

# NİĞDE, ELMALI GÜNEYİ S-TİPİ BİYOTİT GRANİTOİDLERİ VE ANKLAVLARININ PETROLOJİSİ

Hüseyin KURT\*, Kerim KOÇAK\*, Kürşad ASAN\*, Mustafa KARAKAŞ\*\*

\*Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü , Konya

\*\*MTA Orta Anadolu Bölge Müdürlüğü, Konya

Geliş Tarihi : 20.10.2005

## ÖZET

Biyotit granitoidler başlıca kuvars, biyotit, plajiyoklas, K-feldispat, muskovit nadiren amfibol içerirler. Tali bileşen olarak apatit, zirkon, allanit ve ikincil olarak klorit ve serisit içerirler. Anklavlar başlıca plajiyoklas, amfibol, ojit, biyotit, tali bileşen olarak sfen, zirkon ve ikincil olarak kalsit ve epidot minerallerini içerirler. Metalumino bileşimli anklav içeren, granitoidler S-tip granitlere ait kimyasal ve mineralojik özellikler gösterirler: peralumino (A/CNK oranı >1.15) bileşim ve muskovit minerali. Granitoidler büyük iyonlu litofil element (BİLE) ve hafif nadir toprak elementlerce (HNTE) zenginleşme ve ağır nadir toprak elementlerce fakirleşme (ANTE) sunarlar. Bu durum granitoidlerin kabuk ergimesiyle oluştuğunu, negatif Eu anomalisi ve büyük iyon litofil elementlerince zenginlik göstermeleri plajiyoklasların fraksiyonlaşmada etkisini göstermektedir. Anklavlarda büyük iyonlu litofil element (BİLE) zenginleşmesi, yüksek alan enerjili elementlerde (YAEE) fakirleşme, nadir toprak element (NTE) dağılımlarında yataya yakın desen vermeleri ve negatif Eu anomalisi göstermeleri, anklavların litosferik mantodan kaynaklandığını ve hornblend, plajiyoklasların fraksiyonlaşmada etkisini göstermektedir. Arazi, petrografik ve jeokimyasal verilere dayanarak, volkanik yay özellikli granitlerin mafik magmanın kabuğa sokulması ve muhtemelen kabuk kalınlaşması ile oluştuğu ve mafik magma ile fiziksel olarak karışarak anklavları oluşturduğu ileri sürülmüştür.

**Anahtar Kelimeler :** S-tipi Granitoid, Mafik anklav, Jeokimya, Fraksiyonel kristalleşme, Orta Anadolu

## PETROLOGY OF S-TYPE BIOTITE GRANITOIDS AND THEIRS MAFIC ENCLAVES, SOUTH OF ELMALI, NİĞDE

### ABSTRACT

Biotite granitoid contain mainly quartz, biotite, plagioclase, K-feldspar, muscovite as main phases with minor amphiboles, and apatite, zircon, allanite and chlorite and serisite as accessory components. In contrast, enclaves are composed mainly of plagioclase, amphibole, augite, biotite, with accessory sphene, zircon and calcite and epidote. The granitoids including enclaves with metaluminous composition, display chemical and mineralogical characteristics of S-type granitoids, such as peraluminous composition (A/CNK ratio mostly >1.15) and existence of muscovites. Granitoids are enriched in LILEs and LREEs, and depleted in HFSEs; suggesting that they were developed by crustal melting. Granitoid also have negative Eu anomalies and large ion lithophile element enrichment suggest crystal fractionation of plagioclase. Enclaves are enriched in LILEs and depleted in HFSEs and show flat REE pattern with large negative Eu anomaly, suggesting they were derived from enriched lithospheric mantle, with possible crystal fractionation involving plagioclase and amphibole. Based on field, petrographic and geochemical data, it has been suggested that volcanic-arc granitoids could be formed by intrusion of mantle-derived mafic magmas into the lower crust and with possible crustal thickening, and mingled with mafic magma producing enclaves.

**Key Words :** S-type granitoid, Mafic enclave, Geochemistry, Fractional crystallization, Central Anatolia

## 1. GİRİŞ

Niğde Masifinde bulunan inceleme alanı Niğde ilinin kuzeydoğusunda, merkeze bağlı Elmalı Kasabası ile Himmetli ve Kızılören köyleri içerisinde bulunmaktadır (Şekil 1).

Niğde Masifi, çeşitli adlarla anılan büyük bir masifin uzantısı şeklindedir. Niğde Masifi (Göncüoğlu, 1977); Kırşehir Masifi, Akdağmadeni-Yozgat Masifi (Erkan ve Ataman, 1981; Seymen, 1984) gibi yerel adlarla anılan, genel olarak ise Kızılırmak Masifi, Kırşehir Masifi, Orta Anadolu Masifi (Ketin, 1956; Göncüoğlu, 1977-1981a, 1986; Erkan ve Ataman, 1981; Erkan, 1981; Seymen, 1984; Türel ve ark. 1993) veya Orta Anadolu Kristalin Kompleksi (Göncüoğlu ve Türel, 1993; Göncüoğlu ve ark. 1997) olarak adlandırılan magmatik ve metamorfik kütlelerin en güney kesimini oluşturmaktadır.

Göncüoğlu (1977;1981a, 1981b, 1982, 1986) masifin stratigrafisine, petrografisine, tektonizmasına, metamorfizmasına ve jeokronolojik yaşlandırmasına yönelik olarak birçok çalışma yapmıştır. Çalapkulu (1980), çalışma alanının güneyinde kalan Bolcardağlarındaki Horoz Granodiyoritini inceleyerek biyotit granodiyorit olarak isimlendirdiği birimin Bolcardağlar Antiklinalinin kuzey kanadına yerleştiğini belirtir. Türel ve ark. (1993), Niğde Masifinin kuzeybatısında, Aksaray'ın kuzeyindeki Ekecikdağı granitoidinin petrografisini incelemiş ve kökenine değinerek monzogranit ve granodiyorit bileşimindeki granitoidi beş alt birime ayırmışlardır. Hem I tipi hem de S tipi granitoidlere benzeyen özellikler sunan Ekecikdağı granitoidinin kabuksal kökenli ve çarpışma sonrası tektonik konumlu olduklarını belirtmişlerdir. Koçak (1993) ve Koçak ve Leake (1994) Ortaköy yöresinde metasedimentlerin üst amfibolit fasiyesinde (ikinci sillimanit derecesinde) bir bölgesel metamorfizma geçirerek migmatitlerin geliştiğini belirtmektedir. Bayhan (1986; 1987; 1993), Aksaray kuzeyindeki Ortaköy granitoidinin petrografisini ve kimyasal-mineralojik özelliklerini incelemiştir. Kadioğlu ve Güleç (1997), Aksaray'ın kuzeyindeki Ağaören İntüzif Takımının petrolojisini incelemiştir. Karakaş ve Kurt (1998) inceleme alanını da içine alan tüm kayaçlarla ilgili jeolojik ve petrografik bir çalışma yapmışlardır.

Bu çalışmada, daha önceki çalışmalarda sözü edilen Niğde Masifinin kuzeydoğusunda Himmetli-Elmalı-Kızılören yerleşim alanları arasında kalan bölgedeki biyotit granitoid ve anklavlarından elde edilen yeni jeokimyasal verilerin ışığında yöredeki magmatik

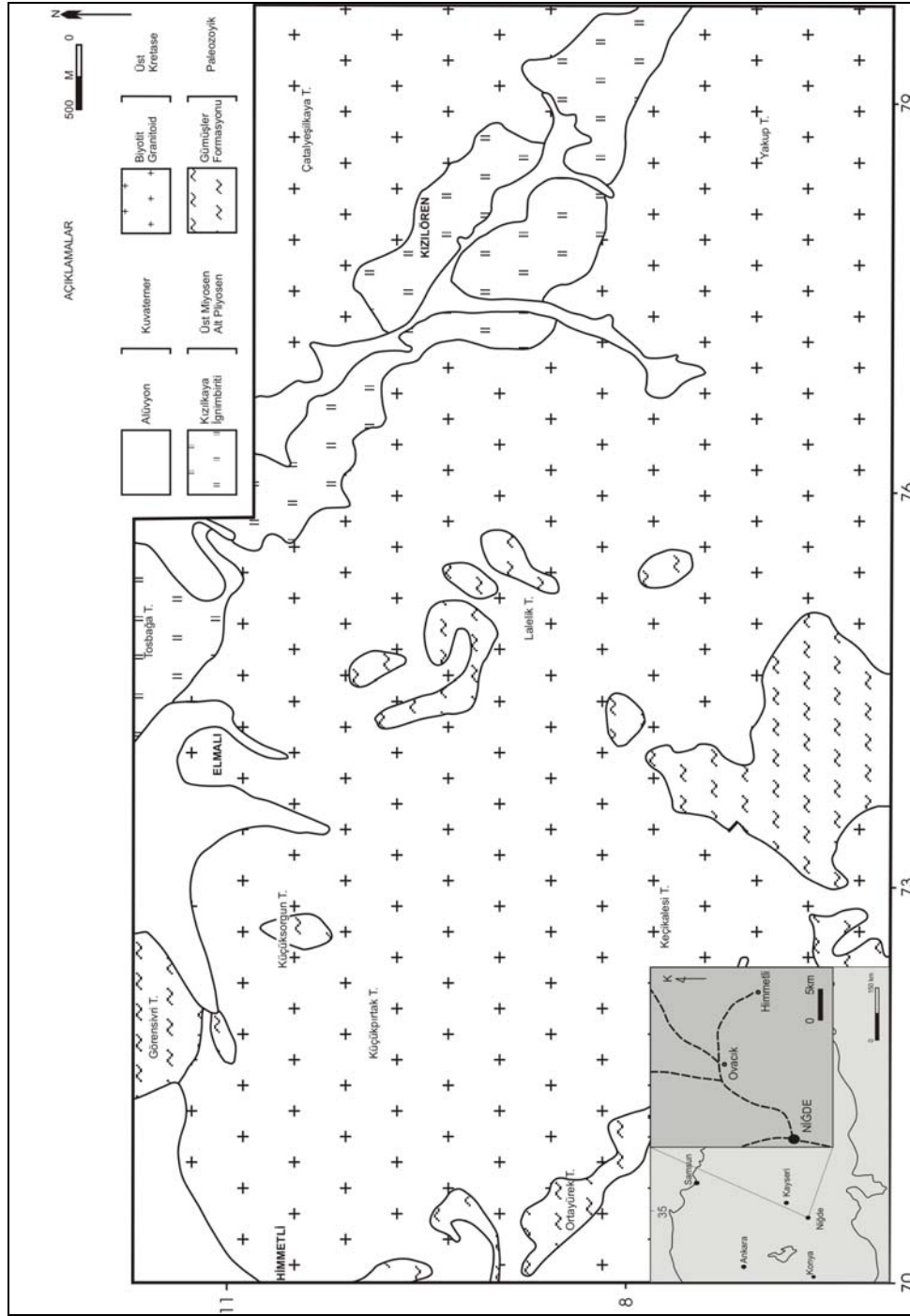
gelişim ve bu süreçte etkili olan olaylar incelenecektir.

## 2. GENEL JEOLoji

İnceleme alanında Niğde grubuna ait mermer, amfibolit ve gnayslardan oluşan Gümüşler Formasyonu, bunları kesen granodiyorit, granit bileşimli, anklav içeren biyotit granitoidler yer almaktadır. Kızılırmak İgnimbiriti alttaki birimleri uyumsuz olarak örten genç oluşuklardır.

Gümüşler Formasyonu gnays, amfibolit ve mermerlerden oluşur. Göncüoğlu (1982) Gümüşler Formasyonu tabanındaki para gnayslardan zenginleştirmeyle elde ettiği zirkonlardan U / Pb yöntemiyle  $2059 \pm 77$  my (Proterozoyik) yaşı elde etmiş, formasyonun Alganikiyen yaşlı bir kaynaktan kırıntı aldığını belirtmiştir. Göncüoğlu (1986) Gümüşler Formasyonu gnayslarından  $460 \pm 53$  my yaşı elde etmiştir. Bu veriler ışığında Niğde Grubunun yaşının, en azından Alt Paleozoyik'e kadar indiği ve Paleozoyik yaşlı olduğu söylenebilir. Benzer şekilde Koçak (1993, 2000) Ortaköy yöresinde, Gümüşler formasyonuna karşılık gelen Tamadağ formasyonundaki mermerlerde bulunduğu akritark, graptolit ve mercan fosillerine dayanarak formasyon için Silüriyen-Devoniyen yaşını vermişlerdir. Bu çalışmada da Niğde Grubunun tabanını oluşturan Gümüşler formasyonunun yaşı Paleozoyik olarak benimsenmiştir.

Biyotit Granitoidler, inceleme alanının en geniş yayımlı kayaçlarını oluştururlar. İnceleme alanının doğusunda Kızılören Köyünden çalışma alanının kuzey ve güney sınırlarına kadar, Elmalı- Himmetli hattının güneyinde geniş yüzeylemeler sunar. Niğde Grubu kayaçlarının hepsini kesen Üçkapılı Granitoidinin yaşı Göncüoğlu (1986) tarafından tüm kaya Rb / Sr izokron yöntemi ile  $95 \pm 11$  my (Alt Senomaniyen) olarak verilmiştir. Whitney ve ark. (2003) ise gnays ve Üçkapılı granitoidinde gerçekleştirdiği U-Pb radyometrik çalışmalara dayanarak Niğde masifindeki Üçkapılı granitoidinin çok fazlı olmasına rağmen sokulumun ana fazının Üst Kretase yaşlı olduğunu ileri sürmüştür. Birim Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı ignimbirit ve güncel alüvyonlar tarafından örtülmüştür. Biyotit granitoid kütleleri içinde çeşitli boyutlarda ve kalınlıklarda aplit-pegmatit damarları izlenmektedir. Esas olarak kuvars ve ortoklasdan oluşan bu kayaçlar bazen 1 m kalınlığa kadar ulaşabilirler.



Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru ve jeolojik haritası (Karakaş, 1999'dan değiştirilerek alınmıştır).

Biotit granitoidle diğer kayaçların dokanakları keskindir. Orta-iri taneli, yer yer ince tanelidir. Ayrışma yüzeyleri açık-koyu gri renkli olan bu kayaçların taze yüzeyleri açık gri-krem renktedir. Biotit içeriği oldukça fazla olup bu farklılığı kolayca gözlenebilmektedir. Biotit granitoidlerdeki biyotitin dağılımı çok düzensizdir. Özellikle Keçikalesi Tepesinin kuzeybatı yamacında biyotitler

iri ve miktar olarak çok iken yine aynı granitoid içerisinde Elmalı kasabasına doğru akan derenin kasabaya yakın olan kesimlerinde biyotitlerin miktarı azalmaktadır.

Kayacın değişik yerlerinde kuş gözü büyüklüğünde siyaha yakın koyu kahve renkli özşekilli granatlar

izlenir. Kayaçalarda siyah renkli, uzun prizmatik turmalin minerallerine rastlanır.

Kayaçlar yer yer anklavları içerirler. Yuvarlak-oval şekilli ince taneli ve daha koyu renkli diyorit ve gabroik bileşimli anklavlar ile ana kayaç arasında tedrici bir dokanak gelişmemiştir. Anklav örneklerinde tane boyutu ve mineralojik farklılık gözlenmemiştir. Bu nedenle bu tür anklavlar restit türü anklav değildir. Kızılören yöresindeki anklav miktarı Keçikalesi Tepe biyotit granitoidlerinkinden daha az, fakat Küçükpırtak Tepede anklav miktarı Keçikalesi Tepe Granitoidinkinden daha fazladır.

Keçikalesi Tepenin hemen doğu yamacında biyotit granitoidler içinde açık (kuvars, plajiyoklas, ortoklas) ve koyu renkli (biyotit) minerallerin ardalanasından oluşan mağmatik bantlaşmalar izlenir. Bu yapının içinde, açık ve koyu renkli kısımların devamlı ve düzgün hatlar sunmadıkları, aksine dalgalanmalı ve kamalanmalı bir yapı oluşturdukları görülür. Bu yapı içinde bombeli kısımlar muhtemelen anklavlardan kaynaklanmaktadır. Çünkü bu kısımlar diğer kesimlere nazaran biraz daha koyu renklidir. Mağma oluşurken veya oluşuktan sonra içine düşen çevre kayaç parçaları mağma ile kimyasal reaksiyona girerek bantlı/şiliren bir yapı oluşturmaktadır.

### 3. PETROGRAFI

Biyotit granitoidlerin ana mineralleri, kuvars + biyotit + plajiyoklas + ortoklas + muskovittir. Tali bileşenler ise apatit + zirkon + allanit ± hornblend olup ikincil olarak da klorit ve serisit bulunmaktadır. Kayaçta bulunan mineraller orta-iri taneli yer yer orta-ince taneli olup hipidiyomorf taneler dokuludur. Kuvarslar özşekilsiz çok azı küçük, nadiren de iri taneler halinde diğer minerallerin arasını doldurur durumdadır. Plajiyoklas, ortoklas ve biyotitin içinde de kapanım olarak izlenen kuvarslar genelde oval biçimli eş boyutlu taneler halinde, az da olsa bir yönelme gösterirler.

Plajiyoklaslar yarı özşekilli-özşekilli olup kısa, yer yer uzun prizmatik taneler şeklinde ve albit-periklin ikizlenmeli olup mirmekitik doku gösterirler. İnküzyon olarak biyotit, kuvars ve apatit minerallerini içerirler. Ortoklaslar açık renkli minerallerin önemli bir miktarını oluşturmaktadır. Kısa-orta büyüklükte yarı özşekillidirler. Taneler içinde kuvars, biyotit, plajiyoklas ve ortoklas kapanımlarının bulunması ile poikilitik doku oluşmuştur. Ortoklasın iç kesimlerinde kafes ikizlenmeli mikroklinler bulunmaktadır. Ortoklas-mikroklin sınırları keskin değildir. Ortoklaslarda

karlsbad ikizlenmesi ve ince pertitik doku gözlenmektedir.

Biyotitler açık-koyu kahve-kızıl renklidirler. Uzun yer yer kısa prizmatik ve yarı özşekilli taneler şeklindedirler. Az bir kısmı ise özşekilsiz taneler halindedir. Çok az bir kısmı kenarlarından itibaren serisitleşmiştir. Tanelerin büyük bir kısmı birbirlerine paralel olacak şekilde dizilmiş ve paralel dizilmiş tanelerin üzerinde onların genel dizilimine açı yapacak şekilde gelişmiş biyotitlere de rastlanmaktadır. Özşekilsiz ince biyotitler özşekilsiz kuvars tanelerinin etrafını çevrelemiş olarak gözlenmektedir. Biyotitler içerisinde plajiyoklas, kuvars, ortoklas kapanımları izlenmektedir. Kapanım olarak bulunan kuvarslar ovale yakın veya özşekilsiz iken plajiyoklaslar yaklaşık özşekilli taneler halinde olduğu gözlenir. Kuvars-biyotit birlikteliği dikkat çekicidir. Kuvars-biyotit arasındaki sınırlar girintilidir ve birbirlerinin içinde büyümelidirler. Muskovitlerin bir kısmı ayrı taneler halinde iken diğer kısmı kapanım olarak özellikle plajiyoklasların içindedir.

Apatitler yuvarlağa yakın eşboyutlu şekilde gözlenirken, yer yer ortoklasın içinde kapanım olarak da bulunabilirler. Şekil olarak apatitler özşekilli kısa taneli olanlar ve özşekilsiz agregatlar halinde olanlar olmak üzere iki şekilde izlenmektedirler. Özşekilsiz taneler ayrı ayrı taneler halinde olup kuvars içinde gözlenirken özşekilli taneler kuvars, biyotit ve kuvars-feldispat sınırlarında gözlenirler. Özşekilsiz taneler diğer türden daha iridirler. Zirkonlar küçük yarı özşekilli taneler halinde olup biyotit içinde pleokroyik haleler oluşturmuşlardır. Hornblendler hafif yeşilimsi renklere ve çok az gözlenmektedirler.

Granitoid kütlesi içinde mermer ve kuvarsit ksenolitleri ile diyorit ve gabroik anklavlar yer almaktadır. Anklavlar ana kayaca göre daha mafik ve daha ince tanelidirler. Mafik mikro taneli anklavlar diyorit ve gabroik bileşimde olup plajiyoklas, amfibol, ojit, biyotit ana minerallerinden oluşmaktadır. Tali mineralleri ise sfen, zirkon, kalsit ve epidot oluşturmaktadır.

Plajiyoklaslar polisentetik ikizlenmeli olup yarı özşekillidirler. Plajiyoklasların bir kısmı serisitleşmiştir. Deformasyondan etkilenen plajiyoklaslarda ikiz lamellerinin kaydığı görülür. Amfibol ve biyotit kayaçta yaklaşık % 50-55 oranında bulunmaktadır. Biyotitlerde çok az zirkon kapanımları vardır. Çok az miktardaki kuvarslar dalgalı sönmelidir. Amfibollerde ikincil olarak kalsit ve kuvars oluşumları gözlenmektedir. Piroksenler, ojit bileşimli, küçük taneler halindedir. Heterojen tane boyutlu olan piroksenlerin küçük taneli olanları

yaklaşık eş boyutlu, kenarlarından itibaren yuvarlatılmış yarı özşekilli taneler halindedirler. Daha büyük olan taneler orta-uzun prizmatik taneler halindedir. Piroksenler stresin etkisiyle dalgali sönmelidir ve tanelerde eğilmeler-bükülmeler gözlenir.

Anklavların tane boyutu ile ana kayacın tane boyutu arasında fark vardır. Ana kayacın tane boyutu orta-iri, yer yer ince iken anklavın tane boyutu daha incedir. Anklav ile ana kayaç arasında bileşim açısından da fark vardır. Ana kayaç biyotit granitoid bileşimli iken anklavlar diyorit, gabro bileşimlidir. Bu bileşimsel ve dokusal farklılıklar magmanın kristalleşmesi esnasında erken veya geç evre ürünü olan mineral veya minerallerin oluşturduğu mağmatik segregasyon (Kadioğlu ve Güleç, 1993) türü anklav oluşumunu da ortadan kaldırmaktadır. Magma karışım ürünü anklavlarda anklavın kenarı ile merkezi arasında hem bileşimsel hem de tane boyutu açısından fark vardır. İnceleme alanındaki anklavlarda tane boyutu ve mineralojik farklılık gözlenmemiştir. İnceleme alanındaki anklavların magma odasına düşen katı haldeki çevre kayaç (gastro) parçaları oldukları fakat, bir kısmının daha

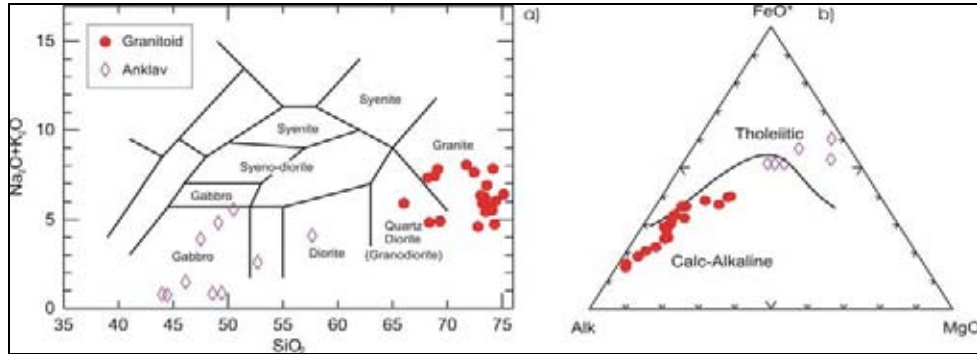
sonra magma ile etkileşiminden dolayı bileşiminin değiştiği düşünülmektedir.

#### 4. JEOKİMYA

20 biyotit granitoid ve 10 anklav örneğinin ana oksit, iz ve nadir toprak element analizleri ICP-MS aletiyle Kanada da Acme laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. İncelenen örneklerin tüm kayaç ana, iz ve nadir toprak element içerikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Cox ve ark.'nın (1979)  $\text{SiO}_2$ 'e karşı toplam alkali diyagramında, granitoidik kayaçların bileşimi kuvars diyoritten granite kadar  $\text{SiO}_2$  içerikleri % 66 dan 74.4'e kadar değişmekte, anklavların bileşimi ise dioritten gabroya kadar,  $\text{SiO}_2$  içerikleri ise % 44.46 dan 57.68'e kadar değişmektedir (Şekil 2a).

Irvine ve Baragar (1971) AFM diyagramında granitoidik kayaçların kalkalkalin alana, anklavların ise birkaçı sınır çizgisine yakın olmak üzere toleyitik alana düşmektedirler (Şekil 2 b).



Şekil 2. (a) Granitoid ve anklavların  $\text{SiO}_2$ 'ye karşı toplam alkali (TAS) diyagramı (Cox et al., 1979) ve (b) Kayaçların toleyitik ve kalkalkalin bileşimini gösteren gösteren AFM diyagramı (Irvine and Baragar, 1971).

Biyotit granitoid örnekleri A/CNK-A/NK (Maniar and Piccoli, 1989) diyagramına göre peralumino karakter, anklavlar ise metalumino karakter göstermektedirler (Şekil 3a). Biyotit Granitoid olarak isimlendirilen bu kayaç örneklerinin dördü istisna A / CNK oranları 1.15 den büyüktür.

Granitoidlerin mineralojik ve jeokimyasal özellikleri ile çok az bir kısmı I-tipi ve geneli S- tipi bir özellik göstermektedir (Şekil 3b).

Debon and Le Fort, (1982), alümina toplulukların genellikle veya tamamen sialik malzemenin kısmi ergimesinden oluştuğunu belirtmişlerdir. Aynı yazarlara göre kafemik topluluklar manto kökenli bir malzemeden türeyebileceği gibi daha yaygın olarak

sialik ve manto kökenli malzemelerin karışmasından oluşan bir hibrid kaynaktan da türeyebilir. Fakat bu hibrid malzemede manto kökenli malzemenin katkısı daha fazladır.

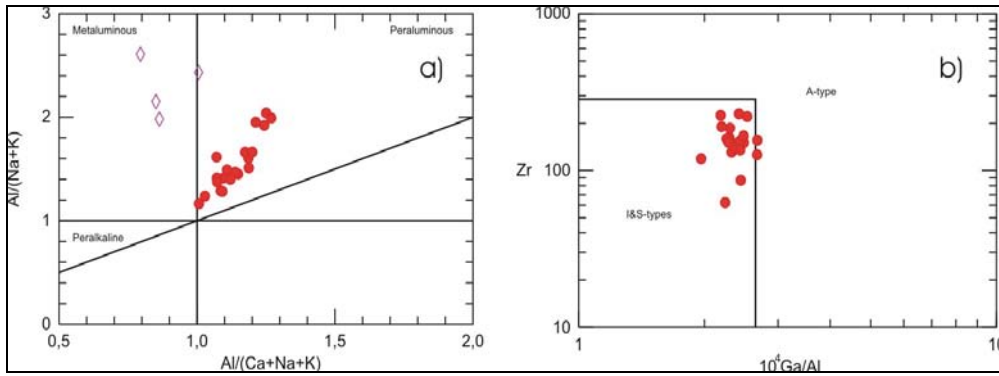
Pearce et al., (1984)'na ait tektonik diyagramda (Şekil 4a) örnekler büyük bir çoğunlukla VAG bölgesinde, birkaç örnekte WPG bölgesinde yer almaktadır. Pearce et al., (1984)'ne göre çarpışma sonrası granitoidleri (post-COLG) tektonik jeokimyasal içerikli granitoid sınıflamalarda ana sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Çünkü bu granitoidler hem kabuğun alt kesiminde ve hem de üst mantodaki kısmi ergimelerden de oluşabilmektedir.

Tablo 1. Biotit Granitoid ve Anklavların Ana Oksit, İz Element ve Nadir Toprak Element Analiz Sonuçları

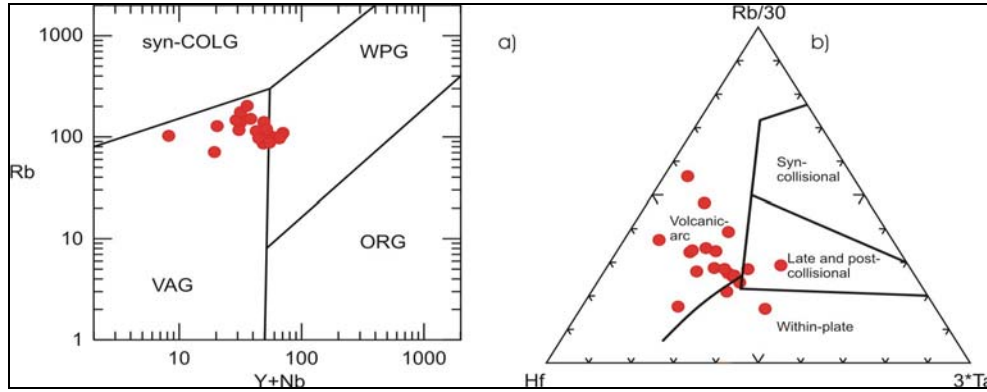
	Biotit Granitoid														
	H16	H51	H20	H25	H29B	H52B	H54	H2B	H12	H10	H30B	H23	H31B	H56	H57
SiO <sub>2</sub>	74.42	75.13	73.89	73.49	74.08	73.2	73.6	73.42	68.36	69.33	74.31	72.79	73.06	68.7	69.12
TiO <sub>2</sub>	0.27	0.11	0.25	0.27	0.27	0.29	0.26	0.26	0.74	0.64	0.28	0.31	0.32	0.36	0.37
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.96	13.99	13.5	13.3	13.39	13.12	13.27	12.96	14.61	14.32	13.2	13.35	13.23	15.49	15.99
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.2	1.28	2.87	3.38	3.05	4.23	2.95	3.87	5.07	4.42	3.48	4.02	3.69	3.9	2.69
MnO	0.06	0.02	0.04	0.05	0.04	0.05	0.05	0.06	0.08	0.07	0.05	0.06	0.06	0.03	0.03
MgO	0.7	0.2	0.53	0.94	0.63	0.76	0.94	0.71	2.1	1.84	0.72	1.19	0.69	0.85	0.81
CaO	1.74	2.04	2.2	2.46	2.3	1.75	1.42	1.97	3.35	3.31	2.77	2.83	1.74	2.61	2.42
Na <sub>2</sub> O	3.25	3.21	3.37	3.09	3.54	3.42	3.11	3.41	2.5	2.18	3.37	3.09	3.14	3.57	3.61
K <sub>2</sub> O	2.79	3.21	2.35	2.34	1.97	2.48	3.79	2.81	2.33	2.73	1.37	1.51	3.22	3.76	4.19
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.05	0.01	0.08	0.09	0.09	0.08	0.03	0.06	0.23	0.21	0.02	0.07	0.1	0.14	0.14
A.Z.	0.6	0.8	0.9	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4	0.6	0.9	0.4	0.8	0.7	0.5	0.4
Toplam	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.9	99.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.9	99.8
İz elementler															
Cr	6.84	6.84	6.84	6.84	6.84	6.84	13.68	6.84	47.88	47.88	6.84	6.84	6.84	6.84	6.84
Ni	2.6	1.2	3.9	4.2	3.9	2.9	5.1	2.4	25.6	20.7	3.9	5.5	3.7	5.3	5.7
Co	5	1.1	3	5.6	3	4.4	5.1	4.2	12.7	9.9	6.8	7.1	3.5	4.6	3.3
Sc	10	1	8	11	10	10	5	15	12	11	5	14	12	2	4
V	20	<5	20	21	29	18	24	30	80	65	39	65	18	29	24
Cu	2.6	1.2	2.5	3.8	6.2	10.1	3.2	5.5	15.3	13.7	8.6	4.5	3.1	6.5	6.3
Pb	1.4	2.4	1.6	1.4	1.3	1.5	1.9	2.4	2.3	3.5	2	1.1	1.8	3.7	3.8
Zn	45	25	44	41	41	43	35	44	72	57	36	47	44	48	51
Ga	15.9	16.6	16.6	17.2	17.6	16.9	16.1	15.5	20.7	18.8	16.9	16.8	16	20.6	18.6
Sr	91.9	466.7	90.8	74.5	92.3	80.6	103.7	100.7	129.8	129.1	106.5	69.1	83.7	215.9	198.5
Rb	114.3	102.6	86	109.6	104.8	100.5	140.5	96.6	103.7	97.2	70.8	87.8	119	130	139.3
Ba	590.4	955	432.7	270.1	466.2	466.8	898.8	563.8	263.8	490.1	388.5	141.2	632.1	824.7	693.8
Th	16.6	3.7	11	7	17.1	18	9.8	10	10.3	6.3	10.8	14.3	10	15.2	15.5
Nb	12.2	4.1	13.5	16.2	15.9	17.8	15.4	13.8	17.3	14.9	7.8	18.2	16.5	9.5	11.6
Zr	151	62	131	87	151	154	163	160	156	166	230	138	151	194	190
Y	30.4	4.1	35.1	54.1	52.5	39.2	33.7	51.8	32.7	29.8	11.6	36.4	35.2	11.3	20.1
Hf	5.6	2.1	4.4	3.1	4.9	5.3	5.5	4.9	5	4.7	7.2	5	4.9	5.4	6
Ta	0.8	0.1	1	1.4	1.1	1.4	1.6	0.9	1.2	1	0.9	1.8	1.2	0.4	0.7
La	41.1	8.4	35.7	21.6	51.2	39.7	22.8	27.9	34.5	25.7	26.2	35.5	22.4	44.4	39.7
Ce	81.6	17.7	71.3	43.5	106.7	86.3	44.8	56.3	70.6	52.3	49	71.6	49.7	88.3	78.2
Pr	8.36	1.39	8.27	4.97	11.95	9.43	4.94	6.38	7.87	5.92	4.81	8.31	5.21	9.48	8.27
Nd	31.8	4.4	33.4	17.9	44.2	36	17.8	25	30.5	23.3	15.7	30.9	20.6	32.4	29.3
Sm	6.3	1	7	4.8	8.6	7.7	3.9	6.4	6.6	5.3	2.6	6.3	5.1	5.5	5.7
Eu	0.92	0.57	1.11	0.74	0.97	1.12	0.81	0.93	1.38	1.31	0.95	0.82	0.91	0.97	0.83
Gd	5.25	0.54	6.25	5.49	7.78	7.32	3.9	6.85	5.85	4.92	2	5.87	5.13	3.17	4.4
Tb	0.89	0.09	0.96	1.1	1.26	1.04	0.71	1.27	0.92	0.82	0.29	0.93	0.9	0.38	0.56
Dy	4.99	0.54	5.73	7.55	7.94	6.5	4.7	8.32	5.66	5.1	1.61	5.97	5.59	1.73	3.67
Ho	0.96	0.11	1.12	1.59	1.64	1.21	1.02	1.74	1.1	0.93	0.32	1.08	1.14	0.35	0.64
Er	2.94	0.39	3.29	5.14	4.85	3.55	3.26	5.14	2.76	2.58	1.07	3.31	3.49	0.99	1.75
Tm	0.42	0.08	0.47	0.76	0.75	0.53	0.5	0.76	0.35	0.34	0.18	0.44	0.51	0.12	0.24
Yb	3.28	0.65	3.29	6.06	5.27	3.81	3.74	5.3	2.4	2.13	1.29	3.29	3.71	1.04	1.62
Lu	0.46	0.1	0.44	0.76	0.68	0.52	0.54	0.68	0.29	0.3	0.21	0.46	0.52	0.14	0.2
Biotit Granitoid															
Anklav															
	H58	H60	H61	H3	H4	H19	H8	H14	H31A	H2A	H26	H17	H29A	H18	H27
SiO <sub>2</sub>	68.21	71.74	72.45	74.16	66.04	44.01	49.42	48.58	47.49	50.5	52.7	46.14	49.12	44.46	57.68
TiO <sub>2</sub>	0.4	0.23	0.21	0.13	0.44	3.75	1.68	1.72	1.14	1.16	0.96	2.43	1.08	2.23	0.85
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.2	14.82	14.63	13.74	14.05	11.91	13.67	15.03	14.84	16.02	15.19	12.1	15.14	14.46	14.66
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.01	2.48	2.04	1.7	6.36	14.39	13.41	15.23	13.11	12.59	11.62	12.24	13.21	15.35	9.97
MnO	0.04	0.03	0.03	0.08	0.09	0.19	0.24	0.22	0.18	0.19	0.22	0.21	0.19	0.24	0.15
MgO	0.91	0.57	0.4	0.2	2.71	9.62	7.66	6.73	7.96	5.17	5.42	8.36	6.5	8.42	4.46
CaO	2.78	1.8	1.47	1.37	3.28	12.15	10.71	10.88	9.61	7.75	9.35	15.18	7.96	12.81	6.33
Na <sub>2</sub> O	3.73	3.8	3.23	2.82	3.45	0.48	0.52	0.63	2.57	3.83	1.62	1.06	3.04	0.48	2.32
K <sub>2</sub> O	3.59	4.24	4.39	5	2.46	0.32	0.3	0.2	1.33	1.73	0.96	0.42	1.77	0.27	1.77
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.13	0.09	0.23	0.06	0.15	0.83	0.15	0.15	0.07	0.23	0.09	0.4	0.1	0.25	0.09
A.Z.	0.9	0.4	0.9	0.6	0.8	2.2	1.9	0.4	1.6	0.8	1.7	1.2	1.8	0.8	1.6
Toplam	99.9	100.2	100.0	99.9	99.8	100.0	99.7	99.8	99.9	100.0	99.9	99.8	99.9	99.8	99.9
İz Elementler															
Cr	6.84	6.84	6.84	13.68	6.84	574.6	109.4	164.2	68.4	6.84	68.4	362.5	109.4	239.4	54.72
Ni	5.7	4	5.8	6.8	3.9	50.5	38.8	11.1	20	6.2	16.8	21.7	29.1	13.3	19.1
Co	4.9	2.6	3.5	2	11.2	59.9	49.9	55.9	44.4	34.1	33.8	49.6	33.9	52.2	31
Sc	6	3	3	2	19	30	43	53	47	42	44	31	43	49	37
V	31	19	14	7	94	337	344	378	354	329	316	288	345	378	262
Cu	6.9	8	9	5.8	4.3	2.8	55.2	3.2	11.2	3.3	50.7	2.7	4.1	1.5	17.4
Pb	3.5	5.7	7.3	6.6	2.2	0.9	6	6.8	0.8	1.7	3.3	2.1	1	3.5	1.3
Zn	50	35	34	25	61	30	22	13	46	61	35	24	60	13	56
Ga	21.7	19.1	20.7	15.9	14.6	21.9	18.6	17.2	15.4	18.9	17.4	19.2	15.4	17	16.9
Sr	244.9	134.1	120.7	109.6	103.6	208.5	136.7	140.9	42.7	171.9	115.6	386.9	131.2	137.3	104.7
Rb	146.7	175.7	203.2	151	117.1	13.3	8.5	4.6	29.5	69.9	28.5	7.6	69.7	14	71.5
Ba	826.4	501.7	443.2	541.7	394	99	36.2	47.4	95.7	244.5	221.8	148.4	83.1	72.9	314.7
Th	15.5	20.6	20	32	2.7	5.2	1.3	0.5	0.6	2.3	1.7	3.4	1.2	0.4	3.6
Nb	11.5	12.7	16.6	8.9	10.1	57	7.1	4.1	2.6	8.1	7.8	46.8	2.7	6.4	8.1
Zr	221.1	135.1	126	225	118.9	279.9	106.7	90.7	44	128.9	71	172.8	43.9	116.2	66.7

Tablo 1'in devamı

Y	17.7	19	19.3	29.4	20.7	32.8	34.4	40.3	31.1	26	38.3	26.5	31	44.8	35.3
Hf	5.8	4.8	4.9	6.6	3.9	7.3	2.7	2.5	1.6	3.9	2.3	4.3	1.4	3.1	2.3
Ta	0.7	1	1.7	1	0.7	3.4	0.4	0.2	0.1	0.4	0.6	2.9	<.1	0.4	0.4
La	47.5	30.5	22.8	61.6	11.8	48.1	8.5	5.2	4.9	13.7	9.7	35.3	7.3	5.7	14.1
Ce	93.2	60.7	48	123.2	24.5	107.5	23.1	15.3	7.7	31.1	20.9	74.5	14	17.1	32.5
Pr	9.71	6.85	5.04	12.04	2.99	13.58	3.1	2.18	1.56	4.05	2.72	9.13	1.98	2.59	3.92
Nd	32.4	25.7	19.1	43.6	11.7	56.5	16.1	13	8.2	17.8	13.4	40.7	10.2	15.7	18
Sm	5.7	5	3.9	7	2.9	10.8	4.6	4.4	2.6	4.3	3.7	7.8	2.8	4.9	4.6
Eu	0.94	0.64	0.51	0.6	0.89	2.99	1.43	1.38	0.7	1.11	0.86	2.51	0.85	1.7	0.99
Gd	3.59	3.73	3.5	4.8	2.99	8.85	5.06	5.47	3.82	4.42	4.72	6.51	3.69	6.64	4.83
Tb	0.56	0.54	0.57	0.83	0.5	1.3	0.88	1.02	0.68	0.74	0.86	0.95	0.7	1.18	0.84
Dy	2.8	3.1	3.04	4.8	3.28	6.74	5.68	7.32	5.36	4.67	5.77	5.52	5.14	7.79	6.26
Ho	0.52	0.55	0.56	0.92	0.64	1.06	1.17	1.43	1.1	0.82	1.21	0.89	1.02	1.56	1.17
Er	1.54	1.67	1.73	2.72	2.05	2.87	3.4	4.09	3.22	2.67	3.64	2.23	3.11	4.51	3.5
Tm	0.21	0.24	0.26	0.4	0.32	0.34	0.48	0.54	0.46	0.37	0.52	0.3	0.45	0.6	0.49
Yb	1.67	1.69	1.99	2.86	2.2	2.39	2.86	3.79	3.29	2.46	3.42	1.97	2.85	4.25	3.05
Lu	0.27	0.22	0.25	0.52	0.32	0.29	0.54	0.65	0.57	0.34	0.56	0.31	0.54	0.67	0.55



Şekil 3. (a) Biotit granitoid ve anklavların A/CNK-A/NK diyagramı (Maniar and Piccoli, 1989), (b) Biotit granitoidlerin A, I, S-Tipi granit ayırtman diyagramı (Whalen et al., 1987).



Şekil 4. (a) Biotit granitoidlerin Rb-Y+Nb (Pearce et al., 1984) ve (b) Hf-Rb/30-3\*Ta (Harris et al., 1986) tektonik ortam ayırtman diyagramlarındaki konumları.

Post-COL granitler syn-COLG, VAG veya WPG bölgesinde yer alabilmektedir (Pearce ve ark., 1984). Harris et al., (1986), çarpışma zonu mağmatiklerinin jeokimyasal özellikleri baz alarak 4 grup altında incelemişlerdir. Bunlar; çarpışma öncesi kalkalkalen (volkanik yay) mağmatikler, çarpışma ile eş zamanlı peralümino (lökogranitler) mağmatikler, geç veya çarpışma sonrası kalkalkalen mağmatikler ve çarpışma sonrası alkali mağmatiklerdir. Bu mağmatikler sırası ile manto, kıtasal kabuk, kıtasal

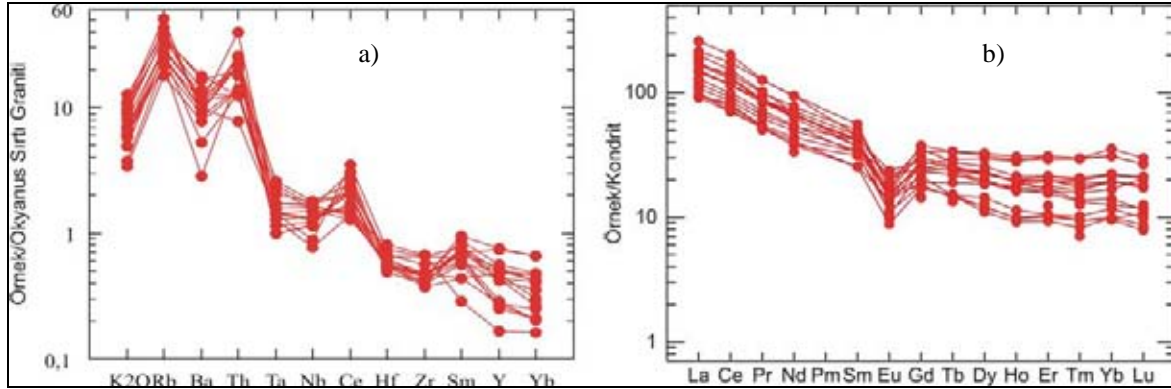
kapuk karışımı manto ve manto kökenlidir. Harris ve ark. (1986)'na göre ise de sadece birkaç örnek çarpışma ile eş zamanlı olup geneli volkanik yay bölgesine düşmektedir (Şekil 4b). Dolayısıyla biyotit granitoidlerin volkanik yay özellik taşıdığı öne sürülebilir.

Granitoidlerin okyanus sırtı granitlerine göre normalize edilmiş iz element dağılımlarında büyük iyonu litofil element (BİLE) zenginleşmesi özellikle



$K_2O$ , Rb, Th ve negatif Ba, Ta, Nb, Zr ve Y anomalisi karakteristiktir. Spider diyagramındaki negatif Ta ve Nb anomalisi suprasubduction (yitim

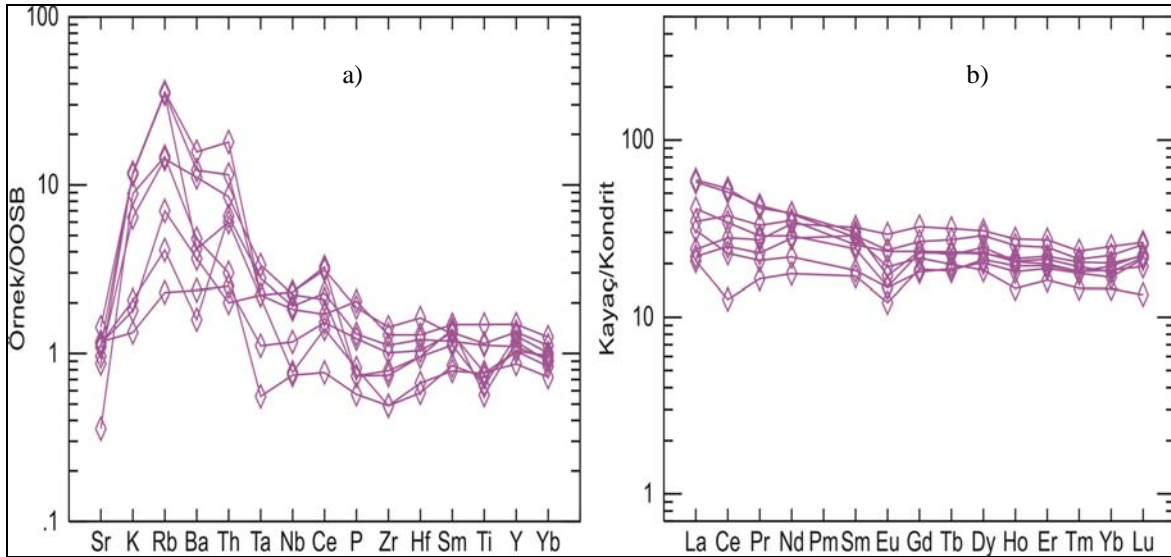
zonu) mağmatik serilerine benzerlik gösterir (Şekil 5a). Negatif Ba anomalisi ise alkali feldispatların kristellenmesiyle ilişkilidir.



Şekil 5. (a) Biotit granitoid örneklerinin OSG'a oranlanmış iz element dağılımları (Pearce ve ark., 1984) ve (b) kondrite oranlanmış nadir toprak element dağılımları (Sun and McDonough, 1989).

Kayaçların nadir toprak element (NTE) dağılımları birbirleri ile oldukça uyumlu olup, hafif nadir toprak elementleri (HNTE) eğimli bir profil çizerek kuvvetli bir zenginleşme gösterir ve ağır nadir toprak elementleri (ANTE) hemen hemen yataya yakın bir dağılım profili göstermektedirler (Şekil 5b). Hafif nadir toprak element zenginleşmesi

orta ve ağır nadir toprak element zenginleşmesine göre daha fazla olup, yukarı doğru kuvvetli bir konkavlık sunmaktadır. Ayrıca kayaçlarda gözlenen negatif Eu anomalisinin varlığı kayaçların gelişiminde plajiyoklas fraksiyonlaşmasının etkili olduğunu belirtmektedir.



Şekil 6. (a) Anklav örneklerinin OOSB'a oranlanmış iz element dağılımları (Pearce, 1983) ve (b) kondrite oranlanmış nadir toprak element dağılımları (Sun and McDonough, 1989).

Anklavların okyanus ortası sırtı bazaltlarına göre normalize edilmiş iz element dağılımlarında birbirine benzerlik gözlenmektedir (Şekil 6a). İz element dağılımlarında büyük iyonlu litofil element (BİLE) zenginleşmesi özellikle K, Rb, Th, ve negatif Nb, Zr, P ve Ti anomalisi karakteristiktir. BİLE zenginleşmesi kıtasal kabuk etkisine işaret ederken, karakteristik negatif Nb ve Ti anomalileri ise,

kayaçların ana magmasının gelişiminde yitim bileşeninin varlığına işaret etmektedir (Pearce, 1983). Negatif P ve Ti anomalileri kayaçların gelişiminde apatit ve Fe-Ti oksitlerin petrojenetik olarak önemli rol oynadığını göstermektedir (Villemant et al., 1981).



Anklavların nadir toprak element (NTE) dağılımları oldukça uyumlu olup, hemen hemen yataya yakın dağılım göstermektedirler (Şekil 6b). Bu desen okyanus tabanı bazaltlarının profilini yansıtmaktadır (Schilling, 1971). Hafif nadir toprak element zenginleşmesi orta ve ağır nadir toprak element zenginleşmesine göre daha fazla olup, yukarı doğru hafif bir konkav sunmaktadır. kayaçlarda gözlenen negatif Eu anomalisinin varlığı kayaçların gelişiminde plajiyoklas fraksiyonlaşmasının etkili olduğunu belirtmektedir. Orta nadir elementlerinden ağır nadir toprak elementlerine doğru yatay desen hornblend fraksiyonlaşmasını göstermektedir.

## 6. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Kretase yaşlı magmatik yayda oluşan kalkalkalin granitoidler, kabuksal kökene işaret eden S-tip granitlere ait mineralojik ve kimyasal özelliklere (örn. muskovit ve peralümina bileşim) sahiptirler. Göncüoğlu (1986) da tüm kaya izotop analiz sonuçlarına dayanarak Üçkapılı granodiyoritinin ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.7104 \pm 0.0009$ ) kıta kabuğu kökenli olduğuna, ya da büyük çapta kıta kabuğu kontaminasyonunun gerçekleştiğine işaret etmiş gnayslardaki yer yer kısmi ergimeye ulaşan bölümlerin varlığını dikkate alarak biyotit granodiyoritlerinin, kıta kabuğunun ergimesi ile oluştuğunu ileri sürülmüştür. Whitney ve ark. (2003)'da benzer şekilde bölgesel metamorfizma süresince metasedimanter kayaçların kısmi ergimesi ile migmatitlerin ve Üçkapılı granitlerinin oluştuğunu ve  $< 550$  °C, 3-4 kbar şartlarında da granitlerin yerleştiğini ileri sürmüşlerdir.

Biyotit granitoidler içerisinde yer alan toleyitik anklavlar, felsik magma içerisinde elips-küre şekilli, ince taneli ve koyu renkli olarak mafik kayaçlar olarak oluşmuşlardır. Anklavlar metalumina bileşime sahip olduğundan ve peralümina mineral içermediğinden muhtemelen restit (kalıntı) değillerdir ve kabuksal kayaçların kısmi ergimesinin kalıntılarının dönüşmesi ile oluşamazlar. Arazide granitoidle eş yaşlı mafik kayaç bulunmamaktadır. Metagabro ve amfibolitler inceleme alanındaki mafik kayaçlardır. Granitoidlerle karşılaştırıldığında ise mineralojik ve kimyasal olarak farklılık göstermektedirler. Anklavlar dolayısıyla kabukta kısmi ergime ile granitik magmanın oluşumuna yol açan mafik magmayı temsil edebilir. Daha fazla magmanın magma odasına gelmesi, ve yenice oluşmuş yükselmekte olan felsik magma ile karışması sonucunda anklavlar oluşabilir. Granitoidlerin oluşumuna yol açan ergime sürecinde kabuk kalınlaşması da eşlik etmiş olabilir. Anklavlardaki yüksek  $\text{K}_2\text{O}$ , mafik magma-felsik magma arasındaki fiziksel ve kimyasal karışım sonucunda gerçekleşmiş

olabilir. Çünkü mantoda bulunan metatoleyitik hazne kayaçların kısmi ergimesi ile yüksek  $\text{K}_2\text{O}$  içeren magma yerine, yüksek  $\text{Na}_2\text{O}$  içeren magmalar oluşmaktadır (Rapp et al., 1991). Anklavlarda gözlenen bileşimsel değişikliklerde (örn.  $\text{SiO}_2$ : ~44-58 % wt,  $\text{CaO}$ : ~6-15 % wt,  $\text{Na}_2\text{O}$ : 0.48-3.8 wt %) muhtemelen mafik-felsik magma etkileşimine işaret etmektedir. Benzer şekilde granitoidlerdeki düşük A/CNK ( $< 1.1$ ) sahip örneklerin varlığı bu karışımı olayı yansıtabilirler. Ancak arazide ortaç bileşimli örneklerin izlenmemiş olması, mafik-felsik magmalar arasındaki karışımın çok fazla etkili olmadığına işaret etmektedir.

## 7. TEŞEKKÜR

Makale Selçuk Üniversitesi BAP koordinatörlüğünün 2004/37 projesince desteklenmiştir. Yazarlar, maddi destek sağlayan Selçuk Üniversitesine teşekkür ederler.

## 8. KAYNAKLAR

- Bayhan, H. 1986. İç Anadolu Granitoid Kuşağındaki Çelebi Sokulumunun Jeokimyası ve Kökensel Yorumu. *Jeoloji Müh. Derg.* 29, 27-36.
- Bayhan, H. 1987. Cefalıdağ ve Baranadağ Plütonlarının (Kaman) Petrografik ve Kimyasal-Mineralojik Özellikleri. *Jeol. Müh. Derg.* 30, 11-16.
- Bayhan, H. 1993. Ortaköy Granitoidinin (Tuzgözü doğusu) Petrografik ve Kimyasal-Mineralojik Özellikleri. *Doğa-Türk Yerbilim. Dergisi*, 2, 147- 160.
- Cox, K.G., Bell, J. D. and Pankhurst, R.J. 1979. The Interpretation of Igneous Rocks. Allen and Unwin, London.
- Çalapkulu, F. 1980. Horoz Granodiyoritinin Jeolojik İncelemesi. *T.J.K. Bült.* 23/1, 59-68.
- Debon, F. and Le Fort, P. 1982. A Chemical-Mineralogical Classification of Common Plutonic Rocks and Associations. *Transactions of the Royal Soc. of Edinburgh. Earth Sci.* 73, 135-149.
- Erkan, Y. 1981. Amfibolit Sorunu ve Orta Anadolu Amfibolitlerinin Oluşum ve Kökenlerinin İncelenmesi. *H.Ü. Yerbilimleri Dergisi*, 5-6; 61-76.
- Erkan, Y. ve Ataman, G. 1981. Orta Anadolu Masifi (Kırşehir yöresi) Metamorfizma Yaşı Üzerine K/Ar Yöntemi İle Bir İnceleme. *H. Ü. Yerbilimleri Dergisi*, 8; 27-30.
- Göncüoğlu, M.C. 1977. *Geologie des Westlichen Niğde Massiv*. Ph.D. Thesis, Bonn Univ.
- Göncüoğlu, M.C. 1981a. "Niğde Masifinin Jeolojisi" **İç Anadolunun Jeolojisi Sempozyumu**, TJK Yay. Ankara.

- Göncüoğlu, M.C. 1981b. Niğde Masifinde Viridinli Gnaysın Kökeni. T.J.K. Bült. 24/1, 45-50.
- Göncüoğlu, M.C. 1982. Niğde Masifi Paragnayslarında Zirkon U/Pb Yaşları. T.J.K. Bült. 25/1, 61-66.
- Göncüoğlu, M.C. 1986. Orta Anadolu Masifinin Güney Ucundan Jeokronolojik Yaş Bulguları. MTA Derg. 105/106, 111-124.
- Göncüoğlu, M.C. ve Türel, T.K. 1993. Orta Anadolu Plajiyogranitlerinin Petrolojisi ve Jeodinamik Yorumu (Aksaray- Türkiye). Doğa-Türk Yerbilimleri Derg. 2, 195- 203.
- Göncüoğlu, M.C., Köksal, S., Floyd, P.A. 1997. Post-collisional A-Type Magmatism in The Central Anatolian Crystalline Complex: Petrology of The İdiş Dağı Intrusives (Avanos, Turkey). Tr. J. Of Earth Science. 6, 65-76.
- Harris, N. B. W., Perce, J. A., Tindle, A. G. 1986. Geochemical Characteristics of Collision Zone Magmatism. Collision Tectonics. Coward, M.P., Ries, A.C. (ed.), 67-81, Geol. Soc. Spec. Publ.
- Irvine, T. N., Baragar, W.R.A. 1971. A Guide to The Chemical Classification of The Common Volcanic Rocks. Can. J. of Earth Sci. 8, 523- 548.
- Kadioğlu, Y. K., Güleç, N. 1993. Granitoyidler İçindeki Anklavların Kökeni ve Türkiye'den Örnekler. T.J.K.Bült. 8, 113-118.
- Kadioğlu, Y.K., Güleç, N. 1997. "Ağaçören İntüzif Takımının Petrolojisi (Aksaray)" **Çukurova Üniversitesinde Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20.Yılı Sempozyumu**, 30 Nisan- 3 Mayıs 1997.
- Karakaş, M. ve Kurt, H. 1998. "Himmetli-Elmalı-Kızılören (Niğde) Dolayının Jeolojisi, Mineralojisi ve Jeokimyası" **Fırat Üniversitesi 20. yıl Sempozyumu Bildirileri**, 369-379.
- Karakaş, M. 1999. Himmetli-Elmalı-Kızılören (Niğde) Civarı Kayaçlarının Mineralojisi ve Jeokimyasal özellikleri. S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 94 s.
- Ketin, İ. 1956. Yozgat Bölgesinin Jeolojisi ve Orta Anadolu Masifinin Tektonik Durumu. TJK Bült. 6, 1-40.
- Koçak, K. 1993. The Petrology and Geochemistry of The Ortaköy Area, Central Turkey, PhD thesis, Glasgow Uni., Scotland, 280 (unpublished).
- Koçak, K. and Leake, B.E. 1994. The Petrology of The Ortaköy District and Its Ophiolite at The Western Edge of The Middle Anatolian Massif, Turkey. J.A.Earth Sciences. 18/2, 163-174.
- Kocak, K. 2000. Regional Metamorphism of the Detritic Rocks In Ortakoy (Aksaray) Area. Bull. of the Min. Resch. and Exp. 122, 31-39.
- Maniar, P.D. and Piccoli, P.M. 1989. Tectonic Discrimination of Granitoids. Geological Soc. Of Am. Bull. 101, 635- 643.
- Pearce, J. A. 1983. Role of The Sub-continental Lithosphere in Magma Genesis at Active Continental Margins; In: Hawkesworth, C.J., Norry, M.J (Eds.), Continental Basalts and Mantle Xenoliths. Shiva, Nantwich, pp. 230-249.
- Pearce, J.A., Harris, N.B.W, and Tindle, A. G. 1984. Trace Element Discrimination Diagrams for Tectonic Interpretations of Granitic Rocks. J. Petrol. 25, 956-983.
- Rapp, R. P., Watson, E. B., Miller, C. F. 1991. Partial Melting of Amphibolite Eclogite and The Origin of Archean Trondhjemites and Tonalites. Precambrian Research. 51, 1-25.
- Schilling, J. G. 1971. Sea-floor Evolution; Rare-Earth Evidence, Philos. Trans. R. Soc. London, Ser. A. 268, 663.
- Sun, S., McDonough, W.F. 1989. Chemical and Isotopic Systematic of Oceanic Basalts: Implications for Mantle Compositions and Processes; In: Saunders, A.D., Norry, M.J (Eds.), Magmatism in the Ocean Basins. Geological Society of London Special Publication 42, pp. 313-345.
- Seymen, İ. 1984. "Kırşehir Masifi Metamorfitlelerinin Jeolojik Evrimi" **T. J. K. Ketin Semp. İstanbul**.
- Türel, T.K., Göncüoğlu, M.C., Akıman, O. 1993. Ekecikdağ Granitodinin Petrolojisi ve Kökeni (Orta Anadolu Kristalen Kütesinin Batısı). M.T.A. Derg. 115, 15-28.
- Villemant, B., Jaffrezie, H., Joron, J.L., Treuil, M. 1981. Distribution Coefficient of Major and Trace Elements; Fractional Crystallisation in The Alkali Basalt Series of Chaîne des Puys (Masif Central France). Geochemica et Cosmochimica Acta. 45, 1997-2016.
- Whalen, J. B., Currie, K. L. and Chappell, B. W. 1987. A-Type Granites: Geochemical Characteristics, Discrimination and Petrogenesis. Cont. Mineral. Petrol. 95, 407-419.
- Whitney, D. L., Teyssier, C., Fayon, A.K., Hamilton, M.A., Heizler, M. 2003. Tectonic Controls on Metamorphism, Partial Melting, and Intrusion: Timing and Duration of Regional Metamorphism and Magmatism in The Nigde Massif, Turkey. Tectonophysics. 376 (1-2), 37-60.