



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KURŞUNLU - DAĞDERE (SELÇUKLU, KONYA) ARASINDAKİ BÖLGENİN MADEN YATAKLARI POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI

Zahide Seher ATEŞ

YÜKSEK LİSANS

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Agustos-2014
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Zahide Seher ATEŞ

Tarih:

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KURŞUNLU- DAĞDERE (SELÇUKLU, KONYA) ARASINDAKİ BÖLGENİN MADEN YATAKLARI POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI

Zahide Seher ATEŞ

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Fetullah ARIK

2014, 138 Sayfa

Jüri
Danışman Doç. Dr. Fetullah ARIK
Doç. Dr. Hüseyin ÖZAYTEKİN
Y.Doç. Dr. Alican ÖZTÜRK

Bu çalışmada Ladik (Sarayönü) ve Bağrıkurt (Selçuklu) arasında kuzeyde Dağdere Köyü ile güneyde Sızma Kasabası'nın arasındaki 132 km^2'lik bir alanın metalik maden yatağı potansiyelinin araştırılması amaçlanmıştır.

Bölgede Ladik Metamorfikleri'ne ait Silüriyen (?)-Permiyen yaşlı Sızma grubu ve bu grubu açılı uyumsuz olarak örten Permo (?)-Mesozoyik yaşlı Ardıçlı grubuna ait kayaçlarla güncel alüvyonlar yüzeylemektedir. Sızma grubu, alttan itibaren rekristalize kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve dolomitlerden oluşan Bozdağ formasyonu; fillit, metakumtaşı, rekristalize kireçtaşı, metaçört, şist ve metakarbonat olistolitlerinden oluşmuş Bağrıkurt formasyonu ve bu birimlerle yer yer ara seviyeli yer yer de dayklar şeklinde kesen Karadağ metamagmatiklerinden yapılıdır. Ardıçlı grubu ise, metakonglomera, fillit metakumtaşı ve rekristalize kireçtaşlarıyla temsil olunan Bahçecik ve bu birimle dereceli geçişli metakarbonat ve metakırıntılılardan oluşan Ertuğrul formasyonundan oluşmuştur.

Bölgede daha çok damar tipi cevherleşmeler bulunmakta olup bilinen en önemli metalik cevherleşme sahanın güneybatı sınırındaki Sızma-Ladik civa yataklarıdır. Civa yatakları Sızma Kasabası'nın kuzeybatısındaki Büyük Maden, Çırakman T., Çalıcanınbaş T., Kurşunlu ve Ardıçlı Tepe'de Bağrıkurt ve Bozdağ formasyonlarının sınırında ve daha çok Bozdağ formasyonu içinde yer almaktadır İnceleme alanındaki hidrotermal alterasyonlar civa yataklarıyla aynı kökenli ve aynı yaşlı olup, alterasyon zonlarında ince damarlar ve yığımlar şeklinde başta zinober ve antimonit olmak üzere galenit, sfalerit, realgar, kalsit, kuvarsla temsil edilen epitermal mineral parajenezi vardır.

Yörenin ikinci önemli mineralizasyonu başta Bağrıkurt formasyonu olmak üzere Bozdağ formasyonu ve Karadağ metamagmatikleri içinde yer yer bakır, çinko ve kurşun içeren spekülaritik hematit damarları ve demir oksit zenginleşmeleridir. Demir zenginleşmeleri bazen oldukça yoğun olup Bahçesaray'ın batısında Saraybahçekalesi Tepe'de metamorfik kayaçlar tümüyle demiroksitlere

dönüşmüş olup pirit, kalkopirit ve kuvars dolgulu damarlara rastlanmıştır. Ayrıca özel sektör tarafından yörede birkaç tane ruhsatlı sahada altın ve diğer metalik maden aramaları yapılmaktadır.

Cevherli numunelerde ortalama % 56.04 SiO_2, % 6.53 Al_2O_3, % 17.06 Fe_2O_3, % 1.18 MgO, % 7.01 CaO, % 1.01 Na_2O, % 1.41 K_2O, % 0.27 TiO_2, % 0.26 P_2O_5, % 0.35 MnO ve % 0.01 Cr_2O_3 bulunmakta olup Fe_2O_3 değişim aralığı % 56.47'dir. İz elementlerden Ba 342 ppm, Sr 99 ppm, Co 24 ppm ve Ni 131 ppm iken U, V, Zr, Sc, Y, La ve Ce sırasıyla 2.5, 59, 75, 20, 32, 19 ve 31 ppm'dir. Örneklerde ortalama Mo 9 ppm, Cu 57 ppm, Pb 108 ppm ve Zn 205 ppm'dir. Örneklerin As, Cd, Sb, Ag, Hg, Tl ve Se içerikleri sırasıyla 194, 1, 12, 0.3, 6.7, 1.2 ve 5.4'tür. Bozdağ formasyonundan alınan civalı örnek içinde 63 ppb Au ile birlikte üst deteksiyon limiti 100 ppm'i geçen Hg önemli görülmektedir.

Cevher numunelerinde analiz edilen bileşenlerin birbirleri ile ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla korelasyon katsayıları kullanılarak hazırlanan küme (cluster) analizi dendrogramında; ana bileşenler {[(Al_2O_3-Na_2O)-(MgO-Cr_2O_3)]-[(K_2O-TiO_2)-P_2O_5]-SiO_2}, düşük sıcaklıklı hidrotermal {[(((Hg-Tl)-Sb)-Ag)-Se)-Au]-CaO} ve yüksek sıcaklıklı hidrotermal {([((((Zn-Ni)-Co)-Mo)-(Fe_2O_3-Pb)]-[(Cu-Cd)-As])-MnO} grubu olarak tanımlanan üç adet bileşen kümesi ayırt edilebilmektedir.

İncelenen numunelerdeki bileşenlerin herbirinin farklı bir faktörle ilişkili olduğu düşünülerek gerçekleştirilen faktör analizinde ilk 7 faktör toplam değişimin % 90.8'ini karşılamaktadır. Değişime etkisi % 27.8 olan birinci faktör Sb, Ag, Au, Hg, Tl ve Se ile CaO'in önemli pozitif faktör yükleri ile temsil edilmekte olup küme analizi dendrogramındaki düşük sıcaklıklı hidrotermal grup ile tam olarak örtüşmektedir. Birinci faktörde genellikle düşük sıcaklıklı hidrotermal şartlarda zenginleşen Hg, Sb ve As'in bulunması nedeniyle bu faktör epitermal mineralizasyon faktörü olarak adlanmıştır.

Değişime etkisi % 22.4 olan ikinci faktör Fe_2O_3, Co, Mo, Cu, Pb, Zn, Ni, As ve Cd'un önemli pozitif faktör yüklerine karşılık SiO_2'in önemli negatif faktör yükleri ile temsil edilmekte olup MnO dışında küme analizinde belirtilen yüksek sıcaklıklı hidrotermal grup ile örtüşmektedir. Bu faktörde Mo, Cu gibi nispeten yüksek sıcaklıklı hidrotermal şartlarda zenginleşen elementlerin yer alması nedeniyle bu faktör mezotermal/hipotermal mineralizasyon faktörü olarak tanımlanmıştır.

Değişim içindeki payı 15.4 olan üçüncü faktör Al_2O_3, MgO, Na_2O, K_2O, TiO_2, P_2O_5 ve Cr_2O_3'ün önemli pozitif faktör yükleri ile temsil edilmekte olup küme analizindeki ana bileşenler grubu ile tam olarak örtüşmektedir. Bu faktör farklı litolojik özelliklere sahip olan yan kayaçların oluşumunu göstermektedir. Cevher numunelerinde ilk üç faktör toplam değişimin % 66'sını etkilemekte olup küme analizi dendrogramında belirlenen üç ana grupla örtüşmektedir. Diğer faktörler ile özellikle metakırıntılı, metakarbonatlı ve metamagmatik kayaçları oluşturan önemli bileşenlerin etkileri ile ortaya çıkmıştır.

Buna göre yörede kayaç oluşumundan sonra (3. Faktör) gerçekleşen magmatik aktivitelerle birincil mineralizayon (2. Faktör) gerçekleşmiş olup ilerleyen dönemde genç magmatizma ile ilişkili epitermal mineralizasyon (1. Faktör) hakim olmuştur. Böylece kayaç oluşumundan sonra gerçekleşen hidrotermal alterasyonla kayaç olumunu sağlayan 3. Faktörün izleri büyük ölçüde silinmiştir.

İnceleme alanındaki plaserlerde de Ba 1622, Co 17, Sr 477, V 209, Y 49, La 35, Ce 46, Cu 137, Pb 22, Zn 53, Ni 211, As 28 ve Tl 4'ppm'e ulaşmaktadır. Yörede faklı litolojik özelliklere sahip olan kayaçlardan yapılacak yüzey örneklemelerinin yanısıra yarma ve sondaj açılarak ayrıntılı analizler yapılması halinde önemli bir potansiyel ortaya çıkabilecektir.

Anahtar Kelimeler: civa, demir, epitermal cevherleşme, faktör analizi, hidrotermal alterasyon, küme (cluster), analizi, Ladik, Sızma,

ABSTRACT

MS THESIS

THE INVESTIGATION OF THE MINERAL DEPOSIT POTENTIAL OF THE REGION BETWEEN KURŞUNLU AND DAĞDERE VILLAGES (SELÇUKLU, KONYA).

Zahide Seher ATEŞ

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE GEOLOGICAL ENGINEERING

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Fetullah ARIK

2014, 138 Pages

Jury
Advisor Assoc. Prof. Dr. Fetullah ARIK
Assoc. Prof. Dr Hüseyin ÖZAYTEKİN
Assist. Prof. Dr. Alican ÖZTÜRK

In this study conducted investigate the potential of metallic ore deposits of 132 km^2 an area among the towns of Ladik (Sarayonu) and Bağrıkurt (Selcuklu) in the east-west direction and the towns of Dağdere and the Sızma in the north-south direction.

Silurian (?)-Permian Sızma group and Permo (?)-Mesozoic Ardicli group rocks unconformably overlying the Sızma Group belongs to Ladik Metamorphics and actually alluvium are exposed in the region. Sızma group, consists from bottom to top Bozdag formation consisting of recrystallized limestone, dolomitic limestone and dolomites and Bağrıkurt formation composed of phyllite, metasandstone, recrystallized limestone, metachert, schist and metacarbonates olistoliths and these units cut by the dykes of Karadağ metamagmatic intermediate-level places. Ardicli group formed by Bahçecik formation consisting of metaconglomerate, metasandstone, phyllite and recrystallized limestones gradual transition to Ertugrul formation represented by metacarbonates and metadetricious rocks.

Available in vein-type mineralization are in the area and mostly known metallic ore deposit is Sızma-Ladik mercury deposit in the southwestern edge of the study area. Büyük Maden, Çırakman, Çalıcanınbaş, Kurşunlu and Ardicli Hills mercury deposits are generally located northwest of the Sızma town on the borders of the Bağrıkurt and Bozdag formation, and more in the Bozdag formation. Hydrothermal alterations in the study area are same origin and the same aged of mercury deposits, thin veins and piles in the alteration zones bearing epithermal mineral assemblages particularly in the form of cinnabar and stibnite including galena, sphalerite, realgar, calcite, quartz in places.

The second important mineralization of the region are specularitic hematite veins and iron oxide-enrichments containing copper, zinc and lead formation in places in particular in the Bağrıkurt formation and Bozdag formation and places in Karadağ metamagmatics. Iron enrichment is sometimes quite intense and metamorphic rocks have been completely transformed into iron oxide, pyrite, chalcopyrite and quartz-filled veins were found in the Saraybahçekalesi Hill west of the Bahçesaray Village. Also a few gold and other metallic minerals investigations are made by the licensed private sector in the region.

Mineralized samples have average 56.04% SiO_2, 6.53% Al_2O_3, 17.06% Fe_2O_3, 1.18% MgO, 7.01% CaO, 1.01% Na_2O, 1.41% K_2O, 0.27% TiO_2, 0.26% P_2O_5, 0.35% MnO and 0.01% Cr_2O_3 available and Fe_2O_3 change interval is 56.47%. Trace elements such as Ba 342 ppm, Sr 99 ppm, Co 24 ppm and Ni 131 ppm, while the U, V, Zr, Sc, Y, La and Ce are 2.5, 59, 75, 20, 32, 19 and 31 ppm respectively. In the examples, the average Mo 9 ppm, Cu 57 ppm, Pb 108 ppm and Zn 205 ppm. As, Cd, Sb, Ag, Hg, Tl and Se content of the samples are 194, 1, 12, 0.3, 6.7, 1.2 and 5.4 ppm respectively. A mercury rich sample taken from the Bozdağ formation has the Hg upper detection limit of 100 ppm and 63 ppb Au are deemed important.

In the dendrogram of the cluster analysis of ore samples have been to determine the relationship of the components with each other with using the correlation coefficients; the main components {[(Al_2O_3-K_2O) - (MgO-Cr_2O_3)] - [(K_2O-TiO_2)-P_2O_5]-SiO_2}, low temperature hydrothermal {[(((Hg-Tl)-Sb)-Ag)-SA)-A]-CaO} and high temperature hydrothermal {([(((Zn-Ni)-Co)-Mo) - (Fe_2O_3-Pb)] - [(Cu-Cd)-As])-MnO} as a group defined set of three components can be distinguished.

Factor analysis performed assuming that the components in the samples being tested of each factor are associated with a different natural geological factor. First 7 factors of initial eigen values over 1 have 90.8% of cumulative variation of total variation in the factor analysis. First factor effects the 27.8% of the variation represented by significant positive factors loads of Sb, Ag, Au, Hg, Tl and Sa with CaO and these factors exactly overlap low temperature hydrothermal group in the cluster analysis dendrograms. The first factor was named epithermal mineralization factor due to the presence Hg, Sb and As usually enriched in low temperature hydrothermal conditions.

The second factor effects of 22.4% of total variation represented by important positive factor loadings of Fe_2O_3, Co, Mo, Cu, Pb, Zn, Ni, As and Cd corresponding to the significant negative factor loadings of SiO_2 are coincides with the high-temperature hydrothermal group except MnO in the cluster analysis. The second factor has been described as mesothermal / hypothermal mineralization factor account of the presence of Mo, Cu etc. which are enriched in relatively high-temperature hydrothermal conditions.

The third factor share of 15.4% of total variation and represented by important positive factor loadings of Al_2O_3, MgO, Na_2O, K_2O, TiO_2, P_2O_5 and Cr_2O_3 and fully overlap with the principal components group in the cluster analysis. The third factor shows the formation of rocks having different lithologic characteristics. The first three factors affect 66% of the total variation in the ore samples; overlap the identified three main groups in dendrograms of the cluster analysis. Other factors, especially make up the major components of the impact of metapelitic, metacarbonates and metamagmatic rocks.

Accordingly, after the formation of rocks in the region (Factor 3) occurs with the primary mineralization of magmatic activity (Factor 2) has been realized in the succeeding period younger magmatism associated with epithermal mineralization (Factor 1) has been prevailed. Thus, hydrothermal alteration that occurred after the formation largely deleted the traces of providing the formation of rocks in Factor 3.

Trace elements in the placers reached significant proportions in the study area such as Ba to 1622, Co to 17, Sr to 477, V to 209, Y to 49, La to 35, Ce to 46, Cu to 137, Pb to 22, Zn to 53, Ni to 211, As to 28 and Tl to 4 ppm. Detailed and systematic sampling and analyzing of surface, splitting and drilling of the rocks having different lithological properties in the area may arise of significant ore deposit potential.

Keywords: mercury, iron, epithermal mineralization, factor analysis, cluster analysis, hydrothermal alteration, Ladik, Sızma, ,

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Maden Yatakları-Jeokimya Programında "Kurşunlu-Dağdere (Selçuklu, Konya) Arasındaki Bölgenin Maden Yatakları Potansiyelinin Araştırılması" konulu yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Araştırmada sözkonusu bölgeden alınan sınırlı sayıda örneğin analizlerine göre başta civa, demir, kurşun-çinko ve bakır olmak üzere metalik mineralizasyon bakımından ümitli bölgeler belirlenmiştir. Yüksek Lisans tezi olarak gerçekleştirilen bu çalışmada elde edilen sonuçların teyid edilmesi ve yeni cevherleşmelerin bulunması bakımından detaylı yüzey örneklemelerinin yanısıra açılacak yarma ve sondajlardan numune alınarak ayrıntılı analizlerinin yapılması faydalı olacaktır.

Çalışmanın başlangıcından bitimine kadar; tez konusunun belirlenmesi, saha çalışmalarında problemlerin tespiti ve çözümü ile saha çalışması sonrası derlenen verilerin yorumlanmasına kadar tezin her aşamasında vermiş olduğu destek ve katkılarından dolayı değerli danışmanım Sn. Doç. Dr. Fetullah ARIK'a,

Alınan parlatma örneklerine değerli zamanlarını ayırarak inceleyen ve değerli bilgilerini benden esirgemeyen değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Alican ÖZTÜRK'e,

Alınan örneklerin jeoistatistiksel tabloların hazırlanmasında yardımını gördüğüm Arş. Gör. Yeşim BOZKIR'a,

Petrografik incelemelerde yardımını esirgemeyen Arş. Gör. Fuat ÇÖMLEKÇİLER'e

Hayatım boyunca manevi desteklerini her zaman yanımda hissettiren aileme ve bu çalışmanın hazırlanmasında her türlü desteğini esirgemeyen eşim M.Burak ATEŞ'e teşekkür ederim.

Zahide Seher ATEŞ
KONYA-2014

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **vi**

ÖNSÖZ ..... **viii**

İÇİNDEKİLER ..... **ix**

ŞEKİL LİSTESİ ..... **xi**

ÇİZELGE LİSTESİ ..... **xv**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **xvi**

1. GİRİŞ **1**

1.1. Amaç 1

1.2. Coğrafik Özellikler 1

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **3**

2.1. Bölgesel Jeolojik, Petrografik ve Petrolojik Çalışmalar 3

2.2. Maden Jeolojisi Çalışmaları 11

3. MATERYAL VE YÖNTEM **14**

3.1. Hazırlık Çalışmaları 14

3.2. Saha Çalışmaları 14

3.2. Laboratuvar Çalışmaları 15

3.4. Rapor Yazımı 18

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **19**

4.1. Genel Jeoloji 19

4.1.1. Stratigrafi 19

4.1.1.1.Sızma Grubu 21

4.1.1.1.1. Bozdağ Formasyonu (Ɛbo) 21

4.1.1.1.2. Bağrıkurt Formasyonu (Ɛba) 25

4.1.1.1.3. Karadağ Metamagmatikleri (Ɛkm) 39

4.1.1.2. Ardıçlı Grubu 48

4.1.1.2.1. Bahçecik Formasyonu (P-T_Rb) 48

4.1.1.2.2. Ertuğrul Formasyonu (P-T_Re) 58

4.1.1.3. Alüvyon (Qal) 65

4.1.2. Metamorfizma 66

4.1.3. Yapısal Jeoloji 71

4.1.3.1. Tabaka/yapraklanma ve kıvrımlar 72

4.1.3.2. Kırıklı yapılar 73
4.1.3.2.1. Damar ve çatlaklar 73
4.1.3.2.2. Faylar 75
4.1.4. Jeolojik gelişim 76
4.2. Maden Jeolojisi 79
4.2.1. Sızma – Ladik civa yatakları 79
4.2.1.1. Civa yataklarının yayılımı ve konumu 82
4.2.1.2. Civa yataklarının mineralojik özellikleri 85
4.2.1.3. Geometrik özellikler ve cevher oluşum mekanizması 87
4.2.1.4. Civa yataklarının oluşum zamanı 88
4.2.1.5.Teknolojik özellikler ve çevresel riskler 89
4.2.2. Demir, kurşun-çinko ve bakır zenginleşmeleri 89
4.3. Jeokimyasal İncelemeler 93
4.3.1. Yankayaç jeokimyası 93
4.3.1.1. Bozdağ formasyonu 93
4.3.1.2. Bağrıkurt formasyonu 95
4.3.1.3. Karadağ metamagmatikleri 102
4.3.1.4. Ertuğrul formasyonu 110
4.3.2. Cevher Jeokimyası 111
4.3.2.1. Kayaç jeokimyası 112
4.3.2.2. Plaser jeokimyası 121
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 123
5.1 Sonuçlar 123
5.2 Öneriler 127
KAYNAKLAR 129
EKLER 136
ÖZGEÇMİŞ 138

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No **Sayfa**

Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası..... **2**

Şekil 2.1. Anadolu'nun tektonik birlikleri ve inceleme alanının yeri (Okay ve Tüysüz, 1999) **4**

Şekil 3.1. İnceleme alanından derlenen numunelerin yerleri **16**

Şekil 4.1. İnceleme alanında yüzeyleyen birimlere ait genelleştirilmiş dikme kesit (Ölçeksiz) **20**

Şekil 4.2. Bozdağ formasyonuna ait gri renkli rekristalize kireçtaşları (Yer: Çalıcanınbaş Tepe)..... **22**

Şekil 4.3. Bozdağ formasyonunun üst kesimlerindeki orta-kalın tabakalı kristalize kireçtaşları (Yer: Sızma Kasabası kuzeyi) **23**

Şekil 4.4. Bozdağ formasyonuna ait mermerlerde iri kristalli kalsitlerle (cc) oluşan granoblastik doku (A: //N, B: +N) **23**

Şekil 4.5. Bozdağ formasyonuna ait mermerlerde iri kristalli kalsitleri (icc) kesen ikincil sparitik kalsit (scc) damarları (A: +N, B: //N) **24**

Şekil 4.6. Bağrıkurt formasyonunda yaygın olarak gözlenen yeşil renkli fillitlerde yapraklanmalar (Yer: Bağrıkurt Köyü kuzeyi **27**

Şekil 4.7. Bağrıkurt formasyonuna ait fillitlerde fillitlerde kahverengi ayrışma yüzeyleri (Yer: Bahçesaray Köyü batısı) **27**

Şekil 4.8. Fillitlerde buruşma lineasyonları ve kink bantları (Yer: Bahçesaray Köyü batısı) **28**

Şekil 4.9. Bağrıkurt formasyonuna ait fillitlerde serisitlerle ortaya çıkan lepidoblastik doku (A ve C: +N, B ve D: //N, Yer: Bağrıkurt Köyü batısı) **29**

Şekil 4.10. Bağrıkurt formasyonuna ait fillitlerde kuvars ve serisitlerle ortaya çıkan granolepidoblastik doku (A ve B: +N, B ve D: //N, Yer: Dağdere Köyü yol ayrımı) **29**

Şekil 4.11. Bağrıkurt formasyonuna ait şistler (A: Mikaşistler, Bahçesaray batısı, B: Kuvarsmikaşistler Dağdere) **30**

Şekil 4.12. Bağrıkurt formasyonuna ait kuvarsmikaşistlerde kuvars (Q) ve serisit ve muskovitlerle (M) belirlenen granolepidoblastik doku ve kuvarsitlerde granoblastik doku(Op. Opak mineral, A, C kuvarmikaşist + N, B ve D kuvarsmikaşist //N, E kuvarsit +N, F: kuvarsit //N). **31**

Şekil 4.13. Bağrıkurt formasyonunda mikaşistleri kesen kuvarsit damarları (Yer: Bahçesaray) **32**

Şekil 4.14. Bağrıkurt formasyonunda süt kuvars damarları (Yer: Bahçesaray batısı) **32**

Şekil 4.15. Bağrıkurt formasyonunda birincil kuvarsitleri kesen ikincil kuvars oluşumları (Yer: Bahçesaray kuzeyi) **33**

Şekil 4.16. Bağrıkurt formasyonunda birincil kuvarsitlerin içinde gelişen ikincil iri kristali kuvarslar (Yer: Bahçesaray kuzeyi) **33**

Şekil 4.17. Bağrıkurt formasyonuna kuvarsitlerde kuvars ve opak mineraller (A: +N, B: //N, Yer: Konya-Akşehir Yolu Gelemiş Beli) **34**

Şekil 4.18. Bağrıkurt Formasyonuna ait metakuvarslarda kuvars, karbonat ve serisitlerle ortaya çıkan porfiroblastik doku (A: + N, B: //N) **34**

Şekil 4.19. Bağrıkurt formasyonuna ait gri ve bej renkli ince-orta yapraklanmalı kalkşistlerden görünüm (Yer: Dağdere kuzeyi). **35**

Şekil 4.20. Bağrıkurt formasyonuna ait kalkşistlerde kalsit ve serisitlerle belirlenen granolepidoblastik doku (A: + N, B. //N, Yer Bahçesaray-Bağrıkurt arası) **35**

Şekil No **Sayfa**

Şekil 4.21. Bağrıkurt formasyonuna ait metakarbonat blokları, A: Bahçesaray güneyinde kalın tabakalı mermerler, B: Metakarbonat bloklarında kalsit ve serisitlerle belirlenen granoblastik doku (+ N) **36**

Şekil 4.22. Bağrıkurt formasyonuna ait yeşil, gri ve kahverenkli ince-orta laminalı metakumtaşlarından görünüm (Yer: Saraybahçe Tepe) **37**

Şekil 4.23. Bağrıkurt formasyonuna ait metakumtaşları: A ve B: Dağdere yol ayrımında litik arenitlerde kuvars ve opak mineraller (A: + N, B. //N), C ve D: Bahçesaray Batısında kuvars ve mikalarla belirlenen granolepidoblastik doku (C: + N, D: //N) **37**

Şekil 4.24. Karadağ metamagmatiklerinin genel görünümü (Yer: Karatepe) **40**

Şekil 4.25. Karadağ metamagmatiklerinde koyu yeşil, kahve renkli magmatik kayaçlar (Yer: Karatepe güneybatı eteği) **41**

Şekil 4.26. Bağrıkurt formasyonunu içinde kesen Karadağ metamagmatiklerine ait dayk şeklinde yerleşmiş magmatik kayaçlar (Yer: Bağrıkurt – Bahçecik Köyü arası) **41**

Şekil 4.27. Karadağ metamagmatiklerine ait metatrakiandezitlerde proksen ve plajioklas mikrolitleri ile volkanik camdan oluşmuş hamur fazı içinde piroksen (Px), plajioklas (Plg), epidot (Ep), zoisit/klinozoizit (Zo) fenokristalleri ile ortaya çıkan hiyaloporfirik doku (Yer: Bahçecik Köyü kuzeybatısı, Karadağ), (A ve C: +N, B ve D: //N) **42**

Şekil 4.28. Karadağ metamagmatiklerinde yeşilşiste dönüşmüş metatrakiandezitlerde hornblend bileşiminde amfibol (Hb), plajioklas (Plg), epidot (Ep), muskovit (Mu), serisit (Sr) kristalleri ile ortaya çıkan blastoporfirik doku (Yer: Konya-Akşehir Yolu Dağdere Yolu ayrımı), (A ve C: +N, B ve D. //N) **43**

Şekil 4.29. Karadağ metamagmatiklerine ait metagabro içinde serisit (Sr), piroksen (Px), plajioklas (Plg), kuvars (Q), prehnit (Prh) kristalleri (Yer Bağrıkurt Köyü güneyi Karadağ, A, C ve E. +N, B, D ve F: //N) **44**

Şekil 4.30. Karadağ metamagmatiklerine ait metadiyabaz/metadoleritlerde, Epidot (Ep), piroksen (Px), plajioklas (Plg), kuvars (Q), prehnit (Prh) kristalleri ile belirlenen diyabazik doku (Yer: Bahçecik kuzeyi Karadağ, A, C ve E. +N, B, D ve F: //N). **45**

Şekil 4.31. Bahçecik formasyonuna ait mor renkli metakırıntılılardan bir görünüm (Yer: İnceleme alanının güneybatısı, Sızma Kuzeyi) **49**

Şekil 4.32. Bahçecik formasyonunda demiroksit sıvamalı metakonglomeralar (Yer: Bahçecik Köyü güneyi) **50**

Şekil 4.33. Bahçecik formasyonunda demiroksit çimentolu metakonglomeralarda kuvars (Q), biyotit (Bi) çakılları ve demiroksit (Yer: Bahçecik Köyü güneyi, A ve C: +N, B ve D: //N) **51**

Şekil 4.34. Bahçecik formasyonuna ait metakonglomeralarda demir oksitle doldurulmuş çatlaklar (A ve B) ve demiroksite dönüşmüş taneler (C ve D) (Yer: Konya – Akşehir yolu Kurşunlu Köyü girişi) (Sr: Serisit, Fe: Demiroksit, Bi: Biyotit, Q: Kuvars, A ve C: + N, B ve D: //N) **51**

Şekil 4.35. Bahçecik formasyonuna ait kahverengi-kırmızı renkli metakumtaşları (Yer: Konya-Akşehir Yolu Kurşunlu Köyü girişi) **52**

Şekil 4.36. Bahçecik formasyonuna ait lepidoblastik ve granolepidoblastik dokulu metakumtaşlarında serisit (Sr) ve kuvarsla (Q) çıkan demir oksit (Fe) oluşumları (Yer: A ve B: Bahçecik Köyü güneyi, C ve D. Kurşunlu Köy yolu) (A ve C: + N, B ve D: //N) **53**

Şekil 4.37. Bahçecik formasyonuna ait kırmızı-bordo renkli ince laminalı ve kink bantlı fillitlerden görünüm (Yer: Bahçecik Köyü güneyi) **54**

Şekil No **Sayfa**

Şekil 4.38. Bahçecik formasyonuna ait lepidobastik dokulu fillitler (A ve B: Bahçecik Köyü güneyi) ile granolepidoblastik dokulu kuvarsfillitler (C, D, E ve F: Dağdere kuzeyi),Q: Kuvars, Sr: Serisit, BG: Basınç gölgesi (A, C ve E: + N, B, D ve F: // N) **55**

Şekil 4.39. Bahçecik formasyonuna ait kalkşistlerde girift sınır ilişkilerine sahip kalsitler(Cc: Kalsit, A: +N, ve B://N)(Yer: Bahçecik Köyü güneyi) **56**

Şekil 4.40. Bahçecik formasyonu içinde kuvarsit damarları ve onları kesen ikincil kuvaroluşumları (Q. Kuvars, A: +N, ve B://N)(Yer: Konya-Akşehir Yolu) **56**

Şekil 4.41. Ertuğrul formasyonu içindeki sarı, krem ve gri renkli metakarbonatlar (Yer: Ertuğrul Köyü Güneyi) **59**

Şekil 4.42. Ertuğrul formasyonuna ait çört arakatkılı rekristalize kireçtaşları (Yer: Esirağıl Mahallesi) **60**

Şekil 4.43. Ertuğrul formasyonu içindeki metakarbonatlarda kalsit kristalleri ile belirlenen mozaik doku (A) ve opak minerallerin çevresinde basınç gölgeleri (B) (Yer: Esirağıl Mahallesi, +N) **60**

Şekil 4.44. Ertuğrul formasyonuna ait kalkşistlerde kalsit (Cc) ve serisitlerle (Sr)ortaya çıkan granolepidoblastik doku (OM: Opak mineral, Cl: Klorit, +N, Yer: Ertuğrul Köyü güneyi) **61**

Şekil 4.45. Ertuğrul formasyonu içindeki fillitlerde kuvars (Q) ve serisit (Sr)kristalleri ile belirlenen granolepidoblastik doku (A: +N, B: //N, Yer: Esirağıl Mahallesi) **62**

Şekil 4.46. Ertuğrul formasyonuna ait granolepidoblastik dokulu metakumtaşlarında kuvars (Q), kalsit (Cc), serisit (Sr) ve biyotit (Bi) (A: +N, B: //N, Yer: Ertuğrul güneyi) **62**

Şekil 4.47. Ertuğrul formasyonu içindeki metakonglomeralarda iri kuvarsların (Q) arasını dolduran ince kuvars, serisit (Sr) ve biyotit (Bi) (A: +N, B. //N, Yer: Ertuğrul güneyi) **63**

Şekil 4.48. Ertuğrul formasyonu içindeki metakuvarslarda kuvarsların (Q) arasını dolduran serisit (Sr) ve muskovit (Mu) kristallerinin oluşturduğu granolepidoblastik doku (A ve C: +N, B ve D: //N, Yer: Ertuğrul Köyü güneyi) **63**

Şekil 4.49. Dere yataklarında güncel alüvyonların görünümü ve plaser örneklemesi (Yer: Dağdere yol ayrımı) **65**

Şekil 4.50. Bozdağ ve Bağrıkut formasyonlarının sınırında civa oluşumlarının genel görünümü (Yer: Büyük Ocak, Sızma kuzeyi) **80**

Şekil 4.51. Bozdağ formasyonuna ait kayaçlar içinde zinober ve kalsit oluşumları (Yer: Büyük Ocak girişi, Sızma Kuzeyi) **80**

Şekil 4.52. Bozdağ fomasyonu ile Bağrıkurt formasyonunun dereceli geçişli sınır ilişkisi (Yer: Çalıcanınbaş T. Sızma Kuzeyi) **82**

Şekil 4.53. Büyük Ocak'ta açık işletme ve üretilen civanın biriktirildiği silo (Yer: Çalıcanınbaş Tepe güneyi, Sızma kuzeyi) **83**

Şekil 4.54. Bağrıkurt ve Bozdağ formasyonlarının sınırında açılan eski bir galeri girişi (Yer: Büyük Ocak, Sızma) **84**

Şekil 4.55. Bağrıkurt formasyonunda açılan eski bir galeri girişi (Yer: Çırakman Tepe). **84**

Şekil 4.56. Bozdağ formasyonuna ait kayaçlar içinde zinober ve kalsit oluşumları (Yer: Büyük Ocak girişi, Sızma Kuzeyi) **85**

Şekil 4.57. Büyük Ocak girişinde Bozdağ formasyonuna ait kayaçlar içinde zinober ve kalsit oluşumları **86**

Şekil No **Sayfa**

Şekil 4.58. Civa cevherleşmesi içinde kalsitlerin içindeki bir damar içinde zinober (Cn), antimonit (St) ve piritlerle (Py) saçılımlı pirit ve zinober (Yer: Çalıcanınbaş Tepe Güneyi, +N) **86**

Şekil 4.59. Bağrıkurt formasyonunda demiroksit zenginleşmeleri (Yer: Saraybahçe Tepe) **90**

Şekil 4.60. Karadağ metamagmatiklerinde spekülaritik hematit damarları (Yer: Karatepe) **90**

Şekil 4.61. Bağrıkurt formasyonu içinde damar ve saçılımlı tipte hematit oluşumları (Yer: Dağdere Pelitli T. Güneyi, parlak kesit, + N) **91**

Şekil 4.62. Bağrıkurt formasyonu içinde çatklak dolgusu şeklinde gelişmiş spekülaritik hematitler ve hematit saçılımları (Yer: Karacaboğaz Sırtı, parlak kesit, +N) **91**

Şekil 4.63. Bağrıkurt formasyonuna ait mikakuvarsşistlerde hematit (hm), kalkopirit (cpy) ve özşekilli pirit (py) oluşumları (Yer: Saraybahçe T., Parlak kesit, +N) **92**

Şekil 4.64. Bağrıkurt formasyonundan alınan numunelere ait küme analizi dendrogramı ... **99**

Şekil 4.65. Bağrıkurt formasyonuna ait ilk beş faktörde bileşenlerin faktör yük grafikleri ... **102**

Şekil 4.66. Karadağ metamagmatiklerinde gerçekleştirilen basit korelasyon katsayıları kullanılarak hazırlanan küme (cluster) analizi dendrogramı **107**

Şekil 4.67. Karadağ metamagmatiklerine ait ilk beş faktörde bileşenlerin faktör yük grafikleri **110**

Şekil 4.68. Cevher numunelerinde gerçekleştirilen basit korelasyon katsayıları kullanılarak hazırlanan küme (cluster) analizi dendrogramı **117**

Şekil 4.69. Cevher numunelerinde gerçekleştirilen faktör analizinde ortaya çıkan faktörlere göre faktör yük dağılımı grafikleri **120**

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge No	Sf
Çizelge 3.1. İnceleme alanından derlenen numunelerin yerleri ve yapılan analizler	**17**
Çizelge 4.1. Sızma grubuna ait kayaçlarda belirlenen mineral parajenezi ve duraylılık sınırları	**69**
Çizelge 4.2. Ardıçlı grubuna ait kayaçlarda belirlenen mineral parajenezi ve duraylılık sınırları	**70**
Çizelge 4.3. Bozdağ formasyonundan alınan numunelere ait istatistiksel özetler (A.O.: Aritmetik Ortalama, G.O.: Geometrik Ortalama, H.O.: Harmonik Ortalama, M.: Medyan, S.H.: Standart Hata, S.S.: Standart Sapma)	**94**
Çizelge 4.4. Bağrıkurt formasyonundan alınan numunelere ait korelasyon katsayıları (n=6; tt=1.83, A.O.: Aritmetik ortalama, H.O.: Harmonik Ortalama, G.O.: Geometrik ortalama, Med.: Medyan, S.S.: Standart Sapma, S.H.: Standart Hata, E.B.: En Büyük, E.K.: En Küçük, Ara.: Aralık, B.K.: Basıklık Katsayısı, Ç.K.: Çarpıklık Katsayısı, th: Hesaplanan t değeri, A.S.: Anakitle aritmetik ortalamasının alt sınırı, Ü.S.: Anakitle aritmetik ortalamasının üst sınırı)	**96**
Çizelge 4.5. Bağrıkurt formasyonundan derlenen numunelere ait basit korelasyon katsayıları (n=10)	**97**
Çizelge 4.6. Bağrıkurt formasyonundan derlenen numunelere ait faktör analizinde ilk 5 faktörün değişime etkisi ve toplam değişim içindeki payları	**100**
Çizelge 4.7. Karadağ metamagmatiklerinden alınan numunelerine ait korelasyon katsayıları (n=6; tt=2.02, A.O.: Aritmetik ortalama, H.O.: Harmonik Ortalama, G.O.: Geometrik ortalama, Med.: Medyan, S.S.: Standart Sapma, S.H.: Standart Hata, E.B.: En Büyük, E.K.: En Küçük, Ara.: Aralık, B.K.: Basıklık Katsayısı, Ç.K.: Çarpıklık Katsayısı, th: Hesaplanan t değeri, A.S.: Anakitle aritmetik ortalamasının alt sınırı, Ü.S.: Anakitle aritmetik ortalamasının üst sınırı)	**103**
Çizelge 4.8. Karadağ metamagmatiklerinden derlenen numunelere ait basit korelasyon katsayıları (n=6)	**106**
Çizelge 4.9. Karadağ metamagmatiklerinden derlenen numunelere ait faktör analizinde ilk $_5$ faktörün değişime etkisi ve toplam değişim içindeki payları	**108**
Çizelge 4.10. Ertuğrul formasyonundan alınan numunelere ait istatistiksel özetler (A.O.: Aritmetik Ortalama, G.O.: Geometrik Ortalama, H.O.: Harmonik Ortalama, M.: Medyan, S.H.: Standart Hata, S.S.: Standart Sapma)	**111**
Çizelge .4.11. Bağrıkurt formasyonundan alınan numunelere ait korelasyon katsayıları (n=19; tt=1.73)	**113**
Çizelge 4.12. Cevher numunelerine ait korelasyon katsayıları (n=19)	**116**
Çizelge 4.13. Cevher numunelerinde gerçekleştirilen faktör analizinde ilk 7 faktörün değişime etkisi ve toplam değişim içindeki payları	**118**
Çizelge 4.14. Plaserlerden alınan numunelere ait istatistiksel özetler (A.O.: Aritmetik Ortalama, G.O.: Geometrik Ortalama, H.O.: Harmonik Ortalama, M.: Medyan, S.H.: Standart Hata, S.S.: Standart Sapma)	**122**

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Ag: Gümüş
Al: Alüminyum
As: Arsenik
Au: Altın
Ba: Baryum
Be: Berilyum
Bi. Bizmut
C: Santigrad
Ca: Kalsiyum
Cd: Kadmiyum
Ce: Seryum
Co: Kobalt
Cr: Krom
Cs: Sezyum
Cu. Bakır
Dy: Disprosiyum
Er: Erbiyum
Eu: Europyum
Ga: Galyum
Gd: Gadaloniyum
Hf: Hafniyum
Hg: Civa
Ho: Holmiyum
K: Potasyum
La: Lantanyum
Lu: Lutesyum
Mg: Magnezyum
Mn. Maganez
Mo: Molibdenyum
Na: Sodyum
Nb: Niyobiyum
Nd: Neodiyum
Ni: Nikel
Ni: Nikel
^{o}: Derece
P: Fosfor
Pb: Kurşun
Pr: Prasedyum
Rb: Rubidyum
Sb: Antimuan
Sc: Skandiyum
Se: Selenyum
Si: Silisyum
Sm: Samaryum
Sn: Kalay
Sr: Stronsiyum
Ta: Tantalyum
Tb: Terbiyum
Th: Toryum
Ti. Titanyum
Tl: Talyum
Tm: Terbiyum
U: Uranyum
V: Vanadyum
W: Wolfram
Y: Yitriyum
Yb: Yitterbiyum
Zn: Çinko
Zr: Zirkonyum

Kısaltmalar

%: Yüzde oran
//N: Parael nikol (Tek nikol)
+N: Çapraz nikol (çift nikol)
B: Batı
cm: Santimetre
cm^3: santimetreküp
D: Doğu
Ɛ: Paleozoyik
G: Güney
GD: Güneydoğu
gr: Gram
ICP-MS: Çift iletimli plazma kütle spekroskobisi
K: Kuzey
KB: Kuzeybatı
Kbar: kilobar
kg: Kilogram
km: kilometre
km^2: kilometrekare
LOI: Kızdırma kaybı (Ateş zayiatı)
M.Ö.: Milattan önce
m: metre
mm: milimetre
mm: milimetre
MORB: Okyanus ortası sırtı bazaltı
MTA: Maden Tetkik Arama
MTB: Menderes Toros Bloğu
NTE: Nadir toprak elementleri
P: Permiyen
ppb: Part per bilion (milyarda oran)
ppm: Par per million (Milyonda oran)
Sum: Toplam
T.: Tepe
TOT/C: Toplam karbon
TOT/S: Toplam kükürt
T_R: Triyas
XRD: X ışınları difraktogramı

1. GİRİŞ

1.1. Amaç

Bu çalışma Konya İli, Selçuklu ve Sarayönü İlçeleri arasında kuzeyde Dağdere Köyü ile güneyde Sızma Kasabası'nın kuzeyi arasında yaklaşık 132 km^2 genişliğinde bir alanda gerçekleştirilmiştir. Kurşunlu ve Dağdere kasabalarını içine alan, Konya il merkezinin kuzey batısındaki inceleme alanı ve yakın çevresinin özellikle civa mineralizasyonu bakımından zengin olduğu bilinmektedir. Bölgede 20. yüzyılın başlarından itibaren çok sayıda araştırma yapılmış cevherleşmeler hakkında ayrıntılı bilgi bulunmamaktadır.

Ülkemiz metal madenciliği açısından rezervleri az da olsa oldukça çeşitli bir maden potansiyeline sahiptir. Maden yataklarının önemli bir bölümü magmatik faaliyetlere bağlı olarak oluşmaktadırlar. Konya çevresinde magmatik kayaçların bir kısmı oluşumlarından sonra metamorfizma geçirmiş olup Konya İli sınırları içinde bilinen en önemli metalik maden Sızma-Lâdik çevresindeki civa yataklarıdır. Civa yataklarının oluşumunda düşük sıcaklıklı magmatik kaynaklı çözeltilerin rolü çok büyüktür. Bu magmatik çözeltilerin meydana getirdikleri epitermal sistemlerde civa çoğu zaman tek başına değil antimuan, arsenik, kurşun, çinko vb metaller de civa oluşumuna eşlik edebilir. Ayrıca sözkonusu cevherleşmelerle birlikte bazen altın ve gümüş te konsantre olarak işletilebilir derecede zenginleşebilmektedirler. Nitekim Sızma-Lâdik-Kurşunlu bölgesinde yer yer pirit, kalkopirit, galenit, sfalerit ve antimonit mineralizasyonları izlenmektedir. Bu çalışmada yüzeyden derlenen taze ve altere kayaç numuneleri ile derelerden plaser numuneleri alınarak petrografik ve kimyasal analizleri yapılarak bölgede bulunması muhtemel metalik cevherleşmelerin araştırılması amaçlanmıştır.

1.2. Coğrafik Özellikler

Bu çalışma Konya İli, Selçuklu ve Sarayönü İlçeleri arasında kuzeyde Dağdere Köyü ile güneyde Sızma Kasabası'nın kuzeyi arasında Konya İli, Selçuklu İlçesi ve Sarayönü İlçeleri arasında kuzey sınırı Ladik Kasabası –Dağdere Köyü ile güney sınırı Kurşunlu Köyü'nün Güneyi, Bağrıkurt Mahallesi ve Sızma Kasabası'nın kuzeyinden geçen yaklaşık 132 km^2 genişliğinde bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1). Saha 1/25000 ölçekli Ilgın L28-c2 ve Ilgın L28-c3 paftalarının arasında yer almaktadır. D-80 No'lu Konya-Afyon karayolu inceleme alanından geçmektedir.



Şekil 1.1. *İnceleme alanının yer bulduru haritası*

İnceleme alanı genel olarak engebeli bir topoğrafik yapıya sahiptir. İnceleme alanındaki yükseltiler genellikle doğu-batı ve yer yer kuzey-batı-güneydoğu ve nadiren kuzey güney yönlüdürler. En yüksek tepeler Karadağ (1919 m), Dunlu Tepe (1866 m), Yumaklı Tepe (1842 m), Bistil Tepe (1756 m), Kara Tepe (1672 m)'dir. Çalışma alanının kuzey kesimleri ise daha çok 1150-1200 m yükseltideki ovalarla temsil edilir. Yöredeki derelerin hemen hepsi kuru dere özelliğinde olup, bazıları sadece yağışlı mevsimlerde su bulundururlar. İnceleme alanının drenaj deseni de yine litolojiye ve yapısal gidişlere uyumlu olarak gelişmiştir.

Bölgede tipik İç Anadolu iklimi hüküm sürmekte olup yazları kurak ve sıcak, kışları soğuk ve genellikle kar yağışlıdır. Yıllık ortalama yağış 325.9 mm ortalama sıcaklık 11.5 ^{o}C, minimum sıcaklık- 28,2 ^{o}C, maksimum sıcaklık 40 ^{o}C ve ortalama nispi nem % 60 kadardır (www.meteor.gov.tr, 2013).

İklim şartlarının bir sonucu olarak bitki örtüsü bakımından fakir olan çalışma alanında başlıca bitki örtüsünü bodur meşe çalılıkları yanında yer yer meşe, ardıç ve çam ağaçları oluşturmaktadır. Küçükbaş hayvancılık ve ovalık kesimlerde hububat tarımı yörenin başlıca geçim kaynaklarıdır. Yörenin bir diğer gelir kaynağı ise halıcılık olup, civa maden işletmesinin kapanmasından sonra artan işsizlik şehirlere ve özellikle Konya'ya göçü hızlandırmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

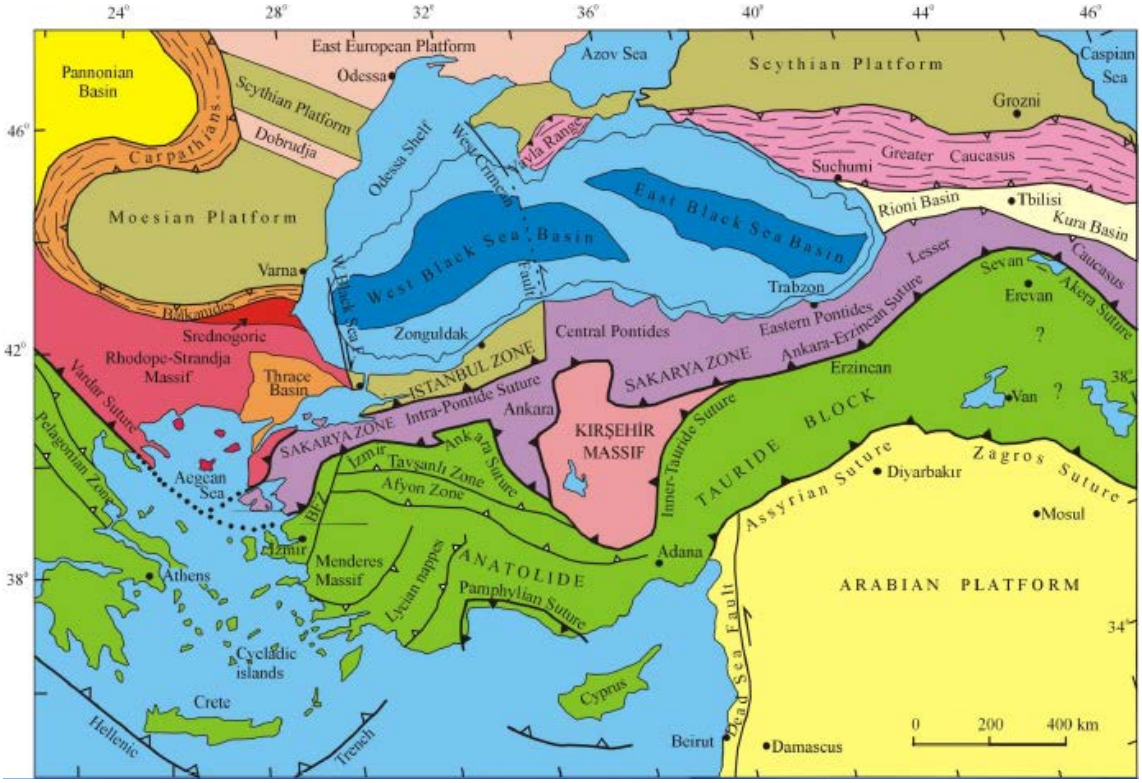
Konya İli, Selçuklu ve Sarayönü İlçeleri arasında kuzeyde Lâdik Kasabası – Dağdere Köyü ile güneyde Kurşunlu ve Bağrıkurt Köyleri ile sınırlanan inceleme alanında Silüriyen ’den Triyas’a kadar oluşmuş magmatik, metamorfik ve sedimanter kayaçlarla bunları uyumsuz olarak örten Kuvaterner – Güncel alüvyonlar bulunmaktadır. Sahanın hemen güneybatısında terkedilmiş Sızma – Lâdik Civa yatakları bulunduğu için inceleme alanı ve yakın çevresi daha önceden jeolojik, yapısal jeolojik, mineralojik, petrolojik ve maden yatakları amaçlı birçok çalışmaya konu olmuştur. Yörede yapılan çalışmalar bölgesel jeoloji, petrografik ve petrolojik çalışmalar ile maden yatakları çalışmaları olarak iki ana başlıkta ele alınmıştır.

2.1. Bölgesel Jeolojik, Petrografik ve Petrolojik Çalışmalar

İnceleme alanı Ketin (1966)’in Türkiye için tanımladığı dört ana tektonik birlikten Anatolidler ve Toridler’in geçiş bölgesinde bulunmaktadır. Bu bölge Özgül'e (1976) göre “Toridler" içindeki "Bolkardağı birliği" Okay'a (1986) göre ise "Afyon - Bolkardağı zonu" içinde yer almaktadır. Özcan ve ark. (1990) ise Konya çevresindeki birimlerin Anatolitlerin güney kenarını oluşturan “Kütahya- Bolkardağı kuşağı”nın orta kesimine ait olduğunu belirmektedirler. Okay (1989) ise Torid Kuşağı olarak tanımlanan bölümü, Menderes Masifi’nin kuzeyine kadar genişleterek bu kuşağı “Menderes-Toros Platformu” olarak yeniden ayırt etmiştir. Okay ve Tüysüz (1999) ise bu alanı Anatolid Torid Bloğu içindeki Afyon Zonu içinde ele almışlardır. Yazarlara göre bu kuşak başlıca Mesozoyik yaşlı ofiyolit, fliş, karbonat ve volkanik kaya birimlerinden oluşmaktadır. Bu zon güneydeki Menderes-Toros Platformu’nu ve Kırşehir Masifi’ni bindirmeli bir tektonik dokanakla üzerlemekte olup bu bindirmeli sınır Şengör ve Yılmaz (1981) tarafından “İzmir-Ankara Erzincan Kenedi” olarak adlandırılmıştır. Çalışma alanını içinde bulunduran, Menderes-Toros Platformu Menderes Masifi’ne ait Paleozoyik yaşlı metamorfikler ile bunları uyumsuz olarak üzerleyen Mesozoyik yaşlı karbonatlar ve allokton ofiyolit napları ile temsil edilmektedir.

Yöredeki ilk jeolojik çalışmalar büyük ölçekli (1/100.000) bölgesel jeolojik haritalama çalışmalarıdır (Brennich, 1954; Niehoff, 1961; Kaaden, 1966; Wiesner 1968). Daha sonra bu çalışmalar bölgesel ve yerel ölçekte devam etmiştir (Göğer ve Kıral 1969; Doğan, 1975; Besang ve ark., 1977; Keller ve ark., 1977; Güzel, 1983;

Roberst, 1983; Görmüş 1984; Üstündağ, 1987; Özcan ve ark., 1988; Özcan ve ark., 1990; Eren, 1993; Kurt, 1994; Eren, 1996; Kurt, 1996; Karakoç, 1996; Kurt, 1997; Kurt ve Eren, 1998; Tapur, 1998; Hakyemez ve ark., 1992; Eren, 2003; Eren, 2004; Kurt ve ark., 2005; Koçak, 2008; Öztürk ve Baykal, 2012; Arık ve Horasan, 2013; Horasan, 2014). Yörede yapılan bunca çalışmaya rağmen araştırmacılar arasında yörenin stratigrafik gelişimi hakkında görüş birliği bulunmamaktadır.



Şekil 2.1. *Anadolu'nun tektonik birlikleri ve inceleme alanının yeri (Okay ve Tüysüz, 1999)*

Niehoff (1961) inceleme alanında ilk bölgesel çalışmaları yapmış olup yapmış olduğu 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası çalışmasında bölgede istifin temelini kırıntılı metamorfik kayaçların oluşturduğu belirtmiştir. Araştırmacı yörede metamorfizma derecesinin KD'ya doğru arttığını ve bu birim içinde olasılı Devoniyen yaşlı "Paleozoyik Ofiyolit" adını verdiği "Na-keratofir-spilit" ve "kuvarsporfir" bileşiminde denizaltı lavlarından oluşan yüzey kayaçlarının yer aldığını ifade etmiştir. Kırıntılı metamorfik kayaçların üst bölümündeki kalkfillit ve mermerlerin açılı uyumsuzlukla yerleştiklerini ifade eden Niehoff (1961)'a göre bu kayaçlar Üst Karbonifer-Alt Permiyen yaşlı olup Afyon civarındaki "Emirdağ Kalkerleri" ile deneştirilebilir özelliktedir. Bu karbonat istifinin Permiyen-Alt Kretase yaşlı olduğu öne sürülmektedir.

Üst Kretase ise çalışma alanında fliş çökelleri ve karbonat ile temsil edilmekte ve altta yer alan istifi transgressif aşmalı olarak örtmektedir.

Türkiye'deki glokofanlı kayaların dağılımını ele alan Kaaden (1966) Konya kuzeyinde jeosenklinal çökellerinden oluşan Paleozoyik formasyonlarının muhtemelen Varistik Orojenezi ile ilişkili olarak glokofanitik yeşilşist fasiyesinde metamorfizma geçirdiğini öne sürmektedir.

Sızma çevresindeki çalışmalar yapan Wiesner (1968); temeli serisitli fillit ve karbonattan oluşan Silüriyen-Alt Devoniyen yaşlı birimin oluşturduğunu, bu birimin taban konglomerası ile başlayıp karbonat, fillit, kuvarsit ve kalkşist içeren Orta Devoniyen- Karbonifer yaşlı istifle üste doğru Üst Permiyen yaşlı karbonat ve dolomitlerle örtüldüğünü belirtmiştir. Wiesner (1968), ayrıca Niehoff (1961)'un Na-Keratofir-Spilit olarak tanımladığı volkanitlerin "andezit-porfir" olarak adlandırılması gerektiğini ve yaşlarının Post-Permiyen olduğunu ifade etmiştir.

Bayiç (1968) ise aynı bölgedeki çalışmasında Niehoff (1961) ve Wiesner (1968) tarafından farklı şekilde ele alınan volkanitlerin petrografik olarak metatrakit ve metaporfirit olduklarını belirlemiştir. Bayiç (1968) metatrakitlerin içerdikleri glokofan ve stilpnomelan minerallerinin varlığından hareketle kayaçların yüksek basınç/ düşük sıcaklık metamorfizmasına maruz kaldıklarını ve glokofanitik yeşilşist fasiyesinde bir metamorfizmadan etkilendiklerine dikkat çekmiştir.

Konya batısındaki Kızılören civarında yapılan çalışmalarda (Göğer ve Kıral, 1969 ve 1973) Permiyen – Üst Kretase zaman aralığında oluşan birimlerin varlığı belirtilerek Permiyen tavanında yer alan muhtemel bir uyumsuzluk dışında Kızılören yöresindeki tüm Mesozoyik'in temsil edildiğini karbonat kayalarının hâkim olduğu bir stratigrafik dizilim önerilmektedir. Karbonatların altındaki kırıntılı – karbonat sıralanımı muhtemelen Alt Triyas olarak belirtilmiştir. Araştırmacılar Jura yaşlı birimleri ikiye ayırarak altta ayrışmalı siyah ve gri renkli, pis kokulu dolomitleri belirlemişler ve muhtemel yaş olarak Liyas yaşını Özgül (1976)'nın "Bolkardağı Birliği" ile deneştirerek vermişlerdir.

Doğan (1975), ise yöredeki metasedimanter kayaçların Silüriyen-Karbonifer zaman aralığında çökeldiğini vurgulayarak metavolkanitleri "Karadağ metaporfiriti" olarak adlandırmıştır.

Sızma- Lâdik (Konya) çevresinde çalışan Pehlivan (1976) yöredeki en yaşlı birimin Orta-Üst Silüriyen yaştaki fillit arakatkılı rekristalize kireçtaşları olduğunu, üzerine de Orta-Üst Devoniyen yaşlı yine fillit aratabakalı mercanlı, dolomitik

kireçtaşlarının geldiğini belirtmektedir. Araştırmacı ayrıca Alt–Orta Karbonifer yaşlı metakırıntılıların ve karbonatların Lâdik güneyinde diğer birimler üzerinde uyumsuz olarak bulunduğunu ifade etmiştir. Metaporfiritlerin Karbonifer yaşlı birimleri kesmesi nedeniyle Karbonifer'den genç olabileceğini ifade eden Pehlivan (1976) Yükselen (Bilecik) dolayında ise diyabazların bulunduğunu belirtmiştir. Paleozoyik yaşlı kabul ettiği bütün serilerin Miyosen-Pliyosen yaşlı karasal çökeller, gölsel kireçtaşları ve volkanitler tarafından uyumsuz olarak örtüldüğünü belirtmektedir.

Bozdağlar'da (Konya doğusu) metamorfik bir serinin yer aldığını belirten Uygun ve ark. (1982) bölgede beyaz mermerlerle gri-siyah kristalin kireçtaşlarının gözlendiğini belirtirler. Yazarlar bazı kesimlerde de kalkşist, kuvars-mika-klorit şistler ile amfibol, glokofan şistin de gözlendiğini ve bu karmaşığa serpantin, gabro, kırmızı kireçtaşı ile radyolaritli bir dizinin eşlik ettiğini belirtmişlerdir. Uygun ve ark. (1982)'nin Bozdağ Grubu olarak tanımladığı birimlerin Alt Paleozoyik-Kampaniyen yaşta olduğunu ifade etmişlerdir.

Güzel (1983), Konya kuzeyi ve Sarayönü civarındaki bölgede Hidrojeoloji ağırlıklı yaptığı doktora çalışmasında "Orta Devoniyen öncesi ayırtlanmamış temel karmaşığı" olarak tanımlandığı litolojilerin üzerine Kurşunlu formasyonuna kireçtaşlarının uyumlu olarak geldiğini belirtmiştir.

Konya'nın kuzeybatısında genç birimleri kapsayan çalışmalarında Umut ve ark. (1987), Miyosen'in akarsu ve gölsel fasiyeslerle temsil edildiğini ve üzerinde de uyumsuz olarak Belekler formasyonunun oturduğunu belirtmektedirler. Pliyosen yaşlı turbalı Argıthan formasyonu ve Pleyistosen yaşlı omurgalı fosilli bataklık ve göl fasiyeslerinin yörede varlığını belirtmektedirler.

Karadağ yakın çevresinde Banger (1987) tarafından yapılan petrografi ağırlıklı çalışmada Karadağ'da gözlenen metavolkanik kayaçları "metaspillit" ve mermerleri kesen daykları ise "kuvarslı diyorit" şeklinde tanımlamış ve "metamorfize ardalanmalı seri" içinde, yeşilşist fasiyesi ile prehnit- pumpelliyit fasiyesine ait bazı mineral parajenezlerini tespit etmiştir.

Üstündağ (1987), bölgenin jeolojisine ışık tutan daha çok stratigrafi ve tektonik ağırlıklı bir çalışma yapmış ve metaklastik kayaçları üç ayrı formasyon şeklinde stratigrafi prensiplerine göre tanımlanmıştır.

Metin ve ark. (1988) Konya-Afyon bölgesindeki çalışmalarında "İç Toros Kuşağı" birimlerinin Paleozoyik yaşlı Afyon metamorfitleri, üzerinde Mesozoyik yaşlı Emirdağ Grubu'nun uyumsuz olarak bulunduğunu, üzerine Üst Kretase yaşlı bloklu

istifin uyumsuz olarak yer aldığını, bloklu istifinde üzerinde Orta-Üst Triyas yaşlı serpantinit, bazik intrüzif, çörtlü kireçtaşı, şistleri ile metabaziklerden oluşan "Yunak Ofiyoliti'nin" tektonik dokanakla yer aldığını, Tersiyer çökellerinin de Yunak Ofiyoliti'ni uyumsuz olarak örttüğünü belirtirler. Sultandağlarında ise Toros Kuşağının Paleozoyik yaşlı birimlerinin yer aldığını ifade etmişlerdir.

Özcan ve ark. (1988, 1990a, 1990b), Konya Kadınhanı-Ilgın ve Konya Altınekin yörelerinde bölgesel çalışmalar yaparak pek çok kuramsal model oluşturmuşlardır. Araştırmacılar Konya-Batısında en yaşlı birimin Silüriyen – Devoniyen yaşlı Bozdağ kireçtaşı olduğunu, Devoniyen – Karbonifer yaşlı Halıcı Grubu'nun bu birim ile dereceli geçişli iken Permiyen yaşlı rekristalize kireçtaşı, şist ve metakonglomeralardan oluşan Eldeş formasyonunun bu birimlerin üzerinde yer aldığını ifade etmişlerdir. Eldeş formasyonunu uyumsuzlukla örten Ardıçlı formasyonu ise başlıca kireçtaşı arakatkılı düşük dereceli metamorfik kırıntılı kayaçlarla temsil edilmektedir. Araştırmacılara göre giderek derinleşen ortam şartlarında oluşan Orta-Alt Triyas-Malm yaşlı Loras formasyonu kalın kireçtaşı ve dolomitlerden oluşmaktadır. Loras formasyonu ise yanal düşey olarak kireçtaşı, kumtaşı ve çörtlü kireçtaşlarından Berriasiyen-Alt Maestrihtiyen yaşlı oluşan Midos formasyonuna geçmektedir. Bu karbonat çökelimleri üzerinde de tektonik olarak gelen Hatip ofiyolitli karmaşığı ile içerisinde manyezit bulunduran Çayırbağı Ofiyoliti'nin bulunduğu belirtilmiştir. Hatip Ofiyolitli Karışığı başlıca bazalt, andezit, diyabaz, gabro, çört, radyolarit, kireçtaşı, sleyt, fillit, talk şist, amfibolit, metagabro ve serpantinlerden oluşan çeşitli boyutlardaki bloklar ile bu blokların içerisinde yüzdüğü ofiyolitik kayaç kırıntılarından türemiş ve yoğun makaslanmaya maruz kalmış çakıltaşı-grovak-şeyl-çamurtaşı türü bir matriksten oluşmaktadır. Tersiyer öncesi kayaçlar Miyo-Pliyosen yaşlı volkanik arakatkılı konglomera, killi kireçtaşı, kireçtaşı ardalanmasından oluşan Dilekçi formasyonu tarafından açısal uyumsuzlukla örtüldüğü ortaya konulmuştur.

Konya –Çumra- Akören Dolayında çalışmalar yapan Hakyemez ve ark., (1992); temeli önceki araştırmacılara benzer olarak kalın karbonatlı kayaçların üzerine gelen denizel-karasal geçişli düşük dereceli metamorfik özellikte karbonat arakatkılı konglomera, kumtaşı ve daha ince taneli kayaçlardan oluşan bir istifin temsil ettiğini belirtmektedirler. Araştırmacılara göre bu birimler üzerine giderek derinleşen bir okyanusa ait kıyı, şelf, platform ve derin deniz karbonatları ile çörtlerden oluşan bir seri ile örtülmektedir. Bunların üzerine ise tektonik olarak ofiyolitik karışık ve ofiyolitlerin geldiğini ifade etmektedirler. Daha sonra genç (Miyosen-Pliyosen) yaşlı volkano

sedimanter bir örtü ile temele ait kayaçlar örtülmektedir. Özellikle çok genç birimler bu çalışmada ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Eren (1993a, 1993b, 1993c, 1995, 1996a, 1996b) Konya kuzeybatısında Bozdağlar Masifi ve örtü kayaçları ile ilgili olarak Sille, Tatköy, Ilgın, Sarayönü, Kadınhanı civarında yaptığı çalışmalarda önemli bulgular ortaya koymuştur. Yazara göre Bozdağlar masifi biri otokton (paraotokton) diğer ikisi allokton konumlu üç birliği kapsamaktadır. Otokton Gökçeyurt grubu alttan üste doğru sığ denizel çökellerden oluşmuş Üst Permiyen yaşlı Derbent; metakarbonat - metakırıntılı ardalanması şeklinde Üst Permiyen - Üst Triyas yaşlı Aladağ ve tümüyle metakarbonatlardan yapılı Üst Triyas - Kretase yaşlı Lorasdağı formasyonlarından oluşmuştur. Eren (1993a)'e göre Konya çevresinde Gökçeyurt grubunu üzerleyen Mesozoyik yaşlı Çayırbağı ofiyoliti Lâdik metamorfitleri altında Yükselen tektonik penceresinde izlenmektedir. Yörenin allokton konumlu ikinci birliği olan Silüriyen - Mesozoyik yaşlı ve Sızma ve Ardıçlı grupları olmak üzere iki yapısal birimden oluşan Lâdik metamorfitleri ise Tepeköy - Güneypınar bindirmesi boyunca Gökçeyurt grubunu üstler. Bu birliğin Hersiniyen oluşukları şeklindeki Sızma grubu en altta resifal karmaşık niteliğindeki Silüriyen - Alt Karbonifer yaşlı Bozdağ formasyonu ile başlamakta ve üste doğru egemen olarak olistostromal fliş fasiyesindeki kayaçlarda oluşan Devoniyen - Alt Permiyen yaşlı Bağrıkurt formasyonu ile devam etmektedir. Grubun son birimini ise, Üst Permiyen öncesindeki bir magmatik yay gelişimi ile ilişkili Karadağ metamagmatitleri oluşturmaktadır. Bu grubu açılı uyumsuzlukla örten post - orojenik Ardıçlı grubu ise, birbirleriyle girik karasal kırıntılılardan oluşmuş Üst Permiyen (?) - Mesozoyik yaşlı Bahçecik ve metakarbonat - metakırıntılı ardalanması şeklindeki Ertuğrul formasyonları ile temsil edilir. Masifin tortul ve volkanik örtüsünün ilk topluluğu olan Üst Miyosen - Alt Pliyosen yaşlı Dilekçi grubu, alttan üste doğru, birbirleriyle girik sınır ilişkili alüvyal yelpaze çökellerinden yapılı Sille, gölsel kireçtaşı ve kırıntılılardan oluşan Ulumuhsine, proklastik kayaçlardan oluşan Küçükmuhsine formasyonları ile Sulutas volkanitleri ve alüvyal yelpaze özellikli Yürükler formasyonunu kapsar. Üst Pliyosen - Kuvaterner yaşlı, yine alüvyal yelpaze nitelikli Topraklı formasyonu ile Güncel alüvyonlardan oluşan örtü birimleri Dilekçi grubunu açılı uyumsuz olarak örttüğünü belirtmiştir. Genç-tektonik hareketlerden de etkilenen bölgede önce Konya gölünün gelişimini sağlayan blok faylanmalar oluşmuş sonra masife ait kayaçlar Dilekçi grubu üzerine bindirmiştir. Geç Pliyosen ve sonrasındaki blok faylanmalarından etkilenen

yörenin yüksek kesimlerinde, 600 - 850 m arasında değişen göreli yükselmeler gerçekleşmiştir.

Hatıp-Çayırbağı-Çaldağı ve kuzeyinde çalışmalar yapan Karakoç (1996) yörede Geç Permiyen'den Kuvarterner'e kadar çökelmiş değişik kaya birimlerinin varlığını belirtmiştir. Yazar yöredeki stratigrafi birimlerini otokton, allokton ve neootokton birimler olarak üç grupta incelemiştir. Allokton birimleri, otokton birimler üzerine tektonik dokanakla gelen melanj nitelikli Hatıp ofiyolitli karışığı ve bu karışığın üzerine yine tektonik dokanakla gelen okyanusal kabuk niteliğindeki Çayırbağı ofiyolitinin geldiğini belirtmektedir. Neootokton birim olarak ise temeldeki birimleri açılı uyumsuzlukla gelen dilekçi grubu içinde incelemiştir.

Güyer ve ark. (1998); Konya ve çevre jeolojisi Kütahya- Bolkardağı Kuşağı'na ait kayaçları çok evreli, yoğun deformasyon geçirmiş bir istif olarak tanımlamışlardır. Bu istifin alt bölümünü Konya kuzeyinde yüzeyleyen Devoniyen yaşlı Bozdağ kireçtaşlarının oluşturduğunu, istifin üst kısmının ise oluşumunu günümüze kadar sürdüren akarsu alüvyonları teşkil ettiğini belirtmektedirler.

Eren ve Kurt (2000) inceleme alanında Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı metasedimanter ve metamagmatik kayaçların yüzeylediğini, yörenin en yaşlı topluluğunun Silüriyen-Alt Permiyen yaşlı resifal kompleks niteliğindeki metakarbonatlar, sığ-denizel, kıta-kenarı ve pelajik özellikli kayaçlar ile değişik bileşimli metamagmatitlerin oluşturduğunu belirtmişlerdir. Metamagmatitlerden metatrakiandezit ve metadoleritler levha içi, metabazaltik andezitler magmatik yay ve metahornblend gabrolar ise okyanus ortası sırtı bazalt (MORB) kökenli olup Üst Permiyen-Kretase yaşlı alttan üste doğru, karasal metaklastikler, sığ-denizel metaklastik-metakarbonat ardalanması, platform tipi kalın metakarbonatlar ve pelajik metasedimanter kayaçlardan oluşan diğer bir metamorfik topluluk tarafından açılı uyumsuz olarak örtülmektedir. Tüm bu kayaçlar Mesozoyik yaşlı ofiyolitler tarafından üzerlenmektedir. Yazarlara göre yöredeki kayaçlar olasılıkla Menderes-Toros ve Kırşehir Bloku arasında Devoniyen yaşlı bir okyanusa ait ürünlerdir. Orta-Geç Karbonifer'de bu okyanusa ait litosfer Menderes-Toros Bloku (MTB) altına dalmış ve MTB şelfi üzerinde bir magmatik yay gelişmiştir. Erken Triyas (?Geç Permiyen) öncesinde magmatik yay evrimini tamamlamış ve MTB kıtasal şelfi tekrar parçalanmaya/çökmeye başlamıştır. Kretase esnasında okyanusal litosfer bu kez Kırşehir Bloku altına dalmış ve okyanusal kayaçlar Menderes-Toros Blokunu

üzerlemiştir. Bu esnada yöredeki Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı kayaçlar çok evreli ve şiddetli deformasyona ve metamorfizmaya uğramıştır.

Eren ve ark. (2004) Konya kuzeyinde en yaşlı birimin Silüriyen-Erken Karbonifer yaşlı metakarbonatlar olduğunu ve bu kayaçların kıta kenarı, sığ su ve pelajik özelliklere sahip Devoniyen-Erken Permiyen serisine yanal ve düşey geçiş gösterdiklerini belirtmektedir. MORB kökenli olan bu kayaçlara, kıtasal yay ve levha içi karakterli metamagmatik kayalar sokulum yapmışlardır. Paleozoyik birimleri Triyas-Kretase Metasedimanter birimler tarafından uyumsuzlukla örtülmüştür. Tüm bu kayalar üzerine Mesozoyik ofiyolitleri bindirme ile gelmişlerdir. Paleozoyik dizisi kuzeyde pasif Paleotetis, sonra pasif aktif kıta kenarı özellikleri gösterir. Karbonifer-Triyas döneminde Paleotetis Okyanusu'nun kuzey bölümlerinin yitim zonlarında bir magmatik yay ve yay önü dizisi (Karbonifer-Permiyen) gelişmiştir. Erken Triyas (? Geç Permiyen) döneminden önce, yay önü dizisi yükselerek aşınmıştır. Triyas yaşlı istif aktif Avrasya kıta kenarından Anadolu-Konya bloğunun yay-ardı açılış ve dekolmanın başlangıç göstergesi olarak kabul edilmektedir. Son olarak Paleotetis'in Karniyen döneminde kapanması nedeniyle Konya bölgesi ve Menderes-Torid Kimmer bloğu arasında bir kenet kuşağı oluşmuştur.

İnceleme alanında oldukça geniş bir alanda yüzeyleyen Bağrıkurt formasyonundaki fillitleri çalışan Koçak (2008); fillitlerin içerisinde elipsoid şekilli kuvarsit, kuvars-fillit, kloritoyid-kuvars-fillit, fillit ve metakumtaşı bileşiminde kayaç parçalarının bulunduğunu belirtmektedir. Kayaçların lepidogranoblastik dokulu olduklarını ve kloritoyid, klinozoisit, serisit ile kloritlerden oluşan mineral parajenezinin muhtemelen magmatik bir yaydan türeyen örneklerin, içerisinde yer aldığı formasyonla birlikte yeşilşist fasiyesinde bir metamorfizmaya uğradığını ileri sürmektedir.

Arık ve Horasan (2013) ve Horasan (2014) Konya il merkezi ile Selçuklu-Meram ve Karatay ilçelerinin önemli bir bölümü kaplayan çalışmalarında bölgede en altta Lâdik Metamorfiklerine ait olan Sızma ve Ardıçlı gruplarına ait metakırıntılı ve metakarbonatlı kayaçların bulunduklarını ve Sızma Grubunun Ardıçlı Grubu tarafından uyumsuz olarak örtüldüğünü belirtmektedirler. Üst Kretase yaşlı Hatip Ofiyolitli melanjı ve Çayırbağı ofiyolitinin bu birimleri tektonik sınırla üzerlediğini ifade eden yazarlar Miyo-Pliyosen yaşlı Dilekçi grubuna ait karasal kırıntılılarla başlayarak Eski Konya Gölü'nde oluşan gölsel bir volkano-sedimanter istif ile örtüldüklerini belirtmişlerdir. Geç Pliyosen'den sonra yörede gelişen normal faylara bağlı olarak havzanın daha yaşlı birimlere ait kırıntılılardan oluşan alüvyal nitelikli sedimanlarla

kaplandığını belirtmişlerdir. Yazarlar bölgedeki topraklarda ofiyolitik kayaçlara bağlı olarak Mg, Fe, Ni ve Co, genç volkanik faaliyetlere bağlı olarak ise Hg, Pb, Zn, Sb ve As bakımından risk unsuru taşıyan kirlenmelerin varlığından söz etmişlerdir.

2.2. Maden Jeolojisi Çalışmaları

Konya ve yakın çevresini kapsayan birçok çalışmada yöre ve yakın çevresindeki kil, bentonit, traverten ve gölsel kireçtaşları, tatlı su kaynakları ve serpantinlerin varlığı ve özellikleri ile ilgili pek çok çalışma bulunmaktadır (Sevgil, 1979; Sincan, 1980; Sevgil, 1981; Özgüner, 1986; Çelik ve ark., 1994; Kadir ve Karakaş, 2000; Bozoğlu, 2003; Gürtekin ve Albayrak, 2006; Daşçı, 2007; Önal, 2007; Uysal, 2008; Göçmez ve ark., 2008; Tunçez ve Candan, 2008; MTA, 2009; Arık ve Öztürk, 2011; Kaya ve Kılcı, 2011).

Sevgil (1979), Takkelidağ civarındaki bentonitik sahayı, Sincan (1980); Sağlık Seylik Tepe bentonit yataklarını, Sevgil (1981) ise Sağlık Köyü bentonitlerini inceleyerek volkanik kayaçların andezit, dasit, bazalt ile bunların tüfleri ve aglomera karmaşığını temsil ettiğini belirtmişlerdir. Özgüner (1986), Konya civarındaki volkanik kayaçların kalkalkalen adayayı volkanizmasının bir ürünü olduğunu belirtmiştir. Sağlık, Seylik Tepe, Tekneninkafa Tepe kaolinitik bentonit sahasından aldığı numunelerin kimyasal analiz sonuçlarında kaolinit, illit, montmorillonit ve alunit minerallerini saptamıştır. Çelik ve ark. (1994) Konya-Akören-Seydişehir-Doğanbey arasında ortaç-bazik karakterli, proklastikler ve gölsel sedimanlardan oluşan Üst Miyosen-Pliyosen istiflerinin Konya'nın güney-güneybatısında yaygın olarak yüzeylediğini ve bu istiflerin önemli kil oluşumlarını içerdiğini belirtmişlerdir.

İnceleme alanının yakın çevresinde yapılan çalışmaların önemli bir bölümü de yörede yaygın bir şekilde gözlenen magnezit oluşumları ve gölsel kireçtaşlarının yapı taşı olarak kullanılabilirliğini konu almaktadır. Türkiye'nin en önemli magnezit yatakları olan Meram magnezit yatakları inceleme alanının hemen doğu sınırında bulunmakta olup magnezitlerin rezervi, oluşumu, kalitesi ve kullanım alanlarının araştırılmasını amaçlayan birçok çalışma gerçekleştirilmiştir (Kaaden, 1964; Aytekin, 1977; Yeniyol, 1979; Zedef, 1994; Tuncay, 1998; Zedef ve ark., 2000, Tuncay, 2000, Temur, 2001; Önal, 2007; Uysal, 2008; Yılmaz ve Kuşçu, 2011).

İnceleme alanının güneybatı sınırında 1990 yılına kadar faaliyetini sürdüren Sızma-Lâdik civa yatakları ve çevresinde gerek civa gerekse ve diğer ağır metallerle ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Yöredeki civa yatakları M.Ö. 6000'li yıllara kadar

uzanan yaklaşık 8000 yıllık (Akçay, 1998) bir geçmişe sahiptir. Bu bakımdan Türkiye'nin işletildiği bilinen ilk civa yataklarıdır. Yöredeki civa oluşumları nedeniyle 1900'lü yılların başından itibaren yerli ve yabancı pek çok araştırmacının ilgisini çekmiştir (Sharpless, 1908; Pilz, 1937; Schumacher, 1937; Kovenko, 1939; Murdock, 1958; Kuru ve Yıldız, 1963; Petrasheck, 1964; Wiesner ve Lehnert, 1964; Maucher, 1964 ve Holl, 1964). Yörede aynı zamanda jeolojik, mineralojik ve petrografik ağırlıklı çalışmalar da gerçekleştirilmiştir (Niehoff, 1961, Kaaden, 1966; Bayiç, 1968; Wiesner, 1968; Doğan 1975, Pehlivan, 1976; Üstündağ, 1987; Özcan ve ark., 1988; Eren, 1993).

Sharpless (1908) Sızma-Lâdik civa cevherleşmesi ile ilgili genel bilgiler vererek cevherleşmelerin eski magmatik kayaçlara yakın şist – rekristalize kireçtaşı kontağında ve kireçtaşının içinde damarcıklar, iri kristal saçınımları ve küçük kümelenmeler halinde zuhur ettiğini, cevherlerin kireçtaşlarının fazla silisleşmemiş olduğu yerlerde saçılımlı halde bulduğunu belirtmişlerdir.

Schumacher (1937), civa yatakları ile ilgili cevherleşmenin fillitik şist ve bitümlü kireçtaşları arasında olduğunu belirtirken Pliz (1937) yöredeki civa ve bakır cevherleşmelerini incelemiştir.

Kovenko (1939) civa cevherleşmesinin dağınık düşük tenörlü ve fazla potansiyel göstermediklerini belirterek aranmasının ve işletmesinin ekonomik olmayacağını savunmuştur. Murdock (1958) cevherleşme ile ilgili çalışmalara ek olarak bazı litolojik tanımlamalar da yapmış olup civa cevherleşmenin bitümlü kristalize kireçtaşlarının içinde, fay zonlarında ve fillit ile bitümlü kireçtaşları kontaktlarında dağılım gösterdiğini belirtmiştir.

Kuru ve Yıldız (1963), Petrasheck (1964) ve Wiesner ve Lehnert (1964) civa cevherleşmesinin hidrotermal kökenli olduğu doğrultusunda görüş belirtirken, Maucher (1964) ve Holl (1964) cevherleşmenin "denizaltı ekshalatif sedimanter" kökenli olduğu görüşünü ortaya koymuşlardır. Wiesner (1968), yöredeki cevherleşmenin, andezit volkanizması ile ilgili epitermal bir oluşum olduğunu ve tektonik bir hatta bağlı olarak geliştiğini ortaya koymuştur.

Konya il Çevre durum raporunu hazırlayan Tunçez ve Candan (2008) Konya ili genelinde bulunan jeolojik birimleri, kum ve taş ocakları ile bölgedeki tatlı su kaynakları ile yapılan baraj ve göletleri aktararak halen ruhsat alınmış sahaları listelemişlerdir. Kaya ve Kılcı (2011) ise Tunçez ve Candan (2008)'ın Konya İl Çevre Durum raporunu geliştirerek güncellemişlerdir.

Arık ve Öztürk (2011) “Konya’nın yeraltı kaynakları ve potansiyeli” konulu çalışmalarında yöredeki manyezit, kil, bentonit, andezit, traverten oluşumlarının rezervi ile ilgili bilgiler vermişlerdir. Sağlık, Yatağan ve Erenkaya bölgesindeki kil oluşumlarının çeşitli endüstri kollarında kullanılabileceğini Ulumuhsine formasyonuna ait gölsel kireçtaşlarının ise piyasada traverten olarak pazarlandığını belirtmektedirler.

Öztürk ve Baykal (2012), Bozkır (Konya) ve Hatip-Çayırbağı (Konya) bölgelerindeki ofiyolitik kayaçlarda jeolojik, jeofizik ve jeokimyasal yöntemler ile maden aramaları gerçekleştirmiştir. Araştırmacılar Bozkır (Konya) ve Çayırbağı (Meram – Konya) bölgelerinde bulunan ofiyolitik kayaçları ve bu kayaçlar türeyen plaserlerde bulunabilecek potansiyel cevherleşmeleri ortaya koymuşlardır. Elde ettikleri veriler sonucunda Hatip bölgesinde silisli seviyeler, manyetit ve kromit bakımından zengin serpantinit oluşumlarını tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanan ve Kurşunlu-Dağdere (Selçuklu-Konya) Arasındaki 132 km^2'lik bir alanı kapsayan bu çalışma; hazırlık, arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve rapor yazımı olmak üzere dört aşamada gerçekleştirilmiştir.

3.1. Hazırlık Çalışmaları

Bu dönemde çalışma alanın içinde bulunduğu bölgenin ve jeolojisi ile ilgili daha önce yapılmış olan rapor-yayınlar derlenip ve arazi öncesi belirtilen bölgeler ile ilgili ön bilgiler elde edilmiştir. Bu kapsamda Konya yerleşim alanı ve yakın çevresini kapsayan jeolojik, petrografik, jeokimyasal ve maden yatakları çalışmaları Roberts, 1982; Wiesner, 1968; Göğer ve Kral, 1969; Doğan, 1975; Besang ve ark., 1977; Keller ve ark., 1977; Güzel, 1983; Roberst, 1983; Görmüş 1984; Üstündağ, 1987; Özcan ve ark., 1988; Özcan ve ark., 1990; Eren, 1993a, b, c; Kurt, 1994; Eren, 1996a, b; Kurt, 1996; Karakoç, 1996; Turan ve ark., 1997; Kurt, 1997; Kurt ve Eren, 1998; Tapur, 1998; Hakyemez ve ark., 1992; Kadir ve Karakaş, 2000; Tuncay, 2000; Eren, 2003; Kurt ve ark., 2005; Arık ve Öztürk, 2011; Öztürk ve Baykal, 2012; Arık ve Horasan, 2013; Horasan, 2014) derlenmiştir. Bu bilgiler ışığında arazi çalışması programı yapılmıştır.

Hazırlık çalışmaları kapsamında yörenin çeşitli ölçeklerdeki jeoloji haritaları (1/25000, 1/100000) derlenmiş ve arazi için gerekli hazırlıklar gerçekleştirilmiştir. Konya İli, Selçuklu ve Sarayönü İlçeleri'ne bağlı Lâdik, Sızma, Kurşunlu ve Dağdere Kasabaları ile Ertuğrul, Bahçecik, Bağrıkurt köylerinin arasında kalan bölgeyi kapsayan 1/100.000 ve 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalar (Ilgın L28-c2 ve Ilgın L28-c3 paftaları) temin edilmiştir. Ayrıca arazi çalışmalarında kullanılması planlanan jeolog pusulası, el tipi GPS, jeolog çekici, fotoğraf makinesi, arazi çalışmalarında kullanılacak araç, numune alım ekipmanı (naylon ve kağıt numune torbaları, kurşun kalem, renkli kalem, silinmez kalem, etiket vb.) hazırlanmıştır.

3.2. Saha Çalışmaları

Saha çalışmaları 2010 yılının güz aylarında arazi tanıma ve keşif çalışmaları ile başlatılmış olup 2011 ilkbahar ve yaz aylarında jeolojik gözlem, formasyon sınırı takibi, birimleri temsil edecek şekilde kesit atılması, farklı birimlerin litolojik tanımı, belirlenen noktalardan numune alımı şeklinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar sırasında

önceki yıllarda yapılmış olan jeolojik haritalarda ortaya konulan formasyon sınırları gözden geçirilmiş ve güncellenmiştir. Ayrıca sahadaki yapısal jeolojik unsurlar, tabaka konumları, kıvrımlı ve kırıklı yapılar incelenmiştir. Jeolog pusulası yardımıyla düzlemsel ve çizgisel yapılara ait tabaka ve yapraklanma konumları ölçülmüştür. Yer bulma ve konumlama için topoğrafik haritaların yanısıra el tipi GPS kullanılmıştır. Bu cihaz ile uzaydaki gerçek konumundan maksimum ± 7 m'lik bir hata payı ile gözlem ve numune yerleri tespit edilmiştir (Şekil 3.1).

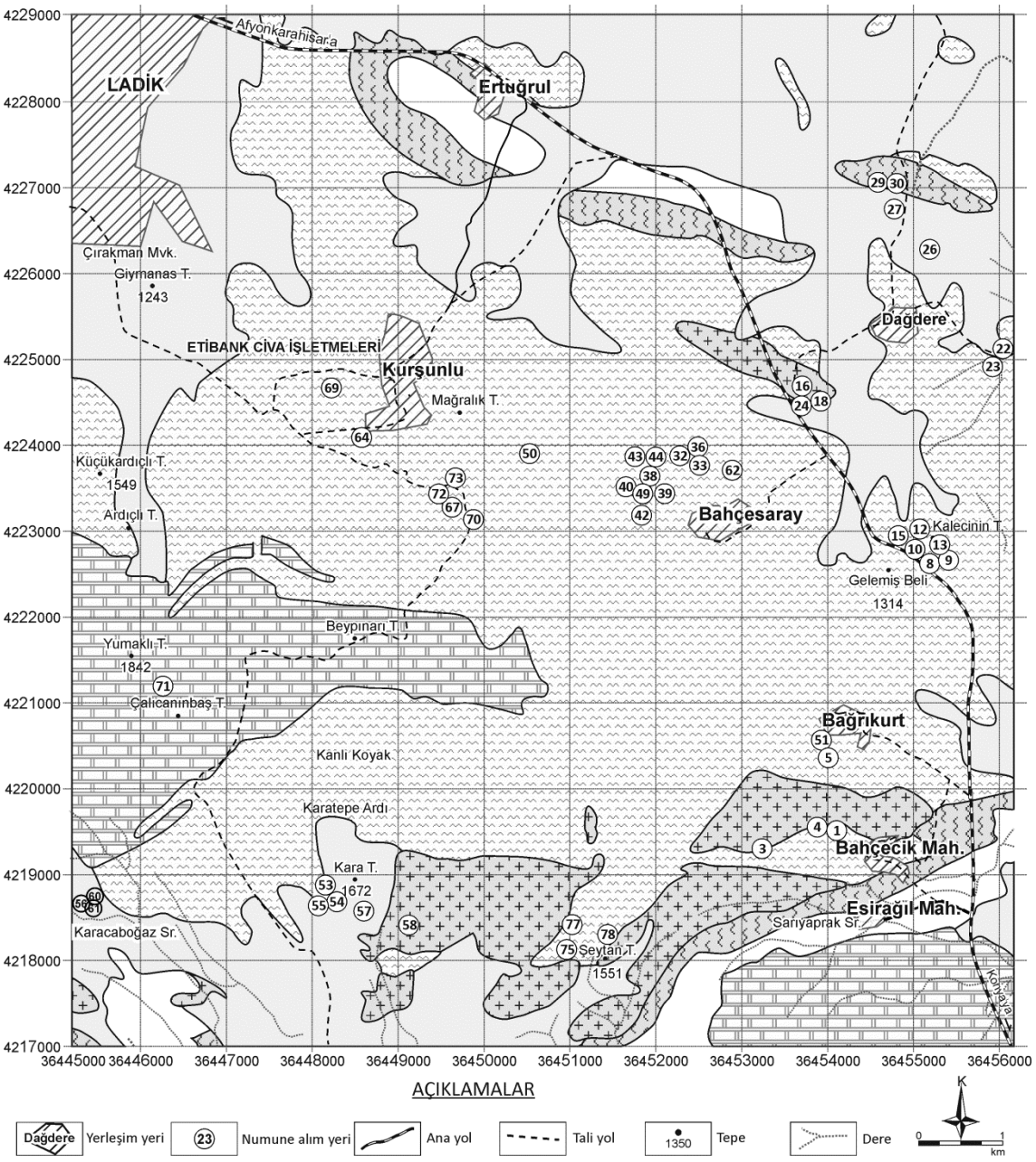
Formasyon sınırı takibi ve jeolojik haritalama çalışmalarıyla eş zamanlı olarak sahada yüzeyleyen farklı litolojik özellikte ve yaştaki birimlerin mineral parajenezi, yapı-doku özellikleri ve kayaç adlama çalışmalarını kapsayan petrografik özelliklerinin araştırılması amacıyla numune alım ekipmanı yardımıyla 79 adet numune alınmıştır. Kayaç numuneleri sahada farklı nitelikteki birimleri temsil edecek şekilde taze kayaç numunesi olarak ve cevherleşmelerle ilgili numuneler ise alterasyona uğrayan kesimlerden derlenmiştir.

Yörede bulunan dere yataklarından 10 farklı dere sedimanı (plaser) numunesi derlenmiştir. Plaser örneklemesi, plaser tabakasının en üst kesiminde bitkisel kalıntı, çöp, yaprak ve otlarla kaplı ilk 1 cm'lik bölümü temizlenerek hemen bu zonun altından 10 kg'lık plaser numunesi alımı şeklinde gerçekleşmiştir. Sahada önemli olduğu düşünülen yerlerden ve birimlerin iyi gözlenebildiği noktalardan fotoğraf çekilmiş, gezilen bölgelerin kısa krokileri ve enine jeolojik kesitleri çizilmiştir.

3.2. Laboratuvar Çalışmaları

Arazi çalışmaları sırasında derlenen kayaç örneklerinin mineralojik ve petrografik analizlerinin yapılması amacıyla kayaçlardan ince kesit ve parlatma kesiti plaserlerden ise tane preparatı çalışmaları yapılmıştır. Sahadan derlenen 79 numunenin 24'ü diğer numunelere benzerliği nedeniyle elenmiş ve 55 numune üzerinde petrografik ve kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.1, Şekil 3.1). Seçilen numuneler Selçuk Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit ve numune hazırlama laboratuvarlarında ince kesit, parlak kesit ve kimyasal analizler için tasnif edilmiştir.

Petrografik çalışmalar için seçilen 23 adet ince kesit ve 13 adet parlatma kesiti örneği 8-10 cm kalınlığında bloklar şeklinde kesilmiştir. 23 kayaç numunesi Pamukkale Üniversitesi (Denizli) Jeoloji Mühendisliği Bölümü petrografi laboratuvarına gönderilerek petrografik ince kesitler hazırlanmıştır. 13 numune ise MTA Genel Müdürlüğü (Ankara) laboratuvarlarına gönderilerek parlatma kesitleri yaptırılmıştır.



Şekil 3.1. *İnceleme alanından derlenen numunelerin yerleri*

Hazırlanan kesitler Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Bölümü ve MTA Orta Anadolu 2. Bölge Müdürlüğü (Konya) laboratuvarlarındaki ince kesit ve cevher mikroskoplarında incelenmiştir. Kesitlere ait fotoğraflar MTA Orta Anadolu 2. Bölge Müdürlüğü'nde bulunan Leica marka mikroskoba takılan fotoğraf makinesi ile çekilmiştir. Plaser numuneleri ot, çöp ve diğer organik bileşenlerinden ayrılmak için yıkanarak 80 ^{o}C etüvde 12 saat kurutulmuş ve -80 mesh boyutuna düşürülen numunelerden 200'er gr'lık bölümü alınmış ve kalan kısmı şahit numune olarak saklanmıştır.

Çizelge 3.1. *İnceleme alanından derlenen numunelerin yerleri ve yapılan analizler*

Numune No	Koordinatlar		İnce Kesit (23 adet)	Parlatma Kesiti (13 Adet)	Kimyasal Analiz (35 adet)
	X	Y			
1	36454005	4219463	*		
3	36453234	4219304			*
4	36453980	4219539	*		
5	36453984	4220394	*		
8	36455198	4222691	*		
9	36455198	4222691			*
10	36455080	4222781			*
12	36455080	4222781	*		
13	36455080	4222781			*
14	36454984	4222788		*	*
15	36454984	4222788			*
16	36453727	4224523	*		
18	36453727	4224523	*		*
20	36455995	4224979		*	*
22	36456009	4225015	*		
23	36455995	4224979	*	*	
24	36453727	4224523	*		*
26	36455264	4226672	*		*
27	36454842	4226815	*		*
29	36454775	4227045			*
30	36454775	4227045	*		
32	36452407	4223946			*
33	36452407	4223946	*		
36	36452407	4223946			*
38	36451907	4223549			*
39	36451907	4223546			*
40	36451907	4223346		*	
42	36451873	4223398			*
43	36451930	4223945			*
44	36451930	4223945	*		
49	36451930	4223583			*
50	36451583	4223981			*
51	36453977	4220658	*		
53	36448222	4218370		*	
54	36448178	4218246			*
55	36448183	4218316	*	*	
56	36444822	4218370		*	*
57	36448370	4218675		*	
58	36449237	4218370			*
60	36444822	4218370		*	
61	36444822	4218370			*
62	36452968	4223810	*		
64	36448518	4224022	*		*
67	36449836	4223046			*
69	36448107	4224610			*
70	36449804	4223251			*
71	36446225	4220120	*	*	*
72	36449706	4223429			*
73	36449706	4223429			*
74	36451452	4218318			*
75	36451452	4218318	*	*	
76	36451452	4218318			*
77	36451452	4218318	*	*	
78	36451452	4218318	*	*	*
79	36451452	4218318			*

Kayaç numuneleri kimyasal analiz için kırıcıdan geçirilerek öğütülmüş ve öğütülen numunelerden 50 gr alınıp, plastik poşetlere konularak numaralandırılmıştır. Ayrıca 2 adet plaser numunesi 0.5, 0.25, 0.125 mm ve dip kaptan oluşan elek seti ile elenmiş ve farklı elek aralıklarına ait numuneler ayrı ayrı incelenmiştir. Bu numuneler ve kayaç numuneleri ana oksit, iz element ve NTE tayini için ACME Analytical Laboratories (Vancouver-Kanada) Laboratuvarlarında analiz edilmiştir (Çizelge 3.1).

3.4. Rapor Yazımı

Saha çalışmaları ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen veriler uzun bir büro çalışmasını gerekli kılmıştır. Büro çalışmalarında öncelikle çalışmada elde edilen sonuçlar ışığında 1/25000 ölçekli jeolojik harita bilgisayar ortamında çizilmiştir. Saha ile ilgili stratigrafik dikme kesit ve enine jeolojik kesitler çizilmiş ve raporun tamamı Office (Word, Excel vb) programı ile düzenlenmiştir.

Harita ve kesit çizimlerinde ağırlıklı olarak CorelDraw X5 Programı kullanılmıştır. İstatiksel hesaplamalarda Excel ve SPSS programları kullanılarak çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Öncelikle analizi yapılan farklı nitelikteki örnek grupları üzerinde aritmetik ortalama, standart sapma, anakitle aritmetik ortalaması gibi parametrik istatiksel çalışmalar yapılmış ve student - t testi ile yapılan çalışmaların tutarlılığı denetlenmiştir. Daha sonra küme (cluster) analizleri için basit korelasyon analizleri gerçekleştirilmiştir. Anlamlı korelasyon ilişkilerine sahip olan element çiftlerinin regresyon dağılım diyagramları hazırlanmış ve numunelere ait noktaların regresyon doğrusunu temsil etme durumu grafiksel olarak ortaya konulmuştur. Ayrıca regresyona uyum testleri yapılarak sonuçların doğruluğu test edilmiştir. Küme (cluster) analizi yapılarak bileşenlerin arasındaki ilişkilere göre gruplaması yapılmıştır. Böylece kaynaktan itibaren hangi bileşenlerin birlikte hareket ettikleri belirlenmiştir. Daha sonra analizi yapılan her bir bileşenin ayrı bir jeolojik olaya (faktör) bağlı olarak davrandığı varsayılarak bu faktörlerin anlamlı jeolojik olaylarla açıklanması amacıyla faktör analizleri gerçekleştirilmiştir. Magmatik kayaçların petrolojik incelenmesi amacıyla MINPET ve Gcdkit programları kullanılarak standart diyagramlar ve bunlarla ilgili değerlendirmeler yapılmıştır. Son aşamada elde edilen bütün bulgular birlikte değerlendirilerek tez yazımı gerçekleştirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada elde edilen sonuçlar başlıca genel jeoloji ve stratigrafi, maden jeolojisi, jeokimyasal ve istatistiksel sonuçlar şeklinde 4 ana başlık altında ele alınmıştır.

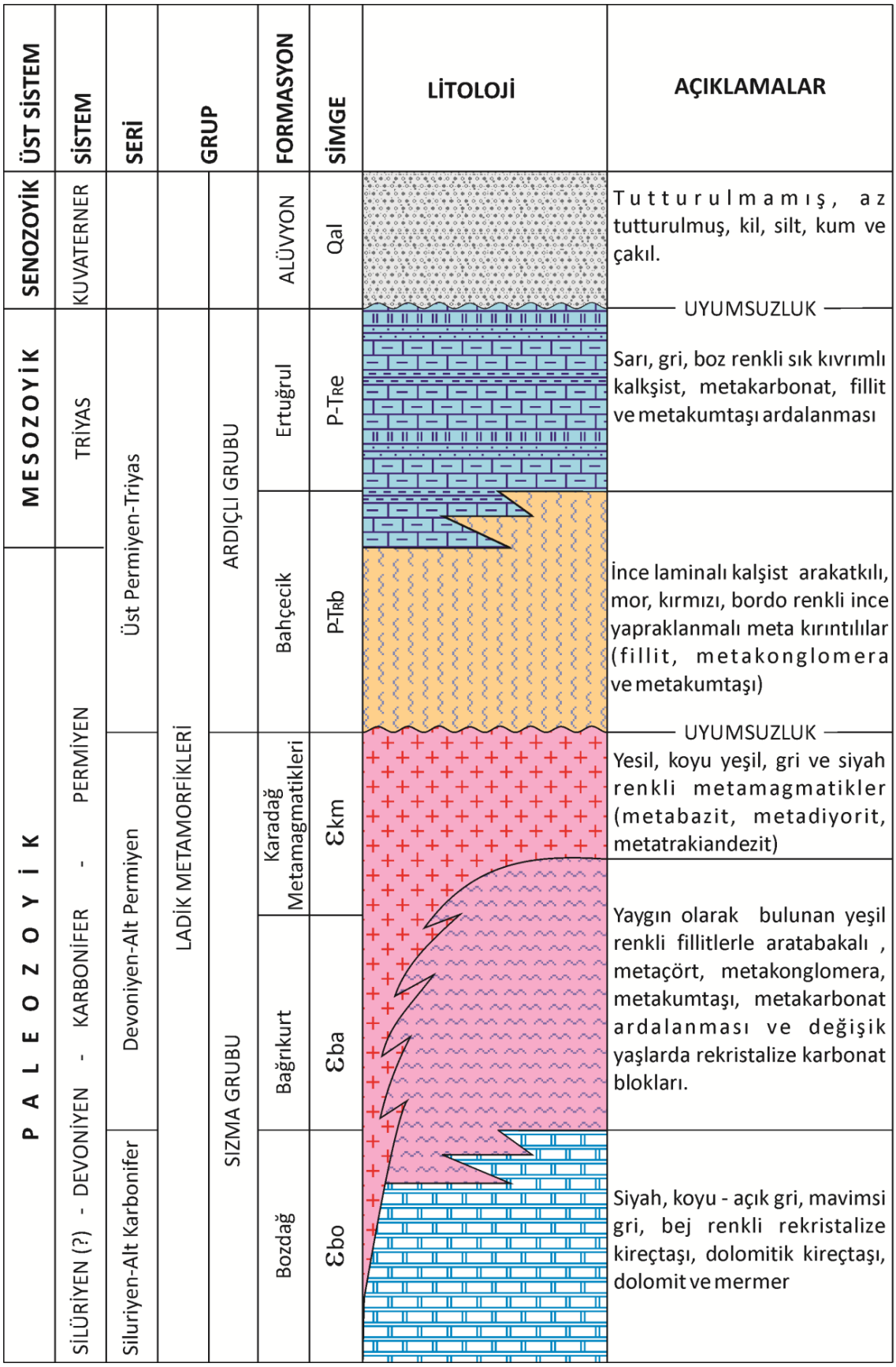
4.1. Genel Jeoloji

4.1.1. Stratigrafi

İnceleme alanı ve yakın çevresinde yapılan araştırmalarda (Wiesner 1968; Göğer ve Kıral, 1969; Görmüş, 1984; Özcan ve ark., 1988; Hakyemez ve ark., 1992; Eren, 1993; Eren, 1996; Kurt, 1994; Kurt, 1996; Kurt ve Eren, 1998; Eren ve diğ, 2004) yörenin stratigrafik gelişimi ile ilgili ortak bir görüş yoktur.

Çalışma alanında birbirinden farklı ortam koşullarını yansıtan litolojilerden yapılı ve Gökçeyurt grubunu tektonik dokanakla örten metamorfik oluşuklar izlenir Söz konusu oluşuklar Gökçeyurt grubunun birimleri ile hem tektonostratigrafik ilişkileri yönünden, hem metamorfizma şiddeti açısından, hem de çökelmelerine ait yaş konakları bakımından farklılıklar sunmaktadır. O nedenle Gökçeyurt grubunun, bu metamorfik toplulukları kapsayamayacağı görülmüş ve bir üst grup niteliği taşımasından ötürü, Eren (1993a) tarafından Ladik metamorfitleri olarak ayırtlanmış ve adlanmışlardır.

Eren'e (1993a) göre Bozdağlar Masifinin temelini oluşturan Ladik Metamorfikleri en altta Silüriyen (?)-Devoniyen Permiyen yaşlı Sızma grubu ve bu grubu açılı uyumsuz olarak örten Permo (?)-Mesozoyik yaşlı Ardıçlı grubundan oluşmaktadır. Sızma grubu, en altta rekristalize kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve dolomitlerden oluşmuş Bozdağ formasyonu; fillit, metakumtaşı, rekristalize kireçtaşı, metaçört, şist ve metakarbonat olistolitlerinden oluşmuş Bağrıkurt formasyonu ile yer yer ara seviye yer yer de dayklar şeklinde izlenen Karadağ metamagmatiklerinden yapılıdır. Sızma grubu üzerinde açılı uyumsuz olarak yer alan Ardıçlı grubu ise, en altta metakonglomera, fillit, metakumtaşı ve az oranda rekristalize kireçtaşlarıyla temsil olunan Bahçecik formasyonu ile metakarbonat ve metakırıntılılar şeklindeki Ertuğrul formasyonundan oluşmuştur. Tüm bu birimler, yörede yaygın olarak izlenen Kuvaterner-Güncel yaşlı alüvyal nitelikli birimler tarafından açılı uyumsuz olarak ötülmektedir. Bu bölümde, birbirinden farklı özellikler sunan grup, formasyon ve üyeler jeolojik konumları da göz önünde bulundurularak alttan üste doğru açıklanmaya çalışılmıştır (Şekil.4.1).



Şekil 4.1. *İnceleme alanında yüzeyleyen birimlere ait genelleştirilmiş dikme kesit (Ölçeksiz)*

4.1.1.1.Sızma Grubu

Silüriyen (?)-Devoniyen-Alt Karbonifer yaşlı komprehensif karbonat istifi olan Bozdağ formasyonu, Devoniyen-Alt Permiyen yaslı Bağrıkurt formasyonu ve yine aynı yaşlı Karadağ metamagmatiklerinden yapılı topluluk, Bozdağlar Masifi'nin en yaygın metamorfik istifini oluşturmaktadır. Bu topluluğun egemen kayaçlarını oluşturan türbidit ve olistostromal özellikli oluşuklar ile onun yanal eşleniği olan Bozdağ formasyonuna ilişkin metakarbonatlar, masifte ilk kez litostratigrafi kurallarına uygun şekilde adlamaya giden Doğan (1975) tarafından "Sızma formasyonu" olarak adlandırılmıştır. Özcan ve ark. (1988) tarafından ise, Bozdağ formasyonu üzerinde açılı uyumsuz olarak düşündükleri aynı metasedimanter istif, yöredeki metamagmatik kayaçlarla birlikte "Halıcı grubu" adı altında tanımlanmıştır. Ancak, bu çalışmada sözü geçen topluluk, adlama önceliğine uyularak Sızma grubu adı altında incelenmiştir.

4.1.1.1.1. Bozdağ Formasyonu (Ɛbo)

Bozdağ formasyonu başlıca gri, mavimsi gri ve bej renkli rekristalize kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, dolomit ve mermerlerden oluşmaktadır. Çalışma alanının en yaşlı birimi olan Bozdağ formasyonu önceki araştırmacılar tarafından farklı incelenmiştir. Örneğin Wiesner, bu kayaçları litostratigrafik adlamaya gitmeden ikisi Silüriyen-Alt Devoniyen ve biri Üst Permiyen yaşlı metakarbonatlar olmak üzere üç faklı stratigrafik düzeyde incelemiştir. Doğan (1975) ise önce Bozdağ formasyon ve Ladik formasyonu sonra Sızma formasyonu içinde Büyükocak ve Çalıca kireçtaşı üyesi şeklinde ayırmıştır. Sızma civarında çalışan Pehlivan (1976) diğer araştırmacılara benzer olarak bu metakarbonatları kronostratigrafi ilkesinden hareketle farklı yaşlarda birçok bölüme ayırmıştır. Üstündağ (1987) söz konusu metakarbonatları Obruğuntepe formasyonu ve Kızkayası kireçtaşı şeklinde iki farklı oluşuk şeklinde tanımlamıştır. Özcan ve ark. (1988), çalışma alanının güneydoğusundaki yüzeylemelerini “otokton konumlu Bozdağ kireçtaşı" ve kuzey kesimdekilerini ise Halıcı grubunun metakırıntılıları arasında adlanmamış "allokton bloklar" olarak göstermişlerdir. Eren (1993a) tarafından bu birimin komprehensif nitelikte ve tek bir formasyon özelliğinde olduğu ortaya konulmuş ve Doğan (1975)’ın önerdiği Bozdağ formasyonu ismi kullanılmıştır. Bulduk ve ark (2008) ise Özcan ve ark. (1998)’nin tanımladığı Bozdağ kireçtaşı adlamasını, Arık ve Horasan (2013) ile Horasan (2014) ise Bozdağ formasyonu adlamasını kullanmışlardır. Bu çalışmada da saha gözlem ve

bulguları temel alınarak Eren (1993a) tarafından yapılan adlandırma esas alınmıştır. İnceleme alanının batı kesimindeki Çalıcanınbaş Tepe civarında tipik olarak gözlenmektedir.

Formasyon bej, gri ve koyu gri arasında değişen değişik renk ve tonlarda rekristalize kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, dolomit ve mermerler oluşturur (Şekil 4.2).



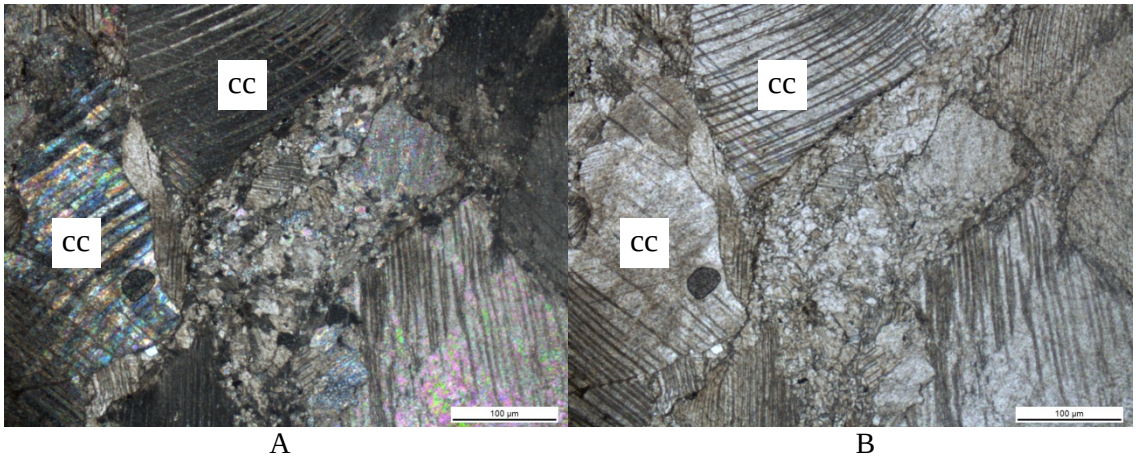
Şekil 4.2. *Bozdağ formasyonuna ait gri renkli rekristalize kireçtaşları (Yer: Çalıcanınbaş Tepe)*

Formasyona ait olan beyaz, açık bej ve pembe renkli karbonatlarda tabakalanma çok belirgin değildir. Bu kayaçların içinde mercan, stromatoporoid, krinoid diskleri, ağsal ve dentritik yapılı rekristalizasyon nedeniyle tanımlanamayan fosiller bulunmaktadır (Eren, 1993). Bozdağ formasyonunun Karadağ metamagmatikleri ile olan sınırlarında beyaz renkli, iri kristalli, şeker dokulu mermer oluşumları bulunmaktadır. Bu şeker dokulu beyaz mermerlere hem Bozdağ formasyonu ve hem de Bağrıkurt formasyonu içinde olistostromlar şeklinde rastlanmaktadır. Yer yer tümüyle krinoid disklerinden oluşan gir renkli metakarbonatlar, Bağrıkurt formasyonu ile olan sınırlarında belirgin orta-kalın tabakalanmalıdır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. *Bozdağ formasyonunun üst kesimlerindeki orta-kalın tabakalı kristalize kireçtaşları (Yer: Sızma Kasabası kuzeyi)*

Bozdağ formasyonuna ait kayaçlardan alınan örneklerde yapılan petrografik incelemede kalsit (% 97), kuvars (% 3) parajenezi belirlenmiştir. Kayaçta önemli oranda rekristalizasyonun gerçekleşmiştir (Şekil 4.4).

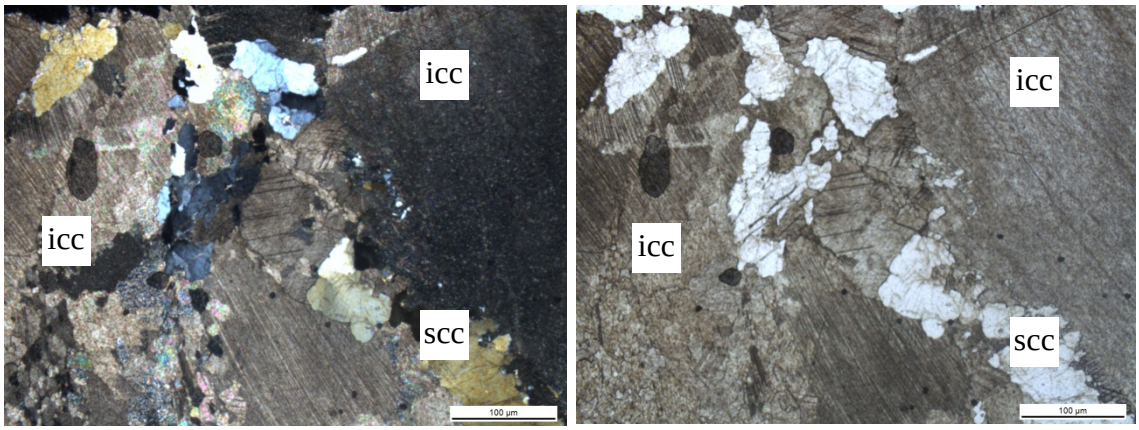


A B

Şekil 4.4. *Bozdağ formasyonuna ait mermerlerde iri kristalli kalsitlerle (cc) oluşan granoblastik doku (A: //N, B: +N).*

Bazı kesitlerde gözlenen fosiller rekristalizasyon ve deformasyon nedeniyle tanınamayacak derecede değişim göstermektedir. Çalıcanınbaş Tepe civarından alınan

numunelerde iri kristalli ve aralarında ince kristalli kalsitler ve çok az oranda (% 1-2) kuvars ve opak minerallerle temsil edilen granoblastik doku gözlenmiştir Bu özelliklere göre kayaçlar mermer olarak adlandırılmıştır. Bazı mermerlerde gelişen çatlaklarda ikincil kalsit dolguları gözlenmektedir (Şekil 4.5).



A B

Şekil 4.5. *Bozdağ formasyonuna ait mermerlerde iri kristalli kalsitleri (icc) kesen ikincil sparitik kalsit (scc)damarları (A: +N, B: //N))*

Bozdağ formasyonu inceleme alanının batısında Çalıcanınbaş Tepe, Yumaklı Tepe ve Beypınarı Tepe'yi içine alan bölgede ve inceleme alanın güneydoğu sınırında Konya-Akşehir yolu üzerinde yayılım göstermektedir. Bozdağ formasyonunun tabanı inceleme alanında gözlenmekte olup çalışma alanının en yaşlı birimidir. Üstte ise Bağrıkurt formasyonu ile geçişlidir. Konya – Akşehir yolu üzerindeki yüzleklerinde ise Ertuğrul formasyonuna ait metakırıntılı ve metakarbonatlarla uyumsuz olarak örtülmektedir. Bağrıkurt formasyonuyla olan üst sınırında ise bazen yatık kıvrımlar ve dereceli geçişler nedeniyle hem altta hem üstte gözlenmektedir. Ancak birçok kesimde formasyon Bağrıkurt formasyonuyla dereceli geçişli olarak örtülmektedir. Sınır boyunca kimi zaman Bağrıkurt formasyonun fillitleri Bozdağ formasyonun üst kesimlerinde bazen de Bozdağ formasyonuna ait metakarbonatlar Bağrıkurt formasyonun alt kesimlerinde izlenmektedir. Birimin kalınlığı 800 m olarak tahmin edilmektedir (Özcan ve ark., 1990).

Bozdağ formasyonu ile ilgili çalışmalar yapan araştırmacılardan Wiesner (1968) tarafından Sızma güneyinde yer alan Gedik Tepe'nin kuzeydoğu eteklerinde Orthoceras sp., Murchisonia sp. ve prototip konodontlar belirlenmiş ve birime Silüriyen-Alt Devoniyen yaşı verilmiştir. Doğan (1975), Dunlu Tepe'den alınan numunelerde Plectogyra sp., Tetrataxis sp., Nodosariidae, Polypiere, Çalıcanınbaş Tepe'de Alloclisia

sp., Bistilinkale Tepe eteklerinde ise Siphonodendron, Syringopora sp. ve Lithostrotion sp. ile Alt-Orta Karbonifer yaşını veren fosilleri belirlemiştir. Yine aynı araştırıcı Ladik civarındaki kireçtaşları içinde Jivesiyen yaşlı Amphipora ramosa (Philips) fosili bularak bunları Orta Devoniyen şeklinde ayırmıştır. Bulduk ve ark. (2008) ise önceki çalışmalara dayanarak formasyonun Devoniyen yaşlı olduğunu belirtmişlerdir. Eren (1993) yukarıdaki fosillere ek olarak Karaçamboğaz Tepe'de Kuviniyen-Frasniyen yaşlı Thamnopora reticulata ile Yarığın Tepe güneyinde Alt Karbonifer yaşlı Caninia sp., fosili belirlemiştir. Bu paleontolojik bulguya dayanarak sahada önceleri, çeşitli stratigrafik konumlarda farklı formasyon adları altında tanımlanan kireçtaşlarının devamlı ve komprehensif bir formasyon olduğu tezini desteklemiştir (Hekimbaşı, 1997). Bu çalışmalar doğrultusunda Bozdağ Formasyonu için Eren'in (1993a) önerdiği Siluriyen –Alt Karbonifer yaşı benimsenmiştir.

Bozdağ formasyonuna ait metakarbonatlar litolojik özellikleri ve fosil içeriği bakımından bir resif karmaşığı şeklinde gelişmiştir. Eren'e (1993a) göre birime ait olan koyu renkli, laminalı, peloidli dolomitik karbonatlar resif gerisi çökellerdir. Yazara göre bu fosil topluluğu resifal nitelikli kayaçlar içinde yaygın olup Bozdağ formasyonu Atlantik tipi bir kıta kenarında gelişmiş bir şelf kenarı resif karmaşığıdır.

Bozdağ formasyonu Mut-Silifke yöresindeki Orta Devoniyen yaşlı Büyükeceli formasyonu (Demirtaşlı, 1984), Aladağlar'daki Devoniyen yaslı Ayraklıtepe formasyonu (Ayhan ve Lengeranlı, 1986) ve Hadim güneybatısındaki Üst Devoniyen yaşlı Gölboğaz kireçtaşı üyesi (Turan, 1990) ile deneştirilebilir (Eren, 1993).

4.1.1.1.2. Bağrıkurt Formasyonu (Ɛba)

Bağrıkurt formasyonu genel olarak gri, yeşilimsi gri ve yeşil renkli şist, fillit, metakonglomera, metakumtaşı, metaçört, kuvarsit, metakonglomera, kalkşist ve kireçtaşı mercekleri ile değişik yaş ve boyutta metakarbonat bloklarından oluşmaktadır. İnceleme alanında oldukça geniş bir alanda yüzeyleyen bu birim 1/100000'lik haritalarda Halıcı formasyonu (Umut, 2009a ve b) olarak tanımlanmıştır. Wiesner (1968), bu birimi farklı stratigrafik düzeylerdeki "serisit fillat, kalkerli fillat (mor), serisitli fillat (yeşil)" olarak tanımlarken, Doğan (1975) "Sızma formasyonu" içinde ve Bahçecik formasyonunu da kapsayacak şekilde "Sızma fillit üyesi" olarak adlandırmıştır. Aynı kayaçları Güzel (1983), " ayırtlanmamış temel karmaşığı" içinde göstermiştir. Bu litolojiler Üstündağ (1987) tarafından, "Bağrıkurt formasyonu" olarak adlandırılmış ve stratigrafik açıdan sınırdaş birimlere göre uygun bir bölümlendirilmesi

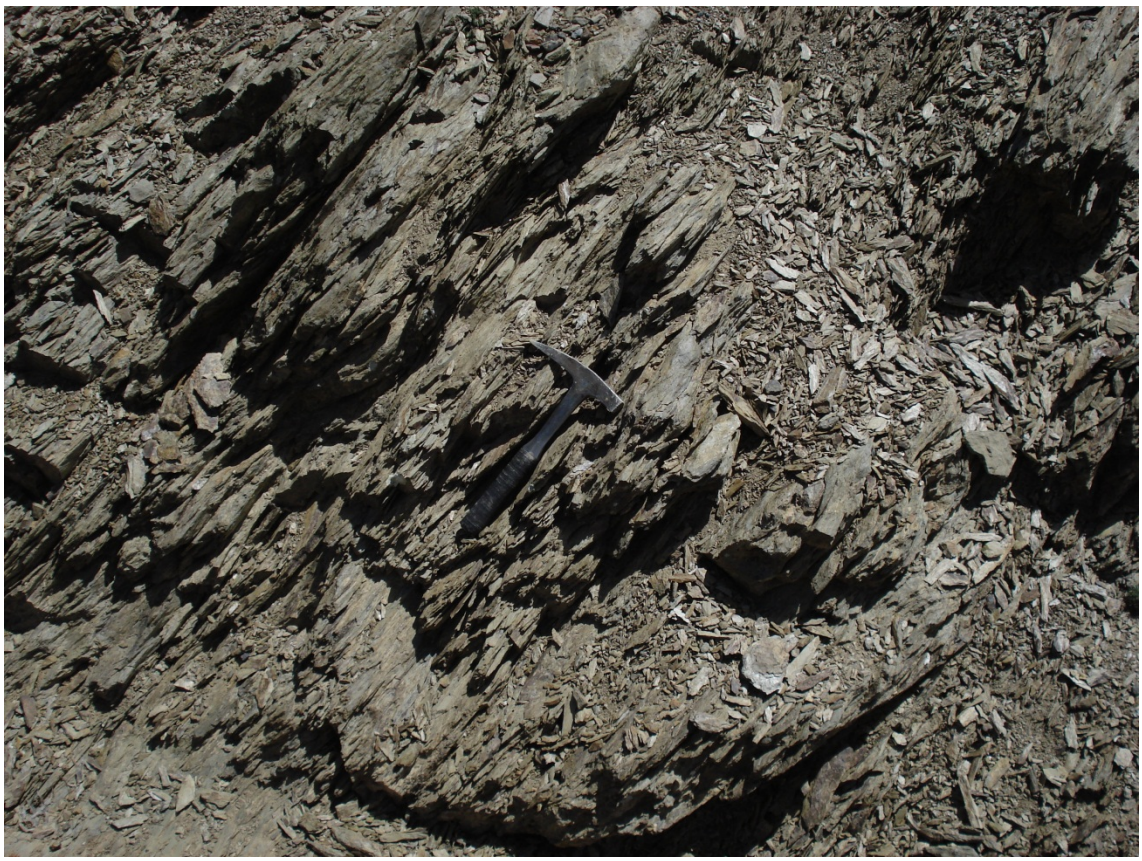
gerçekleştirilmiştir. Özcan ve ark. (1988 ve 1990) tarafından ise, yöredeki metamagmatik kayaçları kapsayacak şekilde "Halıcı grubu" olarak tanımlanmıştır. Eren (1993) bu düşük dereceli metakırıntılıların içindeki metakarbonat ara seviyeleri ve bloklarını da kapsayacak şekilde Üstündağ'ın (1987) tanımladığı Bağrıkurt formasyonu adlamasını kullanmıştır. Bulduk ve ark., (2008) Özcan (1990)'ın adlamasına grup mertebesinde değil tek bir formasyon olarak Halıcı formasyonu adlamasını kullanmışlardır. Arık ve Horasan (2013) ve Horasan (2014)'te Üstündağ (1987)'ın adlamasına sadık kalmışlardır. Bu çalışmada da Halıcı Grubu veya Halıcı formasyonu olarak tanımlanan birim içindeki metavolkanitler ayrı bir oluşum olarak değerlendirildiği için en iyi gözlendiği yere izafeten Üstündağ (1987) tarafından önerilen Bağrıkurt formasyonu adlaması benimsenmiştir. İnceleme alanında oldukça yaygın olarak gözlenen Bağrıkurt formasyonu tipik olarak Bağrıkurt Köyü civarında izlenmektedir.

Bağrıkurt formasyonu genel olarak fillit, şist, metakumtaşı, metaçört, metakonglomera, metavolkanikler, metakarbonatlar ve yabancı kireçtaşı bloklarından oluşmaktadır. Formasyonun hakim orijinal kayaçları grovaklar olup içinde silttaşı, şeyl, kuvarsit, çört ve volkanikler bulunmaktadır. Geçirmiş olduğu düşük dereceli metamorfizma nedeniyle oldukça kıvrımlı ve kırıklı bir yapı göstermektedir. Formasyon içindeki birimler alttan üste doğru sıralanırsa laminalı metakumtaşı ve fillitlerle başlamakta, metakuvarsit – fillit ardalanması ve yer yer bloklar şeklinde rekristalize kireçtaşı ve mermer içeren fillit, metakumtaşı, metakonglomera, metaçört, metaçört ara seviyeli rekristalize kireçtaşları ile yer yer metakuvarsit içeren çok büyük metakarbonat blokları ile temsil edilmektedir. Formasyon içindeki koyu renkli metaçörtler daha önceki araştırmacılar (Üstündağ, 1987; Eren, 1993) tarafından Mühendislitepe üyesi, Bozdağ formasyonu ile geçişlerinde rastlanan metakarbonatlar Ardıçlıtepe üyesi ve metakarbonat blokları Bahçesaray olistolitleri olarak adlanmıştır.

Formasyon içinde oldukça yaygın olan açık yeşil, yeşil, koyu yeşil, gri, yer yer siyah renkli fillitler çok iyi yapraklanmalıdır (Şekil 4.6 ve 4.7). Fillitler yer yer ayrışmış olup çatlak ve kırıklarda ayrışmadan dolayı kahverengi ayrışma yüzeyleri ve yer yer demir oksit boyama ve sıvamaları gözlenmektedir. Bu kayaçlarda yer yer ilksel laminalar korunmuştur. Laminalar birkaç mm ile birkaç cm kalınlığındadır. İnce taneli pelitik kökenli çamurtaşı, silttaşı gibi kayaçlardan türeyen fillitlerde yaygın olarak buruşma klivajı ve lineasyonları ile kink bandı gelişimleri izlenir (Şekil 4.8).



Şekil 4.6. *Bağrıkurt formasyonunda yaygın olarak gözlenen yeşil renkli fillitlerde yapraklanmalar (Yer: Bağrıkurt Köyü kuzeyi)*



Şekil 4.7. *Bağrıkurt formasyonuna ait fillitlerde kahverengi ayrışma yüzeyleri (Yer: Bahçesaray Köyü batısı)*

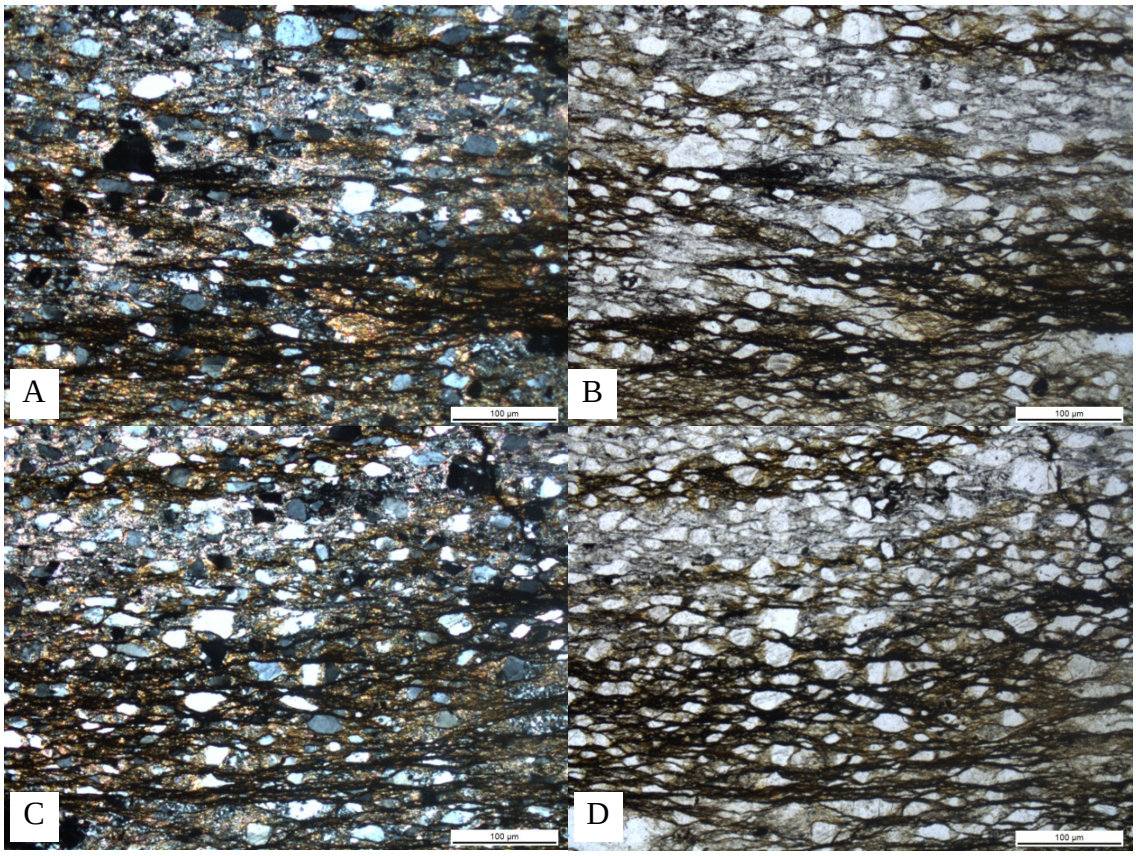


Şekil 4.8. *Fillitlerde buruşma lineasyonları ve kink bantları (Yer: Bahçesaray Köyü batısı)*

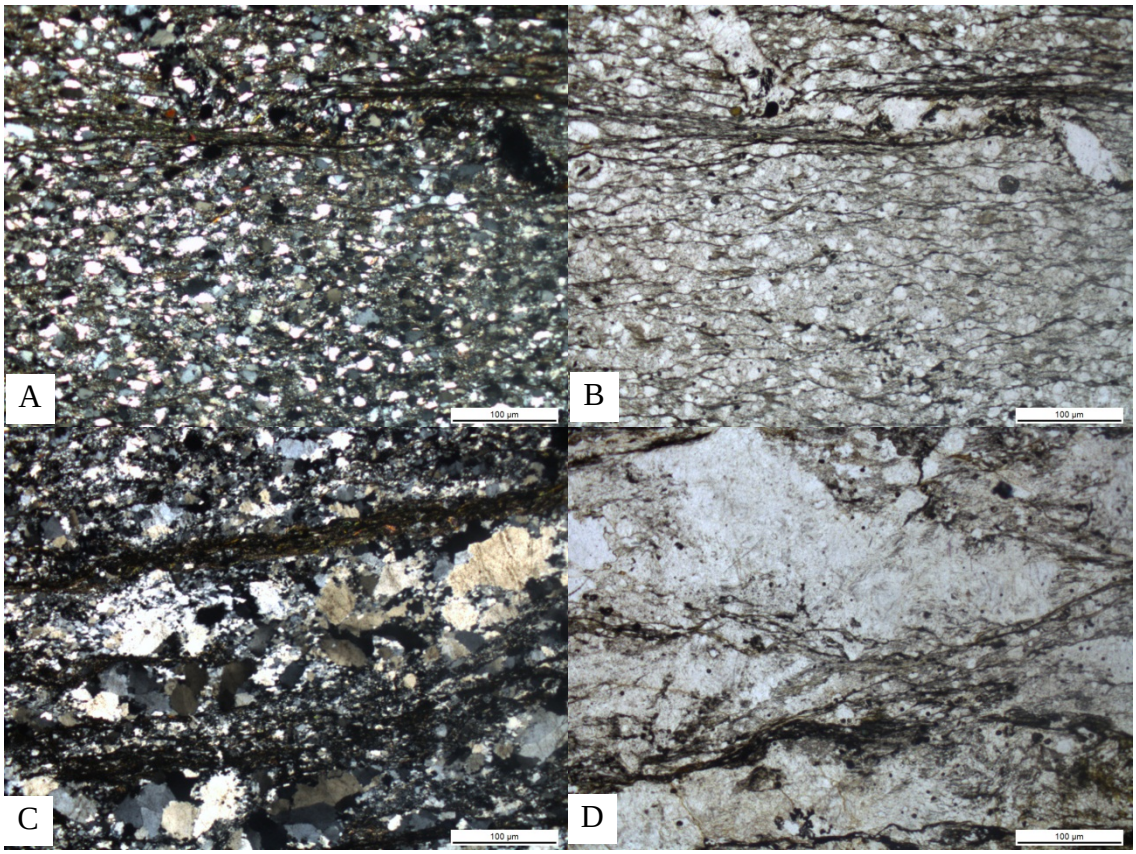
Bağrıkurt formasyonuna ait fillitlerden alınan örneklerde genellikle serisit, muskovit ve kuvars parajenezi izlenmektedir. Yer yer kayaç içinde % 5'lere ulaşan oranlarda opak minerallere rastlanmaktadır. Bazı kayaçlarda ikincil opak mineraller belirgin olarak çatlakları doldurmuştur.

Bağrıkurt Köyü batısından alınan fillitlerin petrografik incelemesinde % 55-60 serisit, % 30-35 kuvars, % 3-5 muskovit ve % 2-3 opak mineral gözlenmiştir (Şekil 4.9). Kayaçlar belirgin olarak yönlenen serisit ve muskovitlerden dolayı ağırlıklı olarak lepidoblastik dokuludur. Yer yer kuvars oranı artmakta olup granolepidoblastik doku gözlenmektedir. Bu özelliklere göre kayaçlar fillit olarak adlandırılmıştır.

Konya-Akşehir yolu Dağdere Köyü yol ayrımındaki yüzleklerinden alınan fillitlerde kuvars oranı biraz daha yüksektir. Bu kayaçların petrografik incelemelerinde % 45-50 kuvars, % 35-40 serisit, % 8-10 muskovit ve % 2-5 opak minerale rastlanmıştır. Kayaç granolepidoblastik dokuludur (Şekil 4.10). Bu fillitlerde yapraklanma kalınlıkları diğerlerine göre biraz daha fazladır.



Şekil 4.9. *Bağrıkurt formasyonuna ait fillitlerde serisitlerle ortaya çıkan lepidoblastik doku (A ve C: +N, B ve D: //N, Yer: Bağrıkurt Köyü batısı)*



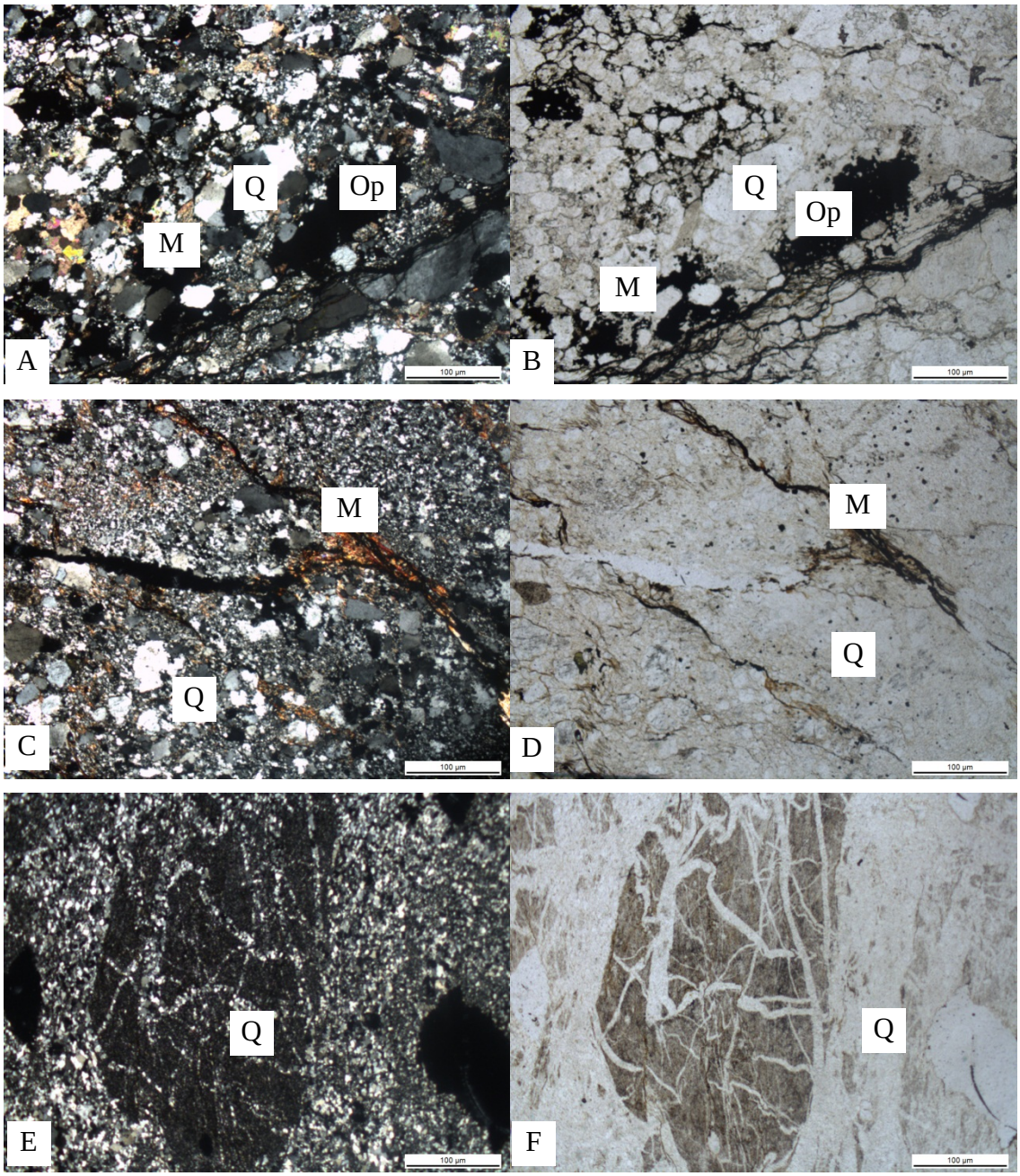
Şekil 4.10. *Bağrıkurt formasyonuna ait fillitlerde kuvars ve serisitlerle ortaya çıkan granolepidoblastik doku (A ve B: +N, B ve D: //N, Yer: Dağdere Köyü yol ayrımı)*

Formasyon içinde yaygın olarak kuvarsit, kuvarsşist, talkşist, kalkşist, kuvars-mikaşist ve kloritşist oluşumları gözlenmektedir. Mikakuvarşistler ve mikaşistler formasyon içinde koyu yeşil, kahvemsi yeşil renklerde nispeten daha az ayrışmış olarak gözlenmektedir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. *Bağrıkurt formasyonuna ait şistler (A: Mikaşistler, Bahçesaray batısı, B: Kuvarsmikaşistler Dağdere)*

Kuvarsşist ve kuvarsmikaşistlerin hakim mineralleri kuvars ve mika (serisit ve muskovit) olup bazı kesitlerde % 5'lere ulaşan oranlarda kalsit ve opak minerallere rastlanmaktadır. Bağrıkurt Köyü'nün güneyinden alınan kuvars-mikaşitlerin petrografik incelemesinde % 75-85 kuvars, % 15-20 mika (serisit + muskovit), % 2-3 kalsit ve % 3-5 opak mineral gözlenmiştir. Granoblastik ve granolepidoblastik dokulu olan bu kayaçlara mika-kuvarsşist ve kuvarsit adı verilmiştir (Şekil 4.12). Kayaç içinde yer yer oldukça yoğun opak mineral oluşumu gözlenmektedir.



Şekil 4.12. *Bağrıkurt formasyonuna ait kuvarsmikaşistlerde kuvars (Q) ve serisit ve muskovitlerle (M) belirlenen granolepidoblastik doku ve kuvarsitlerde granoblastik doku(Op. Opak mineral, A, C; kuvarsmikaşist + N, B ve D kuvarsmikaşist //N, E kuvarsit +N, F: kuvarsit //N).*

Formasyon içinde yaygın olarak kuvarsit damarları gözlenmekte olup yer yer süt kuvars damarları vardır (Şekil 4.13 ve Şekil 4.14). Birincil kuvarsitlerin içinde yer yer iri kristalli ikincil kuvarslar bulunmaktadır (Şekil 4.15 ve 4.16).



Şekil 4.13. *Bağrıkurt formasyonunda mikaşistleri kesen kuvarsit damarları (Yer: Bahçesaray)*



Şekil 4.14. *Bağrıkurt formasyonunda süt kuvars damarları (Yer: Bahçesaray batısı)*

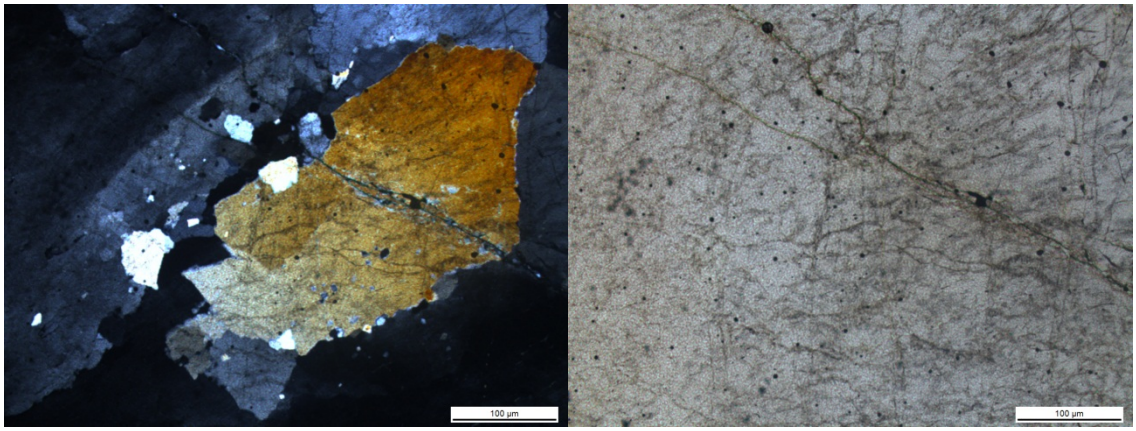


Şekil 4.15. *Bağrıkurt formasyonunda birincil kuvarsitleri kesen ikincil kuvars oluşumları (Yer: Bahçesaray kuzeyi)*



Şekil 4.16. *Bağrıkurt formasyonunda birincil kuvarsitlerin içinde gelişen ikincil iri kristali kuvarslar (Yer: Bahçesaray kuzeyi)*

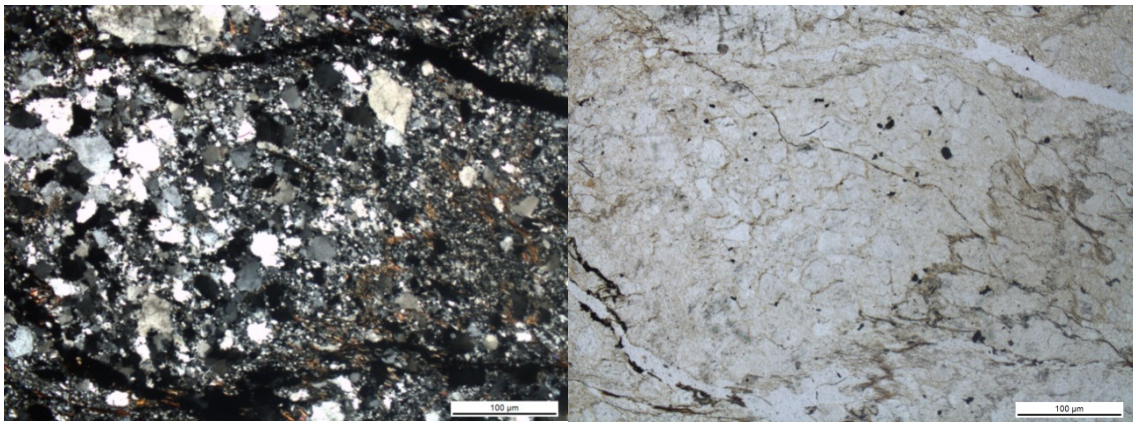
Konya-Akşehir yolu üzerindeki Kalecinintepe civarından alınan kuvarsitlerin petrografik incelemelerinde % 98 kuvars ve % 2 civarında opak mineral tespit edilmiştir. Kayaç granoblastik dokuludur (Şekil 4.17)



A **B**

Şekil 4.17. *Bağrıkurt formasyonuna kuvarsitlerde kuvars ve opak mineraller (A: +N, B: //N, Yer: Konya-Akşehir Yolu Gelemiş Beli)*

Metakuvarslardan alınan örneklerin petrografik incelenmesinde % 75-80 kuvars, % 8-10 serisit, %5-6 karbonat (kalsit), % 3-5 muskovit ve % 2-3 opak mineral parajenezi belirlenmiştir. Kayaçlar porfiroblastik dokuludur (Şekil 4.18).



A **B**

Şekil 4.18. *Bağrıkurt Formasyonuna ait metakuvarslarda kuvars, karbonat ve serisitlerle ortaya çıkan porfiroblastik doku (A: + N, B: //N)*

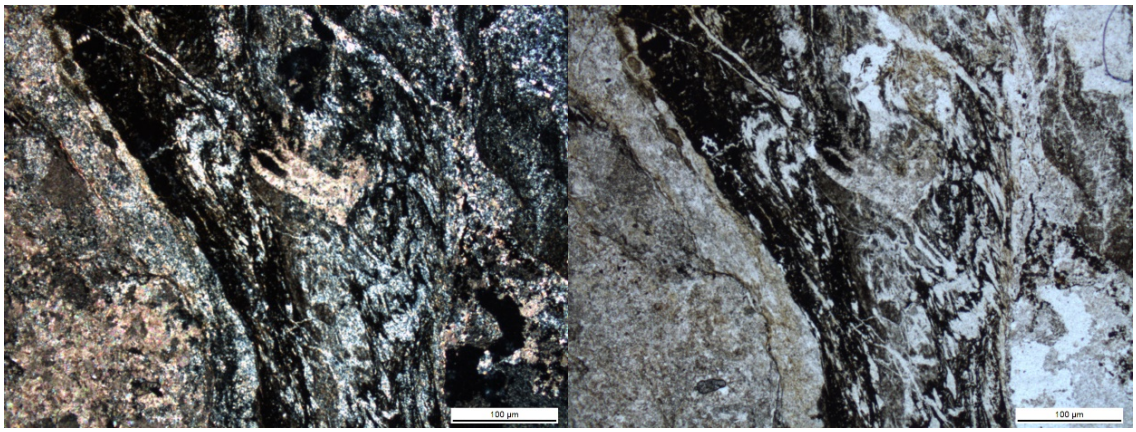
Bağrıkurt formasyonun Bozdağ formasyonu ile olan sınırlarında yer yer bej, gri ve koyu gri renkli kalkşistler ve metakarbonat blokları bulunmaktadır. Kalkşistlerde ince tabakalanmalar korunmuş olup makro olarak yer yer yönlenmeler gözlenebilmektedir. Bu kayaçlarda özellikle karbonatların yaygınlaştığı bölgelerde yaygın bir demiroksit gelişimi izlenmektedir (Şekil 4.9).

Kalkşistlerin petrografik incelemesinde % 65-70 karbonat (kalsit), % 20-25 mika (serisit ve muskovit) % 3-5 klorit ve % 3-5 opak mineral gözlenmiştir. Kayaç

yoğun olarak gözlenen karbonatlardan dolayı granoblastik dokulu olan kayaç serisitlerin artmasıyla granolepidoblastik dokuya geçiş göstermektedir (Şekil 4.20).



Şekil 4.19. *Bağrıkurt formasyonuna ait gri ve bej renkli ince-orta yapraklanmalı kalkşistlerden görünüm (Yer: Dağdere kuzeyi).*

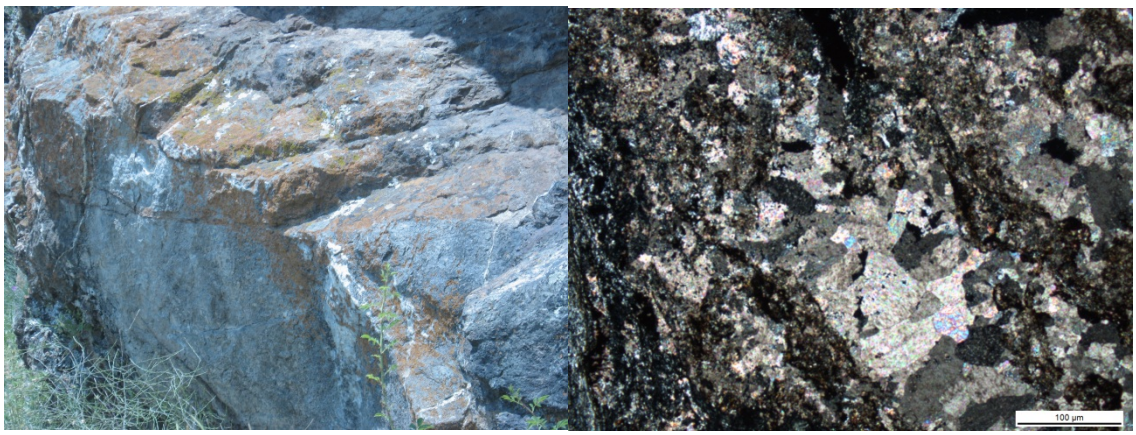


A **B**

Şekil 4.20. *Bağrıkurt formasyonuna ait kalkşistlerde kalsit ve serisitlerle belirlenen granolepidoblastik doku (A: + N, B. //N, Yer Bahçesaray-Bağrıkurt arası).*

Bağrıkurt formasyonu içinde yaygın olarak metakarbonat blokları bulunmaktadır. Pelitik kayaçların içinde onların genel durumuna aykırı morfolojik olarak küçük tepelikleri oluşturmaktadırlar. Bu kayaçlar kirli beyaz, bej renkli, çoğunlukla masif görünümlü ve çok kalın tabakalıdır (Şekil 4.21a). Formasyon içindeki metakarbonat blokları ise daha çok Bozdağ formasyonuna ait karbonatlardır. Metakarbonatların petrografik incelemelerinde kayaçlarda % 90-95 iri ve ince taneli

kalsit % 5-10 serisit gözlenmektedir (Şekil 4.21b). Mermer olarak nitelenebilecek metakarbonatlar granoblastik dokuludur.



A **B**

Şekil 4.21. *Bağrıkurt formasyonuna ait metakarbonat blokları, A: Bahçesaray güneyinde kalın tabakalı mermerler, B: Metakarbonat bloklarında kalsit ve serisitlerle belirlenen granoblastik doku (+ N).*

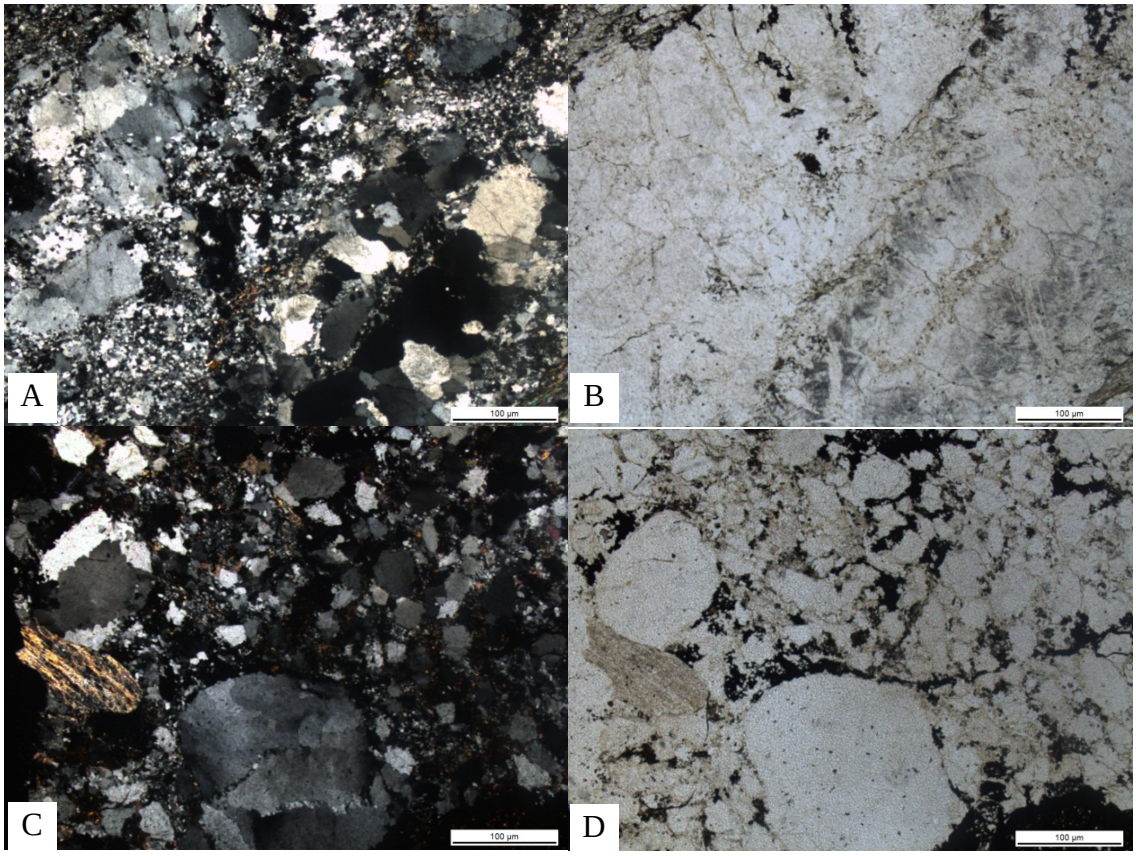
Bağrıkurt formasyonu içinde yaygın olarak gözlenen metakumtaşları genellikle beyaz, kirli sarı, kahve, yeşil, gri, üste doğru pembe, kırmızı ve mor renklidirler (Şekil 4.22). Metakumtaşları yer yer Bozdağ formasyonuna ait metakarbonatların üzerine keskin olarak yerleşirken üst seviyelerde dereceli olarak fillitlere geçiş gösterirler. Genelde 10-30 cm yer yer 50 cm'ye ulaşan laminalanmalar vardır. Eren (1993) metakumtaşlarında dereceli tabakalanma, paralel ve çapraz laminalanma, alt kesimlerinde oygu-dolgu ve kaval yapıları bulunduğunu belirtmektedir.

Bağrıkurt formasyonu içerisinde metakumtaşlarından alınan örneklerin petrografik incelemesinde iri ve ince taneli kuvars, serisit, muskovit, kayaç parçaları ve feldispatlar gözlenmektedir. Dağdere yolu üzerinden alınan numunelerde % 65-70 kuvars, % 15-20 serisit, % 5-7 kalsit, % 3-5 kayaç parçası, % 2-3 opak mineral ve 1-2 plajioklas parajenezi belirlenmiştir (Şekil 4.23 A ve B). Kayaçlarda belirgin bir yönlenme izlenmektedir. Kuvarsların baskın olduğu kesitlerde granoblastik doku gözlenirken serisit ve mikaların artmasıyla granolepidoblastik doku egemen olmaktadır. Kayaç litik arenit olarak tanımlanmıştır.

Bahçesaray batısındaki Saraybahçe Tepe civarından alınan metakumtaşı numunelerinde ise kuvars miktarı artmakta olup % 70-75 kuvars, % 10-15 feldispat, % 10-12 serisit, % 5-10 karbonat, % 3-5 muskovit ve % 2-3 opak mineral tespit edilmiştir. Kayaç litik ve feldispatik vake ile kuvars arenit ve litik arenit niteliğindedir. Kayaç granoblastik dokuludur (Şekil 4.23, C ve D).



Şekil 4.22. *Bağrıkurt formasyonuna ait yeşil, gri ve kahverenkli ince-orta laminalı metakumtaşlarından görünüm (Yer: Saraybahçe Tepe).*



Şekil 4.23. *Bağrıkurt formasyonuna ait metakumtaşları:* ***A*** *ve* ***B:*** *Dağdere yol ayrımında litik arenitlerde kuvars ve opak mineraller (A: + N, B. //N),* ***C ve D:*** *Bahçesaray Batısında kuvars ve mikalarla belirlenen granolepidoblastik doku (C: + N, D: //N).*

Bağrıkurt formasyonu inceleme alanında Bahçecik, Bağrıkurt, Kurşunlu, Ertuğrul ve Ladik arasında oldukça geniş bir alanda yüzeylemektedir. Bağrıkurt formasyonunun taban seviyelerinde Bozdağ formasyonuna ait metakarbonatlar yer yer araseviyeler halinde izlenirken Bozdağ formasyonunun üst kesimlerinde Bağrıkurt formasyonuna ait fillit ve metakumtaşları mercek ve araseviyeler halinde gözlenmektedir. Dolayısıyla birim alttaki Bozdağ formasyonuyla yanal ve düşey geçişli olup bu birimi uyumlu olarak örtmektedir. Karadağ civarında ve Karadağ metamagmatiklerinin bulunduğu bölgelerde Karadağ metamagmatikleri Bağrıkurt formasyonunu kesmekte ve yer yer uyumsuz olarak örtmektedir. Ardıçlı grubuna ait Bahçecik ve Ertuğrul formasyonları ise bu formasyonu uyumsuz olarak örtmektedir. Birimin kalınlığı Özcan ve ark.'na (1990) göre yaklaşık 500 m iken Eren'e (1993a) göre yüzlerce ve binlerce m kalınlıkta olduğu ifade edilmiştir.

Formasyonun oluşum yaşı ile ilgili olarak daha önceki araştırmacılardan Wiesner (1968) Silüriyen- Karbonifer, Doğan (1975) Karbonifer, Üstündağ (1987) Üst Devoniyen-Alt Karbonifer, Özcan *ve* ark. (1988, 1990) Karbonifer-Alt Triyas yaşlı olduğunu belirtmişlerdir. Konya batı, kuzeybatısında oldukça geniş bir alanda çalışmalar yapmış olan Eren (1993a) ise olistostromal kireçtaşları içinde bulduğu fosiller ve stratigrafik konumu bakımından formasyona Devoniyen-Alt Permiyen yaşını vermiştir. Bu çalışmada da ayrı bir oluşum olduğu kabul edilen Bağrıkurt formasyonun alttaki Bozdağ formasyonu ile dereceli geçişli olması ve üstteki Bahçecik formasyonu ile uyumsuz olarak örtülmesi nedeniyle Bozdağ formasyonu ile aynı dönemde ancak biraz daha genç olduğu kabul edilerek Eren'in (1993a) belirlediği Devoniyen-Alt Karbonifer yaşı uygun bulunmuştur.

Değişken özellikli kırıntılı ve karbonatlı kayaçlardan oluşan Bağrıkurt formasyonu oluşumundan sonra çok evreli metamorfizma ve kıvrımlanmaya uğramıştır. Bu formasyon türbidit, olistostromal, pelajik ve olasılıkla sığ ortam koşullarını yansıtan kayaçlardan oluşmakta olup sığ denizel-pelajik ortam arasında geçişi gösteren pre-fliş çökelleri şeklinde gelişmişlerdir (Eren, 1993a). Eren'e (1993b) göre Bozdağ formasyonunu oluşturan metakarbonatlarla yanal ve düşey geçişli çört ve şeyl kökenli kayaçlar pasif kıta kenarı sekanslarında tipiktir. Bu çökellerin resifal karmaşık özelliğindeki kayaçlarla ilişkilerine göre başlangıçta var olan bir karbonat platformu çökmüş ve sonuçta Atlantik-tipi bir kıta kenarı gelişmiştir. Burada fillit-metaçört ve yer yer metakumtaşı-metaçört ardalanmalarının gözlenmesi ve olistostromların varlığı sedimantasyon ortamı için, dalma-batma zonlarını karakterize eden oluşumlardır. Bu

parçalanmış kıta kenarında topoğrafik yükseltilerde resifal özellikli karbonat yığışımı çökelimini sürdürürken, derinleşen kesimlerde ise kıta yamacı ve kıta eteği çökelleri şeklinde sözü geçen türbidit ve pelajik kayaçlar gelişmiştir. Bağrıkurt formasyonuna ait meta-sedimanter kayaçlarda yapılan jeokimyasal incelemeler bunların aktif kıta kenarında oluşmuş, muhtemelen bir kıtasal ada yayından malzeme aldığını göstermektedir. Hekimbaşı (1997)'na göre metakumtaşlarının turmalin ve zirkon gibi aksesuar mineraller içermesi de granitik bir kayaçtan türemiş olabileceklerini ortaya koymaktadır

Bağrıkurt formasyonu içindeki farklı litolojik özellikteki kayaçlar oluşum yaşları itibariyle Aladağlar'da Alt Karbonifer yaşlı Nohutluktepe istifi (Aksay, 1980), Afyon civarındaki Alt Karbonifer yaslı İhsaniye metamorfik karmaşığı (Özcan ve ark., 1990), Hadim güneybatısında Triyas yaslı Zindancık karmaşığı (Turan, 1990) ile deneştirilebilir özeliktedir.

4.1.1.1.3. Karadağ Metamagmatikleri (Ɛkm)

Karadağ metamagmatikleri inceleme alanının güney ve doğu kesimlerinde çoğunlukla yapraklanmalı yeşil, koyu yeşil, mavimsi yeşil koyu kahve ve siyah renkli taze yüzeylerinde yeşil ve koyu yeşil renkli metamagmatik (metaandezit, metatrakit, metatrakiandezit, metadiyabaz ve metagabro) kayaçlarla temsil edilmektedir. Bu kayaçlar, 1/500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritasında "Paleozoyik ofiyolitli seri" olarak tanımlanmıştır. Niehoff (1961) ise yapmış olduğu 1/100.000 ölçekli jeolojik haritalama çalışmalarında bölgede istifin temelini kırıntılı metamorfik kayaçların oluşturduğunu ve bu birim içinde olasılı Devoniyen yaşlı "Paleozoyik Ofiyolit" adını verdiği "Na-keratofir-spilit" ve "kuvarsporfir" bileşiminde denizaltı lavlarından oluşan yüzey kayaçlarının yer aldığını ifade etmiştir. Metamagmatik kayaçlar Wiesner (1968) tarafından "andezit-porfirit ve andezit", Bayiç (1968) tarafından ise kökende trakit bileşimli "metaporfirit" olarak tanımlanmıştır. Doğan (1975) ise Bağrıkurt formasyonu içindeki magmatik kayaçları metaporfirit, metakarbonatlar içindeki daykları ise "kuvarsdiyorit porfirit" olarak belirtmiş ve metaporfiritler, ilk kez bu çalışmada "Karadağ metaporfiriti" olarak adlandırılmıştır. Pehlivan (1976), bu kayaçları adlandırmadan yine metaporfirit ve kuvarsdiyoritporfirit şeklinde incelemiştir. Üstündağ (1987), bu kayaçların bileşiminin metakuvarsdiyorit, metapiroksenli diyorit, metaandezit, metakuvarsporfirit, metatraki-andezit, metariyodasit ve kuvarsdiyoritporfirit arasında değiştiğini vurgularken Banger (1987) tarafından ise,

"metaspillit ve metakuvarslı diyorit" olarak tanımlanmıştır. Özcan ve ark. (1988), bu metamagmatik kayaçları Halıcı grubu içinde asidik (metariyolit, metariyodasit, metagranit porfir) ve bazik (metatrakit, metadiyabaz, metagabro) kayaçlar olarak tanımlamışlardır. Eren (1993a) oldukça geniş bir köken ve bileşim aralığına sahip olan bu kayaçların sadece metaporfirit adı altında tanımlanmasını yeterli görmemiş, bölgedeki başkalaşıma uğramış magmatik kökenli kayaçların adlama önceliği ilkesine de uyarak Karadağ Metamagmatikleri adı altında incelemiştir. Bu çalışmada da bu adlandırma benimsenmiştir. Karadağ metamagmatikleri inceleme alanında tipik olarak adını aldığı Karadağ civarında yüzeylemektedir (Şekil 4.24).



Şekil 4.24. *Karadağ metamagmatiklerinin genel görünümü (Yer: Karatepe)*

Karadağ metamagmatiklerine ait kayaçlar Bağrıkurt formasyonunu stok ve dayk şeklinde kesmektedir. Ayrıca formasyon içinde yapraklanma konumlarına paralel uzanan siller ve Bağrıkurt formasyonunu örten lav akıntıları şeklinde gözlenmektedir. Bozdağ formasyonu içinde ise genellikle karbonatlı kayaçları kesen ince dayklar şeklinde izlenmektedir. Karadağ metamagmatiklerine ait kayaçlar genellikle yeşil, koyu yeşil, mor ve pembe renkli olup taze yüzeylerinde yeşil, koyu yeşil, mavimsi yeşil, gri ve siyahımsı renklidir (Şekil 4.25). Metamagmatik kayaçlar genellikle yapraklanmalı olup yapraklanmaların kalınlaştığı kesimlerde masif görünümlüdür. Bağrıkurt formasyonu içindeki bazı siller oldukça iyi yapraklanmalı olup metakırıntılılara çok benzemektedirler. Bu tip sil şeklinde yerleşmiş olan metamagmatikler içinde bulundukları metakırıntılılara göre daha dayanımlı olup topoğrafik olarak kafa şeklinde çıkıntılar oluşturmaktadırlar (Şekil 4.26). Metamagmatik kayaçlarda gözlenen yapraklanma düzlemleri içinde bulundukları metakırıntılı kayaçların yapraklanmasına paraleldir. Dolayısıyla aynı dönemde metamorfizma geçirdikleri düşünülmektedir.



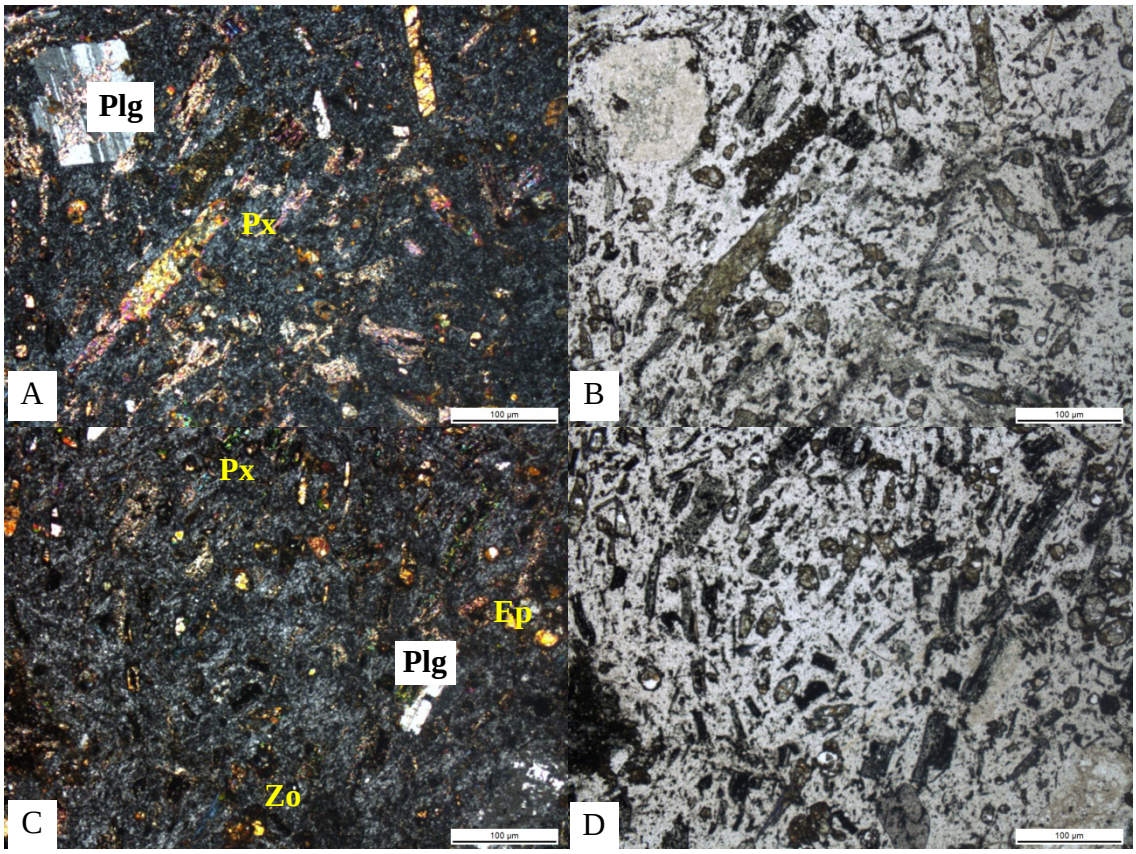
Şekil 4.25. *Karadağ metamagmatiklerinde koyu yeşil, kahve renkli magmatik kayaçlar (Yer: Karatepe güneybatı eteği)*



Şekil 4.26. *Bağrıkurt formasyonunu içinde kesen Karadağ metamagmatiklerine ait dayk şeklinde yerleşmiş magmatik kayaçlar (Yer: Bağrıkurt – Bahçecik Köyü arası)*

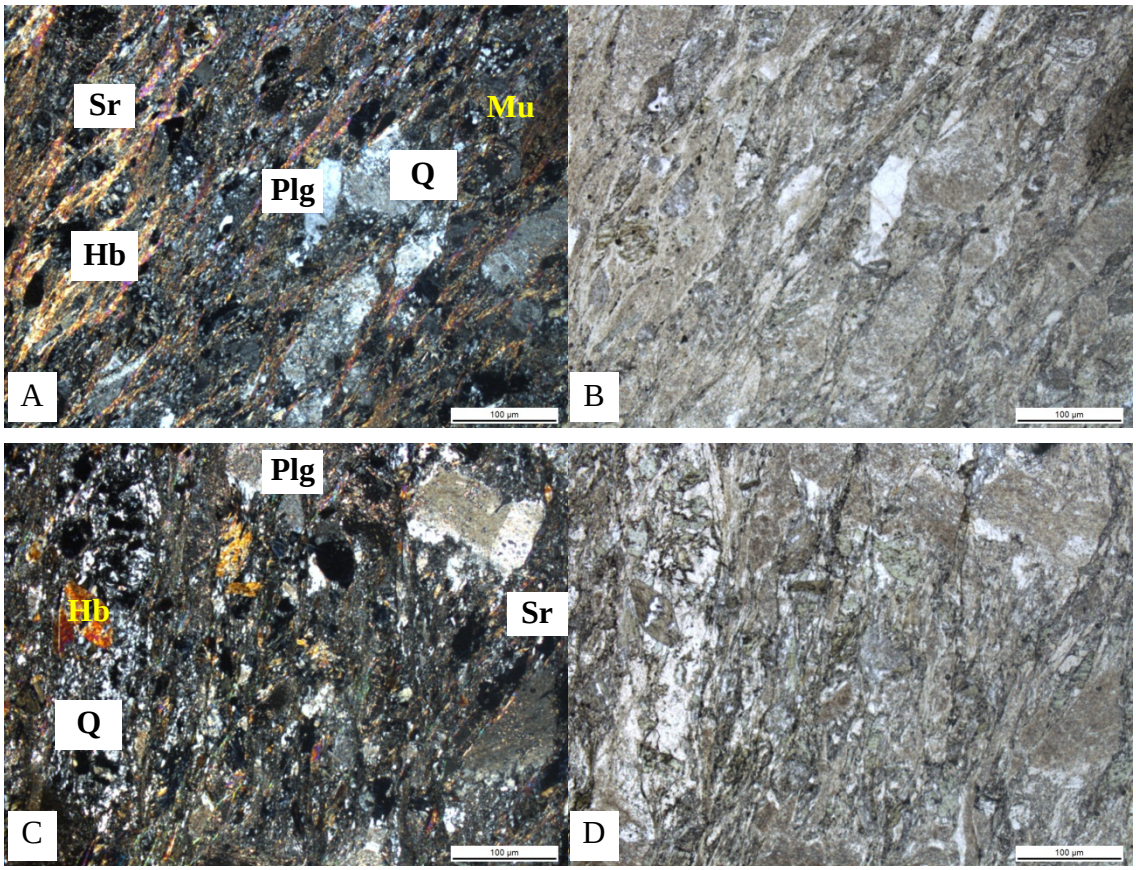
Karadağ metamagmatiklerinden alınan numunelerde yapılan petrografik gözlemlerde metamorfizma etkisiyle değişime uğramış olan andezit, trakit, trakiandezit, epidotfels, diyorit ve basınç etkisiyle oldukça değişim gösteren çeşitli metaporfiritler belirlenmiştir.

Bahçecik Köyü kuzeybatısından alınan metamagmatiklerden yapılan petrografik incelemede % 60-65 hamur fazı ve % 30-35 fenokristal fazı belirlenmiştir. Hamur fazında % 10-15 volkanik cam ve % 50 civarında mikrolit bulunmaktadır. Mikrolitlerin % 25-30'u plajioklas % 20-25'i ise piroksenlerden oluşmaktadır. Fenokristal fazında % 8-10 piroksen, % 5-7 plajioklas, % 3-5 epidot ve % 2-3 zoisit/klinozoisit bulunmaktadır. Bazı kesitlerde daha fazla olmak üzere % 2-3 opak mineral gözlenmektedir. Piroksen ve plajioklaslardan itibaren % 15-20 oranında ikincil kloritler vardır. Piroksenler daha çok klinoproksen bileşiminde olup optik olarak ölçülen sönme açıları yaklaşık 40^{o}'dir. Piroksenlerin kenarlarında ayrışmadan dolayı kırmızı bir zon oluşmuş ve önemli oranda demir açığa çıkmıştır. Kayacın ilksel dokusu hiyaloporfirik doku olup ilksel bileşimine göre trakiandezit olarak tanımlanmıştır (Şekil 4.27).



Şekil 4.27. *Karadağ metamagmatiklerine ait metatrakiandezitlerde proksen ve plajioklas mikrolitleri ile volkanik camdan oluşmuş hamur fazı içinde piroksen (Px), plajioklas (Plg), epidot (Ep), zoisit/klinozoisit (Zo) fenokristalleri ile ortaya çıkan hiyaloporfirik doku (Yer: Bahçecik Köyü kuzeybatısı, Karadağ), (A ve C: +N, B ve D. //N).*

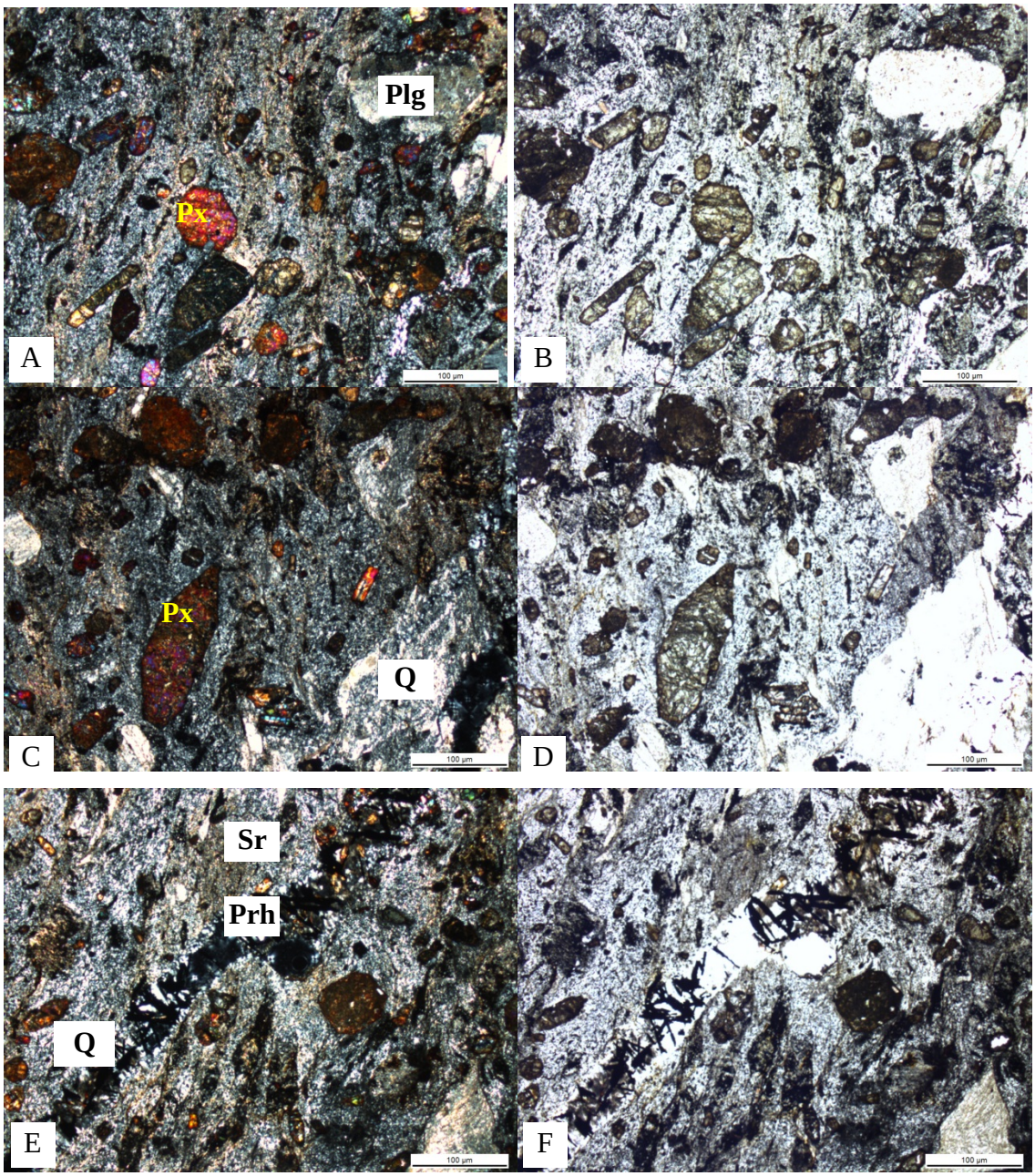
Konya-Akşehir yolu Dağdere Köyü yol ayrımında bulunan metamagmatiklerden alınan numunelerde metamorfizma izleri daha belirgindir. Bu kayaçlardan alınan numunelerde yapılan petrografik incelemelerde % 35-40 serisit, % 15-20 plajioklas, % 12-15 hornblend, % 10-12 kuvars, % 5-7 sanidin, % 4-6 muskovit, % 4-6 klorit ve % 2-3 opak mineral belirlenmiştir. Kayaç içerisindeki sanidin fenokristalleri kalıntı kristallerdir. Amfiboller soluk yeşil renkli yaklaşık 20 derece eğik sönme göstermekte olup muhtemelen hornblend birleşimlidir. Bazı amfiboller basınç etkisiyle uzamış çubuksu bir yapı kazanmışlardır. Kayaçta kalıntı porfirik doku izlenmektedir. Buna karşılık plajioklaslar ve sanidinler metamorfizmayla muskovit ve serisite, piroksenler amfibol ve epidota dönüşmüşlerdir. Dolayısıyla kayaç blastoporfirik dokuludur. Orijinal kayaçlar trakiandezit olmasına rağmen kayaç yeşilşist olarak adlandırılmıştır (Şekil 4.28).



Şekil 4.28. *Karadağ metamagmatiklerinde yeşilşiste dönüşmüş metatrakiandezitlerde hornblend bileşiminde amfibol (Hb), plajioklas (Plg), epidot (Ep), muskovit (Mu), serisit (Sr) kristalleri ile ortaya çıkan blastoporfirik doku (Yer: Konya-Akşehir Yolu Dağdere Yolu ayrımı), (A ve C: +N, B ve D. //N).*

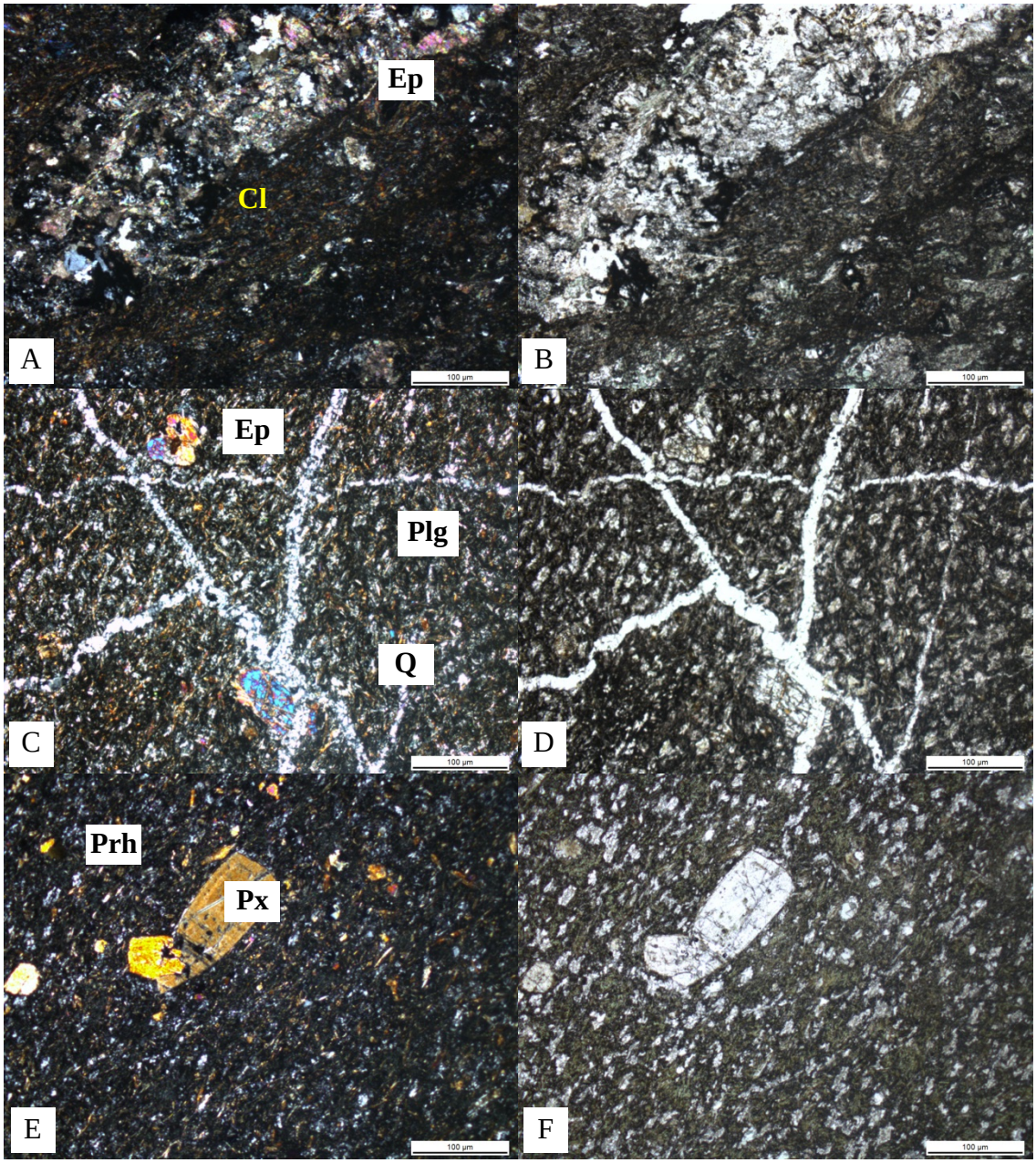
Bağrıkurt Köyü'nün güneybatısındaki metatrakiandezitlerde alınan numunelerin petrografik incelenmesinde % 45-50 serisit, % 25-30 piroksen, % 15-20 sanidin, % 10-12 plajioklas, % 4-6 prehnit, % 4-6 kuvars, % 2-3 opak mineral ve % 0-2 sfen

parajenezi belirlenmiştir (Şekil 4.29). Kayaçta oldukça yaygın gözlenen serisitler muhtemelen ikincil olup plajioklasların dönüşümü ile ortaya çıkmışlardır. Piroksenler yeşil renkli ve eğik sönmelidir. Piroksenlerin bazıları basınç etkisiyle uzamış ve çubuksu yapı kazanmışlardır. Çatlaklarda gözlenen prehnitler tipik lifsi yapıya sahiptir. Yer yer piroksenlerin kenarlarından itibaren oksitlenmeler ve kayaçta yaygın kloritleşmeler vardır. Kayaçların dokusu granolepidoblastik olup proksenlerin artmasıyla nematoblastik doku gözlenmektedir. Kayaç prehnit-pumpelliyit fasiyesinde metamorfizma geçirmesi nedeniyle metagabro olarak tanımlanmıştır (Şekil 4.28).



Şekil 4.29. *Karadağ metamagmatiklerine ait metagabro içinde serisit (Sr), piroksen (Px), plajioklas (Plg), kuvars (Q), prehnit (Prh) kristalleri (Yer Bağrıkurt Köyü güneyi Karadağ, A, C ve E. +N, B, D ve F: //N).*

Bahçecik Köyünün kuzeyinden alınan epidotça zengin kayaçlarda yapılan ince kesitlerin petrografik incelemesinde % 60-65 epidot, % 5-7 piroksen, % 5-7 plajioklas, % 5 zoisit/klinozoisit, % 5-7 prehnit, % 5 karbonat, % 3 kuvars, % 3 klorit ve % 2opak mineral belirlenmiştir. Kayaçlarda piroksen ve plajioklasların epidot, klorit, prehnit ve pumpelliyite dönüştükleri gözlenmektedir. Genel olarak yeşil renk hakimdir. Prehnit – pumpelliyit fasiyesinde deniz tabanı metazomatizma ve metamorfizmasına uğrayan kayaçların ilksel bileşimi gabroyik veya bazaltik bir magma olmalıdır. Nematoblastik dokulu olan kayaçlar metadiyabaz/metadolerit olarak adlandırılmışlardır (Şekil 4.30).



Şekil 4.30. *Karadağ metamagmatiklerine ait metadiyabaz/metadoleritlerde, Epidot (Ep), piroksen (Px), plajioklas (Plg), kuvars (Q), prehnit (Prh) kristalleri ile belirlenen diyabazik doku (Yer: Bahçecik kuzeyi Karadağ, A, C ve E. +N, B, D ve F: //N).*

Eren (1993a) Karadağ metamagmatiklerinin çeşitli yüzleklerinden derlediği kayaçlarda yapmış olduğu petrografik gözlemlerde bu kayaçların olasılıkla bazik kökenli olduklarını blastoporfirik ve lepidoblastik dokulu olduklarını belirtmektedir. Yazar plajioklas, piroksen ve amfibollerin orijinal kayaçtan kalma bileşenler olduklarını ve yaygın metakristal toplulukları şeklinde anormal mavi ve kahve renkli klorit, lifsi tremolit/aktinolit, çikolata tableti şeklinde budinajlanmaların izlendiği pistasit, eğik sönmeli pumpelliyit ile birlikte "klorit + tremolit/aktinolit + pistasit + pumpelliyit + prehnit + kalsit + talk + serisit (muskovit) + kuvars + lökoksen" parajenezinin bulunduğunu belirtmektedir. Bazı kayaçların lepidoblastik dokulu ve hornblend içerdiklerini ayrıca "klorit + epidot + kalsit + talk + kuvars" metakristalleri bulunduğunu ifade etmektedir. Piroksen ve plajioklasların epidot ve klorite dönüştüklerini, yer yer aktinolit ve tremolitlerin bulunduğunu ifade etmektedir.

Karadağ metamagmatikleri inceleme alanında oldukça geniş alanlarda stok, dayk ve sil şeklinde gözlenmektedir. Yüzleklerinin boyutları oldukça değişken olup haritalanabilir boyutta Bahçecik – Bağrıkurt Mahalleleri arasında, Esirağıl Mahallesi Batısında Karatepe civarında, Konya-Akşehir yolu Dağdere Köyü yol ayrımında ve sahanın batı kesimlerinde yayılım göstermektedir. Karadağ metamagmatikleri Bozdağ ve Bağrıkurt formasyonlarını kesmektedir. Bahçecik formasyonunun metakonglomeraları içinde Bozdağ ve Bağrıkurt formasyonuna ait çakıllar izlenebilmesine rağmen, metamagmatik kayaç çakılları yoktur. Ancak incelemeler sırasında Bahçecik formasyonunu kestiğine dair herhangi bir veri elde edilememiştir. Bahçecik formasyonunun Bozdağ ve Bağrıkurt formasyonlarını uyumsuz olarak örtmesi Karadağ metamagmatiklerini de uyumsuzlukla örttüğü fikrini desteklemektedir.

Karadağ metamagmatiklerin yaşı ile ilgili olarak daha önce çalışmalar yapan araştırmacılardan Niehoff (1961) ve Kaaden (1966) Devoniyen; Wiesner (1968) Alpin; Üstündağ (1987) Erken Karbonifer sonrası Geç Permiyen öncesi; Özcan ve ark. (1988) ise Karbonifer olarak vermişlerdir. Eren (1993) Karadağ metamagmatikleri dayklarının Devoniyen-Alt Karbonifer yaşlı Bozdağ formasyonuna ait metakarbonatları kestiğini ve bununla birlikte Devoniyen-Alt Permiyen yaşlı Bağrıkurt formasyonunun değişik seviyelerinde, yine bu kayaçların arakatkılar şeklinde izlendiğini ve bu kayaçların Sızma grubu içindeki diğer birimlerle olan ilişkisini de göz önüne alarak yerleşim yaş aralıklarını Devoniyen Erken Permiyen olarak benimsemiştir. Bu çalışmada da Karadağ metamagmatiklerine ait kayaçların Permo-Triyas yaşlı Bahçecik ve Ertuğrul formasyonu içinde gözlenmemesi ve Silüriyen-Karbonifer yaşı Bağrıkurt formasyonunu

kesmesi nedeniyle Eren (1993a)'in önerdiği Devoniyen-Erken Permiyen yaşı uygun bulunmuştur.

Karadağ metamagmatiklerinde yapılan petrografik gözlemlere göre yeşilşist fasiyesinde metamorfizmaya uğrayan bu kayaçların orijinal kayaçları bazik bileşimli kayaçlardır. Gabro/diyorit, diyabaz/dolerit, bazalt vb. bazik kayaçlar daha sonra metamorfizmaya uğramıştır. Sahada çalışan Niehoff (1961), Wiesner (1968), Bayiç (1968), Doğan (1975), Üstündağ (1987), Banger (1987), Özcan ve ark. (1988), Eren (1993a) ve bu çalışmada elde edilen verilere göre metamagmatik kayaçlar köken olarak asidik, ortaç ve bazik bileşimlidirler. Üstündağ (1987) bu kayaçları Erken Hersiniyen Orojenezi ile ilgili bir magmatik yaya, Özcan ve ark. (1988) göre ise, Karbonifer yaşlı bir ada yayına bağlı olduklarını ileri sürmektedirler. İnceleme alanında Bağrıkurt formasyonunun göreceli olarak alt kesimlerinde, türbiditler ile metaçörtler arasında arakatlar şeklinde izlenen bazik volkanik kayaçlar, büyük bir olasılıkla daha önce sözü edilen karbonat platformunun parçalanması esnasında bu litolojilere eşlik etmiş volkaniklerdir. Ancak, gerek inceleme alanında gerekse alanın yakın doğusunda (Wiesner, 1968; Üstündağ 1987) izlenen asidik ve ortaç bileşimli (olasılıkla kalkalkali) magmatik kayaçlar, Geç Permiyen öncesindeki kompresyonel rejime bağlı olarak evrimini tamamlamış bir magmatik veya ada yayı gelişimi ile ilişkili olarak yöredeki kayaçlar içine sokulum yapmışlardır. Eren ve Kurt (2000) metamagmatitlerden metatrakiandezit ve metadoleritler levha içi, metabazaltik andezitler magmatik yay ve metahornblend gabrolar ise okyanus ortası sırtı bazalt (MORB) kökenli olduklarını ve olasılıkla Menderes-Toros ve Kırşehir Bloku arasında Devoniyen yaşlı bir okyanusa ait ürünler olduklarını savunmaktadırlar. Eren ve ark. (2004) ise Konya kuzeyinde Devoniyen-Erken Permiyen döneminde MORB kökenli kıtasal yay ve levha içi karakterli metamagmatik kayaların sokulum yaptıklarını belirtmektedirler. Karbonifer-Triyas döneminde Paleotetis Okyanusu'nun kuzey bölümlerinin yitim zonlarında bir magmatik yay ve yay önü dizisi (Karbonifer-Permiyen) gelişmiştir. Eren (1993)'e göre Hersiniyen Orojenezi ile ilişkili bu kayaçlar petrografik tanımlamalarından görülebileceği gibi sokulumlarından sonra prehnit-pumpelliyit ve glokofanitik yeşil şist fasiyesinde metamorfizmaya uğramışlardır. Yapraklanmaları açılı uyumsuz olarak örtüldükleri Ardıçlı grubu kayaçlarındaki yapraklanmaya koşut olarak gelişmiştir. Bunun sonucu olarak, Sızma grubunun en genç litolojilerini oluşturan bu birimin metamorfizması görünürde Alpin süreçlerle gelişmiştir.

4.1.1.2. Ardıçlı Grubu

Çalışma alanının kuzey kesimlerinde, genelde alt düzeyleri metakırıntılılardan üst düzeyleri ise metakırıntılılarla ardalanan metakarbonatlardan oluşmuş bir topluluk gözlenir. Bu kayaçlar Özcan ve ark. (1988) tarafından Ardıçlı formasyonu olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada da Ardıçlı grubu olarak benimsenmiştir. Ardıçlı grubu, inceleme alanında birbirleriyle yanal ve düşey geçişler sunan Bahçecik ve Ertuğrul formasyonlarından oluşur.

4.1.1.2.1. Bahçecik Formasyonu (P-T_Rb)

Bahçecik formasyonu karakteristik mor, kırmızı ve bordo renkli metakırıntılılardan fillit, metakumtaşı ve metakonglomeralardan oluşmakta olup alt kesimlerinde az oranda sarı - gri ve siyah renkli kalkşist aratabaka ve merceklerinden oluşmaktadır. Karakteristik mor rengi ile diğer metakırıntılı ve metakarbonatlardan kolaylıkla ayırt edilebilen Bahçecik formasyonu önceki araştırmacılar tarafından “taban breşi, kuvarsit ve mor kalkerli fillat" (Wiesner, 1968) olarak adlandırılırken Özcan ve ark., (1988) tarafından üstündeki Esirağıl formasyonuna ait metakarbonatlarla birlikte "Ardıçlı formasyonu" olarak adlandırılmış ve Bulduk ve ark., (2007) tarafından da bu adlama benimsenmiştir. Formasyon ilk defa Üstündağ (1987) tarafından Bahçecik Köyü civarındaki yüzeylemelerine izafeten "Bahçecik formasyonu" olarak adlanmış ve daha sonraki araştırmacılar tarafından bu adlama kullanılmıştır (Eren 1993; Arık ve Horasan, 2013, Horasan, 2014). Bu çalışmada da Üstündağ’ın (1987) "Bahçecik formasyonu" adlaması benimsenmiştir. İnceleme alanında Bahçecik Köyü güneyinde tipik olarak yüzeylemektedir.

Bahçecik formasyonu içinde farklı litolojik özelliklere sahip olan metakırıntılı ve metakarbonatlı kayaçlar bulunmaktadır. Metakırıntılı kayaçlar alttan üst doğru metakonglomera, metakumtaşı ve fillitlerle temsil edilirken metakarbonatlı kayaçlar ise alt düzeylerindeki metakırıntılıların içinde araseviyeler ve mercekler şeklinde bulunan kalkşist ve kristalize kireçtaşları ile temsil edilmektedir. Metakırıntılılar belirgin mor, kırmızı ve bordo renkli (Şekil 4.31) iken metakarbonatlar sarı - gri ve siyah renklidirler. Formasyonun alt kesimlerinde çok ince kalkşist arakatkılı metakonglomera, metakumtaşı ve fillit, ardalanması bulunurken üste doğru fillitler yaygınlaşmakta ve en üstte metakarbonatlara ve Ertuğrul formasyonuna geçiş göstermektedir.



Şekil 4.31. *Bahçecik formasyonuna ait mor renkli metakırıntılılardan bir görünüm (Yer: İnceleme alanının güneybatısı, Sızma Kuzeyi)*

Bahçecik formasyonuna ait olan metakonglomeralar genellikle mor, kırmızı renkli olup kendinden daha yaşlı olan Bağrıkurt formasyonuna ait olmak üzere yer yer Bozdağ formasyonundan türemiş çakıllar içermektedir. Metakonglomeralara ait taneler değişken boyutlu ve değişken renkli kireçtaşı, siyah renkli metaçört ve beyaz renkli kuvars, metakumtaşı ve fillitlerle temsil edilmektedir. Bahçecik Köyü ve Karadağ civarında metakuvarskonglomera olarak nitelenebilecek bollukta metakuvarsit çakılları yaygındır. Metakonglomeralar formasyonun alt kesimlerde yaygın olup üste doğru fillit ve metakumtaşlarının arasında farklı uzunluklara sahip merceksel geometrili olarak izlenmektedir.

Metakonglomeraların büyük bir çoğunluğunda çakıllar silt, kil ve kum boyutunda matriksle bağlanmıştır. İnce taneli bağlayıcıların baskın olduğu konglomeralarda bağlayıcı malzemede yapraklanmalar vardır. Metakonglomeralarda tabakalanma çok belirgin olmamakla birlikte bazı konglomeralarda çakıllar metamorfizma etkisiyle matriksteki yapraklanmaya paralel olarak uzamış ve yönlenmişlerdir. Bozdağ formasyonu ile olan sınırlarında bazı konglomeralar karbonat çimento ile bağlanmış olup çakıllar genel olarak Bozdağ formasyonuna ait kristalize kireçtaşı ve dolomit bileşimindedir. Kayaç içinde yer yer demiroksit zenginleşmeleri ve çatlak dolguları şeklinde spekülaritik hematitler olağandır (Şekil 4.32). Bazı konglomeralar demiroksit çimento ile breşik bir görünüme sahiptir.

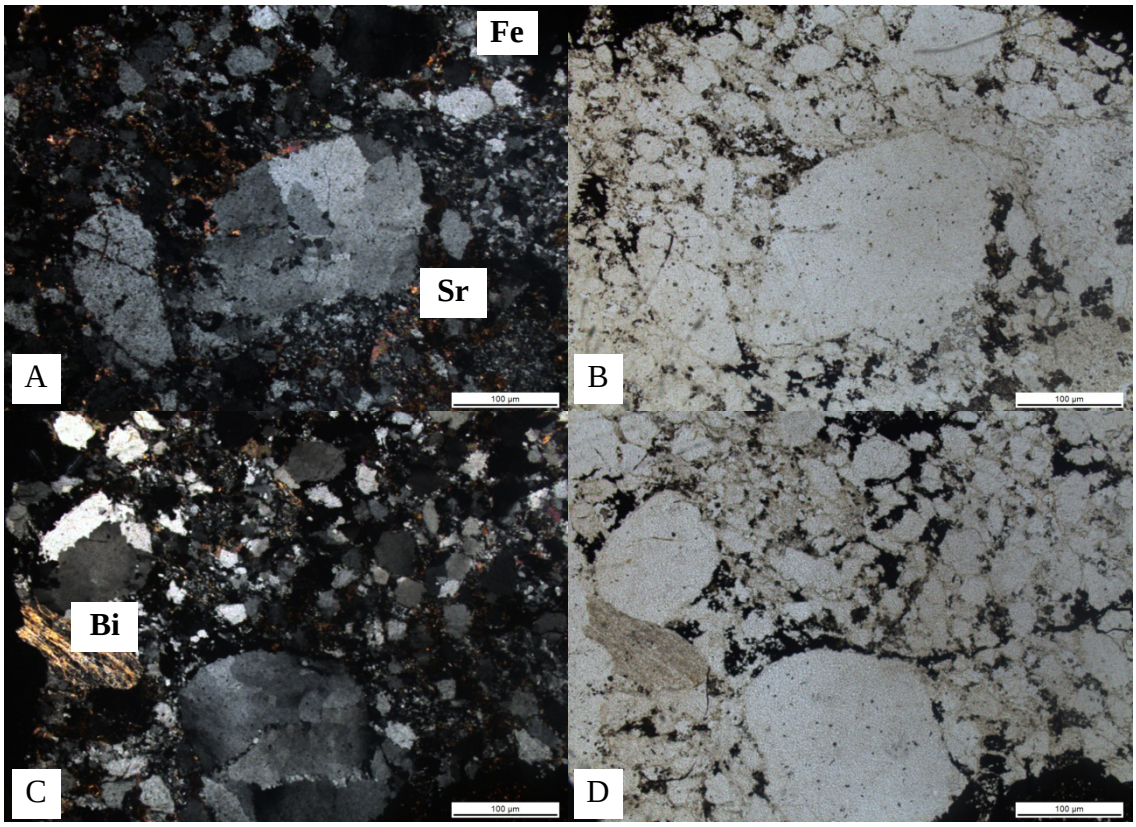


Şekil 4.32. *Bahçecik formasyonunda demiroksit sıvamalı metakonglomeralar (Yer: Bahçecik Köyü güneyi).*

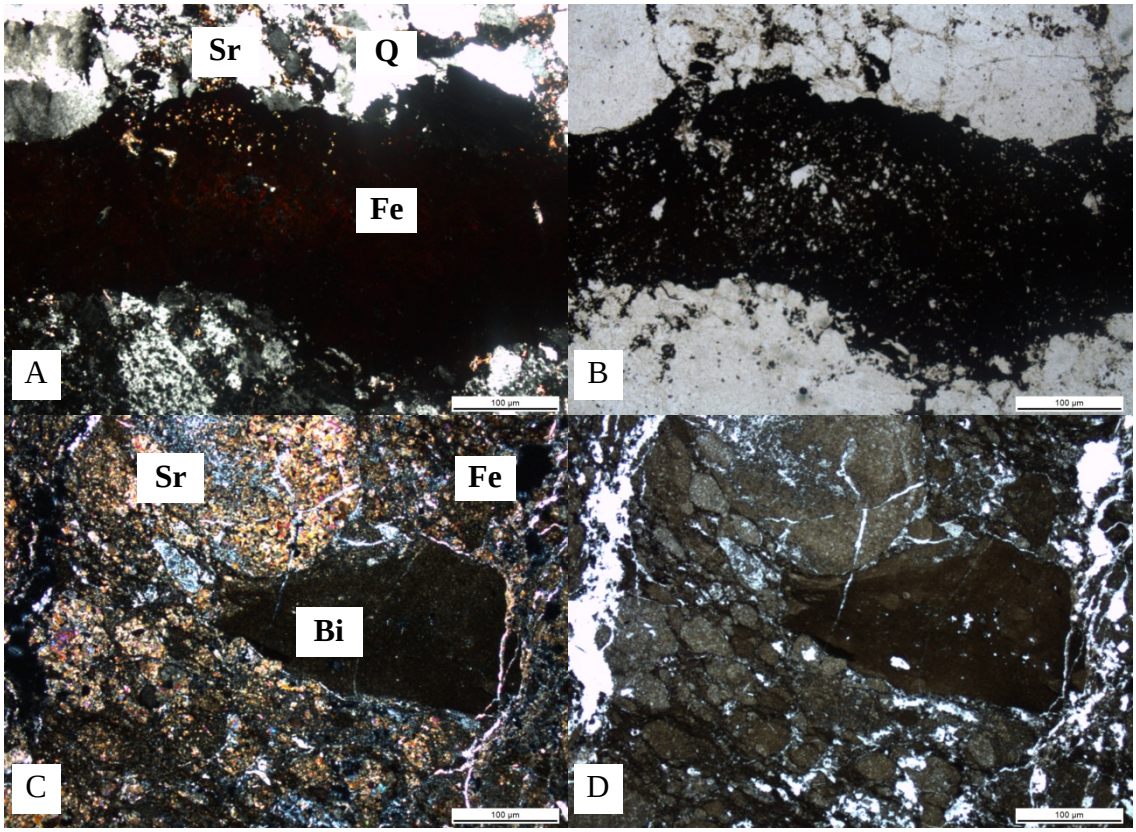
Metakonglomeralarda yapılan petrografik incelemelerde genel olarak % 75-80 kuvars, % 10-15 serisit, % 3-5plajioklas ve yabancı kayaç parçaları gözlenmektedir. Serisitlerle belirlenen belirgin bir yönlenme hakimdir (Şekil 4.33 A ve B). Bu metakonglomeralarda taneler demiroksit çimento ile bağlanmıştır (Şekil 4.33).

Bazı kesitlerde demiroksitler oldukça yaygın olarak izlenmektedir. Yer yer çatlaklarda yoğunlaşan ve bazen sıvama şeklinde gelişen hematit oluşumları belirgindir (Şekil 4.34 A ve B). Konya – Akşehir yolu Kurşunlu Köyü girişindeki yüzleklerinden alınan metakonglomeralarda birincil çakılların çoğu kloritleşmişlerdir. Bu çakılların arasında büyük taneler halinde demir oksitler gözlenmektedir. Orijinal mafik mineraller (piroksen ve amfiboller) tamamen demiroksite dönüşmüşlerdir. (Şekil 4.34 C ve D).

Formasyona ait taneli metakonglomeralarda Eren (1993a) tarafından yapılan petrografik incelemelerde bileşenlerinin büyük bir çoğunluğunu rekristalize kireçtaşı, metakuvarsit, metaçört ve metamorfik şist çakıllarının oluşturduğu ve az oranda tane kuvars, feldispat ve detritik klorit toplulukları bulunduğu belirtilmektedir. Araştırmacı metaçört parçalarının mozayik dokulu mikrokristalen kuvars ve bol opak mineral içerdiklerini ve bu tanelerin arasını matriksten türeme yönlü dokulu -klorit + muskovit + kuvars + albit + stilpnomelan metakristallerinin doldurduğu ifade etmektedir.



Şekil 4.33. *Bahçecik formasyonunda demiroksit çimentolu metakonglomeralarda kuvars (Q), biyotit (Bi) çakılları ve demiroksit (Yer: Bahçecik Köyü güneyi, A ve C: +N, B ve D: //N)*



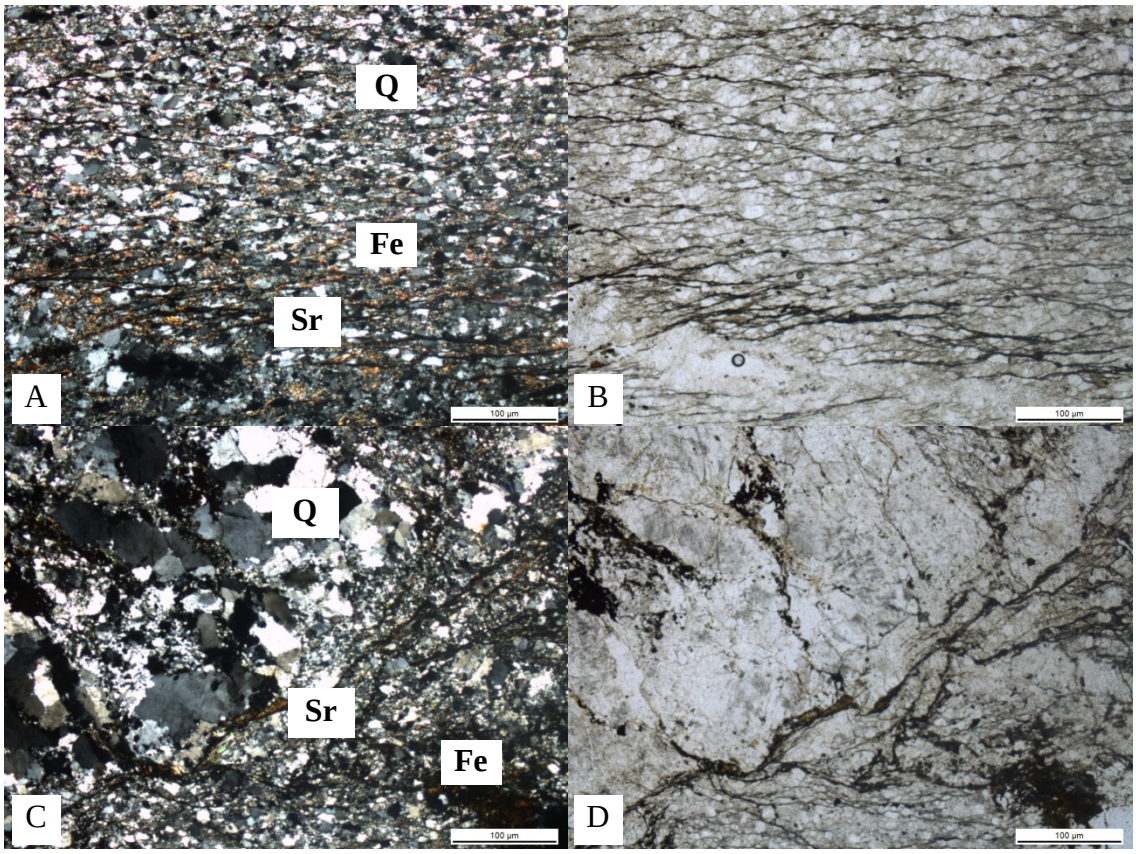
Şekil 4.34. *Bahçecik formasyonuna ait metakonglomeralarda demir oksitle doldurulmuş çatlaklar (A ve B) ve demiroksite dönüşmüş taneler (C ve D) (Yer: Konya – Akşehir yolu Kurşunlu Köyü girişi) (Sr: Serisit, Fe: Demiroksit, Bi: Biyotit, Q: Kuvars, A ve C: + N, B ve D: //N).*

Bahçecik formasyonunun taban kesimlerindeki metakonglomeraların üzerinde metakumtaşları bulunmaktadır. Oldukça yaygın olarak gözlenen metakumtaşları da genellikle mor, kahve yer yer kırmızı, pembe ve yeşilimsi gri renklidirler. Tabaka kalınlıkları santimetre ölçeğinden 1 metreye kadar değişmektedir. Eren (1993) metakumtaşlarında paralel ve küçük ölçekli çapraz laminalanmalara rastlanıldığını belirtmektedir. Fillitlerin arasındaki metakumtaşlarının keskin sınırları oldukça belirgindir. Metakumtaşı merceklerinin boyutları oldukça değişken olup bazen metrelerce takip edilebilmektedir (Şekil 4.35).



Şekil 4.35. *Bahçecik formasyonuna ait kahverengi-kırmızı renkli metakumtaşları (Yer: Konya-Akşehir Yolu Kurşunlu Köyü girişi).*

Bahçecik Köyü civarından alınan metakumtaşlarından alınan numunelerin petrografik incelemelerinde yaygın kuvarsların yanısıra serisit ve muskovit ve daha az oranda opak minerale rastlanılmıştır. Granoblastik ve granolepidoblastik dokulu olan kayaçlarda % 75-80 kuvars, %10-12 serisit, % 5-7 karbonat % 3-5 muskovit, % 2-3 opak mineral gözlenmiştir. Bu taşların egemen bileşenlerini oluşturan kuvarslar, genelde tane ve bileşik kuvars şeklindedirler. Kurşunlu civarındaki granolepidoblastik dokulu metakumtaşlarında ise % 60-65 kuvars, % 20 serisit, % 7-10 kalsit, % 3-5 kayaç parçası % 2-3 opak mineral ve % 1-2 plajioklas bulunmaktadır (Şekil 4.36).



Şekil 4.36. *Bahçecik formasyonuna ait lepidoblastik ve granolepidoblastik dokulu metakumtaşlarında serisit (Sr) ve kuvarsla (Q) çıkan demir oksit (Fe) oluşumları (Yer: A ve B: Bahçecik Köyü güneyi, C ve D. Kurşunlu Köy yolu) (A ve C: + N, B ve D: //N).*

Bazı örneklerde baskın durumda olan kireçtaşı parçaları daha çok Bozdağ formasyonu olmak üzere Bağrıkurt formasyonunun metakarbonat bloklarından türemiştir. Eren (1993a) tarafından bu metakumtaşlarında yapılan petrografik incelemelerde kayaçların hakim bileşenlerinin % 10-95 kuvars ve bileşik kuvars, % 10-60 kireçtaşı kırıntıları, % 20 metaçört, % 5-20 metamorfik kayaç parçaları, % 1-5 opak mineral, % 2 feldispat ve % l'den az epidot, turrnalin ve zirkondan oluşmuş ağır minerallerin oluşturduğu belirtilmektedir. Araştırmacı metakumtaşlarında taneler arasındaki bağlantıyı genelde % 15'ten az oranlarda izlenen ve matriksten türeyen klorit + serisit + kalsit + kuvars + albit + stilpnomelan metakristallerinin sağladığı ve bazı örneklerde bağlayıcının kuvars ve kalsit olduğu ifade etmektedir.

Eren (1993a) genellikle tane ve bileşik kuvarsların kökende metakuvarsitlerden türediklerini ve bileşik kuvarsların poligonal ve girift tane sınır ilişkili olduklarını belirtmektedir. Metamorfik kayaç parçaları ise, olasılıkla daha eski metamorfik bir temelden türeme muskovit, klorit ve kuvarsşist özeliğindedirler. Böylece Bahçecik formasyonunu oluşturan metakumtaşları, kökende litik arenit-kuvars arenit bileşimindedirler.

Bahçecik formasyonunun en yaygın kayacı fillitler ipeğimsi parlaklıkta mor, bordo ve kırmızı yer yer yeşil ve yeşilimsi gri renklidir. Formasyon içindeki fillit miktarı tabandan tavana doğru giderek artış göstermektedir. Çamurtaşı, silttaşı ve kiltaşı kökenli kırıntılıların düşük dereceli metamorfizması ile oluşan bu metapelitik kayaçlarda yapraklanma çok iyi gelişmiş olup yer yer ilksel ince tabaka ve laminalanmalar korunmuştur. Bu kayaçlarda çok evreli metamorfizma ve deformasyonla ilişkili pulsu ayrışmalar, buruşma klivajları, kırışma lineasyonları ve kink bantları yaygındır. Ayrışma yüzeylerinde pulsu ayrışmalar belirgin olup nadiren çubuksu ayrışmalar göstermektedir (Şekil 4.37).

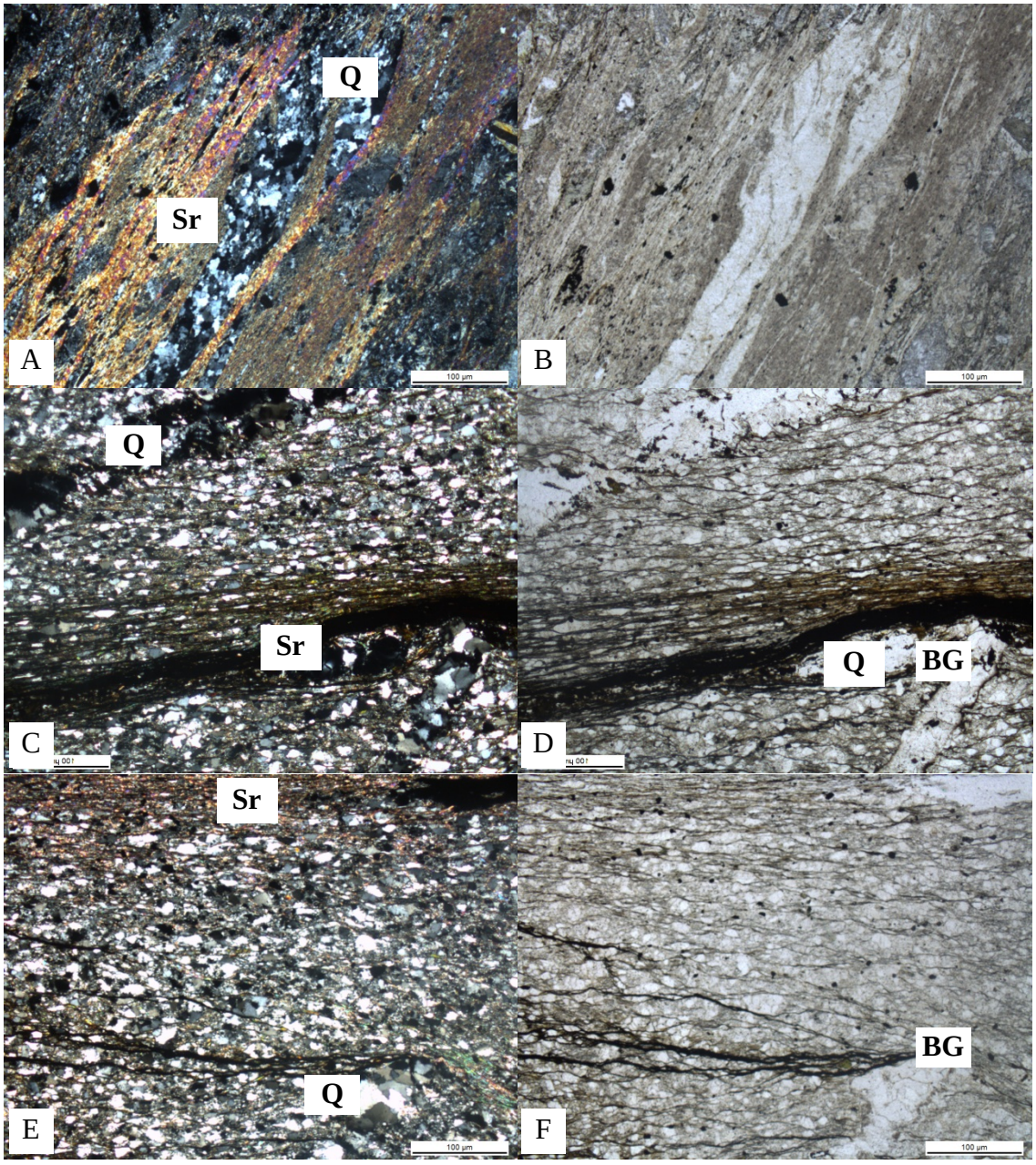


Şekil 4.37. *Bahçecik formasyonuna ait kırmızı-bordo renkli ince laminalı ve kink bantlı fillitlerden görünüm (Yer: Bahçecik Köyü güneyi)*

Bahçecik Köyü güneybatısındaki yüzleklerinden alınan fillit numunelerinin petrografik incelemelerinde % 55-60 serisit, % 30-35 kuvars, % 3-5 muskovit ve % 2-3 opak mineral gözlenmiştir. Kayaçlar granolepidoblastik ve lepidoblastik dokuludur. İnce kesitlerde dalgalı sönmeli kuvars taneleri yapraklanmaya paralel olarak dizilmiş olup bazı opak mineraller ve kuvars kristalleri çevresinde basınç gölgeleri görülmektedir. Mikro ölçeklerde gelişen buruşma klivajları boyunca opak mineraller yoğunlaşmıştır. Kuvarslar basınç etkisiyle yassılaşmış olup yapraklanmaya paralel olarak dizilmişlerdir.

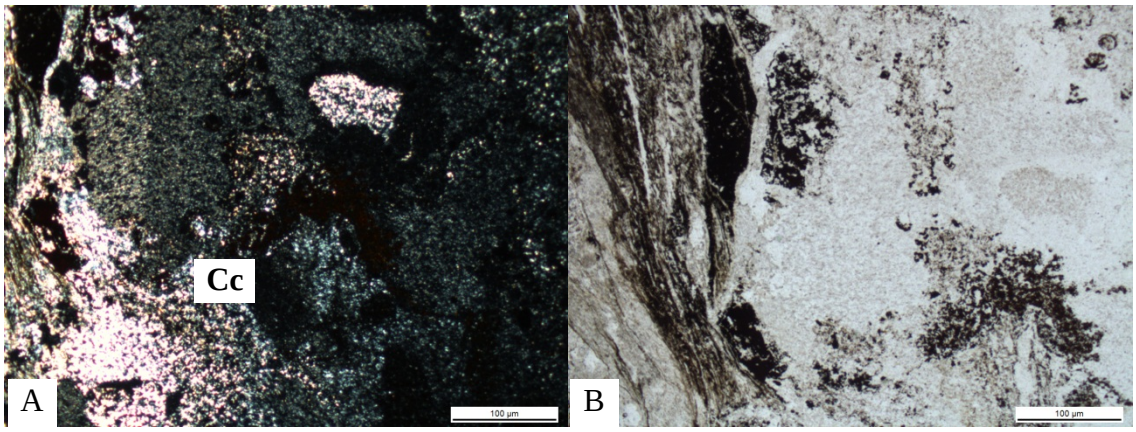
Bazı opak ve kuvars taneleri çevresinde basınç gölgeleri görülür. Kayaç ismi serisit ve kuvarsfillit olarak belirlenmiştir (Şekil 4.38).

Eren (1993a) tarafından bu fillitlerden yapılan ince kesitlerde lepidoblastik dokunun serisit (muskovit) + kalsit + kuvars + albit + stilpnomelan + opak metakristalleri ile oluştuğunu belirtmektedir. Bu kayaçlarda yine yaygın bir şekilde mikroskobik ölçekte buruşma klivajları gelişmiş ve bu klivajlar boyunca opak mineraller yoğunlaşmıştır. Bu kayaçlar, bileşimlerine göre genelde serisit ve kuvarsfillit özelliğindedirler.



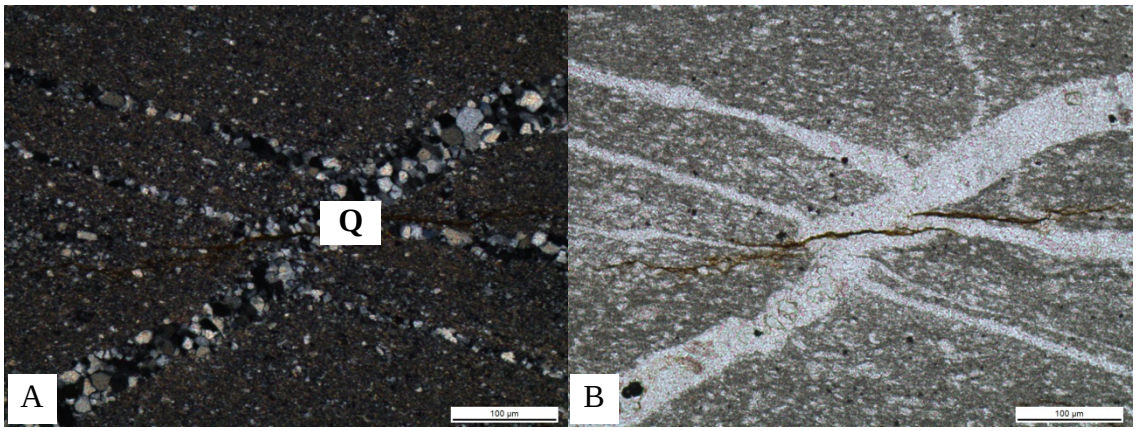
Şekil 4.38. *Bahçecik formasyonuna ait lepidoblastik dokulu fillitler (A ve B: Bahçecik Köyü güneyi) ile granolepidoblastik dokulu kuvarsfillitler (C, D, E ve F: Dağdere kuzeyi),Q: Kuvars, Sr: Serisit, BG: Basınç gölgesi (A, C ve E: + N, B, D ve F: // N).*

Bahçecik formasyonunda metakırıntılılar arasında yer yer sarı, bej, koyu gri ve siyah renkli kalkşist, rekristalize kireçtaşı ve dolomit mercekleri bulunmaktadır. Bu metakarbonatların tabaka kalınlıkları 10-40 cm olup bazen tabakalanma izlenememektedir. Kalkşistlerden alınan numunelerin mikroskobik incelemelerinde oldukça girift sınır ilişkilerine sahip kalsit kristalleri gözlenmiştir (Şekil 4.39).



Şekil 4.39. *Bahçecik formasyonuna ait kalkşistlerde girift sınır ilişkilerine sahip kalsitler(Cc: Kalsit, A: +N, ve B://N)(**Yer:** Bahçecik Köyü güneyi).*

Formasyon içinde yer yer kuvarsit ve süt kuvars damarları bulunmaktadır. Bu damarları dolduran kuvarsların bazıları lifsi dokulu ve bükülmüştür. Bu damarlar içinde ikincil kuvars oluşumları olağandır (Şekil 4.40).



Şekil 4.40. *Bahçecik formasyonu içinde kuvarsit damarları ve onları kesen ikincil kuvars oluşumları (Q. Kuvars, A: +N, ve B://N)(**Yer:** Konya-Akşehir Yolu).*

Bahçecik formasyonu inceleme alanında Bahçecik Köyü ve Esirağıl Mahallesinin arasında, Konya-Akşehir yolunun güneyinde yola paralel olarak ve Dağdere Köyü kuzeyinde yüzeylemektedir. Formasyonunun yaşı ve sınır ilişkileri bakımından daha önce yörede çalışan araştırmacılar farklı görüşler belirtmektedir. Wiesner (1968) Orta Devoniyen yaşlı olarak tanımladığı taban breşleri Alt Karbonifer yaşlı olarak tanımladığı kuvarsit ve mor kalkerli fillatların Silüriyen-Alt Devoniyen

yaşlı metakırıntılı ve metakarbonatlı kayaçları uyumsuz olarak örttüğünü belirtirken Doğan (1975) ise bu kayaçları Karbonifer yaşlı Sızma formasyonu bünyesinde göstermiştir. Üstündağ (1987) Üst Devoniyen yaşlı olarak kabul ettiği Bahçecik formasyonunun Esirağıl formasyonunun (Ertuğrul formasyonu) üzerinde uyumlu olarak yer aldığını ve Bağrıkurt formasyonu tarafından uyumlu olarak örtüldüğünü ifade etmiştir. Özcan ve ark. (1988) ise bu birimin Alt Triyas yaşlı olduğunu ve Permo-Karbonifer yaşlı Halıcı grubu ile Eldeş formasyonunu açılı uyumsuz olarak örttüğünü belirtmişlerdir. Çok evreli kıvrımlanmaya uğrayan Ladik Metamorfiklerine ait Sızma ve Ardıçlı grubu bünyesindeki kayaçların yapraklanmaları birbirine paralel olup bu durum bu iki grubun sınır ilişkilerini oldukça gizlemiştir. Eren (1993a) tarafından yapılan ayrıntılı haritalama çalışmaları ile Bahçecik formasyonunun bazı kesimlerde Bozdağ formasyonunu, bazı kesimlerde Bağrıkurt formasyonunu ve bazı kesimlerde de Karadağ metamagmatiklerini örttüğü ortaya çıkarılmıştır. Çok evreli metamorfizmadan dolayı yapraklanma konumları alttaki Bağrıkurt formasyonuna paraleldir. Ancak Karadağ metamagmatikleri ve Bağrıkurt formasyonunu açılı uyumsuzlukla örtmektedir. Eren'e (1993) göre Karadağ metamagmatikleri Sızma Grubuna ait kayaçları keserken Ardıçlı Grubu ve dolayısıyla Bahçecik formasyonunu kesmemektedir. Bu durumda Bahçecik formasyonu Karadağ metamagmatiklerinden daha genç olmalıdır. Bahçecik formasyonu Sızma Grubuna ait Bozdağ ve Bağrıkurt formasyonlarından kaynaklanan çakıllar içermesine rağmen Karadağ metamagmatiklerine ait malzeme içermemektedir. Dolayısıyla Bahçecik formasyonu Sızma grubu birimleri üzerinde açılı uyumsuz olarak yer almaktadır. Formasyon üstte dereceli bir geçişle Ertuğrul formasyonu tarafından uyumlu olarak örtülmüştür. Formasyonun kalınlığı Özcan ve ark., (1990)'na göre 100-150 m arasındadır.

Birimin yaşı ile ilgili olarak Wiesner (1968), Orta Devoniyen ve Alt Karbonifer yaşını önermiş, Doğan (1975) ise Karbonifer yaşlı Sızma formasyonunun içinde göstermiştir. Üstündağ (1987), Bahçecik formasyonunun Üst Devoniyen yaşlı olduğunu belirtirken Özcan ve ark. (1988 ve 1990) birim içinde Cyclogyra sp., Meandrospira sp., Meandrospira pusilla Ho., Nososinella sp., Earlandia sp., Glomospira sp., Glomospira sinensis Ho., Glomospirella sp., Glomospirella cf. Shengi Ho., Glomospirella cf. elbursorum BRÖNN., ZAN., gibi foraminifer ve konodont fosillerine göre birime Alt Triyas yaşı vermişlerdir. Eren (1993a) arazi gözlemlerine göre bu birimin yaşını biraz daha geriye götürerek Üst Permiyen- Triyas olarak benimsemiştir.

Bahçecik formasyonuna ait metakonglomera, metakumtaşı, fillit ve kalkşistler konglomera, kumtaşı, silttaşı, şeyl/çamurtaşı ve kireçtaşlarının metamorfizmaya uğraması ile oluşmuşlardır. Formasyonunun hakim rengi kırmızı, bordo ve kahve olup yapı/doku ve bileşim özellikleri karasal süreçlerin etkisini kanıtlamaktadır. Metakonglomeraların içindeki köşeli çakıllar taşınmanın az veya kısa mesafeli olduğunu ve kaynağa yakın olunduğunu göstermektedir. Bozdağ formasyonuna ait metakarbonatların üstündeki metakonglomeraların bileşenlerinin çoğunluğunun alttaki karbonatlardan türemiş olmaları da taşınmanın az olduğunu savını desteklemektedir. Eren (1993a)'e göre birim içindeki diğer konglomeralarda çakılların bir bölümünün formasyon içinden türemesi de göz önüne alınırsa, Bahçecik formasyonunun alüvyal kökenli kayaçları içerdiğini göstermektedir. Dolayısıyla Bahçecik formasyonu kıyıya yakın yükseltilerin yamaçlarından itibaren alüvyal yelpaze ve akarsu çökelleri ile gelişmeye başladığını göstermektedir. Öte yandan metakırıntılıların içinde az oranda bulunan metakarbonatların krinoid, alg ve mercan gibi denizel fosiller içermesi ortamın zaman zaman deniz suyu ile örtüldüğünü kanıtlamaktadır.

Bahçecik formasyonu gerek yaş konağı gerekse litolojik özellikleri bakımından Orta Toroslar'daki diğer Permo-Triyas yaşlı oluşuklardan Derbent civarındaki Aladağ formasyonunun kırıntılı kayaçları (Eren, 1993), Sultandağları Masifi'nde Karbonifer yaşlı Harlak formasyonu (Demirkol ve ark., 1977; Eren, 1990) Beyşehir civarında Orta Triyas yaşlı Fele formasyonu (Öztürk ve ark., 1981), Afyon-Sandıklı civarında Permo-Triyas yaslı Karatepe formasyonu (Öngür, 1973), Kütahya civarında Alt-Orta Triyas yaslı Kıyır formasyonu (Özcan ve ark., 1990) ve Anamur civarında Üst Triyas yaşlı Murtçukuru formasyonu (Demirtaşlı, 1984) ile deneştirilebilir özelliktedir.

4.1.1.2.2. Ertuğrul Formasyonu (P-T_Re)

Ertuğrul formasyonu genel olarak kirli beyaz, bej, sarı renkli ve sık kıvrımlı metakarbonatlar ile daha az oranda karbonatlarla aratabakalı metakumtaşı, fillit ve kalkşistlerden oluşmaktadır. Formasyon daha önceki araştırmacılardan Wiesner (1968), tarafından Devoniyen-Karbonifer yaşlı "sarı-gri kalker" ve Doğan (1975) tarafından "Ertuğrul kireçtaşı", ve Üstündağ (1987) tarafından "Esirağıl formasyonu" olarak adlandırılmıştır. Özcan ve ark. (1990) Loras formasyonu içinde kabul ederken Bulduk ve ark (2008) tarafından Ardıçlı formasyonuna ait "Seyrantepe üyesi" olarak incelenmiştir. Birim Eren (1993) tarafından ayrı bir formasyon olduğu düşünülerek Üstündağ (1987)'ın Esirağıl formasyonu yerine "Ertuğrul formasyonu" olarak

adlandırılmıştır. Arık ve Horasan (2013) ve Horasan (2014)'te Ertuğrul formasyonu adlamasını kullanırken bu çalışmada da aynı adlama benimsenmiştir. İnceleme alanında adını aldığı Ertuğrul Köyü güneyinde tipik olarak yüzeylemektedir.

Ertuğrul formasyonu Bahçecik formasyonunun üzerine geldiği alanlarda tabanda metakırıntılı ve metakarbonat nöbetleşmesi ile başlamakta ve üste doğru metakarbonatlar artmakta ve en üstte tümüyle metakarbonatlara geçiş göstermektedir. Formasyonun baskın rengi kirli beyaz, bej ve sarı olup yer yer gri renkli kireçtaşları da görülmektedir (Şekil 4.41). Tabandaki metakırıntılı kayaçlar daha çok metakumtaşları ve fillitler olup bu kesimde yer yer metakonglomeralar da görülmektedir. Fillitler yeşil, krem, mor ve gri renklerde ve çoğu zamanda kireçtaşlarıyla ardalanmalı olarak gözlenirler.



Şekil 4.41. *Ertuğrul formasyonu içindeki sarı, krem ve gri renkli metakarbonatlar (Yer: Ertuğrul Köyü Güneyi).*

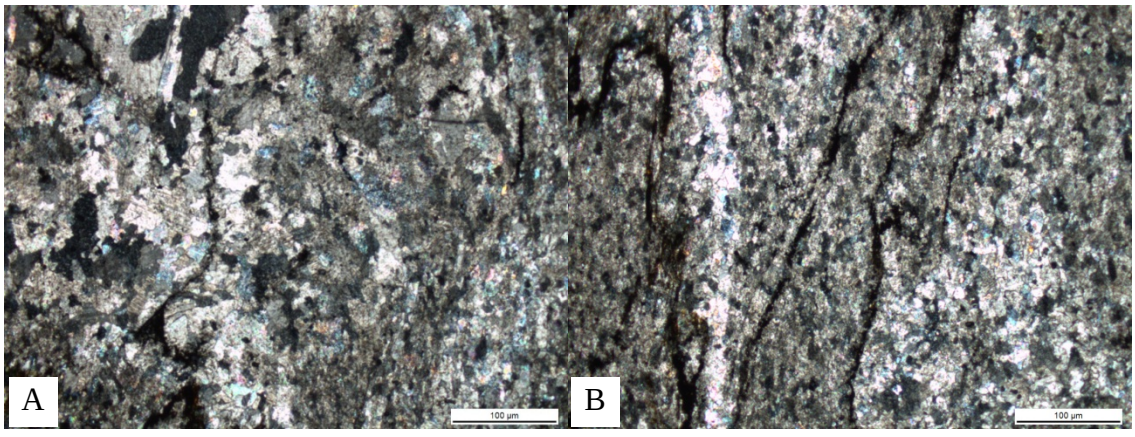
Üste doğru karbonatlı kayaçlar artmakta ve kalkşistler, rekristalize kireçtaşları, dolomit ve dolomitik kireçtaşları ve kısmen mermerler yaygınlaşmaktadır. Rekristalize kireçtaşları genellikle sarı, gri, yeşilimsi gri, bej ve bazen pembe renklidirler. Bu kayaçların içinde bazen koyu renkli metaçört aratabakaları izlenmektedir (Şekil 4.42). Metakarbonatlarda tabakalanma çok iyi gelişmiş olup tabaka kalınlıkları 10 – l00 cm

arasında değişmektedir. Ayrıca koyu ve açık renk ardalanması şeklindeki laminalanmalar ve breşleşmeler gözlenebilmektedir.



Şekil 4.42. *Ertuğrul formasyonuna ait çört arakatkılı rekristalize kireçtaşları (Yer: Esirağıl Mahallesi).*

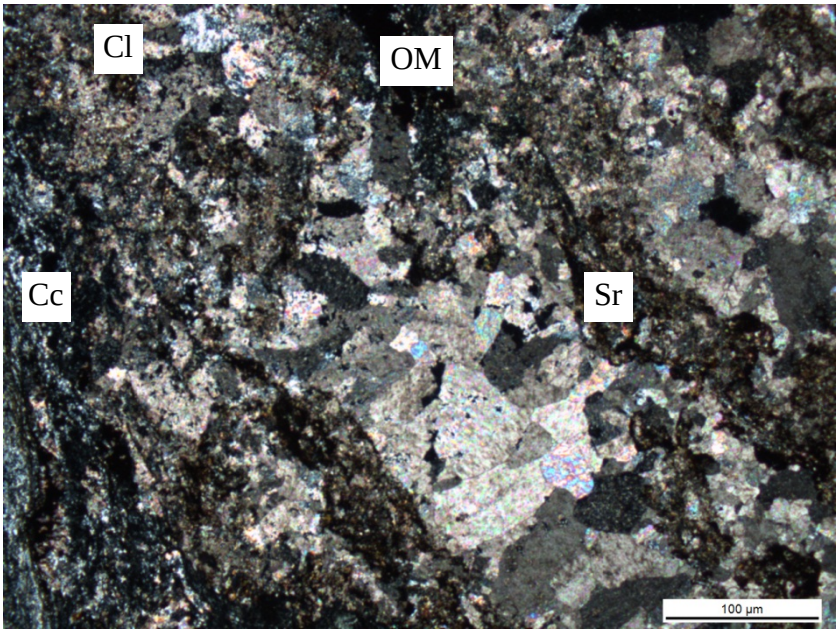
Esirağıl Mahallesi civarından alınan metakarbonatlarda yapılan petrografik incelemelerde kayaçta % 90'ın üzerinde kalsit, % 3-5 kuvars ve % 3-5 opak mineral belirlenmiş olup kayaç mozaik dokuludur (Şekil 4.43-A). Kayaçlarda kalsit kristalleri eş boyutlu ve çoğunlukla 0.05 mm'dir. Özellikle opak minerallerin çevrelerinde basınç gölgeleri vardır (Şekil 4.43-B). Rekristalizasyon izleri çok belirgin olup bazı kesitlerde orijinal intramikrit ve pizolitler gözlenebilmektedir.



Şekil 4.43. *Ertuğrul formasyonu içindeki metakarbonatlarda kalsit kristalleri ile belirlenen mozaik doku (A) ve opak minerallerin çevresinde basınç gölgeleri (B) (Yer: Esirağıl Mahallesi, +N).*

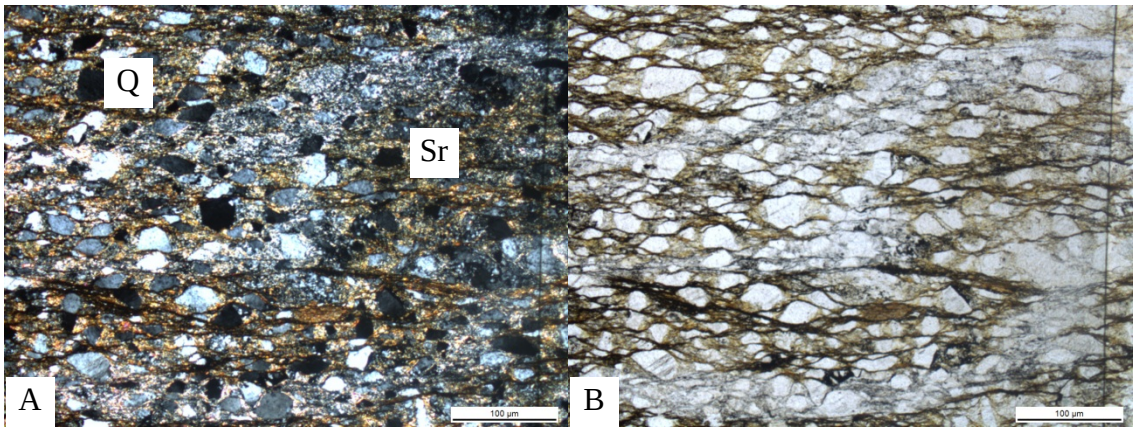
Ertuğrul formasyonuna ait dolomitik kireçtaşlarında Eren (1993a) tarafından yapılan petrografik incelemelerde dolomit kristallerinin boyutu 0.050.1 mm arasında değiştiği ve özgün şekilli dolomitlerin mozayik doku oluşturduğu ve bazı dolomitlerde ostrakod kavkı parçalarının bulunduğu belirtilmektedir.

Ertuğrul formasyonunun alt kesimlerdeki metakırıntılıların arasında yer yer görülmesine karşın üst kesimlerde daha yaygın olan kalkşistler ise bej, sarı ve gri renklidir: Kalkşistlerde yapraklanma çok belirgin olup yer yer kink bantlarına rastlanılmaktadır. Kalkşistlerin petrografik incelemelerinde kayaçta % 65-70 kalsit, % 20-25 serisit, % 3-5 klorit ve % 3-5 opak mineral belirlenmiştir. Kayaçlar granolepidoblastik dokuludur (Şekil 4.44) Kalsit kristallerinde bükülme izleri görülürken serisitler belirgin bir yönde dizilmişlerdir.



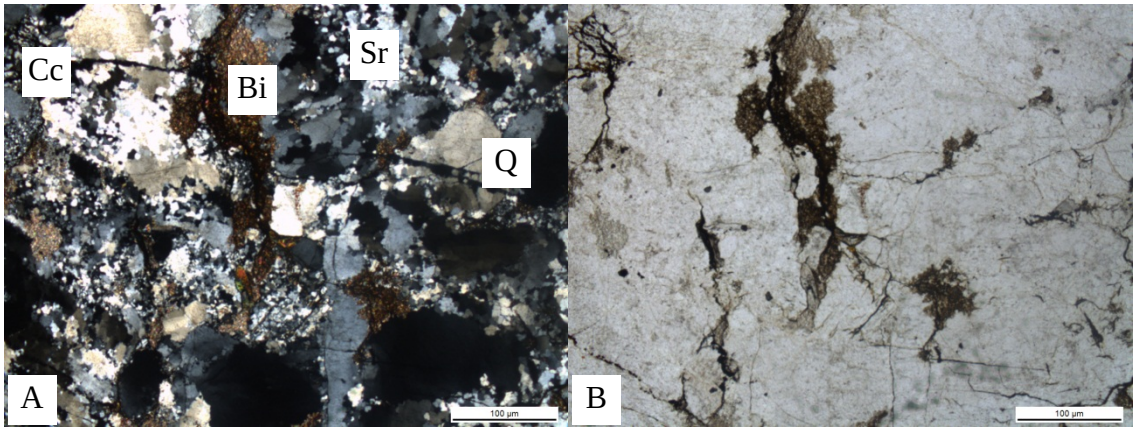
Şekil 4.44. *Ertuğrul formasyonuna ait kalkşistlerde kalsit (Cc) ve serisitlerle (Sr)ortaya çıkan granolepidoblastik doku (OM: Opak mineral, Cl: Klorit, +N, Yer: Ertuğrul Köyü güneyi).*

Ertuğrul formasyonunun da karbonatlardan sonra en yaygın gözlenen kayaç olan fillitler özellikle formasyonun alt kesimlerinde daha yaygındır. Üste doğru giderek incelen fillitler karbonat miktarının artmasıyla bazen tamamen kalkşistlere geçiş göstermektedirler. Formasyonun alt seviyelerindeki fillitler Bahçecik formasyonuna benzer olarak pembe ve mor renkli iken üste doğru yeşil, sarı ve bej renklidirler. Formasyona ait fillitlerden alınan numunelerin petrografik incelemelerine göre hakim mineraller serisit ve kuvarslar olup çok az miktarda plajioklas, ikincil klorit oluşumları ve opak mineraller gözlenmektedir. Kayaçlar granolepidoblastik dokuludur (Şekil 4.45).



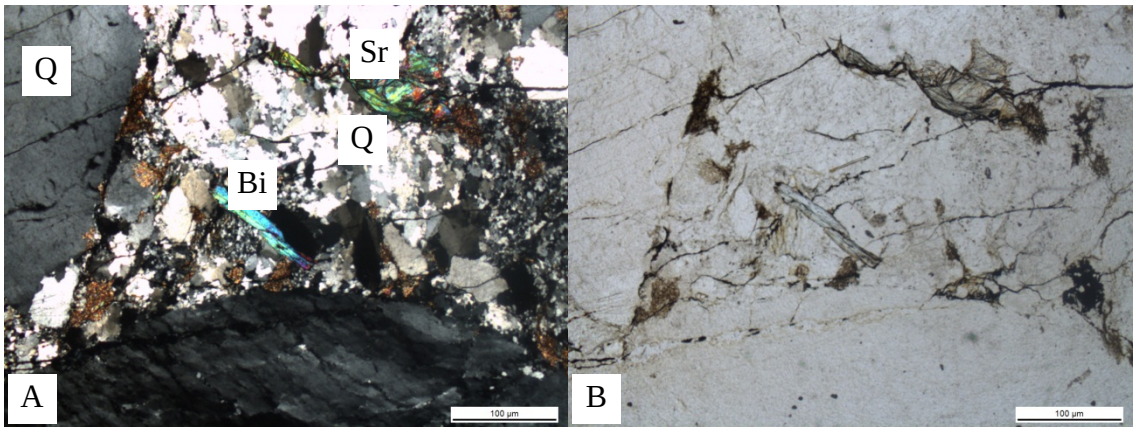
Şekil 4.45. *Ertuğrul formasyonu içindeki fillitlerde kuvars (Q) ve serisit (Sr)kristalleri ile belirlenen granolepidoblastik doku (A: +N, B: //N, Yer: Esirağıl Mahallesi).*

Ertuğrul formasyonun Bahçecik formasyonu ile sınırlarında az oranda gözlenen metakumtaşları ise bej, kirli beyaz, sarı, açık kahve ve mor renklidirler. İyi tabakalanmalı olan metakumtaşlarında tabaka kalınlıkları 10-50 cm'dir. Metakumtaşlarında asimetrik ripll marklar, açık mor ve bej renkli düz ve çapraz laminasyonlar izlenmektedir. Metakumtaşlarından yapılan petrografik incelemelerde % 55-60 kuvars, % 15-20 serisit, % 6-8 biyotit, % 8-10 kalsit, % 4-6 kayaç parçası, % 3-5 opak mineral ve % 2-3 plajioklaslarla yer yer klorit oluşumları gözlenmiştir. Kalsit ve kuvarsın yoğun görüldüğü kumtaşlarında granoblastik doku hakimken serisit oranının artmasıyla granolepidoblastik dokuya geçiş göstermektedir (Şekil 4.46).



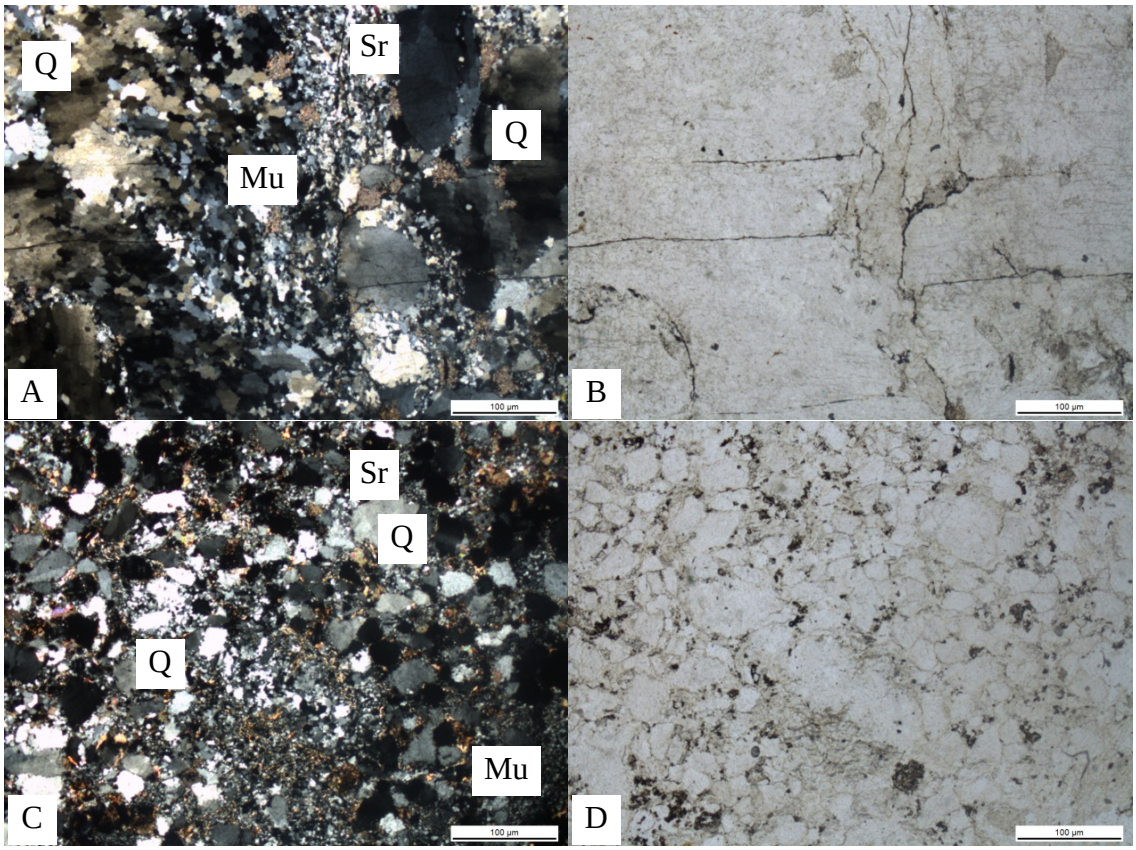
Şekil 4.46. *Ertuğrul formasyonuna ait granolepidoblastik dokulu metakumtaşlarında kuvars (Q), kalsit (Cc), serisit (Sr) ve biyotit (Bi) (A: +N, B: //N, Yer: Ertuğrul güneyi).*

Ertuğrul formasyonunun özellikle alt kesimlerinde metakonglomera mercek ve arakatkıları bulunmaktadır. Esirağıl Mahallesinin güneyinde Bozdağ formasyonu üzerindeki metakonglomeralarda tanelerin önemli bir bölümü Bozdağ formasyonundan türemiştir. Diğer metakonglomeralarda ise iri kuvars tanelerinin arası ince taneli kuvars, serisit ve biyotitlerden oluşan pelitik bir malzeme ile doldurulmuştur (Şekil 4.47).



Şekil 4.47. *Ertuğrul formasyonu içindeki metakonglomeralarda iri kuvarsların (Q) arasını dolduran ince kuvars, serisit (Sr) ve biyotit (Bi) (A: +N, B. //N, Yer: Ertuğrul güneyi).*

Metakarbonatların içinde genellikle çatlak dolgusu şeklinde bulunan metaçörtler ve metakuvarsşistler ise gri siyah renklidirler. Bu çörtler olasılıkla formasyon içinde yaygın bulunan kuvarsların metamorfizma sonrasında hareketlenmesi ve çatlakları doldurması ile oluşmuştur. Bahçecik-Ertuğrul formasyonu sınırından alınan örneklerin incelenmesinde % 75-80 kuvars, % 10-12 serisit, % 5-6 karbonat, % 3-5 muskovit ve % 2-3 opak mineral belirlenmiştir. Metaçörtler granolepidoblastik dokuludur (Şekil 4.48).



Şekil 4.48. *Ertuğrul formasyonu içindeki metakuvarslarda kuvarsların (Q) arasını dolduran serisit (Sr) ve muskovit (Mu) kristallerinin oluşturduğu granolepidoblastik doku (A ve C: +N, B ve D: //N, Yer: Ertuğrul Köyü güneyi).*

Ertuğrul formasyonu inceleme alanının kuzeyinde Konya – Akşehir yoluna paralel olarak Ertuğrul Köyü'nün güneyi ve Gilikli Tepe, güneyde Esirağıl Mahallesi'nin güneyinde ve güneybatıda Karacaboğaz Sırtı'nın güneyinde yüzeylemektedir. Birim Bahçecik formasyonunu dereceli geçişli olarak örterken bazen Bozdağ ve Bağrıkurt formasyonları üzerinde uyumsuz olarak gözlenmektedir. Formasyon üstten Kuvaterner yaşlı alüvyonlar tarafından açılı uyumsuz olarak örtülmektedir (Ek-1) Ertuğrul formasyonunun kalınlığı 50-100 m arasında değişmektedir.

Çalışmalar esnasında bu formasyona yaş verebilecek karakteristik fosillere rastlanmamıştır. Formasyonun yaşı hakkında önceki araştırıcılar arasında da üzerinde uzlaşmaya varılmış bir görüş yoktur. Wiesner (1968) diğer birimlerle korele ederek Devoniyen-Karbonifer, Doğan (1975) ise Karbonifer yaşını vermişlerdir. İlk defa formasyon mertebesinde inceleyen Üstündağ (1987) Esirağıl formasyonu olarak adladığı birimin Üst Devoniyen yaşlı olduğunu belirtmektedir. Özcan ve ark. (1988) ise Loras formasyonuna dahil ettikleri bu birim için Orta Triyas-Alt Kretase yaşını uygun görmüşlerdir. Eren (1993a) ise yukarıda verilen yaşlarla ilgili olarak herhangi bir denetleneme yapılamadığından Bahçecik formasyonuyla yanal ve düşey geçişli olmasından dolayı göreli olarak Üst Permiyen-Mesozoyik yaşını önermiştir. Arık ve Horasan (2013), Arık (2014) ve Horasan (2014) birimin yaşını diğer çalışmacıların çalışmaları ile karşılaştırarak Permiyen-Triyas olarak kabul etmişlerdir. Bu çalışmada da Bahçecik formasyonu ile dereceli geçişli olması ve Bağrıkurt formasyonunu uyumsuz örtmesi nedeniyle Permiyen-Triyas yaşı uygun görülmüştür.

Ertuğrul formasyonu içinde bulunan metakırıntılı ve metakarbonatlı kayaçların birbirleri ile ilişkileri ve üste doğru giderek karbonat miktarının artması formasyonun başlangıçta kıyıya yakın olduğu ve giderek derinleşen bir ortamda çökeldiğini akla getirmektedir. Eren (1993a) bu formasyonun karışık kıyı ortamında çökeldiğini kırıntılıların azalarak yer yer pizolitik özellikli karbonat aratabakalarının artmasını ise olasılıkla gelgit düzlüğünde oluştuğunu belirtmektedir. Araştırmacı formasyonun üst kesimlerinde yaygınlaşan koyu gri, siyah renkli, yer yer breşik kireçtaşlarının bileşim ve doku özellikleri ile oldukça sınırlı fosil içeriğine göre formasyonun sınırlı bir karbonat ortamında çökeldiğini belirtmektedir. Alttaki metakırıntılı ağırlıklı Bahçecik formasyonu ile birlikte değerlendirildiğinde ortamın giderek duraylılık kazandığını ve kaynak bölgenin rölyefinin azaldığını göstermektedir. Dolayısıyla Ertuğrul formasyonunun transgressif nitelikte bir ortamda geliştiği düşünülmektedir.

Ertuğrul formasyonu litolojik özellikleri ve oluşum ortamı ve yaşı itibariyle değerlendirildiğinde Sultandağları'ndaki Permo-Karbonifer yaşlı Deresinek formasyonu (Demirkol, 1977; Eren, 1990), Kütahya civarında Alt-Orta Triyas yaslı Kıyır formasyonunun üst kesimleri (Özcan ve ark., 1990), Bolkardağlarında Alt-Orta Triyas yaşlı Gerdekesyay1a formasyonu (Demirtaşlı ve ark., 1984), Aladağlar'da Triyas yaşlı Kocatepe formasyonu (Ayhan ve Lengeranlı, 1986), Hadim civarında Orta- Üst Triyas yaşlı Beyreli formasyonu (Turan, 1990), Silifke-Anamur civarında Alt Triyas yaşlı Kargıcak formasyonu (Demirtaslı, 1984) ve inceleme alanının kuzeybatısındaki Aladağ formasyonu (Eren, 1993c) ile deneştirilebilir niteliktedir.

4.1.1.3. Alüvyon (Qal)

Alüvyonlar genellikle kırmızı, bordo, sarımsı kırmızı renkli yöredeki daha eski birimlerden türeyen çakıl, kum, silt ve kil boyutunda çoğunlukla tutturulmamış, yer yer az tutturulmuş kırıntılılardan ve yamaç molozlarından oluşmaktadır. Yer yer kaliş niteliğinde karbonatlarla bağlanan alüvyonlar yörenin en genç birimleridir. Halen dere ve düşük seviyeli alanlarda aktif olarak oluşumu devam etmektedir. Diğer birimlerin üzerinde açısal uyumsuzlukla durmaktadır (Şekil 4.49).



Şekil 4.49. *Dere yataklarında güncel alüvyonların görünümü ve plaser örneklemesi (Yer: Dağdere yol ayrımı).*

4.1.2. Metamorfizma

Ladik metamorfiklerine ait Sızma Grubu ve Ardıçlı gruplarına ait kayaçlar bölgesel metamorfizmaya uğramış ve yapraklanmalı bir yapı kazanmışlardır. Bölgedeki kayaçların geçirmiş oldukları metamorfizma şartları ile ilgili veriler daha çok Ladik metamorfikleri içindeki Karadağ metamagmatikleri olmak üzere Bağrıkurt formasyonundan elde edilebilmektedir. Karbonatlı kayaçlardan oluşan Bozdağ formasyonunda ise metamorfizma sadece rekristalizasyon ve mermer oluşumu şeklinde izlenmektedir. Ardıçlı grubunda ise Bahçecik formasyonu metamorfizma izlerini taşımaktadır. Hem Sızma grubu hem de Ardıçlı grubuna ait kayaçların petrografik incelemelerinde bölgesel metamorfizmaya uğradıklarını gösteren mineral parajenezleri tespit edilmiştir. Bu metamorfiklerde kimi zaman kısmen kimi zaman da bütünüyle ilksel dokular korunmuştur.

İnceleme alanında ilk bölgesel çalışmaları yapmış olan Niehoff (1961) bölgede istifin temelini kırıntılı metamorfik kayaçların oluşturduğu belirterek metamorfizma derecesinin KD'ya doğru arttığını belirtmektedir. Türkiye'deki glokofanlı kayaların dağılımını ele alan Kaaden (1966) ise Konya civarındaki yapmış olduğu çalışmalarda Karadağ civarındaki kayaçlarda granat-glokofan ve epidot minerallerinin varlığından söz ederek Paleozoyik formasyonlarının muhtemelen Hersiniyen (Varistik) Orojenezi ile ilişkili olarak glokofanitik yeşilşist fasiyesinde metamorfizma geçirdiğini öne sürmüştür. Wiesner (1968), Sızma çevresindeki çalışmalarında temeli Silüriyen-Alt Devoniyen yaşlı serisitli fillit ve karbonatların oluşturduğunu belirterek Niehoff (1961)'un Na-Keratofir-Spilit olarak tanımladığı volkanitlerin "andezit-porfir" olarak adlandırılması gerektiğini ve yaşlarının Post-Permiyen olduğunu ifade etmiştir.

Bayiç (1968) ise aynı bölgedeki çalışmasında Niehoff (1961) ve Wiesner (1968) tarafından farklı şekilde ele alınan volkanitlerin petrografik olarak metatrakit ve metaporfirit olduklarını belirterek metatrakitlerin içerdikleri glokofan-stilpnomelan-sfen-albit-mikroklin-beyaz mika parajenezine göre bu kayaçların yüksek basınç/ düşük sıcaklık metamorfizmasına maruz kaldıklarını ve glokofanitik yeşilşist fasiyesinde bir metamorfizmadan etkilendiklerini belirtmiştir.

Konya batısında çalışan Üstündağ (1987), bu kayaçların Erken Hersiniyen orojenezine maruz kaldıklarını ve glokofanitik yeşilşist fasiyesinin yanı sıra prehnit-pumpelliyit fasiyesinin de etkin olduğunu belirtmiştir. Karadağ çevresindeki kayaçların petrografik özelliklerini araştıran Banger (1987) metamagmatik kayaçları "metaspillit" ve mermerleri kesen dayklar ise "kuvarslı diyorit" şeklinde tanımlamış ve

“metamorfize ardalanmalı seri” içinde, yeşilşist fasiyesi ile prehnit- pumpelliyit fasiyesine ait bazı mineral parajenezlerini tespit etmiştir.

Kütahya-Afyon-Bolkardağı kuşağında çalışan Okay (1986 ve 1989) metamorfik kayaçların büyük bir bölümünü düşük yeşilşist fasiyesinde bölgesel metamorfizmaya uğrayan Afyon zonu; bir kısmını ise yüksek basınç/düşük sıcaklık metamorfizmasına uğramış Tavşanlı zonu içinde olduklarını belirtmektedir. Araştırmacı Tavşanlı zonu kayaçlarının metamorfizmalarının Orta Kretase döneminde kıta-kıta çarpışması öncesinde ofiyolit üzerlemesi ile ilişkili olduğunu ve yüksek basınç/düşük sıcaklık şartlarının gerçekleştiği dalma-batma zonunda meydana geldiğini söylemiştir.

Konya Batı ve kuzeyinde çalışmalar yapan Özcan ve ark. (1988 ve 1990), Sızma grubu içinde kloritoyid-stilpnomelan-riebekit parajenezinin geliştiğini ve bu kayaçların Hersiniyen orojenezine bağlı olarak metamorfizmaya uğradıklarını belirtmişlerdir. Mesozoyik yaslı kayaçların metamorfizmalarını ise Alpin alarak düşünmüşlerdir. Özcan ve ark. (1990) inceleme alanındaki kayaçların devamı olarak düşündükleri Kütahya çevresindeki kayaçların Triyas öncesi ve Geç Paleosen öncesi almak üzere iki dönemde bölgesel metamorfizma geçirdiklerini belirtmişlerdir. Araştırmacılar glokofanın sadece Triyas öncesindeki metamorfikler içinde gözledikleri ve Triyas öncesi gerçekleşen metamorfizmanın yer yer yüksek basınç yeşilşist fasiyesinde gerçekleşmiş olabileceğini ifade etmişlerdir. Eren (1993a) ise inceleme alanının doğu kesimlerinde yaygın olarak izlenen Lâdik metamorfitlerinde çok evreli metamorfizmayla ilgili kanıt elde edilemediğinden söz ederek en az üç evreli olarak gerçekleşen deformasyona eşlik eden mineral parajenezi ve dolayısıyla metamorfizma bulunmadığını belirtmiştir.

Bu çalışmada Ladik metamorfiklerine ait Sızma ve Ardıçlı gruplarına ait kayaçlarda farklı mineral parajenezleri tespit edilmiştir. Başlıca kuvars, kalsit, klorit, dolomit, serisit, epidot grubu, klorit grubu, amfibol grubu ve piroksen grubu minerallerle opak minerallerle temsil edilen mineral parajenezleri belirlenmiştir. Sızma grubuna ait kayaçlarda metamagmatiklere bağlı olarak mineral parajenezi daha zengin (Çizelge 4.1) iken Ardıçlı grubunda daha sade bir mineral parajenezi ortaya çıkmaktadır (Çizelge 4.2).

Bağrıkurt formasyonu çeşitli boyutlarda karbonat blokları içeren metakonglomera, metakumtaşı, metaçört ve kuvarsitlerden oluşan fillit ve şistlerden meydana gelmektedir. Formasyonun hakim litolojisini oluşturan bu metakırıntılılar kökensel olarak pelitik, semipelitik ve yer yer psammitik kayaçlarla temsil edilmektedir. Bağrıkurt formasyonuna ait metakırıntılıların hakim mineralleri genellikle mika ve

kuvarslar olup faklı nitelikli kayaçlarda değişmekle birlikte formasyonda genel mineral parajenezi; serisit + kuvars + muskovit + klorit + plajiyoklas ± epidot ± turmalin ± apatit ± sfen'den oluşmaktadır.

Ayrıca Niehoff (1961), Kaaden (1966), Bayiç (1968), Üstündağ (1987), Banger (1987), Okay (1986 ve 1989), Özcan ve ark. (1988 ve 1990), Eren (1993a, 1993b, 1993c, 1996), Kurt (1994 ve 1996), Eren ve Kurt (2000), Hekimbaşı (1997), Eren ve ark. (2004), Horasan (2005) ve Koçak (2008) gibi pek çok araştırmacı yöredeki metamorfik temel ile ilgili petrografik ve petrolojik çalışmalar yaparak yukarıdaki mineral parajenezinin yanısıra kloritoyid, prehnit, pumpelliyit, stilpnomelan, glokofan, riebekit gibi karakteristik mineralleri tespit etmişlerdir. Bu mineral parajenezleri göz önüne alındığında, Bağrıkurt formasyonunun yaklaşık 350 - 450 ^{o}C sıcaklık ve 3 - 6 kbar basınç şartlarında Abukama Tip yeşilşist fasiyesinde (Baş ve Koçak, 1994) metamorfizmaya uğradığı düşünülmektedir.

Bağrıkurt formasyonuna ait metakırıntılılarda birbirini kesen iki farklı foliasyon düzlemi vardır. Kayaçlarda kink bant yapıları gözlenmiş olup bazı plajiyoklas porfiroblastları, muskovit ve kloritlerle temsil edilen yapraklanma düzlemleri tarafından çepeçevre sarılmakta ve bu plajiyoklaslar için pretektonik bir kristalleşmeyi yansıtmaktadır (Horasan, 2005). Tüm bu özellikler, Bağrıkurt formasyonunun en az iki evreli düşük dereceli bir metamorfizma geçirdiğini belgelemektedir.

Kökensel olarak trakiandezit, dasit, diyorit, gabro, bazalt gibi çeşitli türde magmatik kayaçlardan oluşan Karadağ metamagmatiklerinde ise genel mineral parajenezi; serisit + hipersten + ojit/diyopsit + omfasit + kuvars + klorit (piknoklorit-ripidolit) + muskovit (fenjit) + sanidin + aktinolit + glokofan-riebekit-krossit + epidot-zoisit/klinozoisit ± pumpelliyit ± biyotit + plajiyoklas (albit-oligoklas-andezin) + stilpnomelan + sfen mineral topluluğuna rastlanılmaktadır. Horasan (2005)'a göre bu kayaçların içerisindeki hipersten, ojit/diyopsit, biyotit, sanidin ve oligoklas-andezin türü bazı plajiyoklaslar köken kayaçtan (trakiandezit) kalma relikt kristalleri yansıtmaktadır.

Karadağ metamagmatiklerinde ayrıntılı çalışmalar yapan Kurt (1994, 1996 ve 1997) hornblend-plajiyoklas jeotermometrelerine göre; metahornblend gabrolarda 521(±75)-482 (±75) °C sıcaklık ve 3-6 kbar basınç, metabazaltik andezitlerde 431(±75)-400(±75) °C sıcaklık ve 5-7 kbar basınç ve metabazik kayaçlarda yaklaşık 426 (±75)-395 (±75) °C sıcaklık ve 5-7 kbar basınç şartları altında metamorfizmanın geliştiğini belirtmektedir. Magmatik kayaçlarda yaygın olan kuvars + muskovit + klorit + kloritoyid parajenezi de 380-400 ^{o}C sıcaklık ve 4-5 kbar basınç şartlarını ortaya

koymaktadır. Metatrakiandezitlerde Kurt (1994, 1996 ve 1997) tarafından belirlenen winchite + ferro-winchite + ferro-glokofan + krossit + riebekit + magnezioriebekit + pumpelliyit + klorit + epidot + aktinolit + kuvars parajenezi ise 380-400 °C sıcaklık ve 5-7 kbar basınç şartlarında metamorfizma geçirdiklerini göstermektedir.

Çizelge 4.1. *Sızma grubuna ait kayaçlarda belirlenen mineral parajenezi ve duraylılık sınırları*

MİNERALLER	KAYAÇLAR		
	METAKIRINTILILAR	METAKARBONATLAR	METAMAGMATİKLER
Muskovit/ Serisit	———	———	- - - - - - - - - - -
Kuvars	———	———	———
Kalsit	- - - - - - - - - - -	———	.....
Dolomit	.....	———	
Klorit (Grokoyit)	———	- - - - - - - - - - -	———
Plajioklas (albit)	———	- - - - - - - - - - -	———
Epidot/pistazit	.....	- - - - - - - - - - -	———
Klinozoisit/Zoisit	.....	.....	———
Tremolit/aktinolit	.....	.....	———
Biyotit	- - - - - - - - - - -	- - - - - - - - - - -	———
Piroksen (ojit)	-----------	-----------	———
Glokofan/Riebekit	.....	.....	———
Talk	. . . . .	. . . . .	———
Prehnit	.....	.....	———
Pumpelliyit	.....	.....	———
Hematit	- - - - - - - - - - -	———	———

Bu çalışmada tespit edilebilen mineral parajenezleri ve daha önce yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlara göre Karadağ metamagmatiklerinde ilerleyen (prograd) metamorfizma gerçekleşmiştir. Yöredeki metatrakiandezitlerde gözlenen pumpelliyit + stilpnomelan + aktinolit parajenezi gömülme metamorfizmasının zeolit fasiyesinin yüksek sıcaklık alanlarını (pumpelliyit - prehnit - kuvars alt fasiyesi) yansıtmaktadır. Ayrıca yer yer gözlenen riebekit-krossit + jadeyitik omfasit + albit + klorit + fenjit parajenezi sıcaklık bakımından zeolit fasiyesinin aşıldığını ve mavişist fasiyesi şartlarının hakim olduğunu göstermektedir. Mineral parajenezlerine göre bu kayaçlar gömülme metamorfizmasının zeolit fasiyesinden (yaklaşık 300 - 450 ^{o}C sıcaklık ve 3 - 12 kb basınç) mavişist fasiyesine (420-450 ^{o}C sıcaklık ve 10-12 kbar basınç) kadar ilerleyen (Hekimbaşı, 1997) başkalaşıma uğramışlardır.

Çizelge 4.2. *Ardıçlı grubuna ait kayaçlarda belirlenen mineral parajenezi ve duraylılık sınırları*

MİNERALLER	KAYAÇLAR	
	METAKIRINTILILAR	METAKARBONATLAR
Muskovit/ Serisit	———	———
Kuvars	———	———
Kalsit	- - - - - -	———
Dolomit	.....	———
Klorit (Grokoyit)	———	- - - - -
Plajioklas (albit)	———	- - - - -
Hematit	..... - -	- - - - -
Biyotit	———	.....
Stilpnomelan	———	- - - - -

Ardıçlı Grubuna ait kayaçlarda ise çok daha sınırlı bir parajenezi ortaya çıkmaktadır. Özellikle yüksek basıncı gösteren glokofan ve riebekit bu kayaçlarda gözlenmemektedir. Buna karşılık Sızma ve Ardıçlı gruplarına ait kayaçların yapraklanmalarının birbirine paralel olduğu düşünüldüğünde metamorfizmanın her iki grubun oluşumundan sonra meydana geldiği fikrini uyandırmaktadır.

İnceleme alanındaki Ladik metamorfiklerinin geçirdiği metamorfizmanın zamanı ile ilgili olarak Özcan ve ark. (1990) Orta Kretase'de Alpin orojenezine bağlı olarak geliştiğini belirtmektedirler. Okay (1986) ise Menderes Masifi'nin kuzeyi ve Afyon-Bolkardağı Kuşağı'nda yapmış olduğu araştırmalarda yeşil ve mavişist metamorfizmasının Geç Kretase'den önce gerçekleştiğini ifade etmektedir. Ancak (Eren ve ark. (2004)'e göre bölgede metamorfizmadan etkilenen kayaçların en gencinin Kampaniyen yaşlı olması metamorfizmanın Geç Kretase sonrasında gerçekleştiği göstermektedir. Hekimbaşı (1997)'na göre yeşilşist fasiyesindeki birincil metamorfizma hidrotermal alterasyon ve/veya okyanus tabanı metamorfizması olup Hersiniyen Orojenezi ile gerçekleşirken mavişist metamorfizması muhtemelen Kretase'de gerçekleşmiştir. Dolayısıyla Ladik metamorfiklerini oluşturan Ardıçlı Grubuna ait kayaçlarla Sızma Grubuna ait kayaçlar birlikte Alpin orojenezine bağlı olarak Maestrihtiyen-Paleosen döneminde ikinci metamorfizmaya uğramışlardır.

4.1.3. Yapısal Jeoloji

Kuvaterner – Güncel yaşlı karasal nitelikli genç kırıntılı kayaçlar dışında inceleme alanında yüzeyleyen kayaçların tamamı Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı olup geçirdikleri yapısal jeolojik olaylara bağlı olarak kıvrımlı ve kırıklı bir yapı kazanmışlardır. İnceleme alanında yüzeyleyen birimlerin stratigrafik gelişimi, metamorfizma özellikleri ve magmatik aktiviteler bu kayaçların Hersiniyen ve Alpin orojenezlerine maruz kaldıklarını göstermektedir. Silüriyen - Üst Permiyen yaşlı metakırıntılı ve metakarbonatlı kayaçlardan oluşan Bağrıkurt formasyonu Hersiniyen hareketlerle ilişkili gelişen bir magmatik yayın ürünü olan Karadağ metamagmatikleri tarafından kesilmiştir (Üstündağ 1987, Özcan ve ark. 1988, Eren, 1993a, Eren 1993b, Eren ve Kurt, 2000; Eren ve ark., 2004). Erken Triyas öncesinde gerçekleşen Hersiniyen orojenezinin izleri daha sonra Alpin Orojenezi ile büyük ölçüde silinmiştir. İnceleme alanında Hersiniyen orojenezinin izleri Silüriyen-Alt Permiyen yaşlı birimlerin litolojik gelişimi ve Üst Permiyen-Mesozoyik yaşlı Ardıçlı grubunun bu birimleri açılı uyumsuzluk ile örtmesi şeklinde belirlenebilmektedir.

Ladik metamorfiklerine ait Sızma ve Ardıçlı gruplarına ait kayaçlar Alpin orojenezinin çeşitli fazlarından etkilenerek metamorfizmaya uğramış, yapraklanmış ve yeniden kıvrımlı ve kırıklı bir yapı kazanmışlardır. Alpin Orojenezi Eren (1993a)'nin tanımladığı Bozdağlar masifinde naplaşmalara neden olmuştur. İnceleme alanında bu bindirmeli-naplı yapılar gözlenememesine karşın Özcan ve ark., (1988)'ne göre bu naplaşmalar sonucunda yörenin güneyindeki ofiyolitik kayaçlar Gökçeyurt grubuna ait kayaçları üzerlemiştir. Eren (1993a)'e göre de Ladik metamorfitleri Gökçeyurt grubuna ait birimler üzerine bindirmiştir. İnceleme alanı ve yakın çevresi Ketin (1966)'in tanımladığı Toridler Ana Tektonik Birliği içinde yer almakta olup yörede gözlenen birimler Özgül (1976)'ün tanımladığı tektonik birliklerle deneştirilebilmektedir. Buna göre Ofiyolitik kayaçlar Bozkır birliğine; paraotokton Gökçeyurt grubu Geyikdağı birliğine, Ladik metamorfitleri ise Bolkardağı birliğine karşılık gelmektedir.

Ladik metamorfiklerine ait olan Ardıçlı grubuna ait kayaçlar Sızma grubu üzerinde açılı uyumsuzlukla durmaktadır. Genç dönemde oluşan alüvyonlar ise bütün birimleri açılı uyumsuzlukla örtmektedir.

4.1.3.1. Tabaka/yapraklanma ve kıvrımlar

İnceleme alanında yaygın olarak yüzeyleyen Ladik metamorfiklerine ait kayaçlar hem Hersiniyen hem de Alpin dağoluşum hareketlerinden etkilendikleri için çok evreli kıvrımlanmaya uğramışlardır (Ek-l). Sızma grubuna ait olan Bozdağ ve Bağrıkurt formasyonları ile bu birimleri kesen Karadağ metamagmatikleri Triyas öncesinde Hersiniyen orojenezinin etkisinde kalmışlardır. Ancak Hersiniyen Orojenezi ile oluşan kıvrımlı, kırıklı yapılar ve metamorfizma etkileri yukarıda da değinildiği gibi büyük ölçüde daha sonra gelişen şiddetli Alpin deformasyonları nedeniyle büyük ölçüde gölgelenmiş ve silinmiştir (Özcan ve ark., 1990; Eren, 1993a). Dolayısıyla belirlenen kıvrımlı yapılar daha çok Alpin orojenezine aittir.

İnceleme alanında Ladik metamorfiklerine ait bütün kayaçları etkileyen düzlemsel ve çizgisel yapılar genelde doğu-batı doğrultulu olup kuzey-güney yönlü sıkışmaları göstermektedir. Bağrıkurt formasyonuna ait kayaçlarda genel tabaka ve yapraklanma konumları kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu olup tabaka/yapraklanma konumlarının stratigrafik ilişkilerine göre eğik dik ve devrik duruşlu oldukları tespit edilmiştir. Bağrıkurt formasyonunu açılı uyumsuzlukla örten Bahçecik formasyonundaki yapraklanmalarda Bağrıkurt formasyonundakilere paralel olarak gelişmiştir. Dolayısıyla Sızma ve Ardıçlı gruplarının aynı tektonik hareketlerden etkilenerek birlikte kıvrımlanmışlardır.

İnceleme alanının güneyinden itibaren 3 adet kıvrım belirlenmiştir. Sahanın güneydoğu kesiminde Esirağıl Mahallesi'nden geçerek güneybatıya doğru Sarıyaprak Sırtı'ndan saha dışına uzanan devrik bir senklinal bulunmaktadır. Ertuğrul formasyonu içinde bulunan senklinalin güney kanadında tabaka ve klivajlar yaklaşık güneybatı-kuzeydoğu doğrultulu olup bu kesimde birimlerin duruşu normaldir. Devrik kuzey kanatta da tabaka ve klivajların genel doğrultuları kuzeybatı-güneydoğudur. Ancak bu kanattaki eğimler devrik olup özellikle Bahçecik Mahallesi'nde Bağrıkurt formasyonu Bahçecik formasyonunun üzerinde gözlenmektedir.

İnceleme alanındaki ikinci büyük kıvrım sahanın yaklaşık olarak ortasından geçen kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu devrik antiklinaldir. Daha çok Bağrıkurt formasyonuna ait kayaçları kesen antiklinalin güney kanadı devrik kuzey kanadı ise normaldir. Tabaka ve yapraklanma konumları genellikle kıvrım eksenine paraleldir. Özellikle Bozdağ formasyonu ve Bağrıkurt formasyonuna ait kayaçları etkileyen bu

antiklinalin doğu kesiminde Bozdağ formasyonu ile Bağrıkurt formasyonunun dereceli geçişli ilişkileri izlenebilmektedir.

İnceleme alanındaki üçüncü kıvrım ise sahanın kuzey kesimlerinde Dağdere Köyü'nün kuzeyinden başlayarak sahanını kuzey sınırına doğru Konya-Akşehir Yolu'nu keserek Ladik Kasabası'nın kuzeyinden inceleme alanının dışına çıkmaktadır. Genel doğrultusu kuzeybatı-güneydoğu olan bu senklinal eksen düzleminin eğimi yaklaşık 45^{o} kuzey kuzeydoğudur. Senklinalin güney kanadı normal, kuzey kanadı ise devrik duruşludur. Bu devriklik nedeniyle Konya – Akşehir Yolu'nun kuzeyinde Bağrıkurt formasyonu Ardıçlı Grubu'na ait kayaçların üzerinde gözlenmektedir.

İnceleme alanı ve yakın çevresinde ayrıntılı yapısal jeolojik çalışmalar yapan Eren (1993a) Ladik metamorfiklerinin Alpin hareketlerle en az üç evreli deformasyona uğradıklarını ortaya koymuştur. Eren (1993a) bu deformasyonlardan Fa_1 ve Fa_2 evreleriyle birbirine paralel Ba_1 ve Ba_2 kıvrım eksenlerinin geliştiğini ve bu kıvrımların girişimi ile Ladik metamorfiklerinin üstelenmiş kıvrım geometrisi kazandıklarını, daha sonra gelişen Fa_3 deformasyonu ile Ba_3 kıvrımlarının eklenmesiyle üstelenmiş kıvrımlarda dom ve küvet yapılarının oluştuğunu belirtmiştir. Araştırmacı çok evreli deformasyon fazlarına bağlı olarak zengin mesoskopik tektonit yapılarının geliştiğini ve sırasıyla Ba_1 deformasyonuyla Ladik metamorfiklerinin yapraklanma kazandığını Fa_2 ve Fa_3 deformasyon fazlarıyla da ilk evrede gelişen yapraklanmaların da kıvrımlandıklarını ve çok evreli kıvrımlanma geometrileri kazandıklarını ortaya koymuştur. Böylece farklı litolojik özelliklere sahip olan kayaçlarda farklı mezoskopik yapılar ortaya çıkmış olup tabaka transpozisyonu başlangıcı, tabaka-yapraklanma kesişimlerine bağlı olarak kalem-şist yapıları ve yapraklanma kıvrımları ortaya çıkmıştır. Çok evreli deformasyonla kayaçlarda yaygın olarak buruşma klivajı ve kink bandı gibi ikincil tektonit düzlemsel yapıların yanısıra yapraklanmaların kesişmesi ile zig-zag ve kutu kıvrımları gelişmiştir.

4.1.3.2. Kırıklı yapılar

4.1.3.2.1. Damar ve çatlaklar

Ladik metamorfiklerine ait kayaçlar içinde genel eksen gidişlerine ve tektonik tarihçeye bağlı olarak yoğun çatlak oluşumlarının yanısıra sık sık damar dolguları vardır. Metamagmatik ve metakarbonatlı kayaçlarda yaygın olarak gelişen çatlaklarda

ölçüm yaparak gül diyagramlarında yorumlayan Eren (1993a) egemen çatlak gidişlerinin K0-10 ^{o}D, K60-90^{o}D ve K50-60 ^{o}B yönlü olduklarını belirtmektedir

Ladik metamorfiklerinde gelişen çatlaklarda yaygın olarak kuvars, kalsit ve aragonit oluşumları vardır. Yer yer birbirini kesen ve birkaç fazda gelişen bu damarlar genellikle yöredeki fay düzlemlerine paralel olarak gelişmişlerdir. Damarların kalınlıkları ince kesitlerde 1 mm'nin altına inebilirken arazide yer yer birkaç m'ye ulaşabilmektedir. Kalsit ve aragonit damarları yörede çok yaygın olan karbonatlı kayaçlarda atmosferik koşullarda gelişen ayrışma ile çözülmeleri ve açığa çıkan karbonatın aşağı zonlara süzülmesi ile önce aragonit bileşiminde kristalleştikleri daha sonradan değişen ortam koşullarına uyum sağlamak üzere izomorf bir değişimle kalsite dönüştükleri düşünülmektedir. Yer yer birkaç m boyutlarında erime boşluklarını dolduran aragonit kristalleri ise yörede gerçekleşen Hersiniyen Alpin deformasyonlarının etkisiyle gelişmişlerdir.

Bağrıkurt ve Bahçecik formasyonuna ait fillitler içinde yapraklanmalara paralel olarak gelişen süt kuvars damarları ise epijenetiktir. Bu kuvars damarları bölgesel metamorfizmalar esnasında ve Karadağ metamagmatiklerinin sokulumu ve sonrasında meydana gelen hidrotermal aktivitelere bağlanabilmektedir.

İnceleme alanında ayrıca Bozdağ formasyonunu sıkça kesen metamagmatik damarları da yine Karadağ metamagmatikleri ile ilişkilendirilebilmektedir. Eren (1993a) bu metakuvarsdiyorit ve metadiyorit damarlarında yapmış olduğu çalışmada damarların konumunu N72^{o}W gidişli ve dik konumlu olduklarını dayklarının oluşumu esnasında Sızma grubunun içinde geliştiği havzada etkin açılma tektonizmasının gerçekleştiğini belirtmektedir.

Bu çalışmada ayrıntılı jeokimyasal çalışmaları yapılan bir başka önemli damar grubu ise kuvars-hematit-spekülarit damarlarıdır. Genellikle Sızma Grubuna ait Bozdağ ve Bağrıkurt formasyonları ile Karadağ Metamagmatikleri içinde bulunan bu demirli damarların kalınlıkları birkaç mm ile 8-10 cm arasında olup çoğunlukla spekülaritik hematitle doldurulmuşlardır. Spekülarit genel olarak demiroksitlerin düşük dereceli metamorfizması ile oluştuğundan bu damarların Karadağ metamagmatiklerinin sokulumu sonrasında süregelen hidrotermal aktivitelere bağlı olarak geliştikleri düşünülmektedir. Daha sonra Triyas öncesinde gelişen Hersiniyen dağoluşum hareketlerine bağlı olarak bu damarlar da metamorfizmaya uğramış ve demirli bileşikler spekülaritik hematite dönüşmüşlerdir.

İnceleme alanının güneybatı sınırında Sızma Kasabası'nın kuzeybatısında yörede uzun yıllar işletilmiş olan civa yatakları da damar tiptedir. Genellikle Bozdağ formasyonuna ait karbonatlı kayaçların içinde bulunan civa mineralizasyonu içinde zinober, antimonit, pirit, realgar, orpiment ve arsenopirit gibi düşük sıcaklıklı hidrotermal aktivitelerle oluşmuş cevher mineralleri vardır. Gerek mineral parajenezi gerekse metazinober oluşumları kökensel olarak Karadağ metamagmatiklerinin sokulumuyla ilişkili olan bu epitermal damarlarda da düşük dereceli metamorfizmaya işaret etmektedir.

4.1.3.2.2. Faylar

Orta Toros Kuşağı içindeki yoğun tektonik tarihçeden etkilenen yörede yapılan bölgesel çalışmalarda (Özgül, 1976; Özcan ve ark., 1988 ve 1990; Okay, 1986 ve 1989; Eren, 1993a, 1993b, 1996) yöredeki birimlerin yoğun bindirme ve naplaşma hareketleri ile geliştikleri belirtilmektedir. İnceleme alanını da içine alan çalışmasında Eren (1993a) Ladik metamorfiklerinin tamamının Gökçeyurt Grubu üzerinde allokton olarak durduğunu belirtmektedir. Eren (1993a) yörede Erken Pliyosen'den sonra da neotektonik hareketlerle bindirmelerin geliştiğini ve inceleme alanı dışında Gökçeyurt grubuna ait kayaçların Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı Ulumuhsine ve Küçükmuhsine formasyonlarının üzerine tektonik olarak itildiklerini belirtmektedir. Bu çalışma daha dar bir alanda gerçekleştirildiği için söz konusu bindirme ve naplı yapılar gözlenememiştir.

İnceleme alanında daha çok Sızma Grubuna ait birimleri etkileyen faylar bulunmaktadır. İnceleme alanında Beypınarı Tepe'nin kuzeyinde Bozdağ formasyonunun yüzeylemesini sağlayan yaklaşık kuzey – güney doğrultulu dik bir eğim atımlı fay takımı vardır. İkinci önemli eğim atımlı fay ise Bahçecik Köyü'nün doğusundaki kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu fay olup bu faylanma ile Bağrıkurt ve Bahçecik formasyonları yanyana gelmişlerdir.

Bahçecik Köyü'nün batısında yüzeyleyen Karadağ Metamagmatiklerinin batı kesimi kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu bir fayla sınırlanmış olmalıdır. İncelemeler esnasında yoğun bitki örtüsü ve alterasyondan dolayı izlenemeyen bu fay rapor hazırlığı sırasında harita çizimi çalışmaları esnasında belirlenmiştir (Ek-1).

Ayrıca sahanın güneyinde Karatepe güneyinde Karadağ metamagmatiklerinin güney sınırında ve sahanın güneybatı sınırında Bahçecik ve Bozdağ formasyonlarının arasında eğim atımlı faylar vardır.

4.1.4. Jeolojik gelişim

İnceleme alanı Ketin (1966)'in tanımladığı Anatolidler ve Toridler Tektonik Birliklerinin geçişinde yer almaktadır. Özgül (1976) ise inceleme alanı ve yakın çevresini "Toridler Ana Tektonik Birliği"'ne dahil ederek "Bolkardağı birliği" içinde ele almaktadır. Bölgesel çalışmalar yapan Okay'a (1986) göre inceleme alanı "Afyon - Bolkardağı zonu" içinde yer almaktadır. Okay (1989), Torid Kuşağı olarak tanımlanan bölümü, Menderes Masifi'nin kuzeyine kadar genişleterek "Menderes-Toros Platformu" olarak yeniden ayırt ederken Okay ve Tüysüz (1999) ise bu alanı Anatolid Torid Bloğu içindeki Afyon Zonu içinde ele almışlardır. Yazarlara göre bu kuşak başlıca Mesozoyik yaşlı ofiyolit, fliş, karbonat ve volkanik kaya birimlerinden oluşmaktadır. Bu zon güneydeki Menderes-Toros Platformu'nu ve Kırşehir Masifi'ni bindirmeli bir tektonik dokanakla üzerlemekte olup bu bindirmeli sınır Şengör ve Yılmaz (1981) tarafından "İzmir-Ankara Erzincan Kenedi" olarak adlandırılmıştır. Özcan ve ark., (1990) ise Konya çevresindeki birimlerin Anatolitlerin güney kenarını oluşturan "Kütahya-Bolkardağı kuşağı"nın orta kesimine ait olduğunu belirmektedirler. Çalışma alanını içinde bulunduran, Menderes-Toros Platformu Menderes Masifi'ne ait Paleozoyik yaşlı metamorfikler ile bunları uyumsuz olarak üzerleyen Mesozoyik yaşlı karbonatlar ve allokton ofiyolit napları ile temsil edilmektedir.

İnceleme alanında allokton ve göreli otokton konumda olan Bozdağlar masifine ait Ladik Metamorfikleri içindeki düşük dereceli metamorfik özellikle magmatik, metamorfik ve sedimanter birimler yüzeylemektedir. Ladik Metamorfikleri Sızma ve Ardıçlı Grupları olmak üzere iki ana grupta ele alınmakta (Eren, 1993a) olup inceleme alanında Sızma Grubunun en yaşlı birimi Silüriyen-Karbonifer yaşlı Bozdağ formasyonudur. Bozdağ formasyonunun tabanı gözlenemediğinden yörenin jeolojik gelişimi Silüriyen'den başlatılmalıdır. Yukarıda adı geçen araştırmacılardan Okay (1986) ve Özcan ve ark. (1990), Bozdağ formasyonuyla aynı dönemde oluşan düşük dereceli metamorfik birimleri Menderes Masifi'nin sedimanter örtüsü olarak ele almışlardır. Dolayısıyla Siluriyen-Alt Karbonifer yaşlı genellikle metakarbonatlardan oluşan Bozdağ formasyonu litolojik özellikleri ve içinde bulunan fosillere göre kristalen bir temel üzerine çökelmiş resifal bir karbonat topluluğudur. Birimin oluşum ortamı canlı yaşamına uygun sığ-sıcak denizel bir ortam olup resif çekirdeği, resif önü ve resif gerisi çökellerin hepsini kapsayan bir resif karmaşığıdır. Eren'e (1993) göre birime ait olan koyu renkli, laminalı, peloidli dolomitik karbonatlar resif gerisi çökelleri olup

Bozdağ formasyonu Atlantik tipi bir kıta kenarında gelişmiş bir şelf kenarı resif karmaşığıdır.

Bozdağ formasyonu dereceli olarak daha çok metakırıntılılarla temsil edilen Devoniyen-Alt Permiyen yaşlı Bağrıkurt formasyonuna geçiş yapmaktadır. İçerisinde çok sayıda yabancı kayaç blokları bulunduran ve daha çok melanj karakteri taşıyan Bağrıkurt formasyonu kökensel olarak pelajik özellikli türbiditik çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, şeyl, çört ve kalsitürbiditlerden oluşmaktadır. İçerisinde Bozdağ formasyonuna ait bloklar bulundurması ve bu formasyonla sınır ilişkilerine göre Bozdağ formasyonunun üzerinde çökeldiği karbonat platformunun parçalandığı ve ani çökmeye uğradığı ortaya çıkmaktadır.

Bozdağ ve Bağrıkurt formasyonları Atlantik-tipi pasif bir kıta kenarı olup kıtasal düzlük, kıta yamacı ve eteğinde çökelmişlerdir. Bozdağ formasyonu sözkonusu kıta kenarında karbonat geçiş ortamında çökelirken aynı dönemde Bağrıkurt formasyonuna ait karasal kırıntılı desteğinde türbidit ve pelajik özellikli metakırıntılı ve metakarbonatlar daha derinleşen kıta yamacı ve kıta eteğinde çökelmiştir. Bağrıkurt formasyonunun üst kesimlerinde türbiditik ve olistostromal fasiyeslerin yaygın olması magmatik yay karakterli proklastik arakatkıların bulunması ve Bozdağ formasyonunun söz konusu birimlerle örtülerek Erken Karbonifer'den sonra karbonat yığışımının sona ermesi, Geç Karbonifer öncesinde ortamın tektonik olarak hareketlendiğini belgelemektedir (Eren, 1993).

Bağrıkurt formasyonu içindeki kumtaşlarının içindeki kırıntılı tanelerin metamorfik kökenli bir kaynaktan türeyen K-feldispat, plajioklas ve volkanik kuvars içermesi formasyonun Orta veya Geç Karbonifer'de su yüzüne çıkan bir ada yayından (Üstündağ 1987, Özcan ve ark. 1988) malzeme aldığını kanıtlamaktadır. Dolayısıyla Silüriyen-Devoniyen döneminde açılmalara bağlı olarak gelişen Atlantik- tipi bir kıta kenarının Hersiniyen orojenezinin etkisiyle Erken-Orta Karbonifer döneminde sıkışmalı bir karakter kazandığı düşünülmektedir (Eren, 1993). Böylece bu sıkışma tektoniğe bağlı olarak Orta Karbonifer - Erken Permiyen zaman aralığında, kalkalkali nitelikli Karadağ metamagmatiklerine ait kayaçlar Bozdağ ve Bağrıkurt formasyonuna ait kayaçların içine sokulum yapmışlardır. Karadağ metamagmatiklerine ait kayaçlar sıkça Bağrıkurt formasyonuna ait kayaçları keserken yer yer bu formasyon içinde yapraklanma konumlarına paralel uzanan siller ve Bağrıkurt formasyonunu örten lav akıntıları şeklinde yerleşmişlerdir. Bu metamagmatikler genellikle karbonatlardan oluşan Bozdağ formasyonunu ise kesen dayklar şeklindedir. Volkanik kayaçların su

üstüne çıkan bölümlerinden kaynaklanan malzeme bir yandan oluşumu sürmekte olan Bağrıkurt formasyonuna malzeme vermiştir. Eren ve Kurt (2000) metamagmatitlerden metatrakiandezit ve metadoleritler levha içi, metabazaltik andezitler magmatik yay ve metahornblend gabrolar ise okyanus ortası sırtı bazalt (MORB) kökenli olduklarını ve olasılıkla Menderes-Toros ve Kırşehir Bloku arasında Devoniyen yaşlı bir okyanusa ait ürünler olduklarını savunmaktadırlar. Eren ve ark. (2004) ise Konya kuzeyinde Devoniyen-Erken Permiyen döneminde MORB kökenli kıtasal yay ve levha içi karakterli metamagmatik kayaların sokulum yaptıklarını belirtmektedirler. Karbonifer-Triyas döneminde Paleotetis Okyanusu'nun kuzey bölümlerinin yitim zonlarında bir magmatik yay ve yay önü dizisi (Karbonifer-Permiyen) gelişmiştir. Devam eden sıkışma hareketlerine bağlı olarak hem Bozdağ ve Bağrıkurt formasyonuna ait kayaçlar hem de onlara sokulum yapmış olan Karadağ metamagmatiklerine ait kayaçlar birlikte kıvrımlanarak su üstüne çıkacak şekilde yükselmişler ve derin kesimlerinde metamorfizmaya uğramışlardır. Eren (1993)'e göre bu kayaçlar prehnit-pumpelliyit ve glokofanitik yeşil şist fasiyesinde metamorfizmaya uğramışlardır. Böylece Sızma grubu oluşumunu tamamlamış ve taban kesimlerinde karasal çökeller bulunduran Ardıçlı grubuna ait kayaçlar tarafından uyumsuz olarak örtülmeye başlamıştır.

Mesozoyik yaşlı Ardıçlı grubuna ait kayaçların tabanında Bahçecik formasyonu bulunmakta olup birime ait kayaçların renk, bileşim, yapı ve doku özellikleri karasal kökenli alüvyal yelpaze çökelleri olduklarını göstermektedir. Bu durumda Paleozoyik sonu Mesozoyik başlangıcında (Özcan ve ark. 1988, Eren, 1993) ortamın yer yer karasal özellik gösterecek derecede sığ denizel-karasal geçişli bir özelliğe sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Bahçecik formasyonuna ait karasal kayaçlar yanal ve düşey olarak karışık kıyı (Selley, 1978) çökelleri ile başlayan Ertuğrul formasyonuna geçiş göstermektedir. Dolayısıyla Hersiniyen orojenezine bağlı olarak kıvrımlanan ve yükselen Sızma grubuna ait kayaçlar üzerine karasal - sığ denizel kayaçlardan oluşan Permo-Mesozoyik yaşlı Ardıçlı grubuna ait kayaçlar uyumsuz olarak yerleşmişlerdir. Ardıçlı grubunun üst kesimlerinde kırıntılıların azalarak karbonatlı kayaçların yoğunlaşması kaynak bölgeden uzaklaşıldığını ve ortamın su altında kaldığını belgelemektedir. Bahçecik ve Ertuğrul formasyonlarının alttan üste doğru olan litolojik gelişimi topluca düşünüldüğünde, Ardıçlı grubunun karasal-denizel geçişli ve transgresif özellikte geliştiği görülmektedir (Eren, 1993). Yörede en genç birimler Kuvaterner güncel yaşlı alüvyonlar olup yörenin Mesozoyik sonunda Alpin hareketlerle yükselmesinden sonra neotektonik dönemde aşınma alanı haline geldiğini ve günümüzde halen aşınmakta olduğunu göstermektedir.

4.2. Maden Jeolojisi

Bu tez çalışmasının asıl konusu "Kurşunlu - Dağdere (Selçuklu, Konya) arasındaki bölgenin maden yatakları potansiyelinin araştırılması" olup yöredeki arazi çalışmalarında daha çok damar tipi cevherleşmeler gözlenmiştir. İnceleme alanında bulunan başlıca yerleşim alanları Sızma Kasabasının kuzeyi ile Ladik, Kurşunlu, ve Bahçesaray kasabalarını kapsamakta olup bölgede Dağdere, Bahçecik, Bağrıkurt, Esirağıl ve Ertuğrul köy ve mahalleri yer almaktadır. Yöre madencilik açısından Sızma-Ladik maden bölgesi olarak tanınmaktadır.

İnceleme alanının bilinen en önemli metalik cevherleşmesi sahanın güneybatı sınırında Bağrıkurt ve Bozdağ formasyonlarının sınırındaki ülkemizin en önemli civa yataklarından biri olan Sızma-Ladik civa yataklarıdır.

Yörede gözlenen ikinci önemli metalik maden zenginleşmeleri ise daha çok Bağrıkurt formasyonu olmak üzere yer yer Bozdağ formasyonu ve Karadağ metamagmatikleri içinde gözlenen spekülaritik hematit damarları ve demir oksit zenginleşmeleridir. Hematit damarları ile birlikte ve bazen ayrı damar ve damarcıklar şeklinde yer yer bakır, çinko ve kurşun minerali zenginleşmeleri bulunmaktadır. Ayrıca yukarıda sayılan metalik zenginleşmelerin dışında özel sektör tarafından yörede birkaç tane ruhsatlı sahada altın ve metalik maden yatağı araştırmaları yapılmaktadır.

İnceleme alanında metalik madenlerin dışında çok sayıda endüstriyel hammadde yatak ve işletmesi bulunmaktadır. Özellikle Karadağ civarında Bozdağ formasyonu içinde 5 farklı kırma taş ruhsatı ile işletme yapan agrega ocakları vardır. Bozdağ formasyonuna ait karbonatlı kayaçlarda mermer sahaları ve ruhsatları bulunmaktadır.

Yöredeki çok sayıda mahalle, köy ve kasabalarda konut üretiminde bölgeden derlenen kayaçlar kullanılmakta olup metakarbonatlar ve metamagmatik kayaçlarla fillitler yapı ve kaplama taşı olarak değerlendirilmektedir.

4.2.1. Sızma – Ladik civa yatakları

Sızma – Ladik bölgesi esasen Sızma Kasabası'nın kuzeyinde çok sayıda civa oluşumunun bulunduğu bir bölgedir. Sızma Kasabası'nın kuzeybatısındaki Büyük Maden ve Çırakman Tepe civarında bölgenin en önemli civa yatakları bulunmaktadır. İnceleme alanındaki Çalıcanınbaş Tepe, Kurşunlu ve Ardıçlı Tepe'de de daha küçük ölçekli civa oluşumları vardır. Civa oluşumları Bağrıkurt ve Bozdağ formasyonlarının sınırında ve daha çok Bozdağ formasyonu içinde yer almaktadır (Şekil 4.50 ve 4.51).



Şekil 4.50. *Bozdağ ve Bağrıkurt formasyonlarının sınırında civa oluşumlarının genel görünümü (Yer: Büyük Ocak, Sızma kuzeyi)*



Şekil 4.51. *Bozdağ formasyonuna ait kayaçlar içinde zinober ve kalsit oluşumları (Yer: Büyük Ocak girişi, Sızma Kuzeyi)*

Civa; gümüş renkli, özgül ağırlığı 13,6 gr/cm³, atom numarası 80, atom ağırlığı 200.61 olan, doğada sıvı halde bulunan ve -40 °C'de katılaşan bir metaldir. Civa yerkabuğunda ortalama 20 ppb kadar bulunur. Ultramafik kayaçlarda 4 ppb, mafik kayaçlarda 10 ppb, kumtaşlarında 30 ppb, granitik kayaçlarda ve kireçtaşlarında 40 ppb ve şeyllerde 20-400 ppb oranında bulunmaktadır. Bitki küllerinde 10 ppb, topraklarda 60 ppb ve yüzey sularında 70 ppb oranında bulunduğu belirlenmiştir (Gökçe, 1995).

Jeokimyasal olarak civa, antimuana benzer davranmakta ve genellikle onunla birlikte zenginleşerek yatak oluşturur. Magmatik olaylar sırasında buharlaşma sıcaklığının düşük olması sebebiyle uçucu bileşen fazında zenginleşir. Hidrotermal çözeltilerin içerisinde sülfidli ve klorlu bileşikler şeklinde veya buhar fazı içinde gaz halinde taşınabilmektedir. Yüzey şartlarında kolayca oksitlenmekte ve sulu ortamlarda çözünerek taşınabilmektedir (Temur, 2001).

Sızma – Ladik civa yatakları tarihi devirlerden bu yana uzun zamandır bilinen ve geçmişte Etibank tarafından metalik civa üretimi için işletme yapılan bir yataktır. Yöredeki civa yatakları M.Ö. 6000'li yıllara kadar uzanan yaklaşık 8000 yıllık (Akçay, 1998) bir geçmişe sahiptir. Bu bakımdan Türkiye'nin işletildiği bilinen ilk civa yataklarıdır. Yöredeki civa oluşumları nedeniyle 1900'lü yılların başından itibaren pek çok araştırmacının ilgisini çekmiştir (Sharpless, 1908; Pilz, 1937; Schumacher, 1937; Kovenko, 1939; Murdock, 1958; Kuru ve Yıldız, 1963; Petrasheck, 1964; Wiesner ve Lehnert, 1964; Maucher, 1964 ve Holl, 1964).

Sharpless (1908) cevherleşmelerin eski magmatik kayaçlara yakın şist – rekristalize kireçtaşı kontağında ve kireçtaşının içinde damarcıklar, iri kristal saçınımları ve küçük kümelenmeler halinde gözlendiğini belirtmişlerdir. Pliz (1937) yöredeki civa ve bakır cevherleşmelerini incelerken Schumacher (1937), civa cevherleşmenin fillitik şist ve bitümlü kireçtaşları arasında olduğunu belirtmiştir. Murdock (1958) ise bu tanımlamayı biraz geliştirerek civa cevherleşmesinin bitümlü kristalize kireçtaşlarının içinde, fay zonlarında ve fillit ile bitümlü kireçtaşları kontaktlarında dağılım gösterdiğini belirtmiştir.

Kuru ve Yıldız (1963), Petrasheck (1964) ve Wiesner ve Lehnert (1964) civa cevherleşmesinin hidrotermal kökenli olduğu doğrultusunda görüş belirtirken, Maucher (1964) ve Holl (1964) cevherleşmenin "denizaltı ekshalatif sedimanter" kökenli olduğu görüşünü ortaya koymuşlardır. Wiesner (1968), cevherleşmenin, andezit volkanizması ile ilgili epitermal özellikte ve bir kırık hattına bağlı olarak geliştiğini ortaya koymuştur.

4.2.1.1. Civa yataklarının yayılımı ve konumu

Yöredeki civa oluşumları daha çok Sızma Kasabası'nın kuzeybatısındaki Büyük Maden ve Çırakman Tepe civarında bulunmaktadır. Ayrıca Çalıcanınbaş Tepe, Kurşunlu ve Ardıçlı Tepe'de de daha küçük ölçekli civa oluşumları vardır. Yörede Paleozoyik yaşlı kireçtaşı, fillit ve metadiyabazlar yüzeylemektedir. Türkiye'deki birçok civa yatağı gibi (Akçay, 1998) Sızma-Ladik civa yatakları da metamorfik kayaçların içinde bulunmaktadır.

Civa oluşumları başlıca gri gri-koyu renkli, rekristalize kireçtaşı, mermer ve dolomitik mermerlerden oluşan Bozdağ formasyonu ile metakonglomera, metakumtaşı, metakuvars, metaçört, fillit, mikaşist, mikakuvarsşist, metakarbonatlı kayaçlar ve karbonat bloklarından oluşan Bağrıkurt formasyonunun sınırlarında gözlenmektedir. Silüriyen-Devoniyen yaşlı Bozdağ formasyonu, Devoniyen-Alt Karbonifer yaşlı Bağrıkurt formasyonu ile dereceli geçişli olarak örtülmektedir (Şekil 4.52). Bozdağ ve Bağrıkurt formasyonları Devoniyen-Alt Permiyen yaşlı Karadağ metamagmatikleri tarafından kesilmektedir.



Şekil 4.52. *Bozdağ formasyonu ile Bağrıkurt formasyonunun dereceli geçişli sınır ilişkisi (Yer: Çalıcanınbaş T. Sızma Kuzeyi)*

İnceleme alanındaki civa yatakları Sızma kuzeyindeki Çalıcanınbaş tepe güneyinde D-B yönünde uzanan kıvrımın kuzey kanadında bulunmaktadır. Cevher, kireçtaşının kırık sistemlerinin içine veya kireçtaşı-fillit sınırlarına yerleşmiş durumdadır. İnce damarcıklar ve saçılımlar halindedir. Civa yataklarında cevherleşmeler daha çok benekler ve 1 cm'den kalın ağsal yapılı damarcıklardan oluşmaktadır. Hidrotermal kuvars ve kalsit yoğun olarak cevherli zonlara eşlik etmektedir. Bu durum, yatakların epijenetik bir kökenli olduğunu ve olasılıkla kuvars mikrodiyorit ve diyabaz dayklarına bağlı olduğunu gösterir(Akçay, 1998). Gerek bu daykların ve gerekse cevherli zonların KB-GD doğrultusunda yerleşmiş olmaları da bu düşünceyi desteklemektedir. Cevherli zonlar 15-200 cm kalınlığında, 1-3 m genişliğinde ve 3-25 m uzunluğunda olup, çoğunlukla faylı ve breşik yapılı karbonatlı kayaç-fillit (ve/veya şist) dokanakları boyunca ve dokanaktan bir kaç metre uzakta karbonatlı kayaçlar içerisindeki kırık zonlarında yer alır (Barnes ve ark., 1973; Yıldız, 1978).

Yörede yapılan maden jeolojisi çalışmalarından sonra ETİBANK tarafından başta Büyük Ocak olmak üzere yöredeki Çırakman ve Çalıcanınbaş Tepe zuhurlarında galeriler açılarak işletme yapılmıştır (Şekil 4.53, 4.54 ve 4.55). Ayrıca yörede çok sayıda küçük ilkel ocaklar açılmıştır.



Şekil 4.53. *Büyük Ocak'ta açık işletme ve üretilen civanın biriktirildiği silo (Yer: Çalıcanınbaş Tepe güneyi, Sızma kuzeyi)*



Şekil 4.54. *Bağrıkurt ve Bozdağ formasyonlarının sınırında açılan eski bir galeri girişi (Yer: Büyük Ocak, Sızma)*



Şekil 4.55. *Bağrıkurt formasyonunda açılan eski bir galeri girişi (Yer: Çırakman Tepe).*

Sözkonusu işletmelerden üretilen civa cevheri bazen ilkel yöntemlerle ocak civarında açılan küçük tesislerde işlenmiştir. Etibank tarafından üretilen cevher ise Kurşunlu Kasabası'ndaki civa üretim tesislerinde metalik civa üretiminde kullanılmıştır. Ancak, civanın dünya çapında kullanılırlığının azalması sonucu, Etibank tarafından işletilen söz konusu yataklar ekonomikliğini kaybetmiş ve bu nedenle civa madeninin işletilmesine son verilmiştir. Civa işletmesinin yapıldığı dönemde Türkiye'nin Civa ihtiyacının % 45'i bu bölgeden sağlanmıştır.

4.2.1.2. Civa yataklarının mineralojik özellikleri

Sızma-Ladik civa yataklarında makro olarak zinober, antimonit, pirit, kalsit, kuvars, flüorit ve realgar parajenezi gözlenebilmektedir (Şekil 4.56 ve 4.57).

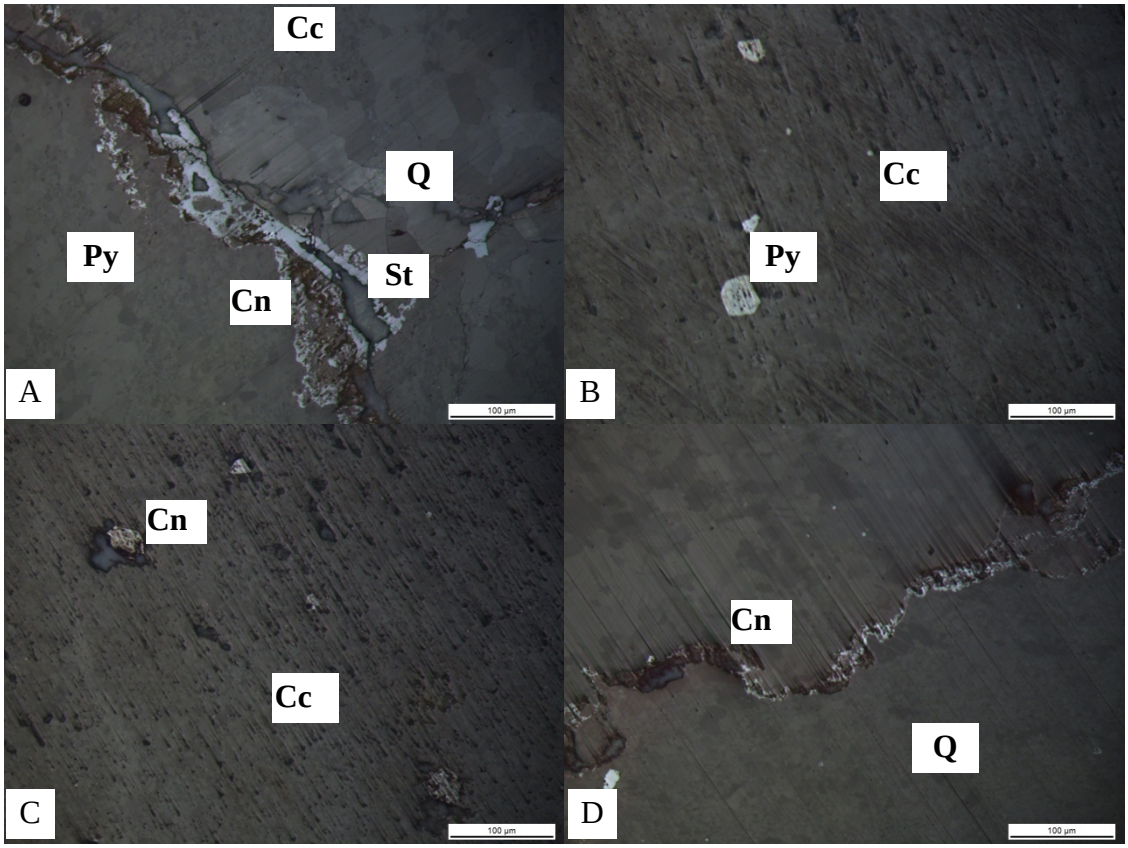


Şekil 4.56. *Bozdağ formasyonuna ait kayaçlar içinde zinober ve kalsit oluşumları (Yer: Büyük Ocak girişi, Sızma Kuzeyi)*

Akçay (1998) bölgede esas cevher mineralinin zinober olduğunu ve az miktarda antimonit, pirit, realgar, orpiment ve arsenopiritin buna eşlik ettiğini belirtmektedir. Çalıcanınbaş Tepe civarından alınan numunelerde yapılan parlak kesit çalışmalarında zinober antimonit, pirit ve arsenopirit gözlenmiştir (Şekil 4.58). Gang mineralleri ise kuvars, florit, ve kalsittir olarak verilebilir. Ayrıca yoğun alterasyon izleri gözlenmektedir.



Şekil 4.57. *Büyük Ocak girişinde Bozdağ formasyonuna ait kayaçlar içinde zinober ve kalsit oluşumları*



Şekil 4.58. *Civa cevherleşmesi içinde kalsitlerin içindeki bir damar içinde zinober (Cn), antimonit (St) ve piritlerle (Py) saçılımlı pirit ve zinober (Yer: Çalıcanınbaş Tepe Güneyi, +N).*

4.2.1.3. Geometrik özellikler ve cevher oluşum mekanizması

Civa mineralizasyonu esas olarak Bozdağ formasyonuna ait kireçtaşlarının içinde ve kireçtaşı-metakırıntılı sınırında yer almakta, diğer birimlerin içinde de ince damarcıklar, saçılımlar ve kümelenmeler şeklinde bulunmaktadır. Bölgenin en önemli yatağı olan Büyük Ocak, Sızma kasabasının 4 km kadar kuzeybatısındadır. Büyük Ocak ve çevresinde 7 kadar zuhur bilinmekte ve her biri ana yatağın devamında bulunan ve birkaç yüz m'yi geçmeyen uzaklıktadır.

Cevherleşme yüzeyden itibaren metakarbonatlar ve metakırıntılıların sınırını takip eden kuzey-kuzeybatı dalımlı devrik bir antiklinalin ekseni etrafında yoğunlaşmıştır. Bu sınırda batı-kuzeybatı yönlü tektonik bir hat boyunca fillitin kapan görevi gördüğü yerlerde cevherleşmeler gelişmiş ve bu zon cevher aramada kılavuz teşkil etmiştir.

Hemen hemen bütün civa yatakları epitermal oluşumludur. 50–200°C sıcaklıklı, magmatik-hidrotermal çözeltiler yüzeyden 1–600 m derinliklerde civayı çökelterek yatakların ortaya çıkmasına imkân vermektedir (Gökçe, 1995) Civanın kendisi de büyük ihtimalle magmatik kökenlidir. Dolayısıyla civa yatakları hipojen, epijenetik ve strata-bound karakterlidir. İnceleme alanındaki civa oluşumları da damar, saçılımlı ve yığışımlar şeklinde gelişmiş olup epijenetik karakter göstermektedir.

Meteorik suların aşağıya doğru hareket ettikleri derinlerdeki magmatik kaynakla veya aşağıdan yukarıya hareket eden sıcak çözeltilerle karşılaşmaları ile ısındıkları ve tekrar yukarıya hareket ettikleri bilinmektedir (Gökçe, 1995). Böylece ısınan sular gerek magmatik kaynaktan gerekse yankayaçlarından çözmüş olduğu metalleri genellikle rahat hareket ettikleri çatlak, fay veya sınırlar boyunca bırakmaktadırlar. İnceleme alanında metakarbonatlar ve metakırıntılıların sınırlarında eğim ve doğrultu yönünde düzensizlikler görülen yerler ve kireçtaşı-şist ardalanmalı bölgeler fay zonlarının ezik kısımları, hidrotermal eriyikler halinde taşınan cevherlerin çökelimi için uygun kesimler olup genellikle tenörce zengin cevherler bu gibi yerlerde oluşmuşlardır. İnceleme alanında da gerek meteorik gerekse magmatik hidrotermal çözeltiler yukarıya doğru hareket ederken taşıdıkları cevheri antiklinal eksenlerine yakın olarak toplamışlardır. Yapının uygun olmadığı yerlerde eriyikler, yüzey sularıyla karışarak düzensiz bir yatak şekli oluşturmaktadır.

Cevherleşmenin düzensiz ve breşik zonlarda bulunmaları yüzeye yakın oluştuğunu göstermektedir. Kayaç geçirgenliği cevher eriyiklerinin dolaşabilmesi

ve cevherin yerleşmesi bakımından önemlidir. Birçok yatak, üstü geçirimsiz bir kayaçla örtülü geçirgen kayaç içerisinde oluşmuştur. İnceleme alanında da magmatik kaynaktan gelen veya bu zonlara kadar hareket ettikten sonra ısınan meteorik kökenli cevherli hidrotermal çözeltiler geçirimsiz fillitlerle karşılaştığında daha yukarılara taşınamamış civa mineralizasyonu gerçekleşmiştir.

Sızma-Ladik-Kurşunlu bölgelerinde yer alan civa yataklarının görünür ve muhtemel rezervleri toplamı yaklaşık bir milyon ton olarak ifade edilmektedir (Bekişoğlu, 1968).

İnceleme alanındaki hidrotermal alterasyonlar civa yataklarıyla aynı kökenli ve aynı yaşlı olup, alterasyon zonlarında başta antimonit olmak üzere galenit, sfalerit, realgar, kalsit, kuvars gibi epitermal mineral parajenezine ait ince damar ve birkaç santimetre çapında opak mineral birikimleri gözlenmektedir. Cevherli zonların çevresindeki karbonatlı kayaçlar ve fillit-şistler çoğunlukla silisleşmişlerdir. Killeşme yöresel olarak mevcuttur. Çelik ve Arslan (1994) yaptıkları XRD çalışmaları sonucunda, killeşmenin yoğun olduğu bölgelerde alterasyon zonunun başlıca muskovit, mikroklin, kuvars, klorit, siderit, kalsitten ve kil minerallerinin de çoğunlukla illitten oluştuğunu belirlemişlerdir (Akçay, 1998).

Alterasyon zonları en fazla 100 m genişliğinde ve yaklaşık D-B yönlü zonlar halinde ortaya çıkmaktadır. Civa yataklarına doğru gidildikçe alterasyon zonları daha karmaşık mineral parajenezine geçmektedir. Altere kısımlar arazide sarımsı yeşil renkleri, toprağımsı görünümleri ve metamorfizmanın hemen hemen tamamen silinmiş olması ile ayrılabilmektedir. Horasan ve Temur (2006)'a göre Karadağ metamagmatiklerinde metamorfizmadan daha sonra gelişmiş ve genellikle hidrotermal çözeltilere bağlı olarak açığa çıkmış olan uralitleşme, kloritleşme, serisitleşme, silisleşme, sosuritleşme ve kaolinleşme gibi alterasyonlar gelişmiştir.

4.2.1.4. Civa yataklarının oluşum zamanı

Yeryüzündeki civa yataklarının çoğunun Tersiyer yaşlı veya daha genç volkanizma ile ilgili olduğu görülmektedir. Eski jeolojik devirlerde de civa oluşmuştur, fakat yüzeye yakın olduklarından aşınmışlar, tektonik veya metamorfizmanın etkisiyle kaybolmuşlardır (Yıldız, 1978).

İnceleme alanındaki civa yataklarıyla ilgili olarak Horasan ve Temur (2006)'a göre yan kayaçlarının metamorfik olmasına karşın cevherleşme ve buna bağlı alterasyon minerallerinde metamorfizma izleri gözlenememiştir. Dolayısıyla civa cevherleşmeleri

metamorfik kayaçlardan ve onları kesen Karadağ metamagmatiklerinden daha gençtir. Ancak inceleme alanındaki Permo-Mesozoyik yaşlı metakarbonatlı ve metakırıntılı kayaçlarda cevherleşme izlerine rastlanamamıştır.

İnceleme alanının çevresinde epitermal bir cevherleşmeye kaynaklık yapabilecek genç magmatik aktivite, Konya'nın batısında geniş alanlar kaplayan ve ignimbirit, aglomera, tüf, dasit, andezit, trakiandezit ile temsil edilen Üst Miyosen - Alt Pliyosen yaşlı Erenler-Alacadag volkanitidir (Kurt ve ark., 2005). Dolayısıyla civa yataklarının oluşumu da bu magmatizma ile ilişkili olmalıdır.

4.2.1.5.Teknolojik özellikler ve çevresel riskler

Civanın en önemli teknolojik özellikleri, sıcaklık artışına bağlı hızlı hacim artışı ve Au, Ag, Zn, Pb, Al gibi metallerle kolay amalgam oluşturmasıdır. Civa yaygın olarak elektrik aletlerinde (civa buharlı lambalar, pil ve büyük bataryalar vb.), suni ipek sanayinde, kostik soda ve klor üretiminde, dayanıklı boya yapımında, tarım ilaçlarında, eczacılıkta, dişçilikte, kağıt sanayinde, termometre gibi kontrol aletlerinin yapımında, termonükleer endüstrisinde, patlayıcılarda, amalgam yöntemi ile altın ve gümüş üretiminde kullanılmaktadır.

Civa cevherlerinden metal civa eldesi çok kolay olup, cevherli pasalar ısıtıldığında civa buharlaşmakta, civa buharı soğutularak sıvı civa elde edilmektedir. Aşırı zehirli olması ve çevre kirliliğine yol açması nedeniyle zirai ilaçların yapımındaki kullanımı gün geçtikçe azalmaktadır.

1960-1993 yılları arasında yapılan işletme esnasında daha çok yöreden alınan işçiler ocaklarda, galerilerde ve ilk zenginleştirme işlerinde çalışmışlardır. Ancak gerekli güvenlik önlemleri alınmadığından bazı işçilerde önemli akciğer rahatsızlıkları ve kanser problemleri ortaya çıkmıştır. Bir ağır metal olarak civanın kullanımının oldukça kısıtlanması, üretim şartlarının daha ağır olması ve ticari nedenlerle kapanan işletme civarındaki 1 milyon ton civarındaki civa rezervi atıl olarak beklemektedir.

4.2.2. Demir, kurşun-çinko ve bakır zenginleşmeleri

İnceleme alanında özellikle Bağrıkurt formasyonunda çok sayıda ince damarcıklar halinde spekülaritik hematit oluşumları gözlenmektedir. Yöredeki demir zenginleşmeleri bazen oldukça yoğun olup Bahçesaray'ın batısında metamorfik kayaçlar tümüyle demiroksitlere dönüşmüşlerdir. Karadağ metamagmatikleri ve Bozdağ formasyonunda da yer yer demir oksit damarları gözlenmektedir (Şekil 4.59 ve 4.60).



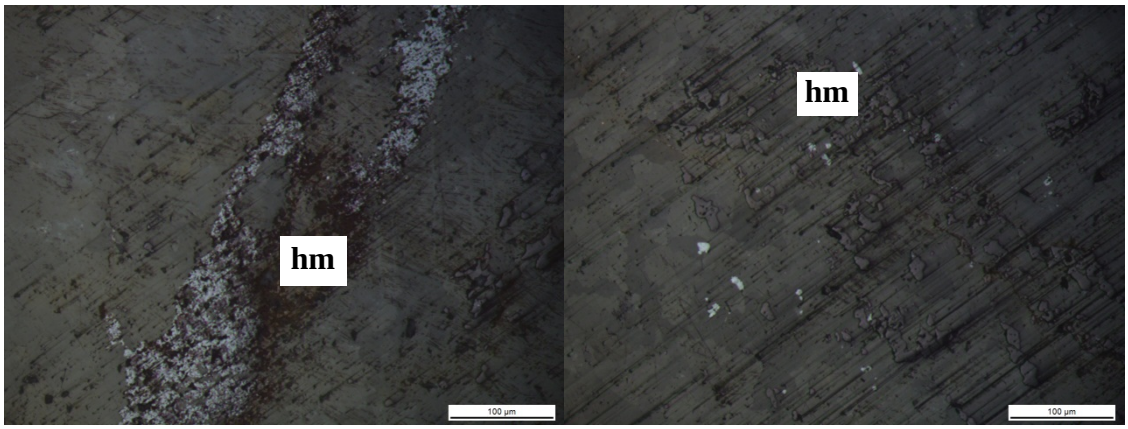
Şekil 4.59. *Bağrıkurt formasyonunda demiroksit zenginleşmeleri (Yer: Saraybahçe Tepe)*



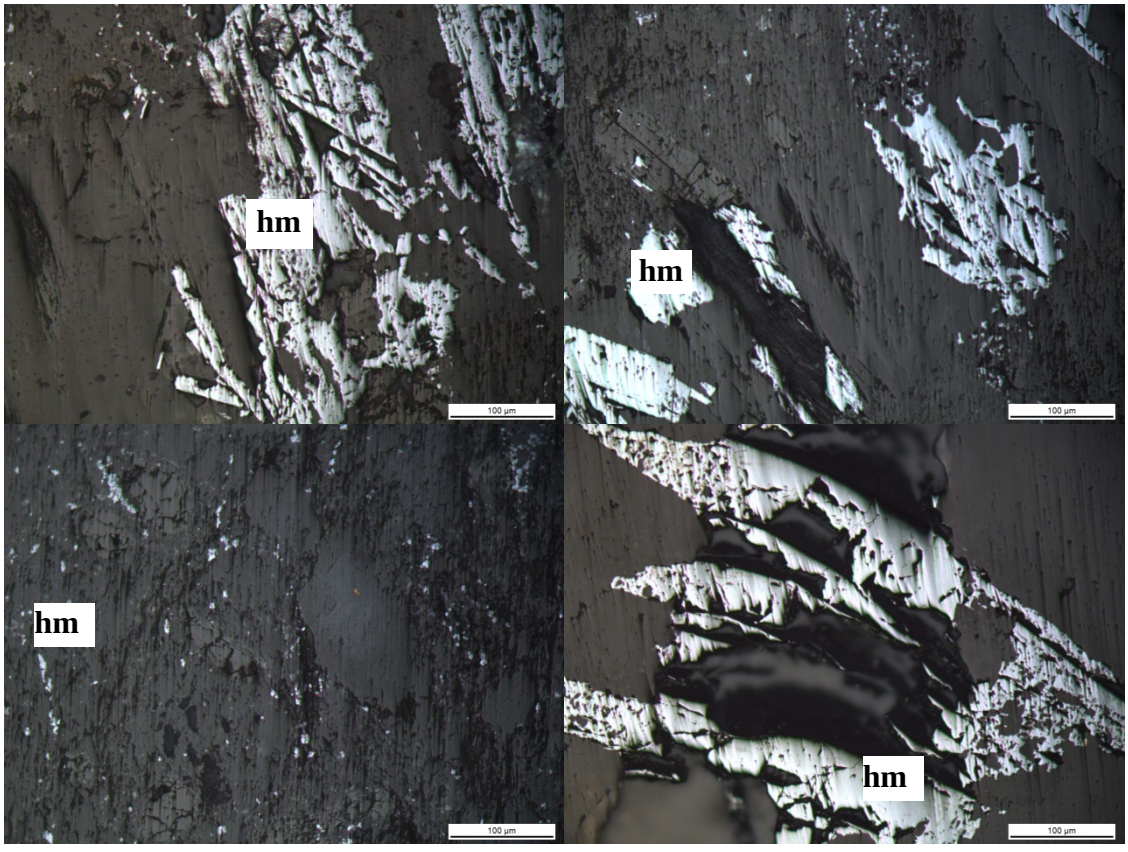
Şekil 4.60. *Karadağ metamagmatiklerinde spekülaritik hematit damarları (Yer: Karatepe)*

Hematit damarları ile birlikte ve bazen ayrı damar ve damarcıklar şeklinde yer yer bakır, çinko ve kurşun minerali zenginleşmeleri bulunmaktadır. Bahçesaray'ın batısındaki Saraybahçe Tepe'de pirit, kalkopirit ve kuvars dolgulu damarlara rastlanmıştır. Ayrıca yukarıda sayılan metalik zenginleşmelerin dışında özel sektör tarafından yörede birkaç tane ruhsatlı sahada altın ve metalik maden yatağı araştırmaları yapılmaktadır. Yöreden derlenen cevherli örneklerin tamamı birlikte değerlendirilmiştir.

Petrografik ince kesit çalışmalarında opak minerallerin yoğun olduğu numuneler ve cevherce ümitli olan bölgelerden alınan numunelerden parlak kesitler hazırlanmıştır. Cevher petrografisi incelemeleri için Dağdere Pelitli T. ve Karacaboğaz Sırtı'ndan alınan numunelerde özellikle kuvarsit, çört ve metakuvarslarda çatlak dolgusu veya saçılımlı şekilde ince kristalli hematitler belirlenmiştir (Şekil 4.61 ve 4.62).



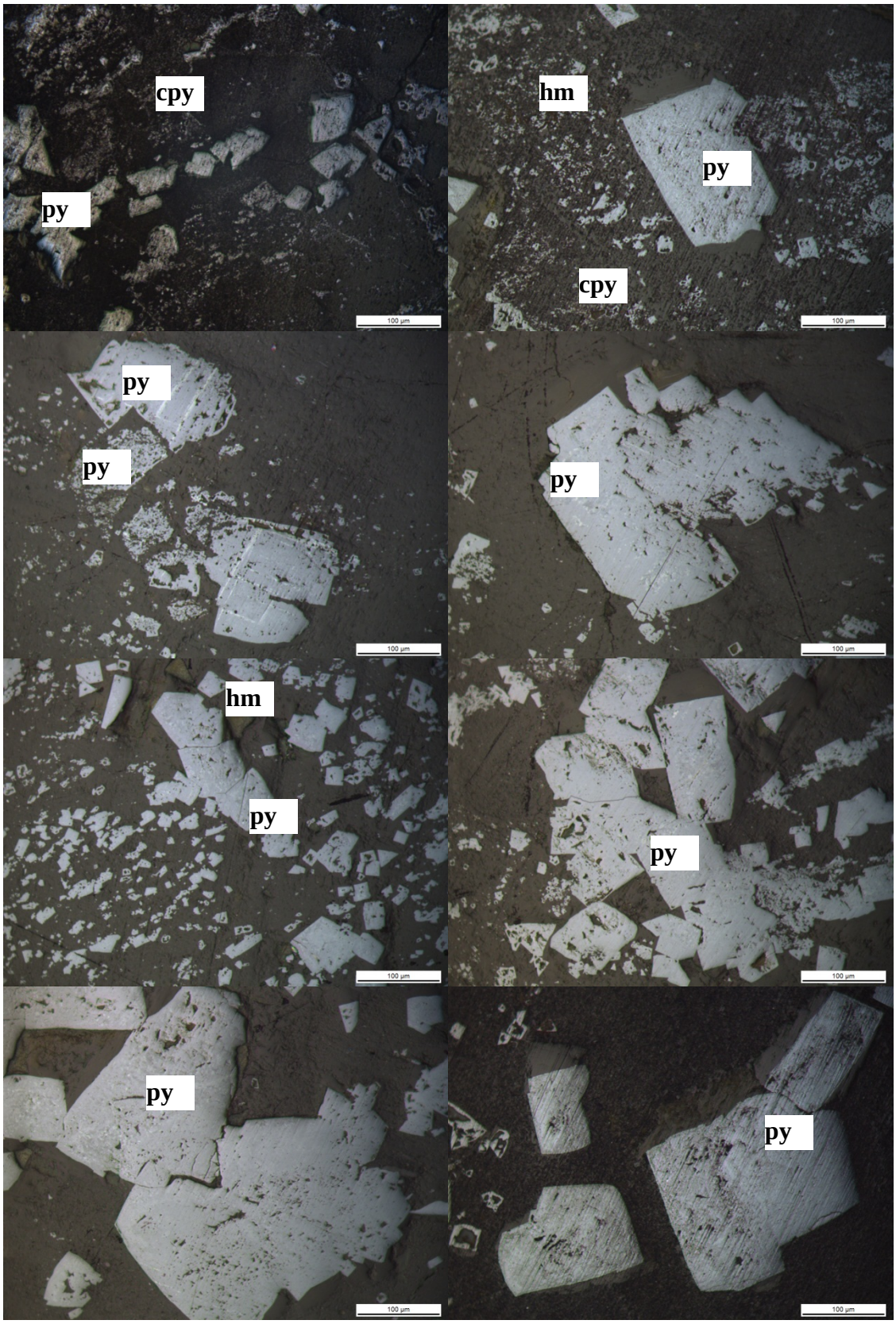
Şekil 4.61. *Bağrıkurt formasyonu içinde damar ve saçılımlı tipte hematit oluşumları (Yer: Dağdere Pelitli T. Güneyi, parlak kesit, + N)*



Şekil 4.62. *Bağrıkurt formasyonu içinde çatlak dolgusu şeklinde gelişmiş spekülaritik hematitler ve hematit saçılımları (Yer: Karacaboğaz Sırtı, parlak kesit, +N)*

Bahçesaray'ın batısındaki Saraybahçe T. civarında da Bağrıkurt formasyonuna ait kayaçlar yine demir oksit sıvamaları, çatlak dolguları ve bazen tümüyle demiroksite

dönüşmüş olarak izlenmektedir. Burada ayrıca kalkopirit, pirit ve çok az miktarda galenit ile temsil edilen sülfidli cevherleşmelere de rastlanmıştır (Şekil 5.63).



Şekil 4.63. *Bağrıkurt formasyonuna ait mikakuvarsşistlerde hematit (hm), kalkopirit (cpy) ve özşekilli pirit (py) oluşumları (Yer: Saraybahçe T., Parlak kesit, +N)*

4.3. Jeokimyasal İncelemeler

Saha çalışmaları esnasında yöredeki kayaçlardan derlenen numunelerin 35'i kimyasal analize tabi tutulmuştur. Kimyasal analizi yapılan örneklerden 6'sı Karadağ metamagmatikleri, 2'si Ertuğrul formasyonu, 2'si plaser numunesi, 2'si Bozdağ formasyonu 23'ü ise Bağrıkurt formasyonuna aittir. Yukarıda da bahsedildiği gibi cevherleşme daha çok Bağrıkurt formasyonu olmak üzere Karadağ metamagmatikleri ve Bozdağ formasyonu içinde bulunmaktadır.

Alınan örneklerin tamamı tüm kayaç analizi gerçekleşecek şekilde kırılmış öğütülmüş ve analize hazır hale getirilmiştir. ICP-MS ile gerçekleştirilen analizlerde ana oksitler (SiO_2, Al_2O_3, MgO, CaO, Na_2O, Ka_2O, TiO_2, P_2O_5, MnO, Cr_2O_3 LOI, TOT/C, TOT/S, Sum) %, ppb olarak analiz edilen Au dışındaki diğer iz elementler ve nadir toprak elementleri (Ni, Sc, Ba, Be, Co, Cs, Ga, Hf, Nb, Rb, Sn, Sr, Ta, Th, U, V, W, Zr, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Mo, Cu, Pb, Zn, Ni, As, Cd, Sb, Bi, Ag, Au, Hg, Tl, Se) ise ppm cinsinden analiz edilmiştir. Cs, Ga, Hf, Nb, Rb, Ta, Th, W ve Bi gibi bazı iz elementler ile Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb ve Lu gibi NTE'leri herhangi bir anomali göstermemeleri veya bütün numunelerde deteksiyon limitinin altında kalmaları nedeniyle dğerlendirmeye alınmamıştır. Böylece bütün örnek gruplarında SiO_2, Al_2O_3, MgO, CaO, Na_2O, Ka_2O, TiO_2, P_2O_5, MnO, Cr_2O_3, Ni, Sc, Ba, Be, Co, Sn, Sr, U, V, Zr, Y, La, Ce, Mo, Cu, Pb, Zn, As, Cd, Sb, Ag, Au, Hg, Tl ve Se olmak üzere 39 bileşen değerlendirmeye alınmıştır.

4.3.1. Yankayaç jeokimyası

Yankayaç jeokimyası için 20 numune değerlendirilmiş olup bunlardan 2'i Bozdağ formasyonuna, 10'u Bağrıkurt formasyonuna, 6'sı Karadağ metamagmatiklerine, 2'si ise Ertuğrul formasyonuna ve aittir. Cevhersiz numune sayıları sadece 1 olan Bozdağ formasyonu, ve Karadağ metamagmatiklerine ait bazı cevherli numuneler de yankayaç jeokimyası için değerlendirmeye alınmıştır. Yankayaçlar stratigrafik dizilimine göre incelenmiştir.

4.3.1.1. Bozdağ formasyonu

Bozdağ formasyonuna ait numunelerde CaO (% 52.79) ve ateş zayiatı (LOI: % 42.40) kayacın % 95'inden fazlasını oluşturmaktadır. Karbonatlı kayaçlardaki ortalama miktarından daha fazla olan SiO_2 ise Bozdağ formasyonunda % 3.39 oranında yer

almaktadır. Diğer bileşenlerden Sr (156 ppm), Pb (32 ppm), As (121 ppm), Sb (91 ppm) ve Hg (50ppm) dikkati çekmektedir (Çizelge 4.3). İz elementlerin yüksek olması Çalıcanınbaş T. Büyük Ocak civa yatağı civarından alınan karbonatlı kayaç numunesinin yankayaç içinde ele alınmasına bağlanmaktadır. Sızma – Ladik civa yatakları Bozdağ formasyonu ve Bağrıkurt formasyonunun sınırında ve daha çok Bozdağ formasyonuna ait karbonatlı kayaçların içinde yer almaktadır. Cevherli numune ve kontrol amaçlı alınan cevhersiz numune arasında özellikle Sr, Pb, As, Sb, Au, Hg, Tl ve Se bakımından ciddi fark vardır. Cevher numunesindeki 63 ppb Au dikkati çekmekte olup yeni araştırmaların bu hususu dikkate alarak yapılması uygun olacaktır.

Çizelge 4.3. *Bozdağ formasyonundan alınan numunelere ait istatistiksel özetler (A.O.: Aritmetik Ortalama, G.O.: Geometrik Ortalama, H.O.: Harmonik Ortalama, M.: Medyan, S.H.: Standart Hata, S.S.: Standart Sapma)*

Bileşen	**Birim**	**Numune No**		**İstatistiksel Özet**					
		1	**2**	**A.O**	**G.O.**	**H.O**	**M.**	**S.H**	**S.S.**
SiO_2	%	4.34	2.43	3.39	3.25	3.12	3.39	0.96	1.35
Al_2O_3	%	0.80	0.39	0.60	0.56	0.52	0.60	0.21	0.29
Fe_2O_3	%	0.15	0.40	0.28	0.24	0.22	0.28	0.13	0.18
MgO	%	0.30	0.11	0.21	0.18	0.16	0.21	0.10	0.13
CaO	%	51.70	53.87	52.79	52.77	52.76	52.79	1.09	1.53
Na_2O	%	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
K_2O	%	0.24	0.10	0.17	0.15	0.14	0.17	0.07	0.10
TiO_2	%	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
P_2O_5	%	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
MnO	%	0.03	0.06	0.05	0.04	0.04	0.05	0.02	0.02
Cr_2O_3	%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
LOI	%	42.30	42.50	42.40	42.40	42.40	42.40	0.10	0.14
Ba	ppm	15.00	80.00	47.50	34.64	25.26	47.50	32.50	45.96
Co	ppm	0.50	0.90	0.70	0.67	0.64	0.70	0.20	0.28
Sr	ppm	**291.60**	19.50	**155.55**	75.41	36.56	155.55	136.05	192.40
U	ppm	2.10	0.10	1.10	0.46	0.19	1.10	1.00	1.41
V	ppm	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	0.00	0.00
Zr	ppm	5.70	5.80	5.75	5.75	5.75	5.75	0.05	0.07
Sc	ppm	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
Y	ppm	8.60	0.40	4.50	1.86	0.76	4.50	4.10	5.80
La	ppm	4.60	2.90	3.75	3.65	3.56	3.75	0.85	1.20
Ce	ppm	5.90	5.00	5.45	5.43	5.41	5.45	0.45	0.64
Mo	ppm	0.10	0.60	0.35	0.25	0.17	0.35	0.25	0.35
Cu	ppm	2.60	3.20	2.90	2.88	2.87	2.90	0.30	0.42
Pb	ppm	**62.60**	1.10	**31.85**	8.30	2.16	31.85	30.75	43.49
Zn	ppm	1.00	4.00	2.50	2.00	1.60	2.50	1.50	2.12
Ni	ppm	10.10	11.30	10.70	10.68	10.67	10.70	0.60	0.85
As	ppm	**239.70**	1.60	**120.65**	19.58	3.18	120.65	119.05	168.36
Cd	ppm	0.30	0.10	0.20	0.17	0.15	0.20	0.10	0.14
Sb	ppm	**182.00**	0.40	**91.20**	8.53	0.80	91.20	90.80	128.41
Ag	ppm	3.30	0.10	1.70	0.57	0.19	1.70	1.60	2.26
Au	ppb	63.10	0.50	31.80	5.62	0.99	31.80	31.30	44.26
Hg	ppm	**100.00**	0.00	**50.00**	0.00	-	50.00	50.00	70.71
Tl	ppm	19.90	0.10	10.00	1.41	0.20	10.00	9.90	14.00
Se	ppm	70.50	0.50	35.50	5.94	0.99	35.50	35.00	49.50
Sum	%	99.91	100.03	99.97	99.97	99.97	99.97	0.06	0.08

4.3.1.2. Bağrıkurt formasyonu

Bağrıkurt formasyonuna ait metakumtaşı, fillit, metakuvars, metaçört, mikakuvarsşist ve kuvarsşistlerle silisleşmiş kalkşistlerden toplam 10 numune alınmıştır. Örneklerin litolojik özellikleri oldukça değişken olduğu için yapılan student t testinde tablo t değerleri hesaplanan t değerlerinden küçük olan CaO, K_2O, TiO_2, MnO, Mo ve Hg analizleri için yapılan yorumlar için daha çok veriye ihtiyaç duyulmaktadır.

Bağrıkurt formasyonunda SiO_2 ortalama % 94.01 oranında bulunmaktadır. SiO_2 değişim aralığı % 84.77 ile % 98.53 arasında % 13.76'dır. Bağrıkurt formasyonunun alınan örneklerde SiO_2 içerikleri % 95 ihtimalle % 90.68 – % 97.35 aralığında beklenmektedir (Çizelge 4.4). SiO_2'in kaynağı kayaç oluşturan mineraller ile ikincil silisleşmelere bağlanabilmektedir.

Bağrıkurt formasyonuna ait numunelerin ortalama Al_2O_3 içerikleri 1.83 olup formasyondan derlenen herhangi bir örnekte % 0.03 ile % 3.64 arasında Al_2O_3 ölçülmesi beklenmektedir. Ancak mevcut örnekte litolojik farklılıklardan dolayı değişim aralığı % 7.26 gibi oldukça yüksek bir değer çıkmıştır. Mikakuvarsşistlerde daha yüksek olan Al metaçörtlerde % 1'in altına düşmektedir (Çizelge 4.4).

Ortalama Fe_2O_3 miktarı % 1.84 olup anakitlede % 1.24 ile % 2.44 Fe_2O_3 beklenmektedir. Bağrıkurt formasyonundaki diğer ana bileşenler % 1'den düşük olup % 0.1 MgO, % 0.37 CaO, % % 0.38 Na_2O, % 0.31 K_2O ve % 0.08 TiO_2 bulunmaktadır.

Bağrıkurt formasyonundaki iz elementlerden Ba (1529 ppm) ve Sr (127 ppm) dikkati çekerken diğer iz elementler normal metakırıntılı ve metakarbonatlardaki seviyeler içinde bulunmaktadır (Çizelge 4.4).

Bağrıkurt formasyonunda değerlendirmeye alınan ana oksit ve iz elementlerin birbirleri ile ilişkilerinin belirlenmesi için basit korelasyon analizleri yapılmıştır (Çizelge 4.5). Analiz edilen bileşenlerden SiO_2 diğer birçok bileşenle çok kuvvetli ve kuvvetli negatif korelasyona sahiptir. SiO_2; Al_2O_3, MgO, K_2O, TiO_2, P_2O_5 ve Sc ile çok kuvvetli, MnO, LOI, Zr, Y ve As ile kuvvetli, Na_2O, Cr_2O_3, Co, V, La, Ce ve Pb ile zayıf ve Fe_2O_3, U ve Zn ile çok zayıf negatif korelasyona sahip olup hiçbir bileşenle anlamlı pozitif korelasyon göstermemektedir. Buna göre SiO_2'in herhangi bir bileşenle paralel davranmadığı ortaya çıkmaktadır (Çizelge 4.5).

Bu kayaçlarda önemli olan diğer bileşen ise Al_2O_3 olup Al_2O_3; MgO, K_2O, TiO_2, P_2O_5, Zr ve Sc ile çok kuvvetli, Cr_2O_3, LOI, Y ve As ile kuvvetli, Na_2O, Co, V, La, Ce ve Pb ile zayıf ve Al_2O_3 ile çok zayıf pozitif korelasyona sahiptir. Buna göre Al_2O_3'ün SiO_2 dışındaki diğer ana oksitlerle benzer davrandığı ortaya çıkmaktadır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.4. *Bağrıkurt formasyonundan alınan numunelere ait korelasyon katsayıları (n=6; tt=1.83, A.O.: Aritmetik ortalama, H.O.: Harmonik Ortalama, G.O.: Geometrik ortalama, Med.: Medyan, S.S.: Standart Sapma, S.H.: Standart Hata, E.B.: En Büyük, E.K.: En Küçük, Ara.: Aralık, B.K.: Basıklık Katsayısı, Ç.K.: Çarpıklık Katsayısı, th: Hesaplanan t değeri, A.S.: Anakitle aritmetik ortalamasının alt sınırı, Ü.S.: Anakitle aritmetik ortalamasının üst sınırı)*

No	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	MnO	Cr_2O_3	LOI	Ba	Co	Sr	U	V	Zr	Sc	Y	La	Ce	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Ag	Au	Hg	Tl	Se	Sum
Birim	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppb	ppm	ppm	ppm	%
15	96.43	0.19	2.52	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.06	0.01	0.002	0.70	15.00	2.60	1.70	0.20	8.00	2.00	1.00	1.10	0.20	0.40	1.30	8.70	1.50	35.00	17.90	6.10	0.10	0.90	0.10	1.10	0.00	0.10	0.50	100.03
18	84.77	7.43	2.80	0.38	0.14	0.20	1.86	0.54	0.11	0.03	0.007	1.60	252.00	6.20	24.90	2.30	31.00	423.30	6.00	22.60	24.80	51.50	0.50	8.70	21.20	38.00	16.40	45.30	0.10	0.20	0.10	1.40	0.10	0.10	0.50	99.91
32	98.53	0.17	0.69	0.01	0.07	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.004	0.50	37.00	0.70	11.90	0.70	8.00	22.80	1.00	3.70	8.30	16.40	0.30	5.80	5.40	6.00	10.50	2.40	0.10	0.40	0.10	2.30	0.10	0.10	0.50	100.03
42	94.55	0.44	1.00	0.05	2.07	0.01	0.10	0.02	0.02	0.02	0.002	1.80	7974.00	0.90	138.30	0.10	8.00	3.20	1.00	0.60	0.70	1.30	1.10	5.60	5.90	9.00	11.20	3.80	0.10	0.60	0.10	2.50	0.00	0.10	0.50	99.14
49	93.58	1.58	3.02	0.02	0.09	0.61	0.06	0.02	0.04	0.04	0.004	1.00	43.00	5.50	6.20	0.20	8.00	6.60	3.00	5.70	1.40	4.70	0.60	7.90	13.00	43.00	17.60	23.00	0.10	0.80	0.10	3.10	0.20	0.10	0.50	100.02
54	96.30	0.83	0.68	0.10	0.10	0.45	0.04	0.01	0.03	0.02	0.003	0.60	22.00	0.70	1.70	0.10	8.00	3.40	1.00	0.40	0.20	0.70	0.60	2.80	1.40	4.00	11.20	1.70	0.10	0.60	0.10	1.70	0.10	0.10	0.50	100.04
56	95.88	0.91	2.29	0.05	0.06	0.49	0.05	0.02	0.01	0.02	0.002	0.20	615.00	12.50	65.10	1.80	55.00	19.70	1.00	5.40	2.40	4.70	13.20	38.00	16.10	35.00	48.50	20.70	0.70	42.90	0.20	0.50	28.20	0.60	0.60	99.92
58	97.23	0.48	1.67	0.04	0.05	0.14	0.08	0.02	0.03	0.02	0.005	0.30	107.00	0.70	713.00	0.80	8.00	4.20	1.00	8.20	3.80	7.10	0.50	7.90	3.10	13.00	12.10	0.90	0.10	2.70	0.10	0.50	29.20	0.10	0.50	99.88
61	96.51	0.78	1.87	0.03	0.05	0.36	0.14	0.02	0.03	0.02	0.003	0.20	2510.00	6.50	154.90	10.30	83.00	239.60	1.00	19.70	59.30	129.90	0.30	21.80	4.50	17.00	13.30	2.90	0.10	0.20	0.10	0.50	1.60	0.10	0.50	99.59
67	86.36	5.53	1.86	0.33	1.05	1.54	0.66	0.16	0.08	0.51	0.004	1.90	3712.00	11.10	151.30	11.70	115.00	259.00	4.00	23.10	61.70	124.40	0.20	32.90	4.80	16.00	14.50	4.50	0.10	0.20	0.10	1.00	0.80	0.10	0.50	99.42
A.O.	94.01	1.83	1.84	0.10	0.37	0.38	0.31	0.08	0.04	0.07	0.004	0.88	1528.70	4.74	126.90	2.82	33.20	98.38	2.00	9.05	16.28	34.11	1.86	14.01	7.69	21.60	17.32	11.13	0.16	4.95	0.11	1.46	6.03	0.15	0.51	99.80
H.O.	93.79	0.50	1.41	0.03	0.07	0.03	0.06	0.02	0.02	0.02	0.003	0.47	56.14	1.55	6.67	0.30	12.18	6.25	1.29	1.68	0.77	1.87	0.48	7.73	3.74	12.01	14.39	3.10	0.11	0.42	0.11	0.96	.b	0.11	0.51	
G.O	93.91	0.87	1.63	0.05	0.12	0.14	0.10	0.03	0.03	0.03	0.003	0.65	240.48	2.75	30.92	0.80	18.32	19.29	1.53	4.37	3.49	7.75	0.71	10.16	5.37	16.54	15.44	5.47	0.12	0.79	0.11	1.19	0.00	0.12	0.51	
Med.	96.09	0.81	1.87	0.05	0.08	0.28	0.07	0.02	0.03	0.02	0.004	0.65	179.50	4.05	45.00	0.75	8.00	13.15	1.00	5.55	3.10	5.90	0.55	8.30	5.10	16.50	13.90	4.15	0.10	0.60	0.10	1.25	0.15	0.10	0.50	
S.S.	4.67	2.52	0.84	0.14	0.67	0.46	0.58	0.17	0.03	0.15	0.002	0.66	2598.11	4.41	215.61	4.39	38.67	151.98	1.76	9.18	24.45	51.35	4.00	12.42	6.73	14.62	11.29	14.38	0.19	13.35	0.03	0.92	11.96	0.16	0.03	
S.H.	1.48	0.80	0.27	0.04	0.21	0.15	0.18	0.05	0.01	0.05	0.000	0.21	821.59	1.39	68.18	1.39	12.23	48.06	0.56	2.90	7.73	16.24	1.26	3.93	2.13	4.62	3.57	4.55	0.06	4.22	0.01	0.29	3.78	0.05	0.01	
E.B.	98.53	7.43	3.02	0.38	2.07	1.54	1.86	0.54	0.11	0.51	0.007	1.90	7974.00	12.50	713.00	11.70	115.00	423.30	6.00	23.10	61.70	129.90	13.20	38.00	21.20	43.00	48.50	45.30	0.70	42.90	0.20	3.10	29.20	0.60	0.60	
E.K.	84.77	0.17	0.68	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.002	0.20	15.00	0.70	1.70	0.10	8.00	2.00	1.00	0.40	0.20	0.40	0.20	2.80	1.40	4.00	10.50	0.90	0.10	0.20	0.10	0.50	0.00	0.10	0.50	
Ara.	13.76	7.26	2.34	0.37	2.04	1.53	1.83	0.53	0.10	0.50	0.005	1.70	7959.00	11.80	711.30	11.60	107.00	421.30	5.00	22.70	61.50	129.50	13.00	35.20	19.80	39.00	38.00	44.40	0.60	42.70	0.10	2.60	29.20	0.50	0.10	
B.K.	0.89	2.09	-1.26	1.29	4.88	4.63	7.15	7.99	0.90	9.91	1.209	-1.33	4.17	-0.68	7.68	1.31	0.89	0.85	1.97	-1.22	0.54	0.58	9.79	0.18	0.22	-1.79	8.46	2.94	10.00	9.92	10.00	-0.86	1.40	10.00	10.00	
Ç.K.	-1.46	1.80	-0.17	1.66	2.29	1.97	2.65	2.79	1.22	3.14	1.044	0.63	2.06	0.76	2.67	1.68	1.41	1.43	1.67	0.81	1.46	1.47	3.12	1.28	1.17	0.31	2.83	1.80	3.16	3.15	3.16	0.59	1.77	3.16	3.16	
th	63.70	2.30	6.91	2.37	1.75	2.62	1.67	1.57	4.12	1.43	7.216	4.21	1.86	3.40	1.86	2.03	2.72	2.05	3.59	3.12	2.11	2.10	1.47	3.57	3.62	4.67	4.85	2.45	2.67	1.17	11.00	5.01	1.59	3.00	51.00	
A.S.	90.68	0.03	1.24	0.00	-0.11	0.05	-0.11	-0.04	0.02	-0.04	0.002	0.41	-329.88	1.59	-27.34	-0.32	5.53	-10.34	0.74	2.49	-1.21	-2.62	-1.00	5.13	2.88	11.14	9.25	0.84	0.02	-4.60	0.09	0.80	-2.53	0.04	0.49	
Ü.S.	97.35	3.64	2.44	0.20	0.85	0.71	0.72	0.20	0.07	0.18	0.005	1.35	3387.28	7.89	281.14	5.96	60.87	207.10	3.26	15.61	33.77	70.84	4.72	22.89	12.50	32.06	25.39	21.42	0.30	14.50	0.13	2.12	14.59	0.26	0.53	

Çizelge 4.5. *Bağrıkurt formasyonundan derlenen numunelere ait basit korelasyon katsayıları (n=10)*

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	MnO	Cr_2O_3	LOI	Ba	Co	Sr	U	V	Zr	Sc	Y	La	Ce	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Ag	Au	Hg	Tl	Se
SiO_2	1.00	-0.97	-0.45	-0.95	-0.26	-0.54	-0.87	-0.83	-0.88	-0.60	-0.59	-0.78	-0.17	-0.49	0.17	-0.41	-0.47	-0.80	-0.93	-0.73	-0.49	-0.46	0.16	-0.25	-0.54	-0.35	0.03	-0.63	0.14	0.16	0.14	0.00	0.29	0.14	0.14
Al_2O_3		1.00	0.42	0.97	0.09	0.49	0.93	0.92	0.88	0.54	0.71	0.65	0.01	0.48	-0.14	0.41	0.46	0.87	0.96	0.79	0.51	0.49	-0.16	0.23	0.58	0.33	-0.03	0.67	-0.13	-0.15	-0.13	-0.08	-0.24	-0.13	-0.13
Fe_2O_3			1.00	0.24	-0.32	0.18	0.40	0.41	0.54	0.04	0.27	0.10	-0.31	0.53	-0.11	0.08	0.16	0.35	0.54	0.37	0.10	0.11	0.20	0.28	0.61	0.96	0.41	0.70	0.19	0.19	0.19	-0.11	0.09	0.19	0.19
MgO				1.00	0.17	0.52	0.89	0.87	0.85	0.60	0.64	0.67	0.09	0.42	-0.10	0.43	0.48	0.83	0.88	0.75	0.51	0.49	-0.16	0.24	0.44	0.14	-0.07	0.53	-0.13	-0.15	-0.13	-0.16	-0.22	-0.13	-0.13
CaO					1.00	0.14	0.02	-0.02	-0.01	0.35	-0.26	0.73	0.95	-0.05	0.02	0.12	0.12	-0.01	0.03	-0.04	0.09	0.07	-0.14	0.01	-0.13	-0.34	-0.23	-0.21	-0.16	-0.17	-0.16	0.31	-0.25	-0.16	-0.16
Na_2O						1.00	0.15	0.11	0.32	0.90	0.07	0.37	0.12	0.68	-0.06	0.69	0.77	0.33	0.41	0.53	0.61	0.59	0.04	0.63	0.03	0.06	0.13	0.00	0.08	0.07	0.08	-0.14	-0.06	0.08	0.08
K_2O							1.00	1.00	0.86	0.24	0.77	0.55	-0.04	0.29	-0.13	0.22	0.25	0.88	0.91	0.71	0.36	0.35	-0.18	0.04	0.64	0.33	-0.07	0.76	-0.15	-0.17	-0.15	-0.09	-0.22	-0.15	-0.15
TiO_2								1.00	0.85	0.18	0.78	0.53	-0.08	0.26	-0.14	0.16	0.19	0.85	0.90	0.67	0.30	0.29	-0.15	0.01	0.67	0.36	-0.04	0.79	-0.13	-0.15	-0.13	-0.07	-0.20	-0.13	-0.13
P_2O_5									1.00	0.43	0.63	0.61	-0.09	0.27	-0.14	0.30	0.29	0.78	0.88	0.67	0.41	0.39	-0.35	0.02	0.36	0.43	-0.19	0.58	-0.35	-0.36	-0.35	-0.11	-0.36	-0.35	-0.35
MnO										1.00	0.11	0.56	0.29	0.52	0.04	0.71	0.74	0.39	0.43	0.55	0.65	0.62	-0.15	0.53	-0.12	-0.10	-0.08	-0.13	-0.11	-0.13	-0.11	-0.15	-0.16	-0.11	-0.11
Cr_2O_3											1.00	0.26	-0.35	-0.02	0.24	0.07	0.00	0.64	0.76	0.60	0.22	0.21	-0.40	-0.22	0.47	0.17	-0.31	0.57	-0.36	-0.35	-0.36	0.01	-0.03	-0.36	-0.36
LOI												1.00	0.59	0.12	-0.21	0.18	0.19	0.42	0.66	0.32	0.24	0.21	-0.35	-0.05	0.22	0.05	-0.30	0.29	-0.36	-0.38	-0.36	0.40	-0.51	-0.36	-0.36
Ba													1.00	0.02	0.05	0.28	0.26	0.06	-0.07	0.06	0.25	0.25	-0.10	0.12	-0.16	-0.35	-0.19	-0.27	-0.12	-0.14	-0.12	0.17	-0.23	-0.12	-0.12
Co														1.00	-0.20	0.59	0.79	0.45	0.40	0.57	0.52	0.51	0.58	0.92	0.52	0.50	0.70	0.40	0.62	0.60	0.62	-0.40	0.23	0.62	0.62
Sr															1.00	0.07	-0.01	-0.11	-0.20	0.11	0.03	0.03	-0.12	-0.01	-0.27	-0.29	-0.17	-0.33	-0.10	-0.05	-0.10	-0.45	0.66	-0.10	-0.10
U																1.00	0.95	0.63	0.27	0.80	0.98	0.97	-0.13	0.65	-0.10	-0.11	-0.07	-0.14	-0.08	-0.10	-0.08	-0.47	-0.15	-0.08	-0.08
V																	1.00	0.60	0.30	0.76	0.90	0.89	0.15	0.84	0.07	0.01	0.21	-0.02	0.20	0.17	0.20	-0.52	0.00	0.20	0.20
Zr																		1.00	0.80	0.93	0.75	0.74	-0.22	0.27	0.47	0.22	-0.11	0.55	-0.18	-0.21	-0.18	-0.29	-0.28	-0.18	-0.18
Sc																			1.00	0.71	0.38	0.37	-0.23	0.09	0.65	0.47	-0.07	0.77	-0.20	-0.22	-0.20	0.11	-0.30	-0.20	-0.20
Y																				1.00	0.87	0.87	-0.19	0.46	0.35	0.18	-0.07	0.38	-0.14	-0.16	-0.14	-0.41	-0.10	-0.14	-0.14
La																					1.00	1.00	-0.25	0.53	-0.03	-0.10	-0.18	-0.04	-0.20	-0.22	-0.20	-0.41	-0.25	-0.20	-0.20
Ce																						1.00	-0.25	0.52	-0.03	-0.09	-0.18	-0.04	-0.20	-0.23	-0.20	-0.41	-0.25	-0.20	-0.20
Mo																							1.00	0.64	0.42	0.34	0.97	0.23	1.00	1.00	1.00	-0.35	0.64	1.00	1.00
Cu																								1.00	0.24	0.23	0.69	0.07	0.68	0.66	0.68	-0.58	0.39	0.68	0.68
Pb																									1.00	0.68	0.52	0.94	0.44	0.42	0.44	0.10	0.13	0.44	0.44
Zn																										1.00	0.53	0.76	0.32	0.32	0.32	0.01	0.07	0.32	0.32
Ni																											1.00	0.37	0.97	0.97	0.97	-0.35	0.59	0.97	0.97
As																												1.00	0.23	0.22	0.23	0.11	-0.03	0.23	0.23
Cd																													1.00	1.00	1.00	-0.37	0.65	1.00	1.00
Sb																														1.00	1.00	-0.38	0.69	1.00	1.00
Ag																															1.00	-0.37	0.65	1.00	1.00
Au																																1.00	-0.57	-0.37	-0.37
Hg																																	1.00	0.65	0.65
Tl																																		1.00	1.00
Se																																			1.00

AÇIKLAMALAR

- Çok kuvvetli pozitif korelasyon
- Kuvvetli pozitif korelasyon
- Zayıf pozitif korelasyon
- Çok zayıf pozitif korelasyon
- Korelasyon yok
- Çok zayıf negatif korelasyon
- Zayıf negatif korelasyon
- Kuvvetli negatif korelasyon
- Çok kuvvetli negatif korelasyon

Analiz edilen diğer bileşenlerden Fe_2O_3 sadece Zn ile çok kuvvetli pozitif korelasyona sahip olup Pb ve As ile gösterdiği kuvvetli pozitif korelasyon dışında diğer bileşenlerden K_2O, TiO_2, P_2O_5, Ce, Zr, Sc, Y ve Ni ile zayıf ve çok zayıf pozitif korelasyona sahiptir. Fe_2O_3 ayrıca CaO ve Ba ile çok zayıf negatif korelasyon göstermektedir. Korelasyon katsayılarına göre Fe_2O_3 bu kayaçlarda ikincil zenginleşme mekanizması ile yerleşmiş olup bu olay aynı zamanda Zn, Pb ve As gibi bileşenleri de zenginleştirmiştir (Çizelge 4.5).

Ana oksitlerden MgO; K_2O, TiO_2, P_2O_5, MnO, Cr_2O_3, LOI, Zr, Sc ve Y ile, CaO; Ba ve LOI ile, Na_2O; MnO, Ce, U, V, La ve Cu ile, K_2O; TiO_2, P_2O_5, Cr_2O_3, Zr, Sc, Y, Pb ve As ile, TiO_2; P_2O_5, Cr_2O_3, Zr, Sc, Y, Pb ve As ile, P_2O_5, LOI, Zr, Sc ve Y ile, MnO; U, V, La ve Ce ile, Cr_2O_3; Zr, Sc ve Y ile çok kuvvetli ve kuvvetli pozitif korelasyona sahiptirler. Ana oksitlerin bu ilişkileri SiO_2 dışındaki diğer bileşenlerin jeokimyasal ortamlarda birlikte davrandıklarını göstermektedir.

İz elementlerin durumuna bakıldığında bu çalışmada incelemelere dahil edilen Sc, Y, La ve Ce ile temsil edilen lantanitlerin birbirleri ve Cu ile kuvvetli pozitif korelasyona sahip oldukları görülmektedir. İz elementler ve diğer metalik elementlerle negatif korelasyona sahip olan Au ve metalik elementlerle anlamlı korelasyona sahip olmayan As dışındaki Mo, Cu, Cd, Ag, Hg ve Se metalik elementler ise diğer metalik elementlerle kuvvetli ve çok kuvvetli pozitif korelasyon göstermektedirler (Çizelge 4.5).

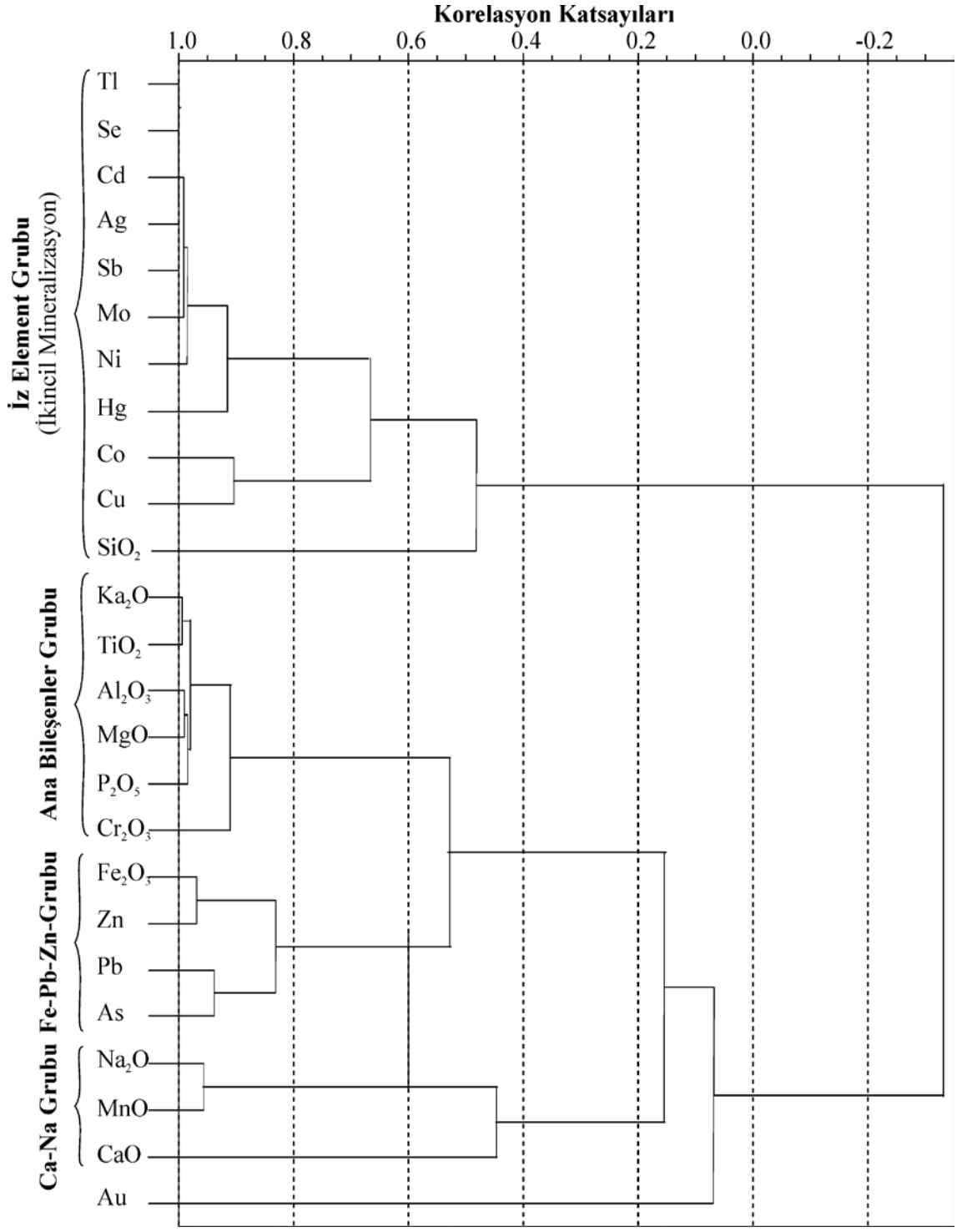
Bağrıkurt formasyonunda bileşenlerin arasında basit korelasyona göre ortaya çıkan ilişkilerin diğer bileşenlerle birlikte durumunu ortaya çıkarmak amacıyla cluster küme (cluster) analizleri ve bu bileşenlerin sahada bulunuşlarının açıklanabilmesi maçıyla faktör analizleri gerçekleştirilmiştir. Bileşen sayısının azaltılması amacıyla Bağrıkurt formasyonu ile birlikte Bozdağ formasyonu, Karadağ metamagmatikleri ve cevherli örneklerde oldukça düşük değerlerde olan ve çalışmada ulaşılması istenen hedefler için anlamlı olmadıkları düşünülen Ba, Sr, U, V, Zr, Sc, Y, La ve Ce faktör analizinde değerlendirmeye alınmamıştır.

Korelasyon katsayıları kullanılarak hazırlanan küme analizinde ortaya çıkan ilişkilerin gösterimi için hazırlanan cluster analizi dendrogramında ilk bakışta 4 grup ayırt edilebilmektedir (Şekil 4.64).

Küme analizi dendrogramında ilk grup aralarında çok kuvvetli ve kuvvetli pozitif korelasyonlar bulunan K_2O, TiO_2, Al_2O_3, MgO, P_2O_5 ve Cr_2O_3 ile temsil edilmektedir. Ana bileşenlerden SiO_2, Fe_2O_3, Na_2O, MnO ve CaO başka gruplar içinde yer almakta olup ikincil süreçlerle değişim gösterdiği için bu grup **Ana Bileşenler**

Grubu olarak tanımlanmıştır. Buna göre esasen silikatlı minerallerle temsil edilen Bağrıkurt formasyonu içinde kayaçların % 94'ünü oluşturan SiO_2 zaten birincil mineraller içinde zengin iken ikincil süreçlerle yeniden zenginleşmiştir (Şekil 4.64).

Dendrogramda ikinci grup Na_2O - MnO çiftine uzaktan eklenen CaO ile temsil edilmekte olup **Na-Ca grubu** olarak adlanmıştır. Formasyon içinde kalkşistlerin içinde yaygın olan Ca ve Mg yüzey şartlarında ayrışarak ortamdan uzaklaşmıştır.



Şekil 4.64*. Bağrıkurt formasyonundan alınan numunelere ait küme analizi dendrogramı*

Dendrogramda üçüncü grup Fe_2O_3, Zn, Pb ve As ile temsil edilmekte olup bu grup Fe-Pb-Zn grubu olarak adlanmıştır. Kayaçlar içinde oldukça düşük değerlerde olan bu bileşenlerin ortak davranışı özellikle demirli minerallerin bünyesindeki bu bileşenlerin birlikte hareket ettiklerini göstermektedir (Şekil 4.64).

Dendrogramda son grup ise aralarında çok kuvvetli pozitif korelasyonlar bulunan Tl, Se, Cd, Ag, Sb, Mo, Ni, Hg ile bu gruba eklenen Co-Cu çifti ve uzaktan eklenen SiO_2 ile temsil edilmektedir. Bu grup iz element grubu olarak adlanmıştır. İz elementlerle birlikte SiO_2'in de bu grup içinde yer alması diğer ana bileşenlerle negatif korelasyona sahip olan SiO_2'in ikincil süreçlerle zenginleştiği fikrini desteklemektedir. Bu elementlerin bulunuşu ile ilgili olarak Bağrıkurt formasyonunun oluşumundan sonra bu kayaçları keserek yerleşen Karadağ metamagmatikleri veya daha sonraki süreçlerde ortama gelen cevherli çözeltilere bağlanabilmektedir.

İncelenen numune sayısı az olmasına rağmen bileşenlerin sahadaki bulunuşları ile ilgili jeolojik faktörlere yaklaşım için Bağrıkurt formasyonundan alınan numunelere faktör analizi uygulanmıştır. Analizi yapılan 10 numuneye ait olan 25 bileşen üzerinde gerçekleştirilen faktör analizlerine göre ilk 5 faktör toplam değişimin % 94.32'sini karşılamaktadır (Çizelge 4.6). Başlangıçta değişime etkisi 1'in altında olan diğer 20 faktörün değişime etkisi toplam % 5.68 olup ayrı ayrı ele alındıklarında ihmal edilecek derecede düşüktür.

Çizelge 4.6. *Bağrıkurt formasyonundan derlenen numunelere ait faktör analizinde ilk 5 faktörün değişime etkisi ve toplam değişim içindeki payları*

Faktör No	Toplam Değişim	% Değişim	Kümülatif Değişim (%)
1	9.33	37.32	37.32
2	8.17	32.70	70.02
3	3.15	12.59	82.61
4	1.52	6.09	88.70
5	1.41	5.63	94.32

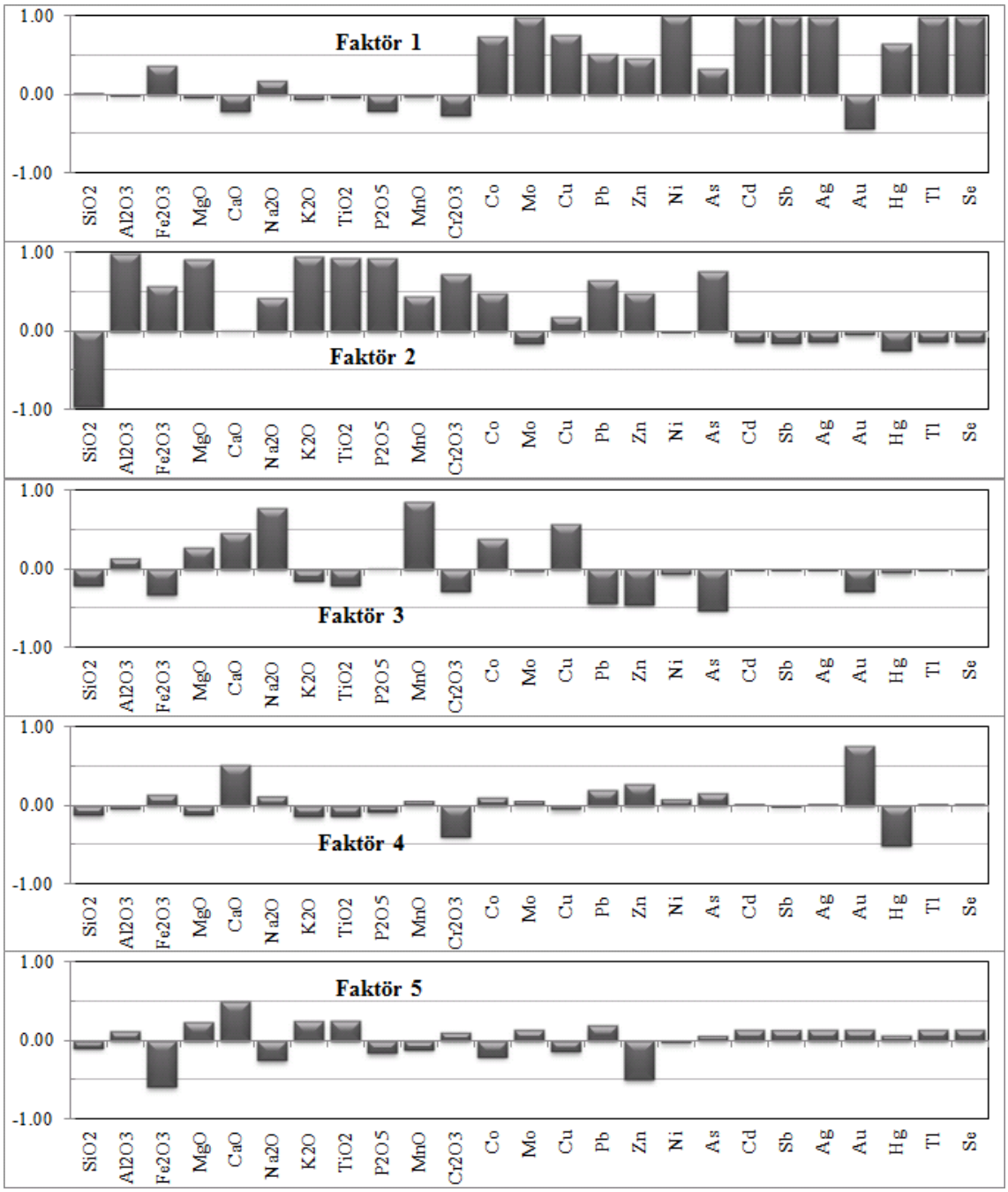
Bağrıkurt formasyonunda değişime etkisi % 37.3 olan birinci faktör Co, Mo, Cu, Ni, Cd, Sb, Ag, Hg, Tl ve Se'un önemli pozitif yükleri ile temsil edilmektedir (Şekil 4.65). Ana oksitlerden sadece Fe_2O_3, Pb, Zn ve As ile birlikte zayıf pozitif faktör yüküne sahipken Au'nın zayıf negatif faktör yükü dikkati çekmektedir. Kuvvetli pozitif yüklerin dağılımıma bakıldığında SiO_2 hariç tutulursa küme analizi dendrogramındaki İz element Grubu (ikincil mineralizasyon) ile tam olarak örtüşmektedir. Birinci faktör Bağrıkurt formasyonu içinde kayaç oluşumu süreçlerinden daha sonra diğer bileşenlerden farklı davranan iz elementlerin zenginleşmesini sağlayan ikincil epijenetik süreçleri göstermektedir.

Değişimin % 32.7'sini karşılayan ikinci faktör ise SiO_2'in önemli negatif faktör yüküne karşılık ana oksitlerden Al_2O_3, MgO, K_2O, TiO_2, P_2O_5 ve Cr_2O_3'ün önemli pozitif yükleri ile temsil edilmektedir (Şekil 4.65). Bu faktörde ayrıca Fe_2O_3, Pb, Zn ve As'te pozitif yüklere sahiptir. Pozitif yüklerin dağılımına bakıldığında küme analizi dendrogramındaki ana bileşenler ve Fe-Pb-Zn grupları ile örtüşmektedir. SiO_2'in önemli negatif faktör yükü yine diğer bileşenlerin çoğuyla negatif korelasyona sahip olan SiO_2'in ikincil süreçlerle ciddi değişime uğradığını ve zenginleştiğini göstermektedir. Bu faktör Bağrıkurt formasyonunu oluşturan metakırıntılı kayaçlarda litolojik farklılıkları ve bu farklılıklardan kaynaklanan element zenginleşmelerini göstermektedir. Fe-Pb-Zn ve As ise genel olarak ana oksitlerle birlikte davranış göstermiş olup formasyonu oluşturan ilksel kayaçlardan konglomera, kumtaşı, şeyl ve çörtlerin içinde detritik taneler halinde bulunmalarına bağlanabilmektedir.

Bağrıkurt formasyonunda değişime etkisi % 12.6 olan üçüncü faktör Na_2O, MnO, Cu ve CaO'in pozitif Pb-Zn-As ve Fe_2O_3'in zayıf negatif faktör yükleri ile temsil edilmektedir (Şekil 4.65). Bu faktörde pozitif yükler küme analizi dendrogramındaki Ca-Na grubu negatif yükler ise Fe-Pb-Zn grubu ile örtüşmektedir. Dolayısıyla bu faktör Bağrıkurt formasyonu içinde araseviyeler ve mercekler şeklinde gözlenen metakarbonatlar ve bu kayaçların yüzey koşullarında ayrışmasını göstermektedir. Bakırın bu faktörde diğer iz elementlerden farklı olarak önemli pozitif yüke sahip olması asidik atmosferik şartlar altında kayaçların ayrışması esnasında açığa çıkan Cu'ın yanal ve düşey yönde uzun mesafelerde taşınması ile açıklanabilmektedir.

Değişim içindeki payı % 6.1 olan dördüncü faktör Au ve CaO'in pozitif ve Hg'nın negatif faktör yükleri ile temsil edilmektedir (Şekil 4.65). Au küme analizi dendrogramında da diğer bileşenlerden farklı davranmış olup gruplara uzaktan eklenmiştir. Dolayısıyla zaten ortalama 1 ppb civarında bulunan Au'nın davranışından çok CaO ile ilgili açıklamaya ihtiyaç vardır. CaO'in pozitif yükü ise ikincil karbonat oluşumları ile açıklanabilmektedir.

Değişim içindeki payı % 5.6 olan beşinci ve son faktör ise Fe_2O_3 ve Zn'nun negatif faktör yükleri ile temsil edilmektedir (Şekil 4.65). Bu durum küme analizindeki Fe-Zn-Pb grubunun asıl bileşenleri olan Fe-Zn ikilisi ile örtüşmektedir. Bu faktörde de CaO'in pozitif faktör yüküne sahip olması asidik yüzey koşullarının devam ettiğini ve mikalar içinde birbirinin yerini alabilen Zn-Fe'in yüzeysel ayrışma ile kısmen ortamdan uzaklaştırıldığını göstermektedir.



Şekil 4.65. *Bağrıkurt formasyonuna ait ilk beş faktörde bileşenlerin faktör yük grafikleri*

4.3.1.3. Karadağ metamagmatikleri

Karadağ metamagmatiklerinden alınan 6 numunede gerçekleştirilen kimyasal analizlere göre örneklerin ortalama SiO_2 miktarı % 51.14'tür (Çizelge 4.7). SiO_2 değişim aralığı % 37.78 (% 62.32-% 24.54) olup ortalama % 55-60 olarak beklenen SiO_2 cevherli örneklerde oldukça düşüktür. Dağılım sağa çarpık bir dağılım olup Karadağ metamagmatiklerinden derlenen herhangi bir örnek grubunda ortalama SiO_2 miktarı % 95 ihtimalle % 36.25-% 66.02 arasında beklenmektedir.

Çizelge 4.7. *Karadağ metamagmatiklerinden alınan numunelerine ait korelasyon katsayıları (n=6; tt=2.02, A.O.: Aritmetik ortalama, H.O.: Harmonik Ortalama, G.O.: Geometrik ortalama, Med.: Medyan, S.S.: Standart Sapma, S.H.: Standart Hata, E.B.: En Büyük, E.K.: En Küçük, Ara.: Aralık, B.K.: Basıklık Katsayısı, Ç.K.: Çarpıklık Katsayısı, th: Hesaplanan t değeri, A.S.: Anakitle aritmetik ortalamasının alt sınırı, Ü.S.: Anakitle aritmetik ortalamasının üst sınırı)*

No	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	MnO	Cr_2O_3	LOI	Ba	Co	Sr	U	V	Zr	Sc	Y	La	Ce	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Ag	Au	Hg	Tl	Se	Sum
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppb	ppm	ppm	ppm	%
3	62.32	14.89	7.18	3.08	3.46	5.45	0.23	0.36	0.14	0.11	0.008	2.70	28.00	3.50	2.70	0.80	8.00	5.20	24.00	3.60	0.90	1.60	0.50	11.80	14.00	79.00	24.10	44.80	0.10	1.10	0.10	4.30	0.10	0.10	0.50	100.01
73	24.54	8.04	48.24	0.22	0.69	2.86	0.68	0.53	1.44	0.37	0.009	12.10	165.00	1.50	93.10	1.70	20.00	362.20	10.00	19.70	19.30	38.60	0.30	9.40	254.20	212.00	12.60	241.60	0.30	0.40	0.30	1.50	2.70	0.10	0.50	99.88
74	46.86	12.09	13.68	11.55	8.00	2.84	0.06	0.44	0.11	0.21	0.064	3.80	436.00	17.30	200.70	3.30	110.00	178.70	43.00	22.90	41.20	80.20	0.70	29.90	21.70	124.00	43.80	9.30	0.10	1.20	0.10	2.20	0.30	0.10	0.50	99.82
76	61.81	14.01	6.09	1.53	2.90	2.91	7.54	0.83	0.71	0.06	0.027	1.20	167.00	5.10	22.10	2.00	151.00	10.80	17.00	14.80	5.20	11.70	5.90	104.80	10.70	64.00	46.90	50.10	0.70	2.60	0.30	2.00	1.30	0.10	0.70	99.97
78	55.05	14.20	7.55	2.98	4.74	1.08	10.14	1.00	0.86	0.09	0.043	1.70	446.00	5.00	34.30	3.10	26.00	180.80	19.00	23.80	34.00	67.50	1.00	15.60	23.10	87.00	15.80	15.30	0.10	0.30	0.10	1.10	0.10	0.10	0.50	99.89
79	56.23	1.34	1.54	0.20	21.96	0.11	0.41	0.05	0.04	0.11	0.002	17.90	202.00	1.90	166.30	1.10	8.00	19.00	2.00	45.80	10.00	23.10	2.40	5.30	12.80	12.00	11.90	4.30	0.10	0.40	0.10	0.80	0.70	0.10	1.00	99.95
A.O.	51.14	10.76	14.05	3.26	6.96	2.54	3.18	0.54	0.55	0.16	0.026	6.57	240.67	5.72	86.53	2.00	53.83	126.12	19.17	21.77	18.43	37.12	1.80	29.47	56.08	96.33	25.85	60.90	0.23	1.00	0.17	1.98	0.87	0.10	0.62	
H.O.	46.06	5.16	5.09	0.55	2.43	0.53	0.24	0.21	0.13	0.11	0.007	2.74	104.81	3.11	12.86	1.55	16.94	17.07	7.73	11.91	3.98	7.44	0.72	12.32	17.84	44.15	19.21	13.28	0.13	0.57	0.13	1.50	0.23	0.10	0.58	
G.O	48.92	8.53	8.34	1.39	4.23	1.58	0.82	0.39	0.29	0.13	0.015	4.07	176.57	4.05	43.04	1.77	28.65	48.17	13.72	17.23	10.40	21.18	1.07	17.50	25.00	71.95	22.12	26.31	0.17	0.74	0.14	1.71	0.44	0.10	0.59	
Med.	55.64	13.05	7.37	2.26	4.10	2.85	0.55	0.49	0.43	0.11	0.018	3.25	184.50	4.25	63.70	1.85	23.00	98.85	18.00	21.30	14.65	30.85	0.85	13.70	17.85	83.00	19.95	30.05	0.10	0.75	0.10	1.75	0.50	0.10	0.50	
S.S.	14.18	5.24	17.20	4.25	7.73	1.83	4.47	0.34	0.55	0.12	0.024	6.84	166.25	5.87	81.67	1.02	61.18	142.04	13.96	13.90	16.22	31.26	2.14	37.86	97.18	67.36	15.75	90.52	0.24	0.87	0.10	1.25	1.01	0.00	0.20	
S.H.	5.79	2.14	7.02	1.74	3.16	0.75	1.82	0.14	0.23	0.05	0.010	2.79	67.87	2.40	33.34	0.42	24.98	57.99	5.70	5.67	6.62	12.76	0.87	15.46	39.68	27.50	6.43	36.96	0.10	0.36	0.04	0.51	0.41	0.00	0.08	
E.B.	62.32	14.89	48.24	11.55	21.96	5.45	10.14	1.00	1.44	0.37	0.064	17.90	446.00	17.30	200.70	3.30	151.00	362.20	43.00	45.80	41.20	80.20	5.90	104.80	254.20	212.00	46.90	241.60	0.70	2.60	0.30	4.30	2.70	0.10	1.00	
E.K.	24.54	1.34	1.54	0.20	0.69	0.11	0.06	0.05	0.04	0.06	0.002	1.20	28.00	1.50	2.70	0.80	8.00	5.20	2.00	3.60	0.90	1.60	0.30	5.30	10.70	12.00	11.90	4.30	0.10	0.30	0.10	0.80	0.10	0.10	0.50	
Ara.	37.78	13.55	46.70	11.35	21.27	5.34	10.08	0.95	1.40	0.31	0.062	16.70	418.00	15.80	198.00	2.50	143.00	357.00	41.00	42.20	40.30	78.60	5.60	99.50	243.50	200.00	35.00	237.30	0.60	2.30	0.20	3.50	2.60	0.00	0.50	
B.K.	2.92	1.62	4.96	4.25	4.05	0.61	-1.01	-0.46	-0.53	2.23	-0.583	-0.15	-1.35	4.68	-1.77	-1.75	-0.76	0.02	1.43	2.10	-1.62	-1.60	3.46	4.94	5.95	1.61	-1.93	5.09	3.66	2.21	-1.88	2.73	2.00	.	2.77	
Ç.K.	-1.69	-1.48	2.18	1.98	1.95	0.35	1.10	0.05	0.80	1.59	0.841	1.20	0.37	2.09	0.55	0.29	1.10	0.94	0.86	0.84	0.51	0.43	1.88	2.20	2.44	0.91	0.70	2.22	1.95	1.50	0.97	1.53	1.51	.	1.78	
th	8.83	5.03	2.00	1.88	2.20	3.39	1.74	3.85	2.43	3.36	2.58	2.35	3.55	2.39	2.60	4.79	2.16	2.18	3.36	3.84	2.78	2.91	2.06	1.91	1.41	3.50	4.02	1.65	2.36	2.80	3.95	3.88	2.11	0.00	7.40	
A.S.	36.25	5.26	-4.00	-1.20	-1.16	0.62	-1.51	0.18	-0.03	0.04	0.00	-0.62	66.20	-0.44	0.83	0.93	-10.37	-22.95	4.51	7.18	1.41	4.31	-0.45	-10.26	-45.91	25.64	9.33	-34.10	-0.02	0.08	0.06	0.67	-0.19	0.10	0.40	
Ü.S.	66.02	16.26	32.09	7.72	15.07	4.47	7.87	0.89	1.13	0.28	0.05	13.75	415.13	11.88	172.24	3.07	118.04	275.18	33.82	36.35	35.45	69.92	4.05	69.20	158.07	167.03	42.37	155.90	0.49	1.92	0.28	3.30	1.92	0.10	0.83	

Metamagmatik kayaçlarda ortalama Al_2O_3 % 10.76 ve değişim aralığı % 13.55'tir (Çizelge 4.7). Metamagmatik kayaçların oluşturduğu anakitleden derlenen herhangi bir örneğin ortalama Al_2O_3 miktarı % 5.25-% 16.26 arasında beklenmektedir. Kayaç içindeki mika, feldispat, piroksen, amfibol ve epidot grubu gibi Al silikatlar Al_2O_3 miktarını yükseltmiştir.

İncelenen magmatik kayaçların ortalama Fe_2O_3 miktarı % 14.05 olup bazı cevherli örneklerin bu kayaçlar içine dahil edilmesinden dolayı oran yüksektir (Çizelge 4.7). Kayaçlarda Fe_2O_3 değişim aralığı % 46.70 (% 1.54-% 48.24) olup demirli cevher numuneleri ve neredeyse demir içermeyen numuneler birlikte ele alınmıştır. Bu kayaçların ait olduğu anakitlenin Fe_2O_3 aralığı % 0-% 32.1 arasında beklenmekte olup sağa çarpık bir dağılım göstermektedir. Karadağ metamagmatikleri gerek kayaç oluşturan minerallerde bulunan Fe ve gerekse daha sonraki süreçlerde kayaç içindeki damarlarda bulunan Fe ile zenginleşmiştir. Yöredeki ayrıntılı araştırmalarda bu hususun dikkate alınması önem arz etmektedir.

Karadağ metamagmatiklerinde ortalama olarak % 3.26 MgO ve ortalama % 6.96 CaO, % 2.54 Na_2O ve % 3.18 K_2O bulunmaktadır (Çizelge 4.7). Kayaçların içerisindeki Al- silikatların yanısıra Ca, Mg, Na ve K silikatlar yani mika, piroksen, amfibol ve epidot grupları bu bileşenlerin miktarını kontrol etmektedir. Ana oksitlerden TiO_2, P_2O_5, MnO ve Cr_2O_3 ise sırasıyla ortalama % 0.54, % 0.55, % 0.16 ve % 0.026 oranında yer almaktadırlar. Ateş zayiatı CaO miktarına paralel olarak % 6.57'dir.

Karadağ metamagmatiklerinde ortalama 241 ppm Ba, 87 ppm Sr, 54 ppm V, 126 ppm Zr, 57 ppm Pb, 96 ppm Zn, 26 ppm Ni ve 61 ppm As dikkati çekmektedir (Çizelge 4.7). Bu bileşenlerden Zr, Pb, Zn ve As aynı zamanda Fe_2O_3 miktarı % 48.24 olan 73 numaralı örnekte en yüksek değerlerini göstermektedirler. Dolayısıyla bu kayaçların ilksel kayaç oluşumundan sonra cevherli çözeltilerle epijenetik cevherleşmeye bağlı olarak bu bileşenlerce zenginleştikleri düşünülmektedir.

Analiz edilen bileşenlerin aralarındaki ilişkilerin büyüklüğü, şekli ve yönü ile ilgili olarak bileşenler arasında gerçekleştirilen basit korelasyon analizlerinde anlamlı korelasyonlar belirlenmiştir (Çizelge 4.8). Birçok bileşenle ters yönde davranış gösteren SiO_2; Fe_2O_3, MnO, Zr, Pb ve Zn ile çok kuvvetli, P_2O_5, As ve Hg ile kuvvetli, LOI, Sr, La, Ce ve Ag ile çok zayıf negatif korelasyona sahip iken Mo ile zayıf, Al_2O_3, K_2O, Cu, Ni, Sb, Au ve Se ile çok zayıf pozitif korelasyona sahiptir. Bu ilk tespitlere göre SiO_2 diğer ana bileşenlerden farklı davranışlar göstermiştir.

Metamagmatik kayaçların önemli bir bileşeni olan Al_2O_3 ise Y ile çok kuvvetli, CaO, Sr ve Se ile kuvvetli negatif, Na_2O, TiO_2 ve Sc ile kuvvetli, K_2O, Cr_2O_3, Ni, Sb ve Au zayıf pozitif korelasyona sahiptir (Çizelge 4.8). Al'un bu durumu bu kayaçların önemli bileşenleri olan feldispatlarla (albit ve ortoklas) ilişkini yansıtmaktadır.

Yöredeki en önemli cevherleşmeleri oluşturan Fe_2O_3; MnO, Zr, Pb ve Zn ile çok kuvvetli, P_2O_5 ve Hg ile kuvvetli, Ag ile zayıf pozitif, CaO ile zayıf, Mo ve Se ile de çok zayıf negatif korelasyon göstermektedir. Çoğunluğu bazik olan metamagmatik kayaçlarda zaten yüksek olan Fe_2O_3 kayaçların oluşumundan sonra gerçekleşen hidrotermal aktivitelerle biraz daha zenginleşmiş ve diğer ana bileşenlerden farklı olarak Pb, Zn ve Mn ile paralel hareket etmiştir.

Ana bileşenlerden MgO; ve Co ve Sc ile çok kuvvetli, Cr_2O_3, U, La ve Ce ile kuvvetli Ba, Sr ve Ni ile zayıf pozitif; Hg, P_2O_5, LOI, Pb, As, Cd, Ag ve Se ile zayıf negatif korelasyonlara sahiptir (Çizelge 4.8). MgO ilk bakışta Mg silikatlar içinde bulunabilen Co, Cr, Ni gibi bileşenlerle ortak davranışlar sergilemektedir.

Kayaçlarda ortalama % 6 oranında yer alan CaO ise Y ile çok kuvvetli, LOI, Sr ve Se ile kuvvetli pozitif, Na_2O, TiO_2, P_2O_5 ve Zn ile kuvvetli, K_2O, Zr, Sc, Cu, Pb, Cd, Sb, Au ve Hg ile zayıf negatif korelasyon göstermektedir. Na_2O ise Au ile çok kuvvetli, pozitif korelasyonun dışında diğer bileşenlerle genel olarak negatif ve Y ile çok kuvvetli negatif korelasyona sahiptir. TiO_2; LOI ile gösterdiği kuvvetli zayıf negatif korelasyonun dışında diğer bileşenlerle zayıf ilişkilidir (Çizelge 4.8).

Kayaçlarda oldukça az oranda buluna P_2O_5; Zr, Pb, Zn, As ve Ag ile kuvvetli pozitif korelasyona sahiptir. MnO ise Zr, Pb ve Zn ile çok kuvvetli, As ve Hg ile kuvvetli pozitif korelasyon göstermektedir. Cr_2O_3; Co ve U ile çok kuvvetli, Ba, Sc, La ve Ce ile kuvvetli pozitif korelasyona sahiptir. Buna göre P_2O_5 ve MnO; Pb, Zn, As, Ag ve Hg ile ortak davranışlara sahiptir (Çizelge 4.8).

İz elementlerin durumuna bakıldığında metamagmatik kayaçlarda da yüksek oranda gözlenen Ba; Co, U, La ve Ce ile, Co; U, Sc, La, Ce ve Ni ile, Sr; Y ile, U; Sc, La ve Ce ile, V; Mo, Cu, Cd, Ni ve Sb ile; Zr; Pb, Zn ve As ile; Sc; Ni ile, Y; Se ile; La; Ce ile, Mo: Cd; Cu ve Sb ile; Cu; Ni, Cd ve Sb ile; Pb: Zn, As, Ag ve Hg ile, Zn: As ve Hg ile, Ni; Sb ile, As; Ag ve Hg ile, Cd; Sb ve Ag ile ve Ag; Hg ile kuvvetli ve çok kuvvetli pozitif korelasyonlar göstermektedirler. İz elementlerde Sc-Se, Y-Au ve Zn-Se arasındaki kuvvetli negatif korelasyon dikkati çekmektedir (Çizelge 4.8). Basit korelasyon analizlerine göre iz elementlerin birçoğu birlikte davranırken sadece birkaç iz element ana bileşenlerle ortak davranışlar göstermiştir.

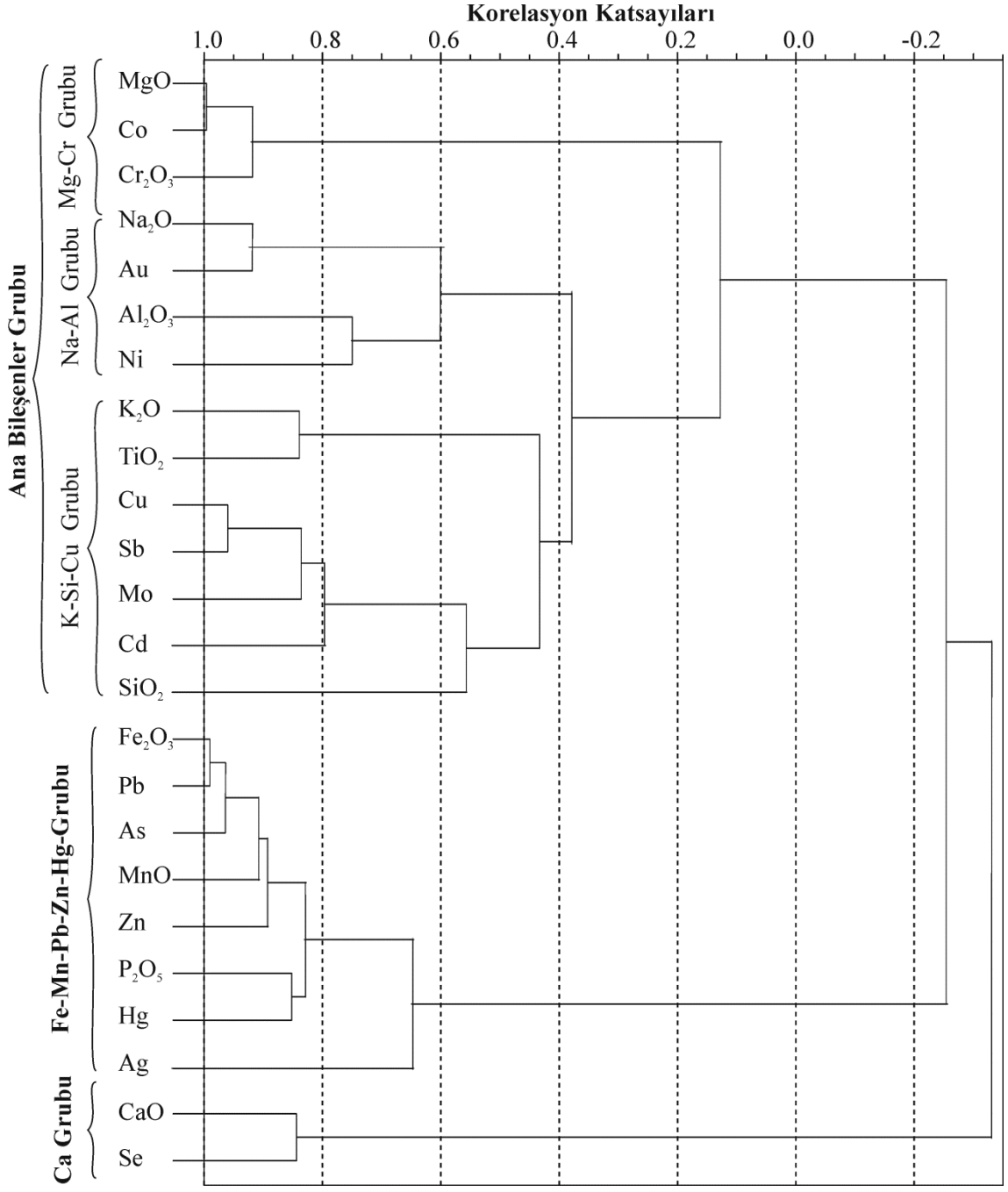
Çizelge 4.8. *Karadağ metamagmatiklerinden derlenen numunelere ait basit korelasyon katsayıları (n=6)*

	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	MnO	Cr_2O_3	LOI	Ba	Co	Sr	U	V	Zr	Sc	Y	La	Ce	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Ag	Au	Hg	Se
SiO_2	1.00	0.30	-0.95	0.03	0.27	0.07	0.34	0.05	-0.66	-0.97	0.03	-0.41	-0.12	0.02	-0.36	-0.16	0.19	-0.94	0.09	-0.10	-0.38	-0.38	0.49	0.36	-0.93	-0.88	0.33	-0.83	0.06	0.44	-0.44	0.32	-0.76	0.32
Al_2O_3		1.00	-0.12	0.37	-0.78	0.64	0.47	0.71	0.12	-0.27	0.49	-0.98	0.10	0.32	-0.63	0.37	0.39	-0.07	0.63	-0.85	0.11	0.07	0.04	0.41	-0.24	0.17	0.53	-0.12	0.22	0.47	0.04	0.59	-0.32	-0.76
Fe_2O_3			1.00	-0.14	-0.50	0.18	-0.29	0.06	0.77	0.95	-0.14	0.25	-0.10	-0.15	0.09	0.02	-0.17	0.88	-0.10	-0.17	0.18	0.17	-0.42	-0.24	0.98	0.94	-0.28	0.95	0.10	-0.29	0.59	-0.11	0.83	-0.45
MgO				1.00	-0.06	0.21	-0.20	0.01	-0.43	0.05	0.85	-0.43	0.59	0.98	0.47	0.66	0.43	0.08	0.95	-0.15	0.68	0.66	-0.29	0.02	-0.32	0.14	0.59	-0.40	-0.32	0.15	-0.43	0.25	-0.47	-0.43
CaO					1.00	-0.66	-0.30	-0.68	-0.63	-0.29	-0.21	0.68	0.11	-0.03	0.62	-0.22	-0.25	-0.41	-0.34	0.86	-0.04	-0.01	0.08	-0.31	-0.41	-0.67	-0.27	-0.52	-0.39	-0.31	-0.52	-0.43	-0.31	0.85
Na_2O						1.00	-0.30	0.02	-0.04	0.12	-0.06	-0.52	-0.54	0.11	-0.47	-0.28	0.11	-0.09	0.46	-0.92	-0.34	-0.38	-0.17	0.14	0.08	0.33	0.36	0.24	0.13	0.40	0.15	0.94	-0.01	-0.61
K_2O							1.00	0.88	0.37	-0.51	0.31	-0.54	0.38	-0.12	-0.54	0.45	0.29	-0.07	-0.09	-0.09	0.15	0.15	0.45	0.47	-0.26	-0.20	0.12	-0.22	0.39	0.22	0.16	-0.33	-0.16	-0.11
TiO_2								1.00	0.58	-0.18	0.47	-0.73	0.40	0.07	-0.56	0.60	0.39	0.24	0.19	-0.41	0.30	0.29	0.24	0.48	0.01	0.23	0.26	0.06	0.43	0.27	0.33	-0.12	0.02	-0.53
P_2O_5									1.00	0.54	-0.10	-0.02	0.01	-0.39	-0.34	0.16	-0.03	0.74	-0.32	-0.20	0.11	0.11	-0.04	0.09	0.79	0.71	-0.27	0.81	0.41	-0.13	0.73	-0.33	0.76	-0.39
MnO										1.00	-0.06	0.39	-0.01	0.03	0.37	0.05	-0.21	0.87	0.01	-0.02	0.31	0.30	-0.56	-0.40	0.91	0.89	-0.28	0.83	-0.12	-0.40	0.38	-0.12	0.71	-0.37
Cr_2O_3											1.00	-0.59	0.84	0.89	0.29	0.94	0.58	0.21	0.82	-0.09	0.83	0.82	-0.07	0.24	-0.30	0.15	0.59	-0.38	-0.08	0.19	-0.24	-0.08	-0.39	-0.46
LOI												1.00	-0.21	-0.42	0.55	-0.46	-0.51	0.16	-0.66	0.75	-0.16	-0.14	-0.16	-0.51	0.38	-0.05	-0.63	0.27	-0.26	-0.54	0.01	-0.50	0.41	0.66
Ba													1.00	0.64	0.45	0.93	0.24	0.36	0.44	0.37	0.94	0.94	-0.18	-0.07	-0.18	0.07	0.14	-0.36	-0.30	-0.24	-0.35	-0.53	-0.32	-0.20
Co														1.00	0.52	0.72	0.57	0.08	0.91	-0.07	0.69	0.68	-0.12	0.17	-0.32	0.11	0.68	-0.40	-0.17	0.25	-0.32	0.12	-0.40	-0.34
Sr															1.00	0.28	0.06	0.24	0.18	0.69	0.52	0.54	-0.23	-0.30	0.05	0.04	0.03	-0.13	-0.38	-0.29	-0.27	-0.43	0.03	0.32
U																1.00	0.48	0.41	0.60	0.06	0.91	0.90	-0.08	0.18	-0.10	0.25	0.38	-0.22	-0.05	0.02	-0.11	-0.35	-0.21	-0.43
V																	1.00	-0.17	0.47	-0.20	0.15	0.14	0.67	0.89	-0.28	-0.03	0.93	-0.20	0.70	0.86	0.40	0.01	0.04	-0.06
Zr																		1.00	0.06	0.01	0.59	0.59	-0.55	-0.35	0.84	0.90	-0.31	0.73	-0.13	-0.49	0.33	-0.35	0.59	-0.53
Sc																			1.00	-0.45	0.55	0.52	-0.25	0.14	-0.29	0.22	0.67	-0.31	-0.19	0.29	-0.31	0.47	-0.46	-0.63
Y																				1.00	0.23	0.27	0.07	-0.29	-0.07	-0.37	-0.39	-0.24	-0.27	-0.45	-0.25	-0.82	0.01	0.75
La																					1.00	1.00	-0.43	-0.23	0.07	0.37	0.09	-0.11	-0.40	-0.35	-0.30	-0.40	-0.17	-0.42
Ce																						1.00	-0.42	-0.23	0.07	0.35	0.07	-0.12	-0.40	-0.36	-0.30	-0.43	-0.17	-0.38
Mo																							1.00	0.88	-0.38	-0.50	0.52	-0.24	0.83	0.78	0.47	-0.18	0.11	0.51
Cu																								1.00	-0.28	-0.18	0.79	-0.13	0.90	0.94	0.57	0.05	0.13	0.08
Pb																									1.00	0.86	-0.42	0.97	0.11	-0.36	0.61	-0.20	0.87	-0.31
Zn																										1.00	-0.08	0.83	0.05	-0.20	0.48	0.04	0.64	-0.71
Ni																											1.00	-0.32	0.52	0.88	0.19	0.33	-0.18	-0.17
As																												1.00	0.27	-0.18	0.73	-0.05	0.91	-0.33
Cd																													1.00	0.79	0.85	-0.06	0.51	0.11
Sb																														1.00	0.44	0.35	0.01	0.02
Ag																															1.00	-0.14	0.87	-0.06
Au																																1.00	-0.30	-0.46
Hg																																	1.00	0.00
Se																																		1.00

AÇIKLAMALAR

- Çok kuvvetli pozitif korelasyon
- Kuvvetli pozitif korelasyon
- Zayıf pozitif korelasyon
- Çok zayıf pozitif korelasyon
- Korelasyon yok
- Çok zayıf negatif korelasyon
- Zayıf negatif korelasyon
- Kuvvetli negatif korelasyon
- Çok kuvvetli negatif korelasyon

Karadağ metamagmatiklerinde bileşenlerin birlikte davranışlarının belirlenmesi için küme analizleri gerçekleştirilmiştir. Küme analizlerin basit korelasyon analizlerinde ortaya çıkan anlamlı element ilişkilerine göre dendrogram hazırlanmıştır (Şekil 4. 66). Küme analizi dendrogramında ilk bakışta; Ana bileşenler Grubu ve Fe-Mn-Pb-Zn-Hg grubu ve Ca Grubu olmak üzere 3 belirgin grup ortaya çıkmaktadır. Ana bileşenler grubu da kendi içinde Mg-Cr grubu, Na-Al grubu ve K-Si-Cu grupları olmak üzere üç alt gruba ayrılmaktadır.



Şekil 4.66. *Karadağ metamagmatiklerinde gerçekleştirilen basit korelasyon katsayıları kullanılarak hazırlanan küme (cluster) analizi dendrogramı.*

Ana bileşenler grubu içinde yer alan SiO_2, K_2O, TiO_2, Al_2O_3, Na_2O ve MgO bu kayaçların bileşiminin % 70'inden fazlasını oluşturmaktadır. Bu bileşenlerin kendi içlerinde bütünlük arz eden alt gruplarda yer alması metamagmatik kayaçlardaki litolojik farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Koyu renkli mineraller içinde yaygın olan Mg-Cr ikilisine eşlik eden Co ayrı bir alt grup oluşturmaktadırlar. Na ve Al bakımından zengin olan amfiboller (glokofan, krossit vb) ile piroksenler ise Na-Al grubunda yer almaktadırlar. Si-Cu-K alt grubu ise potasyum feldispatlardan kaynaklanmaktadır. Adı geçen minerallerin bünyesinde bulunan Cu, Sb, Mo, Ni ve Co ise alt gruplar içine dağılmışlardır (Şekil 4.66).

Fe-Mn-Pb-Zn-Hg grubunda bulunan bileşenler ise hidrotermal aktivitelerle oransal olarak artan bileşenler olup kayaç oluşumundan sonraki süreçlerle yerleşmişlerdir. Dolayısıyla yöredeki cevherleşme ile ilişkilidirler.

Ca grubu içinde yer alan CaO ve Se ise korelasyon analizlerinde de diğer bileşenlerle negatif ilişkilidirler. CaO yüzeysel koşullarda birincil minerallerin ayrışması ve asidik karakterli çözeltilerle karşılaşması sonucu çökelerek artış göstermiştir.

Karadağ metamagmatiklerinde alınan örneklerdeki incelenen bileşenlerin bulunuşlarına etki eden faktörlerin belirlenmesi amacıyla faktör analizleri gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4.9). 6 numuneye ait 24 bileşen kullanılarak yapılan faktör analizlerinde ilk beş faktör toplam değişimin tamamını karşılamakta olup geri kalan 19 faktörün değişime etkisinin olmadığı kabul edilmiştir.

Çizelge 4.9. *Karadağ metamagmatiklerinden derlenen numunelere ait faktör analizinde ilk* $_5$ *faktörün değişime etkisi ve toplam değişim içindeki payları*

Faktör No	Toplam Değişim	% Değişim	Kümülatif Değişim (%)
1	8.39	34.96	34.96
2	6.06	25.25	60.21
3	4.72	19.68	79.89
4	2.55	10.61	90.51
5	2.28	9.49	100.00

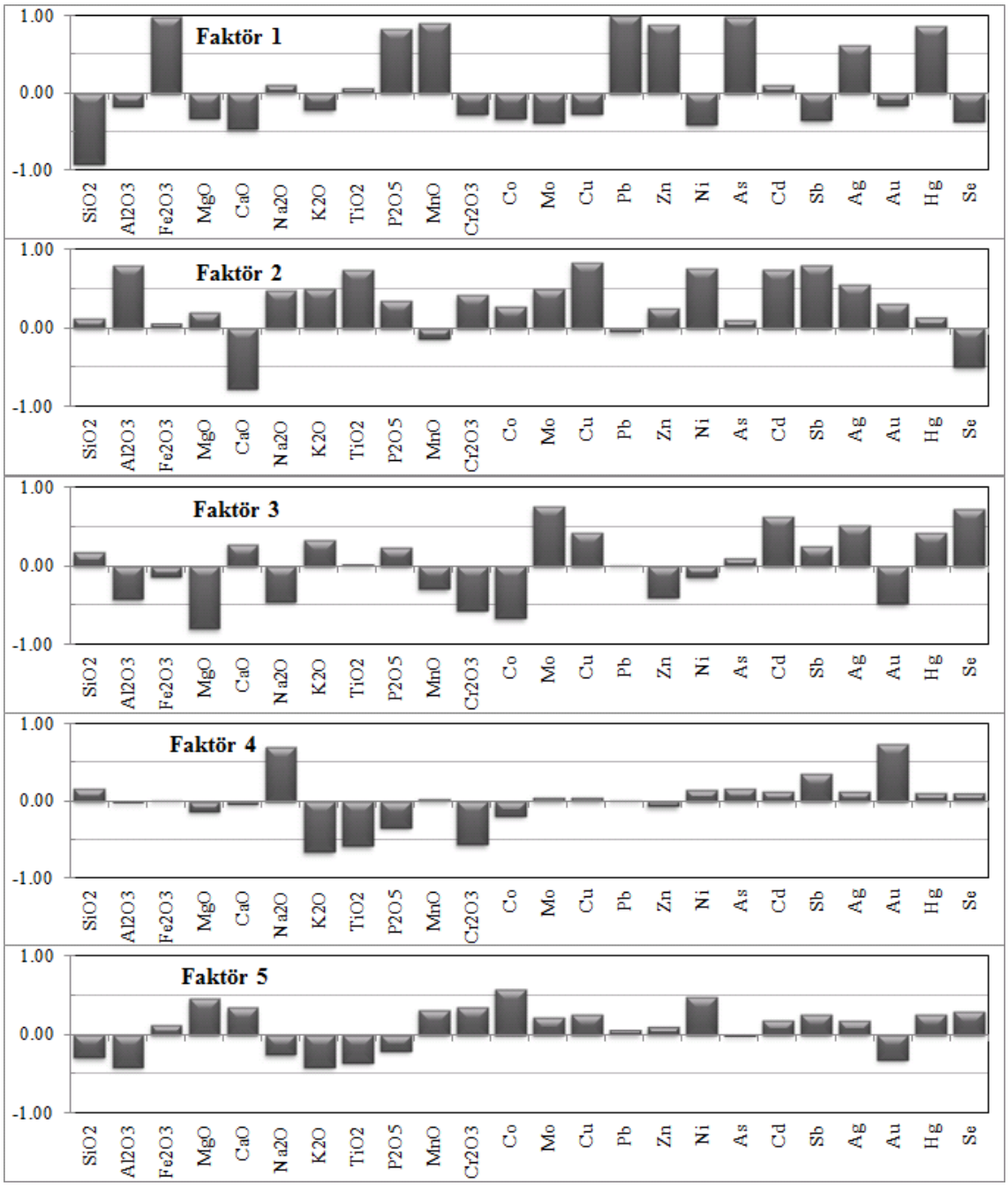
Toplam değişime etkisi % 35 olan birinci faktör Fe_2O_3, P_2O_5, MnO, Pb, Zn, As ve Hg'nın önemli pozitif faktör yüklerine karşılık SiO_2'in önemli negatif faktör yükü ile temsil edilmektedir (Şekil 4.67). Pozitif yüke sahip olan bileşenler küme analizi dendrogramındaki Fe-Mn-Pb-Zn-Hg grubu ile tam olarak örtüşmektedir. Negatif yüke sahip olan SiO_2 ise dendrogramdaki Si-Cu-K grubu içinde ye almaktadır. Birinci faktör cevherleşmenin etkisiyle gelişmiştir.

Karadağ metamagmatiklerinde ikinci faktörün toplam değişime etkisi % 25.3 olup Al_2O_3, TiO_2, Ni, Cu, Cd ve Sb'ın önemli pozitif, CaO ve Se'un önemli negatif faktör yükleri ile temsil edilmektedir. Bu faktörde ayrıca Na_2O, K_2O, P_2O_5, Cr_2O_3, Co, Mo ve Ag'de pozitif faktör yüklerine sahiptir (Şekil 4.67). Pozitif faktör yüklerinin dağılımına bakıldığında pozitif faktör yüküne sahip olan bileşenler küme analizi dendrogramındaki ana bileşenler grubu ile örtüşmektedir. Negatif faktör yüküne sahip olan bileşenler ise yine küme analizindeki Ca grubu ile örtüşmektedir. Dolayısıyla bu faktör metamagmatik kayaçların oluşumunu yani magmatik süreçleri göstermektedir. Negatif faktör yüküne sahip olan bileşenlerse kayaç oluşumundan sonraki dönemlere karşılık gelmektedir.

Değişime etkisi % 19.7 olan üçüncü faktör ise Mo, Cu, Cd, Ag, Hg ve Se'un önemli pozitif, MgO, Cr_2O_3 ve Co'ın önemli negatif faktör yükleri ile temsil edilmektedir (Şekil 4.67). Bu faktördeki pozitif faktör yüküne sahip olan bileşenler küme analizi dendrogramındaki ana bileşenler grubunun içindeki Si-Cu-K alt grubunda yer alan ((Cu-Sb)-Mo)-Cd topluluğu ile örtüşmektedir. Negatif faktör yüküne sahip olan bileşenler ise yine ana bileşenler grubu içindeki Mg-Cr alt grubu ile örtüşmektedir. Mg-Cr gibi elementlerin negatif faktör yüklerine karşılık Mo-Cu-Sb gibi elementlerin pozitif faktör yüklerine sahip olmaları koyu renkli minerallerin ayrışmasına ve adı geçen elementlerin nisbî zenginleşmesine neden ola hidrotermal alterasyonu göstermektedir.

Faktör analizinde değişime etkisi % 10.6 olan dördüncü faktör ise Na_2O ve Au'ın önemli pozitif ve K_2O, TiO_2 ve Cr_2O_3'ün önemli negatif faktör yükleri ile temsil edilmektedir. Pozitif ve negatif faktör yüklerinin dağılımına göre pozitif yükler küme analizi dendrogramındaki Ana bileşenler grubunun alt grubu olan Na-Al grubunun içindeki Na_2O-Au çiftine karşılık gelirken negatif yükler ise yine Ana bileşenler grubunun içindeki Si-Cu-K grubu içindeki K_2O-TiO_2 element çiftine karşılık gelmektedir. Bu durum Au'nın Na ile birlikte özellikle kayaç yapıcı bileşenlerden plajioklaslar içinde hareket ettiğini buna karşılık K-feldispatların farklı hareket ettiklerini göstermektedir.

Değişimin % 9.5'ine karşılık gelen beşinci ve son faktör ise MgO, Cr_2O_3, Co, Ni ve CaO pozitif yükleri ile temsil edilmektedir. Kayaç yapıcı diğer birçok bileşen ise negatif faktör yüküne sahiptir. Bu durum koyu renkli minerallerle açık renkli minerallerin hidrotermal alterasyon esnasında farklı davrandıklarını göstermektedir.



Şekil 4.67. *Karadağ metamagmatiklerine ait ilk beş faktörde bileşenlerin faktör yük grafikleri*

4.3.1.4. Ertuğrul formasyonu

Ardıçlı grubundaki kayaçlarda cevherleşmenin etkilerinin belirlenebilmesi amacıyla Ertuğrul formasyonuna ait 2 adet metakuvars numunesi kimyasal analizlere tabi tutulmuştur. Ertuğrul formasyonuna ait metakuvarslarda SiO_2 dışında diğer bileşenlerin tamamı normal sınırlar içinde gözlenmektedir. Dolayısıyla Ertuğrul formasyonu ve Ardıçlı grubunun diğer birimlerinin cevherleşmeden etkilenmedikleri düşünülmektedir (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10. *Ertuğrul formasyonundan alınan numunelere ait istatistiksel özetler (A.O.: Aritmetik Ortalama, G.O.: Geometrik Ortalama, H.O.: Harmonik Ortalama, M.: Medyan, S.H.: Standart Hata, S.S.: Standart Sapma)*

Bileşen	Birim	Numune No		İstatistiksel Özet					
		26	27	A.O	G.O.	H.O	M.	S.H	S.S.
SiO_2	%	96.17	96.30	96.24	96.24	96.24	96.24	0.09	0.07
Al_2O_3	%	1.55	2.08	1.82	1.78	1.80	1.82	0.37	0.27
Fe_2O_3	%	1.04	0.48	0.76	0.66	0.71	0.76	0.40	0.28
MgO	%	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.00	0.00
CaO	%	0.12	0.03	0.08	0.05	0.06	0.08	0.06	0.05
Na_2O	%	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
K_2O	%	0.16	0.17	0.17	0.16	0.16	0.17	0.01	0.01
TiO_2	%	0.06	0.07	0.07	0.06	0.06	0.07	0.01	0.01
P_2O_5	%	0.06	0.18	0.12	0.09	0.10	0.12	0.08	0.06
MnO	%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
Cr_2O_3	%	0.004	0.003	0.004	0.003	0.003	0.004	0.001	0.001
LOI	%	0.80	0.70	0.75	0.75	0.75	0.75	0.05	0.07
Ba	ppm	99.00	516.00	307.50	226.02	166.13	307.50	208.50	294.86
Co	ppm	1.30	0.80	1.05	1.02	0.99	1.05	0.25	0.35
Sr	ppm	12.10	39.30	25.70	21.81	18.50	25.70	13.60	19.23
U	ppm	0.20	0.10	0.15	0.14	0.13	0.15	0.05	0.07
V	ppm	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	0.00	0.00
Zr	ppm	5.30	3.30	4.30	4.18	4.07	4.30	1.00	1.41
Sc	ppm	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
Y	ppm	0.70	0.40	0.55	0.53	0.51	0.55	0.15	0.21
La	ppm	1.50	0.50	1.00	0.87	0.75	1.00	0.50	0.71
Ce	ppm	3.10	1.40	2.25	2.08	1.93	2.25	0.85	1.20
Mo	ppm	0.80	0.60	0.70	0.69	0.69	0.70	0.10	0.14
Cu	ppm	7.10	3.60	5.35	5.06	4.78	5.35	1.75	2.47
Pb	ppm	2.50	2.40	2.45	2.45	2.45	2.45	0.05	0.07
Zn	ppm	11.00	4.00	7.50	6.63	5.87	7.50	3.50	4.95
Ni	ppm	11.60	11.00	11.30	11.30	11.29	11.30	0.30	0.42
As	ppm	2.20	1.50	1.85	1.82	1.78	1.85	0.35	0.50
Cd	ppm	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	0.00
Sb	ppm	0.70	0.40	0.55	0.53	0.51	0.55	0.15	0.21
Ag	ppm	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	0.00
Au	ppb	0.50	1.40	0.95	0.84	0.74	0.95	0.45	0.64
Hg	ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00
Tl	ppm	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	0.00
Se	ppm	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.00	0.00
Sum		100.03	99.98						

4.3.2. Cevher Jeokimyası

Kimyasal analiz sonuçlarına göre ön değerlendirme yapılan numuneler başlangıçta demirli ve demir dışı metalik zenginleşmeler şeklinde ayrılmaya çalışılmıştır. Ancak Fe_2O_3 oranı yüksek olan birçok numunede diğer metallerin de yüksek olması nedeniyle bu mümkün olmamıştır. Dolayısıyla alınan numunelerden 19 adedi cevher numunesi olarak ayrılmıştır. Cevher numuneleri içinde bir örnek Sızma-Ladik civa yataklarındaki Büyük Ocak'ta Bozdağ formasyonundan alınırken 5 örnek Karadağ metamagmatikleri ve 13 örnek ise Bağrıkurt formasyonundan alınmıştır

(Çizelge 4.11). Ayrıca 2 adet dere sedimanı numunesi de cevherli numune olarak ele alınmıştır.

4.3.2.1. Kayaç jeokimyası

Cevherli numunelerde ortalama SiO_2 % 56.04 olup değişim cevherli örneklerin ait oldukları anakitleden derlenen herhangi bir örneğin SiO_2 ortalaması % 39.40 ile % 72.68 arasında beklenmektedir. Farklı litolojik özelliklere sahip olan numunelerin birlikte değerlendirilmesi nedeniyle SiO_2 % 4.34 ile % 96.57 arasında değişmekte olup değişim aralığı 92.23'tür (Çizelge 4.11). Dolayısıyla cevher numunelerinin SiO_2 değerlerine ait olan standart sapma 34.53 gibi oldukça büyük bir değer çıkmıştır. SiO_2 kayaç yapıcı bileşenlerde olduğu gibi kayaç oluşumundan sonra gerçekleşen cevherleşme, alterasyon gibi süreçlerle de zenginleşmiştir.

İncelenen örneklerin ortalama Al_2O_3 miktarı yerkabuğundaki ortalama miktarından düşük olup % 6.53'tür (Çizelge 4.11). Kayaçların Al_2O_3 içeriği ise % 0.56 ile % 22.45 arasında değişmekte ve değişim aralığı % 21.89'dur. Al_2O_3 değerleri norma dağılışa göre sola çarpık bir dağılıma sahip olup bu örneklerin alındığı anakitleden derlenen herhangi bir örnekte ortalama Al_2O_3 miktarı % 3.47 ile % 9.59 arasında beklenmektedir.

Cevher numunelerinin ortalama Fe_2O_3 miktarı % 17.06 olup değişim aralığı % 56.47'dir . Örneklerin Fe_2O_3 miktarı % 4.41 olan yerkabuğu ortalama değerlerinden (Iskandar ve Birkam, 2001; Kabata-Pendias ve Pendias, 2001; Komatina, 2004; Selinus ve ark., 2004; Essington, 2005; Mirsal, 2008; Köksoy, 1991; Gümüş, 1979; Krauskopf, 1979; Çağatay ve ark., 1993) büyük olup bazı örneklerdeki % 50'nin üzerindeki değerler doğrudan işletilebilecek niteliktedir. Dolayısıyla inceleme alanındaki en önemli cevherleşmenin damar tipte demiroksit cevherleşmesi olduğu düşünülmektedir.

İncelenen örneklerdeki diğer ana bileşenlerden MgO % 1.18, CaO % 7.01, Na_2O % 1.01, K_2O % 1.41, TiO_2 % 0.27, P_2O_5 % 0.26, MnO % 0.35 ve Cr_2O_3 % 0.01 oranında bulunmaktadır. Bu bileşenlerden CaO beklenenden biraz yüksek olup Bozdağ formasyonundan alınan karbonatlı kayaç numunesindeki % 51.7'lik CaO değeri ortalamayı yükseltmektedir. Bazı numunelerdeki Ca-silikatlar da CaO ortalamasının yükselmesine katkı sağlamıştır. Kayaçlardaki Cr_2O_3 ise bazı numunelerde 640 ppm'e kadar yükselmiştir. Koyu renkli minerallerin içinde daha fazla bulunan Cr_2O_3 özellikle Karadağ metamagmatiklerinde daha yüksektir (Çizelge 4.11).

Çizelge .4.11. *Bağrıkurt formasyonundan alınan numunelere ait korelasyon katsayıları (n=19; tt=1.73)*

No	Bileşen	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	MnO	Cr_2O_3	LOI	Ba	Co	Sr	U	V	Zr	Sc	Y	La	Ce	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Cd	Sb	Ag	Au	Hg	Tl	Se	Sum
	Birim	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppb	ppm	ppm	ppm	%
71	Bozdağ	4.34	0.80	0.15	0.30	51.70	0.01	0.24	0.01	0.01	0.03	0.004	42.3	15.0	0.5	291.6	**2.1**	8.0	5.7	1.0	8.6	4.6	5.9	0.1	2.6	**62.6**	1.0	10.1	**239.7**	0.3	**182.0**	**3.3**	63.1	**100.0**	**19.9**	**70.5**	99.91
3	Karadağ	62.32	**14.89**	**7.18**	3.08	3.46	5.45	0.23	0.36	0.14	0.11	0.008	2.7	28.0	3.5	2.7	0.8	8.0	5.2	24.0	3.6	0.9	1.6	0.5	11.8	14.0	**79.0**	24.1	**44.8**	0.1	**1.1**	0.1	4.3	**0.1**	0.1	**0.5**	100.01
73	Karadağ	24.54	**8.04**	**48.24**	0.22	0.69	2.86	0.68	0.53	1.44	0.37	0.009	12.1	165.0	1.5	93.1	**1.7**	20.0	**362.2**	10.0	19.7	19.3	38.6	0.3	9.4	**254.2**	**212.0**	12.6	**241.6**	0.3	**0.4**	**0.3**	1.5	**2.7**	0.1	**0.5**	99.88
74	Karadağ	46.86	**12.09**	**13.68**	11.55	8.00	2.84	0.06	0.44	0.11	0.21	**0.064**	3.8	436.0	**17.3**	200.7	**3.3**	**110.0**	178.7	43.0	22.9	41.2	80.2	0.7	29.9	21.7	**124.0**	43.8	**9.3**	0.1	**1.2**	0.1	2.2	**0.3**	0.1	**0.5**	99.82
76	Karadağ	61.81	**14.01**	**6.09**	1.53	2.90	2.91	7.54	0.83	0.71	0.06	**0.027**	1.2	167.0	5.1	22.1	**2.0**	**151.0**	10.8	17.0	14.8	5.2	11.7	**5.9**	**104.8**	10.7	64.0	**46.9**	**50.1**	**0.7**	**2.6**	**0.3**	2.0	**1.3**	0.1	**0.7**	99.97
78	Karadağ	55.05	**14.20**	**7.55**	2.98	4.74	1.08	10.14	1.00	0.86	0.09	**0.043**	1.7	446.0	5.0	34.3	**3.1**	26.0	180.8	19.0	23.8	34.0	67.5	1.0	15.6	23.1	**87.0**	15.8	**15.3**	0.1	**0.3**	0.1	1.1	**0.1**	0.1	**0.5**	99.89
9	Bağrıkurt	93.83	1.49	2.25	0.10	0.48	0.02	0.39	0.06	0.10	0.03	0.003	1.2	221.0	**12.8**	32.4	1.0	17.0	152.7	2.0	10.7	8.4	16.2	**3.9**	20.5	5.6	27.0	24.9	6.8	0.1	**0.3**	0.1	0.5	**0.1**	0.2	**0.5**	99.97
10	Bağrıkurt	23.08	6.52	**56.62**	0.40	0.45	0.09	1.78	0.37	0.51	0.10	0.009	9.6	413.0	**167.4**	14.3	**7.9**	54.0	111.1	17.0	57.4	19.1	37.9	**71.6**	**76.3**	**78.9**	**1426.0**	**1219.0**	**322.0**	0.4	**3.0**	0.1	3.5	**0.5**	0.1	**2.1**	99.64
13	Bağrıkurt	89.93	1.12	**6.32**	0.08	0.27	0.01	0.32	0.04	0.20	0.03	0.004	1.6	222.0	**16.4**	38.2	**2.2**	10.0	24.4	1.0	13.0	8.6	21.7	1.1	**52.3**	16.3	69.0	33.4	7.7	**0.7**	**0.6**	0.1	0.9	**0.8**	0.1	**2.2**	99.96
24	Bağrıkurt	86.77	5.33	2.14	0.38	1.35	0.11	1.24	0.42	0.08	0.01	0.005	2.1	30.0	1.4	11.0	0.1	8.0	6.3	4.0	2.1	0.3	0.5	0.8	5.2	1.9	24.0	12.8	**54.9**	0.2	**0.9**	0.1	19.5	**0.4**	0.1	**0.5**	100.04
29	Bağrıkurt	8.01	1.82	**54.29**	0.11	14.62	0.11	0.32	0.07	0.04	1.01	**0.017**	19.2	186.0	**26.4**	**727.4**	**6.6**	**107.0**	105.0	2.0	264.4	132.2	154.4	**7.0**	**254.5**	**160.8**	**504.0**	**391.4**	**950.8**	**10.7**	**6.3**	0.1	33.3	**1.2**	0.1	**16.7**	99.55
36	Bağrıkurt	96.57	0.72	1.71	0.05	0.03	0.01	0.20	0.03	0.03	0.06	0.002	0.6	65.0	3.9	12.3	1.3	32.0	10.5	1.0	4.8	2.9	5.7	**5.2**	30.9	13.0	15.0	18.5	**483.9**	0.2	**4.4**	0.1	1.2	**1.2**	0.1	**0.6**	100.01
38	Bağrıkurt	23.99	6.39	**55.51**	0.25	0.39	0.23	1.14	0.39	0.38	0.11	**0.011**	10.9	242.0	**63.6**	24.7	**4.8**	88.0	83.5	25.0	79.9	32.7	55.1	**7.7**	**110.0**	**685.4**	**728.0**	**219.8**	**912.9**	0.4	**7.5**	0.1	6.4	**2.7**	0.1	**0.9**	99.68
39	Bağrıkurt	89.03	0.56	**8.40**	0.03	0.04	0.01	0.10	0.01	0.10	0.03	0.002	1.7	119.0	**14.9**	13.2	**2.2**	**156.0**	8.5	2.0	15.0	3.0	6.5	**13.1**	**71.6**	9.4	**122.0**	**61.7**	**13.9**	0.3	**1.7**	**0.2**	1.0	**0.8**	0.1	**0.5**	99.96
43	Bağrıkurt	23.88	**22.45**	**36.84**	0.12	0.41	2.92	0.74	0.23	0.07	0.02	**0.045**	11.8	**588.0**	**44.9**	136.8	**4.7**	80.0	99.9	171.0	28.0	15.2	32.4	**47.9**	**113.2**	**496.4**	**199.0**	**187.9**	**115.0**	**2.7**	**6.0**	**0.9**	9.5	**9.3**	**0.9**	**2.4**	99.76
50	Bağrıkurt	88.82	1.88	**6.39**	0.07	0.18	0.06	0.24	0.05	0.08	0.03	0.004	2.2	223.0	**52.7**	145.1	0.3	**193.0**	28.3	5.0	11.4	6.3	12.6	0.4	23.3	4.9	**79.0**	**83.5**	1.7	0.1	0.1	0.1	0.6	**3.8**	0.1	**0.5**	99.72
64	Bağrıkurt	6.06	**8.42**	2.13	0.73	43.13	0.34	0.54	0.10	0.03	1.94	**0.018**	36.2	**2804.0**	9.0	30.6	**1.8**	20.0	11.1	33.0	10.6	11.2	15.7	1.7	**95.3**	3.6	19.0	45.4	2.6	0.1	**0.6**	0.1	2.8	**0.5**	0.1	**1.4**	99.60
69	Bağrıkurt	95.11	0.81	1.10	0.07	0.37	0.01	0.22	0.03	0.03	0.88	0.003	1.3	78.0	0.5	26.5	0.5	8.0	21.2	1.0	4.0	6.7	12.3	0.4	4.9	6.1	11.0	11.1	4.9	0.1	**0.8**	0.1	1.1	0.1	0.1	**0.5**	100.03
70	Bağrıkurt	84.77	2.54	**7.56**	0.34	0.07	0.03	0.62	0.11	0.09	1.45	0.002	2.4	51.0	4.0	22.1	0.4	33.0	12.1	4.0	16.5	5.0	6.8	1.1	**49.8**	**190.5**	**103.0**	33.0	**209.1**	0.3	**1.7**	0.1	20.4	**1.1**	0.1	**0.7**	99.98
Aritmetik ort.		**56.04**	**6.53**	**17.06**	**1.18**	**7.01**	**1.01**	**1.41**	**0.27**	**0.26**	**0.35**	**0.01**	**8.66**	**342.1**	**23.7**	**98.9**	**2.5**	**59.4**	**74.6**	**20.1**	**32.2**	**18.8**	**30.7**	**9.0**	**56.9**	**108.4**	**204.9**	**131.3**	**194.1**	**0.9**	**11.7**	**0.3**	**9.2**	**6.7**	**1.2**	**5.4**	
Harmonik ort.		22.40	1.94	1.77	0.13	0.20	0.03	0.29	0.05	0.06	0.05	0.01	2.28	80.5	2.7	18.8	0.8	20.3	16.0	2.9	9.1	2.9	5.0	0.7	14.6	10.0	13.6	26.6	10.6	0.2	0.7	0.1	1.7	b	0.1	0.7	
Geometrik ort.		40.23	3.64	6.96	0.29	0.97	0.15	0.52	0.13	0.12	0.11	0.01	3.99	159.3	8.2	39.6	1.6	34.4	32.8	6.7	15.2	8.4	15.1	2.0	31.1	27.5	71.4	45.5	46.7	0.3	1.6	0.2	3.3	0.0	0.2	1.1	
Medyan		61.81	5.33	7.18	0.25	0.48	0.11	0.39	0.11	0.10	0.09	0.01	2.40	186.0	9.0	30.6	2.0	32.0	24.4	5.0	14.8	8.4	15.7	1.1	30.9	16.3	79.0	33.4	50.1	0.3	1.2	0.1	2.2	0.8	0.1	0.6	
Standart Hata		7.92	1.46	4.82	0.61	3.39	0.36	0.62	0.07	0.09	0.13	0.00	2.75	141.7	9.0	39.2	0.5	13.5	21.4	8.9	13.6	6.9	8.6	4.3	14.1	43.0	79.8	64.4	67.1	0.6	9.5	0.2	3.6	5.2	1.0	3.7	
Standart sapma		34.52	6.35	21.01	2.68	14.76	1.58	2.69	0.29	0.37	0.56	0.02	11.99	617.8	39.4	170.7	2.2	58.8	93.1	38.6	59.4	29.9	37.7	18.6	61.3	187.4	347.7	280.5	292.6	2.4	41.3	0.7	15.7	22.7	4.5	16.2	
En Küçük		4.34	0.56	0.15	0.03	0.03	0.01	0.06	0.01	0.01	0.01	0.00	0.60	15.0	0.5	2.7	0.1	8.0	5.2	1.0	2.1	0.3	0.5	0.1	2.6	1.9	1.0	10.0	1.7	0.1	0.1	0.1	0.5	0.0	0.1	0.5	
En Büyük		96.57	22.45	56.62	11.55	51.70	5.45	10.14	1.00	1.44	1.94	0.06	42.30	2804.0	167.4	727.4	7.9	193.0	362.2	171.0	264.4	132.2	154.4	71.6	254.5	685.4	1426.0	1219.0	950.8	10.7	182.0	3.3	63.1	100.0	19.9	70.5	
Aralık		92.23	21.89	56.47	11.52	51.67	5.44	10.08	0.99	1.43	1.93	0.06	41.70	2789.0	166.9	724.7	7.8	185.0	357.0	170.0	262.3	131.9	153.9	71.5	251.9	683.5	1425.0	1209.0	949.1	10.6	181.9	3.2	62.6	100.0	19.8	70.0	
Basıklık		-1.65	0.44	-0.36	13.99	5.77	1.99	7.16	1.18	4.75	3.04	2.41	3.54	16.0	10.3	10.9	1.1	-0.1	4.0	14.6	14.6	12.5	5.9	7.8	5.2	4.9	8.7	14.0	2.9	16.5	18.9	16.2	7.6	18.6	18.9	16.8	
Çarpıklık		-0.25	1.05	1.20	3.61	2.57	1.62	2.80	1.29	2.18	1.96	1.76	2.03	3.9	3.0	3.1	1.3	1.0	1.8	3.7	3.7	3.3	2.3	2.9	2.0	2.3	2.9	3.6	1.9	4.0	4.3	4.0	2.7	4.3	4.3	4.0	
Hesaplanan t		7.08	4.48	3.54	1.92	2.07	2.77	2.28	4.05	3.07	2.70	3.63	3.15	2.41	2.62	2.53	4.96	4.41	3.49	2.27	2.36	2.74	3.55	2.10	4.05	2.52	2.57	2.04	2.89	1.69	1.23	1.98	2.55	1.28	1.14	1.46	
Alt Sınır		39.40	3.47	6.93	-0.11	-0.10	0.24	0.11	0.13	0.08	0.08	0.01	2.88	44.3	4.7	16.6	1.4	31.1	29.7	1.5	3.5	4.4	12.6	0.0	27.4	18.1	37.3	-3.9	53.0	-0.2	-8.3	0.0	1.6	-4.3	-1.0	-2.4	
Üst Sınır		72.68	9.59	27.19	2.47	14.13	1.77	2.70	0.41	0.44	0.62	0.02	14.44	639.8	42.7	181.2	3.5	87.7	119.5	38.7	60.8	33.2	48.8	18.0	86.5	198.7	372.5	266.5	335.1	2.1	31.6	0.7	16.8	17.6	3.4	13.2	

Cevher örneklerinin ortalama Ba miktarı 342 ppm olup anakitlede 44-640 ppm aralığında Ba beklenmektedir. Örneklerdeki Ba 15-2804 ppm arasında olup değişim aralığı 2789 ppm'dir. Yerkabuğu ortalama değerinden (485 ppm; Kabata-Pendias ve Pendias, 2001; Selinus ve ark., 2004; Essington, 2005; Mirsal, 2008; Köksoy, 1991; Krauskopf, 1979) düşük olmasına rağmen bazı numunelerdeki Ba ortalama 7 kat zenginleşmiştir. Sr ise ortalama 99 ppm olup yerkabuğu ortalama değerlerinin 1/3'i kadardır. Bağrıkurt formasyonundan alınan bir numunede 727 ppm Sr belirlenmiştir.

Yerkabuğu ortalama değerlerinin (11.5 ppm; Iskandar ve Birkam, 2001; Kabata-Pendias ve Pendias, 2001; Komatina, 2004; Selinus ve ark., 2004; Essington, 2005; Mirsal, 2008; Köksoy, 1991; Krauskopf, 1979; Çağatay ve ark., 1993) yaklaşık 2 katı (24 ppm) olan Co 0.5-167 ppm arasında değişmektedir (Çizelge 4.11). Ni ise ortalama 131 ppm olup 46 ppm olan yerkabuğu ortalamasından 3.5 kat daha fazladır. Bağrıkurt formasyonundan alınan bir örnekteki 1219 ppm Ni (Çizelge 4.11) ortalamayı artırmıştır.

Örneklerin ortalama 2.5 ppm U, 59 ppm V, 75 ppm Zr, 20 ppm Sc, 32 ppm Y, 19 ppm La ve 31 ppm Ce vardır (Çizelge 4.11). Genel olarak yerkabuğu ortalama değerlerine yakın olan bu elementler bakımından herhangi bir zenginleşmeden söz edilememektedir. Ancak bazı numunelerde bu elementler oldukça yüksek değerlere ulaşmakta olup bu konuda yapılacak araştırmalarda dikkate alınmasında yarar vardır.

Cevher örneklerinin ortalama Mo miktarı 9 ppm ve yerkabuğu ortalaması 1.8 ppm'dir (Iskandar ve Birkam, 2001; Kabata-Pendias ve Pendias, 2001; Komatina, 2004; Selinus ve ark., 2004; Essington, 2005; Mirsal, 2008; Köksoy, 1991; Krauskopf, 1979; Çağatay ve ark., 1993). Bağrıkurt formasyonundan alınan iki numunede sırasıyla 48 ve 72 ppm Mo ölçülmüştür. Mo bakımından ciddi bir zenginleşme söz konusudur.

İncelenen örneklerin Cu içerikleri 57 ppm olup 8-193 ppm aralığında Cu bulunmaktadır. Yerkabuğu ortalama değerlerinden (40.3 ppm) yüksek olan Cu yüzey koşullarındaki ayrışmaya rağmen bir örnekte yaklaşık 5 kat zenginleşmiştir.

Kurşun ise yörede zenginleşen diğer bir element olup örneklerde ortalama 108 ppm Pb bulunmaktadır. Yerkabuğu ortalama değerine (26 ppm; (Iskandar ve Birkam, 2001; Kabata-Pendias ve Pendias, 2001; Komatina, 2004; Selinus ve ark., 2004; Essington, 2005; Mirsal, 2008; Köksoy, 1991; Gümüş, 1979; Krauskopf, 1979; Çağatay ve ark., 1993) göre yaklaşık 4 kat zenginleşen Pb Karadağ metamagmatiklerinden alınan bir örnek dışında daha çok Bağrıkurt formasyonunda zenginleşmiştir. Çinko da Bağrıkurt formasyonu içinde zenginleşmiş olup ortalama 205 ppm'dir. Yerkabuğuna göre (79 ppm) 3.5 kat zenginleşen Zn 1-1426 ppm arasında değişmektedir.

Genellikle düşük sıcaklıklı hidrotermal çözeltilerle zenginleşen Hg, Sb ve As ile birlikte Se hemen hemen bütün numunelerde yerkabuğu ortalama değerlerinden daha yüksek değerlere sahiptir. Örneklerin As, Cd, Sb, Ag, Hg, Tl ve Se içerikleri sırasıyla 194, 1, 12, 0.3, 6.7, 1.2 ve 5.4'tür (Çizelge 4.11). Bozdağ formasyonu içinden alınan civalı karbonatlı kayaç numunesi içinde 63 ppb Au ile birlikte üst deteksiyon limiti 100 ppm'i geçen Hg önemli görülmektedir. Arsenik ise 8.3 ppm yerkabuğu ortalamasına göre 23 kat zenginleşmiş olup birkaç numune dışında tüm numunelerde yüksektir.

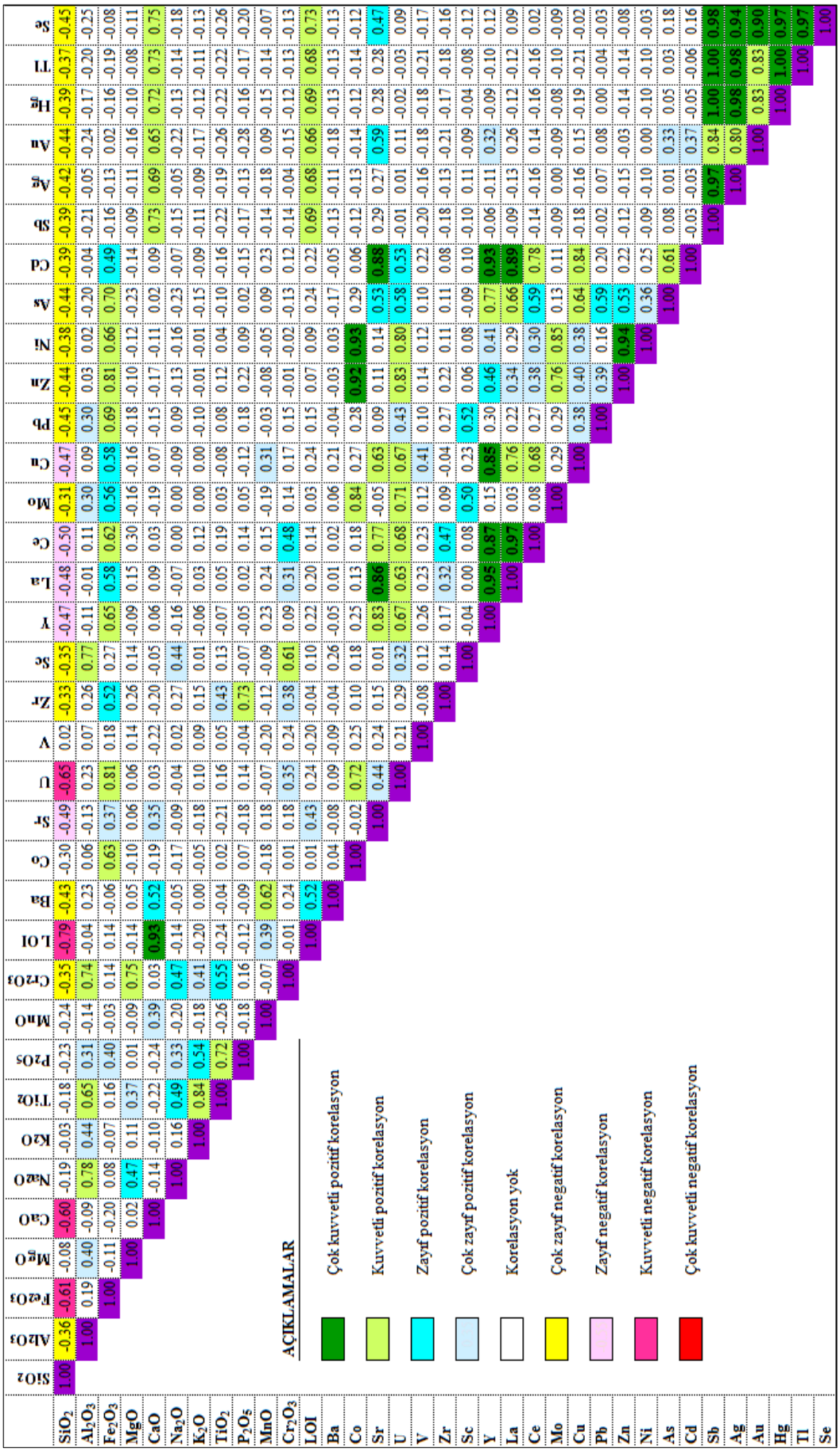
Cevher numunelerinde analiz edilen bileşenlerin birbirleri ile ilişkilerinin şekli, yönü ve kuvvetinin belirlenmesi için yapılan basit korelasyon analizlerinde önemli ilişkiler ortaya çıkmaktadır (Çizelge 4.12). Bu kayaçlarda oldukça önemli oranda bulunan SiO_2 bütün bileşenlerle negatif korelasyona sahiptir. Buna göre SiO_2 kayaç oluşumundan sonra gerçekleşen süreçlerle değişime uğramıştır

Cevher numunelerinde Al_2O_3; Na_2O, TiO_2, Cr_2O_3 ve Sc ile kuvvetli pozitif korelasyona sahiptir. Bazı numunelerde işletme değerlerine ulan Fe_2O_3 ise Co, U, Y, Ce, Pb, Zn, Ni ve As ile kuvvetli pozitif korelasyona sahiptir. MgO ise sadece Cr_2O_3 ile kuvvetli pozitif korelasyon göstermektedir. Ana oksitlerden CaO; ateş zayiatı (LOI) ile göstermiş olduğu çok kuvvetli pozitif korelasyona ek olarak Sb, Ag, Au, Hg, Tl ve Se ile kuvvetli, Na_2O ve Ba ile zayıf pozitif korelasyona sahiptir. K_2O-TiO_2, TiO_2-P_2O_5, P_2O_5-Zr, MnO-Ba ve Cr_2O_3-Sc arasında da kuvvetli pozitif korelasyon vardır.

Cevher numunelerinde Ba; MnO ile kuvvetli sahi olduğu kuvvetli pozitif korelasyonun dışında diğer bileşenlerle kuvvetli pozitif korelasyon göstermezken Sr; La ve Cd ile çok kuvvetli pozitif korelasyona sahiptir. Co; Zn ve Ni ile çok kuvvetli, U ile kuvvetli korelasyon göstermektedir (Çizelge 4.12).

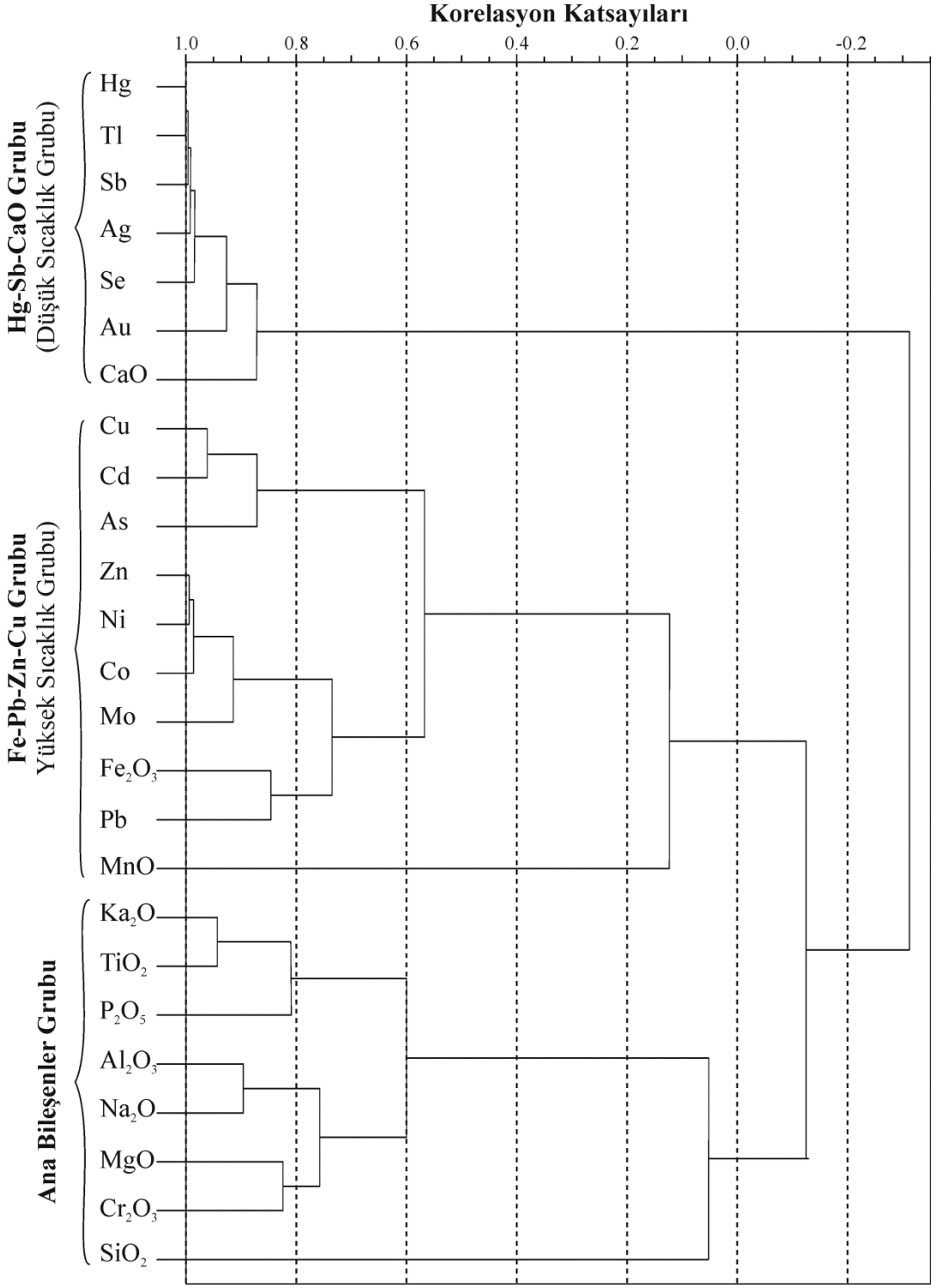
Uranyum; NTE, Pb ve Zn ile kuvvetli pozitif korelasyon göstermektedir. Nadir toprak elementlerinden Sc yukarıda belirtilen korelasyonlar dışında Mo ve Pb ile zayıf pozitif, Y; La, Ce ve Cd ile çok kuvvetli Cu ile kuvvetli pozitif, La; Ce ve Cd ile çok kuvvetli, Cu ve As ile kuvvetli pozitif ve Ce ise Cu ve Cd ile kuvvetli pozitif korelasyona sahiptir. Cevher numunelerinde Mo; Zn ve Ni ile, Cu; As ve Cd ile kuvvetli pozitif korelasyona sahiptir. Cevherleşme ile zenginleşen elementlerden Pb; As ile zayıf pozitif korelasyona sahipken, Zn; Ni ile çok kuvvetli pozitif korelasyon göstermektedir.

Düşük sıcaklıklarda zenginleşen bileşenlerden As; Cd ile kuvvetli pozitif korelasyona sahiptir. Benzer olarak Sb; Ag, Au, Hg, Tl ve Se ile Ag; Au, Hg, Tl ve Se ile, Au; Hg, Tl ve Se ile, Hg: Tl ve Se ile ve Tl Se ile çok kuvvetli ve kuvvetli pozitif korelasyonlar göstermektedir (Çizelge 4.12).



***Çizelge 4.12**. Cevher numunelerine ait korelasyon katsayıları (n=19)*

Cevher numunelerinde analiz edilen bileşenlerin birbirleri ile ilişkilerinin belirlenmesi amacıyla korelasyon katsayıları kullanılarak küme (cluster) analizleri gerçekleştirilmiştir. Küme analizlerinde elde edilen verilere göre hazırlanan dendrogramda ilk bakışta Ana bileşenler, Hg-Sb-CaO (düşük sıcaklık) ve Fe-Pb-Zn-Cu (yüksek sıcaklık) grubu olarak adlanan üç grup ayırt edilebilmektedir (Şekil 4.68).



Şekil 4.68. *Cevher numunelerinde gerçekleştirilen basit korelasyon katsayıları kullanılarak hazırlanan küme (cluster) analizi dendrogramı.*

Küme analizi dendrogramında Ana bileşenler grubu birbiri ile yakın ilişkili Al_2O_3-Na_2O ve MgO-Cr_2O_3 çiftlerine eklenen (K_2O-TiO_2)-P_2O_5 grubu ve bunlara uzaktan eklenen SiO_2 ile temsil edilmektedir (Şekil 4.68). CaO ve Fe_2O_3 dışındaki bütün ana oksitler bu grup içinde yer aldığı için Ana bileşenler grubu olarak adlanmıştır. Cevher numunelerinde kayaçların bileşiminin % 75'inden fazlasını oluşturan ana oksitler bu grupta yer almakta olup kayaçların ilksel oluşumu ile gerçekleşmiştir.

Dendrogramda ikinci grup; (((Zn-Ni)-Co)-Mo) grubuna eklenen Fe_2O_3-Pb çifti, bu gruba eklenen (Cu-Cd)-As ve gruplara uzaktan eklenen MnO ile temsil edilmektedir. Çoğunluğu yerkabuğu ortalama değerlerinden yüksek olan ve genellikle hipojen kökenli olan bu bileşenler Fe-Pb-Zn-Cu grubu (yüksek sıcaklık grubu) olarak adlanmıştır.

Küme analizinde üçüncü grup ise birbirleriyle çok kuvvetli ve kuvvetli pozitif korelasyonlara sahip olan Hg-Tl-Sb-Ag-Se-Au ve bunlara eklenen CaO ile temsil edilmektedir (Şekil 4.68). Çoğunluğu düşük sıcaklıklı epitermal süreçlerle zenginleşebilen bu grup Hg-Sb-CaO (düşük sıcaklık) grubu olarak adlanmıştır.

İncelenen numunelerdeki bileşenlerin herbirinin farklı bir faktörle ilişkili olduğu düşünülerek analizi gerçekleştirilen bileşenlere faktör analizi uygulanmıştır. Ancak 30'un üzerinde bileşenin 19 numune için birlikte değerlendirilmesi faktör analizinde anlamlılığı düşürmektedir. Dolayısıyla hem yankayaçlarla uyumlu olması hem de faktör sayısının azaltılması amacıyla bu bileşenlerden 25'i değerlendirmeye alınmıştır. 19 adet cevher numunesinde analizi yapılan 25 bileşene göre başlangıç eigen değerleri 1'in üstünde olan ilk 7 faktör toplam değişimin % 90.8'ini karşılamaktadır (Çizelge 4.13). Geri kalan 18 faktörün değişim içindeki payı ihmal edilebilecek kadar düşüktür.

Çizelge 4.13. *Cevher numunelerinde gerçekleştirilen faktör analizinde ilk 7 faktörün değişime etkisi ve toplam değişim içindeki payları*

Faktör No	Toplam Değişim	% Değişim	Kümülatif Değişim (%)
1	6.95	27.79	27.79
2	5.59	22.35	50.14
3	3.87	15.47	65.61
4	2.41	9.65	75.26
5	1.59	6.37	81.63
6	1.29	5.14	86.77
7	1.00	4.02	90.79

Cevher numunelerinde değişime etkisi % 27.8 olan birinci faktör Sb, Ag, Au, Hg, Tl ve Se ile CaO'in önemli pozitif faktör yükleri ile temsil edilmektedir (Şekil 4.69). Bu faktörde önemli pozitif faktör yüklerine sahip olan bileşenler küme analizi dendrogramındaki Hg-Sb-CaO (düşük sıcaklık) grubu ile tam olarak örtüşmektedir. Bu

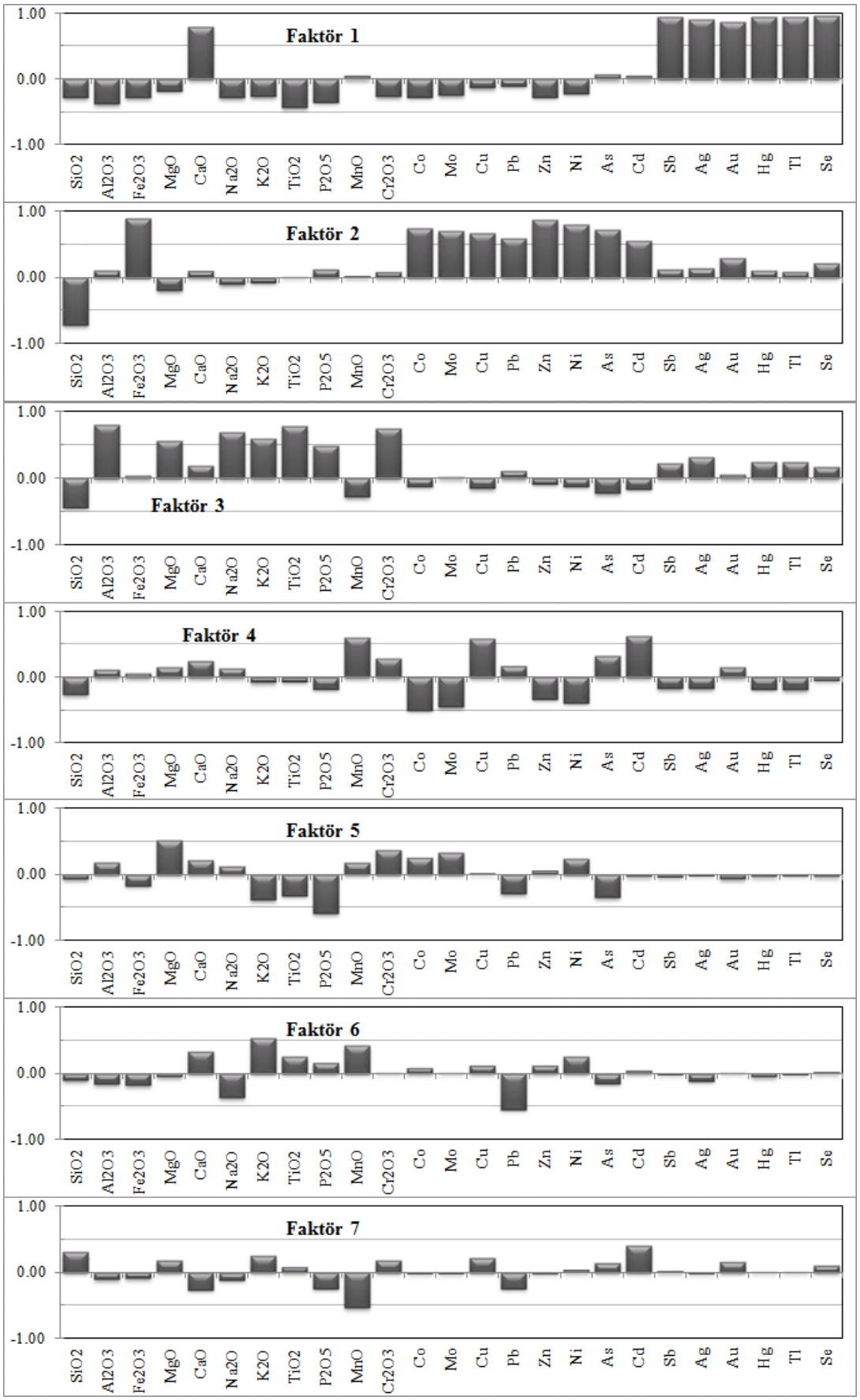
faktörde bulunan elementlerden Hg, Sb ve As'in genellikle düşük sıcaklıklı epitermal çözeltilere bağlı olarak zenginleştikleri bilinmektedir. Ayrıca Ag ve Au'nın da bu şartlarda zenginleşmesi olağandır. Bu faktörde CaO'in de pozitif faktör yüküne sahip olması Bozdağ formasyonu içindeki civa zenginleşmeleri ile ilişkili olduklarını göstermektedir. Dolayısıyla bu faktör epitermal mineralizasyon faktörü olarak tanımlanmalıdır. Yörede gerçekleşen hidrotermal aktivitelerin son evrelerinde gerçekleşmiş olup civa oluşumları ile ilişkili oldukları düşünülmektedir

Cevher numunelerinde değişim etkisi % 22.4 olan ikinci faktör Fe_2O_3, Co, Mo, Cu, Pb, Zn, Ni, As ve Cd'un önemli pozitif faktör yüklerine karşılık SiO_2'in önemli negatif faktör yükleri ile temsil edilmektedir (Şekil 4.69). Pozitif faktör yüklerine sahip olan bileşenler MnO dışında küme analizinde belirtilen fe-Pb-Zn-Cu (yüksek sıcaklık) grubu ile tam olarak örtüşmektedir. Negatif faktör yüküne sahip olan SiO_2 ise dendrogramda Ana bileşenler grubuna oldukça düşük bir katsayı ile eklenmektedir. Bu faktörde pozitif faktör yüküne sahip olan Mo, Cu gibi elementler birinci faktördeki elementlerden daha yüksek sıcaklıklarda oluşmaktadır. Dolayısıyla bu faktör hipotermal veya mezotermal evre koşullarını yansıtmaktadır.

Cevher numunelerinde değişim içindeki payı 15.4 olan üçüncü faktör Al_2O_3, MgO, Na_2O, K_2O, TiO_2, P_2O_5 ve Cr_2O_3'ün önemli pozitif faktör yüklerine karşılık SiO_2 ve MnO'in negatif faktör yükleri ile temsil edilmektedir (Şekil 4.69). Pozitif faktör yüklerine sahip olan bileşenler SiO_2 dışındaki ana bileşenler grubu ile tam olarak örtüşmektedir. Bu faktör farklı litolojik özelliklere sahip olan cevher numunelerinin içinde bulundukları yan kayaçların oluşumunu göstermektedir. MnO, Fe_2O_3, CaO ve SiO_2'in ana bileşenler grubu içinde yer almamasının temel nedeni litolojik farlılıklar ve oluşumdan sonra uğradıkları hidrotermal alterasyonun etkisini göstermektedir.

Cevher numunelerinde ilk üç faktör toplam değişimin % 66'sını etkilemekte olup küme analizi dendrogramında belirlenen üç ana grupla örtüşmektedir. Diğer faktörler ile özellikle metakırıntılı, metakarbonatlı ve metamagmatik kayaçları oluşturan önemli bileşenlerin etkileri ile ortaya çıkmıştır.

Değişimin % 9.7'sini karşılayan dördüncü faktör MnO, Cu ve Cd'un önemli pozitif, Co ve Mo'in negatif faktör yükleri ile temsil edilmektedir (Şekil 4.69). Bu bileşenler küme analizi dendrogramında yüksek sıcaklık mineralizasyonu içinde yer almakta olup özellikle mafik minerallerin bünyesinde yoğunlaşmaktadırlar. Yüzey koşullarında oldukça hareketli olan Cu, Cd ve Mn kayaçlar içinde yanal ve düşey yönde uzun mesafelerde taşınırken Co ve Mo yerlerinde kalarak zenginleşmişlerdir.



Şekil 4.69. *Cevher numunelerinde gerçekleştirilen faktör analizinde ortaya çıkan faktörlere göre faktör yük dağılımı grafikleri*

Cevher numunelerinde değişimin % 6.4'ünü karşılayan beşinci faktör MgO'in pozitif ve P_2O_5'in negatif faktör yükleri ile temsil edilmektedir (Şekil 4.65). Bu faktörde ayrıca Cr_2O_3, Ni ve Co'ta pozitif faktör yüklerine sahiptir. İnceleme alanının güneyindeki ofiyolitik kayaçların içinde önemli magnezit zenginleşmeleri bulunmaktadır. Bu faktör bünyesinde Mg bulunduran silikatlı minerallerin hidrotermal çözeltilerce ayrıştırılması ve ilerleyen süreçte MgO'in kireçtaşlarında dolomitleşmeye katkı sağlamasını kontrol etmektedir. Ni, Co ve Cr'un da pozitif faktör yüklerine sahip olmaları bu teoriyi desteklemektedir.

Değişimin % 5.1'ine karşılık gelen 6. Faktör K_2O'in pozitif Pb'un negatif faktör yükleri ile temsil edilmektedir (Şekil 4.69). İlerleyen ayrışmalarla mafik minerallerin ve mikaların ayrışmasını takip eden süreçte K-feldispatların ayrışması ve özellikle mikaların bünyesinde olağan olan Pb'un yerinde kalarak zenginleşmesini sağlamıştır.

Son faktör olan 7. Faktör MnO'in önemli negatif faktör yükü ile temsil edilmektedir (Şekil 4.69). Küme analizi dendrogramında da yüksek sıcaklık grubuna uzaktan eklenen MgO'in negatif faktör yükü asidik yüzey koşullarında ayrışmaya uğrayan dolomit ve dolomitik kireçtaşlarında açığa çıkan MgO'in yanal olarak uzaklaştırılmasını sağlayan yüzeysel ayrışmayı göstermektedir.

4.3.2.2. Plaser jeokimyası

İnceleme alanında kayaçlarda gözlenen cevherleşmelerin dağılım alanlarının belirlenmesi için 10 farklı dereden dere sedimanı (plaser) numunesi alınarak incelemelere tabi tutulmuştur. Daha sonra bu numunelerden iki tanesinde 0.125-0.25 mm elek aralığında kalan numunelerde kimyasal analizler yapılmıştır (Çizelge 4.14).

Plaser numunelerinde ortalama % 63.31 SiO_2, % 11.88 Al_2O_3, % 4.38 Fe_2O_3, % 1.41 MgO, % 6.52 CaO, % 1.14 Na_2O, % 2.67 K_2O, % 0.47 TiO_2 bulunmaktadır. TiO_2 ve Al_2O_3 dışındaki bileşenlerde daha çok metakırıntılılardan oluşan ana kayaçlarına oranla genel olarak azalma gerçekleşmiştir.

Dağdere yol ayrımındaki kuru dereden alınan 14 no'lu plaser numunesinde Ba, Co, Sr, NTE, Pb, Zn, Ni, As ve Tl dikkati çekecek derecede yüksektir. Bu bölgede yapılacak genel prospeksiyonlarda dere sedimanlarının da ayrıntılı olarak örneklenmesi ve uygun boyutlara ayrılarak analizlerinin yapılmasında yara görülmektedir. 20 numaralı plaser numunesi ise Kurşunlu –Bahçesaray arasından alınmış olup V ve Cu

bakımından dikkati çekmektedir. Saraybahçe T. civarında Cu bakımından detay araştırmalar yapılması gerekmektedir.

Çizelge 4.14. *Plaserlerden alınan numunelere ait istatistiksel özetler (A.O.: Aritmetik Ortalama, G.O.: Geometrik Ortalama, H.O.: Harmonik Ortalama, M.: Medyan, S.H.: Standart Hata, S.S.: Standart Sapma)*

No	Birim	Numune No				İstatistiksel Özet			
		14	20	A.O	G.O.	H.O	M.	S.S.	S.H
SiO_2	%	76.14	50.47	63.31	61.99	60.70	63.31	18.15	12.84
Al_2O_3	%	11.58	12.17	11.88	11.87	11.87	11.88	0.42	0.30
Fe_2O_3	%	3.86	4.90	4.38	4.35	4.32	4.38	0.74	0.52
MgO	%	0.69	2.13	1.41	1.21	1.04	1.41	1.02	0.72
CaO	%	0.30	12.73	6.52	1.95	0.59	6.52	8.79	6.22
Na_2O	%	1.13	1.15	1.14	1.14	1.14	1.14	0.01	0.01
K_2O	%	3.09	2.25	2.67	2.64	2.60	2.67	0.59	0.42
TiO_2	%	0.34	**0.60**	0.47	0.45	0.43	0.47	0.18	0.13
P_2O_5	%	0.06	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08	0.03	0.02
MnO	%	0.02	0.07	0.05	0.04	0.03	0.05	0.04	0.03
Cr_2O_3	%	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
LOI	%	2.70	13.20	7.95	5.97	4.48	7.95	7.42	5.25
Ba	ppm	**1622.00**	97.00	859.50	396.65	183.05	859.50	1078.34	762.50
Co	ppm	**17.30**	17.10	17.20	17.20	17.20	17.20	0.14	0.10
Sr	ppm	**476.40**	86.80	281.60	203.35	146.85	281.60	275.49	194.80
U	ppm	2.30	0.50	1.40	1.07	0.82	1.40	1.27	0.90
V	ppm	29.00	**209.00**	119.00	77.85	50.93	119.00	127.28	90.00
Zr	ppm	75.00	26.40	50.70	44.50	39.05	50.70	34.37	24.30
Sc	ppm	8.00	14.00	11.00	10.58	10.18	11.00	4.24	3.00
Y	ppm	**49.00**	10.30	29.65	22.47	17.02	29.65	27.37	19.35
La	ppm	**35.20**	9.60	22.40	18.38	15.09	22.40	18.10	12.80
Ce	ppm	**45.80**	19.20	32.50	29.65	27.06	32.50	18.81	13.30
Mo	ppm	5.30	0.20	2.75	1.03	0.39	2.75	3.61	2.55
Cu	ppm	30.90	**136.80**	83.85	65.02	50.41	83.85	74.88	52.95
Pb	ppm	**22.20**	1.30	11.75	5.37	2.46	11.75	14.78	10.45
Zn	ppm	45.00	53.00	49.00	48.84	48.67	49.00	5.66	4.00
Ni	ppm	**210.80**	17.95	114.40	61.60	33.17	114.40	136.33	96.40
As	ppm	**28.40**	1.70	15.05	6.95	3.21	15.05	18.88	13.35
Cd	ppm	4.50	0.10	2.30	0.67	0.20	2.30	3.11	2.20
Sb	ppm	1.40	4.80	3.10	2.59	2.17	3.10	2.40	1.70
Ag	ppm	1.10	0.10	0.60	0.33	0.18	0.60	0.71	0.50
Au	ppb	0.50	1.50	1.00	0.87	0.75	1.00	0.71	0.50
Hg	ppm	0.25	0.03	0.10	0.00	-	0.10	0.14	0.10
Tl	ppm	**4.00**	0.10	2.05	0.63	0.20	2.05	2.76	1.95
Se	ppm	1.10	0.50	0.80	0.74	0.69	0.80	0.42	0.30
Sum	%	99.68	99.88	99.78	99.78	99.78	99.78	0.14	0.10

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Konya İli, Selçuklu ve Sarayönü İlçeleri arasında kuzeyde Dağdere Köyü ile güneyde Sızma Kasabası'nın kuzeyi arasında yaklaşık 132 km^2 genişliğinde bir alanda gerçekleştirilen bu çalışmada başlıca aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

İnceleme alanında Bozdağlar Masifi'ne ait kayaçlar yüzeylemekte olup inceleme alanı ve yakın çevresi Toridler Ana Tektonik Birliği içinde yer almakta olup yörede gözlenen birimler Orta Toroslar'daki tektonik birliklerle deneştirilebilmektedir. Buna göre yörenin güneyindeki Ofiyolitik kayaçlar Bozkır birliğine; paraotokton Gökçeyurt grubu Geyikdağı birliğine, Ladik metamorfitleri ise Bolkardağı birliğine karşılık gelmektedir.

Bozdağlar masifinin temelini oluşturan Ladik Metamorfikleri en altta Siluriyen (?)-Devoniyen Permiyen yaşlı Sızma grubu ve bu grubu açı1ı uyumsuz olarak örten Permo (?)-Mesozoyik yaşlı Ardıçlı grubundan oluşmaktadır.

Sızma grubu alttan üste doğru; rekristalize kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve dolomitlerden oluşmuş Silüriyen-Alt Karbonifer yaşlı Bozdağ formasyonu dereceli geçişli olarak fillit, metakumtaşı, rekristalize kireçtaşı, metaçört, şist ve metakarbonat olistolitleri ile temsil edilen Devoniyen-Alt Permiyen yaşlı Bağrıkurt formasyonu ile örtülmektedir. Devoniyen-Permiyen yaşlı Karadağ metamagmatikleri; Bozdağ ve Bağrıkurt formasyonları ile yer yer ara seviyeli yer yer de bu birimleri kesmektedir. Sızma grubu Ardıçlı grubuna ait kayaçlar tarafından açılı uyumsuzlukla örtülmektedir.

Ardıçlı grubu ise, inceleme alanında altta metakonglomera, fillit metakumtaşı ve az oranda rekristalize kireçtaşlarıyla temsil olunan Üst Permiyen Triyas yaşlı Bahçecik formasyonu ve bu birimle dereceli geçişli olan metakarbonat ve metakırıntılılardan oluşan Ertuğrul formasyonlarından oluşmaktadır.

Yöredeki tüm bu birimler, Kuvaterner-Güncel yaşlı alüvyal nitelikli birimler tarafından açılı uyumsuz olarak ötülmektedir.

İnceleme alanındaki metamorfik kayaçlarda gözlenen tektonik yapılar, mineral parajenezleri ve yapı-doku özelliklerine göre en az iki evreli metamorfizma söz konusudur. Yeşilşist fasiyesindeki birincil metamorfizma hidrotermal alterasyon ve/veya okyanus tabanı metamorfizması olup Hersiniyen Orojenezi ile gerçekleşirken mavişist metamorfizması muhtemelen Kretase'de gerçekleşmiştir. Dolayısıyla Ladik metamorfiklerini oluşturan Ardıçlı Grubuna ait kayaçlarla Sızma Grubuna ait kayaçlar

birlikte Alpin orojenezine bağlı olarak Maestrihtiyen-Paleosen döneminde ikinci metamorfizmaya uğramışlardır.

İnceleme alanında yüzeyleyen birimlerin stratigrafik gelişimi, metamorfizma özellikleri ve magmatik aktiviteler bu kayaçların Hersiniyen ve Alpin orojenezlerine maruz kaldıklarını göstermektedir. Kuvaterner – Güncel yaşlı karasal nitelikli genç kırıntılı kayaçlar dışında inceleme alanında yüzeyleyen kayaçların tamamı Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı olup geçirdikleri yapısal jeolojik olaylara bağlı olarak kıvrımlı ve kırıklı bir yapı kazanmışlardır. Erken Triyas öncesinde gerçekleşen Hersiniyen orojenezinin izleri daha sonra Alpin Orojenezi ile büyük ölçüde silinmiştir. İnceleme alanında Hersiniyen orojenezinin izleri Silüriyen-Alt Permiyen yaşlı birimlerin litolojik gelişimi ve Üst Permiyen-Mesozoyik yaşlı Ardıçlı grubunun bu birimleri açılı uyumsuzluk ile örtmesi şeklinde belirlenebilmektedir.

Silüriyen - Üst Permiyen yaşlı metakırıntılı ve metakarbonatlı kayaçlardan oluşan Bağrıkurt formasyonu Hersiniyen hareketlerle ilişkili gelişen bir magmatik yayın ürünü olan Karadağ metamagmatikleri tarafından kesilmiştir.

Ladik metamorfiklerine ait Sızma ve Ardıçlı gruplarına ait kayaçlar Alpin orojenezinin çeşitli fazlarından etkilenerek metamorfizmaya uğramış, yapraklanmış ve yeniden kıvrımlı ve kırıklı bir yapı kazanmışlardır. Alpin Orojenezi Bozdağlar masifinde naplaşmalara neden olmuş ve bu naplaşmalar sonucunda yörenin güneyindeki ofiyolitik kayaçlar Gökçeyurt grubuna ait kayaçları üzerlemiştir.

Yöredeki kayaçların iki büyük dağoluşum hareketinden etkilenmeleri nedeniyle oluşan kırık ve çatlaklarda hem Paleozoyik yaşlı hem de Senozoyik yaşlı magmatik aktivitelere bağlı hidrotermal çözeltiler tarafından Fe, Pb, Zn, Hg mineralizasyonları gerçekleşmiştir.

İnceleme alanında özellikle Bağrıkurt formasyonunda çok sayıda ince damarcıklar halinde spekülaritik hematit oluşumları gözlenmektedir. Yöredeki demir zenginleşmeleri bazen oldukça yoğun olup Bahçesaray'ın batısında metamorfik kayaçlar yer yer tümüyle demiroksitlere dönüşmüşlerdir. Karadağ metamagmatikleri ve Bozdağ formasyonunda da yer yer demir oksit damarları gözlenmektedir.

Demiroksit oluşumları ile birlikte ve bazen ayrı damar ve damarcıklar şeklinde yer yer bakır, çinko ve kurşun minerali zenginleşmeleri bulunmaktadır. Bahçesaray'ın batısındaki Saraybahçe Tepe'de pirit, kalkopirit ve kuvars dolgulu damarlara rastlanmıştır. Ayrıca yukarıda sayılan metalik zenginleşmelerin dışında özel sektör

tarafından yörede birkaç tane ruhsatlı sahada altın ve metalik maden yatağı araştırmaları yapılmaktadır.

Jeokimyasal incelemelerde cevherli numuneler içinde başlıca iki mineralizasyon grubu tespit edilmiş olup bunlar yüksek sıcaklık ve düşük sıcaklık mineralizasyonları olarak tanımlanmıştır.

Yüksek sıcaklık mineralizasyonunda yer alan Fe_2O_3, Cu, Pb, Zn ve Mo ortalama değerleri sırasıyla % 17.06, 57 ppm, 108 ppm, 205 ppm ve 9 ppm olup. Yerkabuğu ortalama değerlerinden yüksektir. Bu bileşenler bazı örneklerde oldukça yüksek olup Fe_2O_3 % 56.62'ye, Cu 255 ppm'e, Pb 685 ppm'e, Zn 1426 ppm'e ve Mo 72 ppm'e ulaşmaktadır. Bu mineralizasyonun Üst Devoniyen-Permiyen döneminde gerçekleşen magmatizma ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Jeokimyasal incelemeler kapsamında yapılan küme analizinde tespit edilen ikinci önemli mineralizasyon ise CaO-Hg- Sb grubu veya diğer adıyla düşük sıcaklıklı mineralizasyon grubu ise Hg başta olmak üzere, Sb, As, Tl, Ag ve Au ile temsil edilmektedir. İncelenen cevher örneklerinde ortalama olarak 7 ppm Hg, 12 ppm Sb, 194 ppm As, 1.2 ppm Tl, 0.3 ppm Ag ve 9.2 ppb Au bulunmaktadır. Litolojik farklılıklardan dolayı ortalama değerleri düşük olan bu elementler bazı örneklerde oldukça yüksektir. Örneğin Hg üst deteksiyon limiti olan 100 ppm'i aşarken, Sb 182 ppm'e, As 951 ppm'e, Tl 20 ppm'e, Ag 3.3 ppm'e ve Au 63 ppb'ye ulaşmaktadır.

Düşük sıcaklık mineralizasyonunda ekonomik olarak zenginleşen civanın en önemli zenginleşmeleri Sızma Kasabası'nın kuzeybatısındaki Büyük Maden ve Çırakman Tepe civarında bölgede yer almaktadır. Ayrıca Çalıcanınbaş, Kurşunlu ve Ardıçlı Tepe'de de daha küçük ölçekli civa oluşumları vardır.

Civa oluşumları başlıca gri gri-koyu renkli, rekristalize kireçtaşı, mermer ve dolomitik mermerlerden oluşan Bozdağ formasyonu ile metakonglomera, metakumtaşı, metakuvars, metaçört, fillit, mikaşist, mikakuvarsşist, metakarbonatlı kayaçlar ve karbonat bloklarından oluşan Bağrıkurt formasyonunun sınırlarında gözlenmektedir. Çalıcanınbaş tepe güneyinde D-B yönünde uzanan kıvrımın kuzey kanadında bulunana civa cevherleşmeleri kireçtaşının kırık sistemlerinin içine veya kireçtaşı-fillit sınırlarına yerleşmiş durumdadır. İnce damarcıklar ve saçılımlar halinde olup daha çok benekler ve 1 cm'den kalın ağsal yapılı damarcıklardan oluşmaktadır. Hidrotermal kuvars ve kalsit yoğun olarak cevherli zonlara eşlik etmektedir. Yörede

başta Büyük Ocak olmak üzere yöredeki Çırakman ve Çalıcanınbaş Tepe zuhurlarında galeriler açılarak işletme yapılmış olup çok sayıda küçük ilkel ocaklar açılmıştır.

Sızma-Ladik civa yataklarında makro olarak zinober, antimonit, pirit, kalsit, kuvars, flüorit ve realgar parajenezi gözlenebilmektedir. Ayrıca orpiment ve arsenopirit le birlikte kuvars, florit ve kalsit parajenezi bulunmaktadır. İnceleme alanındaki hidrotermal alterasyonlar civa yataklarıyla aynı kökenli ve aynı yaşlı olup cevherli zonların çevresindeki karbonatlı kayaçlar, fillit ve şistler çoğunlukla silisleşmiş ve killeşmişlerdir.

Civa yatakları genellikle epitermal (50–200°C sıcaklık) kökenli olup magmatik-hidrotermal çözeltiler yüzeyden 1–600 m derinliklerde civayı çökelterek yatakları oluşturmaktadırlar. Magmatik kökenli olan civa yatakları hipojen, epijenetik ve strata-bound karakterlidir. İnceleme alanındaki civa oluşumları da damar, saçılımlı ve yığışımlar şeklinde gelişmiş olup epijenetik karakter göstermektedir.

Aşağı doğru hareket ederek ısınan veya doğrudan magmatik kaynaktan gelen çözeltiler gerek magmatik kaynaktan gerekse yankayaçlarından çözmüş olduğu metalleri genellikle rahat hareket ettikleri çatlak, fay veya sınırlar boyunca çökeltmektedirler. İnceleme alanında metakarbonatlar ve metakırıntılıların sınırlarında eğim ve doğrultu yönünde düzensizlikler görülen yerler ve kireçtaşı-şist ardalanmalı bölgeler fay zonlarının ezik kısımları, hidrotermal eriyikler halinde taşınan cevherlerin çökelimi için uygun kesimler olup genellikle tenörce zengin cevherler bu gibi yerlerde oluşmuşlardır. Cevherleşmenin düzensiz ve breşik zonlarda bulunmaları yüzeye yakın oluştuğunu göstermektedir. Kayaç geçirgenliği cevher eriyiklerinin dolaşabilmesi ve cevherin yerleşmesi bakımından önemlidir. Birçok yatak, üstü geçirimsiz bir kayaçla örtülü geçirgen kayaç içerisinde oluşmuştur. İnceleme alanında da magmatik kaynaktan gelen veya bu zonlara kadar hareket ettikten sonra ısınan meteorik kökenli cevherli hidrotermal çözeltiler geçirimsiz fillitlerle karşılaştığında daha yukarılara taşınamamış civa mineralizasyonu gerçekleşmiştir.

Sızma-Ladik-Kurşunlu bölgesinde bir milyon tondan fazla civa rezervi vardır. Alterasyon zonları en fazla 100 m genişliğinde ve yaklaşık D-B yönlü zonlar halinde ortaya çıkmaktadır. Altere kısımlar arazide sarımsı yeşil renkleri, toprağımsı görünümleri ve metamorfizmanın hemen hemen tamamen silinmiş olması ile ayrılabilmektedir.

Yeryüzündeki civa yataklarının çoğunun Tersiyer yaşlı veya daha genç volkanizma ile ilgili olduğu görülmektedir. Eski jeolojik devirlerde de civa oluşmuştur, fakat yüzeye yakın olduklarından aşınmışlar, tektonik veya metamorfizmanın etkisiyle kaybolmuşlardır. İnceleme alanındaki civa yataklarında yan kayaçlarının metamorfik olmasına karşın cevherleşme ve buna bağlı alterasyon minerallerinde metamorfizma izlerinin olmaması nedeniyle civa oluşumlarının metamorfik kayaçlardan ve onları kesen Karadağ metamagmatiklerinden daha genç oldukları düşünülmektedir.

İnceleme alanının çevresinde epitermal bir cevherleşmeye kaynaklık yapabilecek genç magmatik aktivite, Konya'nın batısında geniş alanlar kaplayan ve ignimbirit, aglomera, tüf, dasit, andezit, trakiandezit ile temsil edilen Üst Miyosen - Alt Pliyosen yaşlı Erenler-Alacadag Volkaniti olup civa yataklarının genç volkanizma ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Civanın en önemli teknolojik özellikleri, sıcaklık artışına bağlı hızlı hacim artışı ve Au, Ag, Zn, Pb, Al gibi metallerle kolay amalgam oluşturmasıdır. Civa yaygın olarak elektrik aletlerinde (civa buharlı lambalar, pil ve büyük bataryalar vb.), suni ipek sanayinde, kostik soda ve klor üretiminde, dayanıklı boya yapımında, tarım ilaçlarında, eczacılıkta, dişçilikte, kağıt sanayinde, termometre gibi kontrol aletlerinin yapımında, termonükleer endüstrisinde, patlayıcılarda, amalgam yöntemi ile altın ve gümüş üretiminde kullanılmaktadır.

Civa cevherlerinden metal civa eldesi çok kolay olup, cevherli pasalar ısıtıldığında civa buharlaşmakta, civa buharı soğutularak sıvı civa elde edilmektedir. Aşırı zehirli olması ve çevre kirliliğine yol açması nedeniyle zirai ilaçların yapımındaki kullanımı gün geçtikçe azalmaktadır. 1960-1993 yılları arasında yapılan işletme esnasında daha çok yöreden alınan işçiler ocaklarda, galerilerde ve ilk zenginleştirme işlerinde çalışmışlardır. Ancak gerekli güvenlik önlemleri alınmadığından bazı işçilerde önemli akciğer rahatsızlıkları ve kansere problemleri ortaya çıkmıştır.

5.2 Öneriler

İnceleme alanından derlenen numunelerin kimyasal analizleri sonucu yörede orta-yüksek sıcaklıklı ve düşük sıcaklıklı olmak üzere iki tür hidrotermal cevherleşme belirlenmiştir.

İnceleme alanındaki Çalıcanınbaş T. ve civarındaki karbonatlı kayaçların içinde halen işletilmeyi bekleyen civa oluşumlarının bulunması mümkündür. Dolayısıyla bu kesimden itibaren detaylı maden jeolojisi ve jeokimyasal çalışmalar yapılarak epitermal

mineralizasyon ve bunlarla ilişkili Au gibi kıymetli metal yatakları araştırmaları gerçekleştirilmelidir.

Bazı cevher numunelerinde % 50'nin üzerinde Fe_2O_3 tespit edilmiş olup bu örneklerin bazılarında Pb, Zn, As ve diğer metaller de yüksek çıkmıştır. Dolayısıyla işletme sınırını aşan Fe için de ayrıntılı araştırmalar yapılmalıdır.

Bahçesaray'ın hemen batısındaki Saraybahçe Tepe'den alınan bir numunede Fe_2O_3 yanısıra Cu, Pb, Zn, As ve Mo'in de oldukça yüksek değerlere sahip olması nedeniyle ayrıntılı aramaların bu kesimden itibaren yapılmasında yarar görülmektedir.

Kurşunlu-Bahçesaray arasındaki dereden derlenen numune ile Konya-Akşehir yolu Dağdere yol ayrımından alınan numunede karşılaşılan element analizlerine göre dere sedimanları Ba, Co, Sr, Pb, Ni, Co ve Tl bakımından ümit verici değerler içermektedir. Dolayısıyla inceleme alanındaki plaser birikim alanlarından sistematik numune alınarak kaynak kayaçlara doğru ayrıntılı dere sedimanı jeokimyası yapılmalıdır.

Yöredeki cevherleşmelerin daha çok Sızma Grubu'na ait olan Bozdağ ve Bağrıkurt formasyonları ile Karadağ metamagmatiklerinde yer alması nedeniyle yüzeyde yapılacak örneklemelerin bu birimlerin yayılım gösterdiği alanlarda yoğunlaştırılması gerekmektedir.

Çalıcanınbaş Tepe, Saraybahçe Tepe ve Dağdere yol ayrımında yaralar açılarak taze yüzeylerden örnekler alınmalı ve aralıkları 200 m'yi geçmeyecek şekilde en az 150-200 m'lik sondajlar açılarak düşey yönde de gerek litolojik gerekse element değişimleri irdelenmelidir.

Bir ağır metal olarak ciddi çevresel riskleri olan civanın kullanımının oldukça kısıtlanması, üretim şartlarının daha ağırlaşması ve ticari nedenlerle kapanan işletme civarındaki 1 milyon ton civarındaki atıl civa rezervinin gereken mühendislik önlemleri alınarak işletilebilmesi için çözümler üretilmelidir.

Yörede bazı metallerin bitkilerdeki birikimlerinin de araştırılması gerek bazı ağır metallerin bitkiler kullanılarak azaltılması gerekse bitkilerde biriken metallerin üretilebilmesi için deneysel çalışmalar yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

Akçay, M., 1998, Ladik-Sızma (Konya) civa yatakları çevresinde element dağılım profilleri ve altın-gümüş ve baz metal potansiyeli; Jeokimyasal ve istatistiksel bir yaklaşım; *Türkiye Jeol. Bült.,* 41, 1, 37-47

Aksay, A., 1980, Toroslar'da fasiyes yönünden farklı bir Alt Karbonifer istifi (Aladağ bölgesi). *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 23/2, 193-200.

Arık, F, 2014, Konya çevresindeki toprakların jeokimyası, Selçuk Üniversitesi BAP Projesi, Proje No: 09201020, 181 s. Konya

Arık, F., Horasan, B.Y., 2013, Konya (Merkez) Çevresi Toprak Kirliliği Potansiyelinin Araştırılması, *2. Tıbbi Jeoloji Çalıştayı*, Sayı: 1, s.87-116; Antalya

Arık, F., ve Öztürk, A., 2011, Konya'nın yeraltı kaynakları ve potansiyeli, I. Konya Kent Sempozyumu, *TMMOB Konya Kent Konseyi*, Konya, Bildiriler, 161-174.

Ayhan, A. ve Lengeranlı, Y., 1986. Yahyalı-Demirkazık (Aladağlar yöresi) arasının tektonostratigrafik özellikleri, *Jeoloji Müh. Derg.,* 27, 31-48.

Ayhan, A. ve Zedef, V., 1996, Meram-Çayırbağı (Konya) Yöresindeki Kromit Oluşumlarının Jeolojisi, Selçuk Üniversitesi Araştırma Fonu, Proje No: MMF-96-029, 20 s.

Aytekin, V., 1977, Konya civarındaki manyezit cevherlerinin konsantrasyonu ve sinterleşmesi ile ilgili etüt-araştırma çalışmaları hakkında kesin rapor, İ.T.Ü. Maden Fakültesi, 15-20.

Banger, N., 1987, Karadğ (Sızma-Konya) çevresinin jeolojik - petrografik incelemesi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniv. Fen Bilimleri Enst.*, 60 s.

Barnes, H. L., O'Neil, J.R., Rapp, J.B., and White, D.E., 1973, Silica-carbonate alteration of serpentine: Wall-rock alteration in mercury deposits of the California Coast Ranges, Jour. Economic Geology, 68, 388-398.

Baş, H. ve Koçak, K., 1994, Metamorfik Kayaçlar; Selçuk Üniv. Müh.-Mim. Fak. Jeoloji Böl., Ders Notları, Kombassan Bas., Konya, 128 s.

Bayiç, A., 1968, Sızma-Konya metaporfiritleri hakkında, *M.T.A dergisi*, 70, 214-228.

Bekişoğlu, K.A., 1968, Türkiye civa yatakları ve bunların ekonomik önemi, *M.T.A Raporu* 19-30.

Besang, C., Eckhart, F. J., Harre, W., Kreuzer, H., Müller, P., 1977, "Radiometrische altersbestimmungen an Neogen eruptiugesteinen der Turkei", Jb, B25, 3-36.

Bozoğlu, M. S., 2003, "Konya batı-güneybatısındaki ignimbiritlerin mineralojik, petrografik ve jeokimyasal incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta, 46s.

Brennich, G., 1954, 1/100 000 ölçekli genel jeolojik harita izahnamesi, Aksehir (90-1, 2, 3, 4) ve Ilgın (91/1 ve 91/3) paftaları, *M.T.A. Derleme Rapor* No:2514 (Yayınlanmamış).

Bulduk, A., Topçuoğlu, T., Tekdere, M., Solak, N., Horasan, Ö., Süzer, C. ve Kul, H.H., 2008, Konya İli Nazım İmar Planına Esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporu, Konya Büyükşehir Belediyesi, İmar ve Şehircilik Daire Başkanlığı, 146 s.

Çağatay, N., Erler, A., Güleç, N., Savaşçın, Y. ve Tokel, S., 1993, Jeokimya Temel Kavramlar ve İlkeler, İkinci Baskı, (Ed: N. Çağatay, A. Erler), Ankara, 291 s.

Çelik, M., Temel, A., Tunoğlu, C. ve Orhan, H., 1994, "Konya-Akören-Seydişehir-Doğanbey arasında yer alan kil oluşumlarının özelliklerinin incelenmesi ve

ekonomik öneminin araştırılması", TÜBİTAK projesi, proje no: YBAG 0040 / DPT.

Daşçı, H. T., 2007, Konya Melanjı İçerisinde Yer Alan Amfibolitlerin Kökeni, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 57 s.

Demirkol, C., 1977, Yalvaç-Aksehir dolayının jeolojisi, Doçentlik Tezi, *S.Ü. Fen Fakültesi, ,* Konya, 107 s. (Yayınlanmamıs).

Demirkol, C., Sipahi, H. ve Çiçek, S., 1977, Sultandağının stratigrafisi ve jeoloji evrimi, M.T.A. Rapor No:6305 (Yayınlanmamış).

Demirtaşlı, E., 1984, "Stratigraphy and tectonics of the area between Silifke and Anamur", International Symposium on the Geology of the Taurus Belt, Ankara, 101-108.

Doğan, A., 1975, Sızma - Ladik (Konya) civa sahasının jeolojisi ve maden yatakları sorunlarının incelenmesi; İstanbul Üniv. Fen Fak. Yük. Müh. Dipl. Çalış. 39 s.

Eren Y., 1990, Engilli (Akşehir) ve Bağkonak (Yalvaç) Köyleri Arasında Sultan Dağları Masifinin Tektonik Özellikleri, *Türkiye Jeol. Bült.*, 33/1, 39-50.

Eren, Y. ve Kurt, H., 2000, The stratigraphical, geochemical and geodynamical modeling of the Northeast margin of Menderes-Taurus Block, *S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Derg.*, 15, (l),25-42.

Eren, Y., 1993a, Eldeş-Gökçeyurt-Derbent-Söğütözü (Konya) arasının jeolojisi, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, (yayınlanmamış), 224s.

Eren, Y., 1993b, Konya kuzeybatısında Ilgın-Kadınhanı güneyinin stratigrafisi, 46. *Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Bildiri Özleri, 72.

Eren, Y., 1993c, Konya Kuzeybatısında Bozdağlar Masifinin Otokton Ve Örtü Birimlerinin Stratigrafisi; *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 36, 7-23.

Eren, Y., 1995, Ilgın - Sarayönü (Konya) güneyinde Bozdağlar masifinin stratigrafisi ve jeoloji evrimi, **K.T.Ü. 30. Yıl Sempozyumu**, Bildiri Özleri, 104.

Eren, Y., 1996a, "Sille - Tatköy (Bozdağlar masifi - Konya) kuzeyinde Alpin öncesi bindirmeler", *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, Konya, 11, 163-169.

Eren, Y., 1996b, Ilgın - Sarayönü (Konya) güneyinde Bozdağlar masifinin yapısal özellikleri, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 39/2 49-64.

Eren, Y., 2003, Konya Bölgesinin Depremselliği, *Türkiye Petrol Jeologları Derneği* (Özel sayı), 5, 11; 112.

Eren, Y., 2004, Konya çöküntüsünün (grabeni) yapısal özelliği ve depremselliği, *Yeni İpek Yolu Dergisi*, 17/196, 24-26

Eren, Y., Kurt, H., Rosselet, F. and Stampfli, G., 2004, Paleozoic Deformation and Magmatism in the Northern Area of the Anatolide Block (Konya), Witness of the Palaeotethys Active Magrin, Eclogae Geol. Helv. 97, 293-306.

Essington, M.E., 2005, Soil and water chemistry: an integrative approach, ISBN: 0-8493-1258-2, CRC Press, Boca Raton London New York Washington, D.C.534 pp.

Göçmez, G., 2008, Tatlı Su Kaynakları ve Çevresinin Jeoloji -Hidrojeoloji-Koruma Alanları Raporu. s: 102, Konya.

Göger, E. ve Kıral, K., 1973, Kızılören Dolayının (Konya'nın Batısı) Genel Stratigrafisi. M.T. A Rap. No: 5204 (Yayımlanmamış).

Göğer, E. ve Kıral, K., 1969, "Kızılören dolayının jeolojisi", M.T.A. rapor no: 5204 (yayınlanmamış).

Gökçe, A., 1995, Metalik maden yatakları, *Cumhuriyet Üniversitesi yayınları*, no 59, 307

Görmüş, M., 1984, "Kızılören (Konya) dolayının jeoloji incelemesi", Yüksek Lisans Tezi, *S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü* ,Konya, 67 s. (yayınlanmamış).

Gümüş, A., 1979, Metalik maden yatakları; *Çağlayan Kitabevi*, İstanbul, 548 s.

Gürtekin, G. ve Albayrak, M, 2006, Antigoritin ısıl reaksiyonu: XRD, DTA-TG çalışması, *MTA Dergisi*, 133, 37-46.

Gürtekin, G., 2001, Çayırbağı (Konya) ofiyolitlerine ait serpantinitlerdeki mineralizasyon evreleri, Yüksek Mühendislik Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 93 s (yayımlanmamış)

Güyer, F., Günaydın, B., Akbulut, İ., Ak, S., 1998, Konya İli Çevre Jeolojisi Ve Doğal Kaynakları; M.T.A., Konya.

Güzel, A., 1983, Sarayönü - Kadınhanı (Konya) dolayının hidrojeoloji incelemesi; Doktara Tezi, *Selçuk Üniv. Fen Bil Enst.*,Konya, 115 s.

Hakyemez, H. Y., Elibol, E., Umut, M., Bakırhan, B., Dağıstan, H., Metin, T. ve Erdoğan, N., 1992, Konya, Çumra Akören dolayının jeolojisi, MTA Rap. No 9449, 63 s. Ankara,

Hekimbaşı, E. B., 1997, Sızma - Kadınhanı dolayı petrografi incelemesi, Doktora Tezi, *Selçuk Üniv. Fen Bil. Enst.,* 217 s.

Holl, R., 1965, Türkiye civa ve antimon yatakları, Doktora tezi (yayınlanmamış).

Horasan, B. Y. ve Temur, S., 2006, Sızma (Konya) Civa Yataklarıyla ilişkili epitermal çözeltilere bağlı yankayaç alterasyonu, TMMOB, JMO, *Türkiye Jeoloji Bülteni,* 49 (3) 41-65.

Horasan, B. Y., 2005, Sızma (Konya) civa yataklarıyla ilişkili hidrotermal alterasyon; Yüksek Lisans Tezi, *Selcuk Üniv. Fen. Bil. Enst.*,Konya, 61 s.

Horasan, B. Y., 2014, Konya çevresindeki topraklarin jeokimyası, Doktora Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Konya, s.231

Kaaden, G., 1964, Konya ve Eskişehir yakınlarındaki manyezit zuhurlarının prospeksiyonu. M.T.A. rapor No: 3451.

Kaaden, V.D. G., 1966; The significance and distribution of glaucophane rocks in Turkey. *M.T.A. Bulletin*, 67, 36-67.

Kabata-Pendias, A., Pendias, H., 2001, Trace Elements in Soils and Plants, 3.th. edition, CRC press LLC, 413 p.

Kadir, S. ve Karakaş, Z., 2000, "Konya Miyosen yaşlı volkanik birimlerin mineralojik-petrografik ve jeokimyasal incelenmesi ile neoform kil mineral oluşumlarının irdelenmesi", *MTA Dergisi* 122, 95-106.

Karakoç, İ. 1996, Hatip - Çayırbağı- Çaldağı (Konya) ve kuzeyinin jeolojisi, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,* Konya, 62 s. (yayınlanmamış).

Keller, J., Jung, D., Burgath, K. ve Wolff, F., 1977, "Geologie und petrologie des Neogenen kalkalkali vulkanismus von Konya (Erenlerdağı-Alacadağ Massiv, Zentral Anatolien)", Geol., Jahrbuch, Reihe B, Heft 25, 37-117.

Ketin, I., 1966, Anadolunun tektonik birlikleri (Tectonic units of Anatolian Asia Minor), *M.T.A. Enstitüsü Dergisi*, 66, 20-34.

Koçak, K., 2008, Mineralogical and Petrographical Characteristics of the Rock Fragments in Phyllites of Bagrıkurt (Konya) Formation, *S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Derg.*, 23, (4), 57-63.

Komatina, M. M., 2004, Medical Geology - Effects of Geological Environments on Human Health, developments in earth Environmental Sciences, Elsevier Academic Press, 488 pp.

Kovenko, V., 1939, Konya mıntıkasındaki Sızma Köyü civa madeninde yapılan gezintiye dair kısa not; Maden Teknik ve Arama Rapor No: 919, 9 s

Köksoy, M., 1991, Uygulamalı Jeokimya, *Hacettepe Üniversitesi Yayınları*, A 64, Ankara 368 s.

Krauskopf, K.B., 1979, Introduction to Geochemistry (2. Baskı): McGraw- Hill, 617 s.

Kurt, H. 1994: Petrography and Geochemistry of Kadınhanı (Konya) area, Central Turkey. PhD., *Glasgow University (Unpublished),* U.K., 191 pp.

Kurt, H. 1996: Geochemical characteristics of the meta-igneous rocks near Kadınhanı (Konya), Turkey. Geosound 28, 1–22.

Kurt, H. 1997a: Geochemistry of metasedimentary rocks of the Kadınhanı (Konya) area, Turkey. Geosound 31, 1–21.

Kurt, H. 1997b: Petrochemistry of metabasites in the metapelitic rocks of the north of Yükselen (Kadınhanı). Konya. *Selçuk Üniv. 20. Yıl Jeoloji Semp.,* Bildiriler, 329–339.

Kurt, H. and Eren, Y. 1998: Petrographical and geochemical characteristics of metacarbonates in the Bozdag˘ Formation, northwest Konya. Min. Mag. 62 A, 834–835.

Kurt, S., Akgül, B. ve Kurt, H. 2005, "Sağlık-Erenkaya (Konya Batısı) yöresi volkanik kayaçlarının petrografik ve jeokimyasal özellikleri" *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi,* Elazığ, 17 (1), 190-204.

Kuru, D. ve Yıldız, M., 1963, 373/200 sayılı Sızma-Konya civa madeni ruhsat sahası incelemeleri neticesi, Konya-Ilgın-Sızma Maden Teknik ve Arama Rap. No: 3837, (Yayınlanmamış). 49 s.

Maucher, A., 1964, Konya vilayeti Ladik ve Sızma çevrelerinde bulunan civa zuhurlarının gezilmesine ait rapor. M.T.A. Rapor No:3695 (Yayınlanmamıs).

Metin, S., Genç, Ş., Bulut, V., Ölmez M., Kılıç İ., Akıncı, A., Umut, M., Kurt Z., 1988, Bolvadin (Afyon) - Yunak (Konya) dolayının Jeolojisi, M.T.A. Raporu No: 8522 (Yayımlanmamış).

Mirsal, I. A., 2008, Soil Pollution, Origin, Monitoring and Remediation, 2nd Edition, ISBN: 978-3-540-70775-2, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 311 pp.

Motorcu, A., 1988, Ladik – Sızma civa yataklarının incelenmesi; Yüksek Lisans Tezi ,*Selçuk Üniv. Fen Bil. Enst*., Konya 63 s.

Murdock, T. G., 1958, Mercury deposits of the Konya region; U. S. Bur. Mines. Mineral Trade Notes, 47, 3, 47-57.

Niefhoff, W., 1961, 1/100.000 ölçekli Akşehir 90/2 paftası, Ilgın 91/1, 91/3 ve 91/4 paftası üzerinde 1961 yaz mevsiminde yapılmış revizyon çalışmaları hakkında rapor; Maden Teknik ve Arama Derleme Raporu, No: 3387, 34 s.

Okay, A. İ., 1986, High - pressure / low temperature metamorfic rocks of Turkey, in bleuschists and eclogites; The Geol Sos. Amer., Mem, 164, 338-348.

Okay, A. İ., 1989, Alpine-Himalayan blueschists. Ann. Rev. Earth Planet. Sci., 17, 55-87.

Okay, A. İ., and Tüysüz, O., 1999, Tethyan sutures of northern Turkey. In "The Mediterranean Basins: Tertiary extension within the Alpine orogen" (eds. B. Durand, L. Jolivet, F. Horváth and M. Séranne), Geological Society, London, Special Publication 156, 475-515.

Önal, G., 2007, Meram-Çayırbağı (Konya) ve Sarıkavak (Mersin) Manyezit Yataklarının Jeokimyasal İncelemesi, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 93 s.

Öngür, T., 1973, Sandıklı (Afyon) jeotermal araştırma bölgesine ilişkin jeolojik durum ve jeotermal enerji olanakları: MTA Rap. 5520 (yayımlanmamış), Ankara.

Özcan, A., Göncüoğlu, C, Turhan, N., Şentürk, K., Uysal, Ş. ve Işık, A, 1990a. Konya-Kadınhanı-Ilgın dolayının temel jeolojisi. M.T.A. rap. no:9535.

Özcan, A., Göncüoğlu, M. C., Turhan, N., Şentürk, K., Uysal, S. ve Işık, A, 1990b, Geology of the basement rocks of the Konya- Altınekin-Kadınhanı-Ilgın region. Min. Res. Expl. Rep. 9535 (in Turkish, English abstr.).

Özcan, A., Göncüoğlu, M. C., Turhan, N., Uysal, Ş., Şentürk, K. and Işık, A., 1988, Late Paleozoic evalution of the Kütahya –Bolkardağ Belt; METU J. of Pure and Appl. Sci. Series A "Geosciences", I,. 21, 1-3, 211-220.

Özgül N., 1976, "Toroslar'ın Bazı Temel Jeoloji Özellikleri", *Türkiye Jeoloji Kur. Bült.*, 19-1, 65-78.

Özgüner M. A., 1986, Kızılören-Sağlık-Seylik Tepe ve Tekneninkafa Tepe kaolenitik bentonit sahası özet jeoloji raporu, MTA, Konya.

Öztürk, A. ve Baykal, A., 2012, Hatıp-Çayırbağı (Meram-Konya) Bölgesinde Yüzeylenen Ofiyolitik Kayaçlarda Jeofizik Yöntemlerle Ağır Ve Kıymetli Metal Aranması, *S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Derg*. 27 (4) ISSN: 1304-8708 (Elektronik)

Öztürk, E.M., Öztürk, Z., Acar, S. ve Ayaroğlu, A., 1981, Şarkikaraağaç (Isparta) ve dolayının jeolojisi, M.T.A. Rapor No:7045 (Yayınlanmamış).

Pehlivan, A. N., 1976, Etibank Konya civa isletme Sizma-Ladik sahalarina ait rapor. Maden Teknik ve Arama Rap., No 5757, 43 s

Petrascheck, W.E., 1964, Konya vilayeti Ladik civa madeninin 1/25.000 ölçekli harita etüdü hakkında ara rapor; Maden Teknik ve Arama Raporu, No: 3788, 111 s.

Pilz, R., 1937, Konya –Sızma civa ve bakır madenleri hakkında rapor; Maden Teknik ve Arama Raporu, No: 544, 12 s.

Roberts, N., 1982, Age paleoenvironments and climatic significance of Late Pliocene Konya Lake, Turkey, Quaternary Research, 19, 154 -171.

Schumacher, F., 1937, Sızma madenindeki civa zuhurlarına ait rapor; Maden Teknik ve Arama Raporu, No: 545, 73 s.

Selinus, O., Alloway, B., Centeno, J.A., Finkelman, R.B., Fuge, R., Lindh, U., Smedly, P., 2004, Essentials of Medical Geology, Impacts of the Natural Environment on Public Health, Elsevier Academic Press, 812 p.

Selley, R.C., 1978, Ancient sedimentary environments. Chapman and Hall Ltd., London, 237 s.

Sevgil, B., 1979, "Konya ili Sille ilçesi Takkelidağ bentonit raporu", MTA, Konya.

Sevgil, B., 1981, Konya ili - merkez ilçesi - Sağlık Köyü bentonit raporu, MTA, Konya.

Sharpless, F.F., 1908, Anadolu Konya civa madenleri; Maden Teknik ve Arama Raporu, No: 542, 41 s.

Sincan, M., 1980, Konya Sağlık Seylik Tepe bentonit raporu, MTA, Konya.

Şengör, A. M. C. and Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach, Tectonophysics, 75, 81-241.

Tapur, T., 1998, Eski Konya Gölü ve Çevresinin Fiziki Coğrafya Özellikleri. S.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Konya.

Temur S., 2001, Civa Yatakları, Metalik Maden Yatakları, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 133-137.

Tuncay, A, 1998, Çayırbağı-Meram (Konya) manyezitlerinin jeolojik, mineralojik ve ekonomik özelliklerinin araştırılması, Doktora Tezi, *İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul 167 s.

Tuncay, A., 2000, Çayırbağı-Meram (Konya) Manyezitlerinin Kökeni Üzerine; *Türkiye Jeoloji Bül.*, 43,2, 21-31.

Tunçez, S. ve Candan, E., 2008, Konya İl Çevre Durum Raporu, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Konya İl Çevre Ve Orman Müdürlüğü ÇED ve Planlama Şubesi, 381 s.

Turan, A., 1990, Toroslar'da Hadim(Konya) Ve Güneybatısının Jeolojisi, Stratigrafisi Ve Tektonik Gelişimi; Doktora Tezi, *S.Ü., Fen. Bil. Enst.*, Konya, 229 s. (yayınlanmamış).

Turan, A., Küpeli, Ş. ve Karakoç, İ., 1997, Lorasdağı-Çaldağı ile Hatunsaray (Konya batısı) Arasında Kalan Bölgenin Stratigrafisi Ve Bazı Tektonik Özellikleri, *Geosound Yerbilimleri Derg.*, 30, 305-318.

Umut, M., 2009a, 1/100000 ölçekli Ilgın-L28 paftası jeoloji haritası, ları, MTA Gen. Müd. Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, No: 121, 13 s. Ankara.

Umut, M., 2009b, 1/100000 ölçekli Ilgın-L29 paftası jeoloji haritası, ları, MTA Gen. Müd. Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, No: 122, 17 s. Ankara.

Umut, M., Karabıyıkoğlu, M., Saraç, G., Bulut, V., Demirci, A.R., Erkan, M., Kurt, Z., Metin, S., Özgönül, E., 1987, Tuzlukçu-Ilgın-Doğanhisar-Doğanbey (Konya) Dolayının Jeolojisi; M.T.A. Derleme Rapor no: 8246 Konya (Yayınlanmamış).

Uygun, A., Aras, A., Aygün M., Ayok F., Baş, H., Bilgiç, T., Çelik, E., Eren, B., Erkan M.C., Eskin N., Fişekçi A., Kayakıran S., Soytürk H., Yaşar M., Zorlu D., 1982, Tuz Gölü Projesi Raporu. Cilt ll, M.T.A. Derleme Rap. No: 6859 (Yayımlanmamış).

Uysal, F., 2008, Hatip-Pamukçu-Dikmeli-Karadiğin (Konya) Civarının Jeolojisi ve Yöredeki Karbonatlı Kayaçların Yapıtaşı Olarak Kullanılabilme Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya, 49 s.

Üstündağ, A., 1987, Sızma – kurşunlu – Meydan - Bağrıkurt köyleri arasında Karadağ çevresinin jeolojisi; Yüksek Lisans Tezi, *Selçuk Üniv. Fen Bil. Enst*. Konya, 65 s.

Wiesner, K. 1968, Konya mercury deposits and studies on them. Min. Res. Expl. Bull. 70, 178-213 (in Turkish)

Wiesner, K. ve Lehnert, T.K.L., 1964, Sızma - Ladik civa yatakları, Maden Teknik ve Arama Raporu, No: 551, 60 s.

Yeniyol, M., 1982. Yunak (Konya) manyezitlerinin oluşum sorunları, değerlendirilmeleri ve yöre kayaçlarının petrojenezi. *İstanbul Yerbilimleri Dergisi, İstanbul,* Cilt 3, Sayı 1-2, , 21-51.

Yıldız M., 1978, Türkiye'de bazı civa yataklarının oluşum ve mukayesesi, *M.T.A yayınları*, no 173, 90.

Yılmaz, A., Kuşçu, M., 2011, Manyezit yataklarının oluşumu, sınıflandırılması, kullanım alanları ve kalite sınıflandırılması, *Mavi Gezegen*, 16, 25-31.

Zedef, V., 1994, The origin of magnesite in Turkey, a stable isotope study: Unpublished Ph.D. thesis, *Glasgow University*, Glasgow, UK, 159 p.

Zedef, V., Russell, M. J., Fallick, A. E., and Hall, A. J., 2000, Genesis of Vein Stockwork and Sedimentary Magnesite and Hydromagnesite Deposits in the Ultramafic Terranes of Southwestern Turkey: A Stable Isotope Study Economic Geology Vol. 95, pp. 429-446.

EKLER

EK-1 Kurşunlu-Dağdere (Selçuklu, KONYA) arasının Jeoloji Haritası

EK-2 Kurşunlu-Dağdere (Selçuklu, KONYA) arasının Jeolojik Kesitleri

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Zahide Seher ATEŞ
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : KONYA 04.01.1986
Telefon :
Faks :
e-mail :

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Mehmet Akif ERSOY Lisesi, Selçuklu,KONYA	2003
Üniversite	:	Selçuk Üniversitesi, Selçuklu,KONYA	2009
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi, Selçuklu,KONYA	2014
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2011-2014	Erzincan Çevre ve Şehircilik İl Md.lüğü	Jeoloji Müh.
2014-Devam	Konya Çevre ve Şehircilik İl Md.lüğü	Jeoloji Müh.

UZMANLIK ALANI: Maden Yatakları - Jeokimya

YABANCI DİLLER : İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR