ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BÜĞÜZ (KESİKKÖPRÜ-BALA/ANKARA) DEMİR YATAĞININ MİNERALOJİK-PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ

Barış ACAR

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2018

Her hakkı saklıdır

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

18.01.2018



Barış ACAR

TEZ ONAYI

Barış ACAR tarafından hazırlanan "**Büğüz (Kesikköprü-Bala/Ankara) Demir Yatağının Mineralojik-Petrografik ve Jeokimyasal Yöntemlerle İncelenmesi**" adlı tez çalışması **18/01/2018** tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Şükrü KOÇ

Jüri Üyeleri:

Başkan: Prof. Dr. Fetullah ARIK

Selçuk Üniversitesi / Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Şükrü KOÇ

Ankara Üniversitesi / Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Yrd. Doç. Dr. Zehra KARAKAŞ

Ankara Üniversitesi / Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Atila YETİŞEMİYEN
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BÜĞÜZ (KESİKKÖPRÜ-BALA/ANKARA) DEMİR YATAĞININ
MİNERALOJİK-PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ

Barış ACAR

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Şükrü KOÇ

Çalışma alanı, Ankara'ya yaklaşık 135 km uzaklıkta bulunan Büğüz cevherleşme sahasıdır. Büğüz köyü ve yakın çevresinde yapılan arazi çalışmalarında kristalize kireçtaşları, kuvars monzonit ve skarn kayaçları olmak üzere üç farklı birim gözlenmiştir. Kireçtaşı ile kuvars monzonit dokanağından dolayı oluşan skarn kayaçlarında; andradit, grossular, diyopsid gibi yüksek sıcaklığı işaret eden mineraller prograd evreyi, epidot, aktinolit, kuvars ve rekristalize kalsitler gibi düşük sıcaklığı işaret eden mineraller retrograd evreyi göstermektedir. Bu mineraller kalsik skarn tipini tanımlamakta ve bunlarla birlikte içerdiği cevher mineralleri aynı zamanda ekzoskarn ortamını işaret etmektedir. Cevherleşmenin parajenezinde manyetit ve hematit gibi yüksek sıcaklık mineralleri ve daha düşük sıcaklıkları gösteren sülfürlü minerallerin bulunuşu, metasomatik ortamlarda görülen ilvait mineralinin görülmesi, birincil opak minerallerle kalsit arasında yerini alma dokularının bulunması gibi maden mikroskobik bulgular, cevherleşmenin metasomatik karakterini ortaya koymakta ve oluşumun skarnlaşmayla başladığı ve hidrotermal şartlara geçiş gösterdiğini işaret etmektedir. İncelenen örneklerde hareketsiz olduğu bilinen Ti, Nb gibi bazı elementlerin negatif anomali göstermesi kuvvetli asitlik derecesi gösteren hidrotermal akışkanın varlığını işaret etmektedir. Skarn kayaçları ve cevherleşmelerin eser element içerikleri, pegmatitik-pnöymatolitik evreden hidrotermal evreye geçiş şartlarını göstermektedir. Granitik kaynaklı elementlerle, bazaltik kaynaklı elementlerin aynı oluşum içinde bulunmaları, cevherleşmeyi gerçekleştiren asidik çözeltilerle bazik bir magmayla ilişkili çözeltilerin karıştığını (kirlendiğini) gösterir. Korelasyon ilişkilerinde CaO'in Fe_2O_3 ile ters hareket etmesi, skarnlaşmayı işaret eden ornatma (yerini alma) olayından dolayıdır. Skarnlaşmadan sorumlu kuvars monzonitin dünyadaki Fe skarnlar yerine, Au ve Cu skarnlarına ait ortalama değerlere daha yakın olduğu görülmüştür. $\delta^{13}C$, $\delta^{18}O$ ve $\delta^{34}S$ izotop sonuçları, Büğüz demir yatağının kontak metazomatik ve kontak metamorfik süreçlerle ilişkili bir cevherleşme olduğunu göstermiştir.

Ocak 2018, 101 sayfa

Anahtar Kelimeler: Skarn, Demir skarn, Manyetit skarn, Büğüz-Türkiye, Kontakt pnöymatolitik Fe-yatağı, Kontakt metasomatik Fe-yatağı

ABSTRACT

Master Thesis

EXAMINING THE MINERALOGICAL-PETROLOGICAL AND GEOCHEMICAL METHODS OF BÜĞÜZ IRON DEPOSIT, KESİKKÖPRÜ-BALA, ANKARA

Barış ACAR

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geological Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Şükrü KOÇ

The study area is Buguz mineralization site which is located approximately 135 km from Ankara. Three different units which are crystallized limestones, quartz monzonite and skarn rocks, have been defined in the field studies in Buguz village. In addition, alteration zones were observed between limestones and quartz monzonites. In the skarn rocks forming due to the contact of limestone with quartz monzonite; the occurring minerals pointing to high temperature such as andradite, grossular and diopside show the prograde stage; minerals indicating low temperature such as epidote, actinolite, quartz and recrystallized calsite show the retrograde stage. These minerals describe the type of calcic skarn while together with these minerals and ore minerals indicate the exoskarn paragenesis at the same time. In the paragenesis of mineralization, mineral microscopic findings such as; the presence of high temperature minerals such as magnetite and hematite and the presence of sulfur minerals showing lower temperatures, the presence of ilvait which is a mineral seen in metasomatic stages, and the presence of the presence of replacement between primary opaque minerals and calcite reveal the metasomatic character of the mineralization and indicating that the formation began with skarnification and shifted to hydrothermal conditions. The negative anomalies of some elements such as Ti, Nb, which are known to be inactive in the studied specimens, indicate the presence of a hydrothermal fluid showing a strong acidity level. The trace element contents of skarn rocks and mineralizations, indicate the transition conditions of pegmatitic-pneumatolytic stage to hydrothermal stage. The presence of basaltic elements in the same formation of granitic source elements, showing a mixture of acidic solutions with a basic magma which means some kind of contamination. The reverse movement of CaO and Fe_2O_3 in correlation relations is due to the replacement that points out skarnization. Quartz monzonite responsible for skarnization was found to be closer to the mean values of Au and Cu skarns in place of Fe skarns in the world. The $\delta^{13}C$, $\delta^{18}O$ and $\delta^{34}S$ isotope results indicate that the Büğüz iron deposit is associated with contact metasomatic and contact metamorphic processes.

January 2018, 101pages

Key Words: Skarn, Iron skarn, Magnetit skarn, Büğüz-Türkiye, Contact pneumatolytic Fe-deposit, Contact metasomatic Fe-deposit

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım sırasında ve tezin her aşamasında büyük katkıları olan, kaynaklarını, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, değerli eleştiri ve fikirleri ile beni öğrencilik yıllarımdan beri aydınlatan, bilim ve meslek etiği konusunda beni yönlendiren Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı öğretim üyelerinden danışman hocam Sayın Prof. Dr. Şükrü KOÇ'a içten ve sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Gerek arazi çalışmaları, gerekse tez süresince bilgi ve yardımları ile bana destek olan Sayın Dr. Nihal ÇEVİK'e (MTA),

Mineraloji - Petrografi çalışmalarındaki katkılarından dolayı Sayın Yrd. Doç. Dr. Zehra KARAKAŞ'a,

Yardımlarını benden esirgemeyen arkadaşlarım Jeoloji Mühendisi Mustafa Batuhan ERTEKİN'e ve Jeoloji Mühendisi Mert DEMİRKOL'a,

Arazi çalışmalarımda sağladıkları olanak ve yardımlarından dolayı VEFA Mineral Madencilik San. Tic. A.Ş. şirketine ve şantiye şefi Maden Mühendisi Emrah AKAY'a,

En önemlisi; sonsuz sabırları, güvenleri, maddi ve manevi destekleri ile her zaman yanımda olan, beni her zaman her konuda destekleyen aileme ve manevi desteklerinden dolayı Kimya Mühendisi Ayşe Merve DOĞAN'a teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Bu tez çalışması, "Büğüz (Kesikköprü-Bala/ANKARA) demir yatağının mineralojik-petrografik ve jeokimyasal yöntemlerle incelenmesi" adlı 16L0443008 numaralı Bilimsel Araştırma Projesi ile desteklenmiştir. Bu bağlamda Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinasyon Birimine teşekkür ederim.

Barış ACAR
Ankara, Ocak 2018

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI

ETİK ..... **i**

ÖZET ..... **ii**

ABSTRACT ..... **iii**

TEŞEKKÜR ..... **iv**

SİMGELER DİZİNİ ..... **viii**

ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **ix**

ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **xii**

1. GİRİŞ **1**

1.1 Tezin Amacı **2**

1.2 Çalışma Alanının Tanıtımı **2**

2. MATERYAL VE YÖNTEM **4**

2.1 Saha Çalışmaları **4**

2.2 Laboratuvar Çalışmaları **4**

2.2.1 Polarizan Mikroskobi çalışmaları **4**

2.2.2 Cevher mikroskobisi çalışmaları **5**

2.2.3 X-Ray Difraktometresi (XRD) çalışmaları **5**

2.2.4 Jeokimya çalışmaları **6**

2.2.5 İzotop çalışmaları **6**

2.3 Büro Çalışmaları **7**

3. ÖNCEL ÇALIŞMALAR **8**

4. BÖLGESEL JEOLOJİ **16**

5. İNCELEME ALANININ JEOLOJİSİ **20**

6. SKARN ZONU MİNERALOJİSİ **29**

6.1 Mikroskobik İncelemeler **29**

6.2 XRD İncelemeleri **32**

7. CEVHER MİKROSKOBİSİ **39**

8. JEOKİMYA ÇALIŞMALARI **45**

8.1 Element Bollukları **45**

8.1.1 Yenice Bölgesinde Açılmış Bulunan MB3 yarmasına ait ana ve eser element bollukları **45**

8.1.2 Karaçarşağın Tepe Bölgesinde Açılmış Bulunan BB3 yarmasına ait ana ve eser element bollukları **48**

8.1.3 Karagüney Geçidi Bölgesinde yapılmış olan S36 sondajına ait ana ve eser element bollukları **51**

8.2 Korelasyon Analizleri **55**

8.2.1 Yenice Bölgesinde Açılmış Bulunan MB3 yarmasına ait örneklerin ana ve eser element korelasyonları **55**

8.2.2 MB3 Yarmasının Küme analizi dendogramı **59**

8.2.3 Karaçarşağın Tepe Bölgesinde Açılmış Bulunan BB3 Yarmasına ait örneklerin ana ve eser element korelasyonları **61**

8.2.4 BB3 yarmasının Küme analizi dendogramı **65**

8.2.5 Karagüney Geçidi Bölgesinde yapılmış olan S36 sondajına ait örneklerin ana ve eser element korelasyonları **67**

8.2.6 S36 Sondajına ait küme analizi dendogramı **71**

8.3 Kayaç ve Cevherlerin Çoklu Element Diyagramı ve Değerlendirmesi **74**

8.4. Skarn Yatağının Petrojenezi **76**

9. DURAYLI İZOTOP ÇALIŞMALARI **81**

9.1 Karbon-Oksijen İzotop Çalışmaları **81**

9.2 Kükürt İzotop Çalışmaları **85**

10. TARTIŞMA VE SONUÇLAR **88**

KAYNAKLAR **91**

ÖZGEÇMİŞ **101**

SİMGELER DİZİNİ

μ	Mikron
mm	Milimetre
m	Metre
km	Kilometre
ppm	Milyonda bir kısım
ppm	Milyarda bir kısım
%	Yüzde
‰	Binde
δ	Delta
^{0}C	Celcius

Kısaltmalar

B	Batı
D	Doğu
G	Güney
GB	Güneybatı
GD	Güneydoğu
K	Kuzey
KB	Kuzeybatı
KD	Kuzeydoğu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Çalışma alanının yer bulduru haritası 3

Şekil 1.2 Google Earth üzerinde örnekleme noktaları 3

Şekil 4.1 Orta Anadolu Kristalin Kompleksi 16

Şekil 4.2 Orta Anadolu Kristalin Kompleksinde görülen birimler 17

Şekil 4.3 Geç Kretase-Tersiyer zamanlarında Orta Anadolu Kristalin Kompleksinde yer alan havzaların oluşumunu gösteren blok diyagram 18

Şekil 4.4 Orta Anadolu Kristalin Kompleksi stratigrafik kesiti 19

Şekil 5.1 Büğüz köyü ve çevresinde yer alan çalışma sahası 20

Şekil 5.2 Sarımsı bej, gri ve beyaz renklerde görülen kristalize kireçtaşları 21

Şekil 5.3 Kırık ve çatlaklarda ikinci kalsit damarcıkları ve epidotlaşmalar 22

Şekil 5.4 Basınç ikizlenmesi gösteren kalsit taneleri 23

Şekil 5.5 Açık renkli ve iri taneli dokuya sahip kuvars monzonit 24

Şekil 5.6 Plütonik kayaçları adlandırmada kullanılan TAS diyagramı 24

Şekil 5.7 Kuvars monzonitin mikroskobik incelemesi. 25

Şekil 5.8 a. Yenice bölgesindeki yarma genel görünüm, b. Skarnlaşma ve cevherleşme kısmının yakından görünümü 26

Şekil 5.9 Karaçarşağın bölgesi yarması 27

Şekil 5.10 Karaçarşağın bölgesi yarmasındaki skarnlaşma ve cevherleşme kısmı 27

Şekil 5.11 Karagüney Gecidi bölgesindeki sondaj noktası 28

Şekil 5.12 Sondaj numuneleri ve skarnlaşma zonundan alınan bir karot 28

Şekil 6.1 a. Andraditlerin tek nikol görüntüleri, b. Kalsitleşmiş andraditler 29

Şekil 6.2 Diyopsit örnekleri, neredeyse dik açı ve iki yönlü dilinim göstermektedirler 30

Şekil 6.3 Prograd evreyi temsil eden diyopsitler ve yanlarında epidotlaşmalar 30

Şekil 6.4 Retrograd evre epidotlaşmaları 30

Şekil 6.5 Öz şekilli aktinolit taneleri 31

Şekil 6.6 Retrograd evreyi gösteren epidotlaşmalar 31

Şekil 6.7 BB3F örneğine ait difraktogram 35

Şekil 6.8 BB3H örneğine ait difraktogram 35

Şekil 6.9 S36-49 örneğine ait difraktogram 36

Şekil 6.10 S36-53,75 örneğine ait difraktogram 36

Şekil 6.11 S36-44 örneğine ait difraktogram 37

Şekil 6.12 S36-15 örneğine ait difraktogram 37

Şekil 6.13 BB3G örneğine ait difraktogram 38

Şekil 7.1 a. Kalsitin yerini almış manyetitler, b. Manyetiti(gri) kuşatan ve tane aralarının açılmasına yol açan gang(siyah) 39

Şekil 7.2 a. Demir karbonatlar içindeki hematit taneleri, b. Manyetitin(Gri) 111 yüzeyine paralel gelişmiş martitler(beyaz) 40

Şekil 7.3 Kalsitin yerini alan ilvait ve manyetit 40

Şekil 7.4 Pirit manyetit çatlağına giren siderit damarı ve ornatma kapanımları 41

Şekil 7.5 a) Özşekilli, yarı özşekilli ve özşekilsiz iri piritler. b) Pirit, manyetit, götit ve kalkopirit. c) Soldan sağa doğru pirit,siderit,arsenopirit, manyetit. d) Sfalerit, pirit ve kalkopirit e) Piritin içine sokulum yapan veya etrafını saran galenit 42

Şekil 7.6 Götit içerinde kalıntı manyetit, hematit ve ilvait, siyahlar gang 43

Şekil 7.7 Piroluzitin götitle birlikte oluşturduğu damarcıklar 43

Şekil 8.1 MB3 yarmasına ait örneklerin granit ve şeyle göre normalize değerleri 47

Şekil 8.2 BB3 yarmasına ait örneklerin granit ve şeyle göre normalize değerleri 50

Şekil 8.4 S36 sondajına ait örneklerin granit ve şeyle göre normalize değerleri 54

Şekil 8.5 MB3 yarmasına ait birlikte hareket eden element gruplarını gösteren dendogram 60

Şekil 8.6 BB3 yarmasına ait birlikte hareket eden element gruplarını gösteren dendogram 66

Şekil 8.7 S36 sondajına ait birlikte hareket eden element gruplarını gösteren dendogram 72

Şekil 8.8 Yarma ve sondaj örneklerinin kondrit ortalamalarına göre normalize edilmiş multi element diyagramı 74

Şekil 8.9 Ana skarn yatak tipleriyle ilişkili plütonların Rb/Sr ile Zr kolerasyon grafiğinde (Meinert, 2005) incelenen kuvars monzonit örneklerinin dağılımı 77

Şekil 8.10 Ana skarn yatak tipleriyle ilişkili plütonların iz element tektonizmasına göre ayrımı 80

Şekil 9.1 Çeşitli jeolojik ortamlara ve cevher tiplerine ilişkin $\delta^{13}C$ değerleri 83

Şekil 9.2 Jeolojik olarak önemli bazı maddelerde $\delta^{18}O$ değerleri 84

Şekil 9.3 $\delta^{13}C_{VPDB}$ karşı $\delta^{18}O_{VSMOW}$ grafiği 84

Şekil 9.4 Çeşitli jeolojik rezervuarların $\delta^{34}S$(VPDT) değerleri 86

Şekil 9.5 Çeşitli jeolojik ortamlara ve cevher tiplerine ilişkin $\delta^{34}S$ değerleri 87

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 5.1 Tas diyagramında kullanılan kuvars monzonit verileri 24

Çizelge 6.1 Örneklerin XRD analiz sonuçlarının göreceli bolluk dağılımları 34

Çizelge 8.1 MB3 yarmasına ait PES, RES ve cevher örneklerinin tüm kayaç analizi sonuçları 46

Çizelge 8.2 MB3 yarmasına ait örneklerin normalize değerlerinde artış ve azalış gösteren Ana oksitler ve eser elementler 48

Çizelge 8.3 BB3 yarmasının PES, RES ve cevher örneklerinin tüm kayaç analiz sonuçları 49

Çizelge 8.4 BB3 yarmasına ait örneklerin normalize değerlerinde artış ve azalış gösteren ana oksitler ve eser elementler 50

Çizelge 8.5 Sondajdan alınan PES, RES ve cevher örneklerinin tüm kayaç analiz sonuçları 53

Çizelge 8.6 S36 sondajına ait örneklerin normalize değerlerinde artış ve azalış gösteren ana oksitler ve eser elementler 54

Çizelge 8.7 MB3 yarmasına ait örneklerin ana oksit ve eser element korelasyonları 57

Çizelge 8.8 MB3 örneklerinin korelasyon katsayıları 58

Çizelge 8.9 BB3 yarmasına ait örneklerin ana oksit ve eser element korelasyonları 63

Çizelge 8.10 BB3 örneklerinin korelasyon katsayıları 64

Çizelge 8.11 S36 sondajına ait örneklerin ana oksit ve eser element korelasyonları 69

Çizelge 8.12 S36 örneklerinin korelasyon katsayıları 70

Çizelge 8.13 Diyagramlarda kullanılan plütonik kayaçların iz element değerleri 78

Çizelge 9.1 Karbonatlara ait oksijen (VSMOW) ve karbon (VPDB) izotop sonuçları 82

Çizelge 9.2 Piritlere ait kükürt (CDT) izotop sonuçları 86

1. GİRİŞ

Büğüz cevherleşme bölgesinde birçok demir madeni yatağı ve zuhuru olduğu bilinmektedir. Kesiköprü demir madeni bunlardan en bileneni olup, üzerinde birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları Kırşehir Masifi'nin jeolojisi, sedimanter ve magmatik kayaçların özellikleri ve jeotektonik incelemelerine yönelik çalışmalardır (Bailey ve Mac Callien 1950, Egeran ve Lahn 1951, Ketin 1955, 1963, Norman 1972, Çapan ve Buket 1975, Tülümen 1980, Erkan 1981, Seymen 1982, Bayhan 1986, Önen ve Unan 1988, Erler vd. 1989, Akıman vd. 1993).

Kesikköprü demir cevherleşmesini konu alan ilk çalışmalar Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü tarafından yapılmıştır (Brennich 1960, Kraeff 1962a, 1962b, Boroviczeny 1964a, 1964b, 1964c, 1964d, Yaz ve Sözen 1965, 1967, Sözen 1970, Sungurlu 1970, Öztürk 1981, Öztürk vd. 1983, Kara ve Dönmez 1990, İşbaşarır vd. 2002, 2004). Ayrıca Bayhan (1984) Bilgin vd. (1986), Wondemagegnehu (1990) ve Doğan (1996)'nın araştırmaları bulunmaktadır.

Kesikköprü demir yatak ve zuhurlarında cevherleşme kristalize kireçtaşı, ultramafik-mafik kayaçlar ve granitik kayaçların dokanaklarında veya yakın çevrelerinde mercekler şeklinde görülmektedir (Öztürk vd. 1983). Cevherleşmeler Brennich (1960) tarafından bazik karakterli magma farklılaşmasına bağlanmış, Kraeff (1962a, 1962b)'in çalışmasında ise, granodiyorit bileşimli kayaçların kristalize kireçtaşları kontaklarında pnöymatolitik- kontakt metasomatik ve pirometasomatik oluşumlar olarak ifade edilmiştir. Daha sonra Boroviczeny (1964), Sözen (1970), Öztürk vd. (1983), Bayhan (1986), Wondemagegnehu (1990), Doğan vd. (1998), İşbaşarır vd. (2002) oluşumların skanlaşmayla ilişkili olduklarını belirtmişlerdir. Kesikköprü cevherleşmelerinin oluşumunu açıklayan bunlardan daha farklı görüşlerin ortaya atılması ve tartışılması yeni araştırmaların gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bölgedeki cevher yatakları ile ilgili çok değişik görüşler bulunması, gelişen madencilik faaliyetleri sonucunda farklı alanlarda açılan yarmalarda yeni mostralar ortaya çıkarılması yeni araştırmaları da gündeme getirmektedir. Bu araştırmayla yeni

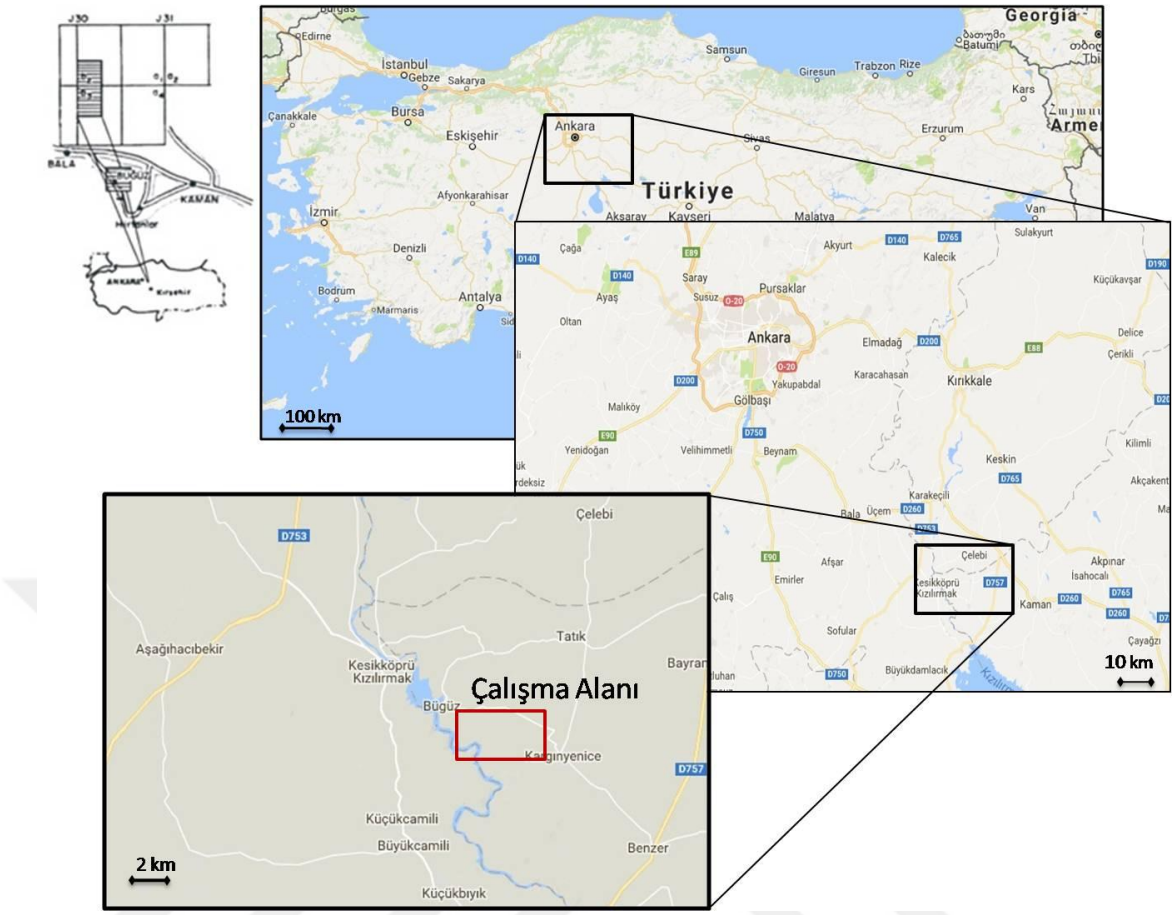
cevherleşme alanlarındaki magmatik kayaçların birbirleriyle ve kireçtaşlarıyla ilişkileri incelenmiş, bu ilişkilerin cevherleşmeye etkileri ve katkıları ortaya konmaya çalışılmıştır. Ayrıca, mineral parajenezleri, cevher minerallerinin hakim yapı dokuları, kayaçların ve cevherin jeokimyasal özelliklerinin ortaya konulmasıyla elde edilen verilerden yararlanılarak, bölgedeki cevher zenginleşmelerinin kökeni ve tipinin belirlenmesine çalışılmıştır.

1.1 Tezin Amacı

Bu araştırmada Büğüz (Kesikköprü-Bala/ANKARA) demir yatağının jeolojik, mineralojik-petrografik ve jeokimyasal özelliklerinin birlikte değerlendirilmesiyle; oluşum koşullarının ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda bölgedeki cevherleşmeyle ilişkisi olduğu tartışılan magmatik kayaçlar ile karbonatlı kayaçlar arasındaki kontakt ilişkileri, parajenez, cevher minerallerinin yapı-doku özellikleri ile mineral-kayaç kimyası, cevher mikroskobisi ve izotop jeolojisi çalışmaları yaparak kökensel sorunlara yönelik jeokimyasal özellikler ortaya konulmuştur.

1.2 Çalışma Alanının Tanıtımı

Çalışma alanı, Ankara'ya yaklaşık 135 km uzaklıkta, Bala ilçesinin de 30 km güneydoğusunda yer alan Kesikköprü beldesinin 15 km güneyinde bulunan Büğüz cevherleşme sahasıdır (Şekil 1.1). Çalışma alanları, 1/25000 ölçekli J30-b2 ve b3 paftaları içersinde yer almaktadır. Sahada başlıca Büğüz, Tepe ve Kargınyenice köyleri yer alır. Çalışma alanının Google Earth görüntüsü şekil 1.2'de verilmiştir.



Şekil 1.1 Çalışma alanının yer bulduru haritası



Şekil 1.2 Büğüz bölgesi Google Earth görüntüsü ve örnekleme noktaları

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Tez çalışması kapsamında, sahada yer alan yarmalardan ve sondajdan sistematik örnekleme yapılması ve alınan örnekler üzerinde mineralojik, petrografik, cevher mikroskobisi ve jeokimyasal çalışmalar gibi laboratuvar çalışmaları yapılmıştır. Elde edilen veriler, büroda yapılan çalışmalarla görsel hale getirilmiştir. Bu nedenle, çalışmalar ve uygulanan analiz yöntemleri ve özellikleri aşağıda saha, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere üç ayrı bölümde toplanarak sunulmuştur.

2.1 Saha Çalışmaları

2016 Yaz sezonunda gerçekleştirilen arazi çalışmalarında genel jeolojik araştırmalar yapılmıştır. Bu kapsamda proje alanında yer alan birimler tanınmış, yapısal unsurlar incelenmiştir. Arazide cevher oluşumu, cevher yan kayaç dokanağı, yan kayaç ve plütonik kayaçlar incelenmiş ve aralarındaki ilişkiyi göstermek için bir hat doğrultusunda örnekleme yapılmıştır. Çalışma alanının bir kısmında halihazırda işletimekte olan demir madenine ait sondaj örneklerinden de incelenmek üzere örnekleme yapılmıştır. Bunlardan 33 tanesi mostra ve yarmalardan, 30 tanesi ise Vefa Madencilik tarafından bölgede yapılan sondajdan derlenmiştir. Sondaj örnekleri renk ve dokusal görünüşleri farklı olan karotlardan seçilmiştir.

2.2 Laboratuvar Çalışmaları

Laboratuvar çalışmaları; mineralojik incelemelerde polarizan mikroskobu, cevher mikroskobu, X-ışınları kırınım çalışmaları, jeokimya, mineral kimyası ve izotop çalışmaları başlıkları altında aşağıda sunulmuştur.

2.2.1 Polarizan mikroskobi çalışmaları

Arazi çalışmaları esnasında inceleme alanından alınan toplam 63 adet örnekten 51 tanesi seçilerek Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi (AÜMF) Jeoloji

Mühendisliği Bölümü İnce Kesit ve Parlatma Laboratuvarı'nda ince kesit olarak hazırlanmıştır. İnce kesitlerde mineral tayinleri, mineralojik bileşimler, alterasyon türleri ve dokusal özelliklerini göstermek için AÜMF Jeoloji Mühendisliği Bölümünde bulunan Leica DM2500 marka alttan-üstten aydınlatmalı mikroskop kullanılarak petrografik çalışmalar yapılmıştır. Önemli bulunan kesitlerden mineralojik bileşimi ve dokusal özellikleri yansıtmak, mineral türleri, alterasyonları ve alterasyon ürünlerini ortaya koymak üzere çok sayıda fotoğraf çekilmiştir. Bunlardan önemli özellikler sunanlar seçilerek teze konulmuştur.

2.2.2 Cevher mikroskobisi çalışmaları

Petrografik çalışmalar sırasında opak minerallerin yoğunlukta olduğu veya alterasyona uğrayarak opasitleşen minerallerin dönüşümlerini tespit etmek amacıyla 19 adet örnek seçilerek Ankara Üniversitesi İnce Kesit ve Parlatma Laboratuvarı'nda parlatma kesitleri yapılmıştır. Cevher minerallerinin türünü, dokusunu, dönüşümlerini tespit etmek için yapılan bu parlatmalar AÜMF Jeoloji Mühendisliği Bölümünde bulunan Leica DM2500 marka üstten aydınlatmalı mikroskop kullanılarak incelenmiştir. Önemli bulunan parlak kesitlerden tipik özellikleri yansıtmasına dikkat edilerek cevher mikroskobunda fotoğraflar çekilmiş ve önemli özellikler gösterenler tezde sunulmuştur.

2.2.3 X-Ray Difraktometresi (XRD) çalışmaları

Seçilen 34 adet örnek, çekiç ile ufak parçalara ayrıldıktan sonra AÜMF Jeoloji Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarında Fritsch marka öğütücüde 200 meshin altına öğütülmüştür. Öğütülen toz örnekler, hassas terazide 20-30 gram tartılarak kilitli örnek torbalara konulmuş ve numaralandırılarak TPAO Araştırma Merkezi Sedimantaloji ve Rezervuar Jeolojisi Müdürlüğü'nün X-ışınları Laboratuvarı'na analiz yapılması için teslim edilmiştir. Öğütülmüş örnekten hazırlanan toz plaket üzerinde XRD-tüm kaya analizi yapılmıştır. XRD-tüm kaya analizi şu aletsel koşullarda gerçekleştirilmiştir: Jeneratör; Rigaku D/Max-2200 Ultima+/PC, Tüp; Cu, Gerilim; 40 Kv, Akım; 20 mA, Dalga Boyu; (CuKα1) 1.54059 Angström, Tarama hızı; 1^{o}/dk.

Saha verileri, el örnekleri ve ince kesit çalışmaları ile belirlenen örneklerden tüm kaya XRD çektirilip mineraller ASTM (1972) kartları kullanılarak değerlendirilmiştir. XRD difraktogramı, difraktometre'ye bağlı PC'deki Jade-7.0 programında ve ICCD (International Centre for Diffraction Data)'nin ICSD (Inorganic Crystal Structure Database)'ine göre değerlendirilmiştir. Bunun için, analiz sonucunda cihaz çıktısı olarak elde edilen difraktogramdaki XRD desenleri, difraktometreye bağlı PC'deki Jade 7.0 "sofware"inde profil tabanlı (profile-based) eşleştirmeler ve "Easy Quant" programındaki referans şiddet oranları (RIR: reference intensity ratios) dikkate alınmıştır. Böylelikle örneği oluşturan ve XRD analizleri ile cihazın algılama sınırları içerisinde algılanabilen tüm kaya mineralleri, cins ve bağıl bolluk olarak (k=2 için) 0.01 genişletilmiş belirsizlik oranı (%1) ile belirlenmiştir.

2.2.4 Jeokimya çalışmaları

Çalışma alanından derlenen yüzey ve sondaj örneklerinden toplam 28 örnek analiz için seçilmiştir. Örnekler çekiç ile ufak parçalara ayrıldıktan sonra AÜMF Jeoloji Mühendisliği Bölümü Laboratuvarları'nda çeneli kırıcı ile 0,5 cm'nin altına kırılmıştır. Kırılan tüm örnekler Fritsch marka öğütücüde 200 mesh'in altına öğütülmüştür. Toz örnekler hassas terazide 20 gram tartılıp, kilitli örnek torbalara konulmuş ve numaralandırılarak Kanada ACME laboratuvarlarına ana, eser ve nadir toprak element analizleri için gönderilmiştir. Bu laboratuvarlarda örnekler ana element bileşimleri için ICP-ES yöntemi ile eser element bileşimleri ise ICP-MS yöntemi (LF202 yöntemi) kullanılarak analiz edilmişlerdir. Analiz yöntemi hakkında ayrıntılı bilgi http://acmelab.com sitesinden Price Brochure başlığı altında, Lithogeochemistry seçeneği ile görülebilir.

2.2.5 İzotop çalışmaları

İzotop analizleri, University of Arizona, Environmental Isotope Laboratory'da yapılmıştır. Örneklerin hazırlanma biçimi, ilgili laboratuvarlarla görüşülerek belirlenmiştir. 7 adet kalsit ve 4 adet piritten oluşan örneklerden homojen ve minerali temsil eden ufak parçalar kırılıp/koparılıp kilitli, naylon torbalara konularak

numaralandırılmış ve laboratuvara gönderilmiştir. Karbonatlardaki $\delta^{18}O$ ve $\delta^{13}C$ izotop değerleri karbonat hazırlama cihazı ile birleştirilmiş gaz oranlı kütle spektrometresinde (KIEL-III) ölçülmüştür (Finnigan MAT 252). Toz numuneler, 70^{o}C'de vakum altında fosforik dehidratla muamele edilmiştir. İzotop oranları NBS-19 ve NBS-18 tekrarlanan ölçümlerde, $\delta^{18}O$ için ±0.1‰ ve $\delta^{13}C$ için ±0.08‰ (1 sigma) hassasiyetinde ölçülmüştür. Tüm oksijen oranları VSMOW (Vienna Standard Mean Ocean Water), tüm karbon oranları VPDB (Vienna Pee Dee Belemnite) ile ilişkili standart per mil notasyonundadır. Piritlerdeki $\delta^{34}S$ ölçümü, laboratuvarda yer alan sürekli-akışkan gaz oranlı kütle spektrometresi (ThermoQuest Finnigan Delta PlusXL) ile yapılmıştır. Örnekler 1030°C'de yakılmıştır. C ile O_2 ve V_2O_5 kullanılan bir elementsel analiz aleti (Costech), kütle spektrometresi ile eşleştirilmiştir. Standartlar, laboratuvarlar arasında karşılaştırılan diğer birçok sülfit ve sülfat materyalleri ve OGS-1 ve NBS123 gibi uluslararası standartlar temel alınarak yapılmıştır. Kalibrasyon -10 ile +30 per mil aralığında doğrusaldır. Hassasiyet yaklaşık olarak ±0.15 veya daha iyidir (1s). Tüm kükürt oranları CDT (Canyon Diablo Troilite) ile ilişkili standart per mil notasyonundadır.

2.3 Büro Çalışmaları

Büro çalışmalarında, inceleme alanıyla ilgili rapor ve makaleler araştırılmış, çalışma bölgesine ait ait 1/25000'lik J30-b2 ve b3 paftalarına ait jeoloji haritalarına, arazideki yarmalar ve sondaj noktası ile yarmalardan alınan örnekler harita üzerine aktarılmıştır. Çalışmada kullanılan harita, şekil ve çizelgeler oluştururken Microsoft Excel, Microsoft Powerpoint, GCDkit 2.3, CorelDRAW X7, Rockworks 15 gibi bilgisayar programlarından faydalanılmıştır. Bir sonraki aşamada ise mineralojik, petrografik, jeokimyasal ve izotopik özellikler, önceden yapılan araştırmalar ile çalışma paralelinde güncel olarak yapılan araştırmalarla birlikte değerlendirilerek, yorumlanmış ve cevherleşmenin özellikleri ortaya konmaya çalışılmıştır.

3. ÖNCEL ÇALIŞMALAR

Bailey ve Mc Callien (1950), Kırşehir masifinin, Pontid birimlerinin güney yönlü ilerlemesi ile Mesozoyik birimler üzerine bindirme yapması sonucu Palezoyik ve Mesozoyik birimlerinden oluşan ofiyolitli bir karmaşık haline geldiğini vurgulamıştır.

Ketin (1955) ise Bailey ve Mc Callien (1950)'ne zıt olarak, Pontid birimleri ile Kırşehir masifi arasında bir ilişki olmadığını aksine Pontid birimlerinin güney yönlü değil kuzey yönlü olduğunu belirtmiştir.

Rondot (1956), Kırsehir Çelebidağ bölgesindeki skarn zonundan bahsederek buradaki şelit cevherleşmelerine değinmiş ve Kırşehir Masifi içerisinde işletilebilir tenörde şelit varlığının olabileceğini vurgulamıştır.

Brennich (1960), Kesikköprü ve civarını demir madeni aramaları açısından incelemiştir. Çalışma bölgesini, yaşı tam olarak bilinmeyen rekristalize mermerler, diyorit ve gabro başlıca olmak üzere volkanik ve ayrıca metamorfitlerden oluşan alt (dip) kompleks, granodiyoritten aplitlere kadar uzanan bir aralıkta tanımladığı granitik kütle ve Neojen sedimanter olmak üzere dört birime ayırmıştır. Cevher oluşumunu ise hidrotermal çözeltilerle ilişkilendirmiştir.

Kraeff (1962a, 1962b), Kesikköprü çevresinde yaptığı çalışmalarda bölgedeki birimleri kristalize kireçtaşları, gabro, granit ve porfirleri ve alüvyal oluşumlar olarak adlandırarak, cevherleşmenin kontakt metasomatik olduğunu dile getirmiştir.

Vache (1962) çalışmasında, Kösefakılı bölgesinde belli belirsiz bir yüzleğe sahip olan manyetit zuhuru ve Tepefakılı bölgesinde tespit ettiği manganez cevherleşmesi ile ilgili sonuçlar ortaya koymuştur.

Ketin (1963), Kırşehir masifini kuzeyden ofiyolitli melanjla, kuzey batıdan Paleozoyik birimlerle ve kuzey doğudan ise Eosen filişlerle sınırlanmış olan bir kristalin masif olarak tanımlamıştır.

Boroviczeny (1964a, 1964b, 1964c, 1964d), Kesikköprü bölgesinde yaptığı çalışmalarda bölgeyi; mermer, granodiyorit-siyenit ve porfirleri, gabroid kayaçlar ile Neojen tortullar olarak dört birime ayırmıştır. Mermer/granit kontağında skarn teşekküllerini ve manyetit cevherleşmesini işaret etmiştir.

Göktepeli (1964), Kaman-Kargınyenice bölgesinde yer alan birçok demir zuhurunu işaret ederken demir içeriğinin düşük, silis içeriğinin çok olmasından dolayı ekonomik bir cevherleşmeden söz etmemiştir.

Yaz ve Sözen (1965, 1967), Kesikköprü ve çevresinde yaptıkları detay jeoloji çalışmalarında bölgede yer alan birimleri kristalize kireçtaşları, bazik kayaçlar, granit ve porfirleri, asidik ve nötr karakterli dayklar ile granit-kireçtaşı dokanaklarında oluşan kalksilikatik kayaçlar olarak tanımlamıştır. Cevherleşmenin gabro intrüzyonuna dayandığını, kireçtaşlarının içine nüfuz eden bazik intrüziflerin bir lakolit halinde katılaştığını ardından asidik intrüziflerin geldiğini ve bazik komplekslerdeki amfibolitlerin bu esnada oluştuğunu, kontaklarda da hornfels geliştiğini söyleyerek, cevherleşmenin pnömatolitik olduğunu işaret etmişlerdir.

Çavusoğlu (1967), Keskin bölgesi ve civarında yürüttüğü çalışmalarında iki adet ana kurşun-çinko cevherleşmesinin tespitini yapmıştır. Bu cevherleşmelerin ise granodiyorit sokulumlarına bağlı hidrotermal çözeltilerin kireçtaslarında ornatmalar yaparak metasomatik reaksiyonlar sonucunda oluştuğunu söylemiştir.

Ovalıoğlu (1967), Kırşehir-Çiçekdağ bölgesinde, hidrotermal olarak nitelendirdiği bakır cevherleşmesini kireçtaşları içersinde tespit etmiştir.

Sözen (1970), Kesikköprü ve civarında yürüttüğü jeoloji çalışmaları ile bölgede mermer, gabroyik kayaçlar, asidik intrüzifler ve porfirleri ile asidik ve nötr karakterli dayklar ve kireçtaşı-asidik kayaç dokanaklarındaki hornfels seviyelerini tanımlamıştır. Cevherleşmenin ise asidik sokulumlarla kireçtaşlarının kontaktlarında gözlemlendiğini belirtmiştir.

Sungurlu (1970), Kesikköprü ve civarında yaptığı çalışmalar ve önceki sondaj verilerini yeniden değerlendirerek bölgedeki birimleri kristalize kireçtaşı, ofiyolitik kayaç, bazik-asidik intrüzifler ve porfirleri, asidik kayaçlar ile karbonatlı kayaçların dokanaklarındaki kalksilikatik kayaçlar ile asidik ve nötr karakterli dayklar olarak tanımlamıştır.

Yıldızeli (1972), Kaman ile Kırşehir arasındaki bölgede demir varlığına yönelik çalışmalarda bulunmuştur. Birçok düzensiz ve küçük rezervler sunan bu zuhurların ekonomik açıdan önemsiz olduğunu vurgulamış ancak Kırşehir Yıldırım Tepe Gülocağı ile Durmuşlu Köyü manyetit cevherleşmelerinin işletilebilir olduğunu söylemiştir.

Öztürk (1972), araştırmasında Kırıkkale, Keskin ve Kaman'ı kapsayan bölgede yapmış olduğu maden arama araştırmaları ile demir zuhurlarını tespit etmiştir.

Gündüz (1974), Çiçekdağı bölgesinde yer alan, Kaleevci, Kabaklı ve Alan köyü demir zuhurlarında incelemeler gerçekleştirmiştir. Bölgedeki diyabaz birimleri içerisinde oluştuğunu öne sürdüğü hematit, spekülarit ve manyetit cevherleşmelerinin ekonomik bir rezerv sunmadığını belirtmiştir.

Öztürk (1977), Kaman bölgesinde yaptığı çalışmasında granit aplitlerin içerisinde yer alan faylara yerleşmiş hidrotermal kaynaklı bir demir cevherleşmesinin varlığını ortaya koymuştur. Ancak cevherin silis içeriğinin yüksek olması sebebiyle ekonomik bir cevherleşme olarak yorumlamamıştır.

Öztürk (1981), Kesikköprü, Çelebi, Keskin, Kaman ve Hacıbektaş içine alan çalışma bölgesinde maden jeolojisi ve saha jeolojisi çalışmalarını yürütmüştür. Bölgeyi en altta

metamorfik bir seri üstüne ofiyolitik bir seri bu serileri kat eden asidik intrüzyon ve sokulumları ve bu sokulumlarla kireçtaşı dokanaklarında oluşan kalksilikatik kayaçlar ile tüm bu seviyeleri örten sedimanter birimler şeklinde tanıtmıştır.

Oktay (1981), gerçekleştirdiği çalışmasında, Kaman bölgesi Orta Anadolu Masifi örtü birimleri ile bu bölgedeki Savcılı fayı üzerine araştırmalar gerçekleştirmiştir.

Erkan (1981) çalışmasında, Ketin (1963) tarafından sınırları çizilen ve Kırşehir masifi olarak adlandırılan masifi Orta Anadolu Masifi olarak adlandırarak masifin birimlerini Kırşehir, Yozgat, Niğde bölgelerindeki magmatik, metamorfik kayaçlar ile bunları örten Tersiyer birimleri ile ifade etmiştir.

Seymen (1981a, 1981b) çalışmalarında, Kırşehir-Kaman özelinde Orta Anadolu Metamorfitlerinin, stratigrafik ve tektonik özelliklerini detaylı olarak araştırarak tektonik deformasyon evrelerini ortaya koymuştur.

Seymen (1982), çalışma alanının içerisinde yer alan metamorfik kayaçları, bunları üzerleyen mafik kayaçları ve bu birimleri kesen magmatik kayaçları Kaman grubu olarak adlandırarak masifi kesen sokulum üzerine araştırmalar gerçekleştirmiştir.

Seymen (1983), Kaman grubunun (Kırşehir Masifi'nin metamorfitlerinin), ilk olarak ilerleyen sonra da gerileyen tarzda, düşük basınç- yüksek sıcaklık metamorfizması sırasında dört aşamalı plastik deformasyon geçirdiğini saptamıştır ve bu dört evreye ek olarak masif yükselmesi sırasında gerçekleşen kırıklanma ve faylanmaları kapsayan bir adet de gevrek deformasyon evresini tanımlamıştır.

Öztürk vd. (1983), Kesikköprü Demir Yatağı ve civarında yapılan çalışmalarda, bölgeyi birbirleriyle yanal ve düşey geçişli olarak altta gnays, şist, mermer, kristalize kireçtaşı seviyeleri, gabro ve diyabazdan oluşan mafik kayaçlar, bu birimleri kesen asidik damarlar, kalksilikatik birimler, andezit ve dasitten oluşan genç volkanitler ve bu

birimlerin üstünü örten genç sedimanter birimler şeklinde gözlemlemiştir. Cevherleşmenin kökenini kontak metasomatik-hidrotermal olarak yorumlamıştır.

Bayhan (1984), Çelebi-Hirfanlı-Kesikköprü yöresinde yaptığı çalışmada yer alan birimleri alttan üste doğru ana birimi mermerler olan metamorfitler, piroksenit, hornblendit ve gabrolardan oluşan ultramafitler, Çelebi granodiyoriti ve sedimanter örtü biçiminde gözlemlemiştir. Granitoyid kütlesinden kaynaklanan akışkanlarla mermerler arasındaki tepkimeler sonucu dokanakta skarn zonu oluştuğundan bahsetmekte ve skarn minerallerini endoskarn, ekzoskarn ve damar tip biçiminde değerlendirmektedir.

Bilgin vd. (1986), Kesikköprü, Çiçekdağı ve Kırıkkale ile sınırlanan geniş bir bölgede yürüttüğü jeoloji çalışması ile Kesikköprü ve çevresindeki litolojileri gnays, şist ve kristalize kireçtaşından oluşan metamorfik bir seri, gabro, mikrogabro, bazalt, spilitik bazalt ve diyabazdan oluşan mafik seri bu birimleri kesen granitik kayaçlar ve porfirleri ile bütün bu birimleri örten sedimanlar şeklinde sıralandırmıştır.

Bayhan (1986), Çelebi granitoyidi üzerine yaptığı çalışmada granitoyidin; granit, granodiyorit, kuvars monzonit ve kuvars monzodiyorit özelliğinde olduğunu vurgularken, mafik mineral olarak ise hornblend + biyotit ± piroksen ve titanit gözlemlemiştir. Ayrıca granitoyidi kalkalkalen ve I tipi granitoyid olarak tanımlamıştır.

Erler vd. (1989), Kırşehiri masifinde yürüttükleri çalışmalarında, masif içinde yer alan kayaçları; metamorfik kayaçlar, mafik kayaçlar, felsik kayaçlar ve örtü birimleri şeklinde dört ana grup altında toplamışlardır.

Doğan vd. (1989), yeni cevherleşme sahaları bulma amacı ile Kırsehir ve Çiçekdağı bölgesinde yaptıkları çalışmada ekonomik açıdan herhangi bir değer sunmayan birçok sayıda zuhur bulmuşlardır.

Kara ve Dönmez (1990), Hirfanlar ve çevresini içine alan jeoloji çalışmalarında bölgedeki birimleri; gnays, şist, kuvarsit, metagabro, amfibolit ve kristalize

kireçtaşından oluşan metamorfik kayaçlar, diyabaz, bazalt ve spitilik bazalttan oluşan mafik kayaçlar bu birimleri kesen granitik kayaçlar ve volkanitleri ile tüm bu birimleri örten genç sedimanter birimler biçiminde tanımlamıştır.

Wondemagegnehu (1990), Kesikköprü ve civarı manyetit yatakları cevher örneklerinin mineralojisini, kimyasal ve fiziksel özelliklerini, mikroskobik çalışmalar, doku analizleri, XRD ve kimyasal analiz yöntemleri ile incelenmiştir. Çalışmasında cevherleşmeyle ilgili olarak ise iki teoriden bahsetmiştir. Bunlar; cevherin bazik kayaçları oldukça kuvvetli bir şekilde liç eden magma kökenli hidrotermal sıvılar tarafından oluştuğu, diğeri ise demirin hidrotermal akışkanların geçtiği herhangi bir kayaçtan yeniden taşınabileceğini söyleyerek bunun kontak metasomatik cevherleşme olduğudur.

Doğan (1996) ve Doğan vd. (1998), Kesikköprü beldesi (Bâlâ, Ankara) civarında yer alan demir yataklarını kapsayan çalışmalarında bölgedeki litolojiyi, gnays, şist ve kuvarsit litolojilerinden oluşan temel üzerinde kristalize kireçtaşı blokları içeren ultramafik - mafik kayaçlardan oluşan ofiyolitli melanjia geçişli spilitik bazalt, bazaltik tüf, diyabaz daykları, çörtlü kireçtaşı, radyolarit, çamurtaşı - kireçtaşı bantlarından oluşan sedimanter ve volkanik-volkanoklastik kayaçlar olarak tanımlamışlardır. Cevherleşmenin ise Divriği tip yatak benzeri olabileceği, yani demir elementinin eski çalışmalarda savunulduğu biçimde doğrudan granitik kayaçlardan kaynaklanmamış olduğu tarafında bir görüş ortaya koymuşlardır.

İşbaşarır vd. (2002), Çelebi yöresi skarn demir oluşumları ve Kesikköprü demir cevherleşmelerinin Çelebi Granitoyidi ile doğrudan ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Granitoyid ve mermer arasında gelişen skarn tip cevherleşmelerin, Madentepe (Kesikköprü) civarında önemli yataklanmalar oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Kuşcu vd. (2002), Çelebi granitoyidinin kökenine yönelik petrojenik çalışmalar ve bu granitoyide bağlı skarn gelişimlerini incelerken, dünyadan skarn sahaları ve skarn oluşturan plütonik kayaçlarla Çelebi granitoyidinin karşılaştırmalı incelemesini yapmışlardır. Bu çalışma ile bölgedeki demir cevherleşmesini Çelebi granitoyidi ile

ilişkilendirirken bölgede ayrıca altın ve bakır cevherleşmelerinin de olabileceğini işaret etmişlerdir.

Delibaş ve Genç (2004), Kırıkkale Karacaali bölgesinde yaptıkları çalışmalarında, Karacaali magmatik kompleksinin granitoyid, riyolit/riyodasit ve bazaltik kayaçlardan oluştuğunu söylemişlerdir. Bölgedeki cevherleşmelerden demir cevherleşmesini bazaltik kayaçlara bağlarken, bakır-molibden ve kurşun cevherleşmelerini ise granitik kayaçları kesen kuvars damarlarına bağlamışlardır.

İşbaşarır vd. (2004), Kesikköprü ve çevresinde yaptıkları çalışmalarda bölgedeki birimleri yaşlıdan gence doğru şu şekilde sıralamışlardır; ayırtlanamamış metabazik ve/veya metasedimanter karışık seri (mermer bloklu), Çelebi Granitoyidi, skarn kayaçlar ve güncel çökeller. Cevherleşme konusunda ise bazik volkanik kayaçlar ve bunlarla ilgili piroklastik kayaçlar demir cevherleşmesinin temel birimlerini oluşturduğunu, spilitlerin oluşum ve yerleşimi ile ilişkili volkanojen kökenli sinjenetik cevherleşmeler dışında, ikincil demir oluşumlarının da gözlemlendiğini belirtmişlerdir.

Çolak (2005), Kırşehir masifi içerisinde yer alan metamorfitler üzerinde yaptığı çalışmalarda, birincil ve ikincil altın cevherleşmelerinden bahsetmiştir. Kuvars damarlarında yer alan birincil altın cevherleşmelerinin, mezotermal bir oluşum olduğu sonucuna varırken, ikincil oluşumları ise altın içeren şistlerin ve kuvars damarlarının yüzeysel bozunmalarına bağlı lateritik zenginleşmeler olarak yorumlamıştır.

Işık vd. (2008), Orta Anadolu kristal kompleksinin kuzey kesiminde yürüttükleri çalışmada, bölgede yer alan plütonların, metamorfizma, yerleşim, soğuma yaşları ile plütonların sünek makaslama zonlarının eş zamanlı oluşum gösterdiğini ve Geç Kretase'de meydana geldiğini söylemişlerdir.

Işık (2009), Tuz Gölü baseni etrafında yürüttüğü çalışmada, saha çalışmaları ve mikro yapısal verilere göre, Ağaçören granitoyidinin, bölgesel bir deformasyon ile yerleşip, Eminözü makaslama zonu ile de genişlediğini söylemiştir. Bu bölgenin ayrıca,

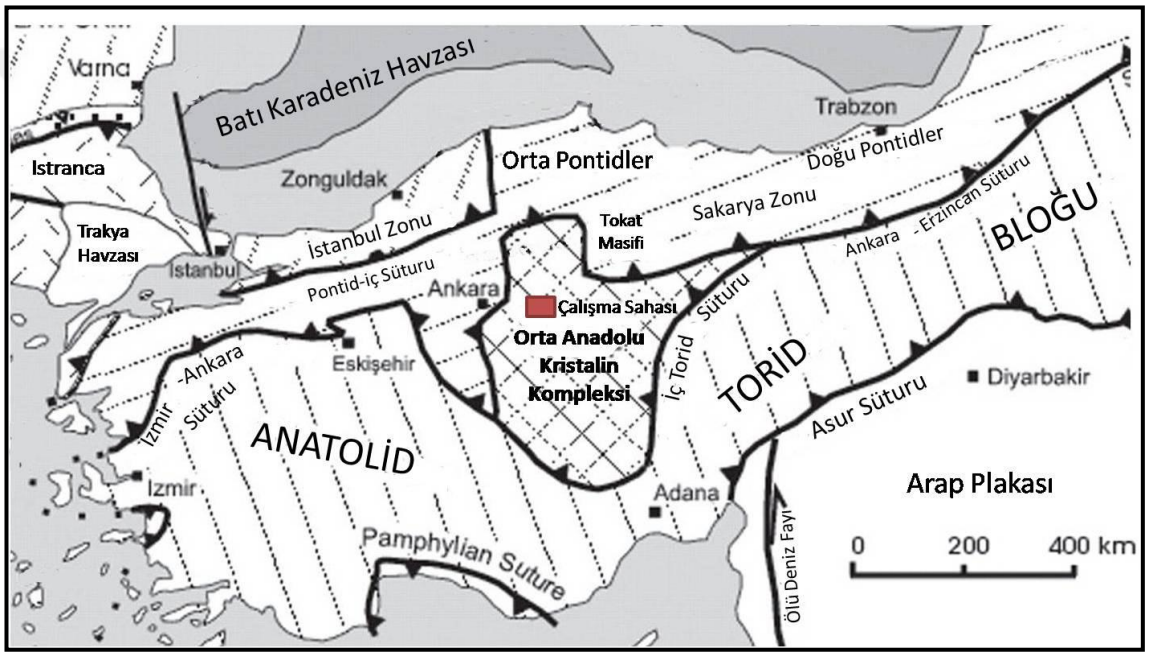
Türkiye'nin orta kesimindeki Tuz Gölü Havzası'nın erken dönem gelişimi ile de bağlantılı olabileceğine değinmiştir.

Genç ve Yürür (2010), Kırşehir Masifi bölgesindeki genişlemeli tektonizma üzerine çalışmalarda bulunmuştur. Orta Anadolu bölgesinde, Mesozoyik'ten günümüze kadar geçen süre zarfındaki genişlemeli tektonik rejimde, ince kabuk ile sıyrılma yapısının geliştiğinden bahsetmişlerdir.

Işık vd. (2014), Kırşehir masifinin güney batı kısmında yer alan Savcılı fay zonu üzerinde çalışmalarda bulunmuşlardır. Bu çalışmalar ile Savcılı fay zonunun, Orta Eosen ve Geç Oligosen'den Erken Miyosen'e kadar olmak üzere en az iki safhada aktif olduğunu ortaya koymuşlardır.

4. BÖLGESEL JEOLOJİ

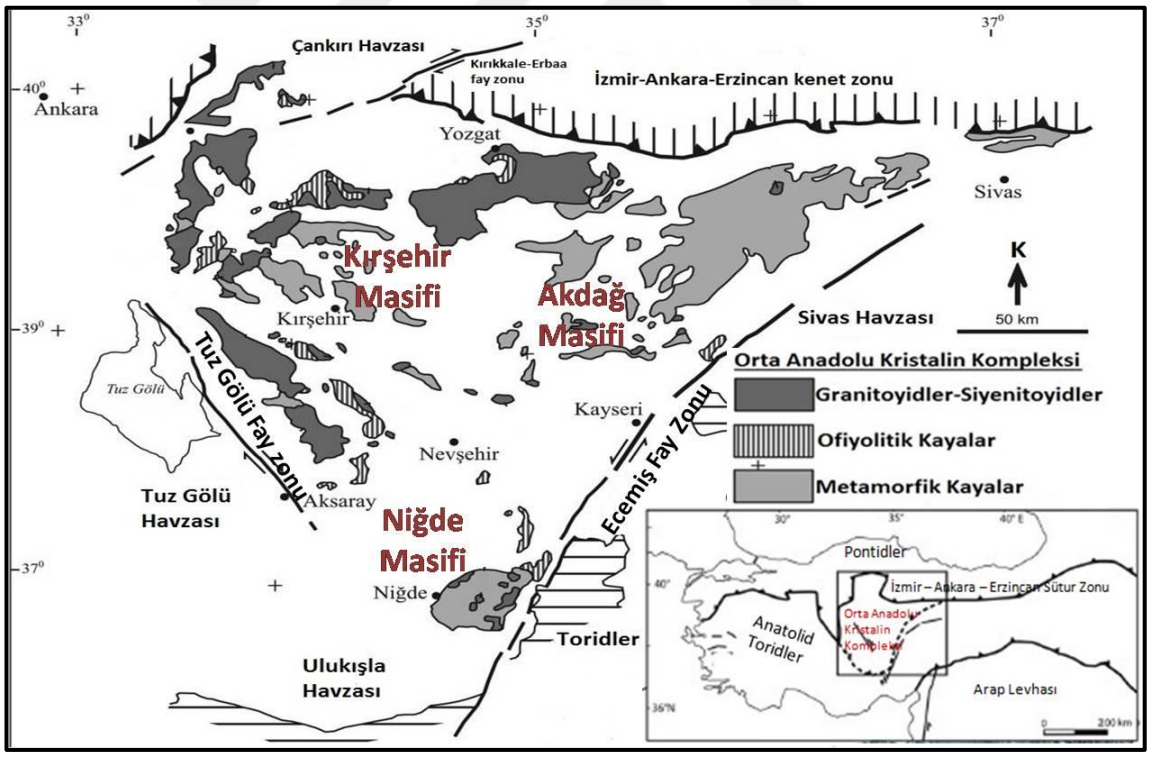
Çalışma alanı Kırşehir masifi içinde yer almakta olup, bu masif, Niğde ve Akdağmadeni masifleriyle birlikte Orta Anadolu Kristalin Kompleksini (OAKK, Şekil 4.1) oluşturmaktadır (Göncüoğlu vd. 1991). İç Torid okyanusu (Şengör ve Yılmaz 1981) kuzeye doğru bir dalma haretiyle OAKK'nın altına dalmış ve kapanmıştır. Bu olay sonucunda bölgede birçok magmatik aktivite ve bunlara bağlı maden yatakları gelişmiştir.



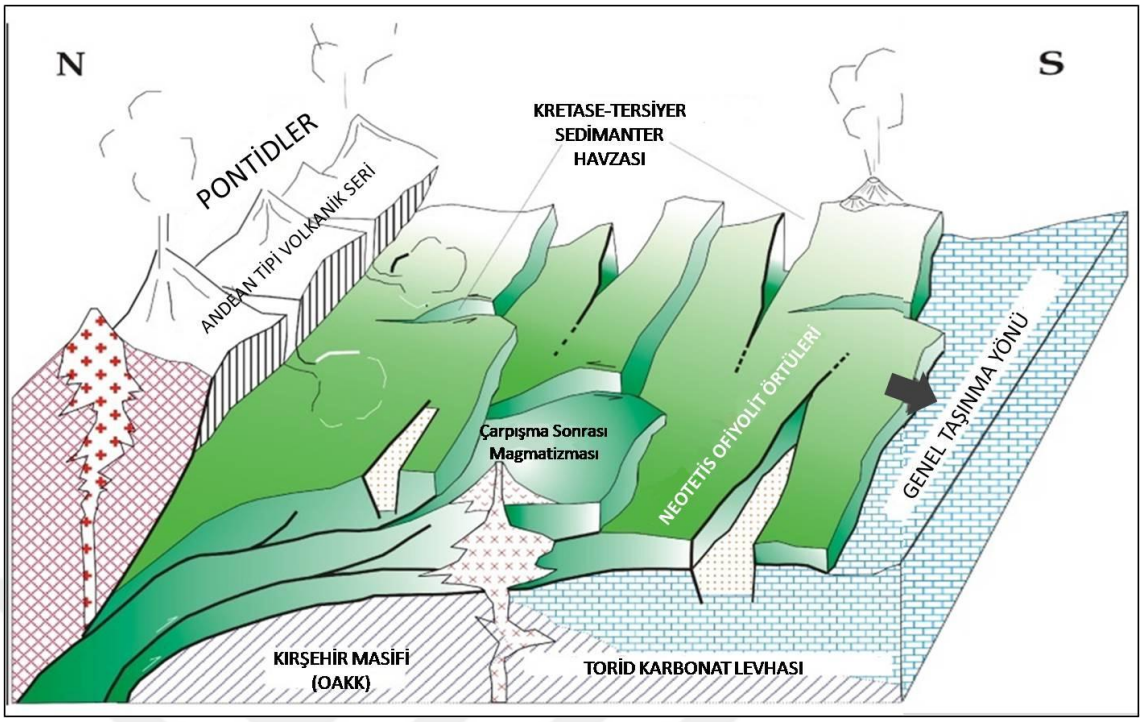
Şekil 4.1 Orta Anadolu Kristalin Kompleksi (Okay ve Tüysüz 1999)

Bölgede görülen başlıca birimler metamorfitler, ofiyolitik kayaçlar, granitoyitler ve örtü birimleridir (Şekil 4.2). Paleozoyik yaşlı temel (Göncüoğlu 1977, 1981) gnays, kalkşist, mikaşist, amfibol şist, mermer, sillimanitli gnays gibi birimlerden oluşur. Bu birimler üst kısımlara doğru önce uyumlu olarak biyotitli-granatlı gnays, muskovit şist, mermer ve amfibol şist gibi litolojilere geçer (Akın ve Çiftçi 2011). Metamorfik temelin en üst birimi ise genelde mermerlerden oluşmaktadır (Göncüoğlu 1977, Seymen 1981).

Metamorfitlerin üstünde ilk defa Bailey ve Mcallien (1950) tarafından Ankara melanjı olarak adlandırılan ve daha sonraki çalışmalarda çeşitli isimler verilen ve tektonik üzerleme ile Üst Kretase'de yerleşen ofiyolitik kayaçlar yer alır. Bunlara farklı çalışma bölgelerinin adı kullanılarak Artova Ofiyolitik Karışığı (Özcan vd. 1980), Çiçekdağ formasyonu (Kara ve Dönmez 1990), Yahşihan formasyonu (Norman, 1972) gibi isimlendirmeler yapıldığı gibi, Ankara Karışığı (Seymen 1982), Kasımağa formasyonu (Bilgin vd. 1986) gibi adlandırmalar da yapılmıştır. Kuşçu (2002) ise bu birimi Orta Anadolu ofiyolitleri olarak tanımlamış ve küçük ultramafik kayaçlar ve plajiogranitlerle birlikte yastık lavlar, dayklar ve ofiyolitik gabroların parçalanmış kalıntılarından oluştuğunu açıklamıştır. Kesikköprü ve çevresinde çalışan Doğan vd. (1998) serpantinit, peridodit, piroksenit, gabro-diyorit türü kayaçlardan söz ederek, bunların Ankara melanjının (Bailey ve Mcallien 1950) ofiyolitli kısmı ile deneştirilebileceğini belirtmişlerdir.



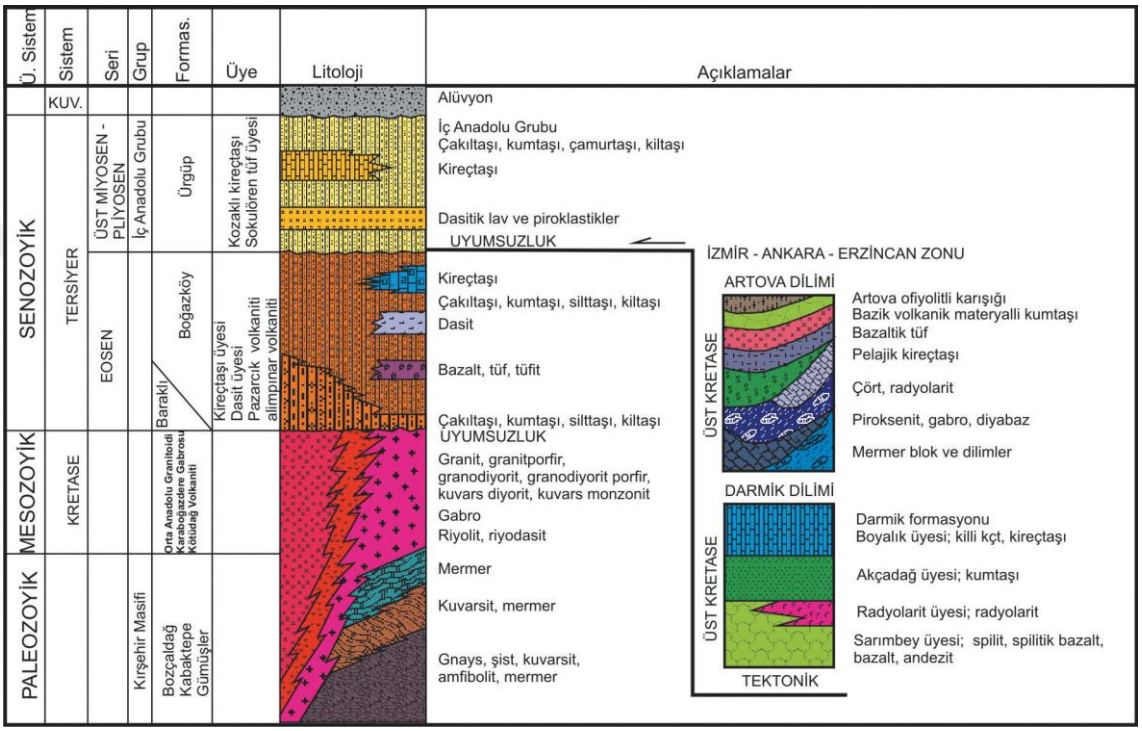
Şekil 4.2 Orta Anadolu Kristalin Kompleksinde görülen birimler (Düzgören-Aydın vd. 2001)



Şekil 4.3 Geç Kretase-Tersiyer zamanlarında Orta Anadolu Kristalin Kompleksinde yer alan havzaların oluşumunu gösteren blok diyagram (Gürer ve Aldanmaz 2002)

Bölgedeki granitoyitler önceki birimleri keserek Mestrihtiyen-Paleosen yaş aralığında (Bilgin vd. 1986) yerleşmişlerdir. Bu kayaçlar da çeşitli bölgelerde değişik adlar altında incelenmiştir. Örneğin Baranadağ masifi (Ayan 1963), Cefalıkdağ granodiyoriti (Ataman 1972), Karacaali plütonu (Norman 1972), Üçkapılı granitoyiti (Göncüoğlu 1977), Baranadağ ve Buzlukdağ plutonu (Seymen 1982) ve Çelebi granitoyiti (Kuşçu vd. 2002). Orta Anadolu granitoyitleri S tipi ve I-S tipi olmak üzere iki farklı oluşumu temsil etmektedir. S tipi granitoyitler Kretase süresince çarpışmayla eş zamanlı olarak oluşmuştur. I-S tipi ise çarpışma sonrası Kampaniyen-Mestrihtiyen aralığında oluşmuştur (Kuşçu ve Erler 1998). Bu ikinci tip granitoyitler Boztuğ (1998) tarafından monzonitik kuvarsmonzonitik-monzodioritik kayaç birlikleri olarak adlandırılmıştır. Bu kayaçlar, yani çarpışma sonrası oluşan plutonlar (Şekil 4.3) temeldeki metamorfitleri ve ofiyolitleri kesmektedir. Çarpışma sonrası granitoyitlerin oluşumunda kıtasal kabuk ve manto malzemesinin karıştığı ileri sürülmüştür (Aydın vd. 1998, Kuşçu vd. 2000, Gençalioğlu ve Floyd 2001, İlbeyli ve Pearce 2001). Halbuki çarpışmayla eş zamanlı oluşanlar sadece metamorfitleri kesmektedir (Göncüoğlu vd. 1993).

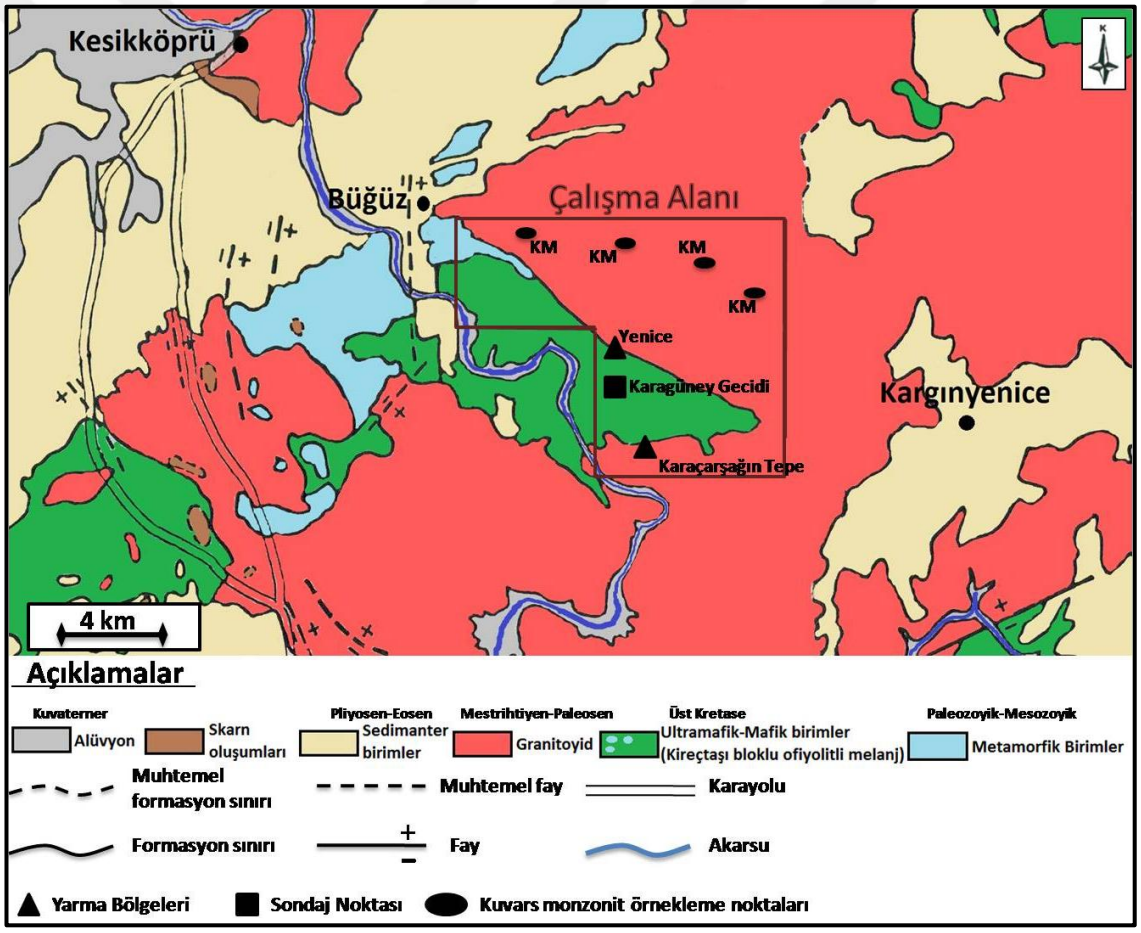
Bölgede Eosen yaşlı sığ denizel (Çayraz formasyonu) ve Orta Miyosen-Pliyosen yaşlı karasal istifler (İncik ve Kızılırmak formasyonları) önceki kayaçları uyumsuz olarak örtmektedir (Birgili vd. 1975). Bu örtü birimleri kireçtaşı, kızıl-kahverenkli, katmansız veya az belirgin katmanlı çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, jips ve anhidrit ile kireçtaşı ve ignimbrit ara düzeylerinden oluşmaktadır (Akçay vd. 2008).



Şekil 4.4 Orta Anadolu Kristalin Kompleksi stratigrafik kesiti (Akın ve Çiftçi 2011)

5. İNCELEME ALANININ JEOLOJİSİ

Büğüz köyü ve yakın çevresinde yapılan arazi çalışmalarında kristalize kireçtaşları, kuvars monzonit ve skarn kayaçları olmak üzere üç farklı birim gözlenmiştir (Şekil 5.1). Bölgesel jeoloji başlığında daha geniş alanlarda yapılan genel jeolojik ve mineralojik çalışmalardan söz edilmiştir (Öztürk vd. 1983, Bayhan 1986, Bilgin vd. 1986, Kara ve Dönmez 1990, Doğan 1996, Doğan vd. 1998, Kuşçu vd. 2002). Bu araştırmanın konusu Büğüz demir yataklarıyla sınırlı olduğu için, jeolojik sorunların çözümünde önceki çalışmalardan yararlanılmıştır.



Şekil 5.1 Büğüz köyü ve çevresinde yer alan çalışma sahası (Doğan 1996'dan sadeleştirilerek alınmıştır.)

Arazide geniş alanlarda kuvars monzonit ve kristalize kireçtaşları görülmekte olup, skarn oluşukları ise yalnızca açılan yarmalarda izlenebilmektedir. Kristalize kireçtaşları

muhtemelen bölgedeki ofiyolitli melanja aittir ve buradaki en yaşlı birimdir. Ünlü vd. (1988)'nin çalışmasında da bu kayaçlar blok olarak kabul edilmiştir. Kristalize kireçtaşları bol kırık ve çatlaklı olup, arazide sarımsı bej, gri ve beyaz renklerde görülmektedir (Şekil 5.2). Kırık ve çatlaklarda çoğu zaman ikinci kalsit damarcıkları oluşmuştur (Şekil 5.3). Yaşı Paleozoik-Mesozoik açıklanan (Bayhan 1986, Bilgin vd. 1986, Kara ve Dönmez 1990) kristalize kireçtaşları değişik irilikte kalsitlerden meydana gelmiştir. Taneler arasında çimento olarak mikrit ve çok az miktarda kil mineralleri görülmüştür (Şekil 5.4). Basınç ikizlenmesi izlenen taneler rekristalizasyon izleri taşımaktadır (Şekil 5.4).



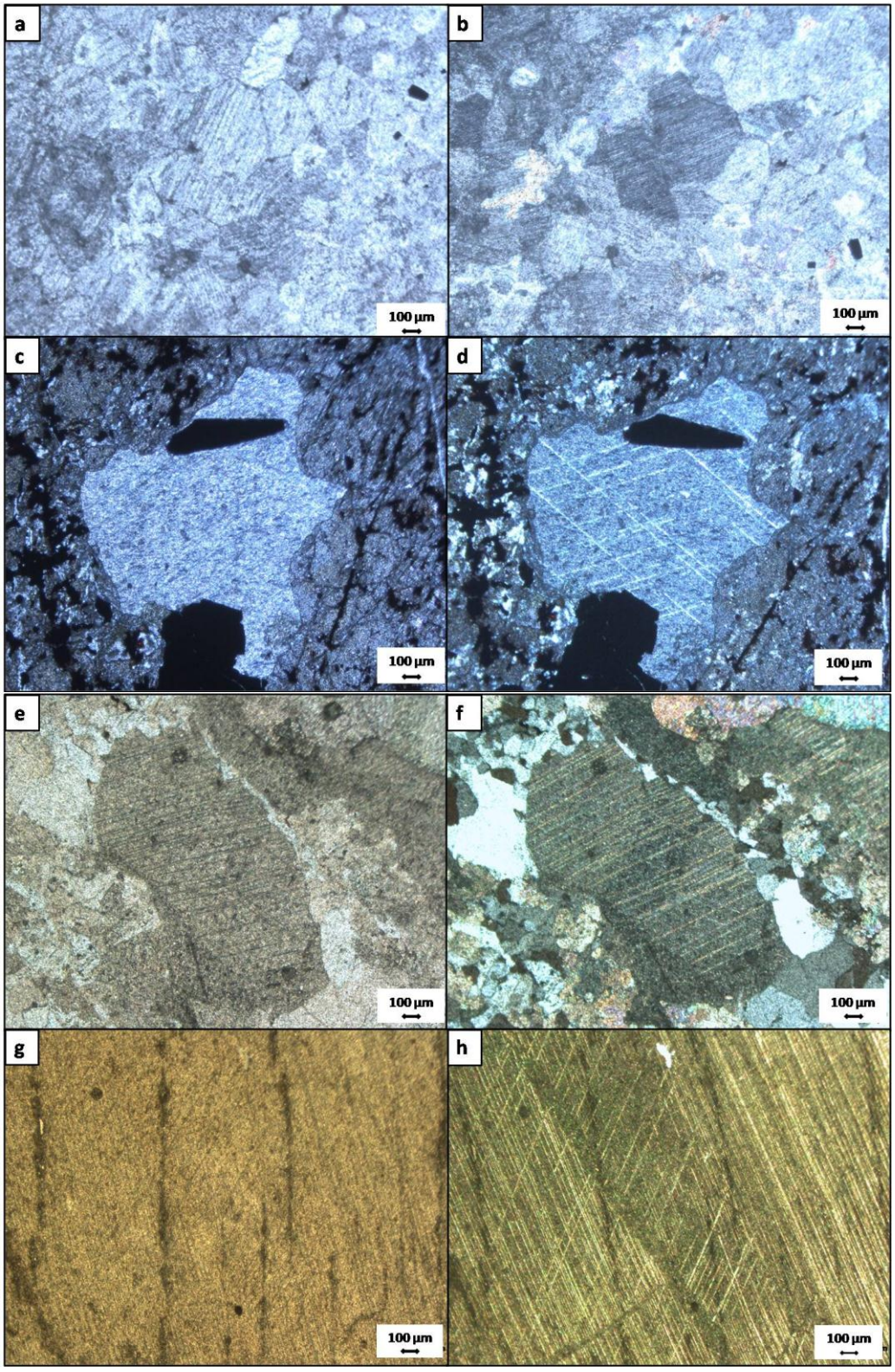
Şekil 5.2 Sarımsı bej, gri ve beyaz renklerde görülen kristalize kireçtaşları



Şekil 5.3 Kırık ve çatlaklarda ikinci kalsit damarcıkları ve epidotlaşmalar

Kristalize kireçtaşlarını keserek yerleşen kuvars monzonitler geniş alanlarda yüzeylemişlerdir. Arazide ilk görüşte granit ile karıştırılabilen kuvars monzonitler arazi gözlemleri sırasında ve makroskobik el örneği incelemelerinde oldukça dayanıklı ve kompakt yapılarıyla dikkat çekerken, açık renkleri ve iri taneli dokularıyla göze çarpmıştır (Şekil 5.5).

Kayaç jeokimyasal ve mikroskobik yöntemlerle tanımlanmıştır. Örneklerin kimyasal analiz sonuçları, Middlemost (1994)'un TAS diyagramında kullanılarak, plütonik kayaç kuvars monzonit olarak adlandırılmıştır (Şekil 5.6). Kayacı oluşturan mineraller; kuvars, plajiyoklaz, hornblend, biyotit ve ortoklaz olarak sayılabilir. Kuvarslar tane aralarını doldurmuş halde, ksenomorf ve değişik boyutlardadır. Tipik polisentetik ikizlenmeler gösteren plajiyoklazlar iri taneli kristaller halindedir (Şekil 5.7). Yarı öz şekilli ve öz şekilsiz taneler halindeki biyotitler kahve renklidir. Amfiboller ise yeşil renkte çeşitli büyüklükte (iri ve ufak) olup, tek ve çift yönlü dilinimlere sahiptir (Şekil 5.7).



Şekil 5.4 Basınç ikizlenmesi gösteren kalsit taneleri

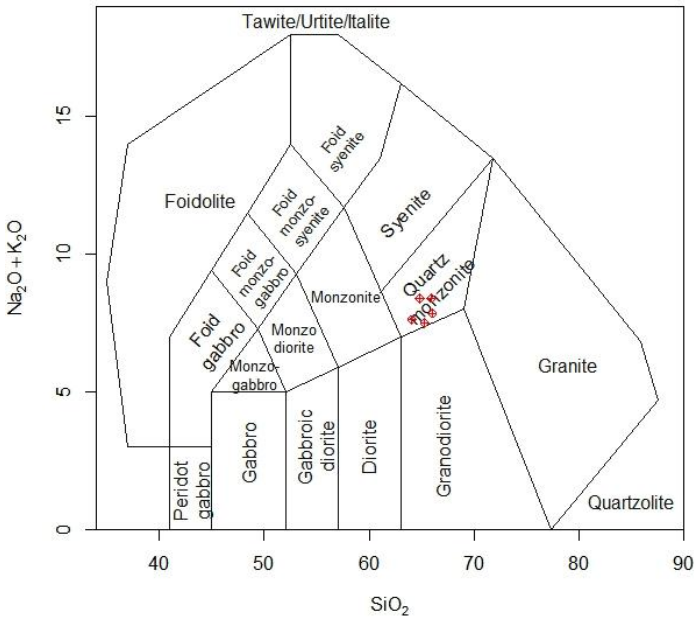
(a,c,e,g: tek nikol; b,d,f,h: çift nikol)



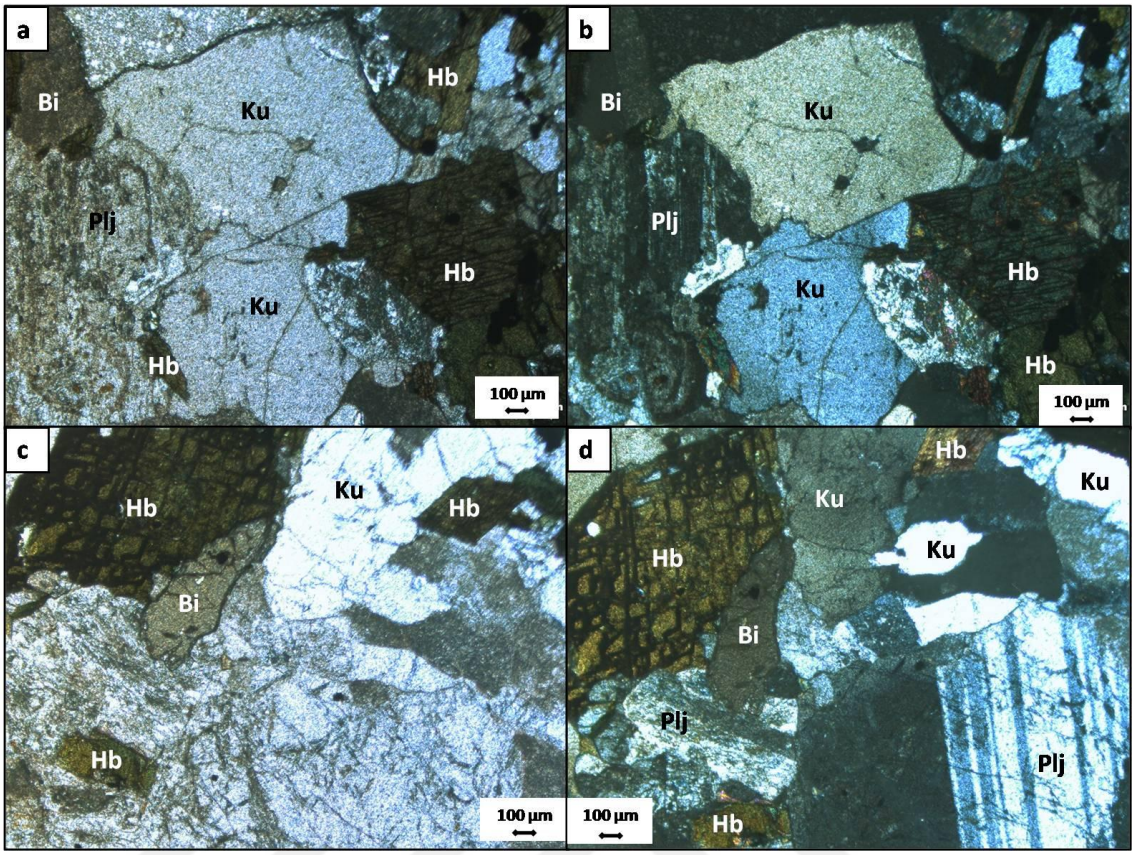
Şekil 5.5 Açık renkli ve iri taneli dokuya sahip kuvars monzonit

Çizelge 5.1 Tas diyagramında kullanılan kuvars monzonit verileri

	SiO_2	Na_2O	K_2O
Kuvars monzonit-1	64,65	3,06	4,37
Kuvars monzonit-2	65,2	3,02	5,29
Kuvars monzonit-3	63,46	2,93	4,62
Kuvars monzonit-4	65,11	2,91	4,83
Kuvars monzonit-5	64,14	3,07	5,24



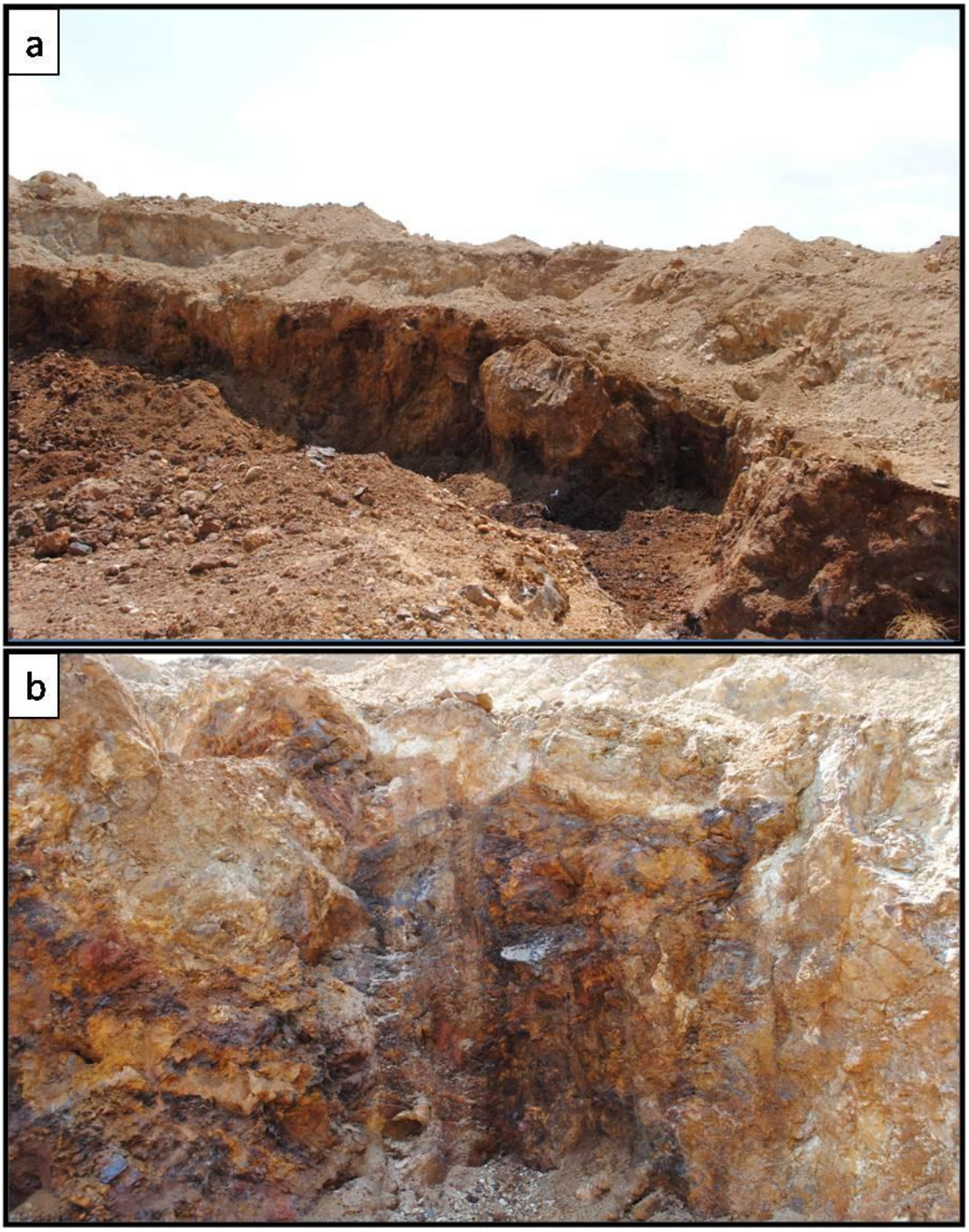
Şekil 5.6 Plütonik kayaçları adlandırmada kullanılan TAS diyagramı (Middlemost 1994)



Şekil 5.7 Kuvars monzonitin mikroskobik incelemesi.

Ksenomorf ve değişik boyutlardaki kuvars taneleri; polisentetik ikizlenme gösteren iri taneli plajiyoklazlar; yeşil renkli, özşekilli çift yönlü dilinimlere sahip hornblendler; yarı özşeklli/özşekilsiz, kahve renkli biyotitler. (a,c: tek nikol; b,d: çift nikol) (Hb: hornblend; Bi: biyotit; Plj: plajiyoklaz; Ku: kuvars)

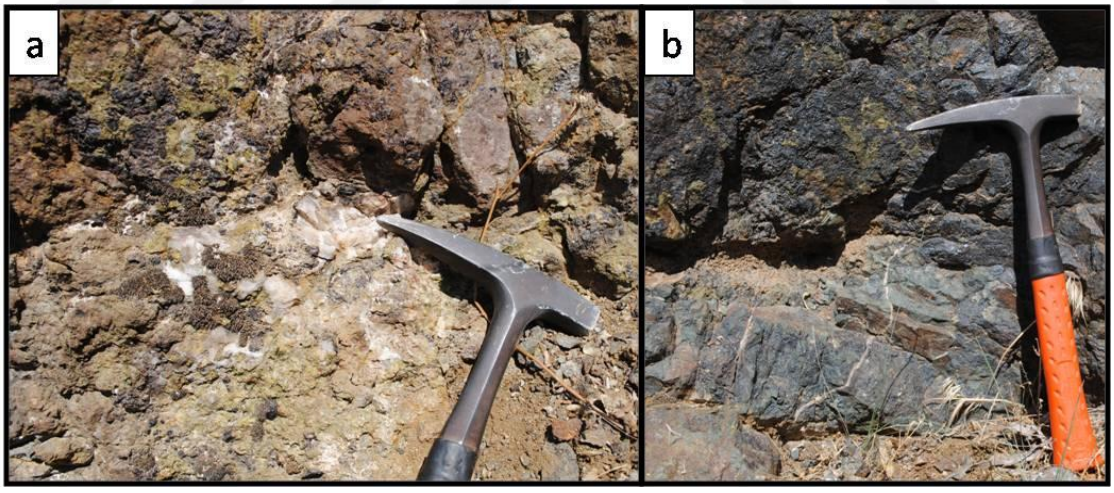
Büğüz köyü çevresinde açılan iki yarmada (Yenice ve Karaçarşağın) ve bir adet sondajda (Karagüney Gecidi) (Şekil 5.8-5.9, 5.11) gözlemler yapılan skarn kayaçları kalsiyumlu skarn grubuna aittir. Mikroskop incelemelerinde kuvars monzonite yakın olan örneklerde granat grubundan yalnızca andradit ve piroksenlerden diopsit; kristalize kireçtaşına doğru ise granat grubundan andradit, grossular ve ayrıca epidot mineral parajenezleri belirlenmiştir (Şekil 6.1-6.6). Bunlar skarnın proksimal ve distal alanlarını temsil etmektedir. Ayrıca bu mineral parajenezi, prograt ve retrograt evreleri de işaret edebilir. Büğüz skarn oluşuklarında demir yatakları oluşmasına rağmen, skarnı oluşturan magmatik kayacın bileşimine göre demir - altın - bakır ile çinko skarn grubu arasında yer almaktadır. Benzer bir sonucu Kuşçu vd. (2002)'de açıklamıştır.



Şekil 5.8. a. Yenice bölgesindeki yarmadan genel görünüm, b. Skarnlaşma ve cevherleşme kısmının yakından görünümü



Şekil 5.9 Karaçarşağın bölgesi yarması



Şekil 5.10 Karaçarşağın bölgesi yarmasındaki skarnlaşma ve cevherleşme kısmı

a.Makroskobik olarak kalsitleşme ve epidotlaşma, b. İnce kalsit damarları ve cevherleşme



Şekil 5.11 Karagüney Gecidi bölgesindeki sondaj noktası



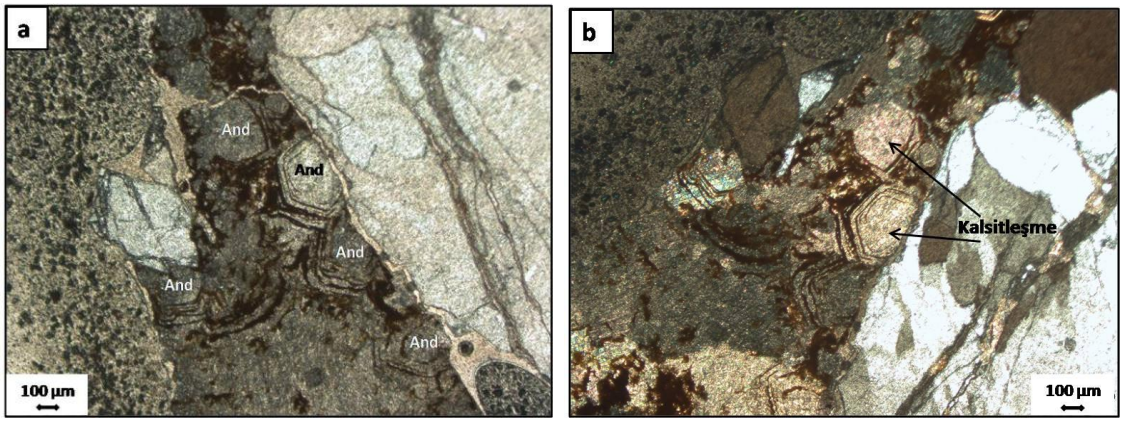
Şekil 5.12 Sondaj numuneleri ve skarnlaşma zonundan alınan bir karot

6. SKARN ZONU MİNERALOJİSİ

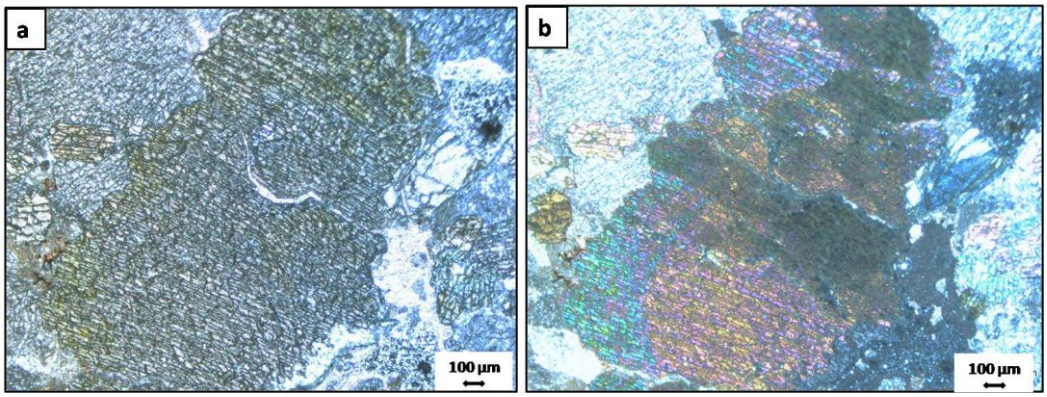
Çalışma alanında açılmış bulunan yarmalarda görülen alterasyon kuşaklarından (Şekil 5.7-5.9) sistematik olarak derlenen örnekler üzerinde ayrıntılı mineralojik incelemeler yapılmıştır. Magmatik kökenli akışkanların kristalize kireçtaşları ile etkileşimi sürecinde oluşan bu alterasyon kuşaklarında örneklemeler kuvars monzonitten kristalize kireçtaşlarına doğru yapılmıştır. Kuvars monzonite yakın olan bölgelerden (proksimal zon) alınan örneklere prograd evre skarn (PES), uzak olan bölgelerden (distal zon) alınan örneklere ise retrograd evre skarn (RES) denilmiştir.

6.1 Mikroskobik İncelemeler

Yapılan mineralojik çalışmalar (Mikroskop ve XRD incelemeleri) sonucunda Büğüz bölgesindeki alterasyon zonlarında açılan yarmalarda prograt ve retrograt evreleri işaret edebilecek parajenezler belirlenmiştir. İncelemelerde andradit ve diopsitlerin görüldüğü alanların prograt evreyi; buna karşılık epidot (Şekil 6.4 ve 6.6) ve aktinolitlerin (Şekil 6.5) görüldüğü alanlar retrograt evreyi temsil ederler (Ciobanu ve Cook 2004). Şekil 6.1a'da anraditler, 6.1b'de ise kalsitleşmiş andraditler görülmektedir. Kalsitleşmiş andraditler retrograt alterasyon izleridir (Ciobanu ve Cook 2004). Şekil 6.2-6.3'de ise diyopsitler görülmekte, bu minerallerde dik açılı dilinim izleri fark edilmektedir.

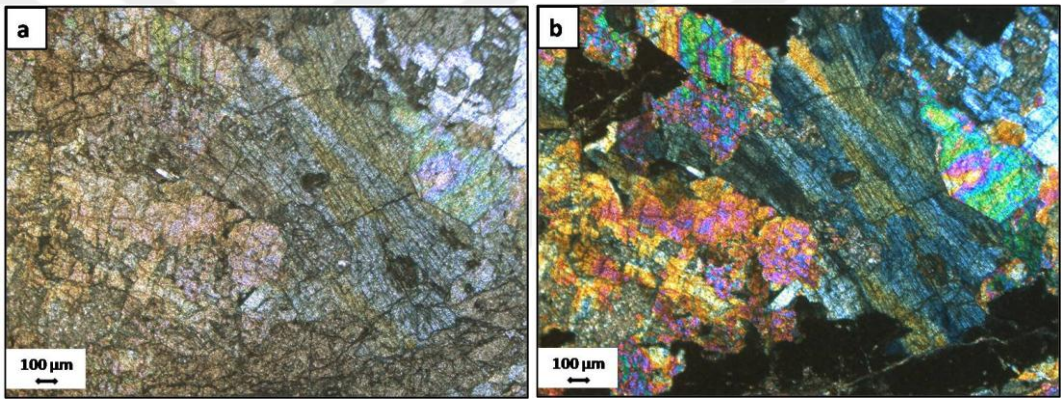


Şekil 6.1. a. Andraditlerin tek nikol görüntüleri, b. Kalsitleşmiş andraditler (And: Andradit)



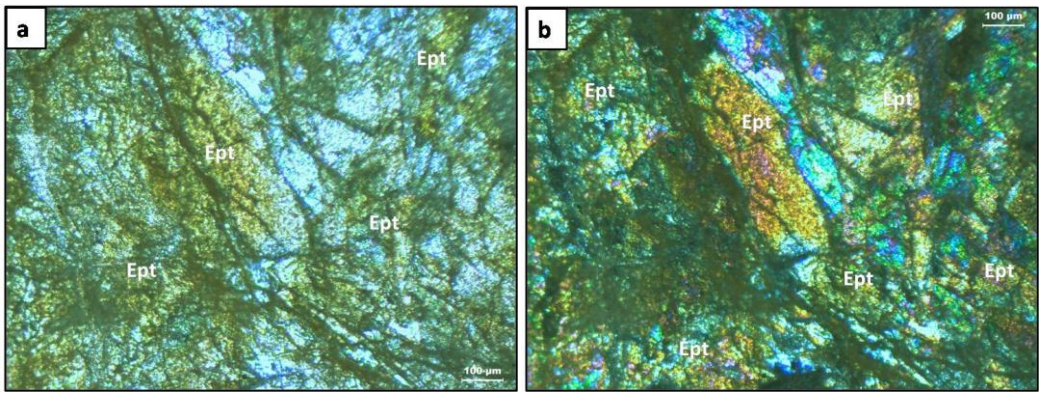
Şekil 6.2 Diyopsit örnekleri, neredeyse dik açı ve iki yönlü dilinim göstermektedirler

(a: tek nikol, b: çift nikol)



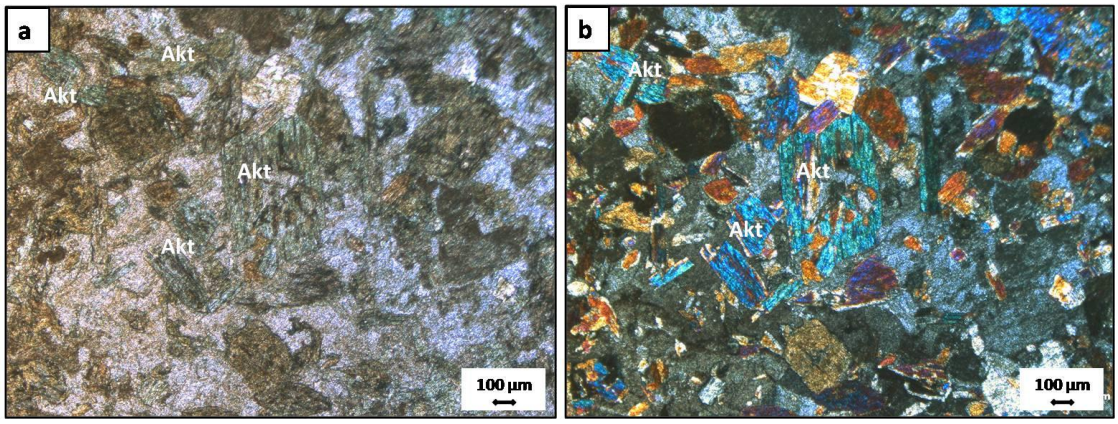
Şekil 6.3 Prograd evreyi temsil eden diyopsitler ve yanlarında epidotlaşmalar

(a: tek nikol, b: çift nikol)



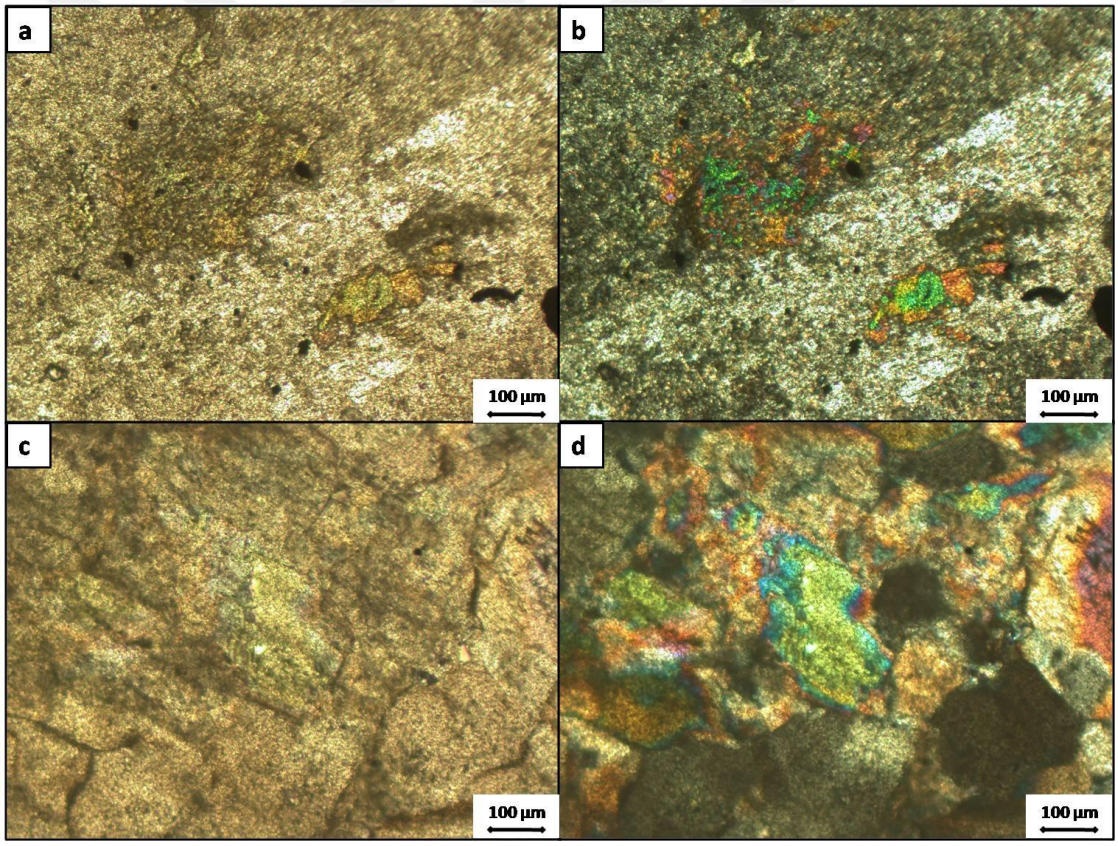
Şekil 6.4 Retrograd evre epidotlaşmaları

(a: tek nikol, b: çift nikol) (Ept: Epidot)



Şekil 6.5 Öz şekilli aktinolit taneleri

(a: tek nikol, b: çift nikol) (Akt: Aktinolit)



Şekil 6.6 Retrograd evreyi gösteren epidotlaşmalar

(a, c : tek nikol, b, d : çift nikol)

6.2 XRD İncelemeleri

Skarn alanları yüksek sıcaklıkta element alışverişine (metasomatizma) bağlı yeni mineral oluşumları içerdiğinden, mikroskop incelemelerinin XRD incelemeleri ile desteklenmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu şekilde mikroskopta tanımlanamayan, ya da gözden kaçan minerallerin tayini de yapılabilmiştir.

XRD tüm kayaç analizlerine göre örneklerde; cevher minerali olarak manyetit, hematit, siderit, götit az miktarda sülfürlü mineraller belirlenmiştir. Gang minerali olarak da kalsit, dolomit, kuvars, granat, piroksen, amfibol, epidot, feldispat, ve kil mineralleri tespit edilmiştir. XRD analizleri ile elde edilen sonuçlardan yararlanılarak oluşturulan çizelge 6.1'de, bu minerallerin bollukları yüzde aralıklarına göre; % 0-20'lik dilim "X", % 20-60'lik dilim "XX" ve % 60-99'lik dilim ise "XXX" şeklinde gösterilmiştir.

Arazide açılan yarmalarda plütona yakın kesimlerden alınan BB3F ve BB3H nolu örneklerin X-Işını Difraktogramlarında, granat grubu minerallerinden andradit ve piroksen grubundan diopsit tespit edilmiştir. BB3H örneğinde ayrıca bol miktarda kalsit olduğu görülmüştür (Şekil 6.7-6.8). Sondaj örneklerinde (S36-49, S36-53 ve S36-75) ise granatlardan grossuların bolluğu göze çarpmaktadır (Şekil 6.9-6.10). S36-44 nolu örnekte ise grossular yanında epidotlara rastlanılmıştır (Şekil 6.11). Yüksek oranda kalsit olduğu belirlenen örneklerde (S36-15), ayrıca az miktarda kuvars ve çok az miktarda dolomit olduğu görülmüştür (Şekil 6.12-6.13).

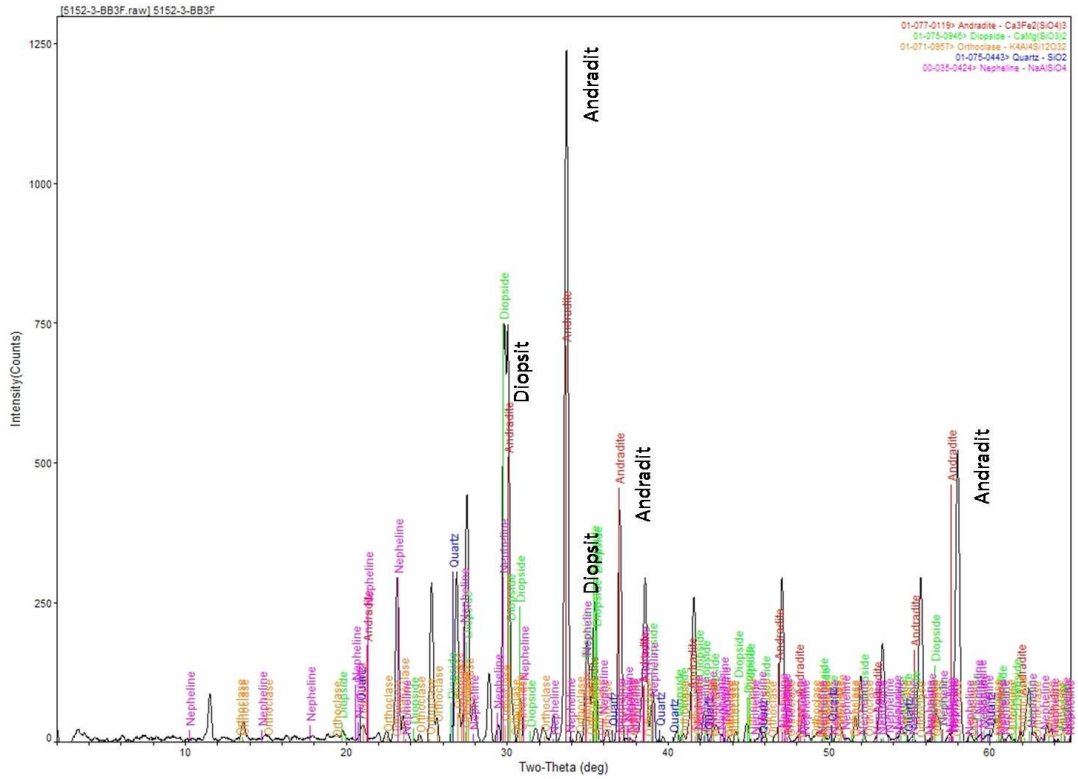
Bu veriler mikroskop incelemelerine uygun olarak, oluşumun prograt ve retrograt evrelerini ve yerlerini göstermektedir. Örneğin andradit ve diopsitin belirlendiği plutona yakın kesimler prograt evreyi; buna karşılık grossularla birlikte epidotların görüldüğü plutondan daha uzak kesimler (distal bölge) retrograt evreyi temsil etmektedir. Ayrıca mikroskop incelemelerinde aynı örneklerdeki kalsitlerin rekristalize oldukları görüldüğünden bunlar da retrograt evrenin izleri olarak yorumlanmıştır (Ciobanu ve Cook 2004).

Benzer bir sonuç Kuşçu vd. (2002)'nin araştırmasında eksoskarnlarda prograd minerallerin piroksen ve granat, retrograd mineral topluluklarının epidot, tremolit, aktinolit, kuvars ve kalsitin baskın mineraller olduğu belirtilmiştir. Bayhan (1984) granat+klinopirosen'den oluşan çok ince bir endoskarn kuşağının varlığını belirtmiş ve Kesikköprü eksoskarnlarının ana mineralleri granat (grossular-andradit), klinopiroksen (diyopsit-hedenbergit), epidot, kalsit, kuvars, tremolit-aktinolit, klorit'ten oluştuğunu açıklamıştır. Bu çalışmada prograt/retrograt ayırımı yapılmamıştır. Bayhan (1984) ayrıca, buradaki oluşumları kalsiyumlu skarn olarak sınıflandırmıştır. Kuşçu vd. (2002) aynı tanımlamayı yapmış, fakat dolomitik kayaç kontaklarında olivin ve flogopit skarnların da yer yer gözüktüğünü açıklamıştır. Doğan vd. (1998) ise, skarn kayaçlarını sadece, ince ve orta taneli epidotfels, vezüviyanitfels, granafels ve diyopsitfels gibi genellikle monomineralik fels türü kayaçlar olarak tanımlamışlardır.

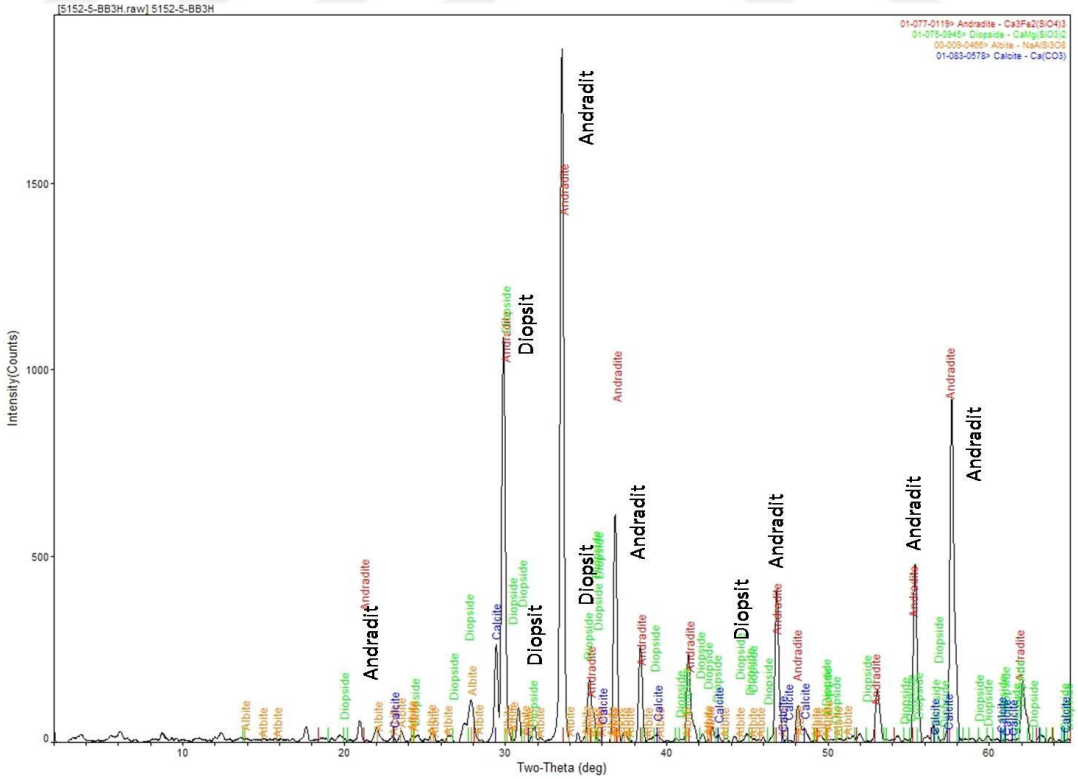
Çizelge 6.1 Örneklerin XRD analiz sonuçlarının göreceli bolluk dağılımları

	Manyetit	Hematit	Götit	Siderit	Kalsit	Dolomit	Kuvars	Granat Grubu	Piroksen Grubu	Amfibol Grubu	Epidot	Feldispat Grubu	Sülfürler	Kil
BB3A	X							X	XX					
BB3D	X		XXX				X							
BB3F							X	XX	XX			XX		
BB3G					XXX		X							
BB3H					X			XXX	X			X		
MB3D		XX	XX				XX							X
MB3E					XX		XXX							
MB3F		XX	XX				XX							
MB3H					X	X	XX							XXX
MB3K										XXX		XX		
S36-9,5		XX	XXX				X						X	
S36-15					XXX	X	XX							
S36-17,5			X				XXX							
S36-21					X	X	XX						X	X
S36-22					X	X	XX						X	XX
S36-25						X	XX						X	XX
S36-28				X			XX							XX
S36-30							XXX							XX
S36-31	X	X	X		XXX		X							
S36-31,5				XX			X						XXX	X
S36-33	X			XX			X						XX	
S36-36		X		X	XX		X						X	X
S36-38				X			X						X	XXX
S36-39		X		XX	X		X						X	XX
S36-42					X		X					XX	X	XX
S36-43					X	X	XX						X	XX
S36-43,5					X	X	XXX						X	X
S36-44					X		X	XX			X	XX		X
S36-44,5					XX		X	XXX			X		X	
S36-49					XX		X	XX						XX
S36-50					X		X	XX				XX		X
S36-53					XXX	XX	X							
S36-53,75					X		X	XXX						X
S36-54					X		X	XX						XX

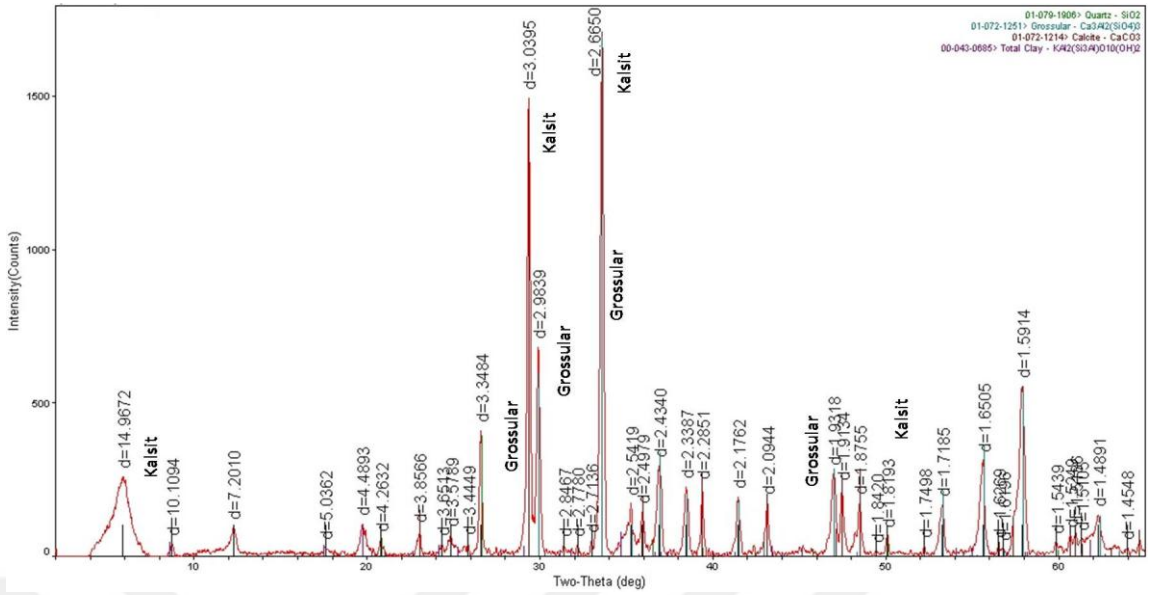
XXX	Yüksek oran	60-99%	**XX**	Orta oran	20-60%	**X**	Az oran	0-20%



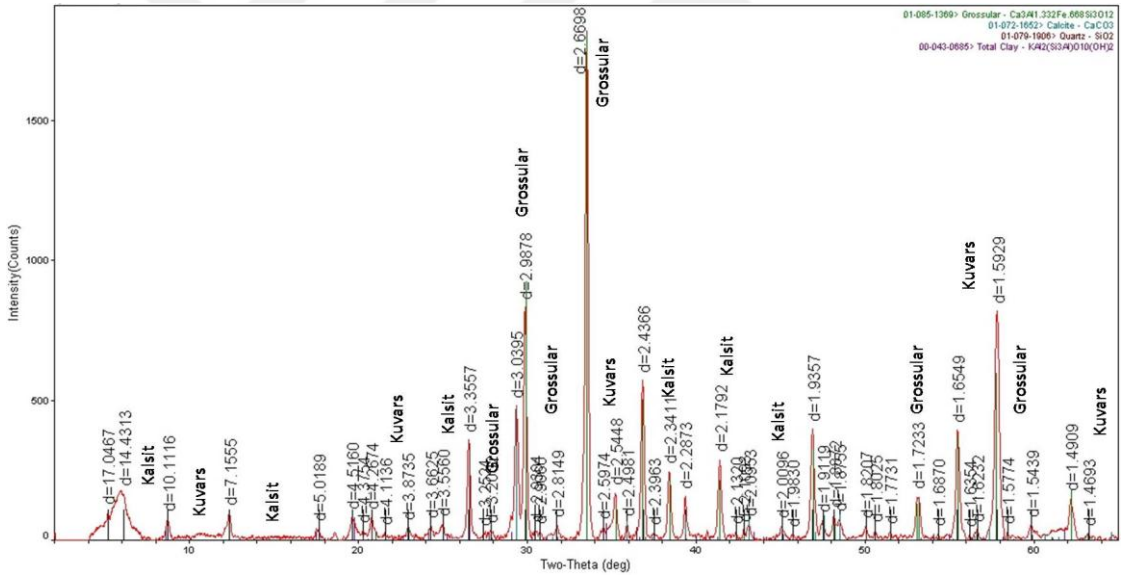
Şekil 6.7 BB3F örneğine ait difraktogram



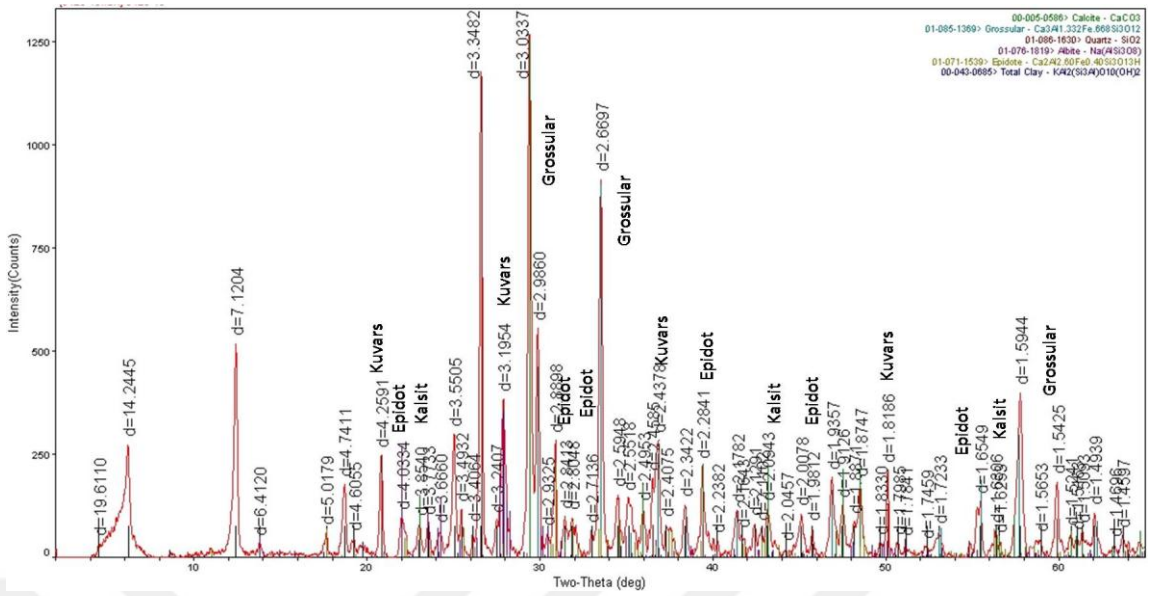
Şekil 6.8 BB3H örneğine ait difraktogram



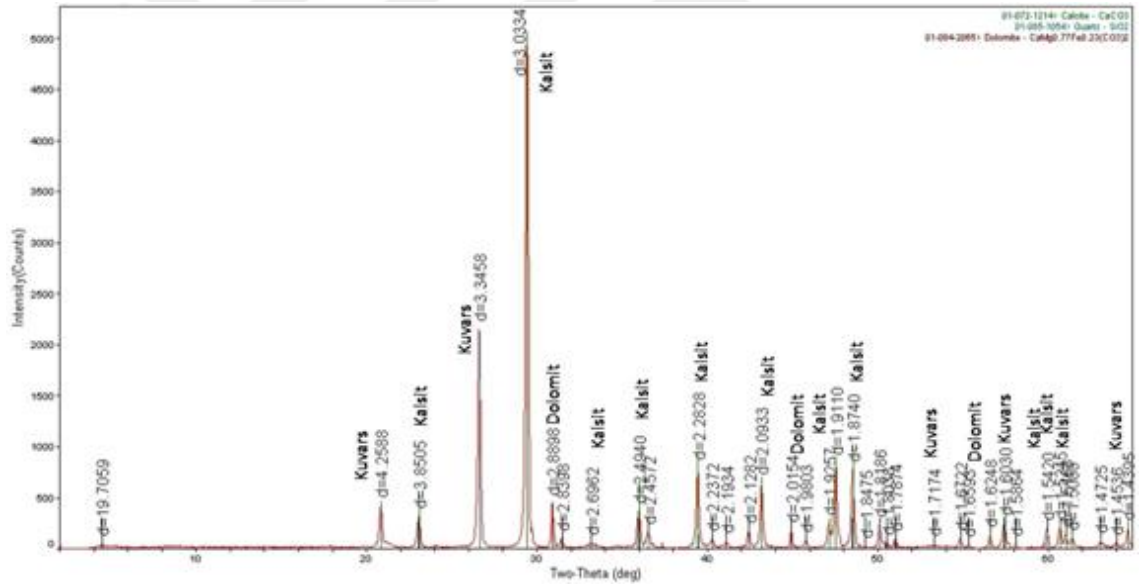
Şekil 6.9 S36-49 örneğine ait difraktogram



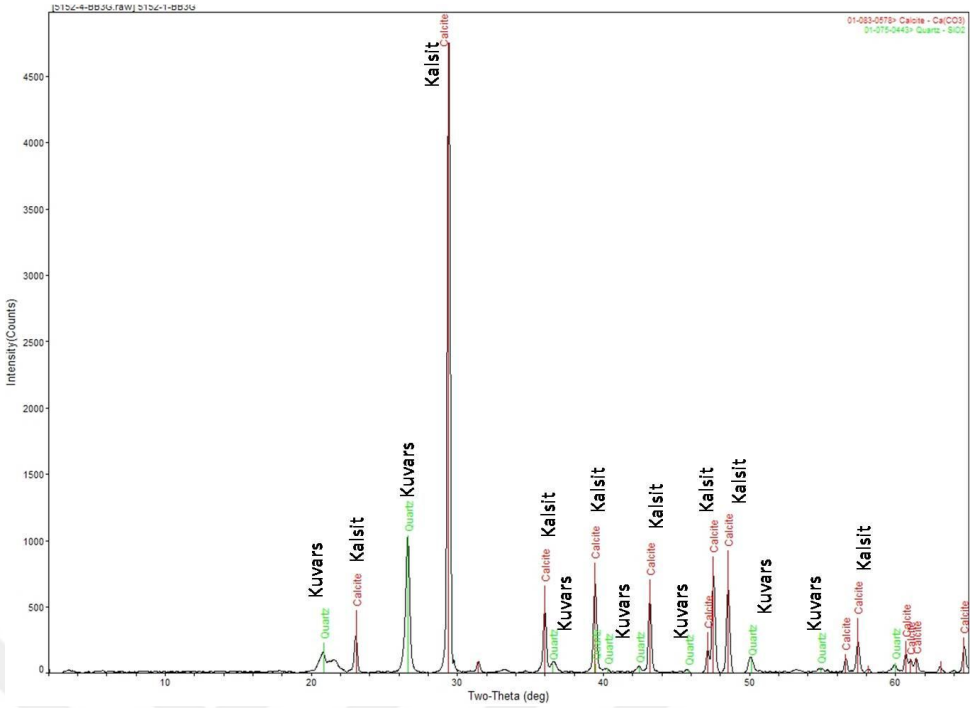
Şekil 6.10 S36-53,75 örneğine ait difraktogram



Şekil 6.11 S36-44 örneğine ait difraktogram



Şekil 6.12 S36-15 örneğine ait difraktogram



Şekil 6.13 BB3G örneğine ait difraktogram

Çalışma alanına ait örnekler üzerinde mikroskop ve XRD yöntemleriyle yapılan minerolojik incelemeler sonucunda elde edilen bulgular bazı sonuçlara ve yorumlara ulaşmayı mümkün kılmıştır.

Gözlemlenen minerallerin çoğunluğu andradit, grossular, diyopsit gibi yüksek sıcaklığı işaret eden prograd evre mineralleri ile epidot, aktinolit, kuvars ve rekristalize kalsitler gibi düşük sıcaklığı işaret eden retrograd evre mineralleridir.

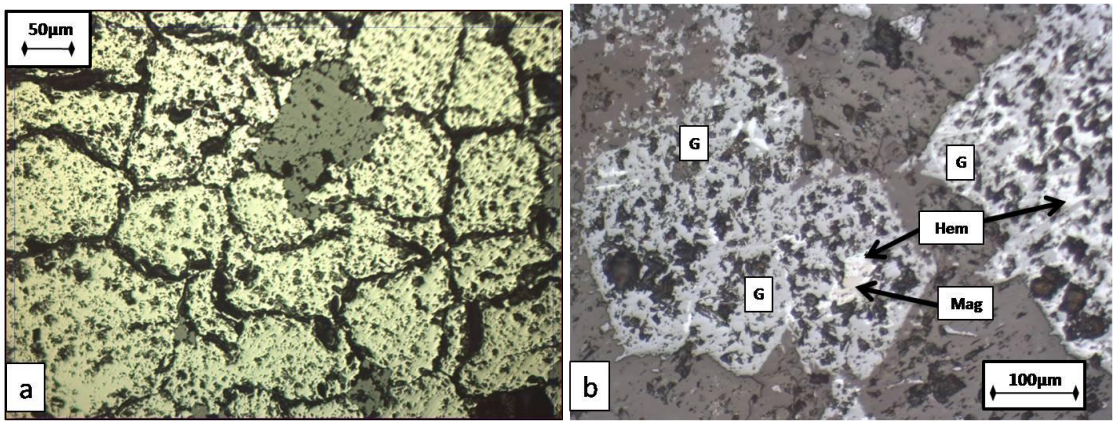
Bahsedilen bu mineraller ile cevher mineralleri, ekzoskarn mineral parajenezi (Meinert 1992) ile uyum gösterdiğinden, bölgedeki alterasyon zonunu ve cevherleşmeyi skarn kuşağı olarak tanımlamak mümkündür.

Kalsiyumlu (kalsik) skarnın (Einaudi ve Burt 1982) karakteristik minerallerinden olan andradit, grossular, diyopsit ve epidotun örneklerde bolca bulunması bölgedeki skarn çeşidinin kalsik skarn olarak tanımlamamızı sağlamıştır.

7. CEVHER MİKROSKOBİSİ

Maden yatağının oluşumunu açıklamada mineral bileşenleri ve onların gösterdiği yapı-doku özellikleri önemli katkı sağlamaktadır. Bu amaçla Yenice ve Karaçarşağın tepe yörelerinde açılmış bulunan yarmalardan ve Karagüney geçidi yöresinde yapılmış olan sondajdan derlenen maden örneğinden elde edilen parlatmalar maden mikroskobunda incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda cevherleşmenin manyetit, hematit, siderit, ilvait, pirit, arsenopirit, sfalerit, kalkopirit, galenit, piroluzit, götit ve bornitten oluştuğu belirlenmiş ve minerallerin gösterdiği bazı yapı-dokularla birlikte yorumlanmıştır. Cevherleşmenin birincil mineralleri manyetit, hematit, siderit, ilvait, pirit, arsenopirit, sfalerit, kalkopirit, galenit olup; süperjen süreçlerle oluşmuş ikincil mineraller piroluzit, götit ve bornit olarak sayılabilir.

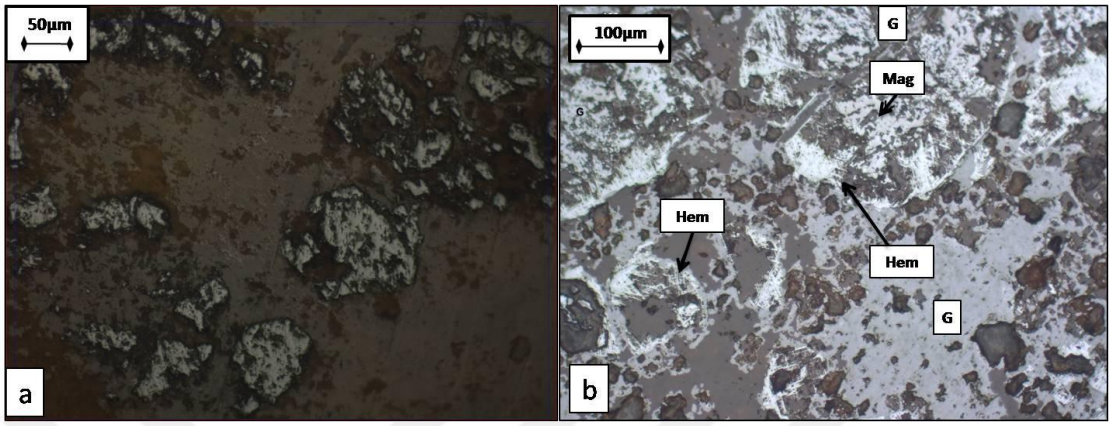
Cevherleşmede en çok bulunan mineraller manyetit, hematit ve siderittir. Manyetitler özşekilli, özşekilsiz ve yarı özşekilli olarak izlenmekle beraber daha çoğu özşekilli iri kristaller halindedir ki, bunlar masif dokuludur (Şekil 7.1a). Manyetitlerde yoğun şekilde martitleşmelerle birlikte götitleşmeler de yer almaktadır (Şekil 7.1b). Gang mineralleri içinde disemine halde ve çeşitli büyüklükte manyetitler de vardır.



Şekil 7.1. a. Kalsitin yerini almış manyetitler, b. Manyetiti (gri) kuşatan ve tane aralarının açılmasına yol açan gang (siyah)

(Mag: manyetit, Hem: hematit, G: götit)

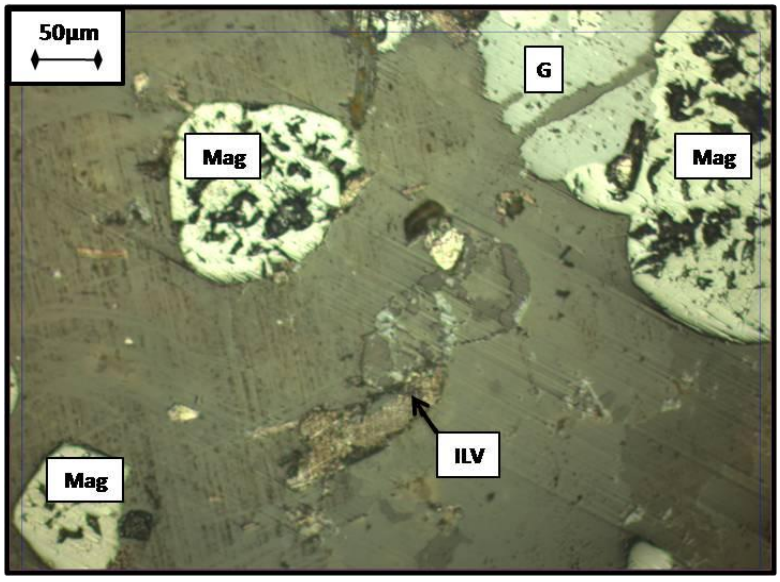
Hematitlerin bir kısmı siderit içinde yarıözşekilli ve özşekilsiz taneler halinde (Şekil 7.2a) ve bir kısmı ise martitleşme (Şekil 7.2b) şeklinde görülmektedir.



Şekil 7.2. a. Demir karbonatlar içindeki hematit taneleri, b. Manyetitin (Gri) 111 yüzeyine paralel gelişmiş martitler (beyaz)

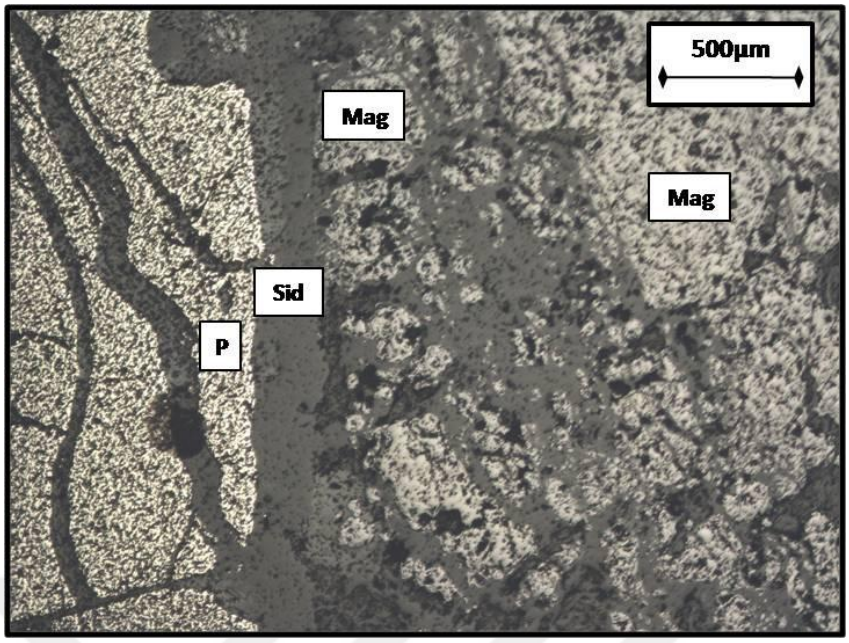
(Mag: manyetit, Hem: hematit, G: götit)

İncelenen parlatmalarda bol miktarda ilvait (lievrit) belirlenmiştir. Siderit ve götit içinde görülen ilvait kalsitin yerini almaktadır (Şekil 7.3).



Şekil 7.3 Kalsitin yerini alan ilvait ve manyetit

Kalsit ve ilvaitin dilinim izleri görülüyor. Çizgisel hatların görüldüğü koyu gri kısımlar kalsit. (Mag: manyetit, ILV: ilvait, G: götit)



Şekil 7.4 Pirit manyetit çatlağına giren siderit damarcığı ve ornatma kapanımları

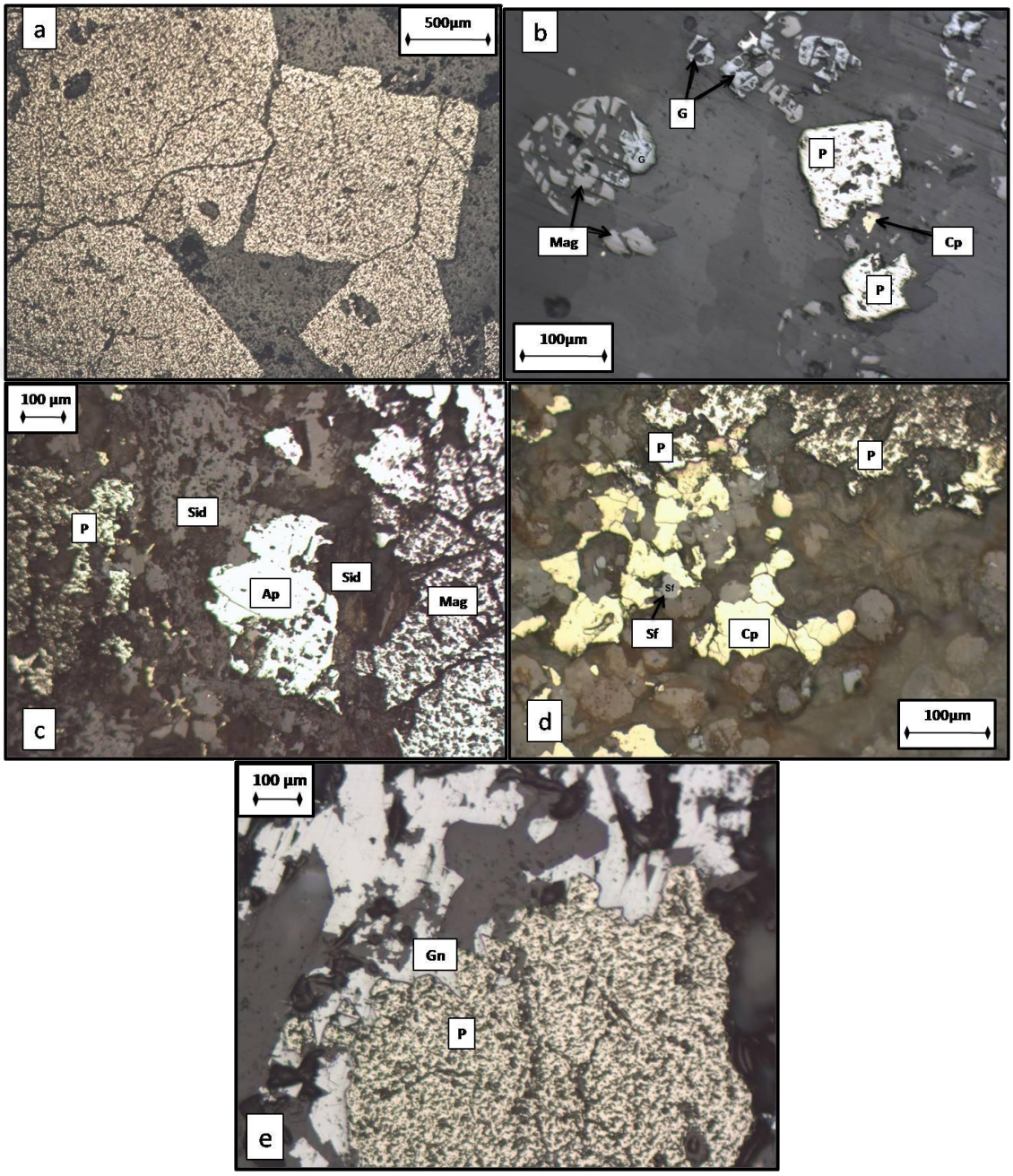
(Mag: manyetit, Sid: siderit, P: pirit)

Siderit: Yatağın önemli bir minerali de siderit olup, bu mineral çeşitli büyüklükte taneler halinde ve özşekilsizdir. Sideritler çoğu zaman götit tarafından ornatılmaktadır. Siderit daha çok diğer mineralleri kuşatarak görülmektedir. Bazen ince damarcıklar oluşturarak onları kesmektedir (Şekil 7.4).

Sülfürlü Mineraller: Yatağın mineral bileşenleri arasında sülfürlü olanlar az miktarda olmakla birlikte, oluşum mekanizması yorumuna katkısı açısından önemli yer tutmaktadır. Örneklerde gang veya siderit içinde pirit, kalkopiririt, sfalerit, arsenopirit, galenit gibi opak minerallere rastlanmıştır. Bunlardan en çok olanı pirittir. Piritler gang içinde özşekilli, yarıözşekilli ve özşekilsiz olarak izlenmektedir (Şekil 7.5a). Daha az miktarda ya da eser halde kalkopirit (Şekil 7.5b); arsenopirit (Şekil 7.5c); sfalerit (Şekil 7.5d); galenit (Şekil 7.5e) gibi sülfürlü mineraller bulunmaktadır.

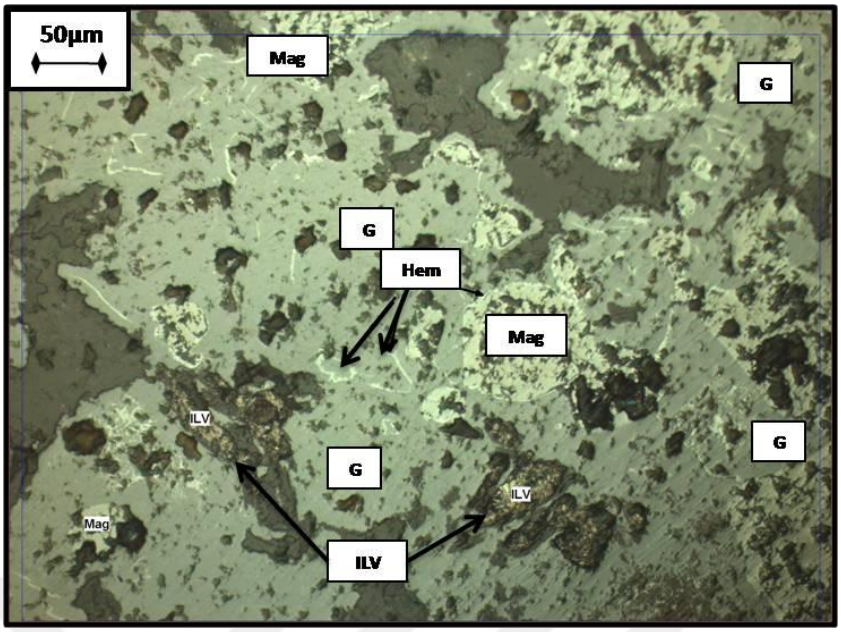
Götit: Süperjen ortamın en bol bulunan mineralidir. Tüm demirli mineralleri ornatmaktadır (Şekil 7.6). Ayrıca götit siderit tarafından ornatılmaktadır.

Piroluzit: Yatakta götitle birlikte görülen ikincil oluşumlu bir mineraldir. Damarcıklar ve ışınsal dokulu olarak izlenmektedir (Şekil 7.7).



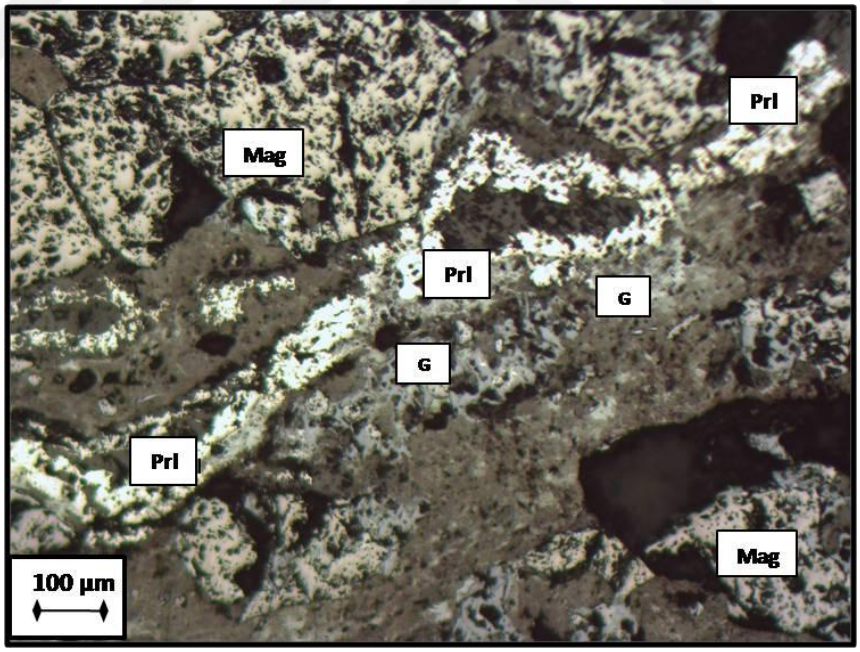
Şekil 7.5. a. Özşekilli, yarı özşekilli ve özşekilsiz iri piritler, b. Pirit, manyetit, götit ve kalkopirit, c. Soldan sağa doğru pirit, siderit, arsenopirit, manyetit, d. Sfalerit, pirit ve kalkopirit, e. Piritin içine sokulum yapan veya etrafını saran galenit

(Mag: manyetit, Sid: siderit, P: pirit, G: götit, Cp: kalkopirit, Ap: arsenopirit,Sf: sfalerit



Şekil 7.6 Götit içerinde kalıntı manyetit , hematit ve ilvait, siyahlar gang

(Mag: Manyetit, G: Götit, İlv: İlvait, Hem: Hematit)



Şekil 7.7 Piroluzitin götitle birlikte oluşturduğu damarcıklar

(Mag: Manyetit, G: Götit, Prl: Piroluzit)

Sonuç olarak, aşağıda maddeler halinde verilen maden mikroskobik bulgular; cevherleşmenin metasomatik karakterini ortaya koymaktadır. Bu verilerle oluşumun skarnlaşmayla başladığı ve hidrotermal şartlara geçiş gösterdiğini işaret etmektedir.

-Cevherleşmenin parajenezinde manyetit ve hematit gibi yüksek sıcaklık mineralleri ve daha düşük sıcaklıkları gösteren sülfürlü minerallerin bulunuşu,

-Metasomatik ortamlarda görülen ilvait mineralinin görülmesi,

-Birincil opak minerallerle kalsit arasında yerini alma dokularının (manyetit, ilvait, kalkopirit gibi) bulunması.

8. JEOKİMYA ÇALIŞMALARI

İncelenen arazide farklı lokasyonlarda açılmış bulunan iki yarmada, skarn zonu olarak tanımlanmış kuşaktan ve ayrıca bir sondajdan cevher ve kayaç örnekleri derlenmiştir. Bu örneklerde yapılan tüm kayaç analizlerinde elde edilen ana ve eser element değerleri öncelikle bollukları açısından değerlendirilmiş, daha sonra elementler arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanmış ve küme analizi dendrogramları çizilmiştir. Ayrıca kayaç ve cevher örneklerinin çoklu element diyagramları hazırlanmış, kuvars monzonitin kimyasal bileşimi (duraylı eser elementleri) ile plüton-skarn ilişkisini ortaya koyan diyagramlar çizilmiştir.

8.1. Element Bollukları

8.1.1 Yenice bölgesinde açılmış bulunan MB3 yarmasına ait ana ve eser element bollukları

MB3 yarmasına ait prograd evre skarn (PES), retrograd evre skarn (RES) ve cevher örneklerinin tüm kayaç analizi sonuçları Çizelge 8.1'de verilmiştir. Bu değerler granit ve şeyl (kireçtaşı yerine şeyl ortalamaları kullanılmıştır) ortalamalarına göre normalize edilerek elementlerin bollukları belirlenmiştir.

Şekil 8.1'de görüleceği üzere MB3 yarmasının kayaç örneklerinde granit ortalamalarına göre; ana elementlerden Fe_2O_3, MgO, CaO, TiO_2 ve MnO artış; SiO_2, Al_2O_3, Na_2O, K_2O, P_2O_5, Cr_2O_3 azalma göstermiştir. PES örneklerinde eser elementlerden, Co, Sn, V, Mo, Cu, Zn, Ni, As, Sb, Bi, Ag, Au, Se, Sc'da artma; Ba, Be, Cs, Hf, Nb, Rb, Sr, Th, U, Zr, Cd, Hg, Tl ve NTE'lerde azalma göstermiştir.

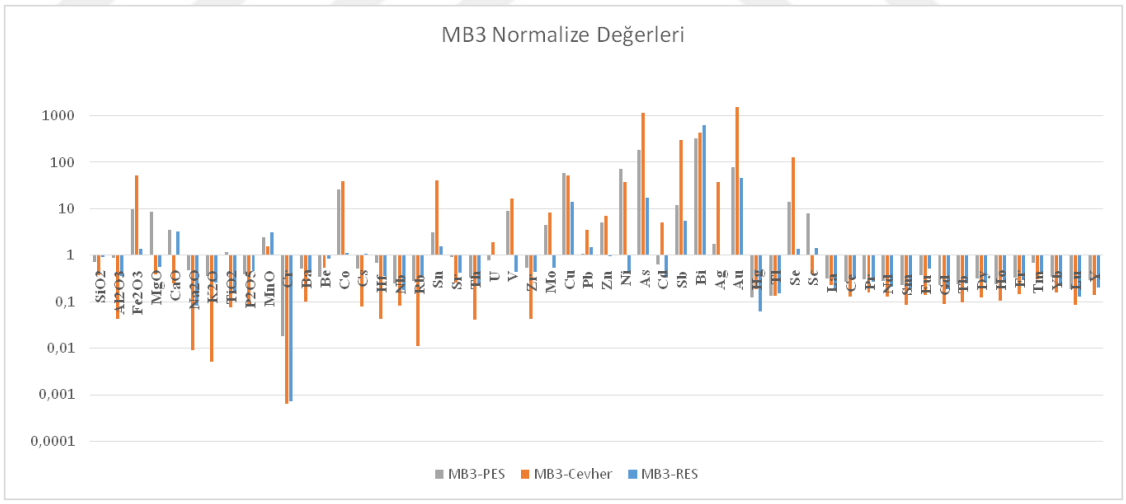
Çizelge 8.1 MB3 yarmasına ait PES, RES ve cevher örneklerinin tüm kayaç analizi sonuçları

	RES		PES				Cevher				Granit Ort.	Şeyl Ort.
	MB3-E	MB3-H	MB3-A	MB3-B	MB3-J	MB3-K	MB3-C	MB3-F	MB3-G	MB3-I		
SiO_2(%)	65,42	52,77	42,69	51,76	56,6	55,53	43,32	14,11	35,34	15,56	72,04	64,82
Al_2O_3(%)	0,13	12,05	10,4	11,36	15,41	13,26	1,09	0,53	0,31	0,58	14,42	17,05
Fe_2O_3(%)	1,59	14,42	24,81	12,07	5,45	6,01	48,89	79,77	58,95	76,17	1,22	5,7
MgO(%)	0,22	2,94	2,13	7,31	6,26	9,03	0,48	0,24	0,17	0,23	0,71	2,83
CaO(%)	18,12	4,53	4,4	4,28	8,17	9,3	0,42	0,25	0,55	0,59	1,82	3,52
Na_2O(%)	0,01	0,18	0,13	0,38	3,23	3,26	0,05	0,03	0,03	0,03	3,69	1,13
K_2O(%)	0,01	2,09	1,45	0,88	2,53	1,02	0,04	0,01	0,01	0,03	4,12	3,97
TiO_2(%)	0,01	0,23	0,14	0,33	0,55	0,4	0,06	0,01	0,01	0,01	0,3	0,8
P_2O_5(%)	0,01	0,13	0,01	0,05	0,07	0,06	0,01	0,01	0,01	0,01	0,12	0,15
MnO(%)	0,4	0,24	0,11	0,21	0,08	0,1	0,07	0,07	0,07	0,11	0,05	0,1
Cr_2O_3(%)	0,002	0,223	0,05	0,193	0,061	0,114	0,005	0,005	0,003	0,002	-	-
Cr	0,0013	0,1526	0,0342	0,1321	0,0417	0,078	0,0034	0,0034	0,002	0,0013	4	100
LOI(%)	14	9,8	13,2	10,8	1,3	1,6	5,4	4,7	4,2	6,2	-	-
Sum(%)	99,96	99,62	99,57	99,62	99,8	99,76	99,78	99,74	99,62	99,57	-	-
Ba (1 ppm)	180	303	167	239	532	307	45	38	92	67	600	580
Sc (1 ppm)	1	28	28	77	26	28	2	2	2	2	5	10
Be (1 ppm)	1	4	2	1	2	2	1	1	4	5	5	3
Co (0.2 ppm)	20,1	24,8	26	22	24,2	34,7	25,1	35,3	30,6	66,2	1	20
Cs (0.1 ppm)	0,1	10,6	5	2,1	1	2,3	0,6	0,1	0,4	0,5	5	5
Ga (0.5 ppm)	3,3	14,3	13,1	14,3	13,8	15,2	4,3	4,5	3,1	5,1	-	-
Hf (0.1 ppm)	0,1	4,3	0,8	4,2	3,5	2,6	0,4	0,1	0,1	0,1	4	6
Nb (0.1 ppm)	0,8	6,5	2,1	5,5	7,5	4,6	2,5	1,5	1,7	0,9	20	20
Rb (0.1 ppm)	1	93,7	68,5	39,6	39,8	22,6	3	0,8	1,2	1,8	150	140
Sn (1 ppm)	1	18	17	15	3	3	19	331	122	19	3	6
Sr (0.5 ppm)	37,4	347,7	223,1	383,7	255,6	199,8	87,5	60,4	89,7	61,7	285	450
Ta (0.1 ppm)	0,1	0,7	0,2	0,4	0,6	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-
Th (0.2 ppm)	0,2	4,6	2,8	3,2	6,1	10,6	1,7	0,3	0,6	0,2	17	11
U (0.1 ppm)	0,5	5,9	7,5	4,2	2	1,5	8,1	5,6	10,8	12,8	4,8	3,2
V (8 ppm)	8	109	210	177	164	177	335	195	466	331	20	130
Zr (0.1 ppm)	3,5	169,7	31,6	151	123,2	91,8	15	4	6,4	5,8	180	200
Mo (0.1 ppm)	0,8	1,4	34,7	1,6	0,1	0,1	16,8	10,6	21,1	18,2	2	2
Cu (0.1 ppm)	19,8	1632	1839,7	594,6	4,8	2,3	188,4	760,3	461,6	716,1	10	57
Pb (0.1 ppm)	36,3	25	59,4	17,6	4,9	4,9	135,2	47	61,3	45,2	20	20
Zn (1 ppm)	14	145	243	560	6	7	269	143	676	60	40	80
Ni (0.1 ppm)	1,6	77,6	46,6	86,5	6,4	8	16,2	17,1	26,1	15,5	0,5	95
As (0.5 ppm)	21,2	214,2	868,3	245,9	6,3	10,6	1517,5	775,6	3115,3	1637,4	1,5	6,6
Cd (0.1 ppm)	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,5	0,1	3,2	0,3	0,2	0,3
Sb (0.1 ppm)	0,5	1,2	7,2	1,4	0,4	0,8	23	14,6	40,8	164,8	0,2	1,5
Bi (0.1 ppm)	0,5	12,6	218,3	23,7	0,1	0,2	120,5	29	159,7	14,3	0,18	0,01
Ag (0.1 ppm)	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	2,2	1,1	6,3	1,2	0,07	0,1
Au (0.5 ppm)	2,2	2,4	11,2	2,8	0,8	1,2	56,1	71,8	180,5	6,7	0,05	0,05
Hg (0.01 ppm)	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,01	0	0,01	0,08	0,4
Tl (0.1 ppm)	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,75	1
Se (0.5 ppm)	0,5	1,2	1,2	0,7	0,5	0,5	6,5	1,7	15	3,1	0,05	0,6
La (0.1 ppm)	1,2	13,7	4,8	9,4	10,3	26,2	21,3	2,5	10,1	2,8	40	40
Ce (0.1 ppm)	1,9	29,9	6,8	20,4	21,1	44	29	1,6	12,3	2,5	87	50
Pr (0.02 ppm)	0,22	2,47	0,96	1,9	3,13	4,32	3,12	0,43	1,41	0,35	8,3	5
Nd (0.3 ppm)	0,7	9	3,6	6,7	14,1	14,8	10,3	1,6	4,7	1,5	35	23
Sm (0.05 ppm)	0,18	2,3	0,77	1,39	3,73	2,61	1,87	0,36	0,74	0,27	9,4	6,5
Eu (0.02 ppm)	0,25	0,77	0,21	0,33	0,99	0,68	0,4	0,14	0,2	0,11	1,5	1
Gd (0.05 ppm)	0,18	2,26	0,85	1,23	3,93	2,68	1,84	0,43	0,76	0,42	9,4	6,5
Tb (0.01 ppm)	0,03	0,41	0,15	0,21	0,64	0,43	0,31	0,09	0,12	0,06	1,5	0,9
Dy (0.05 ppm)	0,1	2,19	0,89	1,25	3,89	2,57	1,88	0,46	0,67	0,37	6,7	4,5
Ho (0.02 ppm)	0,03	0,49	0,2	0,25	0,78	0,55	0,45	0,09	0,16	0,1	1,9	1
Er (0.03 ppm)	0,06	1,39	0,56	0,79	2,23	1,55	1,34	0,25	0,41	0,24	3,8	2,5
Tm (0.01 ppm)	0,01	0,19	0,09	0,12	0,37	0,24	0,2	0,05	0,07	0,04	0,3	0,25
Yb (0.05 ppm)	0,05	1,28	0,58	0,85	2,28	1,49	1,43	0,22	0,49	0,25	3,8	3
Lu (0.01 ppm)	0,01	0,17	0,11	0,14	0,34	0,23	0,23	0,04	0,07	0,04	1,1	0,7
Y (0.1 ppm)	0,7	11,5	5	5,9	21,6	13,6	11,9	2,9	4,7	3,5	40	30

Şeyl ort. değerleri, NASC (Gromet vd., 1984); Granit ort. değerleri (Blatt vd., 2006)

Cevher örneklerindeki bolluklar da büyük oranda buna uygun sonuç vermiştir. Ana oksitlerden MgO, CaO, TiO_2 kayaçta artma, cevherde azalma, eser elementlerden Sc kayaçta artma, cevherde azalma, U ve Cd ise kayaçta azalma, cevherde artma göstererek birlikteliği bozmuşlardır.

Çizelge 8.1'de ve şekil 8.1'de hem kayaçta, hem cevherde dikkat çekici artış gösteren eser elementler vardır. Bunlar Co, Sn, V, Mo, Cu, Zn, Ni, As, Sb, Bi, Ag, Au, Se şeklinde sıralanan ve çoğu 10 çizgisinin üzerinde artma gösteren elementlerdir. Bu grubun ekseriyeti sülfide duyarlı olup, bunların Sn ve Bi ile birlikte bulunuşları pegmatitik-pnöymatolitik evreden hidrotermal evreye geçiş şartlarını düşündürmektedir. Ayrıca grupta Co, Ni, V ve Sc (PES'de)'un zenginleşmiş olması çözeltilerin bazik kaynaklı magmayla ilişkisini işaret edebilir. Bu verinin ortaya konuşunda granitik çözeltileri işaret eden Ba, Be, Cs, Hf, Nb, Rb, Sr, Zr, Tl ve NTE gibi elementlerin hem PES örneklerinde, hem de cevherde ortalama değerlerin çok altında bulunmaları da dikkate alınmalıdır.



Şekil 8.1 MB3 yarmasına ait örneklerin granit ve şeyle göre normalize değerleri

Şekil 8.1'de RES örneklerinin element bollukları görülmektedir. Bu işlemde literatürde karbonatlara en yakın olarak bilinen şeyl ortalamalarına göre normalize edilen değerler kullanılabilmiştir. Buna göre, Fe_2O_3, Co, Cs, Sn, W, Cu, Pb, As, Sb, Bi, Au, Se, Sc artış

diğerlerinde azalma gözlenmiştir**.** Bu elementler yukarıda elde edilen sonuca uygun olarak; RES'a eklenen granitik ve bazik magma kökenli element birlikteliğini göstermektedir.

Çizelge 8.2 MB3 yarmasına ait örneklerin normalize değerlerinde artış ve azalış gösteren ana oksitler ve eser elementler

			Ana Oksitler	Eser Elementler
MB3	**PES**	+	Fe_2O_3, MgO, CaO, TiO_2, MnO	Co, Sn, V, Mo, Cu, ZN, Ni, As, Sb, Bi, Ag, Au, Se, Sc
		-	SiO_2, $Al2O_3$, Na_2O, K_2O, $P2O_5$	Ba, Be, Cs, Hf, Nb, Rb, Sr, Th,U, Zr, Cd, Hg, Tl, NTE
	Cevher	+	Fe_2O_3, MnO	Co, Sn, U, V, Mo, Cu, Pb, Zn, Ni, As, Cd, Sb, Bi, Ag, Au, Se
		-	SiO_2, Al_2O_3, MgO, CaO, Na_2O, TiO_2, P_2O_5, MnO	Ba, Be, Cs, Hf, Nb, Rb, Sr, Th, Zr, Hg, Tl, Sc, NTE
	RES	+	Fe_2O_3	Co, Cs, Sn, Cu, Pb, As, Bi, Se, Sc
		-	SiO_2, Al_2O_3, MgO, Na_2O, K_2O, P_2O_5	Ba, Be, Hf, Nb, Rb, Sr, Th, V, Zr, Mo, Ni, Cd, Hg, Tl, NTE

8.1.2 Karaçarşağın Tepe bölgesinde açılmış bulunan BB3 yarmasına ait ana ve eser element bollukları

BB3 yarmasının PES, RES ve cevher örneklerinin tüm kayaç analiz sonuçları Çizelge 8.3'de verilmiştir. Granit ve şeyle göre normalize edilen değerler Şekil 8.2'de görülmektedir. Granit ortalamalarına göre PES'te; Fe_2O_3, MgO, CaO, TiO_2, P_2O_5 ve MnO artış; SiO_2, Al_2O_3, Na_2O, K_2O, P_2O_5 ve Cr azalma göstermiştir. PES örneklerinde eser elementlerden Co, Sn, V, Zn, Ni, As, Sb, Bi, Ag, Au, Se, Sc'da artma; Ba, Be, Cs, Hf, Nb, Rb, Sr, Th, U, Zr, Mo, Cu, Pb, Zn, Cd, Hg, Tl ve NTE'lerde azalma göstermiştir.

Cevher örnekleri ile PES örnekleri büyük çapta benzerlik göstermektedir. Cevherde ana oksitlerden Fe_2O_3, MgO, CaO ve MnO artış; SiO_2, Al_2O_3, Na_2O, K_2O, P_2O_5 azalma göstermiştir ki, burada sadece P_2O_5 farklı davranarak PES'te artış, cevherde azalış göstermiştir. Eser elementlerde de Pb ve Cu'ın cevherde artış, PES'te azalma göstermesi dışında büyük bir benzerlik vardır.

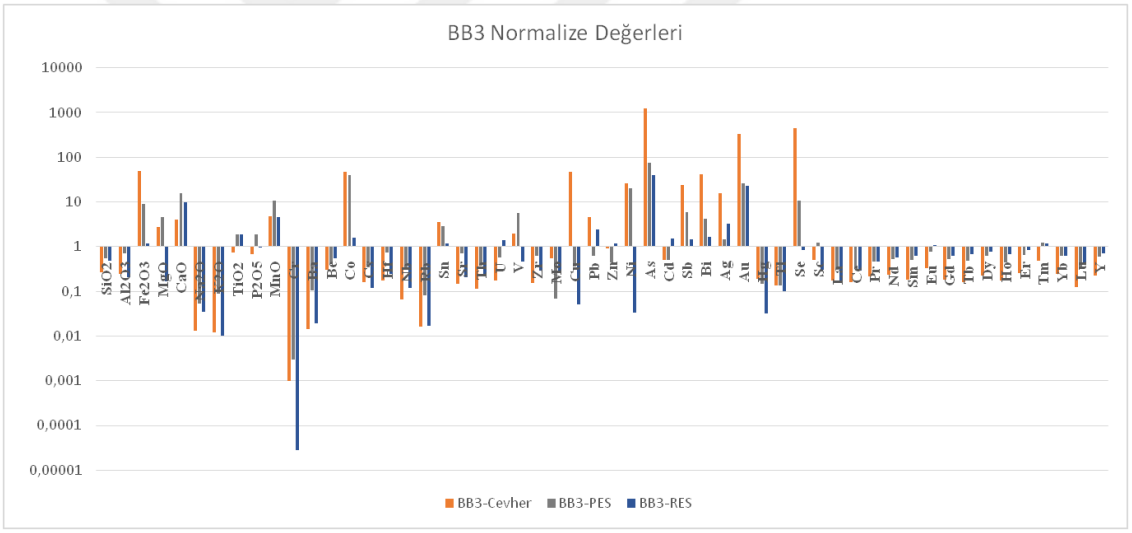
Çizelge 8.3 BB3 yarmasının PES, RES ve cevher örneklerinin tüm kayaç analiz sonuçları

	RES			PES					Cevher		Granit Ort.	Şeyl Ort.
	BB3-E	BB3-G	BB3-I	BB3-B	BB3-C	BB3-F	BB3-H	BB3-J	BB3-A	BB3-D		
SiO_2(%)	11,95	44,07	38,87	29,24	46,34	44,72	38,93	37,8	24,83	14,5	72,04	64,82
Al_2O_3(%)	0,2	0,16	10,18	8,19	5,73	11,78	12,68	12,34	6,59	0,36	14,42	17,05
Fe_2O_3(%)	0,73	3,39	16	9,78	12,66	6,7	13,33	13,48	49,54	73,57	1,22	5,7
MgO(%)	0,13	0,19	1,1	0,3	9,89	3,34	1,27	1,49	3,8	0,07	0,71	2,83
CaO(%)	47,84	28,19	29,4	34,11	23	28,71	29,15	29,09	14,6	0,41	1,82	3,52
Na_2O(%)	0,01	0,03	0,08	0,01	0,24	0,28	0,31	0,17	0,1	0,01	3,69	1,13
K_2O(%)	0,01	0,01	0,11	0,01	0,06	1,13	0,3	0,32	0,09	0,01	4,12	3,97
TiO_2(%)	0,01	0,01	0,68	0,18	0,65	0,71	0,54	0,73	0,39	0,05	0,3	0,8
P_2O_5(%)	0,01	0,01	0,41	0,01	0,12	0,49	0,22	0,3	0,03	0,13	0,12	0,15
MnO(%)	0,63	0,13	0,6	0,45	0,38	0,5	0,71	0,59	0,43	0,05	0,05	0,1
Cr_2O_3(%)	0,002	0,002	0,006	0,002	0,076	0,002	0,002	0,006	0,01	0,002	-	-
Cr	0,0013	0,0013	0,0041	0,0013	0,052	0,0013	0,0013	0,0013	0,0068	0,0013	4	100
LOI(%)	38,4	23,7	2,4	17,7	0,6	1,5	2,4	3,5	-0,6	10,7	-	-
Sum(%)	99,94	99,93	99,84	99,9	99,74	99,84	99,83	99,84	99,83	99,81	-	-
Ba (1 ppm)	3	3	28	7	11	193	37	68	12	5	600	580
Sc (1 ppm)	1	1	7	2	14	4	4	7	4	1	5	10
Be (1 ppm)	2	2	1	1	4	1	3	1	1	2	5	3
Co (0.2 ppm)	26,8	20,9	48	18,6	35,2	66,8	57,3	25,1	41,3	54,2	1	20
Cs (0.1 ppm)	0,1	0,1	1,6	0,2	1,8	2,4	2,9	1,3	1,5	0,1	5	5
Ga (0.5 ppm)	2,2	0,5	12,6	13,2	10,6	14	13,4	13	20,4	5,9	-	-
Hf (0.1 ppm)	0,1	0,2	4,2	1,4	3,2	3,1	3	4,2	1,3	0,1	4	6
Nb (0.1 ppm)	0,1	0,2	7	1,5	11,6	7,2	4,2	7	2,1	0,5	20	20
Rb (0.1 ppm)	1,4	0,6	5,5	0,7	3,8	30,6	13,5	12,6	4,2	0,6	150	140
Sn (1 ppm)	1	1	19	12	9	3	8	12	13	8	3	6
Sr (0.5 ppm)	164,6	30,1	86,9	364	59,7	81,8	205,8	306,5	53,3	31,5	285	450
Ta (0.1 ppm)	0,1	0,1	0,7	0,2	1,1	0,6	0,5	0,6	0,3	0,1	-	-
Th (0.2 ppm)	0,2	0,2	7,7	1,5	5,1	9,3	9,7	6	2,5	1,3	17	11
U (0.1 ppm)	2,7	7	3,8	1,8	1,5	4,1	3	3,3	0,7	1	4,8	3,2
V (8 ppm)	11	23	148	58	104	143	119	136	71	8	20	130
Zr (0.1 ppm)	0,8	20,3	156,7	55,2	121	119,7	122,4	147,1	51,5	3,6	180	200
Mo (0.1 ppm)	0,2	1,1	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	2,1	2	2
Cu (0.1 ppm)	2,4	4,1	2,4	3,8	7,3	4,5	0,8	1,2	1	950,4	10	57
Pb (0.1 ppm)	44,6	93,2	9,5	12,4	18,5	12	8,1	11,1	7,8	179,6	20	20
Zn (1 ppm)	29	236	14	14	17	8	26	25	20	54	40	80
Ni (0.1 ppm)	1,3	5,8	2,6	1,4	32	8,7	4,7	3,2	5,1	21	0,5	95
As (0.5 ppm)	18,6	608,1	153,8	59,1	112,8	184,7	92,9	116,1	54,4	3756,2	1,5	6,6
Cd (0.1 ppm)	0,3	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3
Sb (0.1 ppm)	0,5	5,5	0,7	2,1	0,8	0,6	0,9	1,5	0,4	9,2	0,2	1,5
Bi (0.1 ppm)	47,6	0,7	0,6	0,3	1	1,1	0,7	0,7	0,5	14,4	0,18	0,01
Ag (0.1 ppm)	0,8	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	2,1	0,07	0,1
Au (0.5 ppm)	1,1	1,8	0,6	0,5	2	3	0,5	0,5	0,8	33,1	0,05	0,05
Hg (0.01 ppm)	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0	0,01	0,01	0,02	0,08	0,4
Tl (0.1 ppm)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,75	1
Se (0.5 ppm)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	45	0,05	0,6
La (0.1 ppm)	4,9	1,9	13,2	2,3	9,8	15,6	23	10,7	5	8,7	40	40
Ce (0.1 ppm)	7,7	4,1	32,3	7,4	26	33	45,2	26,8	11,9	16,3	87	50
Pr (0.02 ppm)	0,94	0,59	5,44	1,99	3,66	4,11	5,23	4,02	1,82	1,82	8,3	5
Nd (0.3 ppm)	4,1	3,4	32,2	14,7	15,6	17,6	21,7	21,8	9,4	6,7	35	23
Sm (0.05 ppm)	1,11	0,63	10,23	5,23	3,77	3,94	4,61	6,45	2,31	1,15	9,4	6,5
Eu (0.02 ppm)	0,38	0,14	2,74	1,48	0,78	0,76	1,12	1,7	0,66	0,33	1,5	1
Gd (0.05 ppm)	1,45	0,76	9,99	5,09	4,08	3,68	4,62	7,26	2,51	0,89	9,4	6,5
Tb (0.01 ppm)	0,22	0,13	1,46	0,74	0,65	0,51	0,67	1,03	0,38	0,11	1,5	0,9
Dy (0.05 ppm)	1,2	0,87	8,28	4,01	3,76	2,95	3,84	6,2	2,47	0,6	6,7	4,5
Ho (0.02 ppm)	0,25	0,19	1,63	0,85	0,79	0,59	0,79	1,2	0,53	0,12	1,9	1
Er (0.03 ppm)	0,79	0,57	4,94	2,47	2,37	1,63	2,31	3,57	1,61	0,32	3,8	2,5
Tm (0.01 ppm)	0,1	0,08	0,72	0,37	0,34	0,23	0,36	0,52	0,24	0,05	0,3	0,25
Yb (0.05 ppm)	0,54	0,58	4,55	2,43	2,23	1,56	2,31	3,16	1,64	0,25	3,8	3
Lu (0.01 ppm)	0,07	0,08	0,71	0,36	0,35	0,27	0,35	0,48	0,23	0,04	1,1	0,7
Y (0.1 ppm)	10,1	6,8	47,1	22,9	21,4	16,3	21,8	36,3	15,5	2,6	40	30

Şeyl ort. değerleri, NASC (Gromet vd., 1984); Granit ort. değerleri (Blatt vd., 2006)

MB3 yarmasının PES örneklerinde şeyl ortalamalarına göre RES örnekleri, ana elementlerden Fe_2O_3, CaO ve TiO_2 artış; SiO_2, Al_2O_3, MgO, Na_2O, K_2O, P_2O_5 azalma göstermektedir. Burada MgO ve Mn MB3'den farklı davranmıştır. Bu sonuç, RES'te sadece Fe_2O_3 ve TiO_2'in zenginleştiğini Ca'lu silikatların oluşmadığını, ayrıca MgO'in BB3'de ortalama değerin çok altına düşmesi bu yarma bölgesinde bazaltik çözelti katkısının bulunmadığını işaret edebilir.

RES örneklerinde eser elementlerden Co, Sn, U, Pb, Zn, As, Cd, Sb, Bi, Ag ve Au artma; Ba, Be, Cs, Hf, Nb, Rb, Sr, Th, V, Zr, Mo, Cu, Ni, Hg, Tl, Se, Sc ve NTE azalma göstermiştir. Burada Cd, V, Cu, Ni, Se, Sc gerek PES ve cevher örneklerinden ve gerekse MB3'ün RES değerlerinden farklı davranmıştır.



Şekil 8.2 BB3 yarmasına ait örneklerin granit ve şeyle göre normalize değerleri

Çizelge 8.4 BB3 yarmasına ait örneklerin normalize değerlerinde artış ve azalış gösteren ana oksitler ve eser elementler

			Ana Oksitler	Eser Elementler
BB3	**PES**	+	Fe_2O_3, MgO, CaO, TiO_2, P_2O_5, MnO	Co, Sn, V, Ni, As, Sb, Bi, Ag, Au, Se, Sc
		-	SiO_2, Al_2O_3, Na_2O, K_2O	Ba, Be, Cs, Hf, Nb, rb, Sr, Th, U, Zr, Mo, Cu, Pb, Zn, Cd, Hg, Tl, NTE
	Cevher	+	Fe_2O_3, MgO, CaO, MnO	Co, Sn, V, Cu, Pb, Ni, As, Sb, Bi, Ag, Au, Se
		-	SiO_2, Al_2O_3, Na_2O, K_2O, P_2O_5	Ba, Be, Cs, Hf, Nb, Rb, Sr, Th, U, Zr, Mo, Cd, Hg, Tl, Sc, NTE
	RES	+	Fe_2O_3, CaO, TiO_2	Co, Sn, U, Pb, Zn, As, Cd, Sb, Bi, Ag, Au
		-	SiO_2, Al_2O_3, MgO, Na_2O, K_2O, P_2O_5	Ba, Be, Cs, Hf, Nb, Rb, Sr, Th, V, Zr, Mo, Cu, Ni, Hg, Tl, Se, Sc, NTE

8.1.3 Karagüney Geçidi bölgesinde yapılmış olan S36 sondajına ait ana ve eser element bollukları

Şekil 5.10'da görülen sondajdan alınmış 30 adet örnekten 8 adedi seçilerek analiz edilmiştir (Çizelge 8.5). Granit ve şeyle göre normalize edilen değerler Şekil 8.4'te gösterilmiştir.

Granit ortalamalarına göre değerlendirilen PES örneklerinde Fe_2O_3, MgO, CaO ve MnO'te artma, buna karşılık SiO_2, Al_2O_3, Na_2O, K_2O, TiO_2, P_2O_5 ve Cr'da azalma kaydedilmiştir. PES örneklerinde eser elementlerden Co, Sn, V, Mo, Cu, Pb, Zn, Ni, As, Sb, Bi, Ag, Au, Se ve Sc'da artma; Ba, Be, Cs, Hf, Nb, Rb, Sr, Th, U, Zr, Hg, Tl ve NTE'ler azalma göstermiştir.

Cevher örneklerinde PES örneklerine büyük çapta benzerlik vardır. Cevherde ana oksitlerden Fe_2O_3, MgO ve MnO artış; SiO_2, Al_2O_3, CaO, Na_2O, K_2O, P_2O_5 ve Cr azalma göstermiştir ki, burada sadece CaO farklı davranarak PES'te artış, cevherde azalış göstermiştir. Eser elementlerde sadece iki element, Cd cevherde artma PES'te azalma ve Sc cevherde azalma, PES'te artma göstererek benzerlik dışına çıkmıştır.

S36 Sondajı RES örneklerinde ana elementlerden Fe_2O_3, CaO ve MnO artış; SiO_2, Al_2O_3, MgO, Na_2O, K_2O, P_2O_5 ve Cr azalma göstermektedir. Burada sadece MgO; PES ve cevherden farklı davranarak, RES'te azalma göstermiştir.

Bu sonuç, RES'lerde sadece Fe_2O_3 ve MnO'nin zenginleştiğini Ca'lu silikatların oluşmadığını, ayrıca MgO'in ortalama değerin çok altına düşmesi bu sondaj bölgesinde bazaltik çözelti katkısının bulunmadığını işaret edebilir.

RES örneklerinde eser elementlerden Sn, U, Mo, Cu, As, Cd, Sb, Bi, Ag ve Au artma; Ba, Be, Co, Cs, Hf, Nb, Rb, Sr, Th, V, Zr, Pb, Zn, Ni, Hg, Tl, Se; Sc ve NTE'ler azalma

göstermiştir. Burada Co, V, Pb, Zn ve Se PES ve cevherden farklı davranarak, RES'te azalma, U ise artma göstermiştir.

Sonuçta, element bollukları ile ilgili olarak her iki bölgeye ait yarmalar ve S36 Sondajındaki tüm eğilimler dikkate alınarak bazı ortak özelliklerden söz edilebilir.

-Her iki yarma ve S36 Sondajı örneklerinin element bolluklarının birbirine büyük oranda benzediği görülmektedir.

-PES ve cevher örneklerinde tanımlanabilir bir eğilim ortaya çıkmıştır. Zenginleşen ve tüketilen elementler açısından birkaç element hariç iki farklı grup ayırt edilmektedir. Bunlardan biri zenginleşen Fe_2O_3, MgO, CaO, MnO , Co, Sn, V, Zn, Ni, As, Sb, Bi, Ag, Au ve Se'dan oluşan grup, diğeri tüketilen SiO_2, Al_2O_3, Na_2O, K_2O, Cr, Ba, Be, Cs, Hf, Nb, Rb, Sr, Th, Zr, Pb, Zn, Hg, Tl ve NTE'den oluşan grup olarak ayırt edilmiştir. Bu genellemeye uymayan elementler P_2O_5, U, Mo, Cu, Cd, Pb, Zn, Sc olarak sayılabilir.

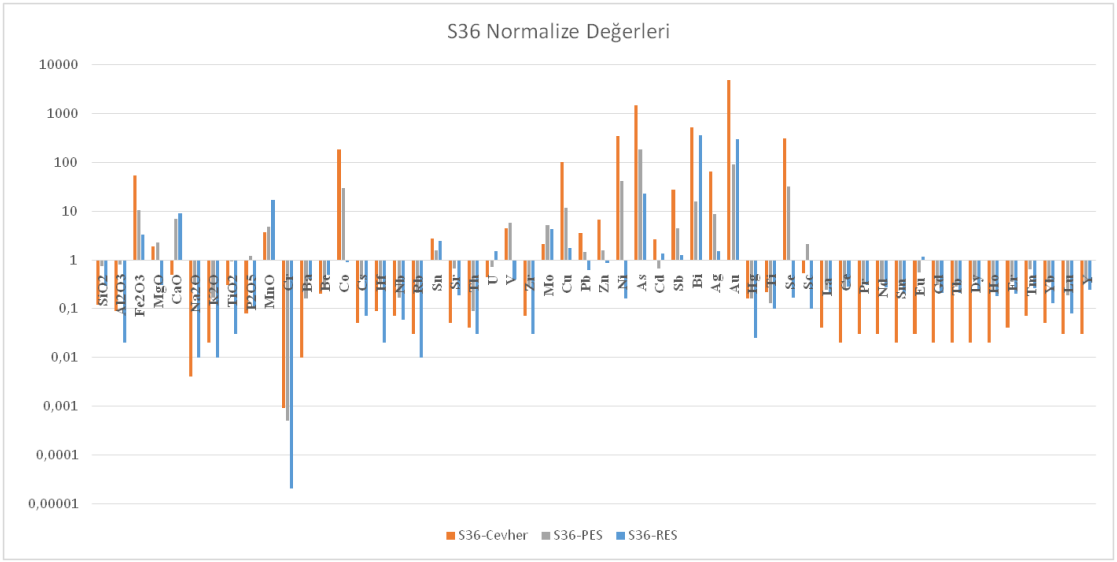
-PES'te ve cevherde artma gösteren eser elementlerin ekseriyeti sülfide duyarlı olup, bunların Sn ve Bi ile birlikte bulunuşları pegmatitik-pnöymatolitik evreden hidrotermal evreye geçiş şartlarını düşündürmektedir. Ayrıca grupta Co, Ni, V ve Sc'un (PES'te) zenginleşmiş olması çözeltilerin bazik kaynaklı magmayla ilişkisini işaret edebilir. Bu verinin ortaya konuşunda granitik çözeltileri işaret eden Ba, Be, Cs, Hf, Nb, Rb, Sr, Zr, Tl ve NTE gibi elementlerin hem PES'te, hem de cevherde ortalama değerlerin çok altında bulunmaları da dikkate alınmalıdır**.**

- Zenginleşen ve tüketilen gruplara bakıldığında, sayıca çok daha fazla olan çoğu tüketilmiş granitik kaynaklı elementlerle (Örneğin Ba, Be, Sn, Cs, Hf, Nb, Rb, Sr, Th, Zr, Tl ve NTE) bazaltik kaynaklı (Örneğin Cr, Co, Cu, Ni, Sc) olanların aynı oluşum içinde bulundukları görülmektedir.

Çizelge 8.5 Sondajdan alınan PES, RES ve cevher örneklerinin tüm kayaç analiz sonuçları

	RES		PES			Cevher			Granit Ort.	Şeyl Ort.
	S36-15m	S36-31m	S36-17,5	S36-42	S36-53,75	S36-33,5	S36-46,10	S36-95		
SiO_2(%)	28,9	8,63	74,71	47,26	38,93	9,81	3,56	12,58	72,04	64,82
$Al2O_3$(%)	0,3	0,36	0,82	19,14	14,27	2,74	0,96	0,24	14,42	17,05
Fe_2O_3(%)	5,12	32,93	20,65	6,21	11,14	55,24	61,35	79,22	1,22	5,7
MgO(%)	1,28	0,44	0,12	3,15	1,61	2,93	0,93	0,25	0,71	2,83
CaO(%)	34,23	29,71	0,22	11,32	26,35	0,45	2,14	0,12	1,82	3,52
Na_2O(%)	0,01	0,01	0,02	3,45	0,09	0,01	0,01	0,03	3,69	1,13
K_2O(%)	0,07	0,01	0,05	1,04	1,04	0,01	0,29	0,01	4,12	3,97
TiO_2(%)	0,01	0,05	0,01	0,58	0,24	0,06	0,05	0,07	0,3	0,8
$P2O_5$(%)	0,01	0,02	0,03	0,21	0,19	0,01	0,01	0,01	0,12	0,15
MnO(%)	0,51	2,91	0,06	0,15	0,52	0,38	0,05	0,12	0,05	0,1
Cr_2O_3(%)	0,003	0,005	0,002	0,003	0,004	0,003	0,002	0,011	-	-
Cr	0,00205	0,0034	0,00136	0,00205	0,00273	0,00205	0,00136	0,0075	4	100
LOI(%)	29,5	24,8	3,2	7,3	5,5	28	30,3	7,2	-	-
Sum(%)	99,93	99,9	99,89	99,82	99,9	99,6	99,67	99,85	-	-
Ba (1 ppm)	273	206	24	82	187	4	5	24	600	580
Sc (1 ppm)	1	1	1	18	13	3	1	4	5	10
Be (1 ppm)	1	2	1	2	1	1	1	1	5	3
Co (0.2 ppm)	13,8	22,6	32,1	30,6	25,3	157,9	330,7	69,8	1	20
Cs (0.1 ppm)	0,3	0,4	0,5	2,8	2,6	0,2	0,5	0,1	5	5
Ga (0.5 ppm)	0,5	6,1	1,3	20,3	15,1	24,1	1,6	3,1	-	-
Hf (0.1 ppm)	0,1	0,2	0,1	3,1	1,1	0,7	0,2	0,2	4	6
Nb (0.1 ppm)	0,1	2,5	0,1	6,8	3,8	2,9	1,1	0,3	20	20
Rb (0.1 ppm)	2,6	0,9	2,3	45,9	45,7	0,4	14,2	0,4	150	140
Sn (1 ppm)	1	29	1	1	12	2	7	16	3	6
Sr (0.5 ppm)	90,2	82,4	14	449,6	103,3	10,2	11,9	21,2	285	450
Ta (0.1 ppm)	0,1	0,2	0,1	0,5	0,5	0,4	0,2	0,1	-	-
Th (0.2 ppm)	0,2	0,4	0,2	1,7	3	1,6	0,4	0,2	17	11
U (0.1 ppm)	4	5,6	8,4	0,9	1,3	1,3	0,9	4,3	4,8	3,2
V (8 ppm)	78	26	121	129	94	27	11	234	20	130
Zr (0.1 ppm)	1	11,8	1,5	123,4	34,8	25,7	7,9	6,9	180	200
Mo (0.1 ppm)	7,1	10	25,9	0,5	4,4	1,2	3	8,4	2	2
Cu (0.1 ppm)	36,8	167,1	299,3	46,1	13,5	1727,4	1238,7	128,5	10	57
Pb (0.1 ppm)	5,7	18,9	69	8,7	10,7	17,1	35,2	158,7	20	20
Zn (1 ppm)	38	100	126	26	37	408	162	222	40	80
Ni (0.1 ppm)	7,2	24,5	19,1	15,4	27,5	25	485,6	19,2	0,5	95
As (0.5 ppm)	139,6	158,5	793,2	13,3	22,6	4557,6	586,4	1656,8	1,5	6,6
Cd (0.1 ppm)	0,7	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,8	0,6	0,2	0,3
Sb (0.1 ppm)	1,3	2,5	1,9	0,4	0,4	4,2	3,9	8,6	0,2	1,5
Bi (0.1 ppm)	2	5,2	0,8	1,5	6,1	240,5	18,9	20,6	0,18	0,01
Ag (0.1 ppm)	0,2	0,1	1,6	0,1	0,1	1,4	11,4	0,9	0,07	0,1
Au (0.5 ppm)	23,9	6,5	7	2,7	3,8	109,2	50,3	576,8	0,05	0,05
Hg (0.01 ppm)	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,08	0,4
Tl (0.1 ppm)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,75	1
Se (0.5 ppm)	0,5	0,5	3,2	1,2	0,5	8,7	32,6	6	0,05	0,6
La (0.1 ppm)	5,4	11,7	2,4	18,4	8,9	3	1,1	0,9	40	40
Ce (0.1 ppm)	6,9	21,8	3,7	38,8	21,9	5	0,9	0,4	87	50
Pr (0.02 ppm)	0,96	2,15	0,44	4,91	3,15	0,55	0,07	0,15	8,3	5
Nd (0.3 ppm)	4,1	8,3	2,2	19,8	15,5	2	0,5	0,6	35	23
Sm (0.05 ppm)	0,72	1,88	0,38	4,83	4,07	0,36	0,08	0,11	9,4	6,5
Eu (0.02 ppm)	0,32	2,03	0,12	1,24	1,16	0,06	0,02	0,05	1,5	1
Gd (0.05 ppm)	0,79	2,02	0,43	4,61	3,63	0,32	0,1	0,19	9,4	6,5
Tb (0.01 ppm)	0,11	0,28	0,07	0,71	0,52	0,05	0,01	0,03	1,5	0,9
Dy (0.05 ppm)	0,75	1,38	0,4	4,46	3,03	0,26	0,11	0,16	6,7	4,5
Ho (0.02 ppm)	0,14	0,23	0,08	0,79	0,52	0,06	0,03	0,04	1,9	1
Er (0.03 ppm)	0,42	0,58	0,24	2,32	1,53	0,3	0,09	0,14	3,8	2,5
Tm (0.01 ppm)	0,06	0,07	0,03	0,33	0,23	0,04	0,01	0,02	0,3	0,25
Yb (0.05 ppm)	0,35	0,46	0,21	2,13	1,59	0,36	0,1	0,15	3,8	3
Lu (0.01 ppm)	0,06	0,06	0,03	0,32	0,28	0,07	0,01	0,03	1,1	0,7
Y (0.1 ppm)	5,9	8,4	3,1	23,9	15,2	2,1	1,1	1,3	40	30

Şeyl ort. değerleri, NASC (Gromet vd., 1984); Granit ort. değerleri (Blatt vd., 2006)



Şekil 8.4 S36 sondajına ait örneklerin granit ve şeyle göre normalize değerleri

Çizelge 8.6 S36 sondajına ait örneklerin normalize değerlerinde artış ve azalış gösteren ana oksitler ve eser elementler

			Ana Oksitler	Eser Elementler
S36	**PES**	+	Fe_2O_3, CaO, MnO	Co, Sn, Mo, Cu, Pb, Zn, Ni, As, Cd, Sb, Bi, Ag, Au, Se, Sc
		-	SiO_2, Al_2O3, Na_2O	Ba, Be, Cs, Hf, Nb, Rb, Sr, Th, U, Zr, Hg, Tl, La, Ce, NTE
	Cevher	+	Fe_2O_3, MgO, MnO	Co, Sn, V, Mo, Cu, Pb, Zn, Ni, As, Cd, Sb, Bi, Ag, Au, Se
		-	SiO_2, Al_2O_3, CaO, Na_2O, K_2O, TiO_2, P_2O_5	Ba, Be, Cs, Hf, Nb, Rb, Sr, Th, U, Zr, Hg, Tl, Sc, NTE
	RES	+	Fe_2O_3, CaO	Sn, U, Mo, Cu, As, Cd, Sb, Bi, Ag, Au, Eu
		-	SiO_2, Al_2O_3, MgO, Na_2O, K_2O, TiO_2, P_2O_5, MnO	Ba, Be, Co, Cs, Hf, Nb, Rb, Sr, Th, V, Zr, Pb, Zn, Ni, Hg, TL, Se, Sc, NTE, Eu

-PES'te ve cevherde artma gösteren eser elementlerin ekseriyeti sülfide duyarlı olup, bunların Sn ve Bi ile birlikte bulunuşları pegmatitik-pnöymatolitik evreden hidrotermal evreye geçiş şartlarını düşündürmektedir. Ayrıca grupta Co, Ni, V ve Sc'un (PES'te) zenginleşmiş olması çözeltilerin bazik kaynaklı magmayla ilişkisini işaret edebilir. Bu verinin ortaya konuşunda granitik çözeltileri işaret eden Ba, Be, Cs, Hf, Nb, Rb, Sr, Zr, Tl ve NTE gibi elementlerin hem PES'te, hem de cevherde ortalama değerlerin çok altında bulunmaları da dikkate alınmalıdır**.**

- Zenginleşen ve tüketilen gruplara bakıldığında, sayıca çok daha fazla olan çoğu tüketilmiş granitik kaynaklı elementlerle (Örneğin Ba, Be, Sn, Cs, Hf, Nb, Rb, Sr, Th,

Zr, Tl ve NTE) bazaltik kaynaklı (Örneğin Cr, Co, Cu, Ni, Sc) olanların aynı oluşum içinde bulundukları görülmektedir.

8.2 Korelasyon Analizleri

Element bolluklarında olduğu gibi burada da MB3 ve BB3 yarmaları ile S36 sondajından alınan örnekler ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Korelasyon katsayılarında aralıklar, 1,000-0,850 çok kuvvetli, 0,849-0,600 kuvvetli, 0,559-0,450 zayıf olarak değerlendirilmiştir (Temur 1997). Küme analizinde ise 0,75 çizgisi üstündeki gruplar dikkate alınmıştır.

8.2.1 Yenice bölgesinde açılmış bulunan MB3 yarmasına ait örneklerin ana ve eser element korelasyonları

Şekil 5.8'de görülen yarmadan alınmış on adet örneğin analiz sonuçları çizelge 8.1'de görülmektedir. Söz konusu cevher örneklerinde CaO miktarının demirce zenginleşmeye bağlı olarak düştüğü görülmektedir. PES örneklerine göre cevherlerin silis içeriği de düşüktür. Örneğin demir içeriği %79,77 olan MB3-F ve %76,17 olan MB3-I örneklerinde sırasıyla SiO_2 %14,11 ve 15,56, CaO değerleri de %0,25 ve 0,59'dur. Bu ilişki çözeltilerin taşıdığı metallerin karbonat kayaçların yerini alarak cevherleşmeleri oluşturduğunu işaret edebilir.

Çizelge 8.8'de MB3 örneklerinin korelasyon katsayıları, ayrıntıları ise çizelge 8.7'de verilmiştir. Bu tabloya göre, SiO_2'in Fe_2O_3 ile çok kuvvetli negatif; diğer oksitlerden Al_2O_3, MgO, Na_2O, K_2O, TiO_2, P_2O_5 ve Cr_2O_3 ile zayıf, CaO ile kuvvetli pozitif; eser elementlerden Ba, Ga, Hf, Nb, Ta, Th, Zr ve NTE ile zayıf pozitif; Co, Sn, U ve Sb ile kuvvetli, V, Mo, As ile zayıf negatif korelasyon göstermektedir.

Al_2O_3'in SiO_2 ile zayıf, MgO, Na_2O, K_2O, TiO_2, P_2O_5 ve Cr_2O_3 ile kuvvetli-çok kuvvetli pozitif; eser elementlerden Cs ile zayıf, Ba, Ga, Hf, Nb, Rb, Sr, Ta, Th, Zr, Sc

ve NTE ile kuvvetli-çok kuvvetli pozitif; Fe_2O_3 ile kuvvetli olmak üzere, Sn, U, Pb, As, Ag, Au, Se ile negatif korelasyonu vardır.

MB3 yarmasında da BB3'te olduğu gibi, Fe_2O_3'in pozitif ilişkisi olan bir ana oksit bulunmamaktadır, ancak BB3'te ise sadece SiO_2, CaO ve MnO ile negatif ilişkisi olan Fe_2O_3'ün SiO_2, Al_2O_3, MgO ve CaO ile kuvvetli-çok kuvvetli, Na_2O, K_2O,TiO_2, P_2O_5, MnO ve Cr_2O_3 zayıf olmak üzere negatif korelasyonu bulunmaktadır. Eser elementlerden Co, Sn, U, V, Mo, Pb, As , Sb, Ag, Au ve Se ile pozitif korelasyon gösteren Fe_2O_3'in Ba, Ga, Hf, Nb, Rb, Sr, Ta, Th, Zr ve NTE ile negatif korelasyonu vardır. BB3'te negatif ilişkisi olan eser element bulunmamaktadır.

Bu ilişkiler iki farklı bölge için demir açısından farklılıklar olduğunu; örneğin demirin BB3'te sülfidik eser elementlerle birlikte hareket ettiğini, MB3'te ise granitik çözeltilerle ilgili olan Sn ve bazik çözeltilerle ilgili Co'ın birlikte demire eşlik ettikleri görülmektedir. Her iki bölgede CaO ile Fe_2O_3'in kuvvetli-çok kuvvetli negatif korelasyonu ortamda gelişen yerini alma olayını işaret edebilir. Aynı şekilde demirin silikatlar ile de ters hareket ettiği görülmektedir.

MgO'in SiO_2, Al_2O_3, Na_2O, K_2O, TiO_2, P_2O_5 ve Cr_2O_3 ile pozitif, sadece Fe_2O_3 ile negatif korelasyonu vardır. Al_2O_3, Na_2O ve TiO_2 ile çok kuvvetli pozitif ilişki gösteren MgO, Cr_2O_3 ile kuvvetli, K_2O ve P_2O_5 ile zayıf pozitif ilişki göstermektedir. Bu korelasyonlar neredeyse birebir Al_2O_3'in korelasyonlarına benzemektedir. Eser elementler açısından bakıldığında da yine aynı benzerlik ortaya çıkmıştır.

Na_2O, K_2O, TiO_2 ve Cr_2O_3'in korelasyonları da hemen hemen Al_2O_3'e benzemektedir. Bu benzer gruba MnO da katılabilir, ancak MB3 yarmasında MnO'nun korelasyonları diğerine göre biraz daha zayıftır.

Cr_2O_3'in Al_2O_3, MgO, K_2O ve P_2O_5 ile kuvvetli; SiO_2 ve TiO_2 ile zayıf pozitif korelasyonu bulunmakta olup, CaO ile korelasyonu yoktur ve Fe_2O_3 ile negatif

korelasyonu vardır. Bu ilişkiler Cr_2O_3'in kalsitte yerini alma, ya da Ca-silikatların bünyesine girme gibi olaylarla ilgisi olmadığını, buna karşılık kromun silikat minerallerinde yer aldığını işaret edebilir.

CaO'in yalnızca SiO_2 (kuvvetli) ve MnO ile zayıf pozitif, Fe_2O_3 ile kuvvetli negatif ilişkisi olup, diğer oksitlerle korelasyonu yoktur. Bu korelasyonlar kalsitin yerinin demir tarafından alındığını, Ca-silikat mineral oluşumunu ve karbonatlarda silisleşmeyi gösterebilir.

NTE korelasyonları da büyük çapta Al_2O_3'in korelasyonlarına benzemektedir. Görüldüğü gibi, NTE'nin Al_2O_3, MgO, Na_2O, TiO_2 ve P_2O_5 ile kuvvetli, SiO_2, K_2O ve Cr_2O_3 ile zayıf olmak üzere pozitif; eser elementlerden Ga, Hf, Nb, Ta, Th ve Zr ile kuvvetli, Ba ve Sr ile zayıf pozitif korelasyonu vardır. Negatif korelasyonları da çok zayıf olmak üzere Al_2O_3'e benzemektedir.

Çizelge 8.7 MB3 yarmasına ait örneklerin ana oksit ve eser element korelasyonları

MB3		Ana oksitler									Eser elementler													
SiO2	+	Al2O3	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	Cr2O5		Ba	Ga	Hf	Nb	Ta	Th	Zr	NTE						
	-	Fe2O3									Co	Sn	U	V	W	Mo	As	Sb						
Al2O3	+	SiO2	MgO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	Cr2O3			Ba	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	Ta	Th	Zr	Sc	NTE		
	-	Fe2O3									Sn	U	W	Pb	As	Ag	Au	Se						
Fe2O3	+										Co	Sn	U	V	W	Mo	Pb	As	Sb	Ag	Au	Se		
	-	SiO2	Al2O3	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	Cr2O5	Ba	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	Ta	Th	Zr	NTE				
MgO	+	SiO2	Al2O3	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	Cr2O3			Ba	Ga	Hf	Nb	Sr	Ta	Th	Zr	Sc	NTE				
	-	Fe2O3									U	Mo	Pb	As	Ag	Au	Se							
CaO	+	SiO2	MnO								Ba													
	-	Fe2O3									U	V	Mo	As	Ag	Au	Hg	Se						
Na2O	+	Al2O3	MgO	K2O	TiO2						Ba	Ga	Hf	Nb	Ta	Th	NTE							
	-	Fe2O3									U	Mo	Cu	Pb										
K2O	+	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	TiO2	P2O5	Cr2O3			Ba	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	Ta	Th	Zr	Sc	NTE		
	-	Fe2O3									Pb	As	Ag	Au										
TiO2	+	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	K2O	P2O5	Cr2O3			Ba	Ga	Hf	Nb	Sr	Ta	Th	Zr	Sc	NTE				
	-	Fe2O3									U	Mo	Pb	As	Ag	Au								
MnO	+	SiO2	CaO																					
	-	Fe2O3									U	V												
Cr2O3	+	Al2O3	MgO	K2O	TiO2	P2O5					Ba	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	Ta	Th	W	Zr	Ni	Tl	NTE
	-	Fe2O3									As	Ag	Au	Se										
NTE	+	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	Cr2O5		Ba	Ga	Hf	Nb	Sr	Ta	Th	Zr						
	-	Fe2O3																						

Çok kuvvetli Kuvvetli Zayıf

Çizelge 8.8 MB3 örneklerinin korelasyon katsayıları

Correlation Matrix (R)

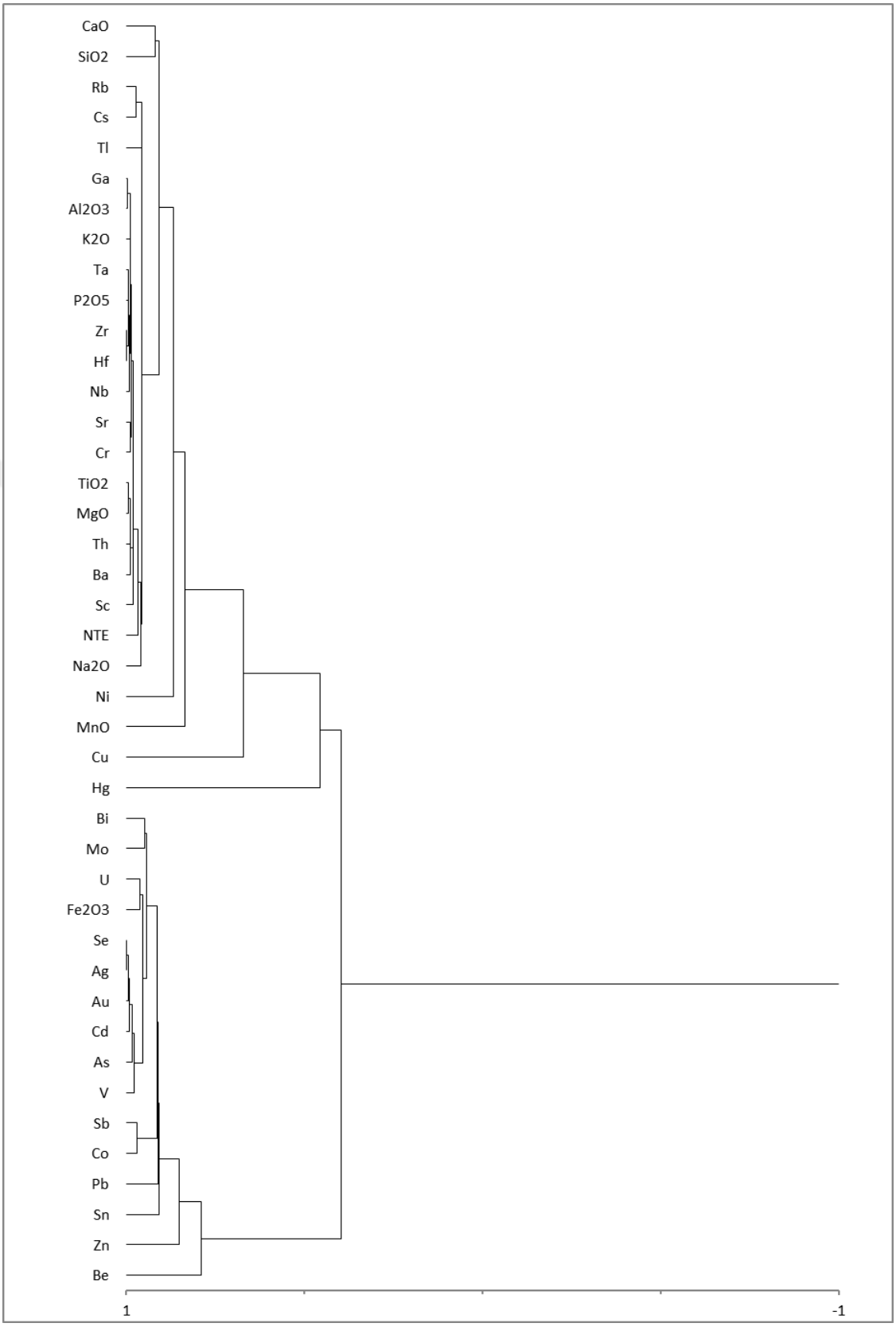
	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	MnO	Cr	Ba	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	Zr	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Bi	Ag	Au	Hg	Tl	Se	Sc	NTE
SiO2	1,000	0,541	-0,959	0,518	0,771	0,418	0,484	0,552	0,459	0,568	0,449	0,664	-0,353	-0,731	0,272	0,472	0,532	0,521	0,377	-0,674	0,455	0,519	0,512	-0,742	-0,583	0,518	-0,521	-0,255	-0,312	-0,132	0,111	-0,570	-0,203	-0,673	-0,190	-0,363	-0,405	0,355	0,193	-0,303	0,400	0,484
Al2O3		1,000	-0,708	0,858	0,221	0,691	0,910	0,924	0,735	-0,044	0,736	0,860	-0,071	-0,339	0,539	0,977	0,867	0,879	0,754	-0,446	0,860	0,873	0,829	-0,486	-0,394	0,853	-0,358	0,166	-0,618	-0,175	0,393	-0,621	-0,397	-0,475	-0,190	-0,549	-0,546	-0,372	0,302	-0,518	0,725	0,660
Fe2O3			1,000	-0,661	-0,650	-0,611	-0,514	0,669	-0,593	-0,633	-0,619	0,786	0,685	-0,634	0,536	0,134	0,504	0,223	-0,196	0,715	0,362	0,657	0,260	0,545	0,570	-0,193	-0,213	0,497	-0,546	-0,472
MgO				1,000	0,052	0,788	0,761	0,376	-0,390	0,711	0,682	0,882	-0,575	-0,316	0,751	-0,540	-0,220	-0,653	-0,101	0,236	-0,592	-0,341	-0,414	-0,377	-0,466	-0,472	-0,304	0,004	-0,457	0,760	0,701
CaO					1,000	0,340	0,190	0,269	0,148	0,747	0,087	0,479	-0,348	-0,417	-0,022	0,164	0,151	0,110	0,045	-0,443	0,019	0,190	0,277	-0,799	-0,770	0,132	-0,531	-0,364	-0,461	-0,479	-0,269	-0,643	-0,344	-0,426	-0,412	-0,483	-0,489	0,434	-0,033	-0,482	0,068	0,036
Na2O						1,000	0,569	0,853	0,403	-0,260	0,205	0,786	-0,121	-0,085	-0,063	0,588	0,479	0,626	0,112	-0,288	0,296	0,549	0,866	-0,559	-0,210	0,437	-0,485	-0,473	-0,566	-0,428	-0,330	-0,468	-0,230	-0,286	-0,394	-0,315	-0,328	-0,217	-0,146	-0,326	0,245	0,720
K2O							1,000	0,816	0,779	-0,018	0,623	0,877	0,072	-0,348	0,633	0,845	0,789	0,863	0,830	-0,395	0,774	0,903	0,641	-0,381	-0,396	0,791	-0,280	0,291	-0,530	-0,259	0,342	-0,544	-0,347	-0,421	-0,142	-0,488	-0,484	-0,335	0,473	-0,453	0,504	0,543
TiO2								1,000	0,654	-0,111	0,587	0,919	-0,162	-0,309	0,239	0,851	0,830	0,903	0,481	-0,418	0,727	0,821	0,839	-0,571	-0,335	0,797	-0,534	-0,195	-0,628	-0,214	0,160	-0,605	-0,351	-0,435	-0,366	-0,473	-0,484	-0,284	0,099	-0,457	0,649	0,736
P2O5									1,000	0,193	0,854	0,709	0,218	-0,266	0,765	0,724	0,884	0,862	0,749	-0,310	0,767	0,958	0,621	-0,353	-0,419	0,906	-0,600	0,218	-0,543	-0,196	0,492	-0,520	-0,291	-0,357	-0,457	-0,399	-0,407	-0,273	0,806	-0,364	0,471	0,616
MnO										1,000	0,279	0,124	-0,165	-0,354	0,221	-0,014	0,154	-0,034	0,158	-0,347	0,102	0,113	-0,157	-0,474	-0,723	0,168	-0,450	-0,005	-0,275	-0,182	0,196	-0,475	-0,297	-0,242	-0,381	-0,399	-0,418	0,466	0,307	-0,382	0,142	-0,286
Cr											1,000	0,526	0,046	-0,327	0,749	0,805	0,918	0,764	0,770	-0,333	0,921	0,825	0,548	-0,321	-0,408	0,934	-0,488	0,341	-0,515	0,100	0,795	-0,520	-0,324	-0,399	-0,316	-0,447	-0,444	-0,298	0,661	-0,407	0,801	0,480
Ba												1,000	-0,049	-0,370	0,314	0,751	0,777	0,863	0,533	-0,470	0,645	0,856	0,721	-0,628	-0,483	0,756	-0,582	-0,161	-0,702	-0,331	0,084	-0,633	-0,310	-0,445	-0,417	-0,472	-0,492	-0,214	0,241	-0,456	0,483	0,592
Be													1,000	0,634	0,312	-0,050	-0,023	-0,039	0,156	-0,139	-0,020	0,116	-0,078	0,660	0,446	0,017	0,239	0,329	-0,115	0,063	0,104	0,480	0,405	0,678	0,038	0,361	0,197	-0,522	0,400	0,374	-0,233	-0,075
Co														1,000	-0,233	-0,271	-0,368	-0,395	-0,353	0,131	-0,400	-0,326	-0,185	0,625	0,428	-0,361	0,268	0,037	-0,001	-0,220	-0,270	0,359	0,029	0,928	-0,155	0,122	0,008	-0,303	-0,160	0,088	-0,349	-0,275
Cs															1,000	0,607	0,585	0,490	0,920	-0,270	0,667	0,675	0,330	-0,027	-0,316	0,635	-0,053	0,740	-0,213	-0,056	0,681	-0,299	-0,229	-0,273	0,046	-0,329	-0,326	-0,241	0,890	-0,271	0,350	0,287
Ga																1,000	0,863	0,816	0,789	-0,432	0,891	0,834	0,806	-0,424	-0,399	0,854	-0,310	0,278	-0,605	-0,143	0,505	-0,624	-0,449	-0,423	-0,175	-0,595	-0,590	-0,394	0,340	-0,562	0,786	0,604
Hf																	1,000	0,946	0,711	-0,391	0,937	0,939	0,661	-0,445	-0,411	0,997	-0,607	0,112	-0,603	-0,009	0,612	-0,595	-0,354	-0,435	-0,419	-0,480	-0,487	-0,302	0,518	-0,445	0,804	0,623
Nb																		1,000	0,649	-0,351	0,846	0,953	0,706	-0,448	-0,316	0,937	-0,577	-0,004	-0,525	-0,081	0,413	-0,534	-0,287	-0,465	-0,369	-0,391	-0,393	-0,287	0,449	-0,357	0,651	0,739
Rb																			1,000	-0,352	0,826	0,773	0,419	-0,160	-0,381	0,743	-0,049	0,703	-0,340	-0,044	0,700	-0,427	-0,319	-0,387	0,083	-0,455	-0,441	-0,312	0,710	-0,400	0,557	0,319
Sn																				1,000	-0,382	-0,371	-0,394	0,173	0,201	-0,386	0,146	0,088	0,122	0,160	-0,127	0,277	0,204	-0,009	0,058	0,318	0,540	-0,267	-0,125	0,221	-0,336	-0,408
Sr																					1,000	0,842	0,549	-0,289	-0,312	0,940	-0,324	0,363	-0,488	0,183	0,789	-0,476	-0,289	-0,434	-0,127	-0,428	-0,427	-0,383	0,483	-0,384	0,893	0,488
Ta																						1,000	0,691	-0,432	-0,434	0,946	-0,574	0,166	-0,615	-0,201	0,457	-0,586	-0,338	-0,415	-0,414	-0,467	-0,472	-0,321	0,642	-0,434	0,583	0,647
Th																							1,000	-0,531	-0,276	0,639	-0,450	-0,165	-0,530	-0,320	0,029	-0,534	-0,298	-0,413	-0,293	-0,406	-0,417	-0,247	0,165	-0,384	0,447	0,849
U																								1,000	0,819	-0,413	0,724	0,389	0,528	0,424	0,117	0,840	0,505	0,755	0,507	0,604	0,494	-0,295	0,001	0,621	-0,332	-0,339
V																									1,000	-0,407	0,609	-0,022	0,527	0,585	-0,097	0,922	0,748	0,523	0,554	0,835	0,741	-0,332	-0,294	0,843	-0,292	-0,018
Zr																										1,000	-0,589	0,163	-0,588	-0,002	0,642	-0,576	-0,342	-0,424	-0,404	-0,467	-0,476	-0,309	0,575	-0,430	0,786	0,609
Mo																											1,000	0,507	0,599	0,341	-0,008	0,665	0,380	0,364	0,889	0,431	0,406	-0,145	-0,270	0,449	-0,310	-0,416
Cu																												1,000	0,051	0,152	0,650	0,059	-0,093	0,033	0,440	-0,134	-0,086	-0,369	0,541	-0,110	0,181	-0,271
Pb																													1,000	0,286	-0,147	0,585	0,282	0,180	0,612	0,462	0,433	0,506	-0,172	0,514	-0,485	-0,139
Zn																														1,000	0,510	0,621	0,702	-0,052	0,544	0,671	0,667	-0,310	-0,101	0,685	0,298	-0,132
Ni																															1,000	-0,113	-0,074	-0,210	0,121	-0,156	-0,141	-0,337	0,553	-0,113	0,737	0,044
As																																1,000	0,858	0,515	0,614	0,929	0,851	-0,221	-0,219	0,931	-0,468	-0,293
Cd																																	1,000	0,165	0,508	0,965	0,914	-0,323	-0,138	0,959	-0,310	-0,121
Sb																																		1,000	-0,029	0,260	0,089	-0,158	-0,168	0,250	-0,379	-0,386
Bi																																			1,000	0,509	0,511	-0,090	-0,202	0,548	-0,142	-0,185
Ag																																				1,000	0,958	-0,217	-0,190	0,992	-0,436	-0,149
Au																																					1,000	-0,247	-0,190	0,928	-0,428	-0,198
Hg																																						1,000	-0,130	-0,169	-0,313	-0,040
Tl																																							1,000	-0,145	0,124	0,243
Se																																								1,000	-0,411	-0,092
Sc																																									1,000	0,318
NTE																																										1,000

8.2.2 MB3 yarmasının küme analizi dendrogramı

Şekil 8.5'de verilen dendrogram birlikte hareket eden element gruplarını göstermektedir. Buna göre, ana oksitlerden Fe_2O_3 ve onunla birlikte hareket eden eser element grubu ile diğer ana oksitler ve onlarla birlikte hareket eden eser element grubu olmak üzere iki büyük grup ayırt edilmiştir.

Burada "Birinci Grup" olarak adlandırılan Fe_2O_3 ve onunla birlikte hareket eden elementler (Se, Ag, Au, Cd, As, V, U, Fe_2O_3, Mo, Bi, Sb-Co, Pb, Sn, Zn ve Be); oluşan alt gruplar dikkate alınarak belirtilmiştir. En yüksek korelasyon ilişkileri ile göze çarpan alt grup (Se ve Ag) olup, bu ikiliye sırasıyla Au, Cd, As ve V bağlanmıştır. Bu alt grupla (U ve Fe_2O_3) ikilisinin bağlandığı ve bunlara Mo ve Bi'un, (Sb ve Co) ikilisinin ve Pb, Sn, Zn ve Be'in eklendiği görülmektedir. Böylece Be ve Sn dışında Fe_2O_3 ile sülfid oluşturan elementlerin birlikte hareket eden bir grup oluşturduğu ortaya çıkmaktadır.

İkinci grubu SiO_2, Al_2O_3, MgO, CaO, Na_2O, K_2O, TiO_2, P_2O_5, MnO, Cr_2O_3, Rb, Cs, Tl, Th, Ba, Ga, Ta, Zr, Hf, Nb, Sr, Sc, NTE, Ni ve Cu gibi ana oksit ve eser elementler oluşturmuştur. İkinci grubun en büyük ve yüksek korelasyonlu alt grubu (Ta, P_2O_5), (Zr, Hf), Nb, (Sr, Cr_2O_3) olup, buna Sc, NTE, Na_2O eklenmiş ve bunlara da Rb-Cs, Tl üçlüsü ile CaO-SiO_2 eklenmiştir. Son olarak giderek kuvveti azalan korelasyonla Ni, MnO ve Cu'ın gruba katıldığı görülmektedir. İkinci grup olarak sayılan bu elementler Fe_2O_3 ile ters hareket eden elementlerden oluşmaktadır. Burada ana oksitlerle birlikte hareket eden eser elementlerin çoğunun granitik kökenli olduğu açıktır. Ancak az da olsa oluşuma bazaltik kökenli elementler de katılmıştır.



Şekil 8.5 MB3 yarmasına ait birlikte hareket eden element gruplarını gösteren dendogram

8.2.3 Karaçarşağın Tepe bölgesinde açılmış bulunan BB3 Yarmasına ait örneklerin ana ve eser element korelasyonları

MB3 yarmasında olduğu gibi burada da örneklerde CaO miktarının demirce zenginleşmeye bağlı olarak düştüğü görülmektedir (Çizelge 8.3). Örneğin demir içeriği %49,54 olan BB3-A ve %73,57 olan BB3-D örneklerinde sırasıyla SiO_2 %24,83 ve 14,50, CaO değerleri de %14,60 ve 0,41'dir. Bu ilişki, önceki bölümde ifade edildiği gibi çözeltilerin taşıdığı metallerin, karbonat kayaçlarını ornattığını işaret edebilir.

Çizelge 8.10'da BB3 yarması örneklerinin korelasyon katsayıları, ayrıntıları ise çizelge 8.9'da verilmiştir. Buna göre; SiO_2'in ana oksitlerden Al_2O_3 ve MgO ile zayıf, Na_2O ve TiO_2 ile kuvvetli pozitif; Fe_2O_3 ile zayıf negatif; eser elementlere bakıldığında ise, Cs ve U ile zayıf, Hf, Nb, Ta, Th, V ve Zr ile kuvvetli pozitif, buna karşılık Cu, Au ve Se ile zayıf, Bi ve Ag ile kuvvetli negatif korelasyonu görülmektedir. SiO_2'nin pozitif korelasyonları bir taraftan felsik magma çözeltilerini işaret ederken, diğer taraftan da sülfidik çözeltilerin bunlardan farklı bir faz oluşturduğunu gösterebilir.

Al_2O_3'in SiO_2 ve K_2O ile zayıf, Na_2O, P_2O_5 ve MnO ile kuvvetli, TiO_2 çok kuvvetli ve eser elementlerden Ba, Nb, Sn, Ta, W ve Zr ile zayıf, Cs, Ga ve Rb ile kuvvetli, Hf, Th, V ve NTE ile çok kuvvetli pozitif korelasyonu vardır. Al_2O_3 ile ana oksitler arasında negatif bir ilişkiye rastlanmamış, ama eser elementlerden Zn, Cd, Sb, Bi, Ag, Au ile zayıf, Mo, Pb ve Hg ile kuvvetli olmak üzere negatif korelasyon belirlenmiştir. Al_2O_3'in pozitif korelasyonları, SiO_2'e benzer şekilde, felsik magma çözeltilerini ve farklı bir sülfidik çözelti fazını işaret edebilir. Na_2O ve TiO_2'in ana ve eser element korelasyonları Al_2O_3'ün gösterdiği korelasyonlara büyük ölçüde benzemektedir; hatta bu gruba K_2O'de katılabilir.

Fe_2O_3, ana oksitlerden, başta CaO ile çok kuvvetli, SiO_2 ve MnO ile zayıf negatif korelasyon göstermesi ile öne çıkmaktadır. Bu oksitin pozitif ilişki sergilediği hiç bir oksit yoktur. Ancak U, Mo, Cu, Pb, As, Sb, Ag, Au ve Se gibi eser elementlerle kuvvetli pozitif ilişkisi göze çarpmaktadır. Fe_2O_3-CaO arasında bulunan bu çok kuvvetli

negatif ilişki, demirin yataklanmasında etkin olan yerini alma olayı ile açıklanabilir. Ayrıca Fe_2O_3'in sülfidik çözeltilerle de ilişkisi olduğu anlaşılmaktadır.

MgO'in SiO_2, Na_2O, TiO_2, Cr_2O_3 ve eser elementlerden; Be ile zayıf, Nb, Ta, Ni ile kuvvetli ve Sc ile çok kuvvetli pozitif korelasyonu vardır. Bu ilişki; Cr, Ni ve Sc içeren Mg-silikat minerallerini işaret etmektedir.

CaO, MnO ile kuvvetli, Sr ile zayıf pozitif; başta Fe_2O_3 ile çok kuvvetli olmak üzere eser elementlerden Mo, Cu, As, Sb, Au ve Se ile kuvvetli, Pb, Ni ve Ag ile zayıf negatif korelasyon göstermektedir. Bu ilişkiler yukarıda belirtildiği gibi, öncelikle CaO-Fe_2O_3 arasındaki ve ilaveten CaO-sülfidler arasındaki yerini alma sürecini göstermektedir.

Na_2O, K_2O ve TiO_2'nin korelasyon ilişkileri Al_2O_3'e benzemektedir. Na_2O ve TiO_2'in ana ve eser elementlerdeki benzerliği K_2O'ten daha fazladır. Na_2O, K_2O ve TiO_2'in, Al_2O_3'te olduğu gibi, diğer ana elementlerle negatif korelasyonu bulunmamaktadır ve bunlar Ba, Nb, Sn, Ta, W, Zr, Cs, Ga, Rb, Hf, Th, V ve NTE ile pozitif korelasyon göstermektedir. K_2O'da çok zayıf olmak kaydıyla Na_2O ve TiO_2'in yine Al_2O_3'tekine uygun şekilde sülfid grubu (Zn, Cd, Sb, Bi, Ag, Au, Mo, Pb ve Hg) denilebilecek eser elementlerle negatif korelasyonu vardır.

SiO_2 ve CaO gibi Fe_2O_3 ile negatif korelasyon gösteren MnO'in Al_2O_3, CaO ve TiO_2 ile pozitif ilişkisi vardır. Eser elemenler açısından bakıldığında ise MnO'in de Al_2O_3'e benzediği görülür. Böylece MnO'in dahil edilmesiyle korelasyon ilişkileri birbirine benzeyen Al_2O_3, Na_2O, K_2O, TiO_2 ve MnO'ten oluşan bir grup ortaya çıkmaktadır.

Bu gruba uymayan Cr'un MgO ile çok kuvvetli pozitif ilişkisi göze çarpmaktadır. Bunlar, eser elementlerden Be, Nb, Ta, Ni ve Sc ile kuvvetli pozitif korelasyon göstermeleri ile de birbirine benzemektedir. Cr'un zayıf olsa da SiO_2 ile pozitif ilişki sergilemesi kromun Mg'lu silikatlarla ilgisini gösterir. Ayrıca Cr_2O_3'in eser element korelasyonu da Mg'lu silikatları işaret eder. MgO ve Cr'un Fe_2O_3 ile korelasyon

göstermemesi Cr kökeninin ferromagnezyen minerallerle ilişkilendirilmesini önlemektedir. Herşeye rağmen MgO ve Cr, Ta, Ni, Sc gibi eser elementler arasındaki pozitif ilişkiler oluşumda bazik bir katkının olabileceğini göstermektedir.

Çizelge 8.9 BB3 yarmasına ait örneklerin ana oksit ve eser element korelasyonları

BB3		Ana oksitler							Eser elementler														
SiO2	+	Al2O3	MgO	Na2O	TiO2				Cs	Hf	Nb	Ta	Th	U	V	Zr	Sc	NTE					
	-	Fe2O3							Cu	Bi	Ag	Au	Se										
Al2O3	+	SiO2	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	MnO		Ba	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Ta	Th	V	W	Zr	NTE		
	-								Mo	Pb	Zn	Cd	Sb	Bi	Ag	Au	Hg						
Fe2O3	+								U	Mo	Cu	Pb	As	Sb	Ag	Au	Se						
	-	SiO2	CaO	MnO																			
MgO	+	SiO2	Na2O	TiO2	Cr2O3				Be	Nb	Ta	Ni	Sc										
	-																						
CaO	+	MnO							Sr														
	-	Fe2O3							Mo	Cu	Pb	Ni	As	Sb	Ag	Au	Se						
Na2O	+	SiO2	Al2O3	MgO	K2O	TiO2	P2O5		Ba	Co	Cs	Hf	Nb	Rb	Ta	Th	V	W	Zr	NTE			
	-								Mo	Pb	Hg												
K2O	+	Al2O3	Na2O	TiO2	P2O5				Ba	Co	Cs	Rb	Th	V									
	-																						
TiO2	+	SiO2	Al2O3	MgO	Na2O	K2O	P2O5	MnO	Ba	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Ta	Th	V	W	Zr	Sc	NTE		
	-								Mo	Pb	Zn	Cd	Sb	Bi	Ag	Hg							
MnO	+	Al2O3	CaO	TiO2					Cs	Sr	Th	V	W	Zr	NTE								
	-	Fe2O3							Cu	Pb	Zn	Ni	As	Sb	Ag	Au	Se						
Cr2O3	+	MgO							Be	Nb	Ta	Ni	Sc										
	-																						
NTE	+	SiO2	Al2O3	Na2O	TiO2	P2O5	MnO		Cs	Ga	Hf	Nb	Sn	Ta	Th	V	W	Zr					
	-								Pb	Zn	Cd	Sb	Hg	Sc									

Çok kuvvetli Kuvvetli Zayıf

NTE korelasyonları da büyük çapta Al_2O_3'in korelasyonlarına benzemektedir. Buna göre Al_2O_3 ve TiO_2 ile çok kuvvetli P_2O_5 ve MnO ile kuvvetli, SiO_2 ve Na_2O zayıf olmak üzere pozitif korelasyonu göze çarpmaktadır. Eser elementlerden Hf, Th, V, W ile çok kuvvetli, Cs, Nb, Sn, Ta ile kuvvetli, Zr, Ga zayıf pozitif; buna karşılık Pb, Zn, Cd, Sb, Hg ve Sc ile negatif korelasyon göstermektedir. Görüldüğü üzere NTE'nin eser element korelasyonları da Al_2O_3 ve ona benzeyen oksitlere benzemektedir.

Çizelge 8.10 BB3 örneklerinin korelasyon katsayıları

ation Matrix (R)

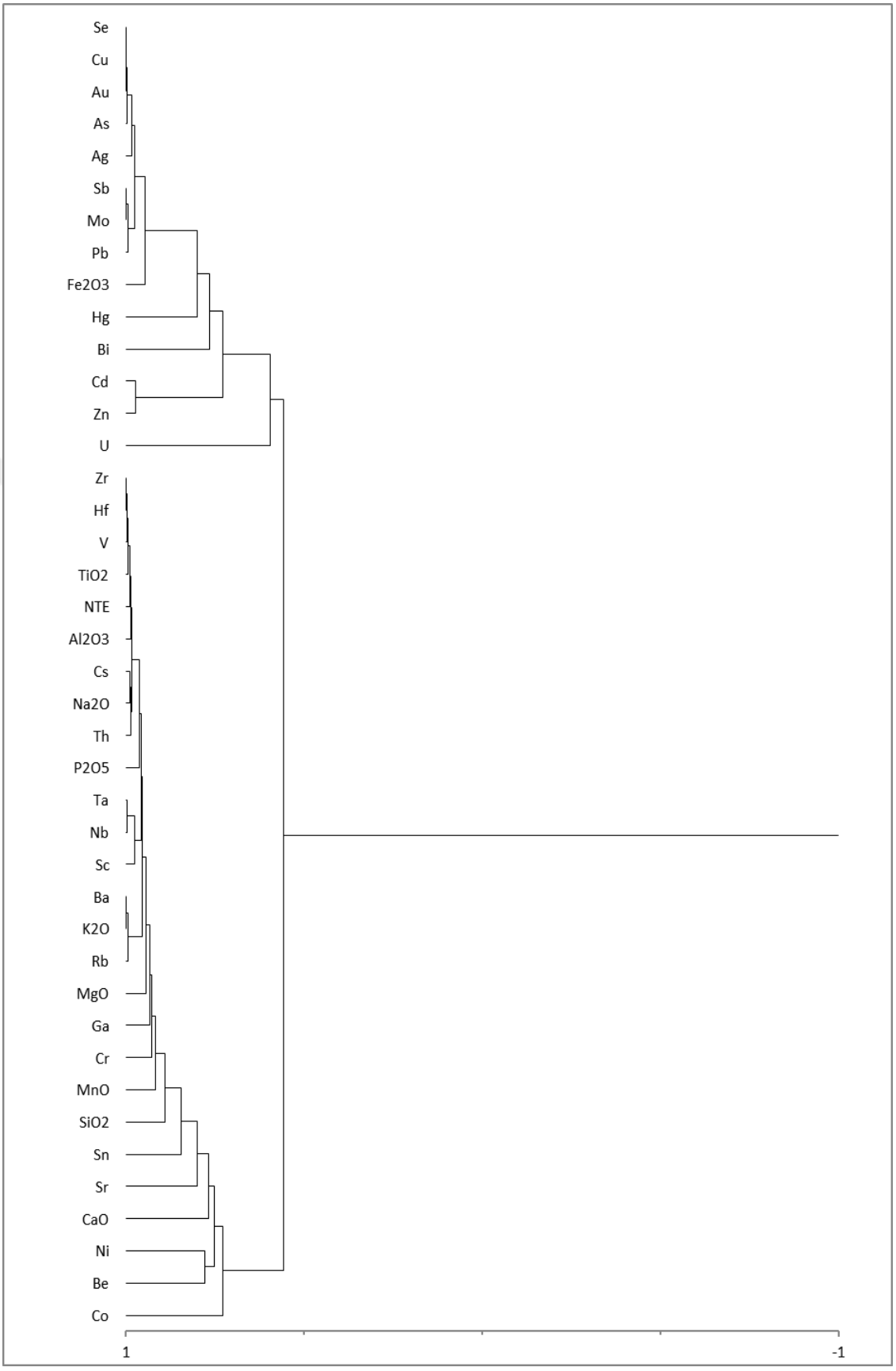
	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	MnO	Cr	Ba	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	Zr	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Bi	Ag	Au	Hg	Se	Sc	NTE
SiO2	1,000	0,536	-0,508	0,459	0,105	0,646	0,431	0,651	0,480	0,124	0,370	0,430	0,193	0,108	0,585	0,210	0,655	0,688	0,474	0,080	-0,055	0,677	0,606	0,530	0,688	0,709	-0,375	-0,523	-0,454	0,183	0,158	-0,456	0,176	-0,307	-0,736	-0,718	-0,492	-0,479	-0,524	0,570	0,508
Al2O3		1,000	-0,259	0,160	0,147	0,705	0,583	0,855	0,699	0,678	-0,044	0,583	-0,239	0,361	0,791	0,752	0,867	0,592	0,687	0,494	0,463	0,568	0,866	-0,017	0,917	0,876	-0,633	-0,447	-0,733	-0,554	-0,261	-0,490	-0,561	-0,594	-0,579	-0,592	-0,457	-0,603	-0,446	0,390	0,854
Fe2O3			1,000	-0,049	-0,898	-0,252	-0,237	-0,204	-0,134	-0,528	-0,071	-0,244	-0,079	0,349	-0,160	0,202	-0,299	-0,259	-0,260	0,290	-0,374	-0,249	-0,222	-0,602	-0,306	-0,321	0,629	0,812	0,591	-0,121	0,351	0,779	-0,315	0,584	-0,056	0,697	0,797	0,168	0,814	-0,163	-0,227
MgO				1,000	-0,171	0,550	0,136	0,523	0,083	0,018	0,925	0,119	0,547	0,126	0,467	0,341	0,384	0,766	0,155	0,104	-0,300	0,796	0,273	-0,317	0,362	0,390	-0,396	-0,239	-0,346	-0,292	0,721	-0,266	-0,281	-0,382	-0,296	-0,319	-0,207	0,144	-0,239	0,858	0,166
CaO					1,000	0,017	0,086	0,013	-0,007	0,664	-0,128	0,094	-0,068	-0,406	-0,012	-0,214	0,124	0,006	0,107	-0,253	0,492	0,007	0,051	0,395	0,122	0,120	-0,629	-0,740	-0,564	-0,048	-0,555	-0,745	0,184	-0,625	0,387	-0,515	-0,742	-0,042	-0,740	-0,054	0,132
Na2O						1,000	0,662	0,780	0,579	0,456	0,345	0,610	0,364	0,557	0,934	0,467	0,679	0,713	0,759	-0,014	0,002	0,711	0,858	0,028	0,744	0,712	-0,533	-0,340	-0,511	-0,346	0,245	-0,359	-0,356	-0,484	-0,425	-0,449	-0,313	-0,576	-0,339	0,552	0,577
K2O							1,000	0,568	0,762	0,286	-0,162	0,992	-0,259	0,619	0,612	0,341	0,442	0,397	0,982	-0,222	-0,021	0,306	0,682	0,236	0,596	0,457	-0,331	-0,198	-0,320	-0,274	-0,076	-0,199	-0,243	-0,311	-0,244	-0,262	-0,149	-0,393	-0,199	0,060	0,339
TiO2								1,000	0,782	0,539	0,338	0,584	-0,021	0,416	0,833	0,663	0,962	0,888	0,662	0,484	0,104	0,866	0,876	-0,034	0,972	0,960	-0,596	-0,397	-0,660	-0,535	0,112	-0,432	-0,541	-0,594	-0,547	-0,540	-0,387	-0,450	-0,396	0,738	0,858
P2O5									1,000	0,377	-0,098	0,791	-0,265	0,659	0,649	0,354	0,769	0,612	0,799	0,262	-0,043	0,544	0,852	0,226	0,823	0,767	-0,219	-0,086	-0,298	-0,380	-0,045	-0,095	-0,397	-0,268	-0,339	-0,195	-0,063	-0,438	-0,086	0,312	0,765
MnO										1,000	-0,088	0,272	-0,104	0,102	0,565	0,426	0,590	0,333	0,402	0,251	0,524	0,354	0,584	-0,047	0,605	0,579	-0,831	-0,655	-0,819	-0,601	-0,497	-0,728	-0,454	-0,858	0,109	-0,535	-0,677	-0,416	-0,653	0,232	0,652
Cr											1,000	-0,166	0,701	-0,093	0,229	0,079	0,275	0,691	-0,140	0,102	-0,246	0,737	0,080	-0,300	0,177	0,274	-0,231	-0,133	-0,178	-0,170	0,798	-0,154	-0,168	-0,216	-0,170	-0,182	-0,113	0,336	-0,133	0,861	0,092
Ba												1,000	-0,322	0,569	0,558	0,328	0,472	0,419	0,969	-0,180	0,007	0,316	0,659	0,250	0,610	0,477	-0,316	-0,190	-0,313	-0,279	-0,086	-0,189	-0,247	-0,297	-0,246	-0,255	-0,141	-0,340	-0,191	0,079	0,357
Be													1,000	0,043	0,198	-0,311	-0,042	0,299	-0,203	-0,295	-0,263	0,378	0,047	-0,111	-0,126	-0,011	0,036	0,071	0,138	0,106	0,695	0,073	0,083	0,061	0,093	0,090	0,084	0,096	0,071	0,453	-0,075
Co														1,000	0,657	0,346	0,284	0,269	0,635	0,046	-0,426	0,259	0,670	-0,144	0,409	0,310	0,083	0,310	0,052	-0,370	0,219	0,281	-0,447	-0,003	-0,165	0,213	0,337	-0,401	0,310	0,051	0,375
Cs															1,000	0,639	0,742	0,675	0,720	0,230	-0,043	0,695	0,926	-0,034	0,830	0,779	-0,575	-0,375	-0,606	-0,451	0,088	-0,406	-0,458	-0,580	-0,472	-0,495	-0,361	-0,686	-0,374	0,518	0,717
Ga																1,000	0,568	0,411	0,404	0,652	0,221	0,419	0,539	-0,479	0,648	0,568	-0,540	-0,275	-0,638	-0,660	-0,105	-0,348	-0,697	-0,534	-0,565	-0,434	-0,290	-0,362	-0,273	0,355	0,535
Hf																	1,000	0,854	0,551	0,563	0,249	0,836	0,852	0,051	0,970	0,995	-0,570	-0,421	-0,661	-0,490	0,009	-0,452	-0,493	-0,566	-0,534	-0,556	-0,425	-0,442	-0,420	0,713	0,940
Nb																		1,000	0,463	0,346	-0,032	0,989	0,699	-0,063	0,807	0,850	-0,491	-0,324	-0,516	-0,438	0,463	-0,351	-0,435	-0,486	-0,445	-0,444	-0,302	-0,123	-0,324	0,929	0,695
Rb																			1,000	-0,148	0,042	0,383	0,783	0,219	0,690	0,566	-0,409	-0,251	-0,402	-0,325	-0,099	-0,259	-0,300	-0,384	-0,283	-0,322	-0,210	-0,506	-0,252	0,135	0,461
Sn																				1,000	0,221	0,381	0,297	-0,401	0,494	0,541	-0,170	-0,038	-0,347	-0,488	-0,077	-0,094	-0,567	-0,223	-0,477	-0,195	-0,086	-0,109	-0,037	0,411	0,647
Sr																					1,000	-0,061	0,078	-0,120	0,185	0,220	-0,415	-0,318	-0,439	-0,351	-0,489	-0,374	-0,303	-0,307	-0,022	-0,283	-0,361	-0,002	-0,318	-0,075	0,274
Ta																						1,000	0,687	-0,098	0,785	0,838	-0,509	-0,348	-0,536	-0,435	0,477	-0,378	-0,429	-0,514	-0,441	-0,464	-0,331	-0,145	-0,348	0,955	0,699
Th																							1,000	0,096	0,913	0,877	-0,471	-0,291	-0,539	-0,466	-0,002	-0,317	-0,482	-0,484	-0,468	-0,419	-0,279	-0,653	-0,290	0,464	0,865
U																								1,000	0,098	0,096	0,034	-0,358	0,008	0,713	-0,350	-0,236	0,771	0,061	-0,136	-0,363	-0,332	-0,415	-0,360	-0,206	0,025
V																									1,000	0,978	-0,613	-0,471	-0,708	-0,483	-0,067	-0,496	-0,476	-0,615	-0,578	-0,615	-0,466	-0,548	-0,470	0,617	0,913
Zr																										1,000	-0,570	-0,445	-0,668	-0,444	0,010	-0,468	-0,450	-0,564	-0,581	-0,594	-0,447	-0,496	-0,445	0,704	0,941
Mo																											1,000	0,882	0,971	0,482	0,307	0,934	0,313	0,977	0,115	0,815	0,883	0,307	0,881	-0,447	-0,470
Cu																												1,000	0,880	0,051	0,439	0,990	-0,135	0,850	0,178	0,940	0,997	0,368	1,000	-0,302	-0,323
Pb																													1,000	0,486	0,360	0,926	0,343	0,955	0,285	0,870	0,887	0,377	0,879	-0,457	-0,592
Zn																														1,000	-0,046	0,185	0,965	0,535	-0,064	0,022	0,066	-0,108	0,049	-0,369	-0,523
Ni																															1,000	0,433	-0,154	0,314	-0,118	0,338	0,471	0,414	0,439	0,569	-0,122
As																																1,000	-0,006	0,909	0,136	0,916	0,991	0,330	0,989	-0,333	-0,363
Cd																																	1,000	0,353	0,071	-0,095	-0,115	-0,075	-0,136	-0,373	-0,536
Sb																																		1,000	0,037	0,760	0,852	0,287	0,849	-0,442	-0,505
Bi																																			1,000	0,503	0,176	0,465	0,179	-0,383	-0,452
Ag																																				1,000	0,936	0,481	0,940	-0,403	-0,440
Au																																					1,000	0,375	0,997	-0,293	-0,342
Hg																																						1,000	0,366	0,020	-0,505
Se																																							1,000	-0,301	-0,322
Sc																																								1,000	0,550
NTE																																									1,000

8.2.4 BB3 yarmasının Küme analizi dendrogramı

Şekil 8.6'da görülen dendrograma göre BB3 yarmasına ait elementlerin iki farklı gruba ayrıldığı söylenebilir. Şeklin üst tarafındaki birinci grup (Se, Cu, Au, As, Ag,), (Sb, Mo, Pb), Fe_2O_3, Hg, Bi, (Cd, Zn) alt gruplarından oluşmaktadır.

Şeklin alt tarafında görüldüğü gibi, (Zr, Hf, V, TiO_2), (NTE, Al_2O_3), (Th, Cs, Na_2O), W, P_2O_5, (Ta, Nb, Sc), (Ba, K_2O, Rb), MgO, Ga, Cr_2O_3, MnO, SiO_2, Sn, Sr ve CaO ikinci bir büyük grup oluşturmaktadır. Parantez içindekiler çok kuvvetli korelasyonla öne çıkan alt grupları göstermektedir.

Bu kümelenmelerde de, MB3 yarmasında olduğu gibi, öncelikle demirin sülfid grubuyla bağlantısı ortaya çıkmaktadır. Diğer grup ise, çeşitlilik açısından daha çok granitik olmak üzere bazaltik kökenli elementlerin de oluşuma katıldığını göstermektedir**.**



Şekil 8.6 BB3 yarmasına ait birlikte hareket eden element gruplarını gösteren dendogram

8.2.5 Karagüney Geçidi Bölgesinde yapılmış olan S36 sondajına ait örneklerin ana ve eser element korelasyonları

S36 Sondajına ait örneklerinin tüm kayaç analiz sonuçları çizelge 8.5'de verilmiştir. Buna göre hesaplanan korelasyon katsayılarının (Çizelge 8.12) değerlendirmesiyle aşağıdaki veriler elde edilmiştir.

Sondaj örneklerinde SiO_2'in korelasyonlarının genel eğilim olarak MB3 ve BB3'e benzediği söylenebilir. Örneğin Fe_2O_3 ile kuvvetli negatif ilişkisi ve diğer oksitlerle çok zayıf da olsa pozitif korelasyonu bulunması bunu göstermektedir. Eser elementlerde ise Mo ile kuvvetli pozitif, Cs ile çok zayıf pozitif; Co, Sb ve Tl ile zayıf, Cu, Pb, Zn, Ni, As ve Cd gibi sülfidik elementlerle çok zayıf negatif ilişki göze çarpmaktadır. İlişkilerin zayıflamasına ve element sayısının azalmasına rağmen SiO_2'in eser element korelasyonları da diğer bölgelere benzemektedir.

Al_2O_3, ana oksitlerden MgO ve Na_2O ile kuvvetli, K_2O, TiO_2 ve P_2O_5 ile çok kuvvetli pozitif, eser elementlerden Sc, Cs, Hf, Nb, Rb, Sr, Ta, Zr ve NTE ile çok kuvvetli, Ga, Th ile kuvvetli pozitif; Fe_2O_3, U, Mo, Cd ve Sb ile zayıf negatif korelasyon göstermektedir. Bu korelasyonlar önceki bölgelere benzemektedir.

Al_2O_3'in sergilediği bu ilişkiler büyük oranda MgO, Na_2O, K_2O, TiO_2, ve P_2O_5'te de gözlenmektedir. Ayrıtılar çizelge 8.11'den takip edilebilir.

Fe_2O_3'in sondaj örneklerinde Cr ile zayıf pozitif korelasyon göstermesi önemli bir farklılık olarak ortaya çıkmıştır. Ana oksitler ve eser elementlerde gözlenen korelasyonlar yine MB3 ve BB3 bölgelerine benzemektedir. Fe_2O_3 burada da sülfid grubu elementlerle (Co, Cu, Pb, Zn, As, Sb, Au, Tl ve Se) pozitif, granitik kökeni işaret eden elementlerle (Ba, Cs, Rb, Sr ve NTE) negatif korelasyon göstermektedir. Bu bölgede Fe_2O_3 ile Cr arasında görülen pozitif ilişki cevher getirici çözeltilerin bazik kökenle de ilgili olduğunu işaret etmesi açısından önemli bir veridir.

CaO'in önceki bölgelerde gördüğümüz Fe_2O_3 ile çok kuvvetli-kuvvetli negatif ilişkisi sondaj örneklerinde zayıflamıştır. MnO ile pozitif ilişki MB3 ve BB3'de olduğu gibi burada da devam etmektedir. Eser element korelasyonları aynen diğer bölgelere benzemektedir. CaO'in granitik kökenli elementlerle pozitif, sülfidik elementlerle negatif korelasyonu vardır. Bu açıdan bakıldığında da CaO'in Fe_2O_3 ile ters yönde hareket ettiği görülmektedir.

MnO, ana oksitlerden sadece CaO ile ve eser elementlerden Ba ve Be ile pozitif ilişki göstermektedir.

Cr'un Fe_2O_3 ve Sn, V, Pb, Sb, Au ve Hg ile pozitif korelasyonu bulunması sondaj örneklerinin önceki bölgelerden farklı özellikler taşıdığını göstermektedir. Cr'un MB3'de Al_2O_3, MgO, K_2O, TiO_2 ve P_2O_5 ve BB3'de MgO ile pozitif korelasyonu varken, burada sadece Fe_2O_3 ile pozitif ilişkisi vardır. Ayrıca Cr'un sondaj bölgesinde Sn ile BB3'te Be, Nb, Ni ve Sc ile pozitif korelasyon göstermesi bu iki bölgede hem granitik, hem de bazaltik kökenli elementlerin birlikte bulunduğunu göstermesi açısından önemlidir.

NTE korelasyonları aynen Al_2O_3 ve yukarıda işaret edilen ana oksitlere benzemektedir.

Çizelge 8.11 S36 sondajına ait örneklerin ana oksit ve eser element korelasyonları

S36		Ana oksitler						Eser elementler										
SiO2	+							Mo	Cs	U								
	-	Fe2O3						Co	Sb	Tl	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd		
Al2O3	+	MgO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5		Sc	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	Ta	Th	Zr	NTE
	-	Fe2O3						U	Cd	Sb	Mo							
Fe2O3	+	Cr						Co	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Au	Tl	Se		
	-	SiO2	Al2O3	CaO	K2O	P2O5		Ba	Cs	Rb	Sr	NTE						
MgO	+	Al2O3	Na2O	K2O	TiO2	P2O5		Sc	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	Ta	Zr	Bi	NTE	
	-							Sn	U	Mo	Pb							
CaO	+	MnO						Ba	NTE									
	-	Fe2O3						Co	Cu	Pb	Zn	As	Sb	Au	Ta	Se		
Na2O	+	Al2O3	MgO	K2O	TiO2	P2O5		Sc	Be	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	Ta	Zr	Hg	NTE	
	-	Fe2O3																
K2O	+	Al2O3	MgO	Na2O	TiO2	P2O5		Sc	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	Ta	Th	Zr	NTE
	-							U	Mo	Zn	Sb							
TiO2	+	Al2O3	MgO	Na2O	K2O	P2O5		Sc	Be	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	Ta	Th	Zr	Hg	NTE
	-	Fe2O3						Mo										
P2O5	+	Al2O3	MgO	Na2O	K2O	TiO2		Sc	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	Ta	Th	Zr	NTE
	-	Fe2O3						U	Zn	Cd	Sb							
MnO	+	CaO						Ba	Be									
	-																	
Cr	+	Fe2O3						Sn	V	Pb	Sb	Au	Hg					
	-																	
NTE	+	Al2O3	MgO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	Sc	Be	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sr	Ta	Th	Zr
	-	Fe2O3						Co	Cu	Pb	Zn	Cd	Sb	Se				

Çok kuvvetli Kuvvetli Zayıf

Çizelge 8.12 S36 örneklerinin korelasyon katsayıları

Correlation Matrix (R)

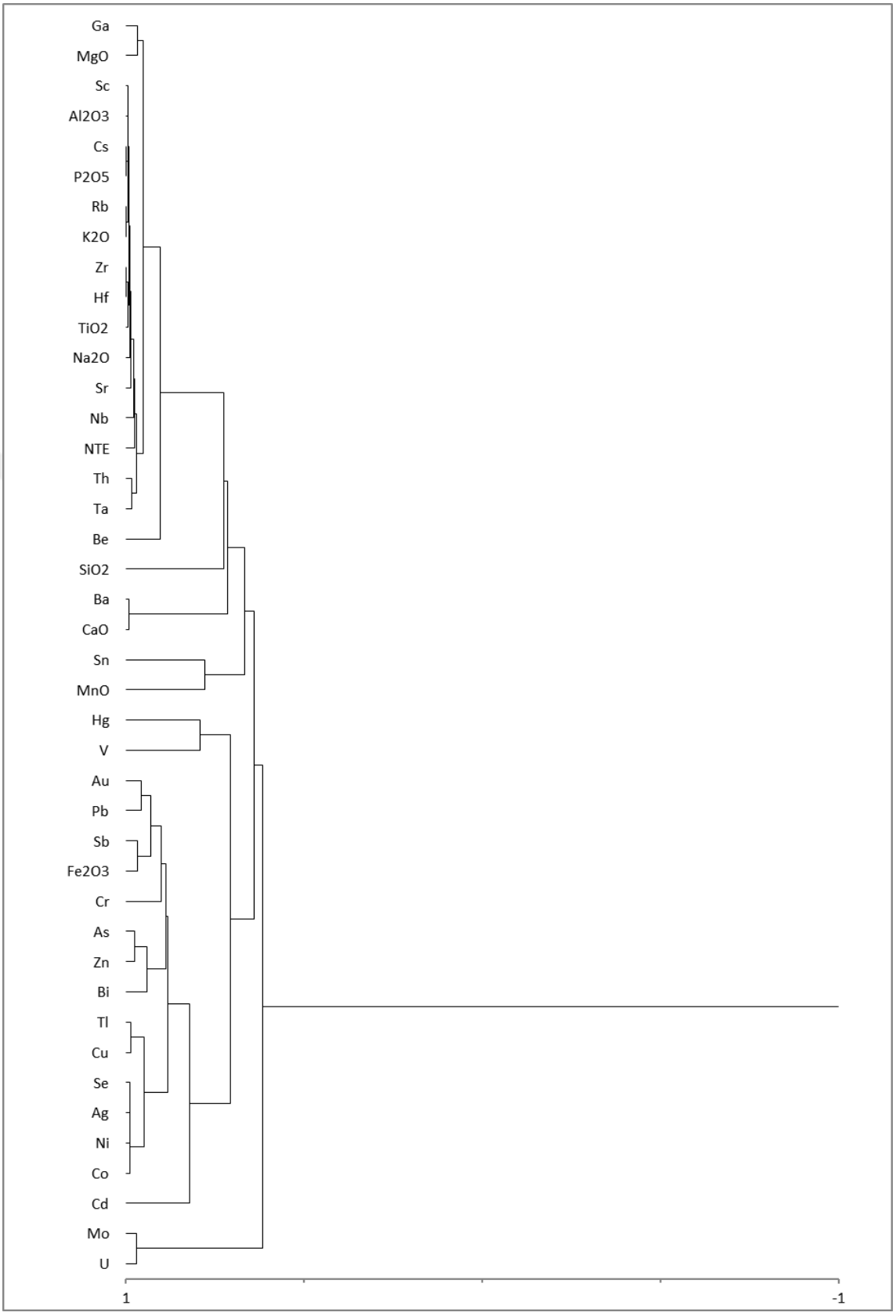
	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	MnO	Cr	Ba	Sc	Be	Co	Cs	Ga	Hf	Nb	Rb	Sn	Sr	Ta	Th	U	V	Zr	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Bi	Ag	Au	Hg	Tl	Se	NTE
SiO2	1,000	0,372	-0,655	-0,019	-0,038	0,323	0,332	0,295	0,442	-0,333	-0,343	0,022	0,332	-0,003	-0,537	0,424	-0,018	0,293	0,109	0,321	-0,477	0,319	0,072	0,141	0,438	0,343	0,260	0,610	-0,464	-0,055	-0,453	-0,411	-0,334	-0,421	-0,541	-0,362	-0,366	-0,350	0,047	-0,537	-0,470	0,311
Al2O3		1,000	-0,531	0,670	0,143	0,786	0,958	0,943	0,983	-0,203	-0,184	0,095	0,984	0,404	-0,272	0,977	0,660	0,925	0,895	0,953	-0,223	0,829	0,866	0,798	-0,547	0,153	0,894	-0,437	-0,305	-0,393	-0,437	-0,206	-0,294	-0,538	-0,558	-0,147	-0,282	-0,309	0,399	-0,248	-0,295	0,888
Fe2O3			1,000	-0,279	-0,643	-0,405	-0,519	-0,424	-0,586	-0,105	0,555	-0,653	-0,439	-0,316	0,615	-0,599	-0,135	-0,426	-0,386	-0,507	0,295	-0,558	-0,322	-0,346	-0,077	0,127	-0,398	-0,117	0,541	0,674	0,741	0,404	0,566	0,430	0,935	0,387	0,461	0,742	0,191	0,533	0,579	-0,662
MgO				1,000	-0,013	0,629	0,530	0,665	0,537	-0,237	-0,356	-0,061	0,633	0,241	0,047	0,531	0,884	0,765	0,779	0,524	-0,481	0,610	0,817	0,645	-0,739	-0,221	0,751	-0,711	0,314	-0,571	0,146	-0,141	0,327	-0,341	-0,365	0,520	-0,167	-0,301	0,191	0,313	-0,091	0,540
CaO					1,000	-0,043	0,204	0,044	0,220	0,590	-0,109	0,990	0,097	0,312	-0,529	0,237	-0,104	-0,002	0,119	0,194	0,329	0,208	0,077	0,170	0,013	-0,257	-0,013	-0,137	-0,553	-0,556	-0,644	-0,307	-0,564	-0,130	-0,565	-0,389	-0,421	-0,435	-0,308	-0,494	-0,500	0,433
Na2O						1,000	0,657	0,935	0,713	-0,188	-0,150	-0,066	0,798	0,650	-0,209	0,700	0,489	0,945	0,805	0,655	-0,305	0,967	0,555	0,306	-0,366	0,221	0,961	-0,353	-0,263	-0,248	-0,367	-0,158	-0,262	-0,347	-0,379	-0,179	-0,203	-0,195	0,656	-0,226	-0,209	0,788
K2O							1,000	0,858	0,970	-0,227	-0,215	0,148	0,929	0,284	-0,160	0,985	0,497	0,808	0,788	1,000	-0,175	0,721	0,806	0,794	-0,578	0,097	0,768	-0,426	-0,332	-0,396	-0,546	-0,017	-0,441	-0,393	-0,578	-0,291	-0,109	-0,342	0,284	-0,223	-0,149	0,819
TiO2								1,000	0,897	-0,178	-0,090	0,001	0,954	0,575	-0,235	0,884	0,609	0,985	0,909	0,855	-0,199	0,941	0,757	0,590	-0,513	0,230	0,980	-0,461	-0,307	-0,284	-0,407	-0,175	-0,291	-0,456	-0,425	-0,179	-0,246	-0,193	0,607	-0,250	-0,247	0,886
P2O5									1,000	-0,151	-0,157	0,177	0,965	0,385	-0,355	0,995	0,558	0,856	0,833	0,965	-0,144	0,782	0,811	0,792	-0,443	0,192	0,820	-0,324	-0,427	-0,363	-0,544	-0,235	-0,411	-0,560	-0,596	-0,275	-0,318	-0,325	0,349	-0,367	-0,354	0,892
MnO										1,000	0,095	0,536	-0,229	0,607	-0,304	-0,150	-0,060	-0,199	0,076	-0,225	0,802	-0,046	-0,072	-0,112	0,274	-0,393	-0,156	0,050	-0,201	-0,270	-0,147	-0,215	-0,203	-0,366	-0,137	-0,107	-0,291	-0,236	-0,292	-0,240	-0,318	0,216
Cr											1,000	-0,065	-0,015	-0,027	-0,222	-0,224	-0,163	-0,169	-0,203	-0,221	0,542	-0,153	-0,263	-0,180	0,133	0,711	-0,160	-0,033	-0,317	0,791	0,176	-0,288	0,104	0,155	0,756	-0,099	-0,293	0,909	0,603	-0,340	-0,206	-0,169
Ba												1,000	0,061	0,252	-0,593	0,187	-0,166	-0,045	0,038	0,136	0,280	0,182	-0,007	0,105	0,094	-0,164	-0,058	-0,063	-0,606	-0,485	-0,649	-0,375	-0,560	-0,087	-0,531	-0,412	-0,476	-0,376	-0,277	-0,559	-0,556	0,380
Sc													1,000	0,400	-0,308	0,946	0,640	0,925	0,870	0,923	-0,174	0,833	0,822	0,758	-0,534	0,302	0,896	-0,450	-0,359	-0,247	-0,406	-0,258	-0,270	-0,497	-0,424	-0,162	-0,332	-0,141	0,541	-0,306	-0,328	0,864
Be														1,000	-0,331	0,377	0,274	0,563	0,650	0,287	0,393	0,704	0,306	0,052	-0,020	-0,105	0,619	-0,175	-0,331	-0,317	-0,370	-0,217	-0,362	-0,518	-0,330	-0,251	-0,300	-0,291	0,333	-0,333	-0,328	0,731
Co															1,000	-0,291	-0,057	-0,208	-0,165	-0,137	-0,144	-0,352	-0,043	-0,141	-0,459	-0,450	-0,193	-0,338	0,788	0,026	0,473	0,909	0,324	0,538	0,351	0,328	0,934	0,056	-0,198	0,895	0,979	-0,479
Cs																1,000	0,529	0,841	0,826	0,982	-0,154	0,772	0,810	0,787	-0,474	0,120	0,805	-0,341	-0,399	-0,415	-0,572	-0,150	-0,449	-0,521	-0,635	-0,298	-0,238	-0,385	0,293	-0,321	-0,284	0,884
Ga																	1,000	0,699	0,812	0,491	-0,201	0,465	0,895	0,777	-0,607	-0,145	0,682	-0,578	0,316	-0,412	0,305	-0,301	0,463	-0,637	-0,237	0,620	-0,319	-0,181	0,176	0,251	-0,222	0,539
Hf																		1,000	0,929	0,804	-0,290	0,934	0,790	0,598	-0,534	0,158	0,996	-0,483	-0,191	-0,348	-0,301	-0,203	-0,164	-0,488	-0,441	-0,037	-0,259	-0,238	0,563	-0,158	-0,247	0,860
Nb																			1,000	0,788	-0,051	0,830	0,906	0,724	-0,592	-0,087	0,928	-0,568	-0,077	-0,498	-0,216	-0,181	-0,096	-0,643	-0,480	0,090	-0,261	-0,349	0,358	-0,053	-0,239	0,892
Rb																				1,000	-0,169	0,717	0,804	0,788	-0,584	0,084	0,766	-0,430	-0,320	-0,397	-0,544	0,009	-0,445	-0,385	-0,574	-0,294	-0,084	-0,346	0,279	-0,207	-0,125	0,814
Sn																					1,000	-0,206	-0,146	-0,104	0,202	-0,024	-0,256	0,022	-0,262	0,215	-0,069	-0,047	-0,211	-0,165	0,285	-0,238	-0,123	0,242	-0,008	-0,254	-0,120	0,054
Sr																						1,000	0,584	0,375	-0,361	0,178	0,945	-0,379	-0,415	-0,367	-0,528	-0,246	-0,403	-0,392	-0,511	-0,280	-0,320	-0,285	0,576	-0,364	-0,345	0,894
Ta																							1,000	0,929	-0,715	-0,176	0,759	-0,616	0,109	-0,534	-0,051	-0,126	0,088	-0,611	-0,462	0,289	-0,192	-0,352	0,131	0,131	-0,151	0,729
Th																								1,000	-0,619	-0,089	0,542	-0,488	0,004	-0,450	-0,094	-0,200	0,051	-0,578	-0,449	0,227	-0,264	-0,292	-0,007	0,022	-0,235	0,614
U																									1,000	0,257	-0,514	0,941	-0,371	0,387	-0,107	-0,365	-0,160	-0,092	0,088	-0,326	-0,295	0,069	-0,167	-0,505	-0,372	-0,335
V																										1,000	0,142	0,242	-0,561	0,758	-0,127	-0,443	-0,103	0,041	0,407	-0,328	-0,411	0,710	0,770	-0,597	-0,384	0,037
Zr																											1,000	-0,481	-0,180	-0,339	-0,289	-0,187	-0,164	-0,481	-0,416	-0,040	-0,244	-0,231	0,582	-0,148	-0,230	0,855
Mo																												1,000	-0,296	0,363	-0,125	-0,229	-0,177	-0,109	-0,007	-0,340	-0,144	-0,030	-0,236	-0,414	-0,240	-0,345
Cu																													1,000	-0,126	0,820	0,495	0,774	0,178	0,294	0,815	0,564	-0,030	-0,350	0,970	0,661	-0,489
Pb																														1,000	0,301	-0,041	0,177	0,323	0,839	-0,122	0,031	0,898	0,513	-0,170	0,086	-0,506
Zn																															1,000	0,084	0,965	0,078	0,648	0,883	0,183	0,420	-0,076	0,699	0,332	-0,600
Ni																																1,000	-0,093	0,589	0,153	-0,075	0,988	-0,097	-0,227	0,664	0,963	-0,338
As																																	1,000	-0,039	0,505	0,953	0,005	0,338	-0,062	0,632	0,159	-0,473
Cd																																		1,000	0,464	-0,145	0,610	0,376	0,000	0,311	0,616	-0,641
Sb																																			1,000	0,271	0,217	0,914	0,364	0,262	0,337	-0,659
Bi																																				1,000	-0,005	0,091	-0,194	0,693	0,139	-0,296
Ag																																					1,000	-0,052	-0,236	0,708	0,983	-0,443
Au																																						1,000	0,602	-0,056	0,060	-0,432
Hg																																							1,000	-0,333	-0,173	0,335
Tl																																								1,000	0,792	-0,449
Se																																									1,000	-0,485
NTE																																										1,000

8.2.6 S36 Sondajına ait küme analizi dendrogramı

Şekil 8.7'de görüldüğü gibi, elementlerin genel korelasyon ilişkilerine göre ortaya çıkan iki farklı yönelim buradaki gruplaşmayı da şekillendirmiştir.

Şeklin üst kısmında Al_2O_3 ve onunla birlikte hareket eden bir grup bulunmaktadır. Bu grupta öncelikle yüksek korelasyon değerlerine sahip (Ga, MgO), (Sc, Al_2O_3), (Cs, P_2O_5), (Rb, K_2O), (Hf, Zr, TiO_2), Na_2O, Sr, Nb, NTE, (Th, Ta) gibi alt gruplar göze çarpmaktadır. Bu alt gruplara Be, SiO_2, (Ba, CaO), (Sn, MnO) eklenmektedir.

Şeklin alt kısmında ise, Fe_2O_3 ve onunla ilişki elementlerin oluşturduğu grup görülmektedir. Burada (Au, Pb), (Sb, Fe_2O_3), Cr alt grubuna (As, Zn), Bi eklenmekte, böylece çoğalan alt gruba (Tl, Cu), (Se, Ag), Ni, Co'dan oluşan alt grup eklenmektedir. Bu birlikteliğe Cd ve (Hg, V) katılarak ikinci grup ortaya çıkmıştır. Bu iki farklı grup (Mo, U)'un katılımıyla tek grup haline gelmiştir.



Şekil 8.7 S36 sondajına ait birlikte hareket eden element gruplarını gösteren dendogram

Korelasyon ve küme analizleri çalışmalarıyla aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Üç farklı bölgenin korelasyon özellikleri genel olarak birbirine benzemektedir.

- Fe_2O_3 diğer oksitlerle negatif korelasyon göstermekte olup; "S" ile bileşik yapma eğiliminde olan eser elementlerle pozitif, granitik kökeni işaret eden elementlerle negatif korelasyon göstermektedir. MB3 yarmasında sülfidik elementlere Sn'ın katılması oluşumun yüksek sıcaklıktan hidrotermal evre sıcaklığına doğru azaldığını gösterebilir.

- Al_2O_3, SiO_2, MgO, K_2O, Na_2O, P_2O_5, MnO, TiO_2 birbirine benzer korelasyonu olan ana oksitler olarak, Fe_2O_3'e ters bir şekilde eser elementlerde "S" ile bileşik yapma eğiliminde olan eser elementlerle negatif, granitik kökeni işaret eden elementlerle pozitif korelasyon göstermektedir.

- CaO her üç farklı bölgede de ana oksitlerden sadece MnO ile birlikte hareket etmektedir. Ayrıca MB3 bölgesinde SiO_2 ile de pozitif ilişki göstermektedir. Eser element korelasyonları ise Al_2O_3 gibidir. CaO'in Fe_2O_3 ile ters hareket etmesi yerini alma olayı ile MB3'te SiO_2 ile birlikte hareket etmesi karbonatlardaki silisleşme ile ya da Ca'lu silikat mineral oluşumlarıyla açıklanabilir.

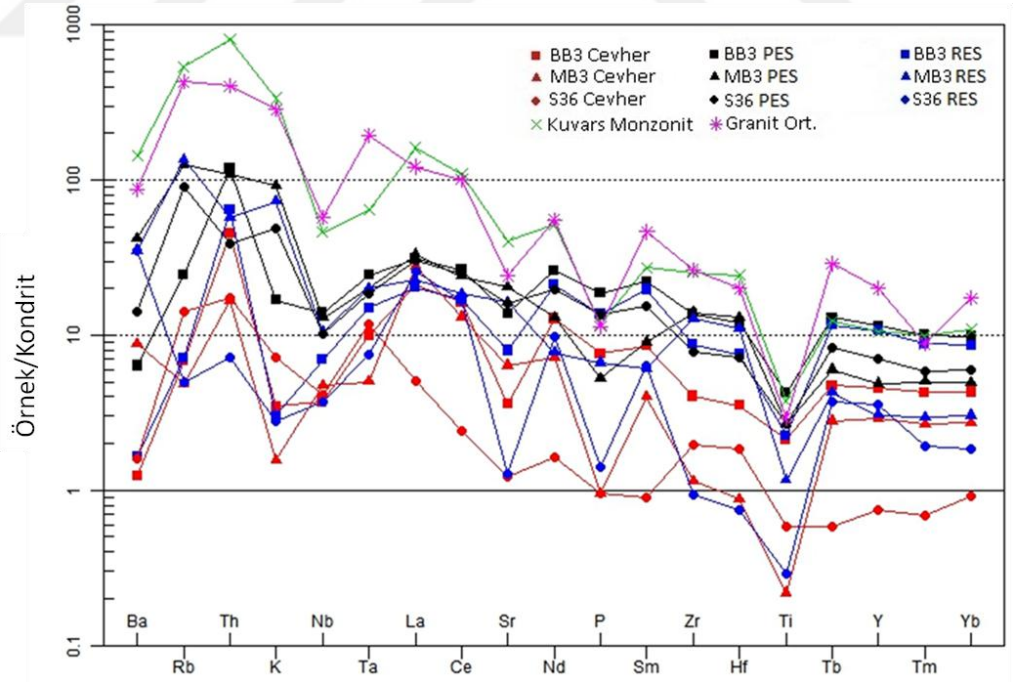
- Fe_2O_3'in sondaj örneklerinde Cr ile birlikte hareket etmesi ortama cevher taşıyan çözeltilere bazik kökenli elementlerin karıştığını işaret eder. Ayrıca Cr'un sondaj bölgesinde Sn ile; BB3 bölgesinde Be, Nb, Ni ve Sc ile pozitif korelasyon göstermesi bu iki bölgede hem granitik, hem de bazaltik kökenli elementlerin birlikte bulunduğunu göstermesi açısından önemlidir.

2. MB3, BB3 ve sondaj bölgelerinde "Küme Analizlerine" göre, ana oksitlerden Fe_2O_3 ve onunla birlikte hareket eden eser element grubu ile diğer ana oksitler ve onlarla birlikte hareket eden eser element grubu olmak üzere iki büyük grup ayırt edilmiştir.

MB3 bölgesinde Be ve Sn dışında Fe_2O_3 ile sülfid oluşturan elementlerin birlikte hareket eden bir grup oluşturduğu ortaya çıkmaktadır. İkinci grup ise, Fe_2O_3 ile ters hareket eden ana oksitler ile daha çok granitik kökenle ilişkili, ancak az da olsa bazaltik kökenli eser elementlerden oluşan gruptur.

8.3 Kayaç ve Cevherlerin Çoklu Element Diyagramı ve Değerlendirmesi

Şekil 8.8 bazı uyumsuz eser elementlerin kondrit ortalamalarına göre normalize edilmiş değerlerinden yararlanılarak hazırlanmıştır. Uyumsuz elementler HFSE ve LILE olarak iki gruba ayrılır. HFSE elektriksel yük değerleri yüksek, iyon yarı çapları küçük elementlerdir. LILE ise iyon yarı çapları büyük katyonik yükleri küçük elementlerdir. NTE genel olarak LILE grubuna dahil edilmiştir. İyon yarı çapları ve elektriksel yüklerden dolayı sahip oldukları iyon potansiyellerine göre, HFSE grubu hareketsiz, yani metamorfizma ve hidrotermal alterasyona karşı dirençli, LILE grubu ise hareketli elementlerdir (Rollinson 1993).



Şekil 8.8 Yarma ve sondaj örneklerinin kondrit ortalamalarına göre normalize edilmiş multi element diyagramı (Kondrit değerleri Thompson 1982'den alınmıştır)

Bu özellikler açısından bakıldığında; şekil 8.8'de görülen anomaliler yardımıyla, çalışma sahasındaki kayaç ve cevherlere ait uyumsuz element dağılımları değerlendirilerek bazı verilere ulaşılabilir. Diyagramda farklı eser element gruplarının farklı davranışlarını yansıtan çok sayıda anomali görülmektedir.

1- Şekil 8.8'de ilk göze çarpan husus iki cevher ve bir RES örneğinde kondrit ortalamalarından daha düşük değer veren hareketsiz elementlerin varlığıdır. S36 bölgesi cevher örneğinde Yb, Tm, Y, Tb, Ti Sm ve P; MB3 bölgesi cevher örneğinde Ti, Hf; S36 bölgesi RES örneğinde Ti, Hf ve Zr kondrit ortalamalarının altında kalmıştır. Diğer tüm örneklerin elementleri bu ortalamanın üstündedir.

2- Araziden toplanan ve taze kuvars monzonitleri temsil eden örneklerin değerleri ve Üst Kabuk "granit" ortalama değerleri (yeşil ve mor eğriler) genellikle birbirine uyumlu olup, alterasyona maruz kalmış kayaç ve cevher örneklerinden daha yüksek değerlere sahiptir.

3- Tüm örneklerde çok güçlü negatif Ti anomalisi bulunmaktadır. Buna benzer şekilde Tb, P, Sr, Nb ve Ba'da negatif anomali göstermektedir. Buna karşılık Hf'da çok hafif, Sm, Nd, La'da güçlü ve Th'da çok güçlü olmak üzere pozitif anomali bulunmaktadır. K ve Rb ise, cevher ve alterasyona uğramış kayaçlarda hem negatif hem pozitif anomaliye sahiptir.

Kayaç ve cevherlerin çoklu element diyagramı ve değerlendirmesi ile aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Normal granitlerin ve arazideki kuvars monzonitlerin element içeriklerinin diğerlerinden yüksek ve uyumlu oluşu bu tip kayaçları oluşturan magmanın doğasından kaynaklanmaktadır. Oysa diğer birimlerin element içeriklerindeki düşüklük araştırılan bölgedeki hirotermal akışkanların etkinliğini işaret eder.

Bilindiği üzere; Ba, Rb, K ve Sr LILE grubuna ait elementler olup, bunlar kıtasal kabukta yoğunlaşan hareketli elementlerdir. Buna karşılık yine kıtasal kabukta yoğunlaşan Th, Nb, P, Zr, Hf, Sm, Ti, Y, Yb gibi elementler HFSE grubuna dahildir ve bunlar hareketsiz elementlerdir (Rollinson 1993).

İncelenen örneklerde hareketsiz olduğu bilinen Ti, Nb gibi bazı elementlerin negatif anomali göstermesi kuvvetli asitlik derecesi gösteren hidrotermal akışkanın varlığını işaret etmektedir. Hareketli gruba dahil olan Ba, Rb, K ve Sr beklendiği gibi negatif anomali göstermiştir. Benzer jeokimyasal özellikleri olan K ve Rb'un bazı altere kayaç örneklerinde pozitif anomali göstermesi açıklamaya muhtaçtır. Nötr ve hafif alkali ortamlarda K'un yavaş yıkandığı ve çözeltiye geçen K iyonlarının killer tarafından tutulabildiği veya hidromikaların kafes yapılarına yerleşebildikleri bilinmektedir (Şahinci 1991). Buna göre hidrotermal çözeltilerin yersel olarak karbonat çözünmeleri ile alkalileşmesi ve bunun sonucunda K'un taşınmasının önlenmesi ileri sürülebilir.

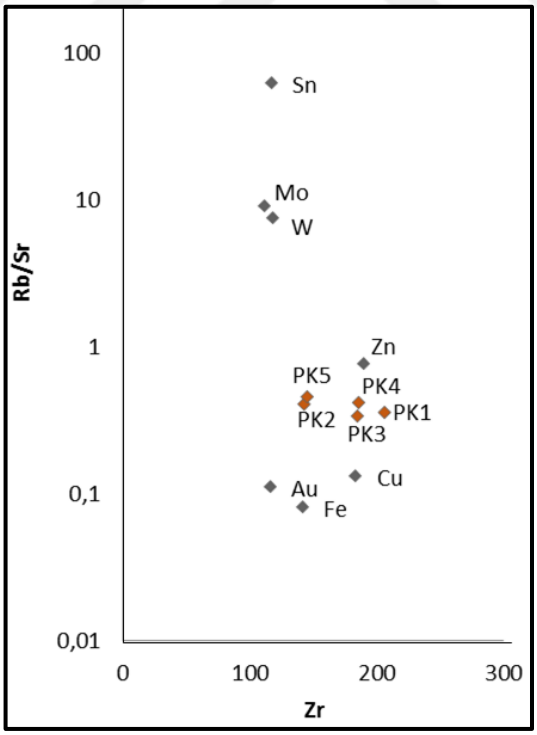
8.4 Skarn Yatağının Petrojenezi

Skarn tipleri ile magmatik bileşimler arasındaki korelasyonlar, birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır (Zharikov 1970, Shimazaki 1975, 1980, Kwak ve White 1982, Newberry ve Swanson 1986, Newberry 1987, Keith vd. 1989, Swanson vd. 1990, Meinert 1993, Ray vd. 1995). Bunlara ek olarak Meinert (1995), Fe, Au, Cu, Zn, W, Mo ve Sn olmak üzere yedi farklı skarn tipiyle ilişkili plütonların major ve iz element verilerini özetlemiştir. Bu verilerden yararlanılarak çeşitli jeokimyasal ayrım diagramları üzerinde, çeşitli skarn tipleri arasındaki farklılıklar ve benzerlikler gösterilebilir. İz elementlerin dağılımı üzerine yapılan çalışmalar ise, plütonların ergime davranışları hakkında ve skarn ile ilişkili plütonlar arasında ayrım yapma açısından bir takım genellemeler yapmamızı sağlar (Meinert vd. 2005).

Bu başlık altında gösterilen diyagramlar yardımıyla, yatağı oluşturan plütonların dünyadaki diğer skarn yataklarını oluşturan plütonlara göre diferansiyasyon derecesini,

plütonun bileşimi ile skarn tipi arasındaki ilişkiyi ve son olarak da metal içeriğine göre skarn sınıflaması yapma olanağı doğmaktadır.

Skarn yatakları ile ilişkili plütonları anlamaya yönelik yaklaşımlardan biri; plütonların alan kuvveti yüksek ve duraylı olan Zr, Nb, P ve Ti'ye oranla daha mobil olan K, Rb, Sr gibi büyük iyon yarı çaplı iz element çeşitliliğini belirlemektir. Örneğin; kısmen önemli olan diferansiyasyon derecesi, Rb/Sr-Zr grafiği ile ölçülebilir (Şekil 8.9). Çeşitli skran tipleri ile ilişkili Zr içeriği pek önemli olmasa da Rb/Sr değeri diferansiyasyona yüksek duyarlılığından dolayı önemlidir. W, Mo ve özellikle Sn skarnlarla ilişkili plütonlarda ekstrem diferansiyasyon gözlenmiştir. Newberry ve Swanson (1986) tarafından daha önce de belirtildiği gibi, bu yatakların oluşumunda gözlenen ve yüksek Rb/Sr oranı ile belirlenen diferansiyasyon prosesi magma bileşimine oranla kısmen daha önemlidir. Buna karşılık, Fe, Au ve az miktardaki Zn skarn sistemleri diferansiyasyon derecesinden çok magma bileşimini veya diğer petrolojik prosesleri işaret eder.



Şekil 8.9 Ana skarn yatak tipleriyle ilişkili plütonların Rb/Sr ile Zr kolerasyon grafiğinde (Meinert 2005) incelenen kuvars monzonit örneklerinin dağılımı

PK: Kuvars Monzonit

Şekil 8.9'a göre, inceleme alanındaki kuvars monzonitler düşük bir diferansasyon derecesini işaret etmektedir. Ancak, dünyadaki demir skarnlarla kıyaslandığında kısmen daha yüksek bir diferansasyona maruz kaldığı görülmektedir.

İz element verilerinin bir diğer kullanımı da, bir takım magma tipleri ile ilişkili tektonik veya jeolojik provensleri tanımlamadır (Pearce vd. 1984, Pearce 1996). Kullanılan diyagramlarda (Şekil 8.10) gösterilen magmatik spektrum Fe skarn plütonlarıyla başlayıp Sn skarnlarla ilişkili plütonlarda sona erer. Bunlar birbirlerinden magma kaynağı (manto ile kabuksal ergiyik) ve evrimi (magma karışım derecesi, yan kayaç ergimesi ve bölümsel kristalizasyon) ile ayrılmaktadır. Diğer skarn tipleri ile ilişkili plütonlarda bu iki uç üye (Fe-Sn) arasında yer alarak, Fe, Au, Cu, Zn, W, Mo ve Sn şeklinde bir dizi oluştururlar. Bu şekilde kurulan ilişkiler, diğer yatakları keşfetmek ve sınıflamada kullanılabilir (Kuşçu vd. 2004).

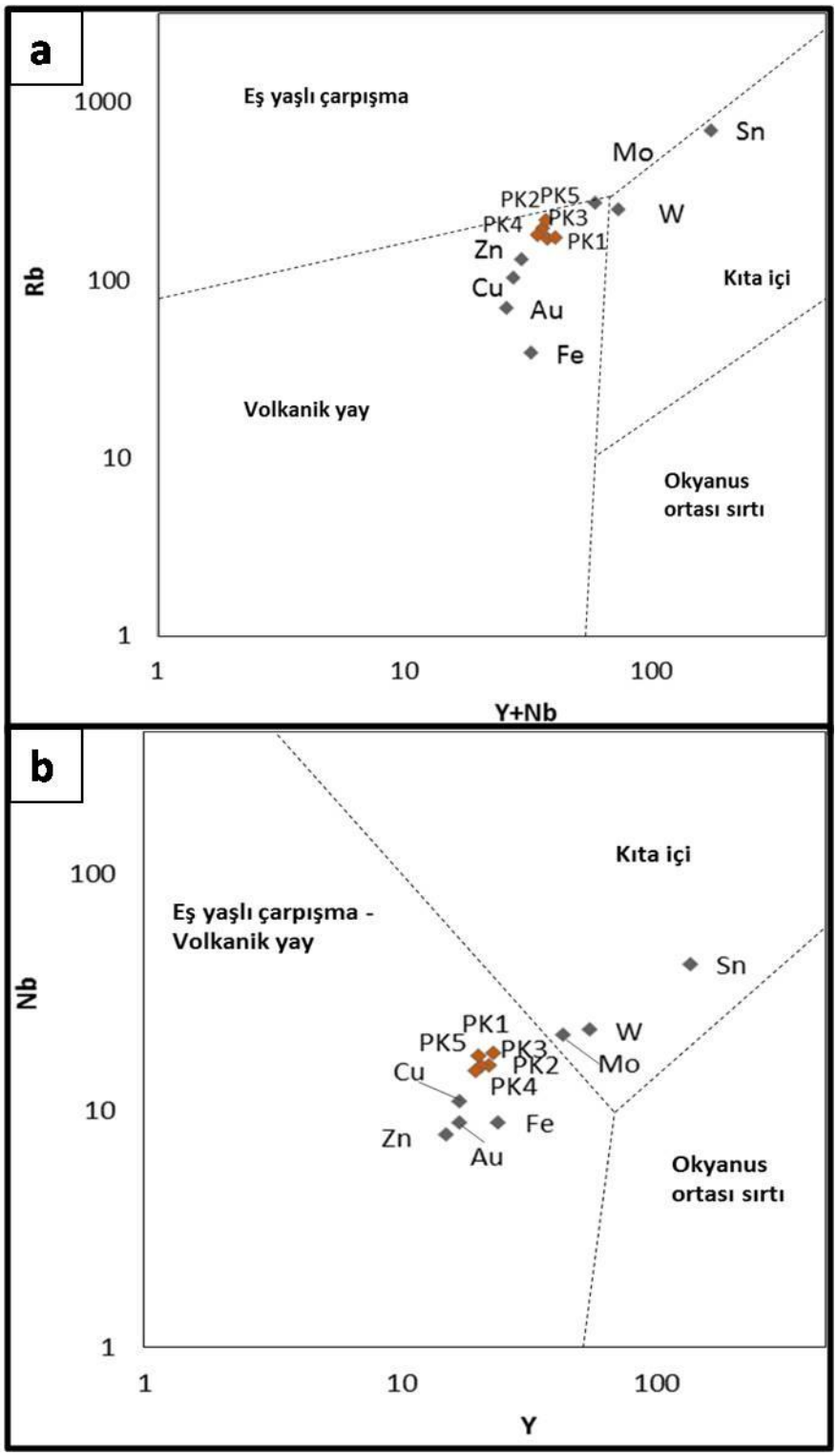
Çizelge 8.13 Diyagramlarda kullanılan plütonik kayaçların iz element değerleri

	Rb	**Sr**	**Zr**	**Nb**	**Y**
Kuvars monzonit-1 (PK1)	172,7	478,9	206	15,6	22,2
Kuvars monzonit-2 (PK2)	197,8	481,2	142,6	15,5	20,7
Kuvars monzonit-3 (PK3)	175	508,2	184,6	17,6	23,1
Kuvars monzonit-4 (PK4)	181,1	434,4	185,6	14,8	19,7
Kuvars monzonit-5 (PK5)	219,1	473	145	17,1	20,2
Fe	39	505	141	9	24
Pb-Zn	178	497	136	22	32
Cu	103	807	183	11	17
Au	69	601	116	9	17
W	247	248	118	22	55
Mo	269	283	111	21	43
Sn	693	58	117	42	135

Şekil 8.10'da gösterildiği üzere, skarnla ilişkili plütonların çoğu volkanik yaylarda ve kıtasal levhalarda oluşur. Fe, Au, Cu ve Zn skarnlar özellikle volkanik yay bölgelerindeki plütonlarla ilişkili iken, Sn, W ve çoğu Mo skarnlar ise kıta içi plütonları ile ilişkilidir. Benzer bir dağılım British Colombia'daki skarnlarda da gözlemlenmiştir (Ray vd. 1995). Önceden de tartışıldığı üzere, bazı Mo ve Sn skarnlar, kıta riftleşmelerine bağlı kuşaklarda oluşurken, W skarnlar kıtasal kabuğun derin zonlarında

oluşur. Bu yüzden kıta içi oluşuklar basit bir baskın tektonik rejime kıyasla kabuksal etkileşim imzası taşıyabilir (Meinert vd. 2005).

İnceleme alanındaki kuvars monzonitlerin şekil 8.9 ve şekil 8.10'daki konumları skarn tipi olarak aynı sonucu vermiştir. Örnekler dünyadaki Fe skarnlar yerine Au ve Cu skarnlarına ait plütonların ortalama değerlerine daha yakındır. İz element tektonizmasına göre ise, demir yatağını oluşturan plütonun volkanik yay bölgesine ait olduğu görülmektedir. Bu özellikler, bölgede demir madeni dışında yan ürün veya ana ürün olarak altın ve bakır madenlerinin olma ihtimalini kuvvetlendirmektedir.



Şekil 8.10 Ana skarn yatak tipleriyle ilişkili plütonların iz element tektonizmasına göre ayrımı (Meinert vd. 2005) ve incelenen kuvars monzonit örneklerinin dağılımı

a; Rb/Y+Nb grafiği, b; Nb/Y, PK: Kuvars Monzonit

9. DURAYLI İZOTOP ÇALIŞMALARI

Bir maden yatağında benzer izotopik sonuçlar farklı kökenlerle ilişkili olabildiği gibi, aynı kökenden farklı izotopik sonuçlar alınabilmektedir. Bu yüzden jeolojik problemlerin çözümünde izotop çalışmalarının tek başına kullanılması yeterli olamaz, ancak oksijen, karbon ve kükürt gibi duraylı izotoplar maden yatakları araştırmalarında yararlı veriler sağlayabilirler. Oksijen ve hidrojen izotopları hidrotermal akışkanların kaynağı ve alterasyonlarda bilgi sağlamak için daha uygundur. Kükürt ve karbon izotopları ise, oluşum sıcaklığı, akışkanların bileşimsel ve kökensel özellikleri konusunda daha uygundur.

Bu araştırmada, cevher oluşturan akışkanların kökeni, başka bir deyişle cevher bileşenlerinin kökenlerini açıklamaya yarayacak verilere ulaşabilmek için Büğüz bölgesinden derlenen 7 adet kalsit örneğinde oksijen ve karbon, 4 adet pirit örneğinde kükürt izotop çalışması yapılmıştır.

9.1 Karbon-Oksijen İzotop Çalışmaları

Özellikle C, O, H ve S'nin duraylı izotopları, büyük skarn yataklarının çoğunda farklı kökene ait akışkanları belirlemede çok kritik veriler sağlamıştır (Shimazaki vd. 1986, Shimazaki 1988, Shimazaki ve Kusakoabe 1990, Bowman 1998b). Bu yataklardaki granat, piroksen ve ilişkili kuvars ve kalsit $\delta^{18}O$ değerleri ‰ 4 ile 9 aralığındadır ve bu değerler magmatik akışkanlardan türetilenlerle (magmatik kökenle) tutarlıdır (Bowman 1998b). Buna karşılık, bu yataklardaki sedimanter kalsit, kuvars ve lokal meteorik suların $\delta^{18}O$ değerleri magmatik akışkan değerlerinden açıkça farklıdır (Naito vd. 1995). Çoğu zaman, orijinal sedimanter $\delta^{18}O$ değerleri ile prograd skarnların oluşum sıcaklığındaki magmatik hidrotermal akışkanların $\delta^{18}O$ değerleri arasında devamlı bir karışım çizgisi oluşur. Kökensel yelpazedeki karışımlar $\delta^{18}O$ değerlerindeki değişimlerden ileri gelmektedir. Bu da, dönüşebilen mineraller içindeki oksijen

miktarının sıvı içindeki oranı, mineral-H_2O ayrımlaşma faktörünün büyüklüğü, mineral fazlarının başlangıçtaki izotop bileşimleri gibi faktörlere bağlıdır (Sheppard 1986).

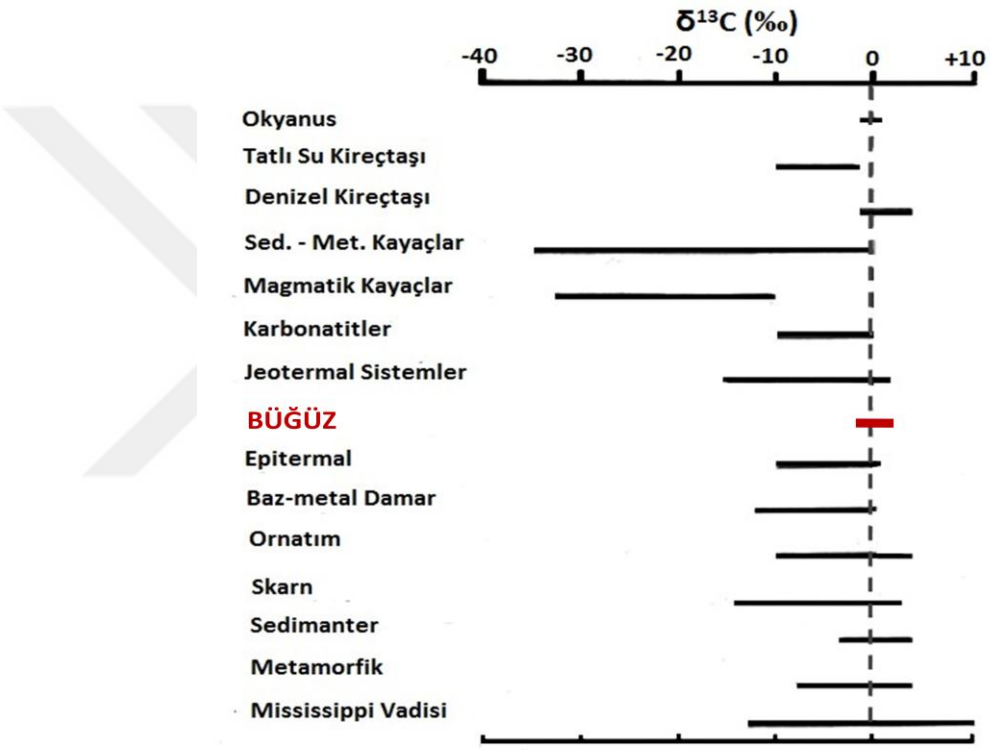
Aynı olay skarndan uzakta yer alan kireçtaşı içersindeki tipik sedimanter $\delta^{13}C$ değeri ile prograd granat ve piroksen çatlakları içersinde yer alan kalsitlerdeki tipik magmatik $\delta^{13}C$ değerleri arasında da söz konusudur (Brown vd. 1985, Baker ve Lang 2003). Karbon içerikli mineraller üzerinde sıcaklık, pH ve oksijen fugasitesi gibi faktörlerin etkisi Ohmoto ve Rye (1979) tarafından ortaya konulmuştur. Buna göre $\delta^{13}C$ değerlerinin geniş bir aralığı göstermesinin bakteriyojenik karbonun indirgenmesi sonucu olmayabileceği bunun cevher oluşumu sırasında sıvılardaki sıcaklık, pH ve oksijen fugasitesine göre değişebileceğidir. Bu açıklamaların getirdiği kısıtlamalar O ve C izotop değerlendirmelerinde göz önünde bulundurulmalıdır.

İnceleme alanında skarn kuşağından derlenen 7 adet kalsit örneğinin duraylı izotop sonuçları çizelge 9.1 ve şekil 9.1'de gösterilmiştir. Bu örneklerde tek bir süreç ile karbon ve oksijen izotop verileri elde edilmiştir. Örneklere ait $\delta^{13}C$ izotop sonuçları, ‰ -1.17 ile 1.88 aralığındadır. Bu değerler yukarıdaki açıklamalarda da belirtildiği gibi, birden çok oluşum ortamını işaret edebilmektedir. Şekil 9.1'de "Büğüz Skarn Kayacı" olarak gösterilen aralık; ornatım, skarn ve sedimanter tip ortamlara daha çok uymaktadır.

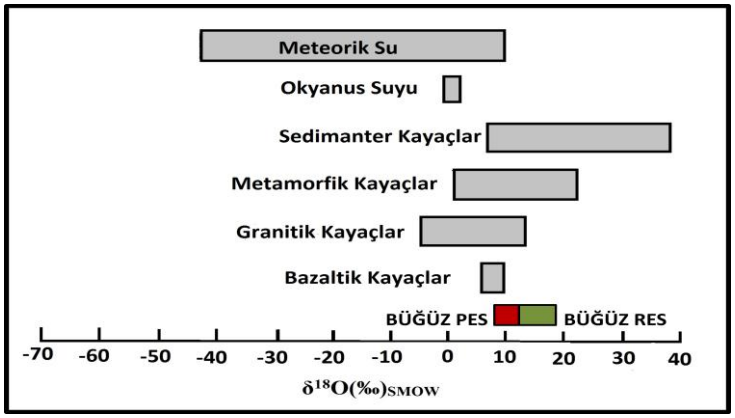
Çizelge 9.1 Karbonatlara ait oksijen (VSMOW) ve karbon (VPDB) izotop sonuçları(‰)

Örnek No	**Kayaç Bileşimi**	**$\delta^{13}C$ VPDB**	**$\delta^{18}O$ VSMOW**
BB3E (RES)	Kalsit	-1,17	16,63
BB3G (RES)	Kalsit	1,88	18,90
S36-31M (RES)	Kalsit	-0,52	18,32
S36-43M (PES)	Kalsit	1,37	13,11
S36-49M (PES)	Kalsit	1,09	11,17
S36-53M (PES)	Kalsit	-0,29	9,61
S36-19M (PES)	Kalsit	-0,56	10,24

$\delta^{18}O$ değerleri ise ‰ 9.61 ile 18.90 aralığındadır. Oksijen örneklerinin $\delta^{18}O$ değerlerini prograd evre (PES) ve retrograd evre (RES) olmak üzere ikiye ayırdığımızda, Şekil 9.2'de görüldüğü üzere iki farklı kökeni işaret etmiştir. PES örneklerine ait $\delta^{18}O$ değerleri daha çok granitik, metamorfik, alanlarla örtüşmekte, RES örneklerine ait $\delta^{18}O$ verileri ise daha çok metamorfik, sedimanter alanlara uygunluk göstermektedir. Örneklerin $\delta^{18}O$ değerleri meteorik su, okyanus suyu ve bazaltik kayaçlara uygunluk göstermemektedir.

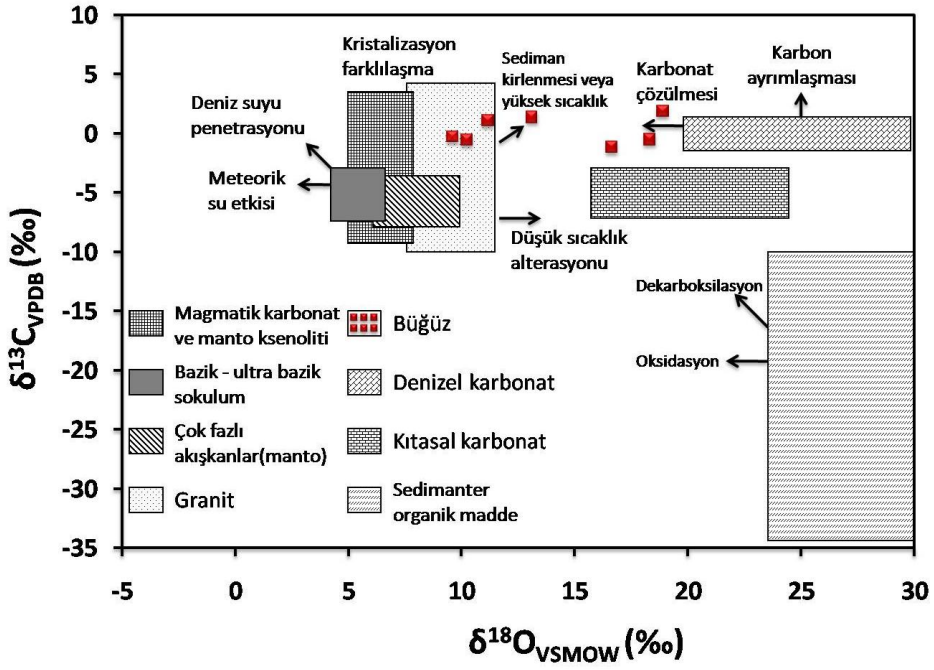


Şekil 9.1 Çeşitli jeolojik ortamlara ve cevher tiplerine ilişkin $\delta^{13}C$ değerleri (Becker ve Clayton 1972, Rye ve Ohmoto 1974, Rye ve Rye 1974, Ohmoto ve Rye 1979, Akande ve Zentitti 1983, Shimazaki 1988, McKeag ve Craw 1959, Heinrich vd. 1989, Branam ve Ripley 1990, Fu vd. 1991, Layne vd. 1991).



Şekil 9.2 Jeolojik olarak önemli bazı maddelerde $\delta^{18}O$ değerleri (Hoefs 1987)

Çeşitli jeolojik birimlere ait alanların gösterildiği $\delta^{13}C_{VPDB}$ karşı $\delta^{18}O_{VSMOW}$ grafiği Şekil 9.3'de sunulmuştur. Grafikte, Büğüz bölgesi örneklerine ait değerlerin iki gruba ayrıldığı söylenebilir. Birinci grup, grafikteki granit bölgesi ve yakınındaki sediman kirlenmesi veya yüksek sıcaklık alanında toplanırken, ikinci grup ise denizel ve kıtasal karbonat bölgelerine yakınlık göstermektedir.



Şekil 9.3 $\delta^{13}C_{VPDB}$ karşı $\delta^{18}O_{VSMOW}$ grafiği. Veriler; denizel karbonat (Baker ve Fallick 1989, Hoefs 1997), kıtasal karbonat (Hoefs 1997), sedimanter organik madde karbonu (Hodson 1977, Hoefs 1997), magma-manto karbonatını (Ray vd. 1999) ve diyagramdaki diğer alanlar Wang vd. 2015'ten alınmıştır.

Birinci grupta toplanan örneklerin bulunduğu alan kristalize kireçtaşlarının kuvars monzonitler tarafından kesilmesi sürecinde, yüksek sıcaklığa ve sediman kirlenmesine maruz kaldıklarını işaret etmektedir. İkinci grupta yer alanlar ise, birinci gruba nazaran daha az kirlenmeye maruz kalan örnekleri göstermektedir.

Gerek $\delta^{13}C$ ve gerekse $\delta^{18}O$ izotop sonuçlarından hareketle; örneklerin granit, karbonat, skarn ve metasomatik alanlarla örtüşmekte olduğu söylenebilir. Hatta verilerden granit karbonat etkileşimiyle yüksek sıcaklıkta bir karışım (kirlenme) olduğu da yorumlanabilir.

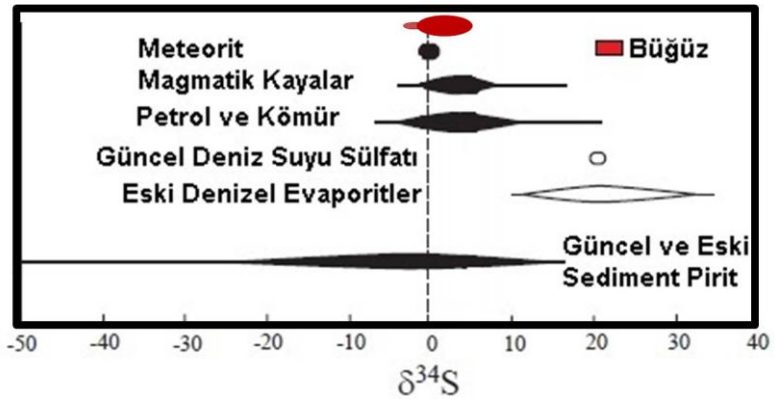
9.2 Kükürt İzotop Çalışmaları

Skarn yataklarındaki çeşitli sülfit mineralleri (pirit, pirotin, molibdenit, kalkopirit, sfalerit, bornit, arsenopirit ve galen) üzerinde yapılan kükürt izotop çalışmaları, köken olarak magmatik akışkanları işaret eden, çok dar bir aralıkta $\delta^{34}S$ değerleri gösterirler (Shimazaki ve Yamamoto 1979, 1983, Shimazaki ve Sakai 1984). Normale göre daha uzaktaki bazı Zn skarnlarda, kükürt izotop çalışmaları, mineralleştirici sıvıların ilerledikleri yol boyunca zaman içersinde bünyelerine sedimanter kayaçlardan (evoporitler) kükürt girdiğini göstermiştir (Megaw vd. 1988). Ayrıca, magmanın kristallenme sistemleriyle doğrudan alakalı olan farklı akışkanlar, yüksek sıcaklık, yüksek denizel tuzluluk gibi kavramlarla çoğu skarn yatağının oluşumunu açıklayan sıvı kapanım ve mineral denge çalışmalarıyla izotop çalışmalarının tutarlı sonuçlar verdiği de bilinmektedir (Auwera ve Andre 1998). İnceleme alanında skarnlaşmanın izlendiği yarmalardan alınan pirit örneklerinin $\delta^{34}S$ analiz sonuçları Çizelge 9.2'de görülmektedir.

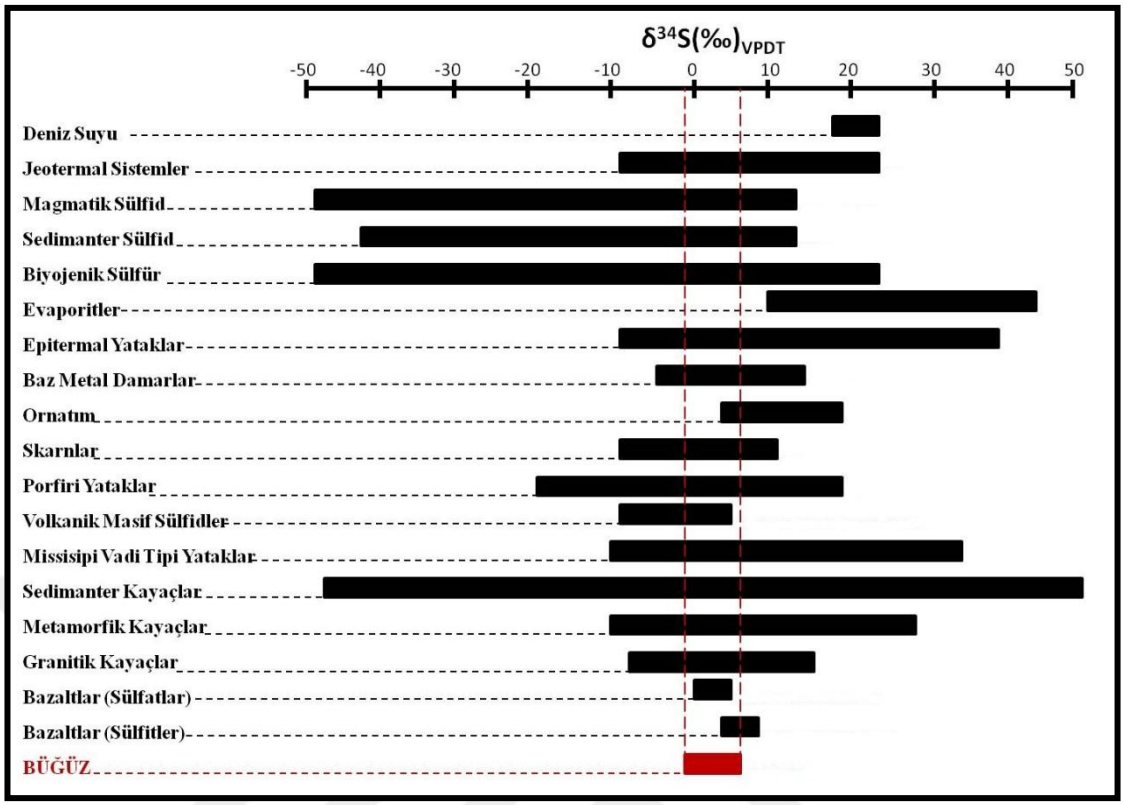
Çizelge 9.2 Piritlere ait kükürt (CDT) izotop sonuçları (‰)

Örnek No	Mineral	δ^{34}S‰(CDT)
S36-41m	**Pirit**	5,0
S36-44m	**Pirit**	5,6
S36-45m	**Pirit**	5,0
S36-46m	**Pirit**	-1,1

Buna göre, pirit örneklerinden elde edilen δ^{34}S değerlerinin biri ‰ -1,1 iken, diğerleri ‰5,0 ile 5.6 aralığındadır. Bu değerler şekil 9.4 ve 9.5'e taşınarak değerlendirilmiştir. δ^{34}S'ün ‰ 5,0 ile 5.6 aralığındaki değerleri, şekil 9.4'deki yerlerine göre, magmatik kayalarla ilişkilendirilebilir. δ^{34}S değeri ‰ -1,1 olan örnek ise, şekil 9.4'de daha zayıf ilişkiyle aynı kökene bağlanabilir. Şekil 9.5'deki diğer ortamların inceleme alanındaki oluşumlarla ortak bir yönü olması beklenemez. Şekil 9.5'de δ^{34}S değerlerinin çeşitli jeolojik ortamlara ve cevher tiplerine ilişkin dağılımı yer almaktadır. Buna göre, Büğüz örneklerinin dağılım aralığı birçok ortamla örtüşmesine karşılık, burada kökenin skarn oluşum süreciyle ilişkilendirilmesinde bir aykırılık yoktur.



Şekil 9.4 Çeşitli jeolojik rezervuarların δ^{34}S (VPDT) değerleri (Seal II 2006)



Şekil 9.5 Çeşitli jeolojik ortamlara ve cevher tiplerine ilişkin $\delta^{34}S$ değerleri (Ohmoto ve Rye 1979a, 1979b, Claypool vd. 1980, Ohmoto 1986, Hoefs 1987)

Sonuç olarak, $\delta^{13}C$, $\delta^{18}O$ ve $\delta^{34}S$ izotop çalışmalarının ortaya koyduğu verilerle; cevherleşmenin granitik ve karbonatik kayaçlarla ilgili olduğu ve metasomatik-metamorfik süreçlerle şekillendiği yorumu yapılabilir.

10. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Büğüz köyü ve yakın çevresinde yapılan arazi çalışmalarında kristalize kireçtaşları, kuvars monzonit ve skarn kayaçları olmak üzere üç farklı birim gözlenmiştir. Kristalize kireçtaşları ile kuvars monzonit kontaklarında oluşan skarn kayaçları arazide açılan yarmalarda makroskobik ölçekte izlenebilmektedir.

Alterasyon kuşağına ait örneklerde, mineralojik incelemelerle belirlenen parajenez bir skarn oluşumunu işaret etmektedir. Örneğin andradit, grossular, diyopsit gibi yüksek sıcaklığı işaret eden mineraller prograd evreyi, epidot, aktinolit, kuvars ve rekristalize kalsitler gibi düşük sıcaklığı işaret eden mineraller retrograd evreyi göstermektedir (Ciobanu ve Cook 2004). Bu mineraller kalsik skarn tipini tanımlamakta (Einaudi ve Burt 1982) ve bunlarla birlikte içerdiği cevher mineralleri aynı zamanda ekzoskarn ortamını işaret etmektedir (Meinert 1992).

Cevherleşmenin parajenezinde manyetit ve hematit gibi yüksek sıcaklık mineralleri ve daha düşük sıcaklıkları gösteren sülfürlü minerallerin bulunuşu, metasomatik ortamlarda görülen ilvait mineralinin görülmesi (Ramdohr 1969), birincil opak minerallerle kalsit arasında yerini alma dokularının (manyetit, ilvait, kalkopirit gibi) bulunması gibi maden mikroskobik bulgular, cevherleşmenin metasomatik karakterini ortaya koymakta ve oluşumun skarnlaşmayla başladığı ve hidrotermal şartlara geçiş gösterdiğini işaret etmektedir.

Skarn kayaçları ve cevherleşmelerdeki eser element bolluklarına bakıldığında; zenginleşme gösteren eser elementlerin ekseriyeti sülfide duyarlı olup, bunların Sn ve Bi ile birlikte bulunuşları pegmatitik-pnöymatolitik evreden hidrotermal evreye geçiş şartlarını düşündürmektedir. Sayıca çok daha fazla olan çoğu tüketilmiş granitik kaynaklı elementlerle (Örneğin Ba, Be, Sn, Cs, Hf, Nb, Rb, Sr, Th, Zr, Tl ve NTE) bazaltik kaynaklı (Örneğin Cr, Co, Cu, Ni, Sc) olanların aynı oluşum içinde

bulunmaları, cevherleşmeyi gerçekleştiren asidik çözeltiler ile bazik bir magmayla ilişkili çözeltilerin karıştığını, bir çeşit kirlenme olduğunu gösterir.

Jeoistatiksel değerlendirmelerde CaO'in Fe_2O_3 ile ters hareket ettiğini ortaya konmuştur. Bu ilişki skarnlaşmayı işaret eden ornatma (yerini alma) olayı ile açıklanabilir. Ayrıca MB3 bölgesinde Fe_2O_3'in SiO_2 ile birlikte hareket etmesi yine skarnlaşma sürecinde karbonatlardaki silisleşme veya Ca'lu silikat mineral oluşumlarıyla açıklanmıştır.

Fe_2O_3'in sondaj örneklerinde Cr ile birlikte hareket etmesi ve Cr'un sondaj bölgesinde Sn ile BB3 bölgesinde ise Be, Nb ve Ni, Sc ile pozitif korelasyon göstermesi, hem granitik hem de bazaltik kökenli elementlerin birlikte bulunduğunu gösterir. Bu da element bolluklarında ulaşılan sonuçta olduğu gibi ortama cevher taşıyan çözeltilere bazik kökenli elementlerin karıştığı anlamına gelir. Gerek element bollukları ve gerekse korelasyon ilişkileriyle ortaya konan bu sonuç, şimdiye kadar bölgedeki skarn cevherleşmeleri üzerine yapılan çalışmaların çoğunda yer almamıştır. Örneğin Doğan vd. (1998) Kesikköprü demir yatağıyla ilgili makalelerinde "Cevher örneklerinde tüm kayaç analizleri bazında yapılan jeokimyasal çalışmalarda Zr, B, Sc, La, Ga, Y, Nb, Ce, ve Nd elementlerine rastlanılmamış olması cevher içerisinde granitik sıvıların etkin olmadığına veya sisteme granitik kayaçların doğrudan etkilerinin olmadığına işaret etmektedir" açıklamasını yapmışlardır. Bayhan (1984) bölgedeki oluşumları Çelebi granitoyitinden kaynaklanan akışkanlarla (sıvı ve gaz) mermerler arasındaki tepkimelerle açıklamış ve akışkanların kiyasal bileşimine değinmemiştir. Kuşçu vd. (2002)'ne göre; Çelebi graniyotinin metamorfik ve ofiyolitik kayaçlara göre ve iz element jeokimyasına göre göreceli zamanlaması çarpışma sonrası tektonizmayi işaret etmekte olup, La ve Ce'un bol miktarda bulunması ve mafik bileşenlerde V zenginleşmesi, Çelebi granitoyidinin manto kütlesinin kısmi ergimesi ile oluştuğunu, ancak muhtemel magma mixing süreçlerine bağlı olarak kıta kabuğuyla etkileşim sonucunda kontamine olduğunu göstermektedir.

Normal granitlerin ve arazideki kuvars monzonitlerin element içeriklerinin diğerlerinden yüksek ve uyumlu oluşu bu tip kayaçları oluşturan magmanın doğasından kaynaklanmaktadır. Oysa diğer birimlerin element içeriklerindeki düşüklük araştırılan bölgedeki hirotermal akışkanların etkinliğini işaret eder. Bilindiği üzere; Ba, Rb, K, Sr LILE grubuna ait elementler olup, bunlar kıtasal kabukta yoğunlaşan hareketli elementlerdir. Buna karşılık yine kıtasal kabukta yoğunlaşan Th, Nb, P, Zr, Hf, Sm, Ti, Y, Yb gibi elementler HFSE grubuna dahildir ve bunlar hareketsiz elementlerdir (Rollinson 1993). İncelenen örneklerde hareketsiz olduğu bilinen Ti, Nb gibi bazı elementlerin negatif anomali göstermesi kuvvetli asitlik derecesi gösteren hidrotermal akışkanın varlığını işaret etmektedir (Şahinci 1991)

Meinert (2005), plütonik kayaçların iz element içeriklerini kullanarak, skarnların kökenini ve tipini ortaya koyan diyagramlar hazırlamıştır. Araziden derlenen örneklerinin analiz sonuçları bu diyagramlara taşınmış ve skarnlaşmayı gerçekleştiren kuvars monzonitin dünyadaki Fe skarnlar yerine, Au ve Cu skarnlarına ait ortalama değerlere daha yakın olduğu görülmüştür. Benzer bir sonuçtan Orta Anadolu Masifine ait Çelebi granitoyitleriyle ilgili skarnlaşmaları inceleyen Kuşçu vd. (2002)'nin çalışmasında da söz edilmektedir.

$\delta^{13}C$, $\delta^{18}O$ ve $\delta^{34}S$ izotop çalışmalarına göre, Büğüz demir yatakları kuvars monzonitik bir sokulumun kristalize kireçtaşlarını keserek yerleşmesine bağlı olarak gelişen kontak metasomatik ve kontak metamorfik süreçlerle ilişkili bir cevherleşmedir.

Sonuç olarak; arazi gözlemleri, alterasyon kuşağında belirlenen kalsiyumlu silikat mineralleri, cevherleşmenin parajenezinde manyetit ve hematit gibi yüksek sıcaklık minerallerine ek olarak ilvaitin yer alması, kayaç ve cevher örneklerinin eser element içerikleri, elementlerin jeokimyasal davranışlarını yansıtan ve özellikle metasomatik tepkimeleri işaret eden CaO ile demir arasındaki korelasyon ilişkileri, kümelenmeleri ve izotop incelemeleri; Büğüz demir cevherleşmelerinin kuvars monzonit-kristalize kireçtaşı dokanağında oluşmuş hidrotermal evreye geçiş yapan bir skarn cevherleşmesi olduğunu ve cevherleşmede asıl etken olan asit çözeltilere bazik kökenli elementlerin de karıştığını göstermektedir.

KAYNAKLAR

Akande, S.O. and Zenfitli, M. 1983. Geologie, fluid inclusions and stable isotope studies of the Gays River lead-zinc deposit, Nova. Scotia, Canada: Econ. Geol., 79,1187-1211.

Akçay, A.E., Dönmez, M., Kara, H., Yergök, A. F. and Esentürk, K. 2008. Geological Maps of Turkey in 1: 100,000 scale. Kırşehir J-30 Sheet.[1: 100,000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Kırşehir J-30 Paftasl.] MTA Publ., Ankara, (91).

Akıman, O., Erler, A., Göncüoğlu, M.C., Güleç, N., Geven, A., Türeli, T.K. and Kadıoğlu, Y.K. 1993. Geochemical characteristics of granitoids along the western margin of the Central Anatolian Crystalline Complex and their tectonic implications: Geological Journal, 28, 371-382.

Akın, U. and Çiftçi, Y. 2011. Heat flow of the Kırşehir Massif and geological sources of the radiogenic heat production. General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA) Bulletin, 143, 53-73.

Ataman, G. 1972. Ankara'nın güneydoğusundaki granitik-granodiyoritik kütlelerden Cefalık dağının radyometrik yaşı hakkında ön çalışma. Bilimleri Derg, 2, 44-49.

Auwera, J.V. and Andre, L. 1988. O, C and Sr isotopes as tracers of metasomatic fluids: Application to the skarn deposit (Fe, Cu, W) of Traversella (Ivrea, Italy) [abs.]: Chemical Geology, v. 70, p. 137.

Ayan, M. 1963. Contribution a l'etude Petrographigue et geologigue de la region situee au Nord - Est de Kaman (Turguie): MTA Yayl., 115, 332 s.

Aydin, N.S., Goncuoglu, C.M., Erler, A. and Malpas, J.G. 1998. Diverse Magmatism in the Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. In IAVCEI, Int. Volcanological Congress, Capetown.

Bailey, E.B. ve Mc Callien, W.J. 1950. Ankara Melanjlı ve Anadolu Şariyajı: MTA Derg., 40, 17-21, Ankara.

Baker, T., and Lang, J.R. 2003. Reconciling fluid inclusions, fluid processes and fluid source in skarns: An example from the Bismark skarn deposit, Mexico: Mineralium Deposita, v. 38, p. 474–495.

Baker, A.J. and Fallick, A.E. 1989. Evidence from Lewisian limestones for isotopically heavy carbon in two-thousand-million-year-old sea water. Nature, 337(6205), 352-354.

Bayhan, H. 1984. Kesikköprü skarn kuşağının (Bâlâ-Ankara) mineralojisi ve petrojenezi: HÜ Yerbilimleri Derg., 11, 45-57, Ankara.

Bayhan, H. 1986. İç Anadolu granitoyid kuşağındaki Çelebi Sokulumunun jeokimyası ve kökensel yorumu: Jeo. Müh., 29, 27-36, Ankara.

Becker, R.H. and Clayton, R.N. 1972. Carbon isotopic evidence for the origin of a banded iron-formation in Western Australia. Geochimica et Cosmochimica Acta, 36(5), 577-595.

Bilgin, Z.R., Akarsu, B., Erbaş, A., Elibal, E., Yaşar, T., Esentürk, K., Güner, E. ve Kara, H. 1986. Kırıkkale - Kesikköprü -Çiçekdağı alanının jeolojisi: MTA Rap., 7876, (yayımlanmamış), Ankara

Birgili, S., Yoldas, R., ve Ünalan, G. 1975. Çankırı-Çorum havzasının jeolojisi ve petrol olanakları. MTA Rapor No. 5621, Ankara. 78 p. Turkish, yayımlanmamış.

Blatt, H., Tracy, R., and Owens, B., 2006. Petrology: igneous, sedimentary, and metamorphic. Macmillan.

Boroviczeny, F. 1964a. 200/240 no.lı ruhsat sahasının Kesikköprü yakınındaki demir yatağı hakkındaki rapor: MTA Rap., 3481, (yayımlanmamış), Ankara.

Boroviczeny, F. 1964b. 200/212 no.lı ruhsat sahasında yapılan jeolojik etütler hakkında sunulan rapor. MTA Rap., 3570, (yayımlanmamış), Ankara.

Boroviczeny, F. 1964c. Kesikköprü yakınındaki 200/240 no.lı ruhsat sahasında yapılan jeolojik etütler hakkında rapor: MTA Rap., 3591, (yayımlanmamış), Ankara.

Boroviczeny, F. 1964d. 200/248 no.lı ruhsat sahasında yapılan jeolojik etütler hakkında sunulan rapor: MTA Rap., 3584, (yayımlanmamış), Ankara.

Bowman, J.R. 1998b. Stable-isotope systematics of skarns: Mineralogical Association of Canada Short Course Series, v. 26, p. 99–145.

Boztuğ , D. 1998. Post-collisional central Anatolian alkaline plutonism, Turkey. Turk. J. Eart. Sci. 7, 145– 165.

Branam, T.D. and Ripley, E.M. 1990. Genesis of sediment-hosted copper mineralization in south-central Kansas; sulfur/carbon and sulfur isotope systematics. Economic Geology, 85(3), 601-621.

Brennich, G. 1960. Çelebi - Kesikköprü - Hirfanlı Bölgesinde manyetit zuhurları hakkında rapor: MTA Rap., 2755, (yayımlanmamış), Ankara.

Brown, P.E., Bowman, J.R., and Kelly, W.C. 1985. Petrologic and stable isotope constraints on the source and evolution of skarn-forming fluids at Pine Creek, California: ECONOMIC GEOLOGY, v. 80, p. 72–95.

Ciobanu, C. L. and Cook, N.J. 2004. Skarn textures and a case study: the Ocna de Fier-Dognecea orefield, Banat, Romania. Ore Geology Reviews, 24(3), 315-370.

Claypool, G.E., Holser, W.T., Kaplan, I.R., Sakai, H., and Zak, I. 1980. The age curves of sulfur and oxygen isotopes in marine sulfate and their mutual interpretation. Chemical Geology, 28, 199-260.

Çapan, U.Z., ve Buket, E. 1975. Aktepe - Gökdere bölgesinin jeolojisi ve ofiyolitli melanj: TJK Bült., 18,11- 16, Ankara.

Çavuşoğlu, H. 1967. Keskin-Denek Pb-Zn madenleri ve civarının jeolojik yapısı hakkında rapor, MTA derleme rapor no: 3871 (yayınlanmamış).

Çolak, H.I. 2005. Kırşehir metamorfitlerinde altın zenginleşmeleri: tipleri ve kökenleri: H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 97s., Ankara

Delibaş, O. ve Genç, Y. 2004. Karacaali (Kırıkkale) Magmatik Kompleksi Demir, Bakır Molibden ve Kurşun Cevherleşmelerinin Oluşumu ve Kökeni. Türkiye Jeoloji Bülteni Cilt 47, Sayı 1, 47-60

Doğan, B., Ünlü, T. ve Sayılı, İ.S. 1998. Kesikköprü (Bala - Ankara) demir yatağının kökenine bir yaklaşım: MTA Derg., 120, 1-33, Ankara.

Doğan, B. 1996. Kesikköprü demir yatağının (Bâlâ -Ankara) maden jeolojisinin incelenmesi: AÜFF Jeo. Müh. Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 258 s., Ankara

Doğan, H., Yurt, M.Z., Bahçeci, A. ve Sarı, İ. 1989. Kırsehir Çiçekdağı çevresi demir prospeksiyonu ve AR: 36045, AR: 36046, AR: 37085 no'lu ruhsat sahalarının jeoloji raporu, MTA derleme rapor no: 8853 (yayınlanmamış).

Düzgören-Aydin, N.S., Malpas, J., Goncuoglu, M.C., and Erler, A. 2001. A review of the nature of magmatism in central Anatolia during the Mesozoic post-collisional period. International Geology Review, 43(8), 695-710.

Egeran, N. and Lahn, E. 1951. Note on the tectonic position of the northern and Central Anatolia: MTA Derg., 41, 23-27, Ankara

Einaudi, M.T. and Burt, D.M. 1982. Introduction; terminology, classification, and composition of skarn deposits. Economic geology, 77(4), 745-754.

Erkan, Y. 1981. Orta Anadolu Masifinin metamorfizması üzerinde yapılmış çalışmalarda varılan sonuçlar: îç Anadolunun Jeolojisi Sempozyumu, TJK Yayını, 9-11, Ankara.

Erler, A., Akıman, O., Unan, C., Dalkılıç, F., Dalkılıç, B., Geven, A. ve Önen, A.P. 1989. Kaman (Kırşehir) ve Yozgat yörelerinde Kırşehir Masifi magmatik kayaçlarının petrolojisi ve jeokimyası: TÜBiTAK Proje No: TBAG 677, 119 s., Ankara.

Fu, M., A. Changkakoti, H.R. Krouse, J. Gray, and T.A.P. Kwak, 1991. An oxygen, hydrogen, sulfur and carbon isotope study of carbonate-replacement(skarn) tin deposits of the Dachang tin field, China. Econ. Geol., 86, 1683-1703.

Gençalioğlu-Kuşcu, G., and Floyd, P.A. 2001. Mineral compositional and textural evidence for magma mingling in the Saraykent volcanics. Lithos 56, 207–230.

Genç, Y. ve Yürür M.T. 2010. Coeval extension and compression in Late Mesozoic Recent thin–skinned extensional tectonics in Central Anatolia, Turkey, Journal of Structural Geology, 32, 623-640.

Gromet, L.P., Haskin, L.A., Korotev, R.L., and Dymek, R.F. 1984. The "North American shale composite": its compilation, major and trace element characteristics. Geochimica et Cosmochimica Acta, 48(12), 2469-2482.

Göktepeli, A. 1964. 963/381 numaralı imtiyaz sahasının etütü (Fe), MTA derleme rapor no: 3531 (yayınlanmamış).

Göncüoğlu, M.C., Erler, A., Toprak, G.M.V., Olgun, E., Yalınız, K., Kuşcu, İ., Köksal, S. ve Dirik, K. 1993. Orta Anadolu Masifi'nin orta bölümünün jeolojisi, Bölüm 3: Orta Kızılırmak Tersiyer baseninin jeolojik evrimi. TPAO Rep. No. 3313, 104.

Göncüoğlu, M.C. 1977. Geologie des vvestlichen Niğde Massive: Bonn Üniv. Doktora Tezi, 181 s., (yayımlanmamış), Bonn.

Göncüoğlu, M.C. 1981. Niğde masifinin jeolojisi. İç Anadolu'nun Jeolojisi Sempozyumu, Türkiye Jeol. Kur., Ankara, 16-19.

Göncüoğlu, M.C., Toprak, V., Kuşcu, İ., Erler, A. ve Olgun, E. 1991. Orta Anadolu Masifi'nin batı bölümünün jeolojisi, Bölüm 1:Güney Kesim. TPAO Rep. No. 2909, 140.

Gündüz, A. 1974. Kırşehir İ32-d1,d2 paftaları Alan, Kabaklı ve Kaleevci Köyleri demir mineralizasyonları jeoloji raporu, MTA-Maden Etüt ve Arama Dairesi Arsiv rapor no: 1504 (yayınlanmamış).

Gürer, Ö.F., and Aldanmaz, E. 2002. Origin of the Upper Cretaceous–Tertiary sedimentary basins within the Tauride–Anatolide platform in Turkey. Geological Magazine, 139(2), 191-197.

Heinrich, CA., Andrew, A.S., Wilkins, RWX., ve Patterson, DJ., 1989, A fluid inclusion and stable isotope study of synmetamorphic copper ore formation at Mt Isa, Australi: Econ., Geol, 84, 529-550.

Hodson, J.D. 1977. Stable Isotopes and limestone lithification. J. Geol. Soc.133, 637-660.

Hoefs, J. 1987. Stable Isotope Geochemistry. Springer Verlag (third edit.), 241, New York.

Hoefs, J. 1997. Stable Isotope Geochemistry. Springer, Heidelberg. 1-214 pp

Isik, V., Lo, C.H. Göncüoğlu, C. and Demirel, S. 2008. 39Ar/40Ar ages from the Yozgat batholith: Preliminary data on the timing of Late Cretaceous extension in the Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. Journal of Geology 116 (5), 510-526.

Isik, V. 2009. The Ductile shear zone in granitoid of central Anatolian crystalline complex, Turkey: Implications of the origins of the Tuzgolu basin during the Late Cretaceous extensional deformation. Journal of Asian Earth Sciences 34, 507-521.

Isik, V., Uysal, I. T., Caglayan, A., and Seyitoglu, G. 2014. The evolution of intraplate fault systems in central Turkey: Structural evidence and Ar-Ar and Rb-Sr age constraints for the Savcili Fault Zone. Tectonics, 33(10), 1875-1899.

İlbeyli, N. and Pearce, J.A. 2001. Genesis of enclaves in the Central Anatolian plutonics. Fourth Int. Turk. Geol. Symp., 24 – 28 September. C¸ ukurova University Press, Adana, Turkey, p. 205. Abstr.

İşbaşarır, O., Arda, N. and Tosun, S. 2002. Kırıkkale Karacaali demir cevherleşmesi ve Orta Anadolu manyetitk anomali sahaları jeoloji ve jeofizik Raporu. M.T.A. Derleme No: 10534, 67s. (yayınlanmamış).

İşbaşarır, O., Tosun. S. ve Arda, N. 2004. Kesikköprü Bala Ankara demir yatağı Maden Gecidi Ocak ve Boyalı İn Ocak'ı detay jeoloji ve jeofizik raporu; MTA Rap.;10534 (yayımlanmamış), Ankara.

Kara, H. ve Dönmez, M. 1990. 1/100.000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye jeoloji haritaları serisi: Kırşehir - G17 paftası No: 34, MTA Yayl., Ankara.

Keith, J.D., van Middelaar, W.T., Clark, A.H., and Hodgson, C.J. 1989. Granitoid textures, compositions, and volatile fugacities associated with the formation of tungsten-dominated skarn deposits: Reviews in Economic Geology, v. 4, p. 235–250.

Ketin, İ. 1955. Yozgat bölgesinin jeolojisi ve Orta Anadolu Masifi'nin tektonik konumu: TJK Bült., 6, 1-40, Ankara.

Ketin, İ. 1963. 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Kayseri Paftası izahnamesi: MTA Yayl., Ankara.

Kraeff, A. 1962a. Çögün-Karahıdır-Yesiloba ruhsat etüt raporu, MTA derleme rapor no: 3338 (yayınlanmamış).

Kraeff, A. 1962b. Çiçekdagı-Yeniyapan prospeksiyon raporu, MTA derleme rapor no: 3336 (yayınlanmamış).

Kuşcu, I., Kuşcu, G. G., Meinert, L. D. and Floyd, P. A. 2002. Tectonic setting and petrogenesis of the Çelebi granitoid,(Kırıkkale-Turkey) and comparison with world skarn granitoids. Journal of Geochemical Exploration, 76 (3), 175-194.

Kuşcu, İ. and Erler, A. 1998. Mineralizations in the Central Anatolian crystalline complex: metallogeny of a collision related setting. Int. Geol. Rev. 40, 552– 565.

Kuşcu, i., Gençalioğlu-Kuşcu, G., Göncüoğlu, M.C. and Meinert, L.D. 2000. Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nda Yeralan Granitoyidler ve Skarn Yataklarının Kökensel Birlikteliklerinin Magmatik Petrojenez ile I˙liskilendirilmesi, TÜBiTAK (Scientific and Technical Research Council of Turkey) Project Final Report.

Kuşcu, I., Gencalioglu-Kuscu, G., Sarac, C., and Meinert, L.D. 2004. An approach to geochemical characterization of productive versus barren granitoids in terms of iron in Central Turkey: Journal of Asian Earth Science, v. 24, p. 311–325.

Kwak, T.A.P. and White, A.J.R. 1982. Contrasting W-Mo-Cu and W-Sn-F skarn types and related granitoids: Mining Geology, v. 32, p. 339–351.

Layne, G.D., Longstaffe, F.J. and Spooner, E.T.C. 1991. The JC tin skarn deposit, southern Yukon Territory: II. A carbon, oxygen, hydrogen, and sulfur stable isotope study: ECONOMIC GEOLOGY, v. 86, p. 48–65.

McKeag, S.A. and Craw, D. 1989. Contrasting fluids in gold-bearing quartz vein systems formed progressively in a rising metamorphic belt: Otago schist, New Zealand: Econ. GeoL, 34,22-33.

Megaw, P.K.M., Ruiz, J. and Titley, S.R. 1988. High-temperature, carbonatehosted Ag-Pb-Zn(Cu) deposits of northern Mexico: ECONOMIC GEOLOGY, v. 83, p. 1856–1885.

Meinert, L.D. 1992. Skarns and skarn deposits: Geoscience Canada, v. 19, p. 145–162.

Meinert, L.D. 1993. Igneous petrogenesis and skarn deposits: Geological Association of Canada Special Paper, v. 40, p. 569–583.

Meinert, L.D. 1995. Compositional variation of igneous rocks associated with skarn deposits— chemical evidence for a genetic connection between petrogenesis and mineralization: Mineralogical Association of Canada Short Course Series, v. 23, p. 401–418.

Meinert, L. D., Dipple, G. M. and Nicolescu, S. 2005. World skarn deposits. In Economic Geology 100th Anniversary Volume (pp. 299-336).

Middlemost, E. A. 1994. Naming materials in the magma/igneous rock system. Earth-Science Reviews, 37(3-4), 215-224.

Naito, K., Fukahori, Y., He, P., Sakurai, W., Shimazaki, H. and Matsuhisa, Y. 1995. Oxygen and carbon isotope zonations of wall rocks around the Kamioka Pb-Zn skarn deposits, central Japan: Application to prospecting: Journal of Geochemical Exploration, v. 54, p. 199–211.

Newberry, R.J. and Swanson, S.E. 1986. Scheelite skarn granitoids: An evaluation of the roles of magmatic source and process: Ore Geology Reviews, v. 1, p. 57–81.

Newberry, R.J. 1987. Use of intrusive and calc-silicate compositional data to distinguish contrasting skarn types in the Darwin polymetallic skarn district, California, USA: Mineralium Deposita, v. 22, p. 207–215.

Norman, T. 1972. Ankara - Yahşihan bölgesinde Üst Kretase - Alt Tersiyer istifinin stratigrafisi: TJK Bült., 15/2, 180-276, Ankara.

Ohmoto, H. 1986. Stable isotope geochemistry of ore deposits. Reviews in mineralogy, 16, 491-560.

Ohmoto, H. and Rye, R.O. 1979. Isotopes of Sulpfur and Carbon, H.L. Barnes, Ed., Geochemistry of Hydrothermal Ore Deposits, 506-567, Wiley, NewYork, 798.

Okay, A.İ. and Tüysüz, O. 1999. Tethyan sutures of northern Turkey. In: Durand, B., Jolivet, L., Horvath, F., Seranne, M. (Eds.), The Mediterranean Basins: Tertiary Extension within the Alpine Orogen. Geological Society London, Special Publication, 156, 475-515.

Oktay, F. Y. 1981. Savcılıbüyükoba (Kaman) çevresinde Orta Anadolu masifi tortul örtüsünün jeolojisi ve sedimentolojisi. Doktora Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 175s.

Ovalıoğlu, R. 1967. Bahçepınar Köyü (Çiçekdağı) bakır madeni, MTA derleme rapor no: 3864 (yayınlanmamış).

Önen, P. ve Unan, C. 1988. Kaman (Kırşehir) kuzey doğusunda bulunan gabroların mineralojisi, petrografisi ve jeokimyası: TJK Bült., 31, 23-28, Ankara.

Özcan, A., Erkan, A., Keskin, A., Oral, A., Özer, S., Sümengen, M. ve Tekeli, O. 1980. Kuzey Anadolu fayı-Kırşehir masifi arasının temel jeolojisi. MTA Report, 6722.

Öztürk, M. 1972. Kaman kuzeyi demir prospeksiyon sahasındaki zuhurların jeoljik etütü, MTA derleme rapor no: 4944 (yayınlanmamış).

Öztürk, K. 1977. Kırşehir-Kaman Benzer Köyü Karataşburnu demir cevherleşmesi jeoloji raporu, MTA derleme rapor no: 6714 (yayınlanmamış).

Öztürk, M. 1981. Ankara - Keskin - Çelebi; Kırşehir - Kaman; Nevşehir - Hacıbektaş yörelerindeki demir zuhurlarının jeoloji raporu: MTA Rap., 7158, (yayımlanmamış), Ankara.

Öztürk, K., Kurt, M., Öztürk, M. ve Sarı, l. 1983. Ankara Bâlâ - Kesikköprü, Madentepe, Büyükocak, Çataldere, Camiisagir demir yatakları jeoloji ve rezerv raporu: Cilt 1, 2,3, MTA Rap., 7355, (yayımlanmamış), Ankara.

Pearce, J.A. 1996. Sources and settings of granitic rocks: Episodes, v. 19, p. 120–125.

Pearce, J.A., Harris, N.B.W. and Tindle, A.G. 1984. Trace-element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks: Journal of Petrology, v. 25, p. 956–983.

Ramdohr, P. 1969. The ore minerals and their intergrowths. International Series of Monographs on Earth Sciences.

Ray, G.E., Webster, I.C.L. and Ettlinger, A.D. 1995. The distribution of skarns in British Columbia and the chemistry and ages of their related plutonic rocks: ECONOMIC GEOLOGY, v. 90, p. 920–937.

Ray, J.S., Ramesh, R. and Pande, K. 1999. Carbon isotopes in Kerguelen plume-derived carbonatites: evidence for recycled inorganic carbon. Earth and Planetary Science Letters, Vol.170(3), 15, 205-214.

Rollinson, H.R. 1993. Using stable isotope data. Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation: Geochemistry Series, Longman Scientific and Technical co-published with Wiley and Sons, New York, 266-315.

Rondot, J. 1956. Çelebi şelit, MTA derleme no: 2401 (yayınlanmamış).

Rye, R.O. and Ohmoto, H. 1974. Sulfur and carbon isotopes and ore genesis: a review. Economic Geology, 69(6), 826-842.

Rye, D.M. and Rye, R.Q. 1974. Homestake gold mine, south. Dakota: I. Stable isotope studies: Econ. Geol., 69,293-317.

Seal II, R.R. 2006. Sulfur isotope geochemistry of sulfide minerals. Rev. Mineral. Geochem. 61, 633–677.

Seymen, İ. 1981a. Kaman (Kırşehir) dolayında Kırşehir Masifi'nin stratigrafisi ve metamorfizması, Türkiye Jeol. Kur. Bült, 24, 7-14.

Seymen, İ. 1981b. Kaman (Kırşehir) dolayında Kırşehir Masifi'nin metamorfizması, Türkiye Jeol. Kur. 35. Bilimsel ve Teknik Kurultayı İç Anadolu'nun Jeolojisi Sempozyumu, Ankara, 12 -15.

Seymen, İ. 1982. Kaman Dolayında Kırşehir Masifi'nin Jeolojisi, Doçentlik Tezi, İ.T.Ü. Maden Fakültesi, İstanbul,164 s.

Seymen, İ. 1983. Tamadağ (Kaman-Kırşehir) çevresinde Kaman grubunun ve onunla sınırdaş oluşukların karşılaştırılmalı tektonik özellikleri, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni,26, 89-98.

Sheppard, S. M. 1986. Characterization and isotopic variations in natural waters. Reviews in Mineralogy and Geochemistry, 16(1), 165-183.

Shimazaki, H., Shimizu, M. and Nakano, T. 1986. Carbon and oxygen isotopes of calcites from Japanese skarn deposits: Geochemical Journal, v. 20, p. 297–310.

Shimazaki, H. and Kusakoabe, M. 1990. Oxygen isotope study of the Kamioka Zn-Pb skarn deposits, central Japan: Mineralium Deposita, v. 25, p. 221–229.

Shimazaki, H. and Sakai, H. 1984. Regional variation of sulfur isotope composition of skarn deposits in the westernmost part of the Inner zone of Southwest Japan: Mining Geology, v. 34, p. 419–424.

Shimazaki, H. and Yamamoto, M. 1979. Sulfur isotope ratios of some Japanese skarn deposits: Geochemical Journal, v. 13, p. 261–268.

Shimazaki, H. and Yamamoto, M. 1983. Sulfur isotope ratios of the Akatani, Iide and Waga-Sennin skarn deposits, and their bearing on mineralizations in the Green Tuff‖ region, Japan: Geochemical Journal, v. 17, p. 197–207.

Shimazaki, H. 1975. The ratios of Cu/Zn-Pb of pyrometasomatic deposits in Japan and their genetic implications: ECONOMIC GEOLOGY, v. 70, p. 717–724.

Shimazaki, H. 1980. Characteristics of skarn deposits and related acid magmatism in Japan: ECONOMIC GEOLOGY, v. 75, p. 173–183.

Shimazaki, H. 1988. Oxygen, carbon and sulfur isotope study of skarn deposits in Japan: in Zachrisson, E., ed., Proceedings of the 7th Quadrennial IAGOD Symposium: Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, p. 375–381.

Sözen, A. 1970. Kesikköprü, Madentepe manyetit zuhur hakkında rapor: MTA Rap., 4212, yayımlanmamış

Sungurlu, B. 1970. Kesikköprü - Çelebi - Hirfanlı bölgesinin manyetit zuhurları hakkında (Yaz ve Sözen) isimli rapordan Kesikköprü Ltd. Şirketine ait Ar:200/248 ruhsat no'lu demir sahası için derlenen rapordur: MTA Rap., 4231, yayımlanmamış

Swanson, S.E., Newberry, R.J., Coulter, G.A. and Dyehouse, T.M. 1990. Mineralogical variation as a guide to the petrogenesis of the tin granites and related skarns, Seward peninsula, Alaska: Geological Society of America Special Paper 246, p. 143–159.

Şahinci, A. 1991. Doğal Suların Kimyası, 547 s., Reform Matbaası, İzmir.

Şengör, A.M.C. and Yilmaz, Y. 1981. Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. Tectonophysics, 75(3-4), 181193203-190199241.

Temur, S. 1997. Jeolojide Veri Analizleri, Çizgi Kitabevi, Konya.

Thompson, R.N. 1982. Magmatism of the British Tertiary province Scottish. Journal of Geology, 18, 49-107.

Tülümen, E. 1980. Akdağmadeni (Yozgat) yöresinde petrografik ve metalojenik incelemeler: KTÜ Doktora Tezi, 157 s., Trabzon.

Ünlü, T. and Stendal, H. 1988. An example to evaluation of geochemical data by multivariate geostatistical analyses: Divriği region iron deposits, Central Anatolia. Commun. Fac. Sci. Univ. Ank. Series C., V. 6, pp 361 -379, Ankara.

Vache, R. 1962. Çiçekdagı-Fakılı ruhsat etüt raporu, MTA derleme rapor no: 3333 (yayınlanmamış).

Wang, C., Deng, J., Santosh, M., Carranza, E.J.M., Gong, Q., Guo, C. Xia, R. and Lai, X. 2015. Timing, tectonic implications and genesis of gold mineralization in the Xincheng gold deposit, China: C–H–O isotopes, pyrite Rb–Sr and zircon fission track thermochronometry. Ore Geology Reviews, 65, 659-673.

Wondemagegnehu, T.W. 1990. Mineralogy, chemistry and physical Properties of the magnetite ore deposits around Kesikköprü village and the surrounding ereas: ODTÜ Yüksek Lisans Tezi, 128 s., Ankara.

Yaz, N. ve Sözen, A. 1965. Kesikköprü Madencilik Ltd. Şirketi Kesikköprü Demir Ruhsat sahaları hakkında rapor: MTA Rap., 3810, (yayımlanmamış), Ankara.

Yaz, N. ve Sözen, A. 1967. Kesikköprü - Çelebi - Hirfanlı bölgesinin mayetit + hematit zuhurları hakkında rapor: MTA Rap., 4440, (yayımlanmamış), Ankara.

Yıldızeli, N. 1972. Kaman güneyi demir prospeksiyonu, MTA derleme rapor no: 4948 (yayınlanmamış).

Zharikov, V.A. 1970. Skarns: International Geology Review, v. 12, p. 541–559, p. 619–647, and p. 760–775.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Barış ACAR

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi : 22/02/1991

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Reha Alemdaroğlu Anadolu Lisesi (2005-2009)

Lisans : Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü (2009-2014)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı (Şubat 2015- Şubat 2018)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Karayolları Genel Müdürlüğü (2013) - Stajyer