

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇORUM- KARGI GÖKÇEDOĞAN KÖYÜ KUZEYİ
BAZİK KAYALARA BAĞLI
DEMİR VE BAKIR OLUŞUMLARININ İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hamza SAMAST

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Jeoloji Mühendisliği Programı

MAYIS 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇORUM- KARGI GÖKÇEDOĞAN KÖYÜ KUZEYİ
BAZİK KAYALARA BAĞLI
DEMİR VE BAKIR OLUŞUMLARININ İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Hamza SAMAST
(505121306)**

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Jeoloji Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mustafa KUMRAL

MAYIS 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 505121306 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Hamza SAMAST**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**ÇORUM- KARGI GÖKÇEDOĞAN KÖYÜ KUZEYİ BAZIK KAYALARA BAĞLI DEMİR VE BAKIR OLUŞUMLARININ İNCELENMESİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Mustafa KUMRAL**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç Dr. Nurullah HANILÇI**
İstanbul Üniversitesi

Doç Dr. Emin ÇİFTÇİ
İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **04 Mayıs 2015**
Savunma Tarihi : **29 Mayıs 2015**

ÖNSÖZ

İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği prgramında yapılan bu tez çalışmasının her aşamasında bana yardımcı olan, inanan ve bütün bilgilerini ve deneyimlerini benimle paylaşan danışmanım Doç.Dr. Mustafa KUMRAL' a en içten saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tezimin gelişmesinde ve şekillenmesinde bana yardımcı olan Doç. Dr. Nurullah HANILÇI, Yrd. Doç Dr. Selman AYDOĞAN ve Doç. Dr. Emin ÇİFTÇİ' ye teşekkürlerimi bir borç bilirim.

İnce ve parlak kesitlerin hazırlanmasında bana yardımcı olan ve kolaylıklar sağlayan İ.T.Ü. Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği bölümü ince kesit atölyesi sorumlusu Mehmet Ali ORAL' a teşekkür ederim.

Tezimin arazi çalışmalarında ve yazım sürecinde benden yardımlarını ve bilgilerini esirgemeyen değerli abim Cihan YALÇIN' a çok teşekkür ederim. Tezimin başından sonuna kadar her aşamasında bana yardım eden arkadaşlarım Amr ABDELNASSER KHALİL, Mustafa KAYA, Ömer TAŞ, Ahmet M. ÖTELEŞ, Sercan ÖZTÜRK, Lokman GÜMÜŞ, Hüseyin KOCATÜRK, Ali Tuğcan ÜNLÜER ve Orkun TÜMER' e teşekkür ederim.

Hayatımın her anında,maddi ve manevi beni koşulsuz destekleyen annem Nezaket SAMAST'a ve babam Kemal SAMAST'a, ayrıca bu aşamada bana sürekli moral veren, yanımda olan ve benim için çok kıymetli olan nişanlım Ayşe Aybüke SAMAST' a tarif edemeyeceğim teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2015

Hamza SAMAST
(Jeoloji Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
TABLO LİSTESİ	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı ve Yöntemi	2
1.3. İnceleme Alanının Tanıtılması.....	3
1.3.1. Coğrafi Konum	3
1.3.2. Morfoloji	4
1.3.3. İklim ve Bitki Örtüsü	4
1.3.4. Nüfus ve Yerleşim.....	4
1.4. Önceki Çalışmalar.....	4
2. STRATİGRAFİK JEOLojİ.....	7
2.1. Otokton Birimler	8
2.1.1. Bekirli Formasyonu (TRJb)	8
2.1.1. Beşpınar Formasyonu (KTpeb)	10
2.2. Allokon Birimler	12
2.2.1. Kargı Ofiyoliti (Kok)	12
2.2.1. Saraycık Formasyonu (Ks)	14
2.3. Örtü Çökelleri.....	18
2.3.1. Ilgaz Formasyonu (Tplı)	18
2.3.1. Alüvyon (Qal)	18
3. YAPISAL JEOLojİ.....	19
3.1. Tektonik	19
3.1.1. Faylar	19
3.1.2. Bindirme.....	20
3.1.3. Kıvrımlar	21
4. EKONOMİK JEOLojİ	23
4.1. Belen Cevherleşmesi	23
4.2. Yergen Cevherleşmesi	35
4.3. Fındıklıyar Cevherleşmesi	41
4.4. Ana ve İz Element Jeokimyası	47
4.5. Alterasyon Jeokimyası	54
5. TARTIŞMA	59
KAYNAKLAR	65
EKLER.....	69

KISALTMALAR

py	: Pirit
ccp	: Kalkopirit
mal	: Malakit
bor	: Bornit
kov	: Kovellit
qz	: Kuvar
hm	: Hematit
mg	: Magnetit
MORM	: Okyanus Ortası Sırt Bazaltları
IAT	: AdaYayı Toleyikleri
WPT	: Plaka İçi Toleyikleri
WPB	: Plaka İçi Bazaltları
CAB	: Kıtasal Yay Bazaltları
IAB	: Ada Yayları Bazaltları
VAB	: Volkanik Ark Bazaltları
BABB	: Yay Arka Havzası Bazaltları
BON	: Boninitik
LILE	: Yüksek İyonlu Litofil Elementleri
REE	: Nadir Toprak Elementleri
CAI	: Alterasyonun Kimyasal İndeksi
AI	: Alterasyon İndeksi
CCPI	: Klorit – Karbonat - Pirit İndeksi
ND	: Tanımlanamadı
PPM	: Milyonda Bir Birim

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 4.1: Belen cevherleşmesi ICP-MS sonuçları.	26
Tablo 4.2: Belen cevherleşmesi XRF sonuçları.	30
Tablo 4.3: Yergen cevherleşmesi ICP-MS sonuçları.	37
Tablo 4.4: Yergen cevherleşmesi XRF sonuçları.	39
Tablo 4.5: Fındıklıyar cevherleşmesi ICP-MS sonuçları.	44
Tablo 4.6: Fındıklıyar cevherleşmesi XRF sonuçları.	45
Tablo 4.7: Örneklerin AI, CCPI ve CIA değerleri	56
Tablo 5.1: Örneklerin Co/Ni oranları.	62

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : İnceleme alanının yer bulduru haritası	3
Şekil 1.2 : İnceleme alanının uydu görüntüsü	3
Şekil 2.1 : İnceleme alanının stratigrafik kesiti	8
Şekil 2.2 : Bekirli Formasyonuna ait şistlerin genel mostra görüntüsü.....	9
Şekil 2.3 : Bekirli Formasyonuna ait fillatların görüntüsü	9
Şekil 2.4 : Bekirli Formasyonuna ait şistlerin tek (a) ve çift (b) nikol görünümü.....	10
Şekil 2.5 : Beşpınar Formasyonuna ait kireçtaşlarının genel mostra görüntüsü.....	11
Şekil 2.6 : Beşpınar Formasyonuna ait kireçtaşının tek (a) ve çift (b) nikol görünümü.	11
Şekil 2.7 : Kargı Ofiyolitinin genel mostra görüntüsü	13
Şekil 2.8 : Kargı Ofiyolitine ait serpantinitle tek (a) ve çift (b) nikol görünümü. 13	
Şekil 2.9 : Saraycık Formasyonuna ait metabazaltların genel motra görüntüsü.....	14
Şekil 2.10 : Saraycık Formasyonuna ait çamurtaşının genel mostra görüntüsü.....	15
Şekil 2.11 : Saraycık Formasyonuna ait bazaltın tek (a) ve çift (b) nikol görünümü.15	
Şekil 2.12 : Saraycık Formasyonu içerisinde bulunan opak minerallerin tek (a) ve çift (b) nikoldeki görüntüsü	16
Şekil 2.13 : Saraycık Formasyonundan el örneğinde malakit sıvıamaları görüntüsü. 16	
Şekil 2.14 : Cevherleşmenin mostra üzerindeki görüntüsü	16
Şekil 2.15 : Saraycık Formasyonunun Bekirli Formasyonuna bindirmesi.	17
Şekil 3.1 : Saraycık Formasyonu içerisinde gelişmiş bir ters fay.....	20
Şekil 3.2 : Saraycık Formasyonu içerisinde gelişmiş bir ters fay.....	20
Şekil 3.3 : Saraycık Formasyonunun Bekirli Formasyonuna bindirmesi.	21
Şekil 4.1 : Cevherli zonda mostra görüntüsü.....	22
Şekil 4.2 : Cevher minerallerin tek (a) ve çift (b) nikoldeki görüntüsü.....	23
Şekil 4.3 : Pirit mineralinin ve damarlara yerleşen FeO mineralinin tek (a) ve çift (b) nikoldeki görüntüsü.....	23

Şekil 4.4 : K75D yönünde gerçeklereşen cevherleşme ve örnekleme.....	24
Şekil 4.5 : Yergen cevherherleşmesinin K80D doğrultusunda örneklemesi	33
Şekil 4.6 : Silisik matriks içerisindeki özşekilli-yarı özşekilli piritler	34
Şekil 4.7 : Malakit sıvamasının mostra üzerindeki görüntüsü	33
Şekil 4.8 : Çatlak boyunca oluşan malakit mineralinin tek (a) ve çift (b) nikoldeki görüntüsü.....	34
Şekil 4.9 : Bol kırıklı ve çatlaklı cevherleşme zonunun mostra görüntüsü	39
Şekil 4.10 : Götite dönüşen pirit mineralinin ortamdaki ayrılmasıyla oluşan çözünme boşlukları ve silisik matriks içinde kapanlanmış relik pirit tanesi	40
Şekil 4.11 : Matriks içerisinde prizmatik hematit ve magnetitler	40
Şekil 4.12 : Geç evre kalkopiritlerin piritleri ornatması.....	41
Şekil 4.13 : Kalkopiritin bornit ve kovellite dönüşmesi.....	41
Şekil 4.14 : Kalkopirit ve damar şeklinde kalkopiritten dönüşmüş malakitler a)Tek nikol parlak kesit görüntüsü, b) çift nikol parlak kesit görüntüsü	42
Şekil 4.15 : Belen Tepesi ve Yergen Tepesi civarında gözlenen cevherleşmelerinin süksesyon grafiği.....	44
Şekil 4.20 : TAS diyagramı (Le Bas et al., 1986)	45
Şekil 4.21 : AFM plot diyagramı.....	45
Şekil 4.22 : A/CNK – A/NK plot diyagramı	46
Şekil 4.23 : Örneklerin Pearce ve Cann. (1973) önerilen tektonik sınıflandırma diyagramları	47
Şekil 4.24 : Zr- Ti diyagramı (Pearce, 1982).....	48
Şekil 4.25 : Pearce ve diğ. (1977) diyagramı	48
Şekil 4.26 : Nb/Y – Zr/TiO ₂ plot diyagramı.....	49
Şekil 4.27 : Zr/4 – 2Nb – Y üçlü diyagramı (Meschede 1986)	49
Şekil 4.28 : Ti - V diyagramı (Shervais 1982)	50
Şekil 4.29 : Saraycık formasyonuna ait bazaltların harker diyagramları	51
Şekil 4.30 : NMORB' a normalize edilmiş örümcek plot diyagramında bazalta ait örneklerin element dağılım paternlerinin karşılaştırılması	51
Şekil 4.31 : Kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri dağılım örnekleri (normalleştirme değerleri Boynton 1984' den alınmıştır)	52
Şekil 4.32 : Alterasyon kutusu plot diyagramı (Large ve diğ. sonrası., 2001).....	53
Şekil 4.33 : Na ₂ O – Al diyagramı (Ishikawa 1976)	55
Şekil 4.34 : K ₂ O – Al diyagramı (Ishikawa 1976)	55

Şekil 5.1 : Subvolkanik intrüzyonları, deniz tabanı alterasyonunu, subvolkanik fayları ve VMS yatakları arasındaki ilişkilerini gösteren şematik görünüm	58
Şekil 5.2 : Soğumuş okyanusal kabuğun dalması sonucu gelişen bimodal felsik cevherleşme sistemi.....	59

ÇORUM- KARGI GÖKÇEDOĞAN KÖYÜ KUZEYİ BAZİK KAYALARA BAĞLI DEMİR VE BAKIR OLUŞUMLARININ İNCELENMESİ

ÖZET

İnceleme alanı Çorum İli' nin Kargı İlçesi' nin doğusunda bulunan Gökçedoğan Köyü' nün kuzeyini kapsayan 24 km²' lik bir alanı kapsamaktadır. Bu alanda yayılım gösteren başlıca altı adet kaya topluluğu yer almaktadır. Bunlar yaşlıdan gence doğru; a) Bekirli formasyonu b) Kargı ofiyoliti c) Saraycık formasyonu d) Beşpınar formasyonu e) Ilgaz formasyonu ve f) Alüvyon' dur. Bu çalışma ile ofiyolitler, metamorfikler ve volkanitlerle çevrili olan alanda meydana gelen demir, bakır ve altın oluşumunu incelenmiştir.,

Saraycık formasyonu içerisinde belirli bir doğrultuda gerçekleşen cevherleşmeyi ve meydana gelebilecek yeni bir maden yatağını modeli ile birlikte ortaya koymaya çalışılmıştır. Bu çalışmada Gökçedoğan Köyünün kuzeyinde yer alan demir ve bakır oluşumlarının, yan kaya ve cevher özelliklerinden yararlanarak, kökensel ilişkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Yapılan cevher mikroskopisi çalışmalarında silikatlı veya karbonatlı matriks içerisinde pirit, sfalerit ve kalkopirit mineralleri görülmüştür. Bu mineraller kısmen ya da tamamen hematit ya da götit minerallerine dönüşmüştür. Ayrıca süperjen evrede oluşmuş malakit, magnetit, kovellit gibi birçok aksesuar mineraller gözlenmiştir.

Arazi çalışmalarında inceleme alanından alınan 50 adet numunenin ana ve iz element analizleri yapılmıştır ve diyagramlar kullanılarak yan kayacın kökeni hakkında bilgi edinilmiştir. Cevherleşmenin gözlendiği alterasyon zonundan alınan örneklerde

alterasyon derecesi ve alterasyonun kloritleşme, karbonatlaşma ve edipidotlaşma olduğu belirlenmiştir.

Saha çalışmaları ve analizler değerlendirildiğinde neo-tetisin yitimi sırasında dalma batma zonunun hendek kısmından türemiş ofiyolitlerle ilişkili olarak gelişen okyanus ortası sırtlarda oluşmuş ve okyanusal kabuğun kıtasal kabukla çarpışmasıyla alt kabuktan baryum ve kurşun zenginleşmesinin görüldüğü masif sülfat yatağı oluşumu görülmektedir.

INVESTIGATIONS OF THE NATURE OF IRON AND COPPER OCCURANCES IN THE BASIC ROCKS AROUND THE NORTH OF GOKCEDOGAN VILLAGE IN CORUM

SUMMARY

Research area covers 24 km² land about the north of the Gökçedoğan Village which is located at the east of Kargı, a town of the province Çorum. In the study area six main rock groups are distinguished. These are from bottom to the top as follows; a) Bekirli formation b) Kargı ophiolites c) Saraycık formation d) Beşpınar formation e) Ilgaz formation and f) Alluvium

Mineralization occurred through a defined direction in Saraycık Formation and a new possible ore deposit are tried to be conceived with their models. In this research, origins of the iron and copper occurrences in the research area are analysed by examining nearest rock and mineralisation features.

Pyrite, sphalerite and chalcopyrite minerals are observed in matrix with silicate and carbonate, on the works with ore microscopy. These minerals turn into the hematite or gothite minerals partially or completely. Furthermore, there are lots of accessory minerals observed in supergene stage such as malachite, magnetite and covellite.

In this study, 50 samples collected in study area, were analyzed for main and trace elements, and were defined using by diagrams. Samples which were taken in alteration zone seeing mineralization, were determined alteration level as chloritization, carbonation and epidot alteration.

Field studies and analysis show that; the massif sulfide bedding which are seen barium and lead enrichment from below mantle collied oceanic crust to continental crust, developed by ophiolites belong generated in trench of Neo Tethys subduction zone, in the middle ocean ridges.

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Bu tez çalışması Çorum ili Kargı ilçesinin Gökçedoğan Köyü' nün kuzeyini kapsayan 24 km² lik bir alanı kapsamaktadır. Bu yüksek lisans tez çalışmasında ofiyolitler, metamorfikler ve volkanitlerle çevrili olan alanda oluşan demir ve bakır cevherleşmesi irdelenecektir.

Bu yüksek lisans tez çalışması “Çorum- Kargı Çevresinde Oluşan Demir, Bakır ve Altın Oluşumlarının Kökensel Araştırmaları” konulu, TÜBİTAK (Proje no: 113Y536) projesi kapsamında yürütülmüştür. Hazırlanan tez 5 ana bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünde inceleme alanı, çalışmanın kapsamı, amacı, kullanılan yöntemler, inceleme alanının tanıtılması ve bölgede daha önce yapılmış önceki çalışmalar tanıtılmıştır. Stratigrafik jeoloji bölümünde inceleme alanında mostra veren birimlerin saha özellikleri ve birbirleri ile olan dokanak ilişkileri yaşlıdan gence doğru tanıtılmıştır. Yapısal Jeoloji bölümünde inceleme alanındaki yapısal unsurlar dikkate alınarak bölgede meydana gelen sıkışma ortaya konulmuştur. Bu bölümü çalışmanın ana konusunu oluşturan Ekonomik Jeoloji bölümü izlemektedir. Sonuç olarak Tartışma bölümünde inceleme alanında elde edilen veriler geniş ölçekte değerlendirilerek cevher oluşumunun modellenmesi ve bölgede yer alan diğer VMS' ler ile karşılaştırılması tartışılmıştır.

Çorum ili Kargı ilçesi ve civarında bulunan bakır ve demir oluşumları, batısında Kastamonu - Küre gibi ülkemizin önemli bakır oluşumlarından birine komşu olmasına rağmen bugüne kadar varlığı bilinmemektedir. Jeolojik olarak volkanitler, ofiyolitler, metamorfikler ve kireçtaşları tarafından kaplı olan bölge cevherleşmeler açısından bugüne kadar incelenmemiştir. Yapılan bu çalışmada üç farklı bölgede yüzeylenen ve analiz sonuçlarına göre %42' lik demir, 75000 ppm ve üzeri bakır içeriği cevherleşmenin ekonomik olabileceği hakim kılınmıştır. Yapılan mikroskop çalışmalarında ana hatları ile kalkopirit, pirit, limonit, hematit, götit ve malakit minerallerine rastlanılmıştır. Öncelikle inceleme alanındaki Belen Tepesi ve Yergen

Tepesi civarında gözlenen hidrotermal alterasyon, limonitleşme, hematitleşme ve pirit oluşumları bölgenin cevherleşme açısından önemli olabileceğini göstermektedir. Ayrıca oluşum tipinin araştırılması ve ortaya konulması açısından cevherleşmeler önemli bir yer tutmaktadır.

1.2. Çalışmanın Amacı ve Yöntemi

Bu tez çalışmasının amacı Kargı (Çorum) bölgesinde bulunan yeni bir maden yatağını, oluşum modeli ile birlikte ortaya koymaktır. Bu çalışmada ilk kez Çorum Kargı çevresinde yer alan demir ve bakır cevherlerinin oluşumlarının yan kaya ve cevher özelliklerinden yararlanarak kökensel ilişkileri ortaya konulacaktır.

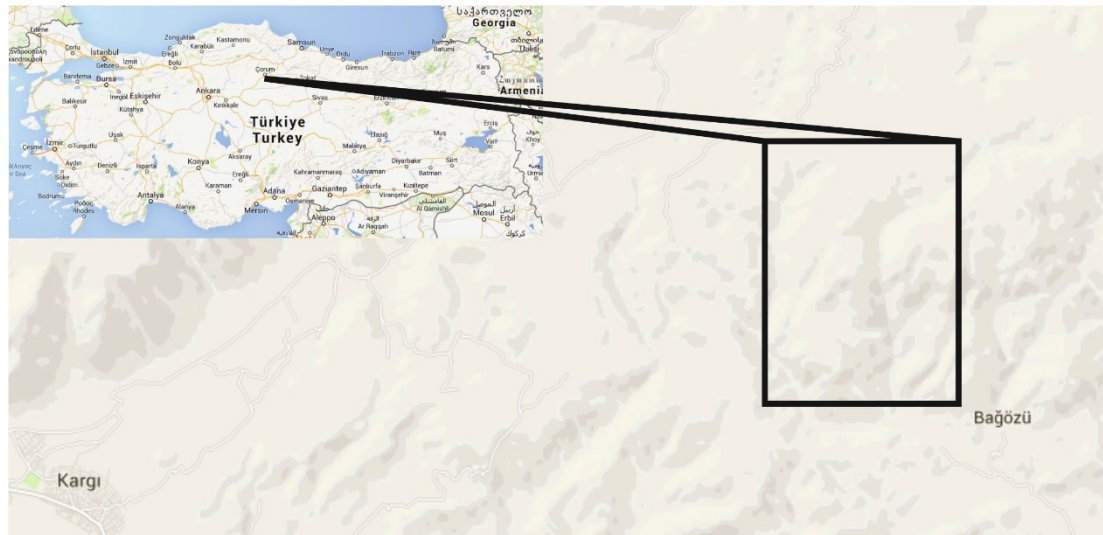
Bu amaca ulaşmak için 2014 yılının Ağustos ayında bir ay süre ile inceleme alanında saha çalışması yapılmıştır. Saha çalışmalarında arazi ekipmanı olarak çekiç, lup, GPS ve Silva tipi jeolog pusulası kullanılmış, ayrıca Maden Tetkik ve Arama tarafından hazırlanmış olan 1/25.000 ölçekli topoğrafya haritalarından yararlanılmıştır. Saha çalışmaları ile çalışma alanının (Sinop F-33 D2 paftası) 1/25000 ölçekli haritası üretilmiştir (EK-1). Ayrıca cevherleşmelerin meydana geldiği lokasyonlardan 50 adet numune ile örnekleme yapılmıştır (EK-2). Çalışmanın laboratuvar aşamasında ise saha çalışmaları süresince alınan örneklerden 11 adet petrografik incelemelerde kullanılmak üzere ince kesitleri hazırlanmıştır. Cevherleşmiş bölgelerden alınan 50 adet numuneden cevher mikroskobisi için incelemelerde kullanılmak üzere ince kesit ve parlak kesit hazırlanmıştır. İnce kesitler ve parlak kesitler İ.T.Ü. Maden Fakültesi ince kesit atölyesinde hazırlanmıştır. Hazırlanan ince kesitler üzerinde yapılan petrografik incelemelerle saha çalışmaları esnasında yapılan litolojik tanımlamalar kontrol edilmiş, örneklerle ait mineralojik ve dokusal özellikler ortaya konulmuştur. Optik mikroskop çalışmaları İ.T.Ü Maden Fakültesi Mehmet Kemal Dedeman Optik Mineraloji laboratuvarında Leica DM 750P modeline sahip polarizan mikroskop kullanılarak yapılmıştır. Cevherleşmeyi ve oluşumun ortaya konulması için alınan 50 adet örnek İstanbul Teknik Üniversitesi Jeokimya Araştırmaları Laboratuvarları'nda ana ve iz element analizleri için XRF ve ayrıntılı element analizleri için ICP-MS analizleri yapılmıştır. Jeokimyasal diyagramların hazırlanmasında GCD Kit programı, harita, jeolojik kesitler ve diğer şekillerin hazırlanmasında ArcGIS, Corel Draw ve AutoCAD programlarından faydalanılmıştır.

1.3. İnceleme Alanının Tanıtılması

İnceleme alanının coğrafi konumu, morfolojisi, nüfus ve yerleşim özellikleri, iklim ve bitki örtüsü ve ulaşım durumu bu başlık altında anlatılacaktır.

1.3.1. Coğrafi Konum

Çorum ili, Orta Karadeniz Bölümünün iç kısmında yer alan, doğusunda Amasya, güneyinde Yozgat, batısında Çankırı, kuzeyinde Sinop, kuzeydoğusunda Samsun ve güneybatısında Kırıkkale ile sınırlandırılmış olan bir ilimizdir. Çalışma alanı Çorum ilinin kuzeybatısında bulunan Kargı ilçesinin doğusunda, Gökçedoğan Köyü' nün kuzeyini kapsayan 24 km²'lik alandır (Şekil 1.1 ve 1.2).



Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası (maps.google.com)



Şekil 1.2. İnceleme alanının uydu görüntü (maps.google.com)

1.3.2. Morfoloji

Kargı ilçesi doğusunda, Gökçedoğan Köyü' nün kuzeyini kapsayan inceleme alanının en yüksek yeri Sayar Tepesi (1660)' dir. Bunun haricinde inceleme alanındaki diğer yüksek alanlar, Yergen Tepesi (1586), Belen Tepesi (1460), Çarşıbaşı Tepesi (1392) ve Korkut Dağı (1250) ' dır. Çalışma alanı oldukça fazla dağlık bir alan olduğundan bol miktarda kuru dere içerir. Dedeninyurdu Deresi ve Şahin Deresi çalışma alanında bulunan ve güneyde geçen Kızılırmak nehrini besleyen en önemli derelerdir. Dedeninyurdu Deresi' nin oluşturduğu geniş alüvyal toprak ve düz alanlar çalışma alanının güneyinde bulunan Gökçedoğan Köyü ve çevresinde bulunmaktadır.

1.3.3 İklim ve Bitki Örtüsü

Bölge Karadeniz Bölgesi içerisinde yer aldığı için Karadeniz iklimi etkisindedir. Bölgede yazları sıcak olmakla birlikte yağışlı, kışları soğuk ve kar yağışlıdır. Çalışma alanında, yıllık ortalama sıcaklık 13,6 °C olup, en düşük sıcaklık Ocak ayında 1,9 °C iken en yüksek sıcaklık Ağustos ayında 23,4 °C' dir. Yıllık sıcaklık farkı, 21,5 °C' dir (<http://goletkargi.tr.gg>).

Çalışma alanında gelişen bitki örtüsü, yükseltinin fazla olması ve yağışın fazla olmasından kaynaklanan orman alanlarının genişlemesine ve ormancılık faaliyetini öne çıkarmaktadır. Yüksek kesimlerde karaçam, köknar, sarıçam, gürgen ve ladin gibi orman ağaçlarıyla kaplı alanlar bulunmaktadır.

1.3.4. Nüfus ve Yerleşim

Kargı ilçesinin 2011 yılı adrese dayalı nüfus sayımına göre merkez nüfusu 5250, köylerle beraber toplam nüfusu 16001' dir. İlçeye bağlı bir belde ve 58 köy bulunmaktadır (<http://kargi.bel.tr/kargi-hakkinda/nufus/>).

1.4. Önceki Çalışmalar

Bölgede değişik alanlarda yapılmış çok sayıda çalışmalar vardır. İnceleme alanı ve çevresinde yapılan bu çalışmaları başlıca şöyle sıralayabiliriz:

Akarsu (1958), "Çorum Bölgesinin Jeolojisi" hakkındaki etüd raporunda çalışma sahasının Paleozoik yaşlı kloritli, serizitli, epidotlu killi şist, Mesozoik yaşlı radyolaritli, serpantinli volkanik seri ve Tersiyer yaşlı konglomera, marn, kumlu kalker ve kalker tabakalarının oluşturduğu flişten meydana geldiğini belirtmiştir.

Tüysüz (1985), "Kargı Masifi ve Dolayındaki Tektonik Birliklerin Ayırıcı ve Araştırılması" adlı 1/25000 ölçekli jeolojik harita alımı ve stratigrafik inceleme ağırlıklı doktora çalışmasına göre, inceleme alanının temelinde Liyas ve öncesi yaşlı bir ofiyolit topluluğu bulunur. Düzenli bir ofiyolit istif ve onun epiofiyolitik birimleri ile temsil edilen bu topluluk, Malm öncesi bir okyanusal ortamın (Paleotetis) ürünüdür. Bu okyanusun güney yönüne dalması ile kuzeyden güneye doğru ofiyolitik bir melanj, bir ada yayı ve bu yayın arkasında kenar havza birimlerinin geliştiğini açıklamıştır. Bölgede 3 farklı dönemde meydana gelen magmatik etkinlik olduğunu belirtmiştir. İlki Paleotetise ait ensimatik ada yayı volkanizmasıdır ve riyolit-dasit türü lavların, granitik oluşumların yanı sıra yaygın piroklastik malzeme üretmesi, ikincisi Dogger'de oluşan Tibet tipi bir magmatizma ürünü olup, yaygın granitik oluşumlara ve asitik lavların gelişmesine neden olması ve üçüncüsü ise, magmatik kuşağın kuzey alanlarda Neotetis'in dalma batmasına bağlı olarak başlaması ve güneye doğru göçerek Eosen sonlarına kadar devam etmesi şeklinde olduğunu ileri sürmüştür.

Koçbay (1997), "Mecitözü-Konaklı Çevresinin Hidrojeolojisi ve Yeraltı Suyu Kalitesi" çalışmasında Ferhatkaya Formasyonu'nun yüzeye yakın kesimlerde, serbest akiferi, marn seviyeleri fazla olan Çekerek Formasyonu ile örtülü olduğu alanlarda basınçlı akiferi oluşturduğunu, inceleme alanındaki yeraltı sularında Ca ve HC0₃ iyonlarının fazla olduğunu ve yaygın bir karstlaşmanın görüldüğünü belirtmiştir. İnceleme alanında yeraltı suyu depolama ve sağlama açısından önem taşıyan birimler alüvyon ve Ferhatkaya Formasyonu kireçtaşlarıdır. Bu durumda diğer birimlerin yeraltı suyu potansiyeline önemli katkıları yoktur. Yapılan jeofizik çalışmalar ve alanda açılmış olan kuyularda yapılan pompa testleri ve çeşitli ölçümler sonucunda Avkad üyesi kireçtaşlarının karstik özellikte olduğunu ve yeraltı suyu içerdiğini belirtmiştir. Akiferin inceleme alanı içerisinde yağıştan beslenme miktarı, boşalan suyu karşılamamaktadır. Böylece inceleme alanı dışında kuzey-kuzeydoğuya doğru yayılımı devam eden kireçtaşlarının bu alanlardan da beslendiğini açıklamıştır.

Aslan (2006), düzenlediği etüt raporunda Çorum ovasının Neojen jeolojik devrine ait altta konglomera, kum taşı seviyeleri ve üstte içinde kumtaşı, jips ve tuz yatakları olan marn ve killerden oluştuğunu ve alçak bölümlerde yer altı su seviyesinin 2,5-3 metre derinde olduğunu belirtmiştir.

Koçbay ve Kılıç (2006), "Obruk Baraj Yerinin (Çorum) Mühendislik Jeolojisi Açısından İncelenmesi" çalışmalarında bölgedeki bazaltların ince taneli koyu renkli

matriks, orta büyüklükteki plajiyoklas kristalleri, iri taneli piroksen ve olivin fenokristalleri ile opak minerallerden oluştuğunu, kloritleşme, killeşme, karbonatlaşma ve silisleşmenin ayrışma derecesine ve hidrotermal ayrışmaya bağlı olarak arttığını açıklamışlardır.

Zengin (2006), "Osmancık-Çorum Kuzeydoğusunda Yer Alan Volkaniklerin Epitermal Cevherleşme Potansiyeli ve Mavi Kalsedon Oluşumu" ile ilgili yaptığı yüksek lisans çalışmasında inceleme alanında, volkanik kayalarda gelişen hidrotermal aberasyonların ve bunlarla aynı süreçte alterasyona bağlı olarak oluşan kıymetli metal zenginleşmelerin, özellikle içinde bulundukları kaynak kayaçların metal içerikleriyle ilişkiü olduğunu vurgulamış ve inceleme alanında her hangi bir kıymetli metal zenginleşmesine rastlanmadığını ve yan kayaç olarak bulunan kalsedonların süs taşı olarak değerlendirilebileceğini belirtmiştir.

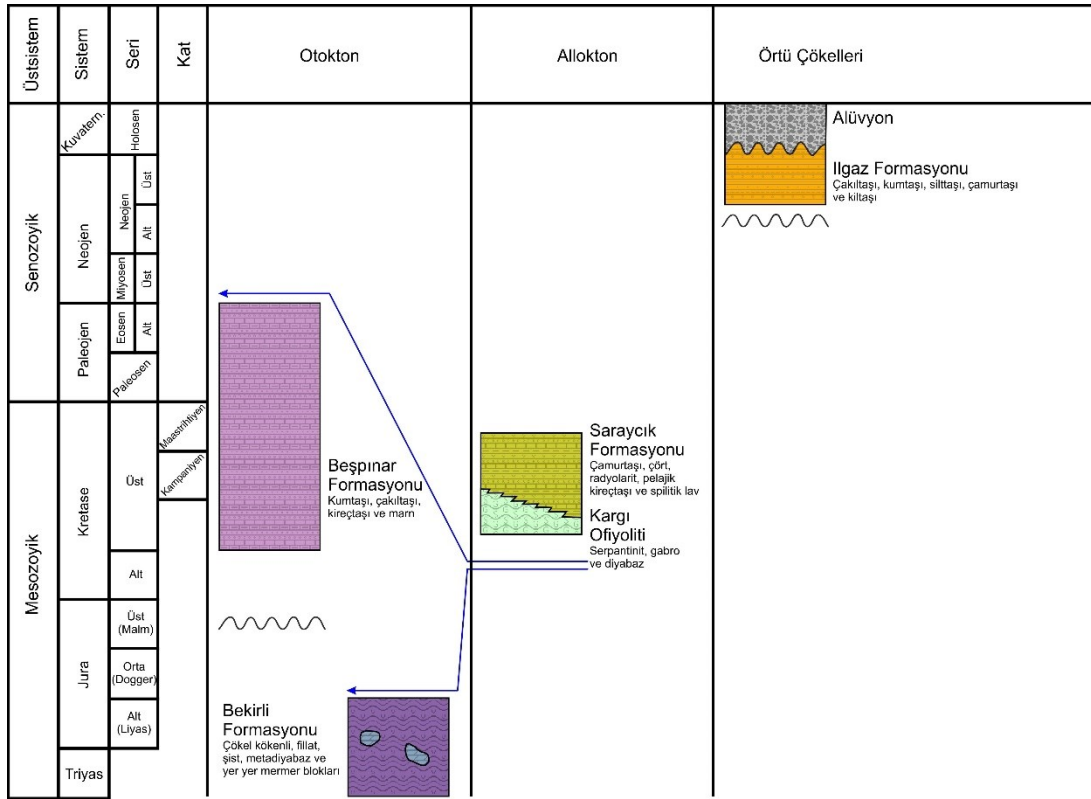
Tepecik (2007), "Bayat (Çankırı-Çorum Havzası) Dolaylarının Jeolojisi Ve Tuz-Petrol İlişkilerinin İncelenmesi" ile ilgili yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında bölgede kaynak ve örtü kayalarının bulunması, çeşitli antiklinallerin mevcudiyeti ve yeraltındaki tuz domları varlığının inceleme alanındaki petrol potansiyelini arttırdığını belirtmiştir.

2. STRATİGRAFİK JEOLJİ

Kargı (Çorum) doğusunda yer alan ve Sinop F33-D2 paftasının br bölümünü kapsayan çalışma alanı, bölgenin güneyinde ve güneydoğusunda bulunan Triyas- Liyas ve Üst Kratese yaşlı otokton birimlerle; bölgesel anlamda daha yaygın olan Üst Kratese yaşlı allokton birimlerin bir araya geldiği bir bölge konumundadır. Bu nedenle Mesozoyik’ ten Kuvaterner’ e kadar değişen yaşları ve farklı ortam ve fasiyesleri temsil eden litostratigrafi birimlerinin yüzeylendiği gözlenmektedir.

Coğrafik konum bakımından çalışma alanının kuzeyinde ve bölgesel anlamda genel olarak gözlenen allokton birimler, önceki çalışmalarda ofiyolitik melanj olarak değerlendirilen metamorfik kayaç topluluğu; bu çalışmada Kargı ofiyolitleri ve Saraycık Formasyonu olarak iki ayrı birim olarak incelenmiştir. Bu nedenle çalışma alanında yüzeyleyen kayaç toplulukları öncelikle konumlarına göre göreceli otokton ve allokton şeklinde iki ana grupta sınıflandırılmıştır. Otokton kayaçlar ise kökensel konumları ve bölgenin tektoniği dikkate alındığında Bekirli ve Beşpınar Formasyonları olarak iki ayrı formasyon olarak tanıtılmıştır. İnceleme alanı içerisindeki en genç birimler ise Üst Pliyosen yaşlı Ilgaz Formasyonu ile Kuvaterner yaşlı alüvyonlar olup, kendinden yaşlı tüm birimleri aşısız uyumsuzlukla üzerlemektedir (Şekil 2.1).

İnceleme alanında yüzeyleyen kayaç topluluklarının tanım ve genel yayılım, istif ve litoloji, dokanak ilişkileri ve içerdikleri yapısal unsurlar, paleontoloji ve petrografik gibi özellikleri aşağıda detaylı bir şekilde sunulmuştur. Bu bölümde bu birimler ayrıntılı bir şekilde tanıtılıp, her bir birim için; tanım ve genel yayılım, istif ve litoloji, dokanak ilişkileri ve yapısal unsurlar, fosil topluluğu ve yaş, petrografi gibi özelliklerin anlatılması amaçlanmıştır.



Şekil 2.1. İnceleme alanının stratigrafik kesiti

2.1. Otokton Birimler

Otokton birimler çalışma alanının güney bölümünde doğu- batı uzanımlı olarak geniş alanlarda yüzeyler vermektedir. Triyas- Lias ve Üst Kratese- Alt Eosen yaşlarında farklı ortam ve fasiyesler ile temsil olunan bu birimler, Gökçedoğan Köyü ve civarı ile Uğurluk Mekvi' nin güneyinde Saraycık Formasyonu tarafından tektonik olarak üzerlenen Bekirli Formasyonu ve Beşpınar Formasyonu olarak tanımlanmıştır.

2.1.1. Bekirli Formasyonu (TRJb)

Çalışma alanının güney tarafında Malkaya Tepesi ve civarında yaklaşık doğu-batı uzanımlı yayılım gösteren bu birim Yılmaz ve Tüysüz (1984) tarafından Bekirli Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Formasyonun tip kesit yeri Taşköprü İlçesi' nin (Kastamonu) yaklaşık 25 km kadar güneyinde yer alan Bekirli Köyü' nden alır (Yılmaz ve Tüysüz, 1984). Bu tez çalışmasında da aynı isim kullanılması uygun görülmüştür.

Genellikle gri, bej rengi ve sarp topoğrafik yapısı ile arazide belirgin olan Bekirli Formasyonu başlıca kuvars ve mikaca zengin metakumtaşı, fillat ve bazik mağmatit

ve volkanik kökenli kırıntılı kayalardan oluşur (Şekil 2.2). Malkaya Tepesi ve civarında gözlenen fillat ve şistler ayrıışmış yüzeyi gri, bej renkli, taze kırık yüzeyi yeşilimsi beyaz, koyu yeşil renkli, ince tabakalı, çok iyi yapraklanmalı, bol çatlaklı ve kırıklı, fosil içermeyen ve yer yer milonitik olarak gözlenmektedir (Şekil 2.3).



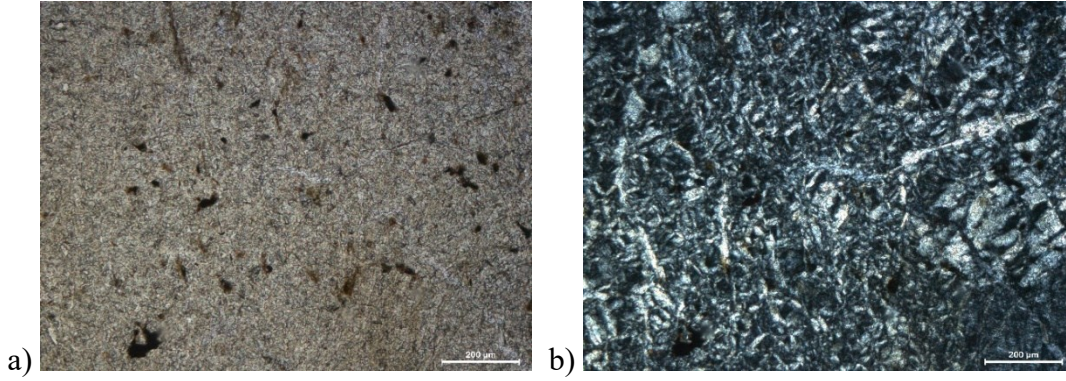
Şekil 2.2. Bekirli Formasyonuna ait şistlerin genel mostra görüntüsü (Güneyden Kuzeye Bakış)



Şekil 2.3. Bekirli Formasyonuna ait fillatların görüntüsü (Güneyden Kuzeye Bakış)

Malkaya Tepesi ve civarından alınan metakumtaşı ve fillat örneklerinin ince kesit incelemelerinde egemen mineral kuvarstır (Şekil 2.4). Kuvarstan sonra kayaçta en çok bulunan mineral muskovittir. Kuvars ve muskovitten başka klorit, granat, turmalin ve yönlenmeye paralel olarak opak mineraller gözlenmiştir. Muskovit minerali metamorfizma etkisiyle yönlendirilerek lepidoblastik dokuyu oluşturmuştur.

Metamorfizmayla birlikte irileşen kuvars taneleri ve yapraksı mineraller göz önüne alındığında kayaçtaki hakim doku grano-lepidoblastik dokuda olduğu gözlenmiştir.



Şekil 2.4. Bekirli Formasyonuna ait şistlerin tek (a) ve çift (b) nikol görünümü

Birim Malkaya Tepesi' nin hemen kuzeyinden itibaren yaklaşık olarak doğu-batı uzanımlı bir bindirme hattı boyunca Saraycık Formasyonu tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir.

Harita alanı içinde Bekirli Formasyonunun taban seviyeleri gözlenmediğinden taban dokanak ilişkisi belirlenememiştir. Çalışma alanında yer olmamasına rağmen çalışma alanına yakın yerlerde yapılan çalışmalarda Bekirli Formasyonu, Beşpınar Formasyonu tarafından diskordanslı bir ilişki ile örtüldüğü düşünülmektedir.

Birimin yaşını verebilecek herhangi bir bulguya rastlanılmamıştır. Ancak önceki çalışmalardan elde edinilen bilgilere göre, birim Permo-Triyas ile Liyas zaman aralığında geliştiği ve Liyas öncesinde metamorfizmaya uğradığını göstermektedir. Bununla birlikte ilksel olarak ofiyolitin en üst birimleri temsil ettiği Akgöl Formasyonu ile karşılaştırılabilir olmasından dolayı Liyas- Dogger yaşı da verilebilir (Uğuz, M. F., Sevin, M., 2009).

2.1.2. Beşpınar Formasyonu (KTpeb)

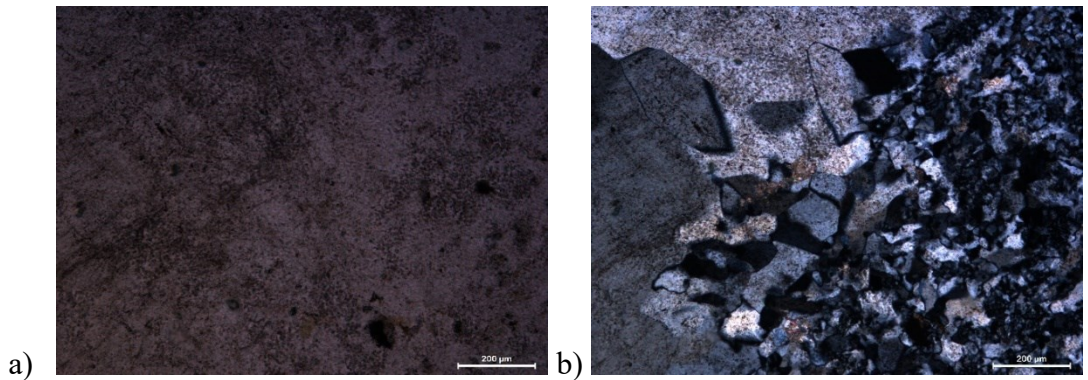
Çalışma alanının batı-güneybatısında bulunan Uğurlu Mevki' nin güneyi ile Sofranlık ve Ovazlıgıncıran sırtlarının kuzeyine kadar olan alanda gözlenen bu birim Yılmaz ve Tüysüz (1984) tarafından Beşpınar Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Formasyonun tip kesit yeri Vezirköprü İlçesi' nin (Samsun) 20 km kadar batısında yer alan Beşpınar Beldesi' nden alır (Yılmaz ve Tüysüz, 1984). Bu tez çalışmasında da aynı isim kullanılması uygun görülmüştür.

Genellikle açık gri, gri renkli olarak arazide gözlenen Beşpınar Formasyonu başlıca kumtaşı, çakıltaşı, kireçtaşı ve marndan oluşmaktadır. Altta kirlili sarı renkli ince tabakalı oolitlik foramniferli kireçtaşları ile ardalanmış yeşil, gri renkli kumtaşları ve üstte doğru kırmızı, yeşilimsi sarı, kül renkli ince tabakalı silttaşı-marndan ardalanması ve orta-kalın tabakalı kireçtaşı ile devam eder (petrograf Dilek Sevin, 1998/1652). Sofranlık sırtının kuzeyinde gözlenen bu birimin taze kırık yüzeyi beyaz ve bej renkte olup çatlaklı ve kırıklı, yer yer fosilli olarak gözlenmiştir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Beşpınar Formasyonuna ait kireçtaşlarının genel mozaik görüntüsü (Güneybatıdan Kuzeydoğuya Bakış)

Sofranlık sırtının kuzeyinden alınan kireçtaşı örneklerinin ince kesit incelemelerinde egemen olarak kalsittir. Kırık ve çatlaklarına ikincil mineral olarak kuvars ve FeO mineralleri yerleşmiştir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Beşpınar Formasyonuna ait kireçtaşının tek (a) ve çift (b) mikroskopik görüntüleri

Çalışma alanında yer olmamasına rağmen çalışma alanına yakın yerlerde yapılan çalışmalarda Beşpınar Formasyonu, Bekirli Formasyonu üzerine diskordans ile

oturduğu düşünülmektedir. Harita alanı içindeki Beşpınar Formasyonu tavan seviyesi gözlenmediğinden tavan dokanak ilişkisi belirlenememiştir.

İnceleme alanındaki Beşpınar Formasyonu yer yer fosilli düzeyler sunmaktadır. Önceki çalışmalarda Emin Nevzat Erkan (1999/4) tarafından birim içerisindeki kireçtaşlarından alınan fosilli örneklerde *Cretarhabdulus crenulatus* Bremlette ve Martini, *Micula concava* (Strander) gibi nanoplanktonlara rastlanmıştır ve bu fosillere göre birim Kratese; Tılmaz ve Tüysüz (1984) tarafından derlenen örneklerde ise *Globigerina* sp., *Lenticilina* sp., Nodasariidae, *Globorotalia* sp., *Nummulites* sp., *Aleolina* sp., *Discocyclina* sp. Gibi fosillere göre birime Geç Paleosen- Erken Eosen yaşını vermişlerdir. Bu verilere göre birimin yaşı Üst Kratese- Alt Eosen olarak değerlendirilmiştir.

2.2. Allohton Birimler

İnceleme alanında geniş bir yayılım sunan allohton birimler, Kargı Ofiyolitleri ve Saraycık Formasyonu adları altında incelenmiştir. Çalışma alanının güneyinde yüzeylenen Bekirli ve Beşpınar formasyonlarını tektonik olarak üzerleyen bu birimler, önceki çalışmalarda melanj olarak adlandırılırken, bu tez çalışmasında Kargı Ofiyoliti (Kok) ve Saraycık Formasyonu (Ks) adı altınca incelenmiş ve haritalandırılmıştır. Arazide birbiri ile geçişli olarak gözlemlendiğinden bu birimlerin yaşı önceki çalışmalarda belirlenen Saraycık Formasyonunun fosil içerdiğine göre Üst Kratese olarak değerlendirilmiştir.

2.2.1. Kargı Ofiyoliti (Kok)

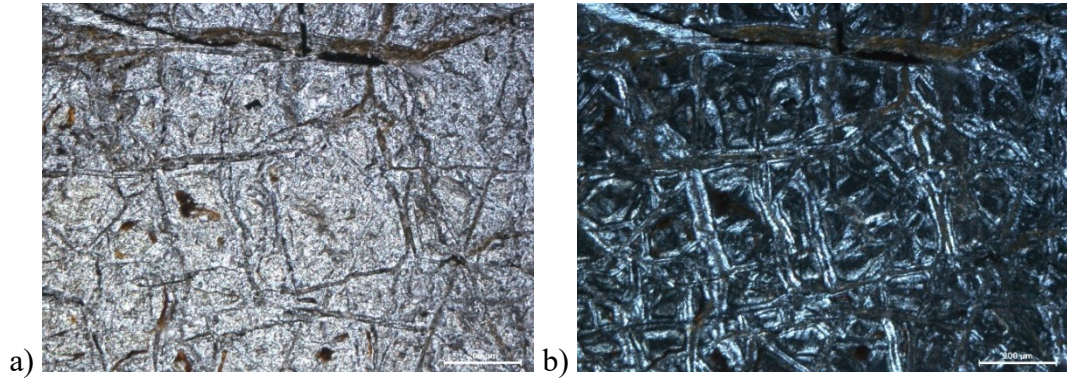
Genel olarak çalışma alanının batısında yaygın olarak gözlenen bu birime, Yılanlı ve Kızılloluk Mevki' lerinin güneyinde ve Deresökü Yaylası' nın kuzeyinde de rastlanmıştır.

Birim genel olarak siyahımsı yeşil, yeşil renkli yağsı parlaklıkta ve kaygan yüzeyli serpantinitle, gabrodan ve diyabazdan oluşmaktadır. Yılmaz ve Tüysüz' e (1984) göre gablo-serpantinit, diyabaz-serpantinit geçişleri arazide açıkça gözlenebilmektedir. Ayrışma rengi koyu yeşil renkte olan, taze kırık yüzeyi yeşil ve siyahımsı yeşil renkli, sert sağlam yapılı, tektonik nedenlerle kırık ve çatlaklı, makaslanmalı, ezil ve elek dokulu olarak gözlenmektedir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Kargı Ofiyolitinin genel mostra görüntüsü (Doğudan Batıya Bakış)

Kızılloluk Mevki' nin güneyinden alınan amfibollü gabro örneğinde yapılan ince kesit incelemesinde granüler dokulu olduğu belirlenmiştir. Kayaç içerisinde amfibol, plajoklas, biyotit ve ortoklas mineralleri gözlenmiştir. Yer yer özşekilli - yarı özşekilli piroksen ve olivinlerin gözlendiği bu örnekte ikincil olarak yerleşen kuvars minerali tespit edilmiştir. İri taneli özşekilli - yarı özşekilli plajoklaslar yer yer polisentetik ikizlenmeli, mikrolinler kafes yapısı ikizlenme gösterdiği saptanmıştır. Çarşıbaşı Tepesi' nin batısından alınan serpantinit örneklerinde ise özşekilli – yarı özşekilli relik piroksenler, olivin ve kırık çatlaklara yerleşen iri taneli kuvars ve kalsit damarları gözlenmiştir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Kargı Ofiyolitine ait serpantinitlerin tek (a) ve çift (b) nikol görünümü

Çarşıbaşı Tepesi' nin batısında, Uğurlu Mevki ve Korkut Dağı' nın güneyinde ve Deresökü Yaylası' nın kuzeyinde yayılım gösteren Kargı ofiyolitinin Saraycık Formasyonuna geçiş yaptığı gözlenmiştir.

Kargı Ofiyoliti Saraycık Formasyonu tarafından uyumlu bir dokanakla örtülür. Kargı Ofiyoliti' nin yaşı üstünde bulunan Saraycık Formasyonu' na göre Üst Kratese olarak değerlendirilmiştir.

2.2.2. Saraycık Formasyonu (Ks)

Çalışma alanının genelinde görülen bu birimin tip kesit yeri Vezirköprü İlçesi' nin (Samsun) yaklaşık 20 km batı- kuzeybatısında, Vezirköprü-Durağan yolunun üzerinde yer alan Saraycık Köyü' nden alır. Bu çalışmada da aynı isim kullanılması uygun görülmüştür.



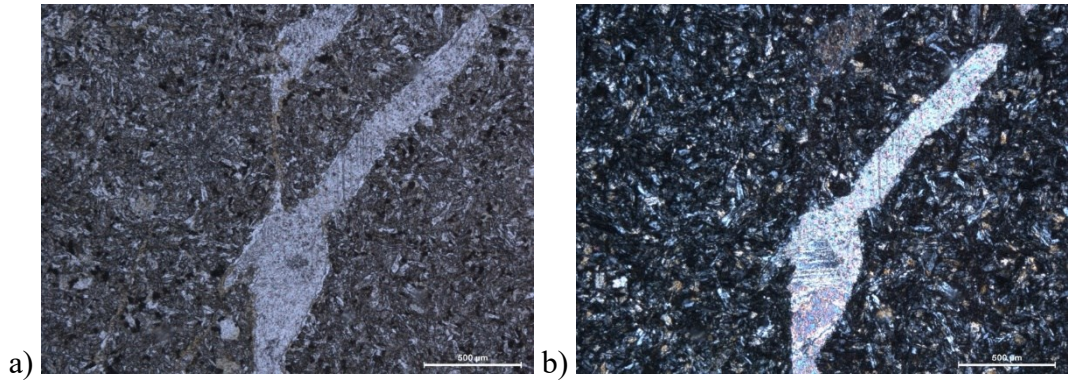
Şekil 2.9. Saraycık Formasyonuna ait metabazaltların genel motra görüntüsü (Güneyden Kuzeye Bakış)

Bu birim genel olarak spilitik lav, radyolarit çört, çamurtaşı ve pelajik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Altere rengi kırmızı, kahverengi olan pelajik kireçtaşları belirgin tabakalı, çört ise mercek ve ara tabakalıdır (Şekil 2.9). Bıldırcın sırtı ve civarında gözlenen kırmızı siyah, kızıl renkli radyolarit çörtler ve yastık yapılı lavlar ardalıdır (Şekil 2.10). Altında bulunan ofiyolitlerde yer yer beslenen Saraycık Formasyonu sert yapılı ve ince orta tabakalıdır.

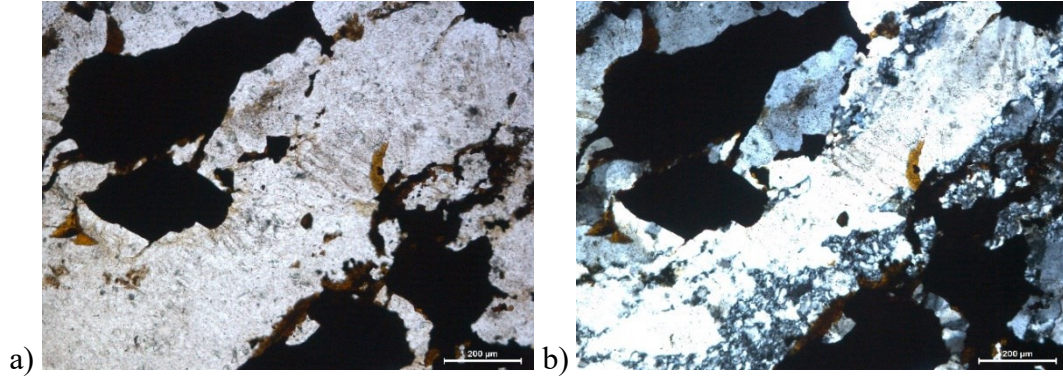


Şekil 2.10. Saraycık Formasyonuna ait çamurtaşının genel mostra görüntüsü (Güneybatıdan Kuzeydoğuya Bakış)

Belen Tepesi ve Yergen Tepesi civarından alınan örneklerde yapılan ince kesit çalışmalarında opak minerallere rastlanmıştır (Şekil 2.11). Bu bölgede K75D doğrultulu bir zonda cevherleşme olduğu gözlenmiştir (Şekil 2.12). Bu cevherleşmeyle ilgili olarak ayrıntılı bilgi Jeokimya bölümünde ayrıntılı olarak anlatılacaktır.



Şekil 2.11. Saraycık Formasyonuna ait bazaltın tek (a) ve çift (b) nikol görünümü



Şekil 2.12. Saraycık Formasyonu içerisinde bulunan opak minerallerin tek (a) ve çift (b) nikoldeki görüntüsü



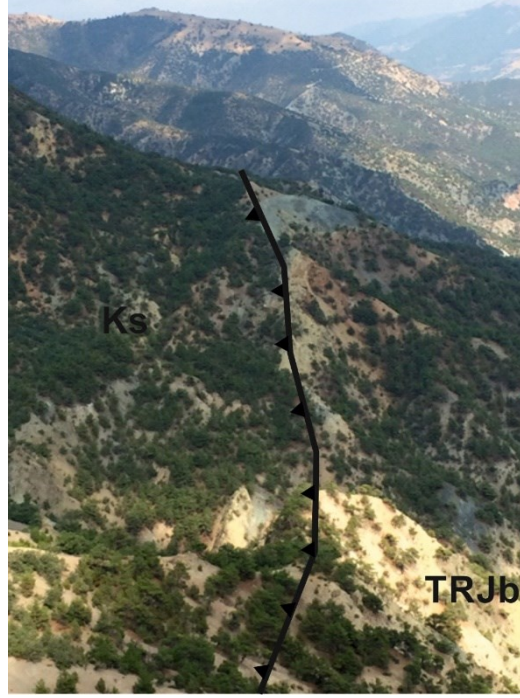
Şekil 2.13. Saraycık Formasyonundan el örneğinde malakit sıvamaları görüntüsü



Şekil 2.14. Cevherleşmenin mostra üzerindeki görüntüsü (Güneyden Kuzeye Bakış)

Çalışma alanının güneyinde Saraycık formasyonu Bekirli formasyonunu üzerlemektedir (Şekil 2.15). Diğer alanlarla ise Kargı ofiyolitinin üstünde uyumlu bir

dokanak oluştururlar. Saraycık Formasyonunun taban dokanağını Kargı ofiyoliti oluşturduğu gözlenmiştir. Çalışma alanının güneyde bulunan Gökçedoğan Köyü' nün batısında bulunan en genç yaşlı birim olan alüvyonların ve Uğurluk Mevki' nde gözlenen  st Pliyosen yaşlı Ilgaz Formasyonunun bu birimi diskordansla örttüğü gözlenmiştir.



şekil 2.15. Saraycık Formasyonunun Bekirli Formasyonuna bindirmesi (Batıdan Doğuya Bakış)

 nceki çalışmalarda birim içerisindeki kireçtaşı bloklarından derlenen *Protopeneroplis* sp., *Trocholina* sp., *Oligostegina* sp., *Nautilicolina pranella* gibi Erken Kratese yaşını veren fosillere ve pelajik kireçtaşlarından derlenen *Praeglobotruncana* sp., *Globotruncana* sp., *Globigerina* sp., *Rugoglobigerina* sp., *Globotruncana fornicata* (Plummer), *Globotruncana tricarinata* (Quereau), *Globotruncana lapparenti* (Brotzen) gibi fosillere göre Yılmaz ve Tüysüz (1984) tarafından bu birimin yaşı  st Kratese olarak belirlenmiştir. Buna göre bu birimin yaşı  st Kratese olarak değerlendirilmiştir.

2.3. Örtü Çökelleri

Çalışma alanında Uğurluk Mevki' nde ve Gökçedoğan Köyü ve civarında gözlenen bu birimler Üst Pliyosen ve Kuvaterner yaşlı olup altında bulunan birimleri uyumsuzlukla örter.

2.3.1. Ilgaz Formasyonu (Tph)

Çalışma alanının güney tarafında Uğurluk Mevki ve civarında gözlenen bu birim ilk kez Hakyemez ve diğerleri (1986) tarafından Ilgaz Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada da aynı isim kullanılması uygun görülmüştür.

Genellikle gri, beyazımsı gri renkte görülen bu birim yataya yakın tabakalı kumtaşı, çakıltası ve silttaşlarından oluşmaktadır. Çalışma alanında sadece Uğurluk Mevki ve civarında gözlenen bu birimdeki çakıltaları tane destekli olup kumtaşı mercikleri içerirler. Silttaşları ince tabakalı kumtaşları içerisinde ara tabakalı olarak gözlenmiştir.

Birim Uğurluk Mevki ve civarında altındaki kendinden daha yaşlı olan Saraycık Formasyonunu aşılal diskordansla üzerler. Önceki çalışmalardan derlenen *Archidiskondon* sp., *Mimomys* sp., *Micromys* sp., *Critecus* aff. *kormosi* gibi fosillere dayanarak Türkecan ve diğerleri (1991) tarafından bu birimin yaşı Üst Pliyosen olarak verilmiştir. Buna göre birimin yaşı Üst Pliyosen olarak değerlendirilmiştir.

2.3.2. Alüvyon (Qal)

Çalışma alanında Gökçedoğan Köyü' nün kuzeybatısında yayılım gösteren alüvyonlar, genel olarak akarsu vadileri ve düzlükler ile ova tabanında yer alan tutturulmamış çakıl, blok, kum, silt ve kil türü malzemelerden oluşmaktadır. Birim içerisindeki farklı seviyelerin, yanal ve düşey yönde birbirleri ile geçişli olduğu gözlenmiştir.

3. YAPISAL JEOLJİ

3.1. TEKTONİK

Bölgede yapısal unsurlar dikkate alındığında inceleme alanı yaklaşık olarak kuzeydoğu- güneybatı doğrultulu bir sıkışmanın etkisinde kaldığı düşünülmektedir. Bu yapılar fay, bindirme ve kıvrımlar biçiminde özlenmektedir.

3.1.1. Faylar

İnceleme alanında farklı litostratigrafik birimleri yan yana getiren farklı doğrultularda faylar yer almaktadır. Bu faylar bazen birbirinin sınırlarını kesebilmektedirler. Çalışma alanında Yergen Tepesi ve civarında yaklaşık olarak kuzeybatı - güneydoğu doğrultulu bir takım fay dizileri tespit edilmiştir. Çalışma alanında allokton kayaların olduğu bölgelerde aynı sistem altında birbirini kesen (conjugate) faylar belirlenmiştir (Şekil 3.1). Yergen Tepesi' den Çam Köknar Mevki' ne ve Deresökü Yaylasına doğru uzanan bir ters fay gözlenmiştir (Şekil 3.2). Çalışma alanının kuzeybatısında Kızıloluk Mevki' sinde bir diğer önemli fay bulunmaktadır. Bu fay Üst Kratese Saraycık formasyonu ile Üst Kratese Kargı ofiyolitini yan yana getirmiştir. Çalışma alanının güneydoğusunda Uğurluk Mevki' nin güneyinde yaklaşık doğu – batı uzanımlı diğer önemli bir fay ise Üst Kratese Saraycık formasyonu ile Üst Kratese- Alt Eosen Beşpınar formasyonunu yan yana getirmiştir.



Şekil 3.1. Saraycık Formasyonu içerisinde gelişmiş bir ters fay (Güneybatıdan Kuzeydoğuya Bakış)



Şekil 3.2. Saraycık Formasyonu içerisinde gelişmiş bir ters fay (Güneydoğudan Kuzeybatıya Bakış)

3.1.2. Bindirme

Bölgedeki en önemli bindirme hattının görüldüğü yer, bölgenin güneyinde bulunan Triyas-Liyas Bekirli formasyonu Üst Kratese Saraycık formasyonu tarafından tektonik olarak üzerlenmiştir (Şekil 3.3). Bu bindirme hattı yaklaşık doğu- batı uzanımlıdır. Bir diğer önemli bindirme hattı Ovazlıgıncıran ve Sofranlık Sırtlarının kuzeyinde bulunan Üst Kratese Saraycık formasyonun otokton Üst Kratese- Alt Eosen Beşpınar formasyonu üzerine yaklaşık olarak doğu- batı uzanımlı olarak bindirdiği görülmektedir.



Şekil 3.3. Saraycık Formasyonunun Bekirli Formasyonuna bindirmesi (Güneyden Kuzeye Bakış)

3.1.3. Kıvrımlar

Otokton konumlu Triyas-Liyas Bekirli Formasyonu içerisinde yer alan litolojiler yer yer küçük ölçekte, yer yer büyük ölçekte kıvrımlandıkları belirlenmiş olup belirli bir kıvrım eksen gidişi belirlenememiştir.

Allokton konumlu Üst Kratese Saraycık Formasyonu içerisinde yer alan litolojilere ait tabaka doğrultusu ve eğimi göz önüne alındığında yaklaşık olarak kuzeydoğu-güneybatı yönlü kıvrım eksenlerinin geliştiği, fakat bu eksen izleri arazide tespit edilememiştir.

4. EKONOMİK JEOLJİ

4.1. Belen Cevherleşmesi

Çalışma alanında Belen Tepesi ve civarında bulunan cevher zonunda silisik matriksli kayalar ve bunların içerisinde limonitleşme bulunmaktadır. Kuvars damarları yaygındır ve damarlar içerisinde kapanlanarak taze kalmış piritlerin yanı sıra kimi bölgelerde ise kısmen ya da tamamen bozunmuş mineraller ve demiroksit izlenmiştir. Kaya kütleleri içerisinde kırık ve çatlakları takip eden bol miktarda malakit ve azurit sıvımaları bulunmaktadır. Kısmen silisleşmiş süperjen süreçle oluşmuş oksidasyon ürünleri mevcuttur. Büyük bölümü örtülü olan cevherleşme zonunda kayalar tektonizma etkisinde kalmış bol kırıklı ve çatlaklıdır (Şekil 4.1).

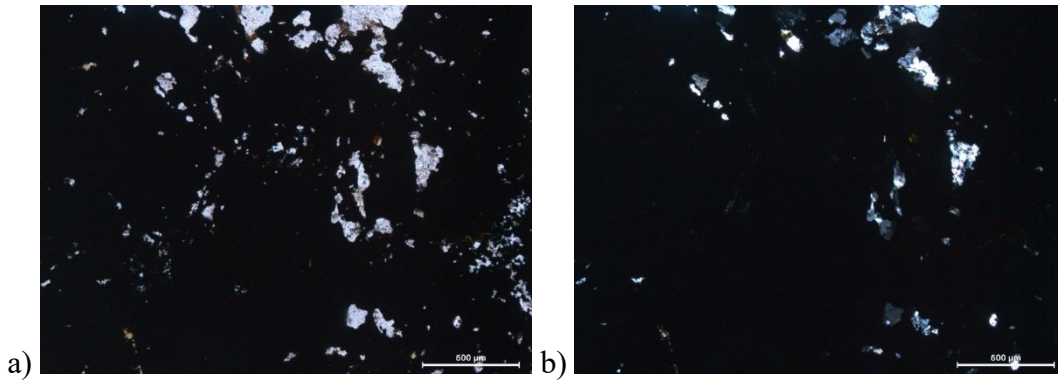


Şekil 4.1. Cevherli zonda mostra görüntüsü (Güneyden Kuzeye bakış)

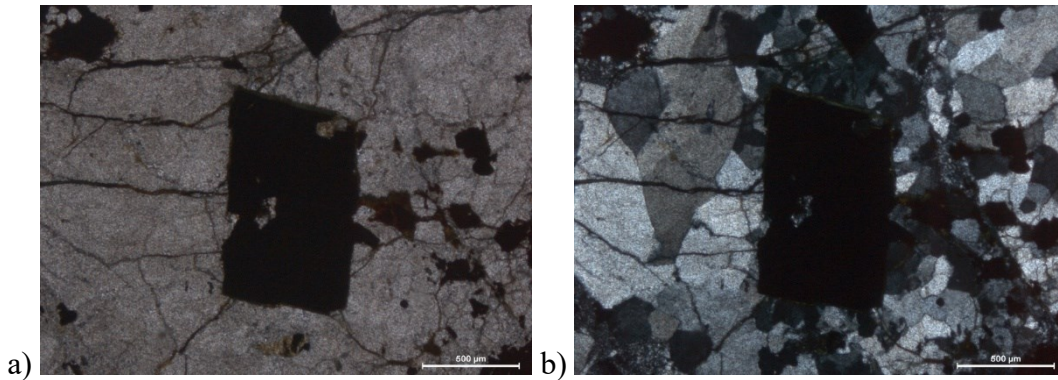
Saraycık formasyonu içerisinde gelişen ve inceleme alanında Belen Tepesi ve civarında gözlenen hidrotermal alterasyon, limonitleşme, hematitleşme ve pirit oluşumları bölgenin cevherleşme açısından önemli olabileceğini göstermektedir.

Ayrıca oluşum tipinin araştırılması ve ortaya konulması açısından cevherleşmeler önemli bir yer tutmaktadır. Bu amaç doğrultusunda cevherleşmenin gözlemlendiği lokasyonlardan 29 adet numune alınmıştır. ve öncelikli olarak İTÜ İnce Kesit Laboratuvarında ince ve parlak kesitleri hazırlanmıştır.

Yapılan ince kesit incelemelerinde bol miktarda opak minerallere rastlanmıştır (Şekil 4.2). Özşekli-yarı özşekli pirit minerali ile malakit gibi bakır minerali ile bol miktarda demiroksit minerallerine rastlanmıştır (Şekil 4.3). En yaygın mineraller pirit ve kalkopirit mineralleri iken hematit ve götit mineralleri görece daha az bulunmakta olup bazı alanlarda limonitleşme yaygındır. Cevher zonunun genelinde pirit kaynaklı kübik çözüne boşlukları vardır. Hem gang mineralleri hem de cevher minerallerinin geneli iri kristallidir.



Şekil 4.2. Cevher minerallerin tek (a) ve çift (b) nikoldeki görüntüsü



Şekil 4.3. Pirit mineralinin ve damarlara yerleşen FeO mineralinin tek (a) ve çift (b) nikoldeki görüntüsü

Belen Tepesi ve civarında gözlenen cevherleşmenin K75D doğrultulu bir zonda olduğu gözlenmiştir (Şekil 4. 4). Bu doğrultuda kuzeydoğu yönünde 29 adet numune alınmış ve bu numunelerin XRF ve ICP-MS analizleri yapılmıştır.



Şekil 4.4. K75D yönünde gerçekleşen cevherleşme ve örnekleme (Güneydoğudan Kuzeybatıya bakış)

Tablo 4.1. Belen cevherleşmesi ICP-MS sonuçları

	KGD-161	KGD-162	KGD-163	KGD-164	KGD-165	KGD-166	KGD-167	KGD-168	KGD-169	KGD-170	KGD-171	KGD-172	KGD-173	KGD-174
Sc	89,09	95,21	105,28	123,90	107,86	109,69	120,43	75,32	119,62	117,84	114,93	119,91	110,23	106,66
Y	7,71	8,04	6,57	11,37	17,11	11,51	11,95	56,76	20,01	16,70	16,09	7,59	9,36	4,63
La	0,97	1,12	1,09	1,12	1,59	1,13	1,17	13,47	1,56	1,67	2,98	0,82	0,97	0,99
Ce	3,02	3,14	3,34	3,09	5,45	3,59	3,87	16,24	4,59	4,47	5,21	7,22	54,47	2,95
Pr	0,44	0,54	0,64	0,43	1,19	0,51	0,64	3,53	0,63	0,73	1,05	0,41	0,47	0,34
Nd	2,25	2,78	3,32	2,18	7,52	2,81	3,38	17,87	3,24	4,11	5,70	2,24	1,67	1,93
Sm	0,89	1,07	1,23	0,84	2,82	1,05	1,01	5,42	1,21	1,38	1,69	0,79	0,81	0,54
Eu	0,22	0,28	0,29	0,18	0,65	0,24	0,28	1,37	0,29	0,33	0,38	0,16	0,18	0,12
Gd	1,31	1,45	1,52	1,24	3,54	1,54	1,59	7,73	1,95	1,97	2,55	1,09	1,50	0,64
Tb	0,22	0,27	0,25	0,24	0,53	0,29	0,24	1,23	0,38	0,32	0,38	0,17	0,17	0,10
Dy	1,47	1,77	1,53	1,91	3,33	2,18	1,62	8,71	2,71	2,32	2,50	1,27	1,26	0,70
Ho	0,36	0,39	0,32	0,41	0,64	0,45	0,39	1,79	0,63	0,51	0,51	0,29	0,30	0,14
Er	1,02	1,15	0,94	1,31	1,91	1,45	1,13	5,44	2,12	1,67	1,45	0,87	0,96	0,57
Tm	0,16	0,18	0,14	0,20	0,25	0,19	0,16	0,72	0,31	0,25	0,20	0,14	0,15	0,01
Yb	0,96	1,18	0,88	1,38	1,65	1,32	1,09	4,58	1,88	1,76	1,23	0,89	1,16	0,34
Lu	0,16	0,18	0,15	0,20	0,24	0,19	0,18	0,53	0,29	0,27	0,19	0,13	0,18	0,04
ΣREE	13,46	15,52	15,64	14,74	31,30	16,92	16,75	88,62	21,78	21,77	26,00	16,49	64,25	9,41
Th	0,34	0,47	0,34	0,45	0,29	0,38	0,32	0,89	0,75	0,60	0,32	0,32	0,47	0,00
Al	7,00%	9,11%	8,89%	4,72%	3,91%	5,27%	4,05%	2,52%	6,04%	6,14%	3,80%	3,93%	4,48%	1,79%
Si	36,15%	32,28%	30,90%	29,67%	23,43%	28,89%	30,55%	17,50%	24,36%	21,43%	26,99%	29,26%	26,78%	29,90%
Li	75,94	43,67	51,90	101,82	95,62	127,82	83,79	15,81	88,30	182,58	94,30	83,22	101,73	44,81
Be	0,39	0,66	0,58	0,60	0,63	1,00	1,00	0,95	1,12	0,68	0,84	0,82	1,23	0,55
Fe	5,71%	5,46%	4,88%	6,91%	12,07%	7,23%	7,02%	5,47%	11,17%	9,69%	8,84%	7,04%	11,27%	11,61%
Co	29,41	19,65	49,50	25,57	73,16	89,95	95,24	231,63	93,58	66,31	79,77	41,77	94,96	43,25
Ni	26,97	26,69	17,16	23,34	61,68	74,07	57,31	71,75	94,02	133,50	53,33	39,47	93,90	28,54
Cu	14060,94	5105,11	7591,30	1466,57	32467,50	4643,21	2041,30	577,90	1219,90	6301,10	12587,07	3422,73	1766,50	11450,00
Zn	1635,63	1030,76	422,52	273,32	710,94	615,75	492,75	344,71	574,62	641,76	566,16	401,69	562,66	239,70

Tablo 4.1 (devamı). Belen cevherleşmesi ICP-MS sonuçları

	KGD-161	KGD-162	KGD-163	KGD-164	KGD-165	KGD-166	KGD-167	KGD-168	KGD-169	KGD-170	KGD-171	KGD-172	KGD-173	KGD-174
Ga	7,97	9,90	7,14	19,20	11,18	17,07	14,03	22,99	22,42	19,68	12,13	10,27	20,04	9,07
As	62,82	30,83	68,82	86,57	238,48	632,39	1593,42	69,15	926,59	82,88	1561,08	1052,28	1073,07	1409,78
Se	12,76	4,67	16,18	39,83	59,60	16,67	16,90	15,05	11,53	9,17	26,32	20,49	25,72	38,37
Rb	3,72	3,95	3,11	10,46	4,75	4,12	2,69	5,52	3,79	3,62	4,18	3,52	2,96	4,96
Sr	7,09	11,00	17,55	25,94	8,07	13,43	53,26	356,38	29,70	16,51	8,91	8,90	39,69	8,77
Ag	ND	ND	1,11	56,01	8,83	184,90	2,01	3,81	1,54	0,69	2,61	1,95	2,32	3,71
Cd	1,65	2,52	2,55	0,32	3,44	2,55	3,06	2,40	0,86	4,49	5,40	0,95	1,04	0,61
In	ND	0,03	0,10	0,40	0,93	0,06	0,15	0,22	0,17	0,04	0,16	0,34	0,13	0,31
Cs	0,67	1,21	0,84	2,27	1,13	0,45	0,16	3,61	0,45	1,82	0,47	0,20	0,28	0,48
Ba	26,87	72,48	41,42	72,89	29,69	50,86	34,87	481,89	65,55	66,42	25,80	13,77	69,89	28,71
Tl	0,07	0,03	0,04	0,06	0,06	0,11	0,05	0,09	0,32	0,05	0,09	0,02	0,05	0,05
Pb	12,81	15,08	19,79	17,65	24,06	9,78	16,39	6,92	14,48	9,14	13,90	8,75	20,55	12,73
U	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Au	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hf	0,91	1,04	0,70	0,94	0,64	0,97	0,58	0,07	1,46	1,19	0,51	0,50	0,75	0,22
Ir	0,00	0,00	ND	0,04	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pd	0,07	0,09	0,12	0,91	0,11	0,47	0,18	0,51	0,17	0,13	0,12	0,13	0,18	0,13
Pt	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
Rh	0,22	0,08	0,11	0,03	0,40	0,08	0,05	0,33	0,05	0,10	0,15	0,06	0,04	0,14
Ru	0,03	0,02	0,02	0,12	0,18	0,16	0,17	0,12	0,14	0,13	0,17	0,17	0,15	0,19
Sb	0,89	0,68	94,24	3,17	32,82	10,73	5,31	0,52	22,66	5,15	2,30	2,23	22,88	5,64
Sn	0,64	0,53	0,50	1,17	1,41	1,24	0,90	1,04	1,16	0,83	0,77	0,96	1,90	1,12
Te	0,12	0,05	0,15	0,38	0,38	0,30	0,54	0,00	0,21	0,33	0,34	0,47	0,83	0,48

Tablo 4.1 (devamı). Belen cevherleşmesi ICP-MS sonuçları

	KGD-175	KGD-176	KGD-177	KGD-178	KGD-179	KGD-180	KGD-181	KGD-182	KGD-183	KGD-184	KGD-185	KGD-187	KGD-188	KGD-189
Sc	93,38	117,68	86,22	113,06	114,05	98,99	108,93	64,08	94,59	104,09	80,34	69,31	115,94	90,87
Y	11,71	13,54	5,37	12,22	7,73	13,17	13,32	6,31	14,56	7,37	20,88	5,04	10,92	17,11
La	0,78	0,90	0,65	1,83	0,81	3,66	1,67	6,36	11,32	2,43	14,37	4,37	14,23	13,38
Ce	2,71	3,73	1,73	4,66	2,59	9,25	4,63	15,80	28,30	6,84	31,14	7,55	11,13	28,91
Pr	0,43	0,70	0,26	0,85	0,42	1,29	0,64	1,56	2,79	0,97	3,54	0,65	3,55	3,34
Nd	2,55	4,16	1,49	4,92	2,38	6,57	3,29	6,43	11,46	4,72	14,68	2,49	14,41	13,48
Sm	1,00	1,48	0,51	1,69	0,89	2,04	1,07	1,35	2,56	1,22	3,19	1,60	2,98	2,93
Eu	0,22	0,40	0,12	0,48	0,24	0,50	0,39	0,32	0,71	0,35	0,78	0,97	0,57	0,68
Gd	1,90	1,96	0,73	2,11	1,18	2,11	1,64	1,33	2,90	1,25	3,64	0,69	3,22	3,86
Tb	0,18	0,30	0,12	0,33	0,20	0,34	0,27	0,15	0,41	0,19	0,49	0,10	0,31	0,47
Dy	1,62	2,02	0,82	1,98	1,36	2,30	2,10	0,92	2,57	1,23	3,14	0,70	1,81	3,00
Ho	0,32	0,43	0,18	0,41	0,29	0,45	0,42	0,19	0,49	0,26	0,60	0,15	0,26	0,66
Er	1,05	1,26	0,57	1,20	0,87	1,43	1,33	0,68	1,50	0,81	1,82	0,47	0,91	1,83
Tm	0,11	0,18	0,07	0,16	0,12	0,20	0,19	0,10	0,20	0,12	0,24	0,07	0,04	0,23
Yb	0,71	1,15	0,48	1,10	0,73	1,37	1,38	0,78	1,35	0,85	1,65	0,48	0,69	1,68
Lu	0,10	0,17	0,07	0,17	0,11	0,19	0,20	0,12	0,19	0,14	0,24	0,12	0,05	0,23
ΣREE	13,68	18,86	7,81	21,89	12,17	31,70	19,21	36,09	66,76	21,37	79,53	20,42	54,16	74,69
Th	0,00	0,22	0,12	0,23	0,16	0,32	0,42	2,05	2,73	0,43	3,75	0,63	0,00	2,25
Al	3,58%	3,37%	2,27%	2,87%	2,50%	2,20%	4,24%	0,96%	3,19%	3,63%	2,91%	1,51%	0,37%	3,80%
Si	19,70%	32,37%	24,18%	35,82%	37,99%	20,70%	27,39%	9,94%	18,94%	30,83%	17,89%	16,23%	31,54%	22,17%
Li	83,96	72,71	45,62	61,90	41,36	25,23	53,87	5,63	35,48	35,80	36,15	33,77	14,44	74,97
Be	0,61	0,68	0,66	1,00	1,03	0,75	0,43	0,40	0,81	0,54	0,98	1,14	0,66	1,35
Fe	26,60%	7,62%	12,65%	5,12%	3,36%	27,64%	10,80%	42,03%	4,75%	9,52%	3,11%	4,67%	0,59%	3,04%
Co	72,38	73,49	69,45	63,47	63,90	25,38	32,76	8,66	72,03	21,93	65,54	89,17	44,04	54,55
Ni	32,25	59,85	51,54	43,58	19,60	19,65	34,92	8,24	750,09	15,33	384,64	1503,68	56,89	59,82
Cu	8100,70	5004,89	75074,90	10319,04	1277,22	1326,02	1430,71	2551,40	73,70	1228,70	76,89	48,66	85,42	71,22
Zn	314,10	490,98	1820,37	303,06	116,07	292,07	161,91	46,51	53,36	177,75	54,24	108,93	33,45	101,28

Tablo 4.1 (devamı). Belen cevherleşmesi ICP-MS sonuçları

	KGD-175	KGD-176	KGD-177	KGD-178	KGD-179	KGD-180	KGD-181	KGD-182	KGD-183	KGD-184	KGD-185	KGD-187	KGD-188	KGD-189
Ga	15,66	10,24	10,53	34,76	10,20	22,84	16,13	17,31	10,88	27,10	13,12	187,28	11,87	14,79
As	393,35	349,83	2112,79	99,30	1450,40	87,66	44,88	1822,79	76,15	1796,95	150,09	159,05	65,44	86,97
Se	75,97	18,46	120,76	20,84	38,22	12,71	10,34	45,29	5,17	21,20	6,47	6,37	12,88	8,95
Rb	3,26	2,48	2,45	2,93	5,80	7,34	2,46	9,58	2,20	13,67	12,88	5,54	4,39	14,47
Sr	6,24	11,34	7,33	11,74	13,69	10,51	9,26	123,26	69,26	58,03	230,17	205,29	154,52	99,10
Ag	4,60	0,65	9,79	0,43	1,36	0,95	0,74	1,31	0,35	3,44	0,74	0,30	0,60	1,04
Cd	0,67	10,07	23,93	3,31	0,16	0,20	0,14	0,43	0,13	0,28	0,25	0,17	0,21	0,42
In	0,70	0,08	1,99	0,08	0,11	0,17	0,12	0,16	0,03	0,36	0,04	0,02	0,01	0,04
Cs	0,60	0,48	0,27	0,14	0,55	1,19	0,27	3,47	0,47	0,67	1,03	1,51	0,19	0,64
Ba	29,59	19,62	55,64	676,46	71,29	164,45	29,57	83,85	45,11	410,90	105,16	6294,67	158,39	95,70
Tl	0,05	0,05	0,09	0,03	0,31	0,19	0,03	0,09	0,01	0,18	0,34	0,16	0,03	0,08
Pb	27,68	13,51	109,34	8,87	11,58	17,45	7,39	20,76	5,99	20,20	11,20	6,85	15,92	30,79
U	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Au	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hf	0,00	0,40	0,21	0,33	0,17	0,51	0,79	0,86	0,92	0,74	1,39	0,12	0,00	2,06
Ir	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pd	0,00	0,11	0,11	0,10	0,10	0,11	0,10	0,23	0,22	0,20	0,46	0,32	0,33	0,21
Pt	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Rh	0,00	0,09	0,98	0,12	0,03	0,03	0,04	0,05	0,03	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02
Ru	0,00	0,15	0,21	0,20	0,16	0,15	0,14	0,12	0,12	0,18	0,13	0,14	0,19	0,13
Sb	0,00	2,71	6,12	0,56	2,50	2,23	1,87	3,53	0,63	29,42	2,61	1,82	0,75	1,71
Sn	0,00	0,78	1,31	0,72	0,73	1,73	0,99	0,83	1,22	1,95	1,21	0,51	0,58	1,12
Te	0,18	0,40	0,45	0,00	0,14	0,15	0,18	1,71	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,03

Tablo 4.2. Belen cevherleşmesi XRF sonuçları

	KGD-161	KGD-162	KGD-163	KGD-164	KGD-165	KGD-166	KGD-167	KGD-168	KGD-169	KGD-170	KGD-171	KGD-172	KGD-173	KGD-174
SiO₂	62,82%	61,33%	67,96%	62,23%	54,60%	63,36%	70,52%	25,28%	54,08%	49,80%	65,73%	70,15%	60,90%	68,72%
Al₂O₃	12,58%	14,30%	11,52%	14,66%	9,80%	15,94%	12,74%	5,82%	20,69%	17,04%	11,78%	12,21%	14,82%	5,63%
Fe₂O₃	10,70%	9,46%	8,73%	10,48%	15,76%	10,66%	9,75%	8,76%	14,48%	14,95%	12,46%	10,38%	15,78%	16,77%
MgO	3,89%	4,95%	2,67%	3,22%	5,39%	0,19%	0,08%	1,11%	0,09%	6,69%	0,18%	0,10%	0,08%	0,12%
CaO	0,10%	0,15%	0,12%	0,10%	0,09%	0,18%	0,08%	19,46%	0,11%	0,10%	0,09%	0,08%	0,12%	0,20%
Na₂O	0,20%	1,90%	1,70%	0,99%	0,63%	0,01%		0,25%		0,00%				
K₂O	0,35%	0,52%	0,34%	0,60%	0,17%	0,16%	0,03%	0,15%	0,13%	0,13%	0,14%	0,08%	0,05%	0,19%
TiO₂	0,50%	0,60%	0,43%	0,56%	0,38%	0,62%	0,38%	0,04%	0,81%	0,77%	0,41%	0,37%	0,48%	0,21%
P₂O₅	0,09%	0,09%	0,07%	0,04%	0,09%	0,08%	0,05%	0,06%	0,04%	0,09%	0,06%	0,06%	0,09%	0,04%
MnO	0,14%	0,13%	0,15%	0,04%	0,33%	0,69%	0,20%	1,94%	0,56%	0,60%	0,22%	0,03%	0,25%	0,01%
Cr₂O₃	0,03%	0,03%	0,02%	0,03%	0,02%	0,03%	0,02%		0,03%	0,04%	0,16%	0,02%	0,03%	0,01%
Ag	49 PPM				49 PPM			64 PPM						52 PPM
Cl	99 PPM	10 PPM	131 PPM	125 PPM		310 PPM	181 PPM	111 PPM	102 PPM	142 PPM	163 PPM			137 PPM
CuO	2,14%				3,91%			4,26%			1,52%			1,41%
SO₃								20,26%						
S	509 PPM	426 PPM	1109 PPM	1943 PPM	3563 PPM	875 PPM	297 PPM		291 PPM	626 PPM	2108 PPM	355 PPM	569 PPM	3325 PPM
Se				51 PPM	66 PPM						30 PPM		20 PPM	50 PPM
W	147 PPM	71 PPM	75 PPM		114 PPM		266 PPM				161 PPM	147 PPM	109 PPM	180 PPM
LOI	5,83%	5,34%	4,67%	6,22%	7,63%	6,88%	5,52%	12,41%	8,52%	8,41%	6,34%	5,65%	6,76%	5,56%
TOPLAM	99,36%	98,81%	98,38%	99,17%	98,80%	98,81%	99,36%	99,79%	99,53%	98,61%	99,10%	99,13%	99,36%	98,87%

Tablo 4.2(devamı). Belen cevherleşmesi XRF sonuçları

	KGD-161	KGD-162	KGD-163	KGD-164	KGD-165	KGD-166	KGD-167	KGD-168	KGD-169	KGD-170	KGD-171	KGD-172	KGD-173	KGD-174
Sc	1948 PPM	3183 PPM	2721 PPM	3370 PPM	1928 PPM	2086 PPM	2720 PPM	95 PPM	2164 PPM	2302 PPM	2429 PPM	3377 PPM	2657 PPM	1845 PPM
Cr								3 PPM						
V	279 PPM	241 PPM	236 PPM	249 PPM	207 PPM	281 PPM	193 PPM	75 PPM	334 PPM	452 PPM	229 PPM	266 PPM	301 PPM	155 PPM
Co	32 PPM		38 PPM	23 PPM	96 PPM	77 PPM	81 PPM	202 PPM	95 PPM	67 PPM	80 PPM	41 PPM	78 PPM	54 PPM
Ni	54 PPM	52 PPM	29 PPM	28 PPM	77 PPM	71 PPM	44 PPM	56 PPM	84 PPM	138 PPM	50 PPM	36 PPM	71 PPM	25 PPM
Cu		4917 PPM	7767 PPM	1347 PPM		4615 PPM	2201 PPM	30133 PPM	1139 PPM	6442 PPM		3381 PPM	1636 PPM	
Zn	2215 PPM	1298 PPM	472 PPM	194 PPM	784 PPM	645 PPM	394 PPM	356 PPM	513 PPM	666 PPM	593 PPM	423 PPM	460 PPM	244 PPM
Ga	10 PPM	11 PPM	7 PPM	9 PPM					15 PPM	14 PPM			11 PPM	
As	89 PPM	37 PPM	92 PPM	33 PPM	150 PPM	411 PPM	1107 PPM	7 PPM	642 PPM	41 PPM	1137 PPM	795 PPM	661 PPM	1046 PPM
Rb				7 PPM	4 PPM	3 PPM			3 PPM					
Sr	15 PPM	53 PPM	26 PPM	25 PPM	13 PPM	17 PPM	47 PPM	285 PPM	31 PPM	21 PPM	14 PPM	14 PPM	35 PPM	13 PPM
Y	13 PPM	12 PPM	10 PPM	11 PPM	18 PPM	14 PPM	15 PPM	48 PPM	16 PPM	16 PPM	15 PPM	8 PPM	11 PPM	
Zr	29 PPM	30 PPM	21 PPM	41 PPM	34 PPM	40 PPM	18 PPM	32 PPM	52 PPM	50 PPM	31 PPM	29 PPM	24 PPM	21 PPM
Nb	3 PPM	2 PPM	3 PPM											
Mo	18 PPM	37 PPM	15 PPM	25 PPM	9 PPM						12 PPM			
Sn				1 PPM								1 PPM		
Sb	6 PPM			5 PPM	23 PPM				17 PPM	5 PPM	4 PPM	4 PPM		3 PPM
Ba	2646 PPM	4006 PPM	4088 PPM											
Ce							862 PPM							
Pb	11 PPM	17 PPM	19 PPM	14 PPM	15 PPM	8 PPM	12 PPM	2 PPM	10 PPM	8 PPM	11 PPM	8 PPM	13 PPM	8 PPM

Tablo 4.2 (devamı). Belen cevherleşmesi Major XRF sonuçları

	KGD-175	KGD-176	KGD-177	KGD-178	KGD-179	KGD-180	KGD-181	KGD-182	KGD-183	KGD-184	KGD-185	KGD-187	KGD-188	KGD-189
SiO₂	66,03%	68,85%	49,58%	75,66%	82,30%	40,91%	57,58%	21,44%	37,30%	65,10%	36,10%	37,65%	67,47%	48,22%
Al₂O₃	5,69%	9,65%	6,27%	8,51%	7,17%	6,20%	11,86%	2,06%	10,25%	12,17%	7,05%	4,32%	1,30%	9,31%
Fe₂O₃	15,38%	10,13%	11,97%	6,21%	5,13%	37,18%	14,85%	62,85%	7,31%	14,48%	5,18%	6,28%	1,05%	4,27%
MgO	0,12%	3,23%	0,13%	0,12%	0,09%	0,18%	5,59%	0,16%	11,21%	0,31%	3,97%	3,93%	5,36%	1,07%
CaO	0,11%	0,13%	0,06%	0,08%	0,04%	0,16%	0,02%	0,09%	9,18%	0,22%	24,00%	21,59%	12,50%	18,93%
Na₂O					0,05%	0,05%				0,18%		0,05%	0,04%	
K₂O	0,17%	0,06%	0,06%	0,06%	0,30%	0,51%	0,08%	0,36%	0,03%	1,35%	0,39%	0,09%	0,12%	0,46%
TiO₂	0,20%	0,31%	0,16%	0,30%	0,20%	0,33%	0,51%	0,26%	0,38%	0,54%	0,29%	0,09%	0,04%	0,24%
P₂O₅	0,03%	0,07%	0,05%	0,07%	0,04%	0,06%	0,04%	0,11%	0,04%	0,04%	0,09%	0,02%	0,10%	0,09%
MnO	0,02%	0,34%	0,09%	0,07%		0,02%	0,14%	0,02%	0,16%	0,04%	0,18%	0,14%	0,07%	0,22%
Cr₂O₃	0,01%	0,01%	0,01%	0,02%	0,01%	0,02%	0,03%	0,17%	0,09%	0,02%	0,02%	0,19%		
Ag									41 PPM					41 PPM
Cl	79 PPM	128 PPM		114 PPM	93 PPM	108 PPM	100 PPM			141 PPM	117 PPM	84 PPM		
CuO	1,26%		6,11%											
SO₃			15,96%	2,73%		2,70%								
S	1461 PPM	4335 PPM			2830 PPM		6766 PPM	2660 PPM	78 PPM	378 PPM	114 PPM	85 PPM	123 PPM	44 PPM
Se	36 PPM		100 PPM					90 PPM						
W	168 PPM	154 PPM	143 PPM	145 PPM	332 PPM		90 PPM			109 PPM			178 PPM	76 PPM
LOI	10,35%	5,26%	9,07%	5,04%	3,54%	11,40%	7,35%	11,12%	23,89%	4,90%	22,56%	25,38%	11,86%	17,12%
TOPLAM	99,38%	98,04%	99,50%	98,85%	98,87%	99,73%	98,05%	98,64%	99,83%	99,34%	99,83%	99,73%	99,89%	99,92%

Tablo 4.2 (devamı). Belen cevherleşmesi XRF sonuçları

	KGD-175	KGD-176	KGD-177	KGD-178	KGD-179	KGD-180	KGD-181	KGD-182	KGD-183	KGD-184	KGD-185	KGD-187	KGD-188	KGD-189
Sc	3391 PPM	2077 PPM	1179 PPM	2598 PPM	2589 PPM	3403 PPM	3218 PPM	464 PPM	302 PPM	2613 PPM	71 PPM	73 PPM	50 PPM	85 PPM
Cr													463 PPM	285 PPM
V	152 PPM	202 PPM			139 PPM	308 PPM	222 PPM	452 PPM		201 PPM		59 PPM	318 PPM	735 PPM
Co	84 PPM	60 PPM	77 PPM	45 PPM	43 PPM	33 PPM	32 PPM		54 PPM	25 PPM	29 PPM	39 PPM	16 PPM	17 PPM
Ni	100 PPM	57 PPM	67 PPM	40 PPM	21 PPM	110 PPM	53 PPM	221 PPM	660 PPM	29 PPM	314 PPM	1438 PPM	40 PPM	51 PPM
Cu		5453 PPM		8141 PPM	1069 PPM	1162 PPM	1222 PPM	2750 PPM	61 PPM	1114 PPM	78 PPM	43 PPM	87 PPM	54 PPM
Zn	276 PPM	456 PPM	1523 PPM	305 PPM	69 PPM	231 PPM	151 PPM	27 PPM	50 PPM	155 PPM	58 PPM	95 PPM	26 PPM	87 PPM
Ga							11 PPM							
As	226 PPM	222 PPM	1617 PPM	49 PPM	938 PPM	41 PPM	12 PPM	1664 PPM	24 PPM	1446 PPM	63 PPM	50 PPM	15 PPM	14 PPM
Rb						11 PPM		19 PPM		11 PPM	10 PPM	4 PPM		11 PPM
Sr	11 PPM	13 PPM	10 PPM	16 PPM	15 PPM	16 PPM	15 PPM	128 PPM	70 PPM	58 PPM	196 PPM	139 PPM	137 PPM	80 PPM
Y	15 PPM	14 PPM	7 PPM	11 PPM	9 PPM	14 PPM	14 PPM	9 PPM	12 PPM	9 PPM	15 PPM	5 PPM	13 PPM	21 PPM
Zr	31 PPM	27 PPM	22 PPM	26 PPM	23 PPM	30 PPM	39 PPM	50 PPM	51 PPM	25 PPM	64 PPM	23 PPM	20 PPM	89 PPM
Nb														
Mo	41 PPM				15 PPM	47 PPM				16 PPM	4 PPM	2 PPM		
Sn									1 PPM		2 PPM			
Sb										21 PPM	4 PPM	4 PPM		3 PPM
Ba				376 PPM						187 PPM				
Ce														
Pb	15 PPM	3 PPM	60 PPM	4 PPM	5 PPM	5 PPM	4 PPM		3 PPM	13 PPM	5 PPM	4 PPM	13 PPM	14 PPM

4.2. Yergen Cevherleşmesi

Yergen tepesi ve civarında gözlenen cevherleşme yaklaşık 20 metre genişliğinde 10 metre yüksekliğinde mostra vermektedir. Cevherleşme üzerinden yan kayaçla olan ilişkisini görebilmek amacıyla K80D doğrultusunda örnekleme yapılmıştır (Şekil 4.5).

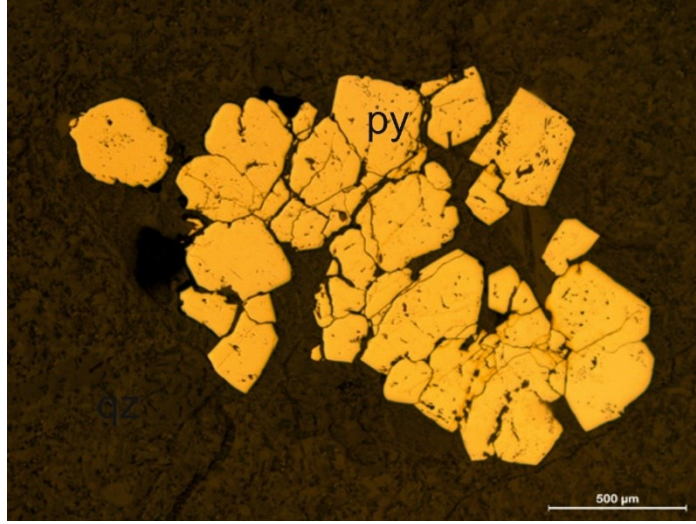


Şekil 4.5. Yergen cevherleşmesinin K80D doğrultusunda örnekleme



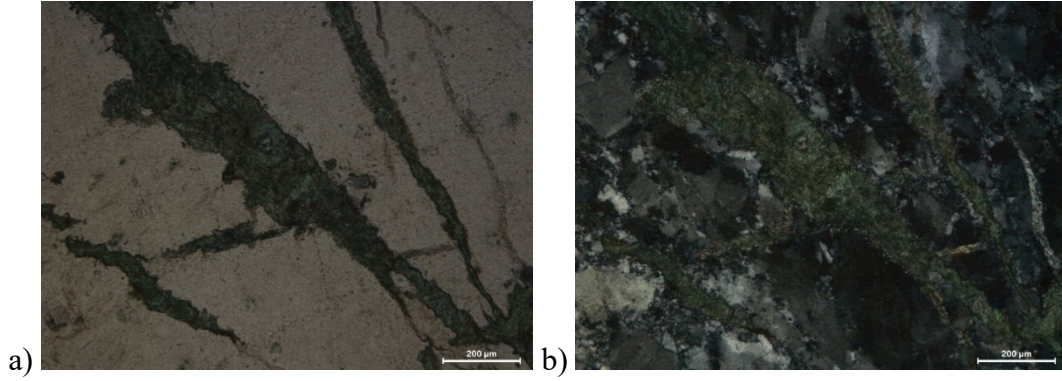
Şekil 4.7. Malakit sıvamasının mostra üzerindeki görüntüsü (Güneyden Kuzeye bakış)

Kayaç yapısı matriks açısından genellikle silisli olup bazı bölgelerde ise karbonatlı ve ince tanelidir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Silisik matriks içerisindeki özşekli-yarı özşekli piritler (Tek nikol parlak kesit görüntüsü)

Mineralizasyon çoğunlukla saçınımlı halde gelişmiş pirit ve kalkopiritler halindedir, piritler genellikle bozuşmuş kısmen ya da tamamen götite dönüşmüş olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra pirit-götite dönüşümünden kaynaklı çözünme boşlukları bulunmaktadır. Azurit ve malakit sıvıamaları cevher zonunda çok belirgin ve yoğundur (Şekil 4.7). Ayrıca cevherleşme alanında süperjen safhada gelişmiş malakit mineralleri çatlak ve damarlara yerleşmiş biçimde olup hematit, bornit ve azurit mineralleri de bulunmaktadır (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Çatlak boyunca oluşan malakit mineralinin tek (a) ve çift (b) nikoldeki görüntüsü

Bu cevherleşmenin analiz ve incelemeler için 15 adet numune alınmış olup bu numunelerin XRF ve ICP-MS analizleri yapılmıştır .

Tablo 4.3. Yergen cevherleşmesi ICP-MS sonuçları

	KGD-121	KGD-122	KGD-123	KGD-124	KGD-125	KGD-126	KGD-127	KGD-128	KGD-129	KGD-130	KGD-131	KGD-132	KGD-133	KGD-134	KGD-135
Sc	107,09	105,05	109,78	106,24	96,93	104,86	87,94	126,01	107,11	123,86	96,49	103,17	86,84	119,21	98,44
Y	39,10	21,88	22,11	23,21	20,67	21,44	15,19	4,44	5,20	2,10	13,68	21,43	21,86	33,31	26,63
La	6,25	5,75	5,81	6,28	4,78	4,97	4,56	0,92	1,35	0,44	3,37	6,84	6,27	5,22	7,02
Ce	16,14	14,31	14,55	15,50	11,77	12,32	11,55	2,51	3,24	1,53	8,98	16,71	16,34	13,74	17,86
Pr	2,29	2,15	2,17	2,27	1,71	1,78	1,65	0,36	0,48	0,22	1,29	2,43	2,34	1,95	2,66
Nd	12,01	10,22	10,43	10,82	8,19	8,47	7,97	1,76	2,26	1,06	6,09	11,42	11,00	10,48	12,86
Sm	3,81	3,20	3,28	3,31	2,74	2,83	2,38	0,60	0,70	0,37	1,94	3,44	3,46	3,48	4,04
Eu	1,43	1,18	1,20	1,35	0,97	1,00	0,80	0,22	0,26	0,10	0,66	1,23	1,21	1,34	1,29
Gd	5,51	4,64	4,72	4,82	4,02	4,21	3,38	0,87	1,01	0,49	2,79	4,81	4,91	4,95	5,79
Tb	0,86	0,75	0,78	0,79	0,70	0,72	0,56	0,15	0,16	0,08	0,47	0,79	0,81	0,79	0,97
Dy	5,87	4,60	4,71	4,85	4,35	4,50	3,36	0,89	1,00	0,52	3,01	4,69	5,00	5,60	5,94
Ho	1,19	0,97	0,99	1,03	0,93	0,96	0,71	0,20	0,21	0,11	0,65	0,98	1,07	1,13	1,25
Er	3,60	2,73	2,85	2,94	2,63	2,75	2,00	0,52	0,60	0,30	1,82	2,78	2,95	3,48	3,49
Tm	0,48	0,39	0,42	0,42	0,38	0,39	0,28	0,08	0,08	0,04	0,26	0,39	0,43	0,48	0,49
Yb	3,29	2,41	2,43	2,54	2,28	2,43	1,64	0,50	0,53	0,27	1,60	2,33	2,59	3,25	2,97
Lu	0,46	0,35	0,37	0,39	0,34	0,37	0,25	0,07	0,08	0,04	0,25	0,35	0,38	0,47	0,45
ΣREE	63,18	53,66	54,71	57,29	45,80	47,71	41,07	9,65	11,96	5,58	33,17	59,19	58,75	56,36	67,10
Th	0,43	0,64	0,51	0,58	0,50	0,57	0,33	0,09	0,09	0,07	0,35	0,51	0,57	1,09	0,57
Al	5,88%	7,58%	9,51%	10,93%	13,06%	14,04%	7,81%	2,45%	2,13%	1,29%	4,29%	15,39%	8,59%	6,29%	12,44%
Si	18,02%	23,70%	18,85%	20,83%	28,58%	18,84%	26,71%	63,58%	23,54%	24,62%	17,37%	13,04%	16,72%	21,46%	25,41%
Li	13,49	9,14	7,08	7,51	7,16	8,87	22,72	5,77	3,77	3,22	7,62	7,40	7,51	8,76	7,77
Be	1,18	0,58	0,90	0,94	0,59	0,77	0,57	0,41	0,43	0,39	0,72	1,09	0,47	0,98	0,53
Fe	7,09%	5,96%	5,62%	5,86%	6,33%	6,41%	5,63%	4,25%	3,02%	6,30%	11,15%	5,77%	7,35%	8,23%	6,53%
Co	77,16	43,88	36,57	37,66	36,08	40,71	32,87	37,72	40,26	36,46	85,49	33,72	109,55	51,40	37,02
Ni	108,36	110,40	89,80	82,83	59,92	64,63	66,36	11,84	16,70	6,52	32,59	88,58	63,14	57,57	53,24
Cu	121,00	81,88	80,58	84,09	117,66	117,40	408,12	18522,67	15042,48	12288,77	56884,96	324,68	23601,40	63,40	3062,50
Zn	112,34	88,47	82,92	79,01	109,02	111,95	287,13	1639,09	510,05	1060,52	1814,15	559,07	880,25	256,15	315,65

Tablo 4.3(devamı). Yergen cevherleşmesi ICP-MS sonuçları

	KGD-121	KGD-122	KGD-123	KGD-124	KGD-125	KGD-126	KGD-127	KGD-128	KGD-129	KGD-130	KGD-131	KGD-132	KGD-133	KGD-134	KGD-135
Ga	25,00	17,56	16,63	16,57	13,26	15,96	12,91	4,35	5,75	4,12	11,15	15,13	13,07	20,57	14,01
As	91,13	18,44	16,99	14,39	15,83	18,69	16,26	16,51	20,18	45,17	43,29	18,80	18,64	45,06	19,02
Se	8,07	3,65	8,80	8,28	8,27	12,60	12,03	16,87	8,84	42,11	33,00	4,13	5,35	8,65	5,11
Rb	5,76	2,72	1,56	2,41	1,70	1,79	1,27	1,60	0,49	1,87	1,43	2,90	1,12	1,75	0,74
Sr	159,57	110,02	69,49	146,69	83,48	93,10	40,58	12,80	16,92	11,05	57,62	100,81	61,46	116,88	83,08
Ag	1,35	2,54	ND	ND	3,31	ND	8,54	13,52	17,00	24,12	42,08	1,48	ND	1,47	3,79
Cd	0,42	0,03	0,10	0,18	0,45	0,44	0,37	4,20	1,63	0,86	3,81	1,92	2,28	0,58	0,59
In	0,08	0,13	ND	ND	ND	ND	ND	0,66	0,29	2,06	0,53	ND	0,03	0,10	0,12
Cs	0,35	0,32	0,20	0,12	0,12	0,10	0,08	0,02	0,24	0,05	0,06	0,13	0,00	0,17	0,40
Ba	32,87	87,06	57,88	49,95	43,90	48,19	27,04	13,72	48,01	15,33	10,98	53,43	25,88	39,84	23,63
Tl	0,03	0,04	0,00	0,02	-0,01	0,00	-0,01	0,00	0,05	0,00	0,01	0,06	0,02	0,02	0,05
Pb	11,18	7,61	3,09	3,07	5,81	2,94	11,56	44,78	194,37	11,37	29,98	2,21	4,05	7,78	3,05
U	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Au	0,00	0,09	0,06	0,05	0,03	0,03	0,02	0,01	ND	0,01	0,02	0,05	0,04	0,12	0,04
Hf	2,30	2,18	2,46	2,81	1,65	1,83	1,89	0,51	0,55	0,39	1,76	2,56	2,85	3,31	2,81
Ir	0,00	0,06	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	ND	0,00	ND	0,01	0,01	0,01	0,17	0,01
Pd	0,34	0,72	0,58	1,08	0,55	0,66	0,30	0,11	0,12	0,10	0,46	0,73	0,51	0,34	0,61
Pt	0,02	0,03	0,04	0,04	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,03	0,04	0,05	0,02	0,05
Rh	0,04	0,04	0,04	0,05	0,03	0,04	0,03	0,26	0,22	0,18	0,87	0,04	0,36	0,04	0,03
Ru	0,09	0,04	0,04	0,03	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,06	0,02
Sb	0,29	0,63	0,09	0,14	0,11	0,13	0,08	0,12	0,59	0,41	0,22	0,29	1,20	0,42	0,39
Sn	1,14	0,97	1,06	1,14	0,75	0,86	0,99	0,33	0,29	0,54	0,78	1,05	1,01	1,54	1,14
Te	0,00	0,01	ND	ND	0,01	ND	ND	0,05	0,04	0,15	0,18	ND	0,03	0,00	ND

Tablo 4.4. Yergen cevherleşmesi XRF sonuçları

	KGD-121	KGD-122	KGD-123	KGD-124	KGD-125	KGD-126	KGD-127	KGD-128	KGD-129	KGD-130	KGD-131	KGD-132	KGD-133	KGD-134	KGD-135
SiO₂	34,63%	42,81%	42,49%	40,39%	43,03%	44,37%	50,22%	78,27%	79,28%	78,78%	43,95%	47,21%	43,95%	46,75%	47,23%
Al₂O₃	12,65%	14,97%	13,98%	13,22%	14,78%	14,28%	12,03%	3,47%	3,76%	2,21%	8,40%	14,31%	14,55%	13,70%	14,43%
Fe₂O₃	12,34%	10,59%	10,39%	11,46%	10,91%	11,67%	11,36%	6,89%	5,08%	11,86%	20,77%	11,26%	13,28%	13,96%	11,78%
MgO	7,32%	9,61%	8,96%	9,39%	8,87%	9,85%	9,95%	2,17%	2,39%	1,12%	5,21%	10,41%	9,52%	8,71%	9,67%
CaO	17,64%	10,70%	13,70%	14,17%	11,18%	9,07%	6,59%	0,66%	1,55%	0,29%	2,13%	6,88%	3,39%	6,49%	6,23%
Na₂O	2,81%	3,17%	2,49%	2,42%	2,88%	3,34%	2,14%	0,38%	0,52%		0,47%	2,98%	2,90%	3,98%	3,60%
K₂O	0,27%	0,22%	0,05%	0,12%	0,38%	0,10%	0,04%	0,04%	0,04%	0,03%	0,02%	0,28%	0,11%	0,06%	0,05%
TiO₂	1,31%	1,28%	1,23%	1,40%	1,36%	1,15%	1,17%	0,29%	0,30%	0,20%	0,84%	1,37%	1,54%	1,61%	1,55%
P₂O₅	0,19%	0,17%	0,18%	0,17%	0,17%	0,15%	0,14%	0,03%	0,05%	0,05%	0,10%	0,18%	0,17%	0,16%	0,22%
MnO	0,20%	0,21%	0,20%	0,22%	0,21%	0,25%	0,27%	0,07%	0,06%	0,04%	0,26%	0,36%	0,36%	0,28%	0,27%
Cr₂O₃	0,42%	0,06%	0,06%	0,06%	0,05%	0,02%	0,05%	0,01%	0,01%		0,02%	0,05%	0,04%		0,02%
Ag					47 PPM	49 PPM			52 PPM				71 PPM	64 PPM	
Cl	258 PPM		83 PPM	116 PPM					136 PPM	147 PPM	114 PPM	94 PPM		104 PPM	114 PPM
CuO								2,50%	2,07%	1,61%	8,15%		3,72%		
S	220 PPM	142 PPM		80 PPM	536 PPM	61 PPM	150 PPM	6255 PPM	4889 PPM	549 PPM	8661 PPM	36 PPM	221 PPM	1213 PPM	108 PPM
V	337 PPM	317 PPM	307 PPM	340 PPM	354 PPM	354 PPM	303 PPM		130 PPM	113 PPM	283 PPM	323 PPM	368 PPM	436 PPM	373 PPM
W								208 PPM	275 PPM	198 PPM					
LOI	10,00%	6,05%	6,14%	6,76%	5,89%	5,59%	5,78%	3,32%	3,47%	3,39%	7,06%	4,44%	6,09%	3,77%	4,72%
TOPLAM	99,78%	99,83%	99,87%	99,80%	99,72%	99,84%	99,74%	98,08%	98,58%	99,59%	97,37%	99,73%	99,62%	99,47%	99,77%

Tablo 4.4 (devamı). Yergen cevherleşmesi XRF sonuçları

	KGD-121	KGD-122	KGD-123	KGD-124	KGD-125	KGD-126	KGD-127	KGD-128	KGD-129	KGD-130	KGD-131	KGD-132	KGD-133	KGD-134	KGD-135
Sc	294 PPM	516 PPM	424 PPM	425 PPM	449 PPM	653 PPM	623 PPM	1003 PPM	563 PPM	938 PPM	656 PPM	667 PPM	905 PPM	682 PPM	642 PPM
Cr														0,20%	
Co	41 PPM	22 PPM	3 PPM	34 PPM	26 PPM	28 PPM	33 PPM	49 PPM	42 PPM	37 PPM	63 PPM	30 PPM	59 PPM	52 PPM	37 PPM
Ni	109 PPM	106 PPM	90 PPM	89 PPM			82 PPM	17 PPM	18 PPM	20 PPM	54 PPM	105 PPM	109 PPM	65 PPM	78 PPM
Cu	134 PPM	74 PPM	74 PPM	75 PPM	77 PPM	120 PPM	391 PPM					181 PPM	26774 PPM	61 PPM	72 PPM
Zn	97 PPM	66 PPM	62 PPM	62 PPM	68 PPM	107 PPM	282 PPM	2125 PPM	525 PPM	1121 PPM	2512 PPM	608 PPM	1306 PPM	264 PPM	348 PPM
Ga		14 PPM	14 PPM	14 PPM	14 PPM	15 PPM	13 PPM	5 PPM	5 PPM	4 PPM	12 PPM	19 PPM	15 PPM		15 PPM
As		5 PPM		6 PPM	2 PPM			9 PPM		34 PPM	32 PPM		13 PPM	9 PPM	5 PPM
Rb						9 PPM				1 PPM	3 PPM				
Sr	139 PPM	105 PPM	70 PPM	142 PPM	114 PPM	122 PPM	48 PPM	11 PPM	19 PPM	13 PPM	63 PPM	110 PPM	85 PPM	118 PPM	95 PPM
Y	29 PPM	25 PPM	23 PPM	23 PPM	26 PPM	22 PPM	21 PPM	6 PPM	9 PPM	4 PPM	17 PPM	25 PPM	28 PPM	33 PPM	29 PPM
Zr	91 PPM	86 PPM	79 PPM	85 PPM	91 PPM	73 PPM	82 PPM	27 PPM	16 PPM	22 PPM	63 PPM	96 PPM	103 PPM	96 PPM	113 PPM
Nb		6 PPM	6 PPM	7 PPM	7 PPM	8 PPM	7 PPM	3 PPM	4 PPM	2 PPM	4 PPM	8 PPM	8 PPM		9 PPM
Mo		2 PPM	1 PPM	1 PPM	2 PPM	5 PPM	2 PPM	4 PPM	2 PPM	9 PPM	8 PPM				8 PPM
Sn			2 PPM	2 PPM		1 PPM									
Sb		2 PPM	3 PPM	2 PPM	2 PPM	3 PPM	2 PPM	2 PPM	3 PPM	3 PPM					
Ba	69 PPM	500 PPM	227 PPM	292 PPM	512 PPM	552 PPM	338 PPM	2786 PPM	1000 PPM	2659 PPM	1430 PPM	672 PPM	927 PPM	22 PPM	370 PPM
Ce		2267 PPM	2150 PPM	140 PPM			2000 PPM			33 PPM	701 PPM				
Pb		3 PPM	3 PPM	5 PPM	4 PPM	8 PPM	13 PPM	37 PPM	176 PPM	11 PPM	24 PPM	3 PPM	1 PPM	6 PPM	

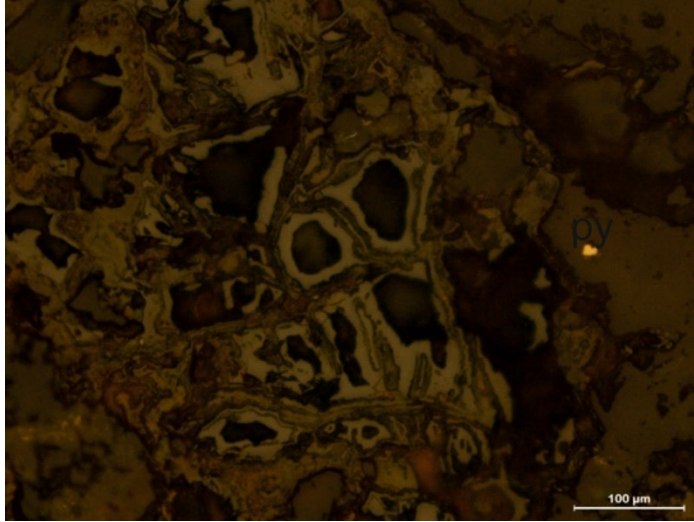
4.3. Fındıklıyar Cevherleşmesi

Belen tepesi civarında Saraycık formasyonunda gözlenen cevherleşme zonundaki kayalar bol kırık ve çatlaklıdır. Bölgede aşırı küllenmiş kaolenleşmiş asidik alterasyon gözlenmiştir (Şekil 4.9).



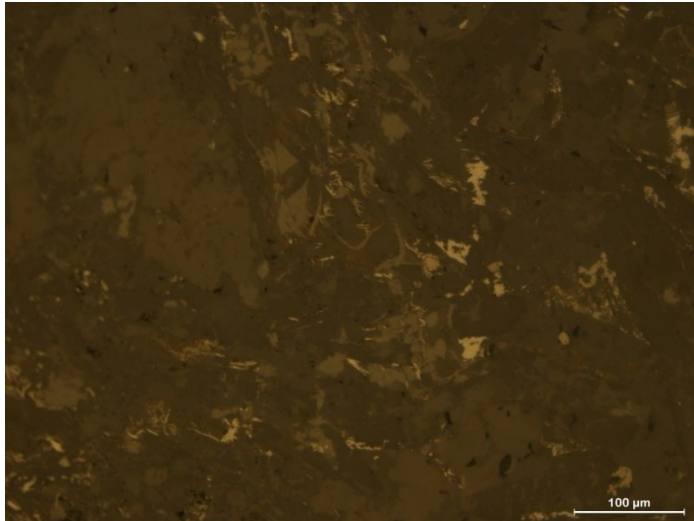
Şekil 4.9. Bol kırıklı ve çatlaklı cevherleşme zonunun mostra görüntüsü (Güneyden Kuzeye bakış)

Kayaçların matrisi bazı bölgelerinde silisli ve oksitlenmiş minerallerden oluşurken bazı bölgelerde ise karbonatlıdır. Mineralizasyon pirit ve kalkopirit minerallerinden oluşmaktadır. Kalkopirit minerallerinin pirit minerallerine nazaran daha az olduğu görülmüştür. Piritlerin tane boyları çok değişken olup çok küçük tanelerden milimetre boyutlarına ulaşan pirit mineralleri mevcuttur. Belli yerlerde kümelenme halinde olan piritler öz şekilli ve yarı öz şekilli olarak bulunmakta olup saçınımlı halde izlenmiştir. Çok azı bozunmadan korunabilmiş olan pirit mineralleri ağırlıklı bozuşmuş ve çözünme boşlukları bırakmıştır (Şekil 4.10).

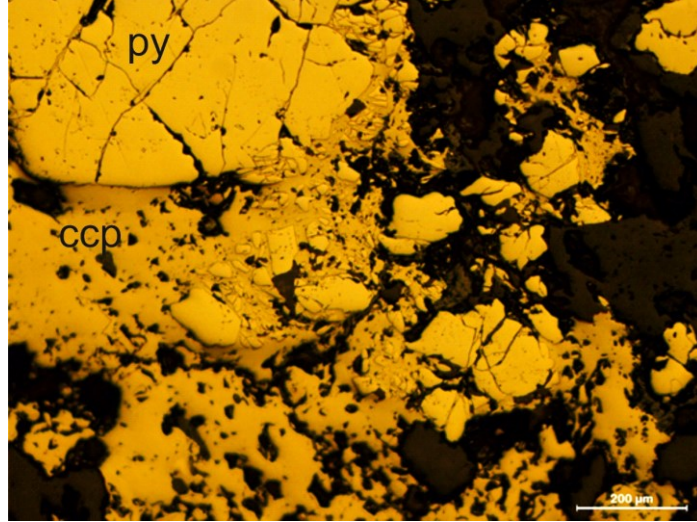


Şekil 4.10. Götite dönüşen pirit mineralinin ortamdan ayrılmasıyla oluşan çözünme boşlukları ve silisik matriks içinde kapanlanmış relikt pirit tanesi (Tek nikol parlak kesit görüntüsü).

Cevherli bölgelerden alınan örneklerin parlak kesit incelemelerinde silikatlı ve karbonatlı matriks içerisindeki pirit mineralleri gözlenirken cevherleşmenin geneli dikkate alındığında gang minerali olarak kuvarsın olduğu belirtilebilir. Bu pirit mineralleri kısmen ya da tamamen hematit ya da götit minerallerine dönüşmüştür. Matriks içerisinde saçınımlı olarak gözlenen prizmatik hematit minerali ve magnetit minerali gözlenmiştir (Şekil 4.11). Erken evre piritlerinin geç evre kalkopiritler tarafından ornatılması ve daha sonra her ikisinin oksitlendiğini ve götite dönüştüğünü gözlenmiştir (Şekil 4.12).

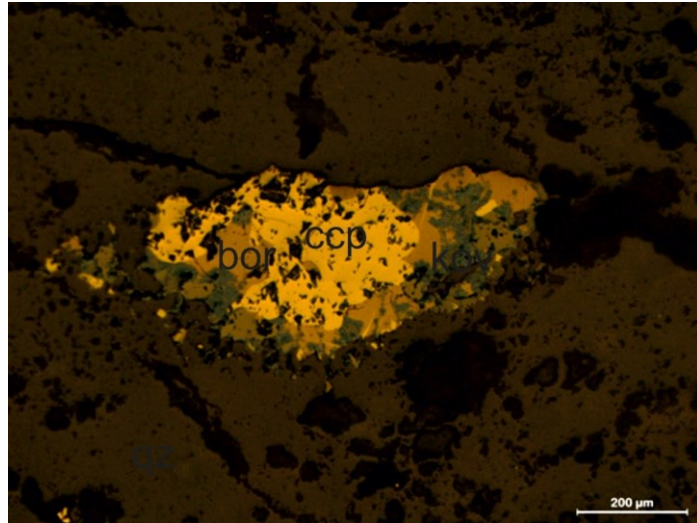


Şekil 4.11. Matriks içerisinde prizmatik hematit ve magnetitler (Tek nikol parlak kesit görüntüsü)

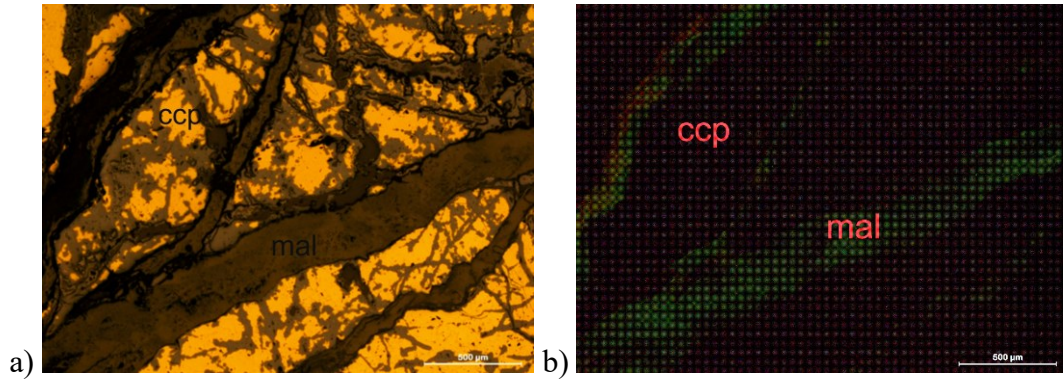


Şekil 4.12. Geç evre kalkopiritlerin piritleri ornatması (Tek nikol parlak kesit görüntüsü)

Ayrıca kalkopiritler bornit ve kovellit gibi minerallere dönüşmüştür (Şekil 4.13). Çatlak ve damarlar boyunca FeO mineralleri gelişmiştir ve pirit kaynaklı bol miktarda çözünme boşlukları mevcuttur. Damar şeklinde malakit oluşumları gözlenmiştir (Şekil 4.14). Ayrıca süperjen evrede gelişmiş Rutil, Sfen, Dijenit ve Monazit gibi aksesuar mineralleri gözlenmiştir.



Şekil 4.13. Kalkopiritin bornit ve kovellite dönüşmesi (Tek nikol parlak kesit görüntüsü)



Şekil 4.14. Kalkopirit ve damar şeklinde kalkopiritten dönüşmüş malakitler a) Tek nikol parlak kesit görüntüsü, b) çift nikol parlak kesit görüntüsü

Cevher zonunda güneybatı-kuzeydoğu doğrultusunda 6 adet numune alınmıştır ve bu numunelerin XRF ve ICP-MS analizleri yapılmıştır.

Tablo 4.5. Fındıklıyar cevherleşmesi ICP-MS sonuçları

	KGD-190	KGD-191	KGD-192	KGD-193	KGD-194	KGD-195
Sc	108,48	110,22	106,65	1100,70	117,27	100,16
Y	25,89	31,80	22,48	211,16	24,14	14,80
La	2,93	3,64	2,35	21,92	3,60	2,14
Ce	7,86	10,53	6,20	59,04	10,06	6,55
Pr	1,14	1,57	0,92	8,81	1,60	0,87
Nd	6,17	8,58	5,03	48,29	7,81	4,09
Sm	2,15	2,85	1,84	16,93	2,57	1,52
Eu	0,82	1,02	0,70	6,48	0,86	0,72
Gd	3,24	4,21	2,75	26,30	3,46	1,99
Tb	0,55	0,70	0,47	4,43	0,70	0,34
Dy	3,91	5,03	3,46	32,44	4,56	2,74
Ho	0,81	1,02	0,72	6,71	0,80	0,53
Er	2,55	3,18	2,29	21,29	2,80	1,59
Tm	0,35	0,44	0,32	2,98	0,35	0,14
Yb	2,42	2,96	2,11	20,26	2,42	1,67
Lu	0,35	0,42	0,31	2,90	0,34	0,19
ΣREE	35,24	46,17	29,47	278,78	41,93	25,10
Th	0,24	0,30	0,18	1,74	0,00	0,00
Al	6,23%	5,92%	6,61%	6,28%	6,09%	6,77%
Si	20,57%	20,48%	20,59%	20,58%	22,17%	21,23%
Li	8,20	8,92	12,00	89,20	8,47	11,00
Be	0,64	1,04	0,59	5,48	0,83	0,75
Fe	6,60%	7,08%	6,21%	6,25%	7,02%	5,75%
Co	71,64	76,71	81,23	690,30	58,43	74,91
Ni	122,72	84,47	155,62	1162,47	75,04	122,31
Cu	131,00	120,90	146,85	149,40	114,39	121,50
Zn	182,86	161,18	130,64	1472,52	232,33	186,71
Ga	20,79	21,46	28,53	164,12	19,73	20,90

Tablo 4.5(devamı). Fındıklıyar cevherleşmesi ICP-MS sonuçları

	KGD-190	KGD-191	KGD-192	KGD-193	KGD-194	KGD-195
As	68,69	67,09	69,69	514,34	51,67	65,77
Se	7,48	8,89	7,41	49,70	8,18	7,92
Rb	3,28	1,86	4,58	35,49	3,22	4,48
Sr	74,49	124,20	84,98	714,98	90,45	105,77
Ag	0,90	1,40	0,95	22,28	1,08	0,71
Cd	0,36	0,33	0,17	1,85	0,55	0,34
In	0,07	0,10	0,06	0,52	0,08	0,05
Cs	1,58	1,09	1,32	12,50	1,16	1,98
Ba	31,48	32,09	186,52	328,82	37,89	34,38
Tl	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01
Pb	8,60	9,76	4,75	40,69	10,20	10,04
U	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Au	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hf	1,31	2,12	1,16	4,67	2,14	1,00
Ir	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pd	0,20	0,26	0,23	2,73	0,28	0,24
Pt	0,01	0,01	0,00	0,20	0,01	0,01
Rh	0,02	0,03	0,03	0,20	0,03	0,02
Ru	0,09	0,09	0,11	0,69	0,09	0,10
Sb	0,24	0,28	0,19	1,95	0,24	0,22
Sn	0,73	0,95	0,87	6,44	1,25	0,67
Te	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01

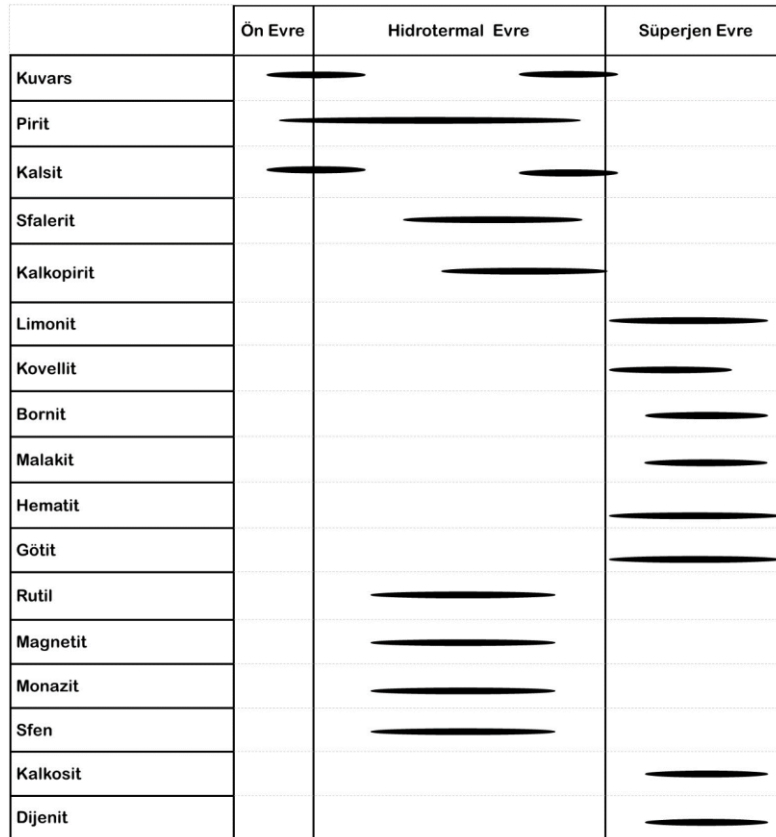
Çizelge. 4.6. Fındıklıyar cevherleşmesi XRF sonuçları

	KGD-190	KGD-191	KGD-192	KGD-193	KGD-194	KGD-195
SiO ₂	45,46%	46,64%	46,51%	45,52%	47,07%	45,45%
Al ₂ O ₃	15,06%	14,24%	15,53%	15,81%	15,02%	16,67%
Fe ₂ O ₃	10,86%	12,49%	10,18%	10,34%	11,28%	9,07%
MgO	8,36%	8,42%	9,26%	9,29%	9,14%	9,02%
CaO	11,56%	9,52%	9,76%	10,54%	8,18%	10,11%
Na ₂ O	3,24%	3,83%	3,46%	3,39%	3,97%	3,55%
K ₂ O	0,23%	0,09%	0,37%	0,19%	0,27%	0,37%
TiO ₂	0,90%	1,35%	0,72%	0,72%	1,27%	0,76%
P ₂ O ₅	0,08%	0,11%	0,07%	0,06%	0,14%	0,07%
MnO	0,25%	0,27%	0,24%	0,26%	0,36%	0,26%
Cr ₂ O ₃	0,05%		0,06%	0,06%	0,01%	0,05%
Cl					99 PPM	
Cu	141 PPM	129 PPM	152 PPM	139 PPM	114 PPM	105 PPM
S	1143 PPM	558 PPM	1376 PPM	815 PPM	381 PPM	2341 PPM
V	306 PPM	434 PPM	346 PPM	278 PPM	353 PPM	233 PPM
W			64 PPM	91 PPM	88 PPM	52 PPM
LOI	3,51%	2,71%	3,35%	3,47%	3,03%	3,90%
TOPLAM	99,57%	99,68%	99,51%	99,65%	99,73%	99,28%

Tablo 4.6(devamı). Fındıklıyar cevherleşmesi XRF sonuçları

	KGD-190	KGD-191	KGD-192	KGD-193	KGD-194	KGD-195
Sc	496 PPM	640 PPM	567 PPM	462 PPM	585 PPM	443 PPM
Co	45 PPM	50 PPM	45 PPM	50 PPM	41 PPM	42 PPM
Ni	106 PPM	70 PPM	151 PPM	136 PPM	70 PPM	118 PPM
Zn	221 PPM	168 PPM	145 PPM		214 PPM	153 PPM
Ga	15 PPM		13 PPM	13 PPM	15 PPM	13 PPM
As	10 PPM	7 PPM	7 PPM	2 PPM	2 PPM	8 PPM
Rb	3 PPM	2 PPM	4 PPM		3 PPM	3 PPM
Sr	67 PPM	120 PPM	70 PPM	73 PPM	86 PPM	104 PPM
Y	22 PPM	27 PPM	17 PPM	20 PPM	27 PPM	18 PPM
Zr	54 PPM	80 PPM	46 PPM	233 PPM	79 PPM	50 PPM
Nb	4 PPM					
Mo	3 PPM			7 PPM		
Sb				1 PPM		
Ba				209 PPM		
Ce						2039 PPM
Pb		2 PPM	2 PPM		1 PPM	3 PPM
LOI	3,51%	2,71%	3,35%	3,47%	3,03%	3,90%
TOPLAM	3,51%	2,71%	3,35%	3,47%	3,03%	3,90%

Cevherleşmelerin olduğu zonlardan alınan örneklerin parlak kesit incelemeleri sonucu ortaya çıkan süksesyon grafiği Şekil 4.15’ de gösterilmiştir.

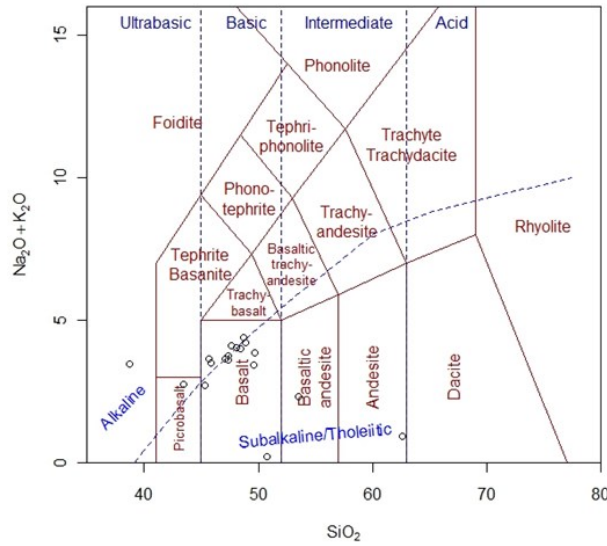


Şekil 4.15. Belen Tepesi ve Yergen Tepesi civarında gözlenen cevherleşmelerinin süksesyon grafiği

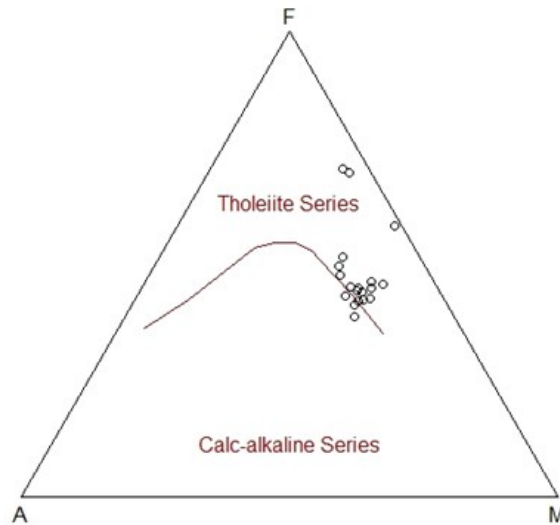
4.4. Ana ve İz Element Jeokimyası

Saraycık formasyonunda gerçekleşen cevherleşmenin jeokimyasal niteliklerini belirlemek üzere alınan 50 adet örneğin yan kayaç ilişkisini belirlemek için ana-iz element analizleri yapılmıştır.

Cevherleşmeye komşu kayalardan alınan örneklerin analizleri Le Bas ve diğerlerine göre (1986) incelendiğinde sodyum ve potasyumca fakir bir magmanın ürünü oldukları gözlenmiştir (Şekil 4.20). Diyagramda örneklerin çoğunluğunun bazalt alanına izdüşmektedir. Alkalın ve subalkalin nitelikleri saptanması için örneklerin Irvine ve Bargar (1971) tarafından önerilen AFM üçgen diyagramında, toleitik bir yönelim sergiledikleri belirlenmiştir (Şekil 4.21).

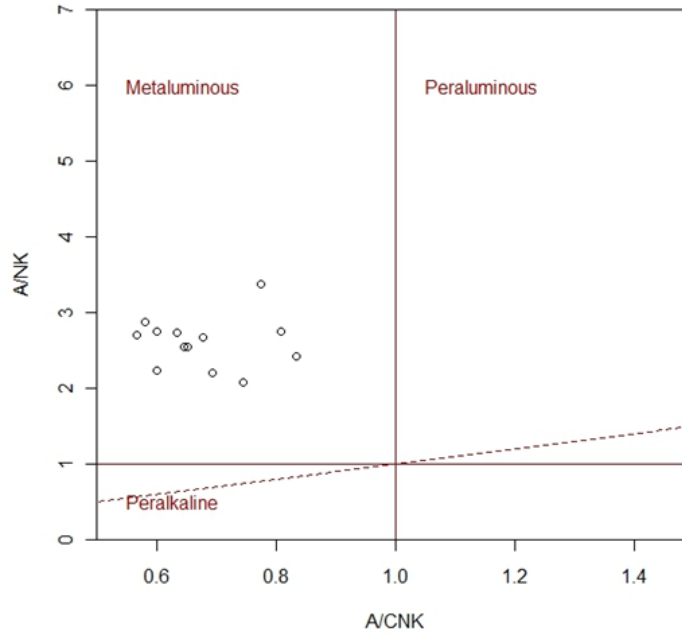


Şekil 4.20. TAS diyagramı (Le Bas ve diğ., 1986)



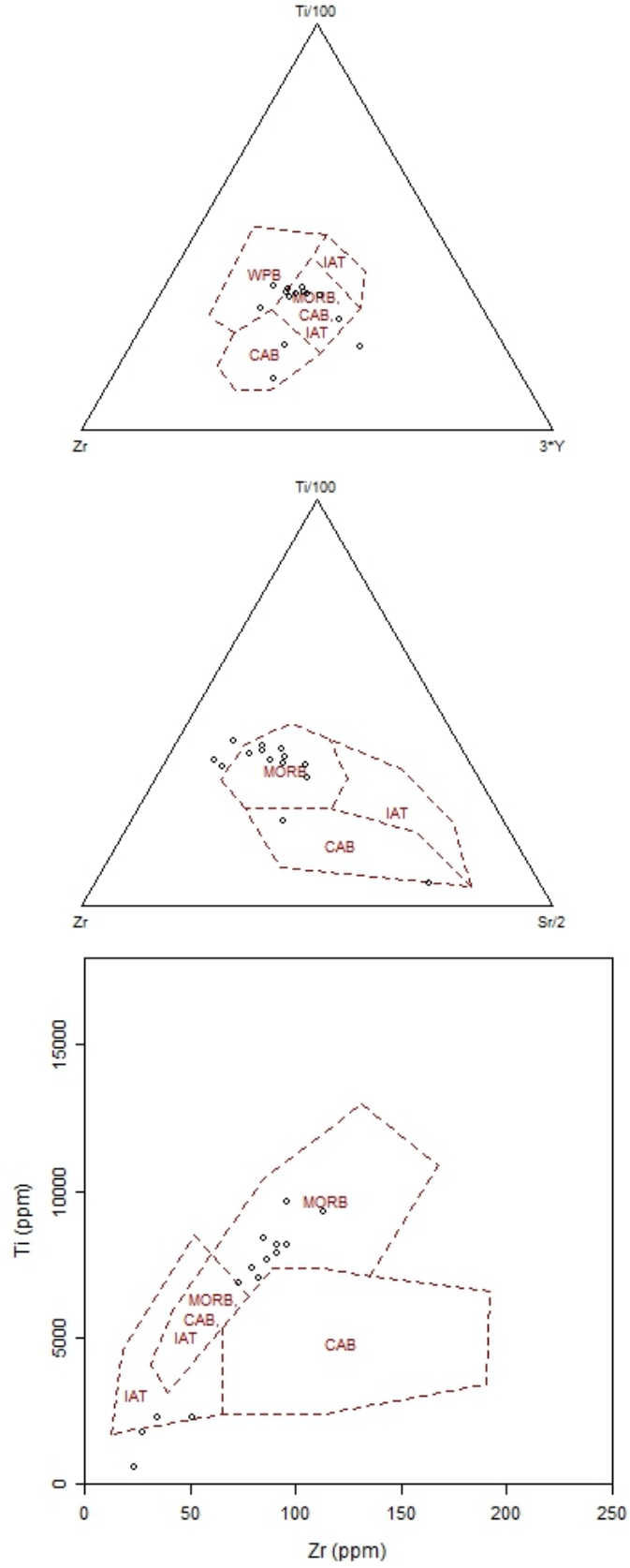
Şekil 4.21. AFM plot diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971)

Örneklerin ASI indekslerine bakıldığında [ASI, alüminyum doygunluk indeksi= Molar $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$], Shand (1943) tarafından önerilen sınıflamada örnekler metaluminyumlu (A/CNK: 0.5 – 0.9) özellik gösterirler(Şekil 4.22).

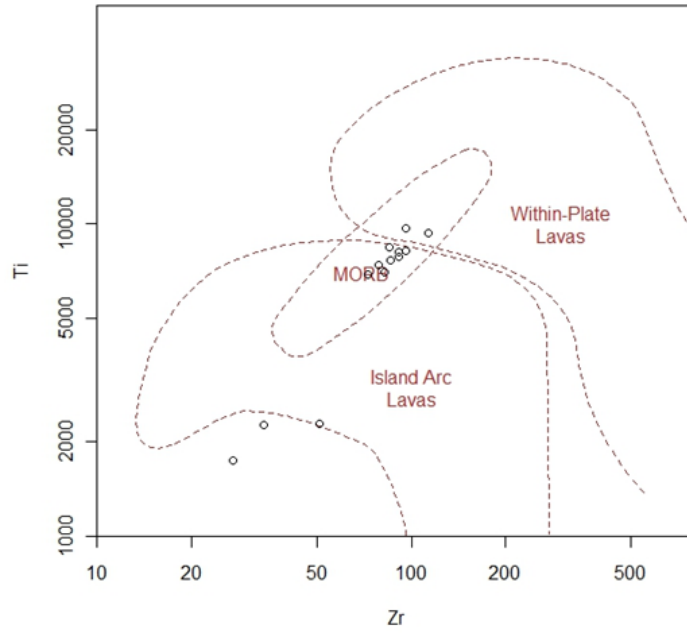


Şekil 4.22. A/CNK – A/NK plot diyagramı (Shand,1943)

Saraycık formasyonu içerisinde bulunan bazaltın tektonik ortamını belirlemek amacıyla Pearce ve Cann (1973) tarafından önerilen tektonik sınıflandırma diyagramı kullanılmıştır. Yazarlar Ti, Zr, Y ve Sr gibi iz elementlerin kullanıldığı bir grup diyagramla bazaltları oluşum ortamlarına göre 4 ana gruba ayırmıştır. Bu ana gruplar Okyanus ortası sırtı bazaltları (MORB), Okyanus yayı toleitleri (IAT), Plaka içi bazaltları (WPB) ve Kıtasal yay bazaltları (CAB)' dır. Bu diyagramlarda örnekler MORB' da yoğunlaşmıştır. Az miktardaki örneklerin de WPB ile IAT sınırına yaklaştığı gözlenmiştir (Şekil 4.23).

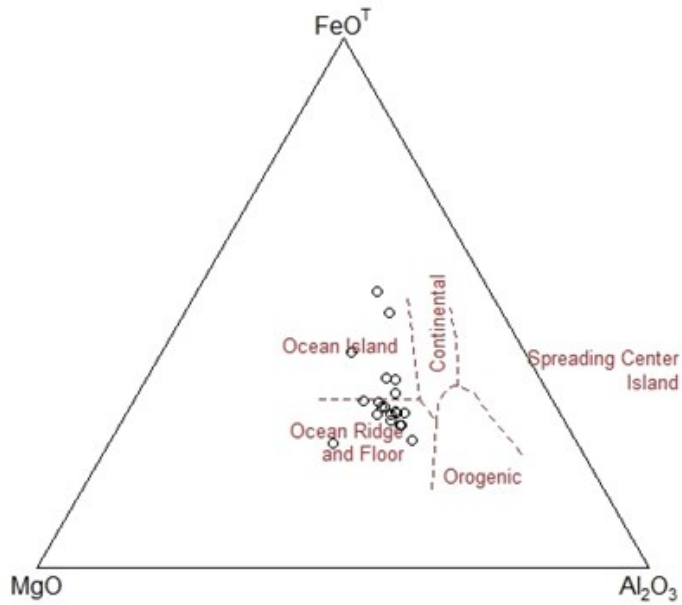


Şekil 4.23. Örneklerin Pearce ve Cann. (1973) önerilen tektonik sınıflandırma diyagramları (WPB: Plaka içi bazaltı MORB: Okyanus ortası sırt bazaltı IAT: Okyanus yayı toleitleri CAB: Kıtasal yay bazaltı)



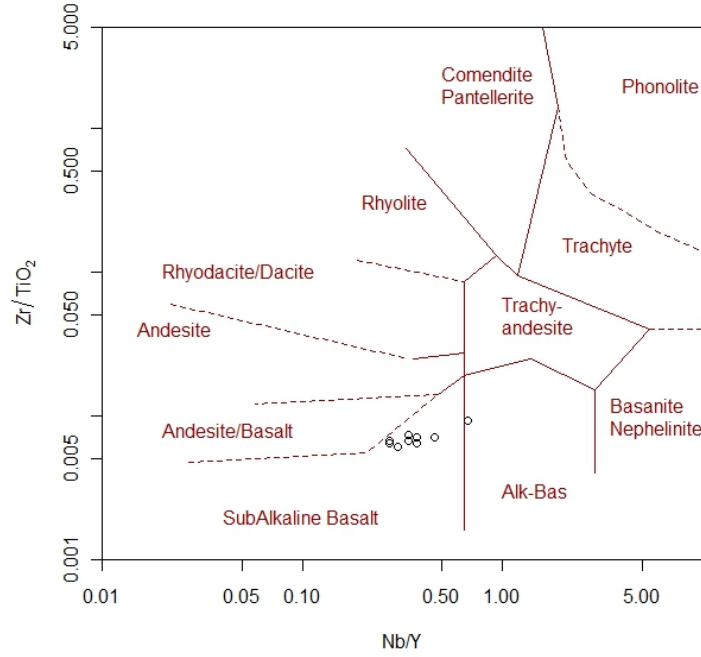
Şekil 4.24. Zr- Ti diyagramı (Pearce, 1982)

Zr – Ti diyagramına göre (Pearce 1982), kayacın okyanus ortası sırt bazaltları (MORB) olduğunu göstermektedir. Birkaç örneğin plaka içi bazaltları (WPB) ve okyanus tabanını bazaltları (IAB) sınırında çıkması her iki ortamdan da beslendiğini göstermektedir (Şekil 4.24).



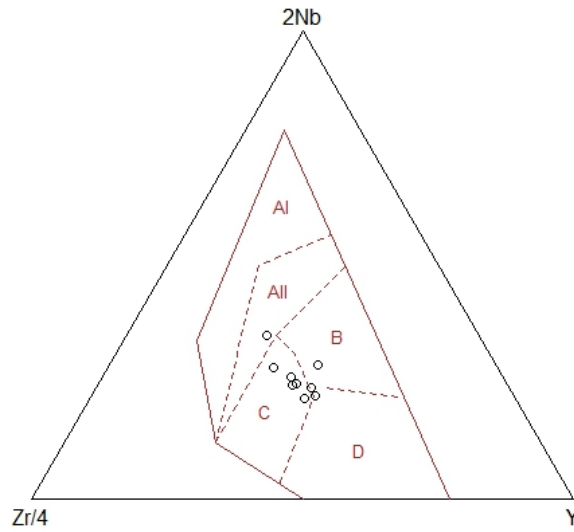
Şekil 4.25. Pearce ve diğ. (1977) diyagramı

Ayrıca Pearce ve diğ. (1977) tarafından magnezyum oksit, alüminyum oksit ve toplam demir oksit değerlerine göre hazırlanan üçgen diyagramda da kayacın okyanus sırtı ve okyanus tabanı gibi bir ortamda oluştuğunu göstermektedir (Şekil 4.25).



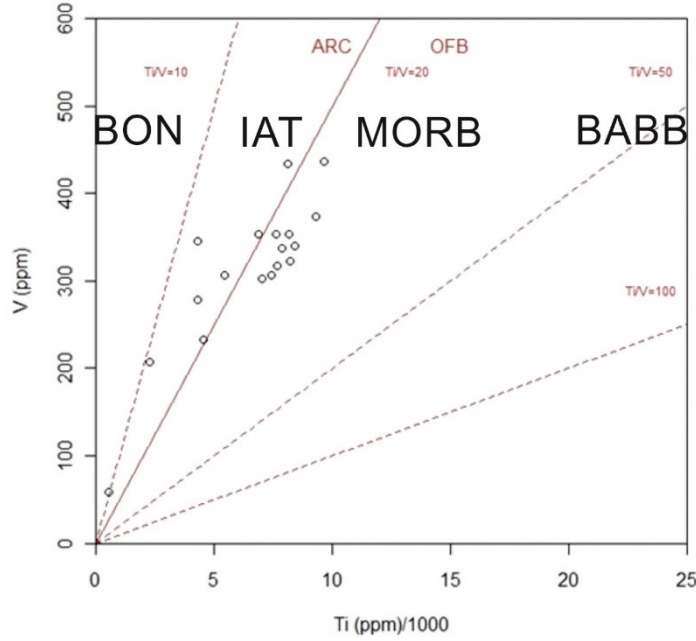
Şekil 4.26. Nb/Y – Zr/TiO₂ plot diyagramı (Winchester ve Floyd 1977)

Winchester ve Floyd (1977) tarafından oluşturulan Nb/Y – Zr/TiO₂ plot diyagramına göre yitrium değerlerinin nübidyuma göre daha fazla olması ve titanyum oksit değerlerinin zirkonyuma göre çok fazla olması örneklerin subalkalin bazalt olduğunu göstermektedir (Şekil 4.26).



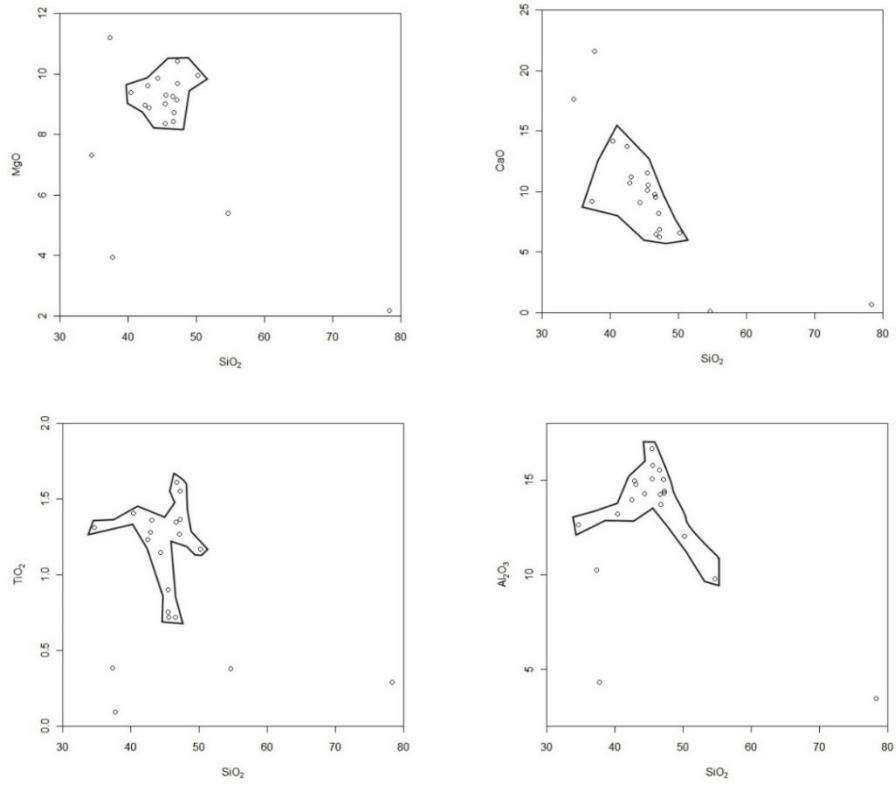
Şekil 4.27. Zr/4 – 2Nb – Y üçlü diyagramı (Meschede 1986) Al, All = WPA, ALL, C= WPT, B= E-MORB, C,D= VAB, D= N-MORB

Zr/4 – 2Nb – Y üçlü diyagramına göre (Maschede 1986) örneklerin okyanus ortası sırt (MORB) ve plaka içi toleyitik (WPT) yaklaşımı üzerinde yoğunlaşmıştır (Şekil 4.27).



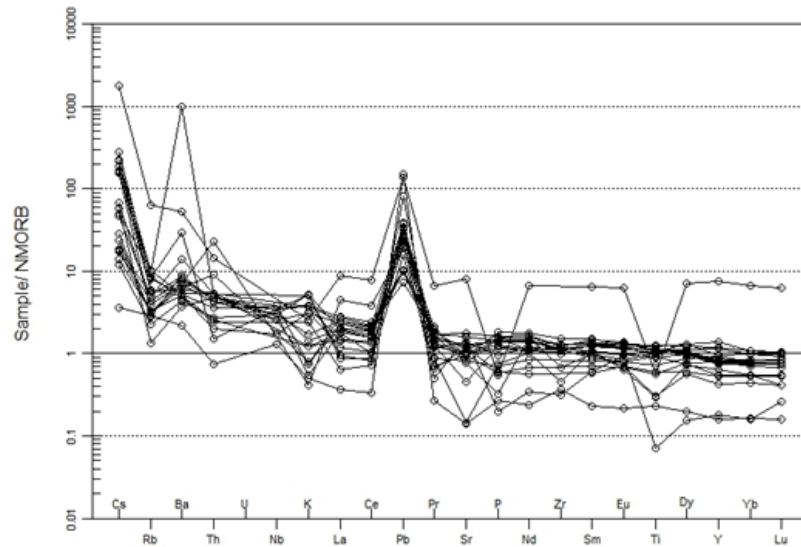
Şekil 4.28. Ti - V diyagramı (Shervais 1982)

Zr – V diyagramına göre (Shervais 1982), örneklerin düşük titanyum değerlerine karşılık yüksek miktardaki vanadyum değerlerine karşılık olarak okyanus ortası sırtı bazaltları (MORB) üzerine izdüşmüştür. Ayrıca düşük miktarda vanadyum ve titanyum değerlere sahip olan bazı örnekler de ada yayı toleyikleri (IAT) üzerine ve düştüğü görülmüştür (Şekil 4.28).



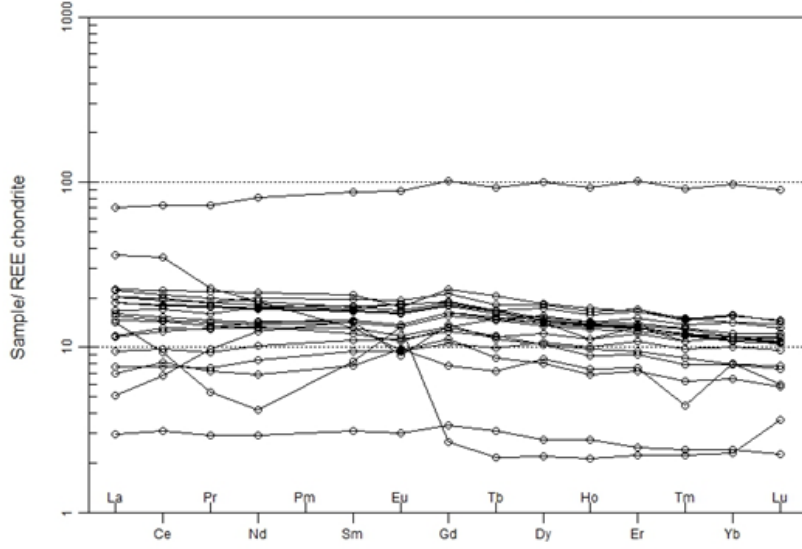
Şekil 4.29. Saraycık formasyonuna ait bazaltların harker diyagramları

Saraycık formasyonuna ait bazaltların SiO₂' ye karşı ana oksitlerin davranışlarını belirlemek amacı ile kullanılan Harker diyagramlarına bakıldığında artan SiO₂' ye karşı TiO₂ içeriklerinde belirgin bir değişiklik göstermezken; CaO ve Al₂O₃ içeriklerinde azalma ve MgO değerlerinde artış gözlenmiştir (Şekil 4.29).



Şekil 4.30. NMORB' a normalize edilmiş örümcek plot diyagramında bazalta ait örneklerin element dağılım paternlerinin karşılaştırılması

N-MORB'a göre normalize edilmiş örümcek plot diyagramında (Şekil 4.30) volkanojenik kayaların sergiledikleri çoklu element dağılım örneklerine bakıldığında LILE elementlerin genelinde (K, Rb, Ba, Th, Sr) belirgin bir zenginleşme olduğu görülmektedir. LILE ve REE' lere göre Pb değerleri oldukça fazla olduğu görülmektedir.



Şekil 4.31. Kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak elementleri dağılım örnekleri (normalleştirme değerleri Boynton 1984' den alınmıştır).

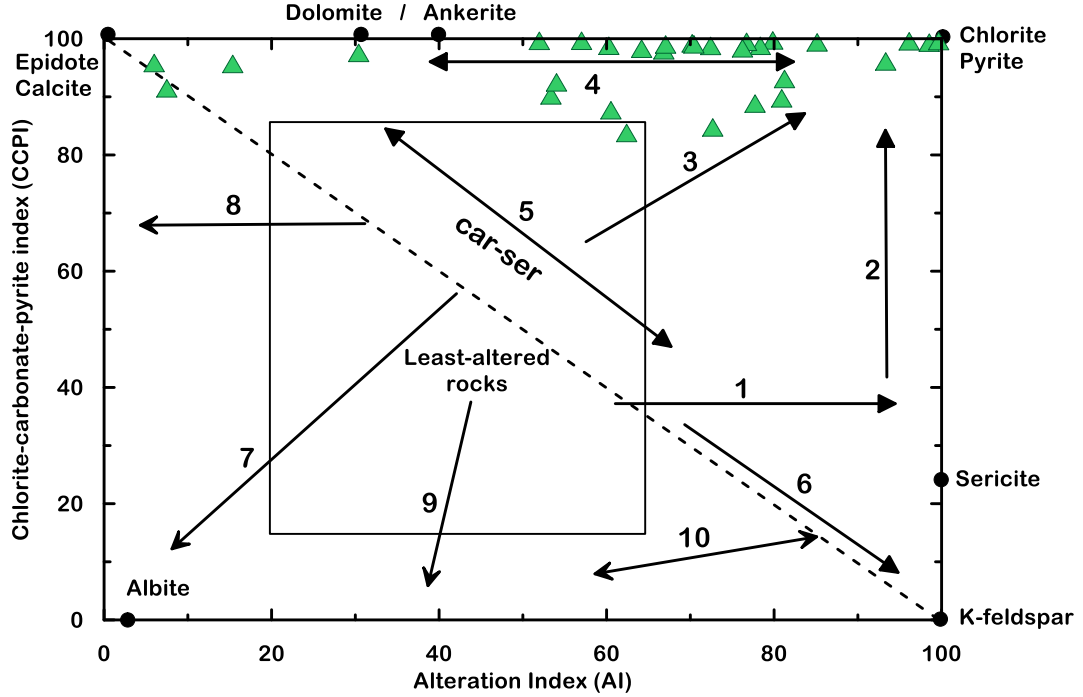
Volkanik bazaltlara ait örneklerin kondrite normalize edilmiş örümcek plot diyagramındaki (Şekil 4.31) dağılımına bakıldığında iki örneğin dışında diğer değerlerin birbirlerine oldukça yakın oldukları gözlenmiştir.

4.5. Alterasyon Jeokimyası

Kargı (Çorum) doğusunda Gökçedoğan Köyü' nün kuzeyinde bulunan alterasyona uğramış volkanojenik kayalar kloritleşme, karbonatlaşma ve kalsit/epidot oluşumu içermektedirler.

Alterasyon kutusu plot diyagramında, doğal alterasyonun tanımlanabilmesi için Ishikawa alterasyon indeksi ve klorit-karbonat-pirit indeksi ($CCPI = [100(MgO+FeO) / (MgO+FeO+Na_2O+K_2O)]$) olmak üzere iki çeşit jeokimyasal alterasyon değişiklikleri kullanılmıştır (Şekil 4.32). Hidrotermal alterasyon eğiliminin belirlenebilmesi için oldukça yararlı olan bu diyagramla diyajenetik alterasyon ile

doğrudan sülfürlü minerallerin neden olduğu alterasyon eğilimlerinin birbirinden ayrılmasını sağlamaktadır. Bu diyagrama göre Gökçedoğan Köyü' nün kuzeyinde meydana gelen bu hidrotermal alterasyonun klorit-serisit- pirit alterasyonu (3) ve klorit- karbonat alterasyonu (4) olduğunu görmekteyiz. Ayrıca az miktarda da epidot – kalsit alterasyonu (8) da görülmektedir.



Şekil 4.32. Alterasyon kutusu plot diyagramı (after Large l., 2001). Hidrotermal eğilimler; 1) Zayıf serisit alterasyonu, 2) Yoğun serisit - klorit ± pirit alterasyonu, 3) klorit ± serisit ± pirit alterasyonu, 4) klorite –karbonat alterasyonu, 5) serisit-karbonat alterasyonu and 6) K-feldispat-serisit alterasyonu. Diyajenetik eğilimler; 7) Albit-klorite alterasyonu, 8) Epidot-kalsit ± albit alterasyonu, 9) K-feldispat-albit (albit ile K-feldispatın erken diyajenetik eğilimle yerdeğiştirmesi, and 10) paragonitik serisit-albit alterasyonu

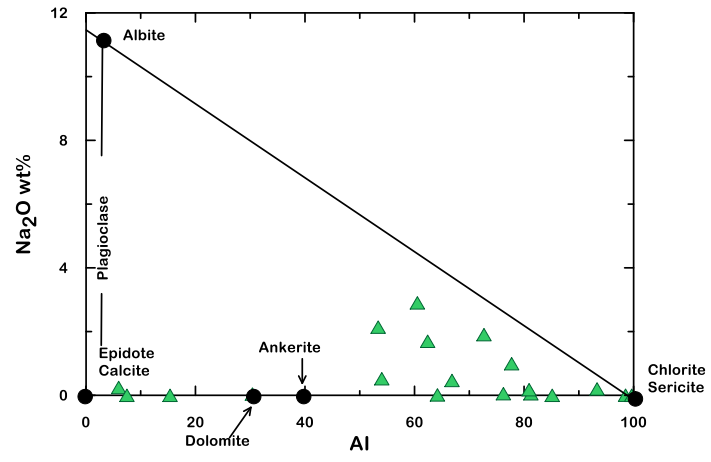
Alterasyonun derecesi Nesbitt ve Young (1882)' a göre alterasyonun kimyasal indeksinin ($CIA = \text{molar proportion } [Al_2O_3 / (Al_2O_3 + CaO + Na_2O + K_2O)] * 100$) hesaplanmasıyla tespit edilir. CIA değeri altere olmuş kayalarda yaklaşık 76.4 iken altere olmamış kayalarda yaklaşık 48.3 değerindedir (Tablo 4.7).

Ishikawa ve diğ. (1976)' ya göre, altere kayalardaki Na_2O ve Ishikawa alterasyon indeksi ($Ishikawa AI = [100(K_2O + MgO) / (K_2O + MgO + CaO + Na_2O)]$) arasındaki ilişkiyi incelediğimizde artan AI değerlerine karşılık azalan Na değerleri görmekteyiz. Verilere göre kloritleşme ve serisitleşmenin yanı sıra kalsitleşme ve epidotlaşma da

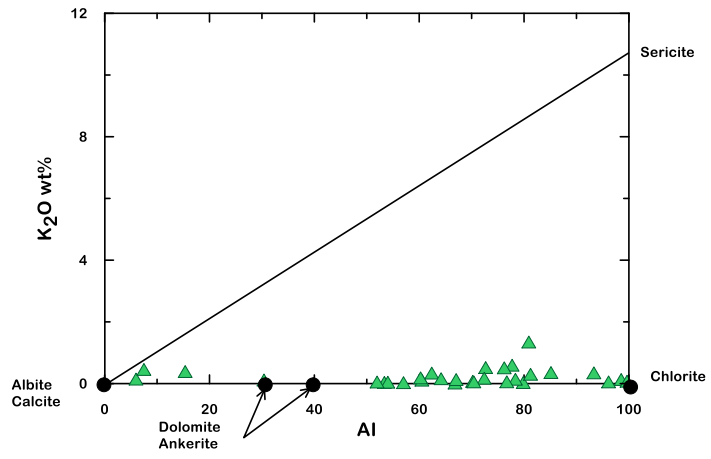
görülmektedir (Şekil 4.33). Aynı şekilde K_2O ve Ishikawa alterasyon indeksi arasındaki ilişkiyi incelediğimizde ise, klorit ve serisit oranına bağlı olarak artan AI değerlerine karşı azalan K_2O değerleri bize alterasyonun kloritleşme olduğunu göstermektedir (Şekil 4.34). Aynı şekilde örnekler kalsitleşmenin varlığını da göstermektedir.

ÖRNEK	AI	CCPI	CIA
KGD-127	53,36173	90,25257	43,707664
KGD-129	54,02189	92,49171	50,191649
KGD-130	79,84223	99,70919	79,973135
KGD-131	66,83995	98,00954	64,447458
KGD-133	60,52126	87,6971	56,937139
KGD-161	93,32584	96,0933	93,516736
KGD-162	72,67954	84,74004	78,370676
KGD-163	62,39609	83,78554	77,445536
KGD-164	77,72827	88,8467	85,662963
KGD-166	64,18182	98,28064	96,90722
KGD-167	57,01126	99,64875	98,649332
KGD-168	5,984333	95,82413	13,944925
KGD-169	67,04862	99,01122	98,455633
KGD-170	98,52846	99,32854	98,230583
KGD-171	78,353	98,78248	97,511066
KGD-172	70,21858	99,21122	98,348501
KGD-173	51,96696	99,63934	98,299524
KGD-174	60,26883	98,79059	90,979881
KGD-175	72,41881	98,76364	93,613244
KGD-176	96,13137	99,55419	97,140588
KGD-177	76,71451	99,46634	97,531194
KGD-178	70,42695	99,03414	97,927044
KGD-179	81,2448	93,07337	93,817681
KGD-180	76,22517	98,35269	87,065891
KGD-181	99,64997	99,59749	99,087834
KGD-182	85,13937	99,37198	79,660557
KGD-184	80,91436	89,74715	85,104484
KGD-185	15,36284	95,66339	13,806243
KGD-188	30,39813	97,56327	5,3949449
KGD-189	7,492352	91,46994	21,06694
KGD-122	41,48356	84,95542	37,591299
KGD-165	88,45915	96,0492	87,671215
KGD-183	55,04194	99,83223	38,011576
KGD-190	36,71927	83,94377	36,176312
KGD-195	40,73263	81,41134	40,39107

Tablo 4.7. Örneklerin AI- CCPI ve CIA değerleri



Şekil 4. 33. Na₂O – Al diyagramı (Ishikawa 1976)



Şekil 4.34. K₂O – Al diyagramı (Ishikawa 1976)

5. TARTIŞMA

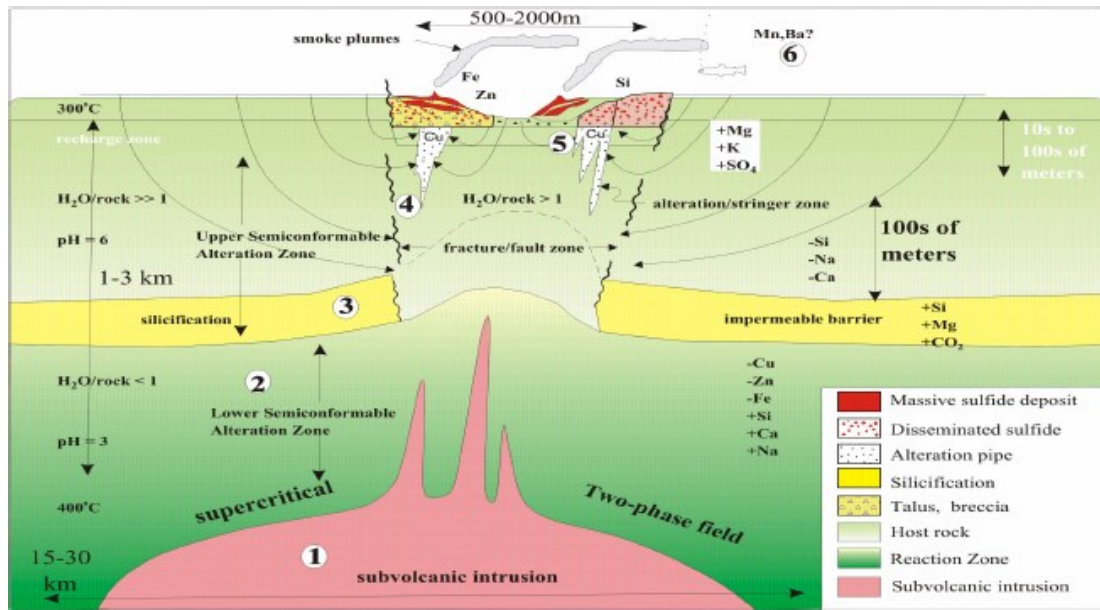
Tüysüz (1985) tarafından, bölgenin tektonik birlikleri ayırt edilerek genelde bölgenin kuzeye eğimli bir ekay zonu halinde olduğu belirtilmiş, bu zonda ofiyolitik ve değişik kökenli metamorfik kayalar ile bunların arasında çökel kayaların bulunduğu, ofiyolitik kayaların farklı dönemlerdeki iki okyanusa ait olduğu ve bunların Alt Mesozoik'te yok olan Paleotetis ofiyoliti ile Üst Mesozoik'te tüketilmeye başlayan Neotetis ofiyoliti olduğu vurgulanmıştır.

Neotetis ofiyolitini temsil eden Kargı Ofiyolit Topluluğu, düzenli bir ofiyolit kesim ile ofiyolitik melanjdan oluşmakta ve Neotetis ofiyolitine ait dilimler güneye ekaylı bir dizilim sergilemektedir. Birim başlıca serpantinleşmiş ultramafit, serpantinit, gabro, diyabaz, spilit, pelajik kireçtaşı, çört ve fliš tipi çökellerle temsil edilir. Bölgede Dogger-Malm ve Üst Kretase-Eosen döneminde yaygın magmatik aktivite saptanmış olup, araştırmacı tarafından, Üst Kretase-Eosen Magmatizması, Doğu Karadeniz'de ki yaygın ada yayı volkanizmasının bu bölgedeki devamı şeklinde olduğu ve volkanizmanın Üst Kretase'de kuzey alanlarda iken, Eosen'de güney alanlara kaydığı belirtilmiştir. Bölgede güney alanlarda Liyas'ta, kuzey alanlarda ise Malm'da başlayan transgresyon, Malm döneminde tüm bölgeyi kaplamış, böylece Pontidlerde yaygın bir karbonat platformu gelişmiştir. Bu platformun ürünleri Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşlarıdır. Kavkı kırıntıları, mercan ve algler yaygındır. Kireçtaşı çoğunlukla kıvrımlı olup, genelde doğu-batı eksen gidişli kıvrımların yanı sıra alt ve üst katmandan bağımsız çökelme ile birlikte birincil kıvrımlar (plastik akmlar) da izlenmektedir (Ketin ve Gümüş, 1963; Tüysüz, 1985'den).

Cevherleşmeye eşlik eden bazalt, spilitik lavlar ve pelajik çökeller volkanoklastik bir istif ve volkanojenik ekzasyonlara işaret etmektedir. Analizler sonucunda oluşturulan Pierce ve diğ. (1977) tarafından hazırlanan magnezyum alüminyum ve demir oksit değerlerine göre oluşturulan üçgen diyagrama göre (Şekil 4.25) okyanus diplerinde ve tabanında gelişen kayaçların volkanizmayla yakın ilişki içinde olan kalkalkalin özellikli magmatizmanın bir ürünü olan masif sülfat yatağı olduğu

düşünülmüştür. Masif sülfid yatakların başlıca mineralleri olan Pirit, Kalkopirit, ve Sfalorit yapılan cevher mikroskopisi çalışmalarında gözlenmiştir. Ayrıca inceleme alanı dışında ve yine benzer cevherleşmelerin gözleendiği alanlarda Galen minerali varlığına başka araştırmacılar tarafından işaret edilmiştir (Güner, M., 1980). Bunlara ek olarak değişen miktarlarda Hematit, Götite, Limonit, Bornit, Kovellit, Kalkosit, Malakit, Rutil, Dijenit ve Magnetit vardır.

Kıbrıs tipi masif sülfid yatakları küçük ve orta dereceli bakır ve çinko zenginleşmesi gösterme eğilimindedir. Bunlar genellikle ofiyolitlerle ilgili ve ekstruzif bazaltlar içerisinde masif piritler şeklindedirler. Bunlar genellikle yoğun kloritleşmiş bazaltlar ile kuvars-sülfid damarlarında oluşan bakır zenginleşmeleridir. Yan kayaç alterasyonu lokal olarak VMS yataklarının etrafında görülür. Ana kayaçta alterasyon genel olarak gözlenmez ancak bazı zayıf yataklarda gelişebilir. Cevherli ve yakın bölgelerde lokal olarak silisleşme vardır (Şekil 5.1). Yan kayaçlarda en çok görülen alterasyon hidrotermal zonlarda derinliğe ve mesafeye bağlı olarak gelişen kloritleşmedir. Felsik kayalar tarafından barındırılan yataklarda yan kayaçlarda kuvars ve serisit alterasyonu yoğun olarak gözlenir. Bazı masif sülfid yataklarında yan kayaçlarla ilişkili olarak karbonatlaşma yoğundur (örneğin Sturgeon Lake, Ontario; Morton and others, 1990). Bu karbonat alterasyon zonları tipik olarak kalsitik ve ankeritik mineralleri çok az içerirler (C. D. Taylor, R. A. Zierenberg, R. J. Goldfarb, J. E. Kilburn, R. R. Seal II ve M. D. Kleinkopf, 1995) .



Buna bağılı olarak; inceleme alanında yapılan gözlemler bu bilgiler ışında değerlendirildiğinde, cevherleşmenin görüldüğü kayaçlar Kargı ofiyolitleriyle yakından ilişkilidir ve cevherleşme zonunda gözlenen ana mineral pirit ve kalkopirittir. Yan kayaç alterasyonu olarak karbonatlaşma ve kloritleşme gözlenmiştir (Şekil 4. 32). Şekil 4.33’ den anlaşılaacağı gibi ankerik oluşumu yoktur fakat serisit alterasyonu gözlenmiştir. Bu sonuçlara ve C. D. Taylor, R. A. Zierenberg, R. J. Goldfarb, J. E. Kilburn, R. R. Seal II ve M. D. Kleinkopf,(1995)’ e göre Kıbrıs tipi masif sülfür yataklarıyla benzerlik göstermektedir.

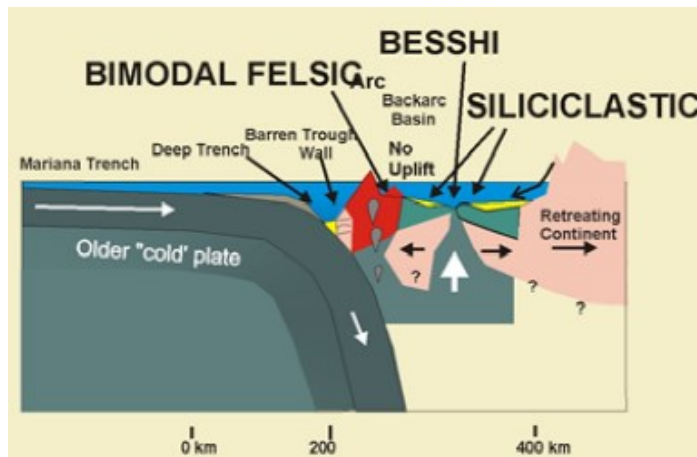
Kıbrıs tipi yataklar genellikle ofiyolitlerin bünyesindeki volkaniklerle ilişkili, okyanus ortası veya yay gerisinde açılmakta olan sırtlarda olduğu kabul edilir. Dolayısıyla yataklardaki cevherlere eşlik eden kayaçlar ofiyolit dizilimin bazaltik bileşimleridir. Bu tip yatakların Co/Ni oranının 1'den büyük olması beklenir.

Cevherleşmenin gözlemlendiği kayaç okyanus ortası sırtlarda (MORB) oluşan ofiyolitlerle ilişkili bazaltlar içerisinde (Şekil 4.23). Tablo 5.1 ' ye göre çalışma alanından ve yan kayaçlardan alınan 50 adet örnekten 24 tanesinde Co/Ni oranı 1' in üzerindedir.

ÖRNEK	Co/Ni	ÖRNEK	Co/Ni
KGD-128	3,19	KGD-171	1,50
KGD-129	2,41	KGD-172	1,06
KGD-130	5,59	KGD-173	1,01
KGD-131	2,62	KGD-174	1,52
KGD-133	1,74	KGD-175	2,24
KGD-161	1,09	KGD-176	1,23
KGD-163	2,88	KGD-177	1,35
KGD-164	1,10	KGD-178	1,46
KGD-165	1,19	KGD-179	3,26
KGD-166	1,21	KGD-180	1,29
KGD-167	1,66	KGD-182	1,05
KGD-168	3,23	KGD-184	1,43

Tablo 5.1. Örneklerin Co/ Ni oranları

Elde edilen sonuçlar ile Kastamonu Küre oluşumunu karşılaştıracak olursak, Küre bölgesinde yeralan toleyitler okyanus dibi tipine benzemektedir. Jeotektonik konumu dikkate alındığında Anadolu çöküntü havzasının kenar baseninin genişlemesi sonucu oluşmuştur. Bu cevherleşme düşük K toleyitleri ve okyanus dibi kalkalkalin bazaltları içerisinde görülmüştür (Güner, M., 1980). Bu çalışmada da cevherleşmenin gözlemlendiği yan kayaç Pearce ve Cann. (1973)' e göre önerilen tektonik sınıflandırmaya göre okyanus ortası (MORB) ve okyanus yayı toleyitleri (IAT) sınıfına girmektedir (Şekil 4.23).



Şekil 5.2. Soğumuş okyanusal kabuğun dalması sonucu gelişen bimodal felsik cevherleşme sistemi

Küre cevherleşmesinin görüldüğü yan kayaçta kloritleşme, silisleşme, uraritleşme, kalsitleşme, sideritleşme ve albitleşme alterasyon türleri vardır. Silisleşme cevherleşmeyle ilgili alterasyonun doğal bir sonucudur. İnceleme alanında yer alan Belen Tepesi ve civarında gözlenen cevherleşmenin bulunduğu yan kayaçta ise kloritleşme, karbonatlaşma ve kalsit oluşumu oldukça fazladır ve bunlara ek olarak ofiyolitlerle ilişkili olduğundan epidot oluşumu da görülmüştür (Şekil 4.32).

Küre sahasındaki cevher yatakları, hem masif hem de disemine sülfitlerden oluşur ve cevherler genellikle siyah şeyl-bazalt dokanakları boyunca faylarla ilişkilidirler. Yergen tepesi ve Belen tepesinde gözlenen cevherleşmeler bazaltlarla ve matabazit kayaçlarla ilişkilidirler ve yapılan cevher mikroskopisi çalışmalarında disemine sülfid minerallerine rastlanmıştır.

İnceleme alanındaki ana faylar kayaç içerisinde zayıf zonlar oluşturur ve bu fazlar yukarı doğru hareket eden hidrotermal cevher eriyiklerine hareket ortamı sağlar. Bölgenin hemen kuzeyinden geçen Kuzey Anadolu Fay hattı ve tektonik olarak oldukça fazla fay bulunduran çalışma alanı hidrotermal cevherleşmenin oluşmasına olanak sağlamaktadır.

Küre cevherleşmesinin jeokimyasal özelliklerini inceleyen Güner (1980), J.I.C.A. ve M.M.A.J. (1992) ile Ustaömer ve Robertson (1994), toleyitik bileşimli okyanus sırtı bazaltları karakterinde oldukları sonucuna varmışlardır. Küre ofiyolitini doğuran okyanuslaşmanın aynı dalma mekanizması ile ilintili olduğu ve masifin yayardı kenar bir havzanın parçalarını temsil ettiği görüşündedirler. Küre masif sülfid yatakları, ofiyolitik volkanik kayaçlara bağlı cevherleşmeye tipik bir örnek teşkil etmektedir. Lias sırasında, dar ve kısa ömürlü, muhtemelen yay ardı kenar bir havzanın açılma evresinde, yayılma eksenine civarında meydana gelmiş, Doggerdeki kapanmaya bağlı olarak kıta üzerine yerleşmiştir. Bu çerçevede değerlendirildiğinde Kargı ofiyolitinin ve Saraycık formasyonunun yaşı dikkate alındığında benzer bir masif sülfid yatağı olduğu sonucuna varılmıştır.

İz elementlerden Ti, Zr, Y ve Sr değerlerine göre yapılan tektonik sınıflamaya göre bazaltların okyanus ortası sırtlarında oluştuğunu ve kıtasal kabuktan ve okyanus tabanından beslendiğini görülmektedir.

Jeokimyasal analizlerde Şekil 4.30' da Baryum ve Kurşun değerlerinin yüksek çıkması yitim kuşağındaki okyanusal kabuğun kıtasal kabukla çarpışmasıyla alt kıtasal kabuktan zenginleştiğini de göstermektedir.

Masif sülfidlerin bünyesinde bulunan sülfür ve metallerin ana kaynağının manto olduğu kabul edilir, ancak formasyon içerisinde bulunan spilitik lavlarda önemli oranda sülfür ve metal kaynağı olmuşlardır. Bütün bu kaynaklardan gelen metallerin oluşturduğu bu masif sülfid maden yatağı sedimanter kökenli pelajik sedimenter kökenli kayalarla bağlı olarak ve derin deniz ortası olarak nitelendirilen okyanus ortası sırta meydana gelen ofiyolitik kökenli serpantinlere de bağlı olarak oluşmuş olabilecekleri düşünülmektedir (Şekil 5.2).

Sonuç olarak; saha çalışmaları, örneklemeler ve analiz sonuçları değerlendirildiğinde cevher zonlarında karbonatlaşma, kloritleşme ve epidotlaşmanın gözlenmesi, alterasyon zonlarında neo-tetisin kuzey kolunun yitimi sırasında dalma batma zonunun hendek kısmından türemiş silisik altrasyona ve karbonatlaşmaya bağlı olarak gelişmiş olması sonucu inceleme alanında oluşan cevherleşmenin bir volkanojenik masif sülfid maden yatağı oluşumu olduğu ve Kıbrıs tipine yakın ancak kıtasal kabuk etkileşiminin de yüksek olması nedeni ile Besshi tipi ile de ilişkili olabileceği kanaatini hakim kılmıştır.

KAYNAKLAR

- C. D. Taylor, R. A. Zierenberg, R. J. Goldfarb, J. E. Kilburn, R. R. Seal II ve M. D. Kleinkopf**, (1995). Volcanic – Associated Massive Sulfide Deposits (Models 24a-b, 28a; Singer, 1986a,b; Cox, 1986), p. 137-144.
- Dönmez, C., Günay, K., Yıldız, H., Şahin, Ş.**, (2013). Gökırmak ve Derentepe-Hanönü (Kastamonu) Cu Cevherleşmesi, s. 127-135.
- Erkan, E.N.** (1999). Paleontoloji raporu, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Daire Başkanlığı Rapor No:1999/3, Ankara.
- Floyd, P.A. ve Winchester, J.A.**, (1975), Magma type and tectonic setting discrimination using immobile elements: Earth and Planet. Sci. Lett., 27.Geologists, Memoirs, 68, 255-290.
- Franklin, J. M.**, (2002). Volcanogenic Massive Sulfides, Evolution of the Early Atmosphere, Hydrosphere, and Biosphere: Constraints from Ore Deposits, Denver Annual Meeting, Colorado Convention Center , Colorado
- Güner, M.**, (1980). Küre Civarının Masif Sülfit Yatakları ve Jeolojisi, Pontidler (Kuzey Türkiye), Lund Üniversitesi, İsveç
- Hakyemez, Y., Barkurt, M.Y., Bilginer, E., Pehlivan, Ş., Can, B., Dağ, Z. ve Sözeri, B.** (1986). Yapraklı-Ilgaz-Çankırı- Çandır Dolayının Jeolojisi, MTA Raporu, Derleme no: 7966, Ankara (yayınlanmamış).
- Irvine, T.N. ve Barager, W.R.A.**, (1971), A Guide to The Chemical Classification of The Common Volcanic Rocks: Can. Journ. Earth Sci., 8, 5-8.
- Ketin, İ. ve Gümüş, Ö.** (1962). Sinop-Ayancık Arasında III. Bölgeye Dahil Sahaların Jeolojisi, TPAO Rapor No:288, Ankara (yayınlanmamış).

- Morton, R.L., Hudak, G., Walker, J., and Franklin, J.M.,** (1990). Physical volcanology and hydrothermal alteration of the Sturgeon Lake caldera complex, *in* Franklin, J.M., Schneiders, B.R., and Koopman, E.R., eds., Mineral Deposits in the western Superior province, Ontario: Geological Survey of Canada, Kanada
- Miyashiro, A.,** (1968), Metamorphism of mafic rocks: Basalts 2. H.H. Hess and A. Poldervaart (eds.): Interscience, New York.
- Pearce, J.A. ve Cann, J.R.,** (1973), Tectonic setting of basic Volcanic rocks determined using trace element analyses: Earth and Planet. Sci. Lett., 19.
- Shand, S.J.,** (1947), Eruptive Rocks: Murby, Londra.
- Türkecan, A., Dinçel, A., Hepşen, N., Papak, İ., Akbaş, B., Sevin, M., Özgür, İ. B., Bedi, Y., Mutlu, G. E., Saraç, G. ve Karataş, S.** (1991). Seben-Gerede (Bolu), Güdül-Beypazarı (Ankara) ve Çerkeş-Orta-Kurşunlu (Çankırı) yörelerinin (Köroğlu Dağları) jeolojisi ve volkanik kayaçların petrolojisi, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Derleme Rapor No:9193, Ankara (Yayımlanmamış).
- Tüysüz, O.** (1985). Kargı masifi ve dolayındaki tektonik birliklerin ayırıcı ve araştırılması (Petrografik inceleme), İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 432s (Doktora Tezi), İstanbul.
- Uğuz, M. F., Sevin, M.,** (2009). 1/100000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları No:115 Sinop F-33 Paftası, MTA, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- USGS,** (2012). Volcanogenic Massive Sulfide Occurrence Model, Scientific Investigations Report 2010–5070–C, U.S. Geological Survey, Reston, Virginia
- Ünal, A.** (2013). Mustafakemalpaşa (Bursa) ve Susurluk (Balıkesir) Arasında Mostra Veren Magmatik Kayaçların Jeolojisi ve Petrolojisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

- Winchester, J.A. ve Floyd, P.A.,** (1976), Geochemical magma type discrimination: Application to altered and metamorphosed basic igneous rocks: Earth and Planet. Sci. Lett., 28.
- Yalçın, C.** (20012). Çağlayancerit (Kahramanmaraş) Batısının Tektono-stratigrafisi ve Yapısal Evrimi, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş
- Yılmaz, O.** (1979). Daday-Devrekani masifi kuzeydoğu kesim metamorfikleri, Doçentlik Tezi, 234s. 4 ek, Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yılmaz, Y. ve Tüysüz, O.** (1984). Kastamonu-Boyabat-Vezirköprü-Tosya arasındaki bölgenin jeolojisi, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Derleme Rapor No: 7838, Ankara (yayımlanmamış).
- Ustaömer, T. ve Robertson, A.H. F.** (1997). Tectonic- sedimentary evolution of the north Tethyan margin in the Central Pontides of northern Turkey. In: Robinson, A. G. (ed.) Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region. American Association of Petroleum
- Url-1** < <http://goletkargi.tr.gg> > alındığı tarih : 10.12.2014
- Url-2** < <http://kargi.bel.tr/kargi-hakkinda/nufus/> > alındığı tarih : 10.12.2014

EKLER

EK 1: 1/25000 ölçekli Gökçedoğan Köyü ve Civarının Genel Jeoloji Haritası

EK 2: 1/25000 ölçekli Örnekleme Haritası