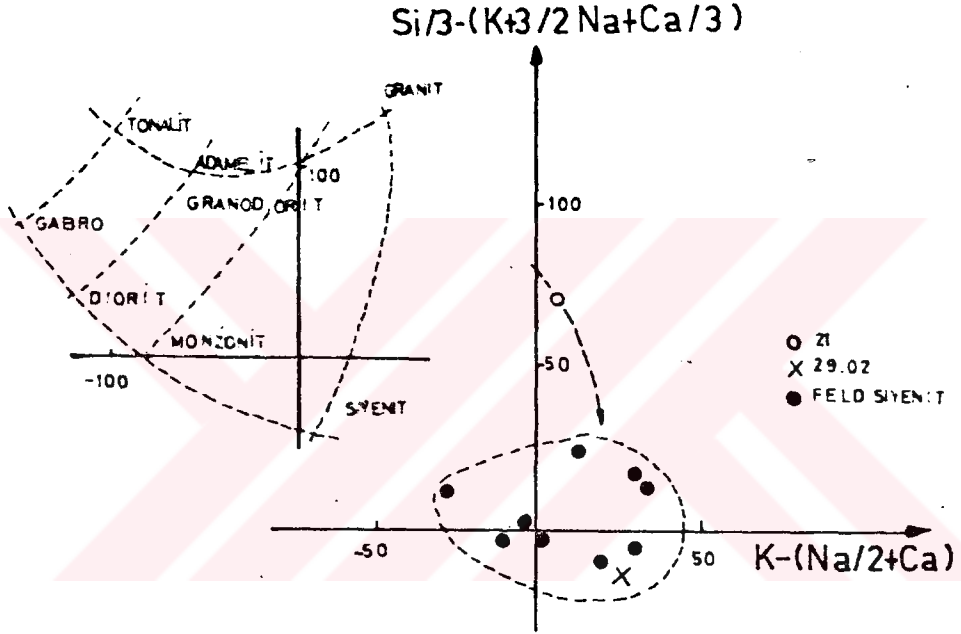
Yereysel magmanın kökenini araştırmada Gottini(1968)'nin geliştirdiği $\tau = (Al_2O_3 - Na_2O)/TiO_2$ 'nin, Rittmann(1957)(27)'in serial indeksi $\delta = (K_2O + Na_2O)/(SiO_2 - 43)$ ne göre değişim grafiği çizilmiştir.

B Bölgesi dağ oluşum sırasında orojenik bölgelerde görülen bileşimi ifade etmektedir. Aynı zamanda bu bölge kıta yaylarında da görülen magmaları da göstermektedir. A Orojenik olmayan bölge magmalarını, C ise her iki bölge arasındaki geçiş bölgesi özelliğini taşıyan magmaları temsil etmektedir.

Gottini(1968)'nin yaptığı araştırmalara göre Sialik kökenli kayalarda $\tau \geq 10$, Simatik kökenli kayalarda $\tau < 9$ dur. Gottini(1968) $\log \tau$ ile $\log \delta$ arasında istatistikî ilişkiyi ortaya koymuş ve sialik kökenle, simatik kökeni ayıran çizgileri çizmiştir.

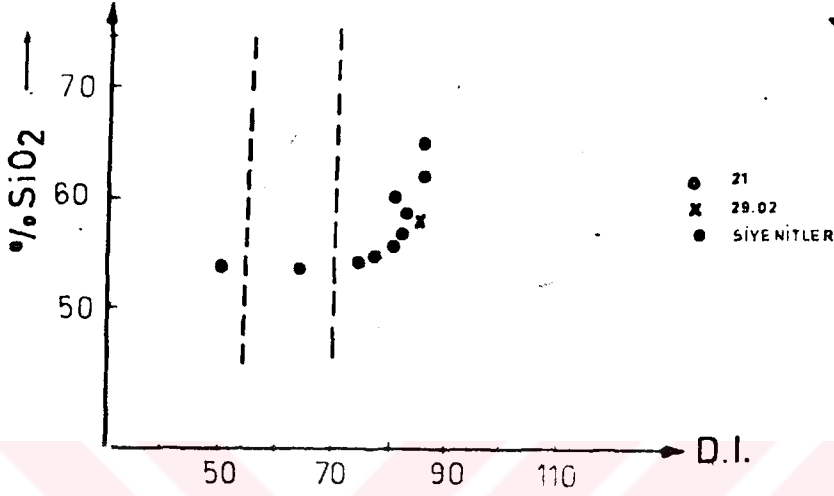
Volkanik ve Mağmatik kayaçları oluşturan yereysel magmanın kökenini araştırmakta kullanılan bu grafiğin sonucu için kesin birşey söylemek olası değilse de, bir fikir verebilmesi açısından yararlı olduğu sanılmaktadır.

Çukur bölgesi mağmatik kayaçları Şekil.17'deki bu grafiğe yerleştirildiğinde derinlerden gelen ve mantoya yakın bir bölgede yer alan sialik kökenli bir magmadan oluştuğu ortaya çıkabilir.



Şekil.18 Çukur siyenitik kompleksine ait kayaçların Nockolds'un (1954) parametrelerine göre dağılımını gösteren diyagram.

Şekil.18'de Çukur siyenitik kayaç analizlerinin Nockolds (1954) diyagramına uygulanması görülmektedir. Çukur bölgesi mağmatik kayaçlarının genellikle siyenitik bölgeye düştüğü görülmektedir. Nokta sayısı az olmakla birlikte belirli bir dağılım izlenmektedir. Buna göre granit türü kayaçlardan siyenit türü kayaçlara doğru bir evrimleşmeye yönelim bulunmaktadır. Kenar zonlara doğru monzonite yönelimin varlığı gözlenmektedir. Kontakta bulunan kayaçlarda K'ya zenginleşme olduğunu söylemek olasıdır.



Şekil.19 Çukur siyenitik kompleksinin % SiO₂-D.I. grafiği

Şekil.19 'daki Çukur siyenitik kompleksine ait kayaçların D.I. ve % SiO₂ grafiğinde diferansiyasyonun asit kayaçlardan nötr kayaçlara doğru olduğu açıkça izlenmektedir. Granodioritten feldispatoidli siyenitlere doğru giderken muntazam olmasada, bir diferansiyasyonun olduğu kesindir. Bu aynı zamanda Niggli parametreleriyle yapılan şekil.10 ve şekil.11'deki diyagramlarında doğrulanmaktadır.

8.2.4 C.I.P.W. Normu ve Değerlendirilmesi:

Bu bölümde yapmış olduğumuz kimyasal analiz sonuçlarından yararlanılarak siyenitik komplekse ait kayaçların Cross, Iddings, Fison ve Washinton (C.I.P.W.) normatif mineralojik bileşimleri bilgisayar programından yararlanılarak hesaplanmıştır. Magmatik evrimin oluş şeklinin saptanmasında ve kayaçların kökenlerinin bulunmasında kullanılan bu normatif değerleri biz özellikle Qz-Or-Ab, Or-Ab-An üçlü sistemleri üzerinde değerlendirerek sonuca ulaşmaya çalıştık. Hesaplamanın esası bilindiği gibi kimyasal analiz sonucu

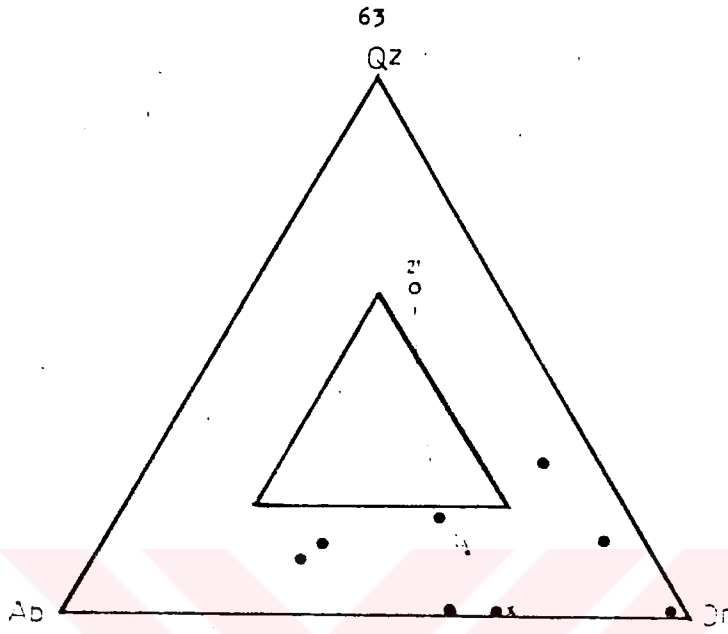
elde edilen oksitlerden ideal koşullar altında, oluşması mümkün olan "standart mineraller" saptamaktadır. Yani norm adı verilen hipotetik bir mineral grubuyla kayaçlar belirlenmektedir. Tüm bu işlemler yapılırken aynı kimyasal bileşimlere sahip oldukları halde, farklı minerallerin oluşmasına sebep olan soğuma hızı, zaman v.s... gibi şartlar göz önünde tutulmaktadır.

C.I.P.W. Norm hesabı Barth(1952)(42)'in "Theoretical Petrology" adlı eseri referans olarak alınıp hazırlanan programa göre yapılmıştır. Program İ.T.Ü. MAFO bilgisayar hafızasında kayıtlıdır.

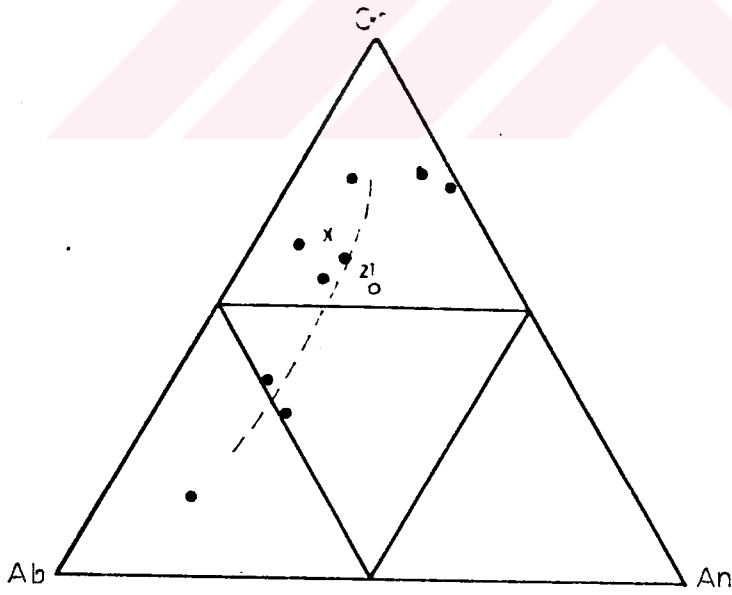
Çukur bölgesi magmatik kayaçları olan granodiorit, alkali siyenit ve feldispatoidli siyenitlere ait kimyasal analizler bu programla hesaplanmış olup, C.I.P.W. Normuna göre saptanan mineraller ve bunların % V(hacim) oranları Tablo.11'de verilmiştir.

C.I.P.W. Normu evrim esnasında oluşan mineralojik bileşimleri ortaya koymak bakımından önem taşımakta ve mineralojik bileşimden giderek kayaçları irdelemekte yararlı olmaktadır. Bu bakımdan Çukur-Hayriye bölgesindeki siyenitik komplekse ait kayaçlar için hesaplanan normatif Qz, Or, Ab ve An değerleri Qz-Or-Ab ve Or-Ab-An üçlü sistemleri üzerine yerleştirilmiştir. Qz-Or-Ab sisteminde noktaların oldukça dağınık olmasına (kontaminasyon nedeni ile) rağmen granodioritten itibaren sistemde ortoz artışının vuku bulduğu (residual sistemde alkali element artışı), en düşük sıcaklık ikili sistemi Ab-Or ötektiğine kadar olayın geliştiği gözlenmektedir. (Şekil.20). Buda bize kotektik çizgiye ulaştıktan sonrada olayların aynı tarzda geliştiğini, muhtemelen pnömatojen fazda da alkali getiriminin vuku bulduğunu göstermektedir. Petrolojik gözlemlerde uygun olan bu durumu Şekil. 21'deki Or-Ab-An üçlü sistemide doğrulamaktadır. Bu sistemde noktalar oldukça dağınık olmakla beraber Or köşesine yakın bir bölgede toplanma eğilimi göstermektedir.

Sonuç olarak, bu diyagram bize bölge kayaçlarının diferansiasyon esnasında gittikçe potasyum bakımından zenginleşen bir residual sistem verdiğini, yani oluşan feldispatik ve feldispatoid bileşimin esas itibarı ile potasik olduğunu ortaya koyar ki, buda petrografik bulgulara paraleldir. Von Platen(1965)(28) tarafından yapılan deneyler sisteme dahil olan femik minerallerin sonucu etkilemediğini ortaya koymuştur.



Şekil.20 Çukur Siyenitik Kompleksine ait Qz-Ab-Or Diyagramı



Şekil.21 Çukur Siyenitik Kompleksine ait Or-Ab-An Diyagramı

Tablo.11 Çukur Siyenitik Kompleksine ait Numunelerin C.I.P.W. Normuna Göre hesaplanan mineralleri ve % V (Hacim) oranları.

M I N E R A L L E R									
Num. no	Kuvars Oz	Korond C	Ortoz Or	Albit Ab	Anortit An	Lösit Lc	Nefelin Ne	Diopsit Di	Wollastonit Wo
Ö.3	8.50	6.14	58.50	9.22	11.99	-	-	-	-
Ö.4Y	8.72	8.50	57.61	2.37	15.86	-	-	-	-
Ö.4K	0.62	4.64	45.38	27.50	16.12	-	-	-	-
Ö.5Y	-	3.16	49.05	21.47	11.99	-	9.22	-	-
Ö.5K	7.99	-	21.57	11.42	2.67	-	-	3.76	34.54
4	-	-	57.63	-	21.90	2.31	8.02	1.18	2.13
40	19.47	8.18	5.79	44.59	13.34	-	-	-	-
40.A	8.08	2.20	24.58	40.02	15.78	-	-	-	-
83	10.00	-	29.13	40.02	12.48	-	-	-	-
29.02	-	0.75	56.02	24.01	10.81	-	2.44	-	-
21	42.57	7.22	19.85	9.65	9.92	-	-	-	-

Tablo.11 Çukur Siyenitik Kompleksine ait Numunelerin C.I.P.W. Normuna
Göre Hesaplanan Mineralleri ve % V (Hacim) Oranları

Numune No	M i n e r a l l e r							
	Hipersten Hy	Manyetit Mt	Ilmenit Il	Hematit Hm	Rutil Ru	Apatit Ap	Olivin Ol	H ₂ O
Ö.3	0.40	2.28	0.27	0.58	-	0.02	-	1.80
Ö.4Y	0.37	0.95	0.42	2.56	-	0.02	-	2.52
Ö.4K	0.27	1.51	0.28	0.82	-	-	-	2.70
Ö.5Y	-	1.79	0.08	0.46	-	0.02	0.56	1.90
Ö.5K	-	13.03	0.09	2.18	-	0.02	-	2.70
4	-	3.07	0.21	0.39	-	-	-	2.70
40	3.96	-	0.66	2.26	0.06	-	-	1.00
40 A	2.39	-	0.97	1.97	1.68	-	-	2.27
83	2.84	3.40	0.38	0.01	-	0.07	-	1.09
29.02	-	1.96	0.08	1.28	-	-	0.79	1.71
21	2.86	-	0.72	5.58	0.44	0.07	-	0.91
								99.79
								99.85
								99.42
								99.94
								99.31
								99.54
								99.97
								99.70
								99.84
								99.90
								99.70
								99.97
								99.54
								99.31
								99.94
								99.42
								99.85
								99.79

8.3 İZ ELEMENT ANALİZLERİ

İz element dağılımlarının incelenmesi bazen petrolojik problemlerin çözümünde büyük yararlar sağlamaktadır. Bu elementlerin dağılım düzeni ile petrolojik olaylar arasında bağıntıların mevcudiyeti öteden beri bilinen hususlardan biridir. Özellikle magmanın evrimi, yani geliş periyodları, diferansiyasyonu, kontaminasyonu, katılaşması ve pnömatojen veya hidrotermal getirimlerle ilgili pek çok bilgi edinmek mümkündür (Bürküt, 1980, 56).

Çukur bölgesi siyenitik kompleksine ait kayalardan alınan bazı numunelerde Li, Rb, Sr ve Ba tayinleri yapılarak yukarıda değinilen problemlere ışık tutmaya çalıştık. Ayrıca çalışma alanı kayalarından gnays ve lamprofirlerinden birer numune alınarak aynı iz elementlerin tayini, içerik bakımından bir fikir edinilebilmesi açısından yapılmıştır.

Sr ve Ba atomik absorpsiyon, Rb ve Li ise flamfotometrede yapılmıştır. Tablo.13'de siyenitik komplekse ait kayalardaki iz elementlerin dağılımı ve Ca/Sr, K/Rb, Ca/Ba ve Mg/Li oranları verilmektedir. Gnays ve lamprofir kayalarına ait iz elementlerin dağılımı Tablo.12'de verilmiştir.

Tablo.12 Gnays (69.A) ve Lamprofir (29.L) 'lerdeki iz elementlerin ppm mertebesindeki değerleri.

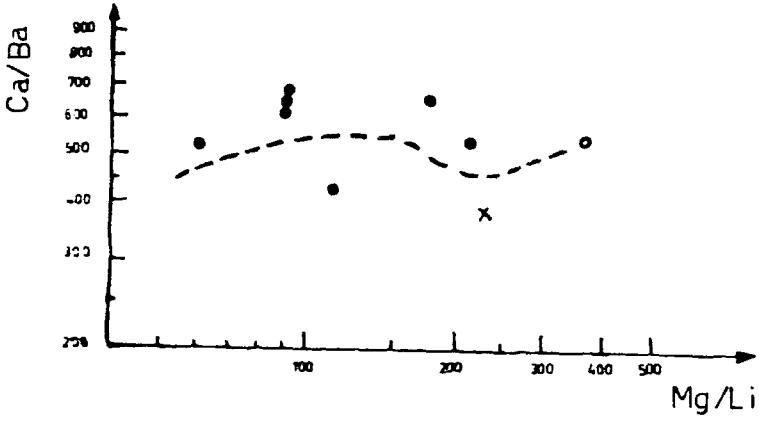
Numune No	Sr (ppm)	Ba (ppm)	Li (ppm)	Rb (ppm)
69.A	125	28	7.8	14
29.L	813	43	20.0	41

İz element ve ona bağılı ana element arasındaki oransal değişim özellikle magmanın diferansiyasyonu ile kökeni arasında ilişkiler kurmaya yardımcı olmaktadır. Bu oransal değişimin logaritmik olduğu yapılan araştırmalar sonucu ortaya konmuştur (Bürküt, 1980, 56). Felahiye-Çukur bölgesi siyenitik kompleksine ait kayalar- lardaki bu değişimi belirlemek için yapmış olduğumuz çalışmada Ca/Ba ve Mg/Li oranı ile Ca/Sr ve K/Rb oranlarını şekil.22 ve şekil.23 deki grafiklerle ifade ettik. Sonuçta Ca/Ba ve Mg/Li oran- ları değişiminin pek muntazam olmasada granodioritten itibaren , fraksiyonel olarak eksilen oranda alkali siyenit ve feldispatoidli siyenite doğru diferansiye olduğunu, muntazamlığın muhtemelen kalker asimilasyonu sonucu (heterojen kalsiyum dağılımı nedeni ile) bozulduğunu ortaya koymaktadır. Aynı gözlem Ca/Sr ve K/Rb ara- sındaki değişimde de görülmektedir. Yalnız eğrisellik burada biraz daha belirgindir.

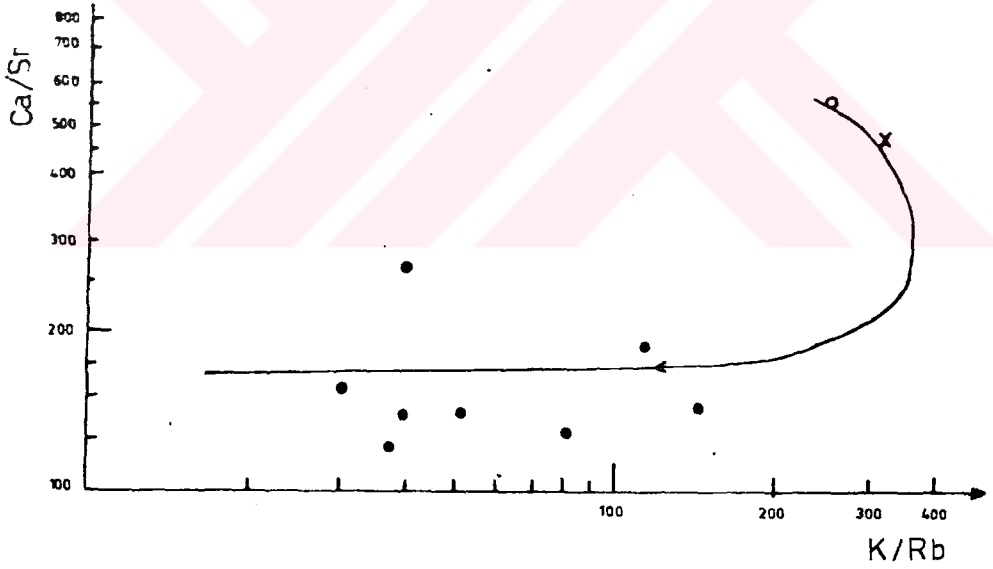
Bu arada Mg/Li ve K/Rb oranlarının özellikle feldispatoidli siyenitlerde oldukça düşük rakamlara ulaşması, bir anlamda muhte- melen pnömatojen evre başlarında potasyum getirimi ile ilgilidir. Bunun destekleyicisi pek çok yerde özellikle magmatik kayalar içinde tespit edilen fluor getirimidir (feldispatoidli ve alkali siyenitlerde fluoritin bulunuşu).

Ayrıca azda olsa cevher getirimi (pirit, kalkopirit, sfalerit ve galen) pnömatojen evreyi hidrotermal evrenin takip ettiğini gösterir.

Ulaşılan sonuçlar, petrokimyasal hesaplama sonuçlarına, petrografik bulgulara ve jeolojik gözlemlere tamamen uygun düşmektedir.



Şekil.22 Çukur siyenitik kompleksine ait kayaçlardaki Mg/Li , Ca/Ba diyagramı.



Şekil.23 Çukur siyenitik kompleksine ait kayaçlardaki K/Rb , Ca/Sr diyagramı.

Tablo.13 Çukur Siyenitik Kompleksine ait kayalarındaki iz elementlerin dağılımı

Numune No	% Ca	Sr (ppm)	Ba (ppm)	Ca/Sr	Ca/Ba	% K	Rb (ppm)	K/Rb	% Mg	Li (ppm)	Mg/Li
Ö.3	1.74	65	34	268	512	8.22	200	41	0.09	15	60
Ö.4Y	2.29	188	36	121	636	8.09	2200	37	0.09	10	90
Ö.5Y	1.74	125	32	139	544	6.89	1700	41	0.18	85	211
4	4.11	250	30	164	685	8.50	2800	30	0.13	14	90
40	1.92	130	45	148	426	0.81	56	145	0.96	85	113
40.A	2.27	120	35	189	649	3.45	300	117	0.58	36	161
83	1.84	126	30	146	613	4.09	800	51	0.70	79	88
ALKALI SIYENİT	1.56	60	40	260	390	7.87	225	348	0.27	12	225
GRANO DIORİT	1.46	30	26	487	562	2.79	100	279	0.07	2	350

Özellikle bu bölümde elde edilen sonuçları kısaca özetleyecek olursak:

1- Metamorfikleri oluşturan gnays, mikaşist, kuvarsit ve mermerlerin kontak zonlarına yakın olan bölgelerde CaO , Fe_2O_3 , FeO ve MnO değerlerinde bir artma görülmektedir.

2- Gnays, mikaşist ve kuvarsitler de La Roche (1968) diyagramlarında gra ortamına düşmektedir. Kısmen şeyllere doğru bir uzanım göstermektedir.

3- Metamorfik kayalar PARA kökenlidir

4- Jeolojik, petrografik ve petrokimyasal sonuçları birlikte göz önüne alacak olursak, metamorfik kayaların asit bileşimle ortamdaki oluşmuş sedimentlerin metamorfizması sonucunda olduğunu kabul edebiliriz.

5- Mağmatik kayalar genellikle, alkalice normalden biraz daha zengin magmaya tekabül ederler.

6- Alkalın oldukları belirlenen kayaların aslında kalkalkalin olduğu belirlenmiştir. Mevcut granodioritik kayalar ise subalkalin bölgeye düşmektedirler.

7- Kalkalkalin kayaların tümünün salık bölgeye düşmesine rağmen, granodioritik kayaların peraltemik bölgeye düştüğü görülmüştür.

8- Mağmatik kayaların diferansiyasyon esnasında büyük değişikliğe uğradığı gerek petrolojik, gerekse jeokimyasal verilerle saptanmıştır.

9- Mağmatik kayaların oluşumu normal diferansiyasyon seyrini izlemekle birlikte, zaman zaman kristalleşme esnasında süreksizliklere maruz kalmıştır.

10- Mağmatik kayaları oluşturan magmanın kökeninin kesin olmamakla birlikte, mantoya yakın SIAL'itik kökenli olduğu kanısına varılmıştır.

9. SKARN VE PETROLOJİSİ

Petrografide skarn terimi bilindiği gibi, intrüsf magmatik kayalar ile kontak oluşturan karbonatlı kayalar arasındaki reaksiyonlar sonucunda ortaya çıkan cevherli, metasomatik kalsilikatlar için kullanılmaktadır.

Bugün skarn oluşumuna neden olan görüşlerin en geçerlisi, metasomatik yol ile teşekkül tarzıdır (Goldschmidt, 1958). Skarnlar karbonatlı kayaların kimyasal bileşimlerine bağlı olarak mineral parajenezlerini kendilerine göre oluşturlar.

Çalışma bölgesinin sınırları içerisindeki bölgede önemli bir yer işgal eden skarnlardan yapılan analizler Tablo.14 ' de verilmiştir. Bu tablo verileri ile oluşturulan ve elementsel mukayeseyi ortaya koyan grafik ise Şekil.24'de verilmektedir. Yüksek orandaki manyetit ve hematit cevherleşmesinin yanı sıra, silikatlı skarn mineralleri olarak epidota her zaman raslanmaktadır. Olijiste daha çok Çomaklı Tepe 'nin Tuğlaşah'a bakan yamaçlarında raslanmıştır. Tablo.14'de görüldüğü gibi % 50 Fe_2O_3 içeren numunelerde mevcuttur (Num.No 190).

Skarnlarda genel olarak egemen olan renk kırmızı ve onun tonlarıdır. Skarnlar yer yer mermer ve gnayslar içerisine doğru gelişim göstermektedirler. Çukur skarnlarını oluşturan esas mineraller kalsit, epidot, grüna ve bunlarla birlikte sık raslanan klorit (Foto.26), çatlaklar boyunca mor-beyaz renklerde (Tabii Işıktaki) her zaman kolaylıkla tanınan fluorittir. Cevher mineralleri olarak manyetit, hematit, olijist, pirit ve siderit diğer silikatlı minerallere eşlik etmektedir.

Skarnlarda ana elementlerin topluca % SiO_2 'ye göre dağılımı Şekil.24'de izlenmektedir. % 38-48 SiO_2 ' içeren bölgede Na_2O , FeO , Fe_2O_3 ve Al_2O_3 değerleri birbirleriyle orantılı olarak artış gösterirken, genelde % SiO_2 'nin artmasıyla azalma gösterir.

Alkali elementlerin skarnlarda 31.A nolu numune haricinde etkinliği yok denebilecek kadar azdır. Al_2O_3 'ün azalmaya başladığı yerde CaO ve Fe_2O_3 artmaktadır.



Foto.26 Çukur skarnlarındaki ışınal klorit kristalleri
(Num.No 0.6), X 3.2 .

Sonuç olarak CaO ve Fe_2O_3 'ün, Al_2O_3 ve MgO 'nun aleyhine geliştiği kesin olarak belirtilebilir. Tüm bu artış ve azalış ile ilgili beraberliklerin jeolojik koşullara bağlı olduğu kadar, skarn oluşumunu kontrol eden fiziko kimyasal koşullarada bağlı olduğu kanısındayız.

Pirolusit:

İnceleme alanındaki Çomaklı Tepe-Ginigini Tepe ve Kalecik Tepe-Tavşan Tepe arasındaki bölgeler en yoğun mangan kontaminasyonunun görüldüğü sahalaradır. Sahada raslanan yegane mostra Hayriye-Çukur arasındaki Aşşeler Deresi'nde bulunmaktadır.

Mostra veren mangan cevherinin toplam kimyasal analizi yapılmış ve X ışınları difraktometresinde yapılan çalışmalar sonucunda " Pirolusit" olduğu saptanmıştır.

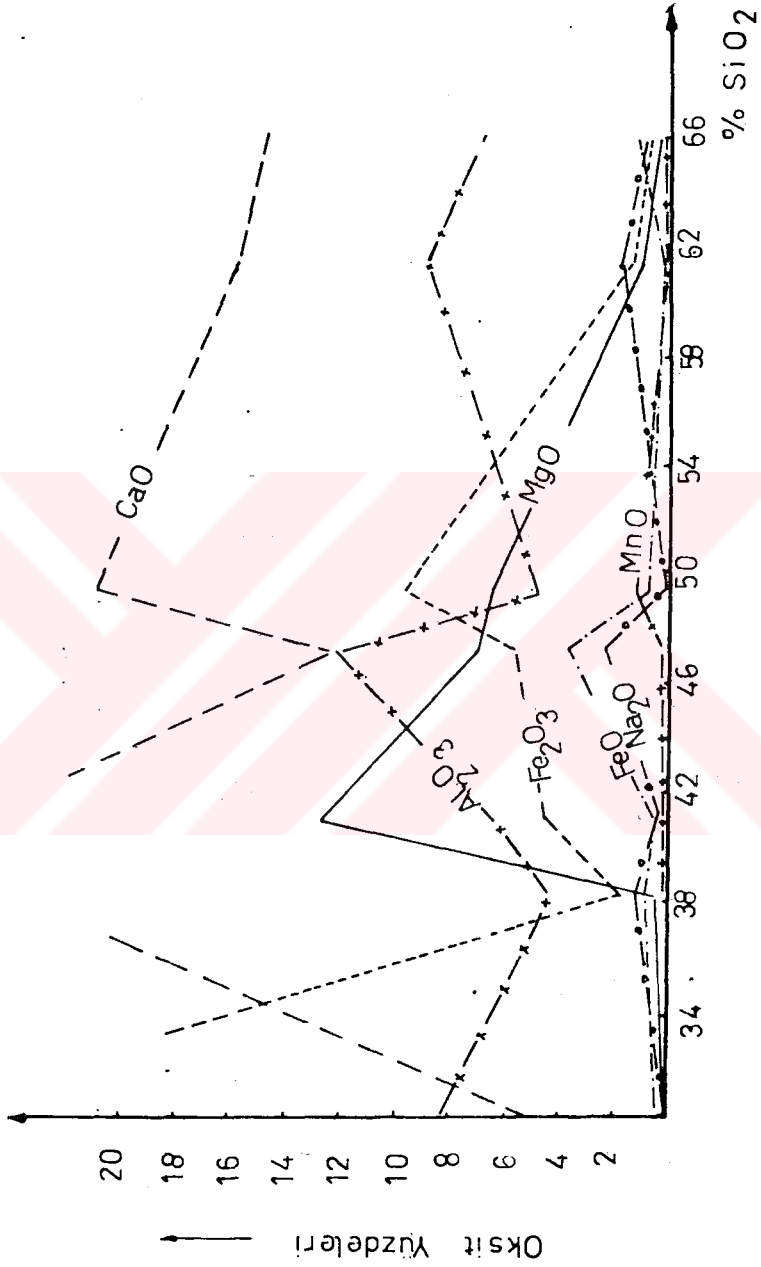
Pirolusitin 20 değerleri olarak 28.50 , 37.50 ve 2d değerleri olarakta 3.13 ve 2.41 bulunmuştur (Teorik pirolusitin 2d değerleri 3.14 ve 2.41'dir).

Bahis konusu pirolusit oluşumunun yapılan kimyasal analiz sonucunda % 29.04 MnO (% 22.5 Mn) ve oldukça yüksek oranda silis (% 67.80 SiO₂) içerdiği anlaşılmıştır.

Kontak zonuna yakın bölgelerdeki kristalize kalkerler arasında Foto. 27'de görüldüğü gibi pirolusit detritik bir yapı göstermektedir



Foto.27 Kristalize kalkerler arasında detritik yapı gösteren pirolusit.



Sekil 24 Skarnlarda SiO₂'e göre Oksitlerin Değişimi

Tablo.14 Skarna ait numunelerin kimyasal analizleri

K İ M Y A S A L M İ T L E R S İ T İ M												
S K A R N Z O N U												
Num.No	0.6Y	0.6K	22	28	31.A	190	191	19				
SiO ₂	67.84	61.50	11.62	41.45	47.11	30.00	49.40	38.65				
TiO ₂	0.24	0.07	0.05	-	1.19	0.30	0.11	0.19				
Al ₂ O ₃	6.92	9.00	2.96	6.53	12.30	8.60	4.80	4.61				
Fe ₂ O ₃	0.85	1.26	0.60	4.46	5.82	50.54	9.92	1.76				
FeO	1.01	0.64	0.42	0.52	2.90	0.39	0.79	0.18				
MnO	0.06	0.22	0.21	0.25	0.17	0.44	0.91	0.10				
MgO	0.49	1.23	0.57	12.61	7.00	-	6.54	0.64				
CaO	14.14	15.52	50.82	29.08	15.00	5.08	23.26	32.63				
Na ₂ O	0.27	0.81	-	0.81	3.12	0.47	-	-				
K ₂ O	1.05	1.50	0.14	0.11	2.08	0.17	0.22	0.80				
P ₂ O ₅	0.01	0.01	-	-	0.01	-	-	-				
H ₂ O	2.35	2.67	2.40	4.15	3.03	3.98	3.80	2.25				
K.Z.	5.65	5.43	30.21	-	-	-	-	18.80				
TOPLAM	100.88	99.86	100.00	99.97	99.73	99.97	99.75	99.81				

10. ÇUKUR . SİYENİTİK KOMPLEKSİNİN KÖKENİ

Özellikle feldispatoid içeren kayalar ilginç mineralojik bileşimleri ve ender olarak raslanmaları nedeni ile, bunların oluşum ve kökenleri öteden beri birçok petrolojistin dikkatini çekmiş ve yoğun araştırma konusu olmuştur. Bu kayaları oluşturan magmanın ortaya çıkışı konusunda da farklı gözlemlere dayanarak farklı görüşler ortaya atılmış ve bu görüşler laboratuvar çalışmaları ile kanıtlanmaya çalışılmıştır. Örneğin kristalizasyon ile alkali bazaltik magmanın diferansiyasyonu, kalker sinteksişi veya kabuğa ait kayaların diferansiyel ergimesi gibi hipotezler ile feldispatoidli kayaların kökenleri açıklanmaya çalışılmıştır.

Daly(1933) ile ortaya atılan ve daha sonra Shand(1943) ile daha önem kazanan bir görüşe göre asit karakterli granitik magma kalkerler arasında intrüzyon yaptığı zaman, kalker asimilasyonu sonucu oldukça yoğun kalsiyum, magnezyum, demir silikatlar oluşmakta ve bu mineraller magma içerisinde daha derinlere dalmakta ve sonuç olarakta bu olayların olduğu bölge desilisifiye olmakta, yani geriye feldispatoid oluşumuna uygun bir ortam kalmaktadır. Ancak Tilley(1958)(29), bu mekanizma ile feldispatoidlerin gelişimi için inandırıcı saha kanıtlarının kalkerler ile magmatik kayalar arasındaki reaksiyonun dar zonları ile sınırlandırıldığını belirtmektedir. Feldispatoidli siyenitlerin sadece kalkerlerin bulunduğu sahalarda oluşmadığını belirten Bowen(1933)(48), "Bu tür kayaların ortozun aykırı ergimesi ile lösitin oluşması ve bakiye ergiyiğin silisce zenginleşmesi sonucudur" demektedir. Ortaya attığı bu görüşü laboratuvar çalışmaları ile kanıtlamaya çalışan yazar, daha sonra SiO_2 - NaAlSiO_4 - KAlSiO_4 ve SiO_2 - KAlSi_2O_6 - $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ sistemlerini incelemiş ve nefelinin hangi fiziko kimyasal koşullar altında oluşabileceği konularını ortaya koymuştur. Daha sonraları temelde diferansiyasyon teorisini esas alan bu sistemlerde çeşitli araştırmacılar tarafından yeniden ele alınarak düzeltmeler yapılmıştır(Schairer, 1950)(29).

Söz konusu kayaçların oluşumunun açıklanması için ortaya atılan hipotezlerden biride diferansiyel ergime olayıdır. Buna göre derinlerde yer alan kompleks mineraller(amfibol, piroksen v.b...) sınırlı bir dekompozisyona uğrarlar. Bunun nedeni çoğunlukla basınçlardır. Özellikle toleyitik magma böyle bir olaya uğrarsa, ijonit ve nefelinli siyenitlerin oluşumunu sağlayan magma türlerinin ortaya çıkmasını sağlayabilir. Allen ve Charsley (1968)(55), bu görüşün feldispatoidli alkalin kayaçların bazı belirli küçük bölgeler için geçerli olabileceği ve genellemenin doğru olmayacağı inancındadır.

Bu konuda bir diğer görüş, Greenville serisinin(Ontario-Kanada) incelenmesi sırasında ortaya çıkmıştır. Bu bölgede 160 km. uzunluğundaki bir saha üzerinde oluşmuş, nefelin ve korendon içeren kayaç kütleleri üzerinde çalışılmıştır. Bu formasyonlar metasomatik yolla teşekkül etmişler ve olayada " Nefelizasyon " adı verilmiştir. Sodyum getirimi Prekambrien yaşı bir granit aittir. Burada özellikle plajiyoklazların yerine nefelinin geçişi belirgin olarak izlenebilmektedir. Alkali metasomatizm kısıtlı olsa bazı yörelerde fenitleşme olayları şeklinde görülebilmektedir. Fenit adı verilen bu oluşumda aslında, alkali feldispat, ejirin, mavi amfibol içeren siyenitlerdir. Bazı karbonatit komplekslerinin bulunduğu yörelerde(Örneğin Afrika'da) feldispatoidli kayaçlar bunlar tarafından çevrelenirler. Bunlarla birlikte alkali bazik kayaçlar, ijonit hatta tuvinit(% 75-95 nefelin + % 5-25 Kalsit) gibi bazı özel tür kayaçlarda görülmektedir.

Tüm bu çalışmaları dikkate alarak eleştiride bulunan Allen J. ve Charsley T.(1968)(55), " Birçok nefelinli siyenitlerin hipersolvus karakterli sistemin subsolvus şartlar altında tekrar kristallenmeye neden olan tektonik aktivite veya daha sonra oluşan metamorfizma ve metasomatizm ile belirsizleştiğini " vurgulamaktadır. Ayrıca bu iki petrografın, " bütün fonolitlerin magmadan kristalize olduğunu fakat, nefelinli siyenitlerin bütünüün diğer kayaçların metasomatik transformasyonu ile ortaya çıkabileceği " konusunda küçüğe olsa şüpheleri bulunmaktadır.

Feldispatoidli siyenitik ve granodioritik kayaçların birlikte oluşum gösterdiği Çukur bölgesi magmatik kayaçlarının kökeni konusunda kesin birşey söylemek zor da olsa, petrolojik, petrokimyasal ve saha çalışmaları sonunda elde edilen bilgilerden, tek bir magmanın yer yer kesintiye uğramakla birlikte diferansiyasyon geçirdiği söylenebilir. İncelenen alanda asit ve nötr kayaçların birlikte bulunmalarını açıklarken, akla ilk gelen olasılık, şüphesiz iki magmanın varlığının kabulüdür. Fakat kanımızca bu verilere dayanarak en uzak bir olasılık olarak görülmektedir. Bölgenin Çukur dışında kalan sahalarında ayrıntılı incelemesi yapıldığında hiçbir yerde magmatik kayaç gurublarının birbirlerini kestiği görülmemiştir. Olayı bizce şöyle açıklamak olasıdır: Kalker asimilasyonu sonucunda muhtemelen granodioritik bileşimdeki büyük bir magma kütlesi üst kısımlarda desilisifiye olmuş ve kısmen siyenit bileşimine geçmiştir. Siyenitlerde gröna ve ejirin, altere olmuş ve yer yer dönüşüm gösteren nefelin bulunmaktadır. Bu da bize katılaşmadan hemen sonra alkali metasomatoz olaylarının yuku bulduğu ve özellikle potasyum içeriği yüksek pnömatoлиз feldispatoid gurubu minerallerin ortaya çıktığını göstermektedir. Cevherleşme olayları da bunun bir diğer kanıtıdır. Magmatik kayaçların mermerlerle olan kontaklarına yaklaştıkça, gröna, sfen, tremolit gibi kalsiyumlu silikatlı minerallerin varlığının artması, magma ile kalkerler arasındaki karşılıklı bir alışverişin iyi birer örnekleridir. Bu görüş Daly(1930), Hughes(1942) ve Shand(1939) ile uyum göstermektedir.

Sonuç olarak, oldukça komplike olayların cereyan ettiğini belgeleyen petrolojik verilerin bulunduğu Çukur bölgesi siyenitik kompleks aslında daha derinlerde varlığına inandığımız büyük bir granodioritik plütomun apofizleridir.

11. ALKALİN VE FELDISPATOİDLİ KAYAÇLARIN EKONOMİDEKİ YERİ

Magmatik kayaçların birçoğunun esas mineralleri olan feldispatlar Dünya'da en çok raslanan mineral gurublarıdır. Alkali feldispatlardan ortoz ve albit yüksek oranda alkali içermektedir. Alkali feldispat ve albit akıcı, akışkan özelliğinden dolayı cam ve seramik sanayi için çok önemlidir. Cam sanayiinde de

kullanılan feldispatlar Sovyet Rusya'da alüminyum üretimi için kullanılmaktadır.

-1930 Yılından beri Kanada'da ve 1950 yılından beride Norveçte üretimi yapılmakta ve Dünya piyasasına sunulmaktadır.Bugün nefelin alkali feldispatların yerine cam sanayine girmiştir.

-Üretim oranlarına göre nefelinli siyenitlerin en büyük kullanım alanı cam endüstrisidir.Yapılan satışların % 65'ini oluşturmaktadır.Cam yapımında karışım içerisinde akışkanlığı sağlayan nefelinli siyenit,genellikle ağırlık olarak camın % 5-15 ini oluşturur.

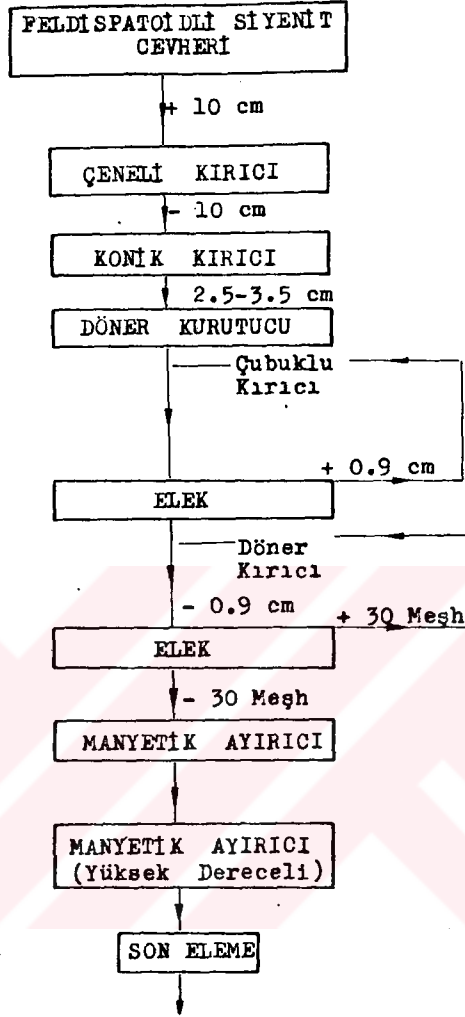
-Alümina içeriği keza stabilizer olarak iş görmektedir.Düzgün cam üretebilmek için nefelinli siyenite gereksinme vardır.Yiyecek,bira,kımya,tıp amacı ile kullanılan şişelerin üretiminde nefelinli siyenitler az oranda da olsa presleme ve kırılma işleminde kullanılmaktadır.

-Cam yünü (Fiberglass) üretiminde kullanılan nefelinli siyenitlerde bulunan demir içeriği az da olsa bazen güçlük çıkarmaktadır.Cam yünü üretiminde normal olarak B tipi (Tane boyutu - 30, + 200 meşh arasında) ürün kullanılmaktadır.

-Tane büyüklüğü 10 minex (% 99 'u 10 mikrondan küçük),2 Minex(200 meşh)'e göre sıralanmış minex serisi içerisinde 5 temel ürün pazarlara sunulmaktadır.Bu ürünler boya,plastik dolgu ve lastik sanayinde önemli oranda tüketilir.Boyacılıkta minex parlaklık,karışım değerleri,iyi dağılım,PH,kalıcılık karakteristiği gibi özellikler kazandırır.Dış boya maddesi olarak sağladığı katkıda Florida'da yapılan testlerle kanıtlanmıştır.

-Plastik minex PVC'de olduğu gibi aynı refraktive indeksine sahiptir.Enerji maliyeti ve elde edilmesindeki gelişmeler,bugün boya ve plastik endüstrisinin özünü değiştirmekte,yeni ve değişik mineral doldurucuların yaratılması şansını doğurmaktadır.

-Cam endüstrisinde bir alüminyum kaynağı olarak kullanılan feldispatik kumlar,aplit ve feldispatlar ile nefelinli siyenitler rekabet halindedir.



CAM SANAYİ İÇİN FELDSPATOİDLİ
SİYENİT (Nefelinli Siy.)

Şekil.25 Blue Mountain, Ontario (KANADA), International Mineral and Chemical Corp. ait işletmelerde cam üretiminde kullanılan nefelinli siyenitlerin Cevher Hazırlama Akım Şeması. (Allen, Charsley)(1968)(55).

-Seramikcilikte nefelinli siyenitler feldispatların yerini almak üzeredir.

Nefelinli Siyenit Üretiminin Derecelere Göre Sınıflandırılması

Ürün	Normal Boy	Kullanım Sahası
30 Meş A Derece	-30,+200	Cam Sanayi
40 " " "	+40,+200	" "
30 " B "	-30,+200	Cam Yünü
Seramik Derecesi	-200,-325,-400	Seramik
Dolgu Derecesi	-200,-325,22 Mikron	Dolgu

Ayrıca değişik boyutlarda kullanılabilen nefelinli siyenitler Demir-Çelik endüstrisinde akışkanlığı sağlamak amacıyla yüksek fırınlarda kullanılabilmektedir.

Değişik birçok alanda kullanılabilme olanağı olan feldispatoidli siyenitlerin (nefelinli siyenit) cevher hazırlama açısından üretim yöntemleri birbirlerine çok yakındır.Yüksek demir içeriği olan feldispatoidli siyenitlerin cevher hazırlama yöntemleri uygulanarak demir oranını % 0.07 Fe'nin altına indirilmesine çalışılmaktadır.Bu konuda Dünya'nın önde gelen Kuruluşlarından International Mineral and Chemical Corp.(Kanada)'nın cevher hazırlama akım şeması Şekil.25' de verilmektedir.Yine bu konuda çalışan bir diğer kuruluş IMC(Kanada)'nin cevher hazırlama yöntemi hemen hemen aynı olup,yalnızca ayrıntılarda farklılık bulunmaktadır.

12. SONUÇLAR

1.Çalışma bölgesinin Yozgat J 35-d₂,d₃,c₁ ve c₄ paftalarına düşen,yaklaşık 100 km² lik bir alanın 1:25 000 ölçekli jeolojik haritası yapılarak bölgenin jeolojisi ve stratigrafisine katkıda bulunulmuştur.

2.Bölge metamorfik kayalar 4 guruba ayrılmıştır.Bunlar,

- 1.Mermerler,
- 2.Kuvansitler,
- 3.Mikaşıtlar,
- 4.Gnayslar.

3.Siyenitik Kompleks diye adlandırılan magmatik kayalar 3 guruba ayrılmıştır.

- 1.Granodioritler,
- 2.Alkali Siyenitler,
- 3.Feldispatoidli Siyenitler.

4.Literatürlerde Nefelinli Siyenit diye adlandırılan kayada,nefelin bulunmakla birlikte,bu mineralin geniş çapta altere olduğu ve bu sırada oluşan alkali metasomatoz (özellikle potasyum metasomatizmi) sonucu kayada oldukça yaygın bir serisitleşmenin(muskovitleşmenin) meydana geldiği saptanmıştır.

5.Magmatik kayaların büyük bir kısmında ikincil kalsite genellikle raslanılmaktadır.

6.Magmatik kayaların modal analizi yapılarak,Tröger üçgen diyagramında granodioritten alkali siyenitlere ve monzonitlere doğru bir yönelim gösterdikleri saptanmıştır.

7.Yapılan kimyasal analiz,Niggli Parametreleri,C.I.P.W. normu ve iz element çalışmaları sonucunda,siyenitik magmanın diferansiyasyon geçirdiği,fakat zaman zaman süreksizliğe uğradığı görülmüştür.

8.İz element analizleri inceleme sonuçları,petrokimyasal hesaplara,petrografik bulgulara ve jeolojik gözlemlere uygun düşmektedir.

9.Alkali siyenitlerin mermerlerle olan kontaklarında galen,pirit,pirotin ve kalkopirit mineralleri bulunmaktadır. Alkali siyenitlerde yer yer cevherleşme görülmüştür.

10.Mağmatik kayaçların asit bileşimden-Nötür bileşime doğru bir geçiş gösterdiği belirlenerek,feldispatoidli kayaçların kalker asimilasyonu ve alkali metasomatozu sonucu ortaya çıktığı kuvvetli bir olasılık olarak görülmüştür.

11.Mağmatik kayaçlar içinde saptanan fluor getirimi(fluoritin bulunuşu) ayrıca azda olsa cevher getirimi(pirit,kalkopirit, sfalerit ve galen) pnömatojen evreyi,bunu izleyen hidrotermal evrenin vuku bulduğunu gerçeeklemektedir.

12.Hayriye'nin Batısında mostra veren fluorit sahasında ayrıntılı inceleme yapıldığında,ekonomik öneme sahip cevher bulunabileceği kanısına varılmıştır.

13.Büyük Toraman Nahiyesi civarında yaklaşık 30 km² lik bir alanda 1.25-1.50 m. kalınlığındaki tüfler geniş çapta yapı elemanı olarak kullanılabilir.Bugün yöre halkıda kısmen bu amaçla söz konusu kayaçları kullanmaktadır.

14.Kontak metamorfizma ile oluşan skarnın yapılan jeolojik çalışmalar sonucunda,Çomaklı-Ginigini Tepeleri arasındaki sahadan başlayarak,Batiya doğru uzanan geniş bir zon meydana getirdiği görülmüştür.Bu zonda % 50.54 Fe₂O₃ içeren manyetit, hematit örnekleri bulunmaktadır.Başlıca skarn mineralleri olarak epidot,gröna ve tremolit gözlenmiştir.

KAYNAKLAR

1. HAMILTON., "On the Geology of a Part of Asia Minor Between the Salt Lake of Kodjhissar and Caesare Cappadocia", Transaction Geological Society 1,5,583-587,London,(1840).
2. FRECH,F., "Der Vulkanismus Kleinasies und Sein Verhaltnis zum Gebirgsbau" Peterm.Mittl.60 (1914).
3. TCHIHATCHEFF,P., "Asie Mineure" Paris,(1866-69).
4. CHAPUT,E., "Voyages d'etudes Geologiques et Geomorphogeniques en Turquie" Paris,(1936).
5. BARTSCH,G., "Das Gebiet des Erciyes Dağı und die Stadt Kayseri in Mittel Anatolien", Geographische Ges.87-202 (1935).
6. LAHN,E., "Orta Anadolu'nun Jeolojisi Hakkında", T.J.K. Bülteni C.II , No 1 , Ankara (1940).
7. TÜMER,T., "Kayseri-Felahiye İlçesi Badanlık (Porselen) Refrakter Kil Yatağının Etüdü" M.T.A. Yay.Kayıt No.6303, Ankara, (1978).
8. KETİN,İ., "Türkiye'de Mağmatik Faaliyet" T.J.K.Bülteni, Cilt VII sayı.2 , S.4-15 Ankara,(1961).
9. EMİN,İ., "Türkiye Jeolojisi", O.Đ.T.Ü. Müh.Fak.Yay.No 51 s.8-11 ,Ankara (1976).
10. YALÇINLAR,İ., İZBİRAK,R., "Kayseri'nin Kuzeyinde Üst Miosene ait Omurgalıları" T.J.K. Bül.C.11 S.1, S.151-154 (1951).
11. BAYKAL,F., "Historik Jeoloji" İ.Ü.Fen Fakültesi Yay.No 127 (1974).
12. AYAN,M., "Çiçekdağı-Kaman Arasındaki Kristalin Taşların Petrografik ve Mineralojik Etüdü" Doktora Tezi.Nancy Fac.Sc. Univ. 396-398 , (1959).
13. YAVUZ,E., "Orta Anadolu Masifinin Metamorfizması Üzerine Yapılmış Çalışmalardan Varılan Sonuçlar " İç Anadolu Jeolojisi Sempozyumu, T.J.K. s.9-11 ,(1981).
14. KETİN,İ., "Türkiye'nin Orojenik Gelişmesi" M.T.A. Dergisi, s.53 , Ankara ,(1959).

15. ERCAN, T., DİNÇEL, A., GÜNAY, E., "Uşak Volkanitlerinin Petrolojisi ve Flaka Tektoniği Açısından Ege Bölgesi Yeri" T.J.K. Bül. C.1122, sayı 2, s.191-193, (1978).
16. BRINKMANN, R., "Geology of Turkey", Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart, s.153 , (1976).
17. LAHN, E., "Kızılırmak-Yeşilirmak Arasındaki Mıntıkanın Jeolojik Kesiti" M.T.A. Yay.No (1026), (1940).
18. KRAEFF, A., PASQUARE, G., "Kayseri İlinin Kuzey Kesimindeki Çukurköy'de Nefelin İhtiva Eden İndifai Kayaçlar" M.T.A. yayını, s.66, say.121-125, (1966).
19. SAĞIROĞLU, G., ÇOĞULU, E., "Polarizan Mikroskopta Minerallerin Tayini", İ.T.Ü. yay. s.s71, (1972).
20. COX, K., PRICE, N., HATE, B., "Crystals Minerals and Rocks" Mc Graw Hill, New YORK , (1967).
21. HEINRICH, E., "Microscopic Identification of Minerals", Mc Graw Hill, New YORK, (1965).
22. CHARLOT, G., BEZIER, D., "Quantitative Inorganic Analysis" Methuen and Co.Ltd. (1957).
23. DEAN, J., "Flame Photometry", Mc Graw Hill (1961) .
24. HORTSMAN, E.L., "Flame Photometric Determination of Li, Rb, and Cs in Silicate Rocks", Anal.Chem.Vol.28, No 9, s 1417-1418, (1956).
25. SANDEL, E., "Colorometric Determination of Trace of Methals", Interscience Pub.Co. (1957).
26. BURRIEL, M.F., RAMÍREZ, M.J., "Flame Photometry" Elseveir Pub.Co. (1957).
27. RITTMAN, A., "Stable Mineral Assemblages of Igneous Rocks", P.9-10-24 , New YORK , (1973).
28. PLATEN, V., "Kristallisation Granitiseher Schmelgen Seitr Mineralogie und Petrographie", Vol.11 s.334-381 (1965).
29. BÜRKÜT, Y., "Teorik Magmatik Petrolojiye Giriş", İ.T.Ü. Yay. Sayı 945, s 249-258, (1973).

30. THORNTON, C., TUTTLE., "Chemistry of Igneous Rocks" Part 1, *Amer. Jour. Scien.* 258, 660-670, (1960).
31. KUNO, H., "Lateral Variation of Basalt Magma Across Continental Margins and Island Arcs." *Geol. Surv. Paper* 40-60, Canada, (1966).
32. IRVINE, T. N., BARAGAR, W. R. A., "A Guide to the Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks" *Canada Jour. Earth Scien.* 8, 520-535, Canada, (1971).
33. TYRRELL, G., "Classification and Age of the Analcite-Bearing Igneous Rocks of Scotland" *.Geol. Mag. IX*, 252-258, London, (1978).
34. STONEL, R., ANDERSON, G. M., "Rare Earth Element Distributions in Nepheline Syenites", *Haliburton-Bancroft-Ortario. Amer. Geophys. Union Vol. 58*, no 6, 533, Canada, (1973).
35. BÜRKÜT, Y., "Petrografi", *i. T. Ü. yay.* s 801, 42-43, (1970).
36. TYRRELL, G., "The Principles of Petrology". Chapman and Hall, 114-120, London, (1978).
37. SORENSSEN, H., "Alkaline Rocks", John Wiley, 391-400, 402-411, London, (1974).
38. SAHU, K. N., "Petrological Observations on Nepheline Syenites of Baradangua", *Jour. Of the Geol. Socie. Of India. Vol 17*, 484-489, India, (1973).
39. GEISS, P. H., "Nepheline Syenite on Stjernoy, Northern, Norway" *Economic Geology*, V. 74, 1286-1295, (1979).
40. HEIER, K. S., "Layered Gabbro, Hornblendite, Carbonatite and Nepheline Syenite on Stjernoy". *Norsk Geol. Tidsskr.* 41. 103-156, Norway, (1961).
41. BÜRKÜT, Y., "Uygulamalı Jeokimya" *i. T. Ü. yay.* S 1071, (1975).
42. BARTH., "Theoretical Petrology", John Willey, p, 416, New YORK, (1959).
43. BURRIE, C., "Petrochemical Calculations Based on Equivalents", *Israel. Prog.* (1959).

44. ÇOĞULU, E., "Gümüşhane-Rize Bölgelerinde Petrolojik ve Jeokronolojik Araştırmalar", İ.T.Ü. yayını, 1034, s. 63-70, (1970).
45. UZ, B., "Akdağ Simav Masifi Granitlerinin Jeokimyasal Evrimi ve Granitleşme Sorunu", TÜBİTAK VI. Bilimsel Kong. s. 211-228, (1977).
46. LUMBERS, S.B., "Omphacite-Bearing Nepheline Syenite in an Anorthositic Complex, Greenville Province of Ontario". Geol. Assoc. Canada Vol. 1, 573 (1976)
47. ERCAN, E., DİNÇEL, A., GÜNAY, E., "Uşak Volkanitlerinin Petrolojisi ve Plaka Tektoniği Açısından Ege Bölgesindeki Yeri". T.J.K. Cilt 22, Sayı 22, 191-193, (1979)
48. BOWEN, N.L., "The Evolution of the Igneous Rock", Dover Public. New YORK, 234-268, (1956)
49. EDGAR, A.D., DAGBERT, M., "Agpaicity Revisited, Pattern Recognition in the Chemistry of Nepheline Syenite Rocks", Vol 41, 439-441, (1977)
50. EDGAR, A.D., "On the Use of the Term 'Agpaitic'", Mineralogical Magazine, June v. 39 729-730 (1974)
51. DANA, E., "A Textbook of Mineralogy", John Willey, New YORK, (1949)
52. DEER, HOWIE, ZUSSMAN, "Rock Forming Minerals", Vol. 4, Longmans Green and Co. Ltd. 232-239
53. FRIETSCH, R., PAPUNEN, H., VOKES, F.M., "The Ore Deposits in Finland, Norway and Sweden", Economic Geology, Vol. 74 (1979)
54. HARBEN, P., "Nepheline Syenite-Indusmin and Marketa", Industry Minerals, September, Num. 144, 71-78, (1979).
55. ALLEN, J., CHARSLEY, J., "Nepheline Syenite and Phonolite" London, Her, Majesty's Stat. Office P. 13-19, (1968).
56. BÜRKÜT, Y., "İz Element ve Onlardan Yararlanma Olanakları" TÜBİTAK VII. Bilim Kongresi, S. 131-145, (1980).

TEŞEKKÜR

Ülkemizde yapılan jeolojik ve petrografik çalışmalar incelendiğinde, birçok bölgenin etüd edildiğinin görülmesine rağmen tes konusu olan sahanın A.Kraeff ve G.Pasquare(1966)(18) dışında ciddi bir etüdünün yapılmadığı anlaşılmıştır.

Literatürlerde de feldispatoidli siyenitler ve oluşumları hakkında pek fazla durulmamıştır. Bugün cam yünü, dolgu, seramik ve cam endüstrisinde oldukça fazla tüketilen, hatta yüksek fırınlara değin giren bu oluşumların incelenmesi ve dolayısı ile ülke ekonomisine katkıda bulunma, çalışmanın esasını teşkil eder.

Bu ilginç konuyu seçmeme yardımcı olan, bizzat saha çalışmalarına katılarak görüş ufkumu genişleten, laboratuvar, optik mineraloji, jeokimya çalışmalarında her zaman çok değerli yardımlarını esirgemeyen ve doktora çalışmalarımı ilgiyle yöneten değerli Hocam Prof.Dr.Yılmaz BÜRKÜT'e şükranlarımı ve minnet duygularımı sunarım.

Ayrıca mesleğe ilk adımımı attığım öğrencilik günlerimden beri tüm çalışmalarında yardımcı olan ve mesleğimi sevdiren Hocam Prof.Dr. Galib SAĞIROĞLU'na ve Mineraloji ve X ışınları çalışmalarında her zaman yardımcı olan Hocam Prof.Dr. Işık KUMBASAR'a teşekkürü bir borç bilirim.

İnce kesit çalışmalarında yardımcı olan Hocam Doç.Dr. Işık ÖZPEKER'e, Doç.Dr. Bektas UZ'a, C.I.P.W. programlarının hazırlanması ve yorumlanmasında yardımcı olan Doç.Dr. Atilla AYKOL'a, Doç.Dr. Kemal İNAN'a şükranlarımı sunarım.

Ayrıca çalışmalarım esnasında yardımcı olan Jeo.Yük.Müh. Fazlı ÇOBAN'a, Öğr.Gör. Ali MİLLİOĞLU'na, Kimya Müh. Tulin SAVCIOĞLU'na ve teknisyen Hacı YILDIRIM'a teşekkürlerimi bildiririm.

X Işını fluoresan cihazında çalışma olanağı veren ERDEMİR laboratuvarlar müdürü Kimya Yük.Müh. Doğu RODOPMAN'a ve Kimya Müh. Gıyas DEMİZ'e, 4 yıl boyunca saha çalışmalarım sırasında yakın ilgi ve alaka gösteren Çukur Nahiyesi halkına çok teşekkür ederim.

Eğer çalışmam, yer bilimine ve ülke ekonomisine bir katkıda bulunabilirse kendimi mutlu sayacağım.

Zonguldak, Şubat 1983

Orhan Mehmet SOLMAZ

ÖZGEÇMİŞ

Orhan Mehmet Solmaz 1954 yılında Gaziantep'te doğmuş, ilk ve orta öğrenimini Gaziantep'te, lise öğrenimini Sakarya'da tamamlamıştır. İ.T.Ü. Müh.Mim. Fak. Maden bölümünden 1975 yılında mühendis olarak mezun olduktan sonra, aynı yıl içerisinde 2 ay Etibank Mazıdağı Fosfat İşletmesinde proses mühendisi olarak çalışmıştır. 1975-77 Yılları arasında İ.T.Ü. Maden Fakültesinde Maden Yatakları dalında lisans sonrası (MMLS) öğrenimini tamamlamıştır.

1977-79 Yılları arasında Yedek subay olarak askerlik görevini ifa etmiştir. 1979 Yılında Zonguldak D.M.M.A. Maden Bölümüne (H.Ü. Zonguldak Mühendislik Fakültesi) asistan olarak girmiş ve aynı yıl İ.T.Ü. Maden Fakültesinde doktora çalışmalarına başlamıştır.

Evli ve bir çocuk babası olup, halen araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.

T. G.

**Yükseköğretim Kurulu
Dokümantasyon Merkezi**