



**T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**GÜMELİ KÖYÜ (ALAPLI-ZONGULDAK)
ÇEVRESİNDEKİ MADEN ARAMA
ÇALIŞMALARINDA JEOKİMYASAL
VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

MEHMET KÖKSAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

**2019
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL VE ONAYI

Mehmet KÖKSAL tarafından hazırlanan “**Gümeli Köyü (Alaplı-Zonguldak) çevresindeki maden arama çalışmalarında jeokimyasal verilerin değerlendirilmesi**” adlı tez çalışması **26/07/2019** tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DEMİRBİLEK

Danışman

Prof. Dr. Fetullah ARIK

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Alican ÖZTÜRK

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mustafa YILMAZ
FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

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

DECLARATION PAGE

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

MEHMET KÖKSAL

Tarih: 26.06.2019



ÖZET

YÜKSEK LİSANS

GÜMELİ KÖYÜ (ALAPLI-ZONGULDAK) ÇEVRESİNDEKİ MADEN ARAMA ÇALIŞMALARINDA JEOKİMYASAL VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

MEHMET KÖKSAL

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Fetullah ARIK

2019, 126 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Fetullah ARIK

Dr. Öğr. Üyesi Alican ÖZTÜRK

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet DEMİRBİLEK

Bu çalışmada Zonguldak İli Alaplı ilçesi Gümeli köyü ve civarını kapsayan yaklaşık 60 km²'lik bir alanda yüzeyleyen kayaç, dere sedimanı ve topraklara ait jeolojik, mineralojik, petrografik ve jeokimyasal veriler kullanılarak maden arama çalışmalarının yapılması amaçlanmıştır.

İnceleme alanında Silüriyen'den günümüze kadar oluşan sedimanter, metamorfik ve magmatik birimler yüzeylemektedir. İnceleme alanının temelini oluşturan Silüriyen yaşlı Hamzafakılı formasyonu kuvarsit ve konglomerelardan oluşmaktadır. Devoniyen yaşlı kumtaşı, çamurtaşı, bitümlü şeyl ve kireçtaşları ile temsil edilen Göktepe formasyonu Hamzafakılı formasyonun üzerine dereceli geçişle gelmektedir. Devoniyen yaşlı granit ve granodiyorit bileşimli, Belen Granitoyidi Hamzafakılı ve Göktepe formasyonunu kesmektedir. Üst Kretase yaşlı killi kireçtaşı ve kireçtaşları ile temsil edilen Alaplı formasyonu diğer birimlerin üzerine aşıl uyumsuzlukla gelmektedir. Alaplı formasyonun üzerine ise yine aşıl uyumsuzlukla gelen Tersiyer yaşlı Çaycuma formasyonu kumtaşı, çamurtaşı ve kilaşlarından oluşmaktadır. Tüm bu birimleri eski ve yeni alüvyonlar örtmektedir.

Kayaçlarda belirlenen başlıca cevher mineralleri pirit, rutil, manyetit, kalkopirit, pirrotin götit, lepidokrosit, FeOx, piroluzit, braunit ve kovellindir. Hamzafakılı formasyonunda 64 ppm'e ulaşan Ag, 240 ppb'ye ulaşan Au ile birlikte ortalama 564 ppm Cu, 231 ppm Pb ve 71 ppm Zn bulunmaktadır. Göktepe formasyonunda 4.5 ppm'e ulaşan Ag ve 135 ppm'e ulaşan Au ile birlikte ortalama 1.2 ppm Ag, 27 ppb Au, 71 ppm Cu, 9 ppm Pb ve 109 ppm Zn içeriği mevcuttur. Belen Granitoidlerinde ise 137 ppm'e ulaşan Ag ve 210 ppb'ye ulaşan Au ile birlikte ortalama 3.6 ppm Ag, 28.7 ppb Au, 935 ppm Cu, 11 ppm Pb ve 66 ppm Zn ölçülmüştür. Dere sedimanlarında Au ve Ag deteksiyon limitinin altında kalmış olup ortalama 35 ppm Cu (en yüksek: 195 ppm), 23 ppm Pb (en yüksek: 96 ppm) ve 81 ppm Zn (en yüksek: 299 ppm) bulunmaktadır. Topraklarda ortalama Au 23 ppb (en yüksek: 255 ppb), 34 ppm Cu (en yüksek: 146 ppm), 23 ppm Pb (en yüksek: 75 ppm) ve 101 ppm Zn (en yüksek: 515 ppm) değerleri tespit edilmiştir.

Kayaçlarda SiO₂ genel olarak diğer bileşenlerle kuvvetli negatif korelasyona sahip olup kayaç oluşumundan sonra ikincil bir SiO₂ zenginleşme süreci gelişmiştir. CaO ve MgO'nun Ateş Zayılatı ile birlikte diğer bileşenlerle negatif korelasyonlara sahip olmaları kırıntılı ve karbonatlı kayaçları ayıran bir faktördür. Özellikle Belen Granitoidlerinin yakın çevresinde Ag, Au, Pb, Zn ve Cu bakımından ümitli anomali alanları bulunmaktadır. Buna göre inceleme alanında kayaç oluşumundan sonra epijenetik olarak gelişen hidrotermal bir cevherleşmeden söz edilebilmektedir.

Sahada kayaç örneklerinden elde edilen sonuçlar dere sedimanı ve topraklara göre daha belirleyici sonuçlar vermektedir. İnceleme alanına benzer farklı litolojik özelliklere sahip olan alanlarda yapılacak maden aramalarında litojeokimyasal prospeksiyon yönteminin diğer yöntemlere göre daha avantajlı olduğu ortaya çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Altın, Bakır, litojeokimyasal prospeksiyon, dere sedimanı, Gümeli, Jeokimya, Zonguldak

ABSTRACT

MS THESIS

EVALUATION OF GEOCHEMICAL DATA IN MINING EXPLORATION STUDIES AROUND GÜMELİ VILLAGE (ALAPLI-ZONGULDAK)

MEHMET KÖKSAL

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

Advisor: Prof. Dr. Fetullah ARIK

2019, 126 Pages

Jury

Advisor: Prof.Dr. Fetullah ARIK

Dr. Instructor Alican ÖZTÜRK

Dr. Instructor Mehmet DEMİRBİLEK

In this study, it is aimed to carry out mineral exploration studies by using geological, mineralogical, petrographic and geochemical data of rock, stream sediment and soils outcropping in an area of approximately 60 square kilometer covering Gümeli village and its vicinity (Alaplı-Zonguldak).

In the study area, sedimentary, metamorphic and magmatic units formed from Silurian to the present-day outcrop. Silurian aged Hamzafakılı formation, which forms the basis of the study area, is composed of quartzite and microconglomerates. The Göktepe formation, which is represented by Devonian sandstone, mudstone, bituminous shale and limestones, overlies Hamzafakılı formation with gradual transition. The Devonian aged granite and granodiorite, Belen Granitoids cut the Hamzafakılı and Göktepe Formations. The Alaplı formation represented by Upper Cretaceous clayey limestones and limestones overlies the other units with angular unconformity. The Tertiary aged Çaycuma formation, which overlies the Alaplı formation with angular unconformity, consists of sandstone, mudstone and claystones. All these units are covered by old and new alluviums.

The main ore minerals identified in the rocks are pyrite, rutile, magnetite, chalcopyrite, pyrrhotite, goethite, lepidocrocite, FeOx, pyrolusite, braunite and covellite. In the Hamzafakılı formation, Ag has reached 64 ppm, Au has reached 240 ppb, with an average of 564 ppm Cu, 231 ppm Pb and 71 ppm Zn. In Göktepe formation there is an average of 1.2 ppm Ag, 27 ppb Au, 71 ppm Cu, 9 ppm Pb and 109 ppm Zn with Ag reaching 4.5 ppm and Au reaching 135 ppb. In the Belen Granitoids, the average of 3.6 ppm Ag, 29 ppb Au, 935 ppm Cu, 11 ppm Pb and 66 ppm Zn were measured together with Ag reaching 137 ppm and 210 ppb Au. Au and Ag remain below the detection limit in the stream sediments, with an average of 35 ppm Cu (maximum: 195 ppm), 23 ppm Pb (maximum: 96 ppm) and 81 ppm Zn (maximum: 299 ppm). Soils have an average of Au 23 ppb (maximum: 255 ppb), 34 ppm Cu (maximum: 146 ppm), 23 ppm Pb (maximum: 75 ppm) and 101 ppm Zn (maximum: 515 ppm).

SiO₂ in rocks generally has a strong negative correlation with other components and there is a secondary enrichment of SiO₂ after rock formation. The fact that CaO and MgO have negative correlations with other components together with Loss on Ignition is a factor that separates clastic and carbonate rocks. Especially in the vicinity of Belen Granitoids, there are promising anomaly areas in terms of Ag, Au, Pb, Zn and Cu. Accordingly, a hydrothermal mineralization developed epigenetically after rock formation can be mentioned in the study area.

The results obtained from the rock samples in the field give more accurate results than the stream sediment and soils. It is seen that lithogeochemical prospecting method is more advantageous compared to other methods in mineral exploration in areas with different lithological characteristics similar to the study area.

Keywords: Gold, Copper, lithogeochemical prospection, river sediment, Gümeli, Geochemistry, Zonguldak

ÖNSÖZ

Bu çalışma Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı 2018-2019 akademik yılında “Yüksek Lisans Tezi” olarak hazırlanmıştır.

Yapılan bu çalışmada inceleme alanında bulunan bölgenin stratigrafisi ve madencilik açısından elde edilen bilgilerin jeolojik olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bölgenin jeolojik haritası güncellenerek bölgenin madencilik açısından önemli olabilecek yerleri üzerinde yoğunlaşmıştır. Öncelikle drenaj ağlarından sediman örnekleri alımı tamamlanmıştır. Sediman örnekleri analiz sonuçları çerçevesinde belirlenen ve daraltılan alanlardan toprak örnekleri ve kayaç örnekleri alınıp, alınan numunelerin jeokimyasal özellikleri analiz sonuçlarından belirlenerek bölgenin madencilik potansiyelinin incelenmesi ve irdelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmamın her aşamasında desteklerini gördüğüm Dr. Kurtuluş GÜNAY’a, Özgür DEVECİ’ye, Kenan COŞKUN’a ve MTA çalışanlarına ve kurumuma teşekkür ederim. Tez çalışmasının büyük bir bölümünü oluşturan arazi çalışmaları MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt Arama Dairesi 2019-32-13-05 kodlu proje kapsamında 2017-2018-2019 yıllarını kapsayan bir süreçte gerçekleştirilmiştir. Bu proje kapsamında üretilen veriler MTA Genel Müdürlüğü müsadesiyle tez çalışmasında kullanılmıştır.

Hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemedi yanımda olan Aileme, sabırla destekleyen kız arkadaşım İrge ŞAHİN’e sonsuz teşekkür ederim.

Çalışmada yardımlarını esirgemeyen Arş.Gör.Dr. Yeşim Özen’e teşekkür ederim

Bu çalışmanın başlangıç aşamasından itibaren yardım ve katkılarını esirgemeyen, her konuda bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım danışman hocam Sayın Prof. Dr. Fetullah ARIK’a sonsuz teşekkür ederim.

MEHMET KÖKSAL

KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
ÇİZELGELER LİSTESİ	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç	1
1.2. Coğrafi Özellikler	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
2.1. Jeolojik, Yapısal Jeoloji, Petrolojik Çalışmalar	4
2.2. Maden Jeolojisi Çalışmaları	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	12
3.1. Hazırlık Çalışmaları	12
3.2. Saha Çalışmaları	12
3.2.1. Kayaç örneklemesi	13
3.2.2. Dere Sedimanı Örneklemesi.....	14
3.2.3. Toprak Örnekleme Çalışmaları	16
3.2.3. Örnek Hazırlama	17
3.3. Laboratuvar Çalışmaları	18
3.4. Rapor Yazımı	27
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	28
4.1. Genel Jeoloji	28
4.1.1. Hamzafakılı formasyonu (Sh)	30
4.1.2. Göktepe Formasyonu (Dg)	34
4.1.3. Belen Granitoyidi (Db).....	37
4.1.4. Alaplı Formasyonu (Kra)	42
4.1.5. Çaycuma Formasyonu (Tç)	44
4.1.6. Alüvyonlar (Qa)	48
4.2. Prospeksiyon Çalışmaları	49
4.2.1. Giriş	49
4.2.2. Cevher petrografisi	51
4.3. Jeokimyasal İncelemeler	56
4.3.1. Kayaçlar.....	56
4.3.1.1. Hamzafakılı formasyonu.....	59
4.3.1.2. Göktepe formasyonu.....	69
4.3.1.3. Belen Granitoyidleri	78

4.3.2. Dere sedimanları.....	99
4.3.3. Topraklar	102
4.3.3.1. M sektörü	103
4.3.3.2. N sektörü.....	106
4.3.4. Kayaç, dere sedimanı ve toprak verilerinin karşılaştırılması	108
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	110
5.1. Sonuçlar	110
5.2. Öneriler	118
KAYNAKLAR	120
ÖZGEÇMİŞ	126



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası	2
Şekil 2. Anadolu'nun tektonik birlikleri ve inceleme alanının yeri	8
Şekil 3. Alterasyon bölgesinden ana oksit ve iz element analizi için alınan kayaç örnekleri	13
Şekil 4. Kayaç örneği alım noktaları haritası.....	14
Şekil 5. Dere sedimanı örnekleme yapılan noktalar.....	15
Şekil 6. Dere sediman örneği (a: dere akış yönü / b: alınan örnek).....	16
Şekil 7. Toprak örnekleme haritası	17
Şekil 8. Dere sedimanı ve toprak örneklerinin kurutulması; a) Sahadan alınan örneklerin numune toplama biriminde depolanması b) Örneklerin doğal şartlarda kurutulması için serilmesi	18
Şekil 9. Analiz için hazırlanan örnekler; a) Elenen ve çeyreklenen örnek görünümü, b) Örneklerin tartılması, c) Örneklerin numune kavanozlarına alınması, d) Kavanozların kutulara yerleştirilmesi.	19
Şekil 10. Çalışma alanının jeolojik haritası (Deveciler, 1981 ve İplikçi, 1983'ten güncellenerek).....	28
Şekil 11. İnceleme alanında bulunan birimlere ait genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesit (Ölçeksiz)	29
Şekil 12. Hamzafakılı formasyonuna ait turuncu, sarı ve gri renkli metakumtaşları (Yer: Karatepe Kuzeyi, bakış: Kuzey-Güney)	30
Şekil 13. Hamzafakılı formasyonuna ait mor renkli metakonglomeralar ve sarı renkli demir oksit boyamaları (Yer: Karatepe Kuzeyi, Bakış yönü: Kuzey-Güney)	31
Şekil 14. Hamzafakılı formasyonu içerisinde normal atımlı fay (Yer: Tavak Dere Civarı Bakış yönü: Kuzeydoğu – Güneybatı)	32
Şekil 15. Hamzafakılı formasyonuna ait granoblastik doku kuvarsitlerde kuvars (Q), limonit damarı (lmt) ve opak mineraller (opk), (a: //N, b: +N, c: El örneği).....	33
Şekil 16. Göktepe formasyonuna ait koyu gri-siyah renkli laminalı şeyllerden genel bir görünüm (Yer: Fındıklı Tepe Doğusu, Bakış yönü: Güney- Doğu)	34
Şekil 17. Göktepe formasyonuna ait laminalı şeyl ve kalkıştiller (Yer: Fındıklı Tepe Doğusu, Bakış yönü: Güney- Doğu).....	35
Şekil 18. Göktepe formasyonundan derlenmiş kumtaşı numunesinde plajiyoklas (plj), klorit (klr), opak mineral (opk) ve kuvars (Q), minerallerinn görünümü, (a. //N, b: + N, c: El örneği)	36

Şekil 19. Belen Granitoyidi intrüzüflerine ait pembe, açık gri renkli granit bileşimli mostraların görünümü (Yer: Tötek Tepe güneyi, Bakış yönü: Kuzey-Güney) ..	38
Şekil 20. Belen Granitoyidinde hidrotermal çözeltilerin etkisiyle meydana gelen alterasyon zonlarının görünümü (Yer: Dede Dere Bakış yönü: Kuzey-Güney).	39
Şekil 21. Belen Granitoyidine ait diyorit porfir örneklerinde gözlenen; plajiyoklas (plj), klorit (klr), epidot (epd), opak mineraller (opk) ve kuvars (Q) minerallerinin görünimleri (a: //N, b: +N, c: El örneği)	40
Şekil 22. Alaplı formasyonuna ait yeşil ve açık sarı renkli marnların genel görünümü (Yer: Bacaklıyayla Tepe, Bakış yönü: Kuzeydoğu-Güneybatı)	42
Şekil 23. Alaplı formasyonu (Yer: Bacaklıyayla Tepe Bakış yönü: Kuzeydoğu-Güneybatı).....	43
Şekil 24. Çaycuma formasyonuna ait orta kalın tabakalı kumtaşları (Yer: Dikmen Tepe, Bakış yönü: Kuzeydoğu-Güneybatı).....	45
Şekil 25. Çaycuma formasyonuna ait kumtaşları içerisindeki kıvrılmalar (Yer: Kızıkulak Tepe, Bakış yönü: Kuzey-Güney).....	46
Şekil 26. Çaycuma formasyonuna ait silttaşlarında plajiyoklas (plj), amfibol (amf), serizit ve kuvarslar (a: //N, b: +N, c: el örneği)	47
Şekil 27. Göktepe formasyonundan alınan örnekte gözlenen (GM-P1) rutil mangan mineralleri (Yer: Camıyanı Köyü Koca Düz mevkiinin güneyi, Parlak kesit, +N)	51
Şekil 28. Göktepe formasyonundan alınan örnekte (GM-P1) götite dönüşmüş limonit ve içlerindeki pirit minerallerinin görünimleri (Yer: Camıyanı Köyü Koca Düz mevkiinin güneyi, Parlak kesit, +N)	52
Şekil 29. Göktepe formasyonundan alınan örnekte (GM-P2) götite dönüşmüş limonit ve içlerinde gelişen pirit minerallerinin görünimleri (Yer: Fındıklı Tepe güneyi, Parlak kesit, +N)	53
Şekil 30. Göktepe formasyonundan alınan örnekte (GM-2-P2) iri kristalli, saçılımlı piritler minerallerinin görünimleri (Yer: Fındıklı Tepe güneyi ve Kartepe batısında, Parlak kesit, +N).....	54
Şekil 31. Göktepe formasyonundan alınan örnekte (GM-2-P2) iri kristalli piritlerin içinde kapanım mineralleri halinde kovellin, pirrotin, manyetit ve rutil oluşumları (Yer: Fındıklı Tepe güneyi ve Kartepe batısında, Parlak kesit, +N)	54
Şekil 32. Göktepe formasyonundan alınan örnekte (GM-2-P5) gang mineralleri içinde pirit, kalkopirit ve rutil oluşumları (Yer: Kartepe kuzeyi, Parlak kesit, +N).....	55

Şekil 33. Göktepe formasyonundan alınan örnekte (GM-2-P5) gang minerallerinin aralarında pirit, rutil ve manyetit oluşumları (Yer: Kartepe kuzeyi, Parlak kesit, +N)	55
Şekil 34. Hamzafakılı formasyonundan alınan örnekte (GM-2-P6) saçılımlı ince kristalli pirit minerali kapanımları formundaki rutil ve manyetit oluşumları (Yer: Kartepe kuzeyi, Parlak kesit, +N).....	55
Şekil 35. Hamzafakılı formasyonundan alınan örnekte (GM-2-P6) iri kristalli piritler içinde kapanımlar halinde gözlenen rutil, pirrotin, kalkopirit ve manyetit oluşumları (Yer: Sarıgöl Tepe, Parlak kesit, +N)	56
Şekil 36. Hamzafakılı formasyonundan derlenen kayaç örneklerine ait kimyasal analiz sonuçlarına uygulanan küme (cluster) analizi dendrogramı ve belirlenen kümeler	68
Şekil 37. Göktepe formasyonundan derlenen kayaç örneklerine ait kimyasal analiz sonuçlarına uygulanan küme (cluster) analizi dendrogramı	78
Şekil 38. Belen Granitoidlerinin TAS (Cox ve ark., 1979) diyagramındaki konumları	87
Şekil 39. Belen Granitoidlerinin TAS Middlemost (1994) diyagramındaki konumları.	87
Şekil 40. Belen Granitoidlerinin R ₁ -R ₂ diyagramındaki (De La Roche ve ark. 1980) konumları.	88
Şekil 41. Belen Granitoidlerinin A-B diyagramındaki (Debon ve Le Fort, 1983) konumları. I (Peralumina alanı: muskovit> biyotit), II (Peralumina alanı: biyotit> muskovit), III (Peralumina alanı: biyotit ± az amfibol), IV (Metaalümina alanı: biyotit, amfibol ± piroksen), V (Metaalümina alanı: klinopiroksen, ± amfibol, ± biyotit), VI (Metaalümina alanı: Nadir mineral parajenezi, karbonatit vb.).....	89
Şekil 42. Belen Granitoidlerinin A/CNK -A/NK diyagramındaki Shand (1943) konumları	89
Şekil 43. Belen Granitoidlerinin SiO ₂ - FeO/MgO diyagramındaki Miyashiro (1974) konumları	90
Şekil 44. Belen Granitoidlerinin AFM diyagramındaki (Irvine ve Baragar, 1971) konumları	90
Şekil 45. Belen Granitoidlerinin Y+Nb Rb ve Y-Nb diyagramlarındaki (Pearce ve ark, 1984) konumları. ORG (Okyanusal rift granitleri), VAG (Volkanik yay granitleri, WPG (Levha içi granitler), COLG (Çarpışma granitleri)	91

Şekil 46. Belen Granitoyidlerinden derlenen kayaç örneklerine ait kimyasal analiz sonuçlarına uygulanan küme (cluster) analizi dendrogramı	95
Şekil 47. Belen Granitoyidlerinde elementlerin davranışlarına etki eden ilk 6 faktöre ait faktör – yük grafikleri.	98



ÇİZELGELER LİSTESİ

- Çizelge 1. Gümeli (Alaplı-Zonguldak) Köyü çevresinde 2017 (K, J, JK ve 2J kodlu numuneler) ve 2018 (J ve sadece rakam kodlu numuneler) yıllarında gerçekleştirilen arazi çalışmaları esnasında Hamzafakılı formasyonundan derlenen ana oksit ve iz element analiz içerikleri tespit edilen kayaç numunelerinin koordinatları ve arazi tanımlamaları 20
- Çizelge 2. Gümeli (Alaplı-Zonguldak) Köyü çevresinde 2017 (K, J, JK ve 2J kodlu numuneler) ve 2018 (J ve sadece rakam kodlu numuneler) yıllarında gerçekleştirilen saha çalışmaları sırasında Göktepe formasyonundan derlenen ana oksit ve iz element içerikleri tespit edilen kayaç numunelerinin koordinatları .. 21
- Çizelge 3. Gümeli (Alaplı-Zonguldak) Köyü çevresinde 2017 (K ve J kodlu numuneler) ve 2018 (Rakam J ve sadece rakam kodlu numuneler) yıllarında arazi çalışması kapsamında Belen Granitoyidinden derlenen ana oksit ve iz element içerikleri tespit edilen kayaç numunelerinin koordinatları ve arazi tanımlamaları 22
- Çizelge 4. Gümeli (Alaplı-Zonguldak) civarından derlenen ve iz element analizleri yapılan dere sedimanı numunelerinin formasyonlara göre dağılımı ve koordinatları 23
- Çizelge 5. N sektöründen derlenen toprak örneklerinin koordinatları ve jeolojik birimlerle ilişkisi (F: Formasyon, B: Belen Granitoyidi, G: Göktepe formasyonu) 25
- Çizelge 6. M sektöründen derlenen toprak örneklerinin koordinatları ve jeolojik birimlerle ilişkisi (F: Formasyon, B: Belen Granitoyidi, G: Göktepe formasyonu) 26
- Çizelge 7. Hamzafakılı formasyonundan derlenen örneklerin ana oksitlerle bazı iz element analiz sonuçları ve istatistiksel özetleri (n: örnek sayısı, Ort.: Aritmetik ortalama, S.S.: Standart Sapma, S.H.: Standart hata, E.K.: En küçük, E.B.: En büyük, t_h : 0.95 anlamlılık düzeyinde hesaplanan t değeri, t_t : tablo t değeri, A.S.: Anakitle aritmetik ortalamasının alt sınırı, Ü.S.: Anakitle aritmetik ortalamasının üst sınırı) 62
- Çizelge 8 Hamzafakılı formasyonundan derlenen örneklerin iz element ve bazı NTE analiz sonuçları ve istatistiksel özetleri (n: örnek sayısı, Ort.: Aritmetik ortalama, S.S.: Standart Sapma, S.H.: Standart hata, E.K.: En küçük, E.B.: En büyük, t_h : 0.95 anlamlılık düzeyinde hesaplanan t değeri, t_t : tablo t değeri, A.S.: Anakitle aritmetik ortalamasının alt sınırı, Ü.S.: Anakitle aritmetik ortalamasının üst sınırı) 63
- Çizelge 9. Hamzafakılı formasyonunda analizi yapılan bileşenlerin aralarındaki korelasyon katsayıları 66
- Çizelge 10. Göktepe formasyonundan derlenen örneklerin ana oksitlerle bazı iz element analiz sonuçları ve istatistiksel özetleri (n: örnek sayısı, S.D.: Serbestlik derecesi, Ort.: Aritmetik ortalama, S.S.: Standart Sapma, S.H.: Standart hata, E.K.: En küçük, E.B.: En büyük, t_h : 0.95 anlamlılık düzeyinde hesaplanan t değeri, t_t : tablo t değeri, A.S.: Anakitle aritmetik ortalamasının alt sınırı, Ü.S.: Anakitle aritmetik ortalaması üst sınırı) 72
- Çizelge 11 Göktepe formasyonundan derlenen örneklerin iz element ve bazı NTE analiz sonuçları ve istatistiksel özetleri (n: örnek sayısı, S.D.: Serbestlik derecesi, Ort.:

Aritmetik ortalama, S.S.: Standart Sapma, S.H.: Standart hata, E.K.: En küçük, E.B.: En büyük, t_h : 0.95 anlamlılık düzeyinde hesaplanan t değeri, t_t : tablo t değeri, A.S.: Anakitle aritmetik ortalamasının alt sınırı, Ü.S.: Anakitle aritmetik ortalaması üst sınırı).....	74
Çizelge 12. Göktepe formasyonunda analizi yapılan bileşenlerin aralarındaki korelasyon katsayıları	76
Çizelge 13. Belen Granitoyidlerinden derlenen örneklerin ana oksitlerle bazı iz element analiz sonuçları ve istatistiksel özetleri (n: örnek sayısı, S.D.: Serbestlik Derecesi, Ort.: Aritmetik ortalama, S.S.: Standart Sapma, S.H.: Standart hata, E.K.: En küçük, E.B.: En büyük, t_h : 0.95 anlamlılık düzeyinde hesaplanan t değeri, t_t : tablo t değeri, A.S.: Anakitle aritmetik ortalamasının alt sınırı, Ü.S.: Anakitle aritmetik ortalaması üst sınırı).....	82
Çizelge 14. Belen Granitoyidlerinden derlenen örneklerin iz element ve bazı NTE analiz sonuçları ve istatistiksel özetleri (n: örnek sayısı, S.D.: Serbestlik derecesi, Ort.: Aritmetik ortalama, S.S.: Standart Sapma, S.H.: Standart hata, E.K.: En küçük, E.B.: En büyük, t_h : 0.95 anlamlılık düzeyinde hesaplanan t değeri, t_t : tablo t değeri, A.S.: Anakitle aritmetik ortalamasının alt sınırı, Ü.S.: Anakitle aritmetik ortalaması üst sınırı).....	85
Çizelge 15. Belen Granitoyidlerinde analizi yapılan bileşenlerin aralarındaki korelasyon katsayıları	93
Çizelge 16. Belen Granitoyidlerinde ilk 6 faktörün başlangıç ve kümülatif değişime etkisi	96
Çizelge 17. İnceleme alanındaki dere sedimanlarından derlenen örneklerde bazı iz element analiz sonuçları ve istatistiksel özetleri (F: İlişkide olduğu jeolojik birim; H: Hamzafakılı formasyonu, G: Göktepe formasyonu, B: Belen Granitoyidi, Ç. Çaycuma formasyonu; Tablo t değeri: 1.98)	101
Çizelge 18. İnceleme alanındaki dere sedimanlarında analizi yapılan iz elementlere ait ortalama değerlerin jeolojik birimlere göre dağılımı.	102
Çizelge 19. M sektöründen derlenen toprak örneklerinde bazı iz element analiz sonuçları ve istatistiksel özetleri (F: İlişkide olduğu jeolojik birim; B: Belen Granitoyidi, H: Hamzafakılı formasyonu, Tablo t değeri: 1.97)	104
Çizelge 20. N sektöründen derlenen toprak örneklerinde bazı iz element analiz sonuçları ve istatistiksel özetleri (Eleman sayısı. 31, Tablo t değeri: 2,04)	107
Çizelge 21. M sektörü ve N sektörü ile bütün toprakların ortalama iz element konsantrasyonlarının karşılaştırılması (n: numune sayısı).....	108
Çizelge 22. İnceleme alanından derlenen kayaç, dere sedimanı ve toprakların iz element içeriklerinin karşılaştırılması (numune sayıları (n): italik, en yüksek değerler: koyu)	109

1. GİRİŞ

İnceleme alanı, Zonguldak ili Alaplı ilçesi güneydoğusunda yer alan ve Gümeli Köyü'nü kapsayan yaklaşık 60 km²'lik bir alandır. "Gümeli Köyü (Alaplı-Zonguldak) Çevresindeki Maden Arama Çalışmalarında Jeokimyasal Verilerin Değerlendirilmesi" isimli bu çalışma; Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda "Yüksek Lisans Tezi" olarak hazırlanmıştır.

1.1. Amaç

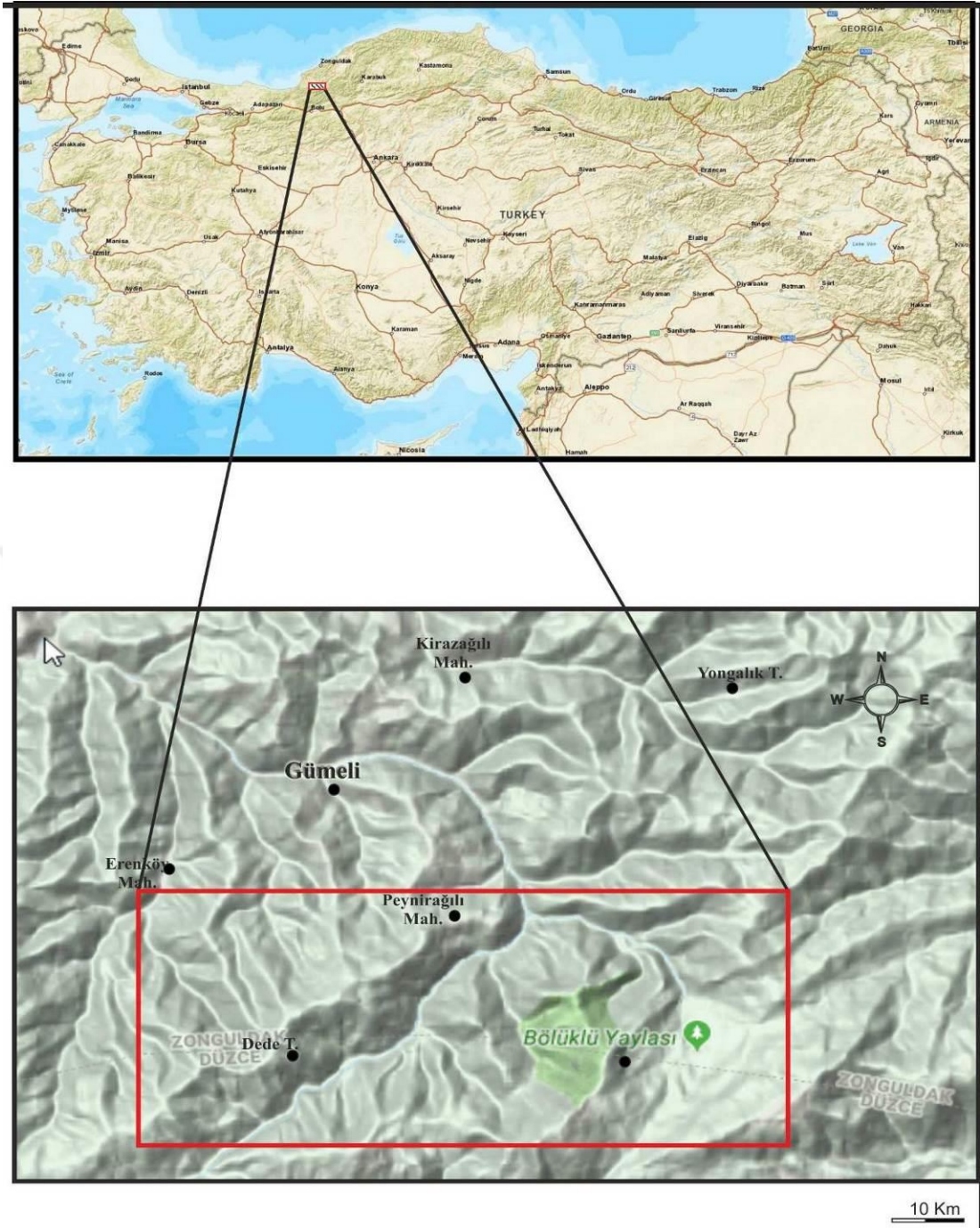
Zonguldak il merkezinin batısında yer alan Alaplı ilçesi güneydoğusunda yer alan çalışma alanında volkanik ve metamorfik kayaçların yüzeyletiği birimler yer almaktadır. Bilindiği gibi, volkanik ve metamorfik kayaçlarla birlikte birçok metalik maden yatağı, endüstriyel hammadde ve doğal yapı malzemesi meydana gelmektedir.

İncelenme alanında kurşun çinko ve bakır gibi metalik maden oluşumları bulunmaktadır. Ayrıca son yıllarda yörede altın potansiyeli üzerinde yoğunlaşmış bu amaçla arama çalışmaları devam etmektedir. Çalışma kapsamında yaklaşık 60 km²'lik bir alandan yüzey örneklemeleri yapılarak bölgede bulunan kayaçların jeokimyasal yönden incelenmesi ve olası cevher anomalilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.2. Coğrafi Özellikler

Zonguldak ili Alaplı ilçesinde yer alan inceleme alanı yakınındaki başlıca yerleşim merkezleri Gümeli ve Mollabey köyleridir (Şekil 1). Gümeli köyü sınırları içinde bulunan inceleme alanına, Zonguldak Ereğli – Akçakoca yolu D-010 karayolu üzerinden Alaplı ilçesi sınırlarından geçilerek ulaşım sağlanmaktadır.

Bölge genel olarak Karadeniz ikliminin etkisi altındadır. Türkiye'de gece ve gündüz sıcaklık farkının en az olduğu iklim tipi özelliği sunan bölgenin her mevsimi yağışlı geçmektedir. Doğal bitki örtüsü ormandır. Ormanlık alanların hakim olduğu bölgelerde porsuk, kayın, meşe, kestane, çınar, ıhlamur, kızılğaç, gürgen, karaçam, sarıçam ve kızılçam ağaçları bulunmaktadır. Akarsu kenarlarında da söğüt ve kavak ağaçları yer almaktadır.



Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası

Bölgenin yıllık ortalama sıcaklık değeri 14°C iken, rastlanan en yüksek sıcaklık $39,5^{\circ}\text{C}$ ve en düşük sıcaklık ise -8°C 'dir. Yıllık ortalama yağış miktarı 1218,1 mm olup, en yüksek yağış 151,2 mm ile Aralık ayıdır. Yağışlı gün sayısı 145,2'dir (www.mgm.gov.tr , 2017).

Çalışma alanının en önemli yükseltileri; Dedegümedi Tepe (1250 m), Dokuzdoru Tepe (1324 m), Ortayurt Tepe (1260 m), Dede Tepe (1200 m), Tötek Tepe (850 m), Fındıklı Tepe (1240 m), Bacaklıyayla Tepe (1637 m), Erenburnu Tepe (1490

m), Dikmen Tepe (1300 m), Kızkulak Tepe (1300 m), Kara Tepe (1150 m), Taşlık Tepe (1360 m), Hızar Tepe (950 m), Turpluk Tepe (1200 m), Tavat Tepe (900 m), Tümenşe Tepe (1194 m)'dir.

Çalışılan bölge içerisinde birçok kuru ve sulu dereye rastlanmaktadır. Bunlardan en önemlileri; Kocaburlıan (Alaplı) Dere, Koz Dere, Dede Dere, Fındıklı Dere, Üçyurt Dere, Tavak Dere, Kocaağıl Deresi, Devrenit Dere, Sarıgül Dere, Kavaklıöz Dere, Batakçioğlu Dere'dir. Bacaklı Yayla, Bölüklü Yayla, Düdüklüz Yayla bölgenin diğer morfolojik yapılarını oluşturmaktadır.

Fazla sayıda pınar bulunduran bölgenin dikkat önemli pınarları Soğuksu ve Üçyurt Pınarı'dır.

Çalışma alanının bir kısmı 'Gümeli Tabiat Parkı' sınırları içerisinde yer almaktadır. Bu alan içerisinde Dünyanın en Yaşlı 3. Ağacı Türkiye'nin ise 4114 yaşı ile en yaşlı tescillenmiş Porsuk ağacı bulunmaktadır. Bölgedeki ormanlık alanlar dünyanın en yaşlı ormanları sınıfındadır. Bu yaşlı ormanlık alanlarda 1987 ve 1164 yaşlı iki adet porsuk ağacı da bulunmaktadır.

Yerleşim yerlerine yakın bölgelerde tarım, hayvancılık ve arıcılıkla uğraşan bölge halkı, fındık üretimi yapmaktadır. Yaylalarda küçükbaş hayvancılık ve arıcılık yapılmaktadır. Yerleşim yerlerinde ise Büyükbaş hayvancılık yapılmaktadır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Zonguldak yerleşim merkezinin batısında, Ereğli ile Akçakoca arasında yer alan inceleme alanı ve yakın çevresinde jeolojik, yapısal jeoloji, mineralojik, petrolojik ve maden yatakları amaçlı birçok çalışma yapılmıştır.

2.1. Jeolojik, Yapısal Jeoloji, Petrolojik Çalışmalar

Yörenin jeolojik, stratigrafik, yapısal jeolojik ve petrografik özelliklerini konu alan öncül çalışmaları (Tokay, 1948, 1949, 1952, 1954, 1955; Otkun, 1949; Bayramgil, 1949; Altınlı, 1951; Akartuna, 1952, 1962; Ketin, 1953b; Fratschner, 1952; Baykal, 1954; Ketin ve Gümüş, 1963) tarafından gerçekleştirilmiştir.

Bölgede bu öncül araştırmalardan sonra da genel jeoloji, yapısal jeoloji, stratigrafi, deprem, paleontoloji, mühendislik jeolojisi ve maden yatakları konularında çalışmalar yapılmıştır, (Altınlı, 1954; Göksu, 1958; Yahşiman ve Ergönül, 1958; Ergönül, 1961; Yahşiman, 1960 ve 1961; Ağralı ve Konyalı, 1970; Ağralı, 1969; Arpat ve ark., 1974; Akbulut, 1978; Dil, 1980; Şengör ve Yılmaz, 1981; Şengör ve ark., 1981; Yılmaz ve ark., 1981; Yılmaz, 1981; Görür ve ark., 1995; Kaya ve Dizer, 1982 ve 1983; Ercan ve Gedik, 1983; Ketin, 1985; Yergök ve ark., 1986; Gedik ve Korkmaz, 1984; Üzer, 1985; Aydın ve ark., 1986; Aydın ve ark., 1987b; Deveciler, 1986; Kirici, 1986; Çoban, 1988; Derman, 1990a, 1990b, 1995, 1996a ve 1996b; Derman ve Sayılı, 1995; Tüysüz ve Yiğitbaş, 1990; Akman, 1992; Sirel, 1993; Sözen ve ark., 1996; Akbaş ve ark., 2002; Şener, 2007; Masse ve ark., 2008; 2009; Akkaya, 2012; Menteş, 2015).

İnceleme alanını da kapsayan Batı ve Orta Karadeniz bölgesinde pek çok jeolojik çalışma bulunmaktadır. Amasra-Cide-Ulus arasında 1/25.000 ölçekli jeolojik harita alımı çalışmalarını gerçekleştiren Wedding (1968; 1969 ve 1970), Safranbolu Havzasının jeolojik yapısı ve Tersiyer paleocoğrafyasını araştıran Saner (1979); Saner (1980), ile Saner ve ark. (1981) ve Karabük Formasyonun Fasiyes analizi adlı incelemeyi yapan Güven (1980) çalışma alanlarının stratigrafik dizilimlerini vermişlerdir.

‘Türkiye’de Tetis’in evrimi: Levha tektoniği açısından bir yaklaşım’ başlıklı çalışmayı yapan Şengör ve Yılmaz (1981). Tetis’in geç Paleozoyik’te Pangea’nın bir araya gelmesi ile oluştuğunu, Gelibolu-Ilgaz masifi arasındaki ofiyolitik kenet kuşağının, Rodop-Pontid parçasını Sakarya kıtasından ayırdığını, bu nedenle bu kuşağa

‘Pontid İç Kenet Kuşağı’ ismi ile anılması gerektiğini belirtmişlerdir. İki kıtayı ayıran okyanusun kuzey yönünde Rodop-Pontid parçasının altına doğru dalması ile Geç Kretase’de bu kıta üzerinde iyi gelişmiş bir ada yayı oluşumunu belirmektedir. ‘Kuzey Türkiye’de bir geç Jura öncesi okyanusu kalıntıları Permian-Triyas Paleotetis parçaları’ konulu araştırmayı yapan Şengör ve ark. (1981) Kuzey Türkiye’de Üst Kretase-Paleosen volkanik örtülerinin pencerelerinde bir ofiyolitik suture zone ve bununla ilişkili orta Jura yaşlı aktif kıtasal kenar serilerinin bulunduğunu belirtmektedir. Batı Pontidler Permian Orta Jura jeolojik tarihçesini içeren bu çalışmada Permian Jura okyanusunun güneye eğimli (dalan) bir yitim için sürekli daralmasının sonucu olduğu ve bu okyanusun kapanmasına bağlı olarak meydana gelen naplaşma ile kıtasal topluluk okyanusal topluluğun üzerine gelmesiyle sonuçlandığını açıklamışlardır.

“Kuzey Anadolu Fay Zonu (Abant-Dokurcan arasında kalan bölge) kuzey ve güneyinde ve güneyinde kalan tektonik birimlerin jeolojik evrimi” başlıklı araştırmada Yılmaz ve ark. (1981) Kuzey Anadolu Fay Zonuna göre kuzey ve güneyde iki farklı kaya birimi olduğu belirtilmektedir. Bu çalışmada Kuzey istifinde tabanda iyi korunmuş düzenli bir ofiyolit dizisinin bulunduğu, ofiyolit dizisinin kataklastik ve tektonik bir zonla Paleozoik istifin altında metakonglomera, kuvarsit, rekristalize kireçtaşı ve mermerden ibaret olduğu ve bu istif ofiyolitik bloklar içeren bir kaotik kaya topluluğunun tektonik olarak örtüldüğü ifade edilmektedir. Yılmaz (1981) "Atlantik tip kıta kenarının Pasifik bir kıta kenarına dönüşümüne Türkiye’den bir örnek" isimli çalışmasında Doğu Pontidler’in Mesozoik’te Neotetis’in kuzey kolu etkisinde kaldığını, Sakarya kıtasının ise bu kolun batı yönünde ikiye çatallanması sonucu iki okyanus kolu arasında bir kıtacı olarak kaldığını belirtmiştir. Görür ve ark. (1995) "Pontidler’de Neo-Tetis’in kuzey kolunun açılmasına ilişkin sedimentolojik veriler" başlıklı makalelerinde muhtelif Liyas başında bir yükselim alanı olduğunu, Sinemuriyen başında Pontidler’in güneyinde blok faylanma ve riftleşmenin başladığını, bu olayın yörede horst ve grabenlere karşılık gelen denizaltı tepeleri ve deniz çukurları oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Ereğli (Zonguldak) yöresinde Kretase stratigrafisini yeniden değerlendirmesi kapsamında çalışan Kaya ve Dizer (1982 ve 1983), Kretase istifinin tabanında Apsiyen yaşlı İnaltı kireçtaşının olduğu ve bu birimin üzerine Velibey kumtaşları daha sonra sırayla Albiyen-Senomaniyen yaşlı Tasmaca çamurtaşı, Yemişliçay grubu içinde Bayat formasyonu, Kalabaklar formasyonu, Neyran formasyonu (Damaltı üyesi, Terziköy

üyesi, Karaavcı üyesi), Sarıkaya formasyonu, İkse formasyonu, Üçköy şeyli, Lümeren formasyonu, Örenköy formasyonu, Sarıkorkmaz formasyonu, Erikli kumtaşı, Akveren formasyonu ve Akçakoca kumtaşlarının geldiği belirtilmektedir.

İnceleme alanının biraz daha doğusunda Ovacuma Eflani (Zonguldak) Bölgesinde 1/25.000 ölçekli jeolojik çalışma yapan Ketin (1953a) bölgenin en yaşlı biriminin Paleozoyik yaşlı metamorfik bir seriden oluştuğunu, bu serinin üzerinde Alt Kretase yaşlı fliş istifinin transgresif olarak yer aldığını ve şiddetli kırılma ve kıvrımlanmaya uğradığını belirtmiştir. Kretase flişinin Barremien'den Senomaniyen sonuna kadar devamlı bir seri olarak geliştiğini, Maestrihtiyen yaşlı kumlu kalkerler ile transgresif olarak örtüldüğünü, daha üstteki Eosen yaşlı 2500-3000 m kalınlığında kumlu-marnların ve fliş karakterinde olup geniş Eflani havzasını meydana getirdiğini belirtmiştir. Araştırmacı bölgenin magmatik ve volkanik faaliyetin dışında kaldığını, ancak tektonik hareketlerin şiddetli olduğunu ifade etmiştir. Ketin ve Gümüş (1963), tarafından, Sinop-Ayancık güneyinde yer alan İnaltı formasyonunun yaşı Malm-Erken Kretase olarak belirtilmektedir. Ketin (1985), Batı Pontidler'in bindirmeli-naplı yapılarının Dogger'de başlayıp Üst Kretase-Paleosen ve Lütesiyen-Oligosen dönemlerinde de etkilerini sürdürmüş olduklarını, nap hareketlerinin kuzeybatıdan güneydoğuya ve güneydoğudan kuzeybatıya farklı iki doğrultuda geliştiğini belirtmiştir. Aydın ve ark. (1986) Ballıdağ-Çangaldağı (Kastamonu) arasındaki bölgede Prekambriyen'den Senozoyik sonuna kadar devam eden istifi tanımlayarak istifin Üst Liyas öncesi birimlerini kıtasal kabuğa ait birimler ve okyanusal-derin denizel birimler olmak üzere iki ayrı grupta incelemişlerdir. Araştırmacılar bu stratigrafik ayırımı, Neotetis çökeltileri olarak yorumladıkları Kızılsaray Grubu'nu dahil etmişlerdir. Geç Jura yaşlı birimler transgresyonla başlayan Kızılsaray Grubu kayaçları Alt dokanağı Himmetpaşa ve Bürnük Formasyonları ile paralel veya az açılı uyumsuz olan İnaltı Formasyonu şeklindedir. Grup içerisinde yer alan İnaltı Formasyonu, içerdiği fosil topluluğuna göre Geç Jura-Erken Kretase (?) yaşındadır. Albiyen-Paleosen arasında genelde kesintisiz bir istif vardır. Neotetis'in kapanmasıyla kıta-kıta çarpışması Geç Paleosen'de başlar.

Alaplı, Bartın ve Cide yörelerinde 1/25.000 ölçekli 7 adet paftanın haritalama çalışmalarını yapan Deveciler (1986) bu üç yörenin stratigrafisini ayrı ayrı tanımlamışlardır. Mesozoyik yaşlı Bürnük Formasyonu ve İnaltı kireçtaşı, Geç Jura-Erken Kretase faunası içermektedir. Alaplı yöresinde İnaltı kireçtaşı olarak adlandırılan

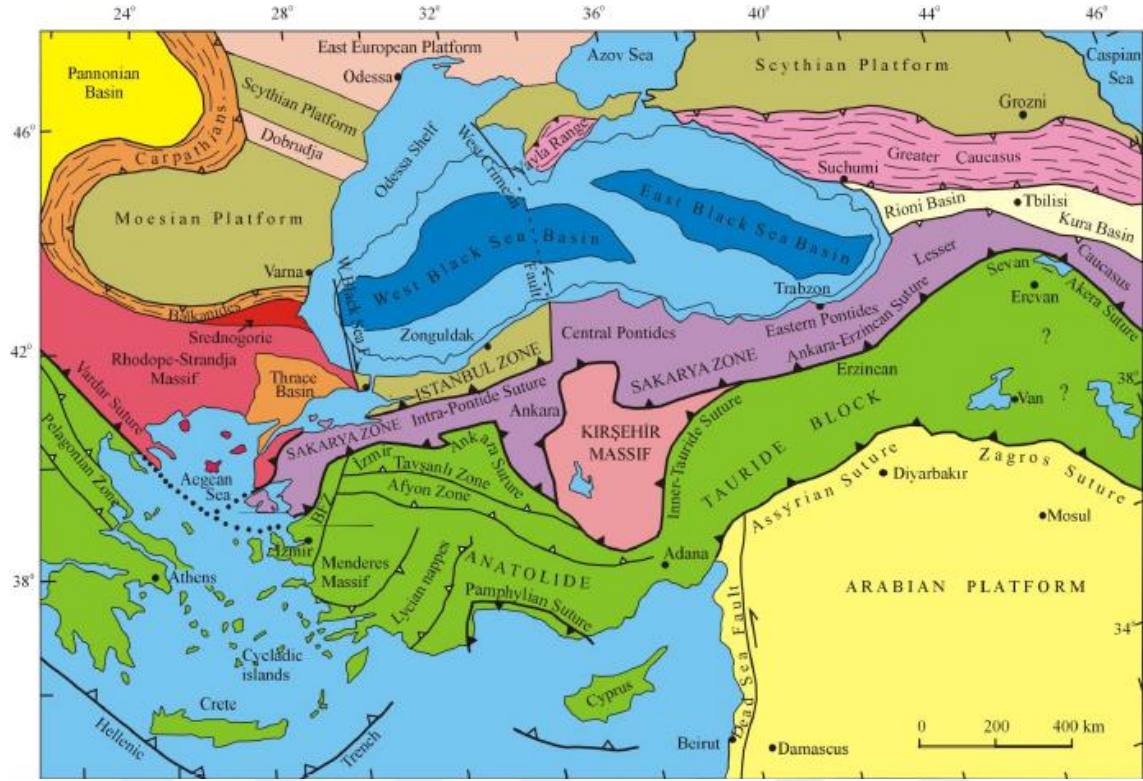
birim, Cide yöresindeki Kestanedağı kireçtaşı ile aynı litolojik özelliklere sahiptir. İnaltı formasyonunun biyostratigrafisini çalışan Kirici (1986) bölgede Üst Jura, Üst Jura-Alt Kretase geçişi ve Alt Kretase topluluklarını tanımlamıştır. Yazar çalışmasında Üst Jura'yı Zonguldak-Kozlu arası ve Karabük-Eflani-Karafasıl arası ile Ulus yöresi ve Daday-Azdavay hattının doğu ve güneydoğusu olarak iki ayrı coğrafik alanda incelemiştir. Geç Jura denizinin derin tarafının Karabük- Safranbolu-Araç-Vezirköprü-Kavak-Lâdik hattı boyunca olmasına karşı, Erken Kretase denizinin ise muhtemel transgresyon yönünün batıdan doğuya doğru olduğunu belirlemektedir.

Batı Karadeniz bölgesinin jeolojisini araştıran Yergök ve ark. (1984), bölgenin jeolojik birimlerini, Zonguldak yakın çevresindeki Paleozoyik yaşlı birimler ve Paleozoyik birimler üzerine gelen Erken Jura-Orta Jura yaşlı çökeller; Zonguldak yakın çevresinde ve sahil boyunca yer alan Mesozoyik ve Tersiyer istifi; Karabük yakın çevresinde yer alan birimler olarak üç başlıkta toplamışlardır.

Çamdağ (Sakarya) Sünnicedağ (Bolu) yöresinde çalışan Aydın ve ark. (1987b) bölgede Prekambriyen'den Senozoyik sonuna kadar devam eden istif gözlemlemişlerdir. Araştırmacılara göre Paleozoyik birimlerinin birincisi, Kambriyen'de başlayıp, Silüriyen başlarında regresyonla biten ikincisi ise Silüriyen'de transgresyonla başlayıp, Karbonifer'de regresyonla biten iki çökeltme dönemi göstermektedir. Permiyen-Triyas yaşlı birimler, kendilerinden daha yaşlı birimler üzerine açısız uyumsuzlukla gelirken, Geç Jura-Erken Kretase (?) yaşlı, gri renkli, oolitlik, mikritik, intra-mikritik, sert, çatlakları kalsit dolgulu kireçtaşlarından oluşmaktadır. Eosen birimleri ise açısız uyumsuzlukla başlamakta olup Oligo-Miyosen'de aşınan alana, Pliyosen karasalları çökelmiştir.

Tüysüz ve Yiğitbaş (1990); Orta Pontidler'de Üst Jura-Alt Kretase çökellerinin daha yaşlı kayalar üzerinde transgresif bir seri oluşturdıklarını ve bu serinin Orta-Geç Jura yaşlı taban konglomerası, Geç Jura-Erken Kretase yaşlı bir karbonat ve onu izleyen Erken Kretase yaşlı kırıntılı bir istif ile temsil edildiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılara göre, düzensiz bir tabana ve farklı su derinliklerine sahip denizel ortamda gelişmişler bu çökeller, çalışılan bölgedeki tüm jeolojik olayların Pontidler'in güneyinde Neo-Tetis'in kuzey kolunun Liyas'tan itibaren, kuzeyinde ise Karadeniz'in Üst Kretase başında açılması ile denetlenmiştir.

Bu temel araştırmalara göre inceleme alanı Ketin (1966)'in Türkiye için tanımladığı dört ana tektonik birlikten Pontidler'in Batı Pontidler Bölümü'nü oluşturan İstanbul Zonu Okay ve Tüysüz (1999) içerisinde yer almaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Anadolu'nun tektonik birlikleri ve inceleme alanının yeri

2.2. Maden Jeolojisi Çalışmaları

İnceleme alanı Türkiye'nin en önemli taşkömürü havzası olan Zonguldak Havzasında bulunduğu için yöre ve yakın çevresinde daha çok kömürlü seviyelerin özelliklerini araştıran genel jeoloji, stratigrafi, paleontoloji ve sınırlı sayıda maden jeolojisi çalışmaları mevcuttur. Kömür bulunduran Westfaliyen yaşlı Kılıç, Kozlu ve Karadon Serisi Ereğli Kestaneci köyünden Hacı İsmail'in 1822 ve Uzun Mehmet'in 1829'daki ilk taş kömürünü bulmasından beri sürdürülmektedir. Zonguldak havzasında çok sayıda araştırma yapılmış ve bu çalışmaların devamı niteliğinde yeni çalışmalar olup halen sürdürülmektedir. 20 Yüzyılın ilk çeyreğinden itibaren yapılan çalışmaların ilki Novak (1920) tarafından taşkömürü seviyeleri ile ilgilidir. Bu çalışmayı Charles (1932, 1933 ve 1947); Grancy (1937a; 1937b); Grancy (1938); Wijkerslooth (1939); Arni (1938; 1939; 1940; 1941) ve Fratschner (1952) çalışmaları izlemiştir.

İnceleme alanını da kapsayan Zonguldak bölgesinde maden aramacılığı, rezerv ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesine yönelik çok sayıda çalışma

gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmaların büyük çoğunluğu yöredeki taşkömürü yatakları ile ilgili olup diğer endüstriyel-metalik yataklar yöredeki kil, şiferton, kum, kuvarsit, demir, fosforit, boksit vb. konulu çalışmalardır.

Yörenin bilinen ilk çalışmasını gerçekleştiren Novak (1920) Ereğli Bolu arasında Devoniyen kireçtaşlarının altındaki diyabaz mostrası civarında az miktarda demirden söz etmektedir. Yazar ayrıca Mavre mevkiinde kuvarsitli grovak biriminde düşük konsantrasyonlarda bulunan hematite vurgu yapmıştır. Yergök ve ark. (1984) Alaplı güneyinde Hamzafakılı Formasyonu içerisinde yer yer damar tipi hematit, magnetit ve limonit ağırlıklı demir zenginleşmeleri bulunduğunu belirtmişlerdir.

Yılanlı Formasyonunun bulunduğu hemen her yerde dolomit zenginleşmesi mevcuttur. Halen işletilebilen yataklar Bartın İnkum dolaylarındadır (Yergök ve ark., 1987).

Pelitova, Sarıdere, Mevrendere ve Arıtdere’de jeolojik çalışmalar ve 1/2000 ölçekli kömür için ümitli alanların haritasını yapan Grancy (1937a; 1937b); Grancy (1938) bölgedeki Paleozoyik yaşlı birimleri Devoniyen ve Alt Karbonifer, Üst Karbonifer ve Permien olmak üzere üç bölümde incelemiştir. Araştırmacı tarafından Devoniyen ve Alt Karbonifer olarak tanımlanan seri, kömür taşıyan Üst Karbonifer’den faylarla ayrılmıştır. Yazar palinolojik çalışmalarının sonucu olarak 1960 yılında 1 yeni polen cinsi, 14 yeni megaspor ve polen türü, 1961 yılında 6 yeni megaspor türü saptamış ve bunların stratigrafik dağılımlarını belirlemiştir.

Amasra Kömür Havzası’nda, taşkömürü sondajlarından elde edilen materyaller üzerinde çalışan Yahşiman (1960; 1961), 1960’da 14 ve 1961’de 6 yeni megaspor türü saptamış ve bunların ayrı ayrı stratigrafik dağılımlarını belirlemiştir. Amasra havzasıyla ilgili mikrospor incelemelerini gerçekleştiren Ağralı (1969) bölgenin Karbonifer yaşlı mikroflorasını tanıtmışlardır. Amasra Karbonifer havzasındaki kömür seviyelerinin, mikrospor cinslerine dayanan palinolojik inceleme sonuçlarına göre karşılaştırmalarını ise Ağralı (1970) çalışmasıyla gerçekleştirmiştir. Her bir stratigrafik ve tektonik birim için yapılan bu karşılaştırma, birimler arasındaki bağlantılara ve kömürlü Karbonifer’in tümündeki değişimlere ışık tutmaktadır.

Dil (1980) Zonguldak karbonifer havzasında ortaya çıkarılan denizel, somatr ve tatlı su kılavuzu konulu çalışmada denizel karakterli olan Dinansiyen katının sonradan deniz ve acı suların istilasına uğradığını bu nedenle havzanın Paralik bir

havzan özelliğinde olduğunu belirtmiştir. Ayrıca Turnaziyen, Vizeyen ve Alt Namuriyen geçişleri ile Westfaliyen A katındaki Tatlısu seviyeleri bulunduğunu aktarmıştır.

Akman (1992) Amasra-Arıt arasında, yörede sorunlu olan Mesozoyik-Senozoyik dönemi stratigrafisini kurarak tektonik çatıyı ortaya koymak ve ekonomik açıdan önemli olan kömürlü Karbonifer birimlerinin, Mesozoyik-Senozoyik yaşlı istif altında durumlarını ortaya çıkarmak amacıyla ayrıntılı çalışmalar yapan İnaltı formasyonuna ait kireçtaşlarının yaş, fasiyes ve eskicoğrafya açısından gelişim farklılıkları gösteren kesimlerini iki ayrı üye olarak ayırmışlardır.

Zonguldak bölgesinde glokonit ve fosfor üzerine araştırmaları yapan Atabek (1938) bölgede Albiyen zamanında birçok transgresyon ve regresyon olaylarının meydana geldiğini, bu olaylar esnasında da P_2O_5 ve (K) tenörü düşük birçok fosforit yataklarının oluştuğunu belirtmektedir.

Karabük civarında kuvarsit ve SiO_2 'ce yüksek oluşumları araştıran Wijkerslooth (1939) Karabük dolayında Bolguş ve Saraycık yöresinde SiO_2 'ce zengin (% 96 SiO_2) Devoniyen yaşlı birimlerin varlığından söz etmektedir. Zonguldak (Sapçaköy) Göldağı Yöresi Kuvarsit Sahasının Jeolojisini araştıran Akbulut (1978), 4 km² bir alanda yüzlek veren Devoniyen yaşlı kuvarsitlerin, faylı bir yapıda bulunduklarını belirtmektedir. Kuvarsitler üzerinde ise Vizeyen dolomitik kireçtaşlarının yer aldığını muhtemel rezervin 900 milyon ton civarında olduğundan söz etmektedir. Zonguldak ili cam-döküm kumu olanaklarını araştıran Üzer (1985), Zonguldak kıyı çizgisine paralel Göbü köyü ve Çatalağzına kadar uzanan Velibey kumtaşları olarak isimlendirilen Klastikler için %97'nin üzerimde SiO_2 içeriğinin bulunduğunu belirtmektedir. Ayrıca Kurucaşile güneyinde ve bazı kuvarsit-kuvars kumu sahaları bulunduğunu ve bu serilerin 30-150 metre kalınlıkta olduğunu belirtmiştir. Bölgedeki kuvars kumlarını ve kuvarsitleri araştıran Yergök ve ark. (1987), kuvars kumları ve kuvarsitlerin iyi kalitede olduğunu ve cam sanayi, dökümcülük işlerinde, korozif özelliklerde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Hamzafakılı formasyonu bol SiO_2 taşımaya karşın gerek demirli minerallerce zenginliği gerekse kompakt yapıları nedeni ile fazlaca ekonomik değillerdir. Ayrıca bu formasyonun Manzut kumtaşı üyesi içerisinde bol miktarda süt kuvars damarları mevcuttur. Hamzafakılı Formasyonundaki kumlu birimlere karşın Çaycuma

Formasyonu, Kilimli formasyonunun belli kesimleri ve Çakraz formasyonunun paleotopografik yükseltilerinde korunmuş Çukurköy-Şükürler dolayındaki alanlarda kuvars kumları oldukça ekonomik değerler göstermektedir Yergök ve ark. (1987).

Zonguldak Kokaksu boksit yatağı'nın oluşumu üzerine çalışmalar yapan Arni (1939) boksit yatağının Senomaniyen'de konglomera ve kireçtaşlarının lateritleşmesiyle oluşan terra-rosaların tekrar yıkanması ile oluştuğunu ve boksitlerin Al_2O_3 oranının % 51-10 arasında değişim gösterdiğini belirtmektedir. Arni (1940)'nin Kozlu bölgesi killere yönelik çalışmasına ilişkin 'Kozlu-Ateşe dayanıklı killeri ve Zonguldak Bindetonu hakkında rapor'unda eserinde Kozlu Vadisinde Karadon serisi olarak bilinen Üst Karbonifer içinde tektonik nedenler yüzünden aşırı deforme olmuş gayri muntazam şekilli şiferton seviyelerinin bulunduğunu ve bu kil seviyesinin 60-100 cm kalınlıkta ve mümkün muhtemel rezervinin 50-100 bin ton dolayında olabileceğini belirtmiştir. Kokaksu boksitleri üzerine çalışmalar yapan Göksu (1958) Kokaksu boksitleri ile ilgili 3 seviye belirlemiş ve bu seviyeleri 1) Taban (kömür kalkerleri), 2) Boksit seviyesi ve 3) Tavan kumtaşları olarak isimlendirmiştir. Yazar boksit seviyesinin muhtemelen Alt Kretase Yaşlı ve boksit seviyesinin 1,5 milyon ton rezervi olduğunu belirtmiştir. Yergök ve ark. (1987) boksit oluşumları ile ilgili olarak Yılanlı formasyonunun karasal ortama geçmesinden sonra (Karbonifer-Alt Kretase) tekrar sulu jeolojik oram koşullarına girdiği, Aptiyen yaş aralığında meydana gelen karasal zenginleşmeler olduğunu ve Velibey formasyonunun kontaklarında zenginleşme gösterdiğini belirtmektedir.

Gedik ve Korkmaz (1984) Sinop havzasında yapmış oldukları çalışma kapsamında yörenin jeolojisi ve petrol olanaklarını araştırmışlardır. Alttan Akgöl Formasyonu ile uyumsuz, Bürnük Formasyonu ile uyumlu olan Akkaya kireçtaşı Ketin ve Gümüş (1963) tarafından İnaltı kireçtaşı olarak adlandırılmıştır. Bu birimin içerdiği fosil topluluğu ile Orta-Geç Jura (Dogger-Malm) yaşında, kalın katmanlı ve yer yer resifal özellikte platform tipi kireçtaşıdır. Bu kireçtaşları üzerine uyumsuz Erken Kretase yaşlı Çağlayan Formasyonu gelir. Geç Kretase yaşlı Kapanboğazı formasyonu, Akgöl Formasyonu ile Akkaya kireçtaşlarını ve havzanın diğer yörelerinde ise Çağlayan formasyonunu uyumsuz örter Sözen ve ark. (1996).

Sözen ve ark. (1996) tarafından 'Düzce, Bolu, Zonguldak ve Çevresinin Genel Jeokimya Raporu' çalışması kapsamında Batı Karadeniz Bölgesi Cu-Pb-Zn Aramaları konulu araştırmayı gerçekleştirerek Abant, Eskipazar ve Mehtibey bölgelerinde Cu zenginleşmelerinin bulunduğunu belirtmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

“Gümeli Köyü (Alaplı-Zonguldak) çevresindeki maden arama çalışmalarında jeokimyasal verilerin değerlendirilmesi” konulu Yüksek Lisans Tez çalışması kapsamında arazi çalışmalarında 1/100.000 ölçekli Zonguldak F27 paftasındaki 1/25.000 ölçekli Zonguldak F27d3 ve F27d4 paftalarına ait topoğrafik ve jeolojik haritalar kullanılmıştır. Tez çalışması bu paftaların içinde yaklaşık 60 km²’lik alanda gerçekleştirmiştir. Bu araştırma; arazi öncesi çalışmalar (hazırlık çalışmaları), arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları; sonuçların değerlendirilmesi, büro çalışmaları ve tez raporu yazımı şeklinde başlıca dört aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar alt başlıklar halinde kısaca tanımlanmıştır.

3.1. Hazırlık Çalışmaları

Bu aşamada inceleme alanının ve çevresinin jeolojisi ile ilgili daha önce çeşitli araştırmacılar tarafından yapılmış olan rapor ve yayınlar derlenmiş ve arazi öncesi çalışma bölge ve çevresi ile ilgili fikir elde edilmiştir. Elde edilen bu bilgiler ışığında arazi çalışması programı yapılmıştır. Bu dönemde arazi için gerekli ekipman ve sarf malzemeleri (İnceleme alanını kapsayan 1/25000 ve 1/100000 ölçekli topoğrafik ve jeolojik haritalar, jeolog çekici, jeolog pusulası, el tipi GPS, şerit metre, numune alım ekipmanı, murç, kürek, faraş, elek, numune kabı, numune torbaları, kalem, defter ve diğer kırtasiye malzemeleri vb.) temin edilmiştir. Ayrıca arazi çalışması aşamasında ilgili kurumlardan (valilik, kaymakamlık, orman işletme müdürlüğü, jandarma, emniyet müdürlüğü vb.) gerekli izin belgeleri alınmıştır.

3.2. Saha Çalışmaları

Arazi çalışmalarında 1/100.000 ölçekli Zonguldak F27 paftasındaki 1/25.000 ölçekli Zonguldak F27d3 ve F27d4 paftalarına ait topoğrafik ve jeolojik haritalar kullanılmış ve Deveciler (1981) ve İplikçi (1983)’nin haritaları revize edilerek, güncellenmiştir. Saha çalışmaları 2017 ve 2018 yıllarında gerçekleştirilmiştir. 2017 yılında yapılan çalışmalarda sahada yerinde yapılan gözlemler sonucunda inceleme alanına ait jeoloji haritası revize edilerek madencilik yönünden önemli olabilecek yerler haritaya işlenmiştir. İnceleme alanında gözlenen birimler makroskopik olarak tanımlanarak, mostra rengi, taze yüzey rengi ve muhtemel tektonik ve sedimanter yapılar, tabaka ve tektonik ölçümler yerinde gerçekleştirilerek arazi defterine not

edilmiştir. Gerekli görülen yerlerden fotoğraflar çekilmiştir. Çalışmalar esnasında arazide gözlenen kayaçlardan temsil kabiliyetinde ve yeterli sayıda örnek alımı yapılmıştır. Bunlara ilave olarak sahada yapısal jeolojik unsurlar (kıvrım, kırık, çatlak vb.) belirlenerek ölçümleri yapılmıştır. Kayaç örneklerinden mineralojik ve kimyasal analiz için (ana oksit, iz element, nadir toprak elementleri) sistematik örneklemeler yapılmıştır. Ayrıca sahada bulunan derelerden dere sedimanı örnekleri alınmıştır.

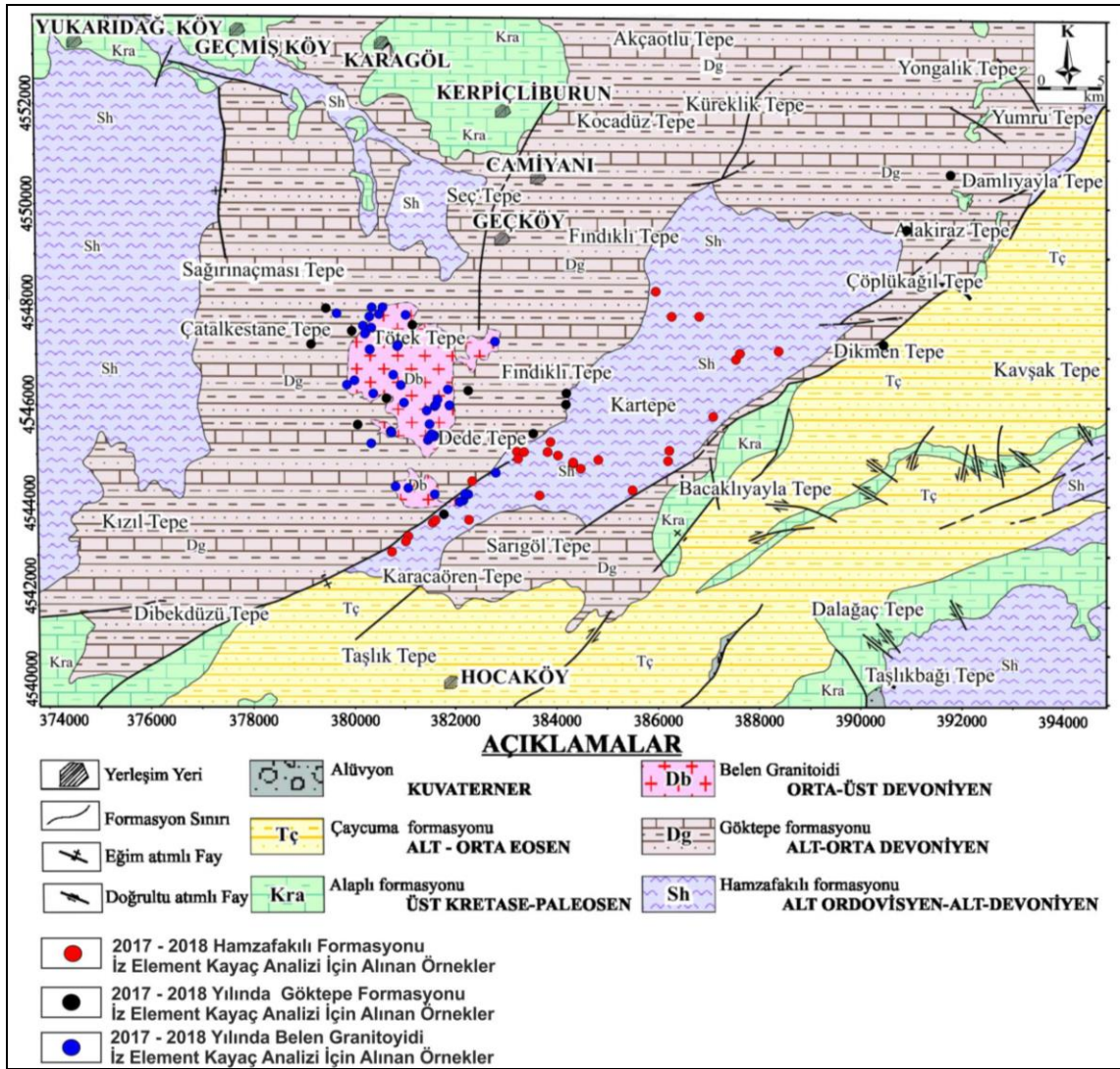
2017 yılında derlenen kayaç ve dere sedimanı örneklerinin incelenmesi ve örneklerin kimyasal analiz sonuçlarına göre sahada detay araştırma planı yapılarak belirlenen önemli alanlardan 2018 yılında kayaç, dere sedimanı toprak örnekleri alınmıştır.

3.2.1. Kayaç örnekleme

Kayaç örnekleri çalışma alanında gözlenen jeolojik birimlerin adlandırılması ve birimlerden alınan örneklerin, mineralojik, petrografik ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. İnceleme alanında cevherleşme potansiyeli olabilecek alterasyon, cevher zenginleşmesi veya ümitli bölgelerden ve örnek alınan yeri en iyi temsil edebilecek noktalardan yongalama yöntemiyle 1-2 m aralıklarla kayaç örnekleri alınmıştır (Şekil 3). Çalışma alanının bazı bölgelerinden büyük el örnekleri şeklinde alınan numuneler poşetlenerek üzerlerine yazılan kodlarıyla analiz standartlarına göre hazırlanarak ilgili laboratuvara gönderilmiştir. (Şekil 3 ve Şekil 4).



Şekil 3. Alterasyon bölgesinden ana oksit ve iz element analizi için alınan kayaç örnekleri

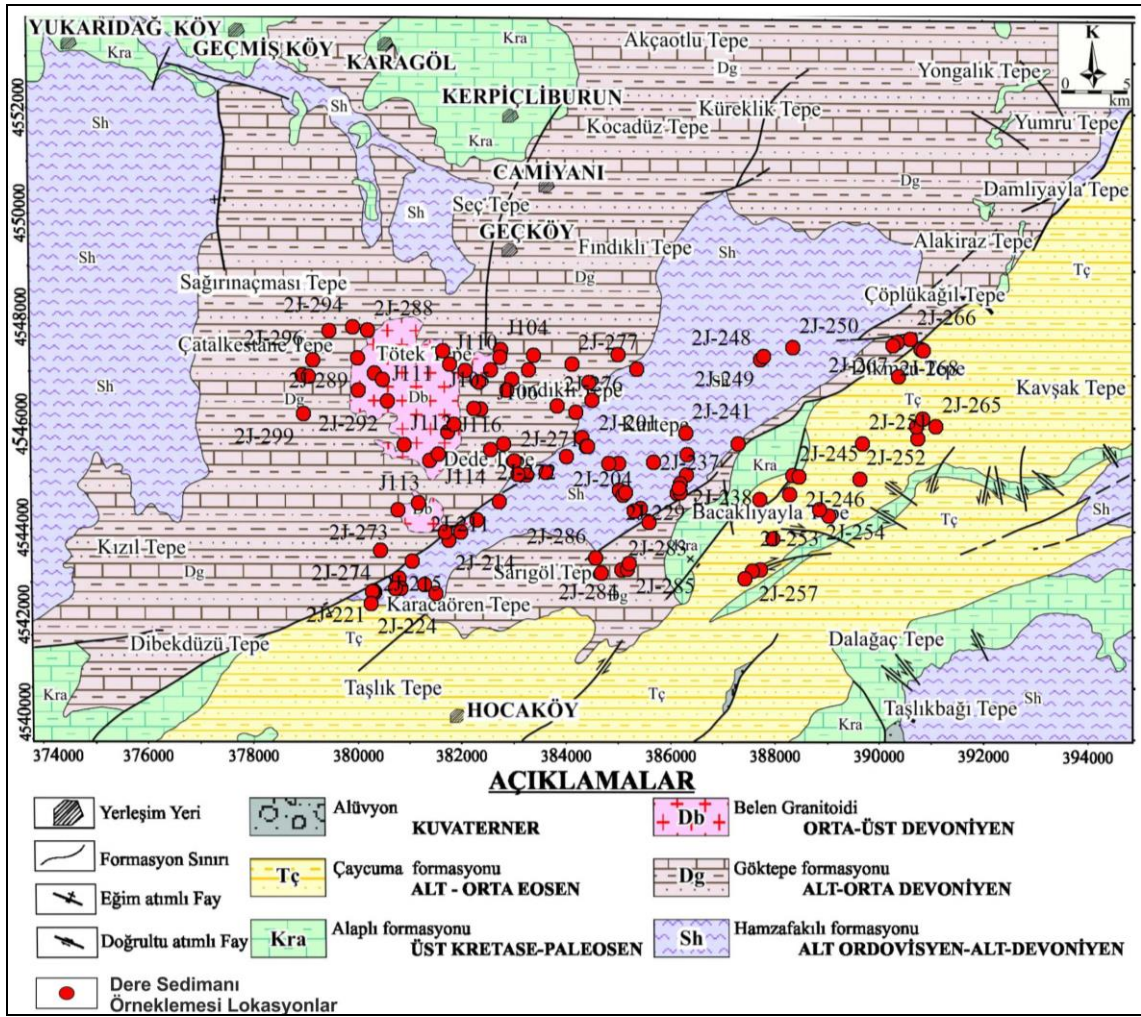


Şekil 4. Kayaç örneği alım noktaları haritası

2017 yılında kayaç örneklerinden ana oksit analizi için 62 adet, iz element analizleri için 44 adet numune alınmıştır. 2018 yılında ise 2017 yılında alınan dere sedimanlarının analiz değerleri sonucuna göre deteksiyon limiti üzerinde olan bölgelerden iz element analizleri için 75 adet kayaç örneği alınmıştır. 2017 yılında alınan 44 numune ile birlikte toplam 119 kayaç numunesi derlenmiştir.

3.2.2. Dere Sedimanı Örnekleme

Sahanın genelinde yapılan gözlemler sonucunda belirlenmiş drenaj ağlarından öncelikle alanları temsil edecek dere sedimanı örnekleri alınmış ve bunu takip eden çalışmalar sonrasında belirlenen profil hatlarında metalik zenginleşme tespit etmeye yönelik belirlenmiş alanlardan toprak örneği alınmıştır. Örnekleme çalışmaları çalışma alanına ait 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalar üzerinde drenaj ağlarının, alanı en iyi temsil edebileceği örnek alım noktalarından gerçekleştirilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Dere sedimanı örnekleme yapılan noktalar

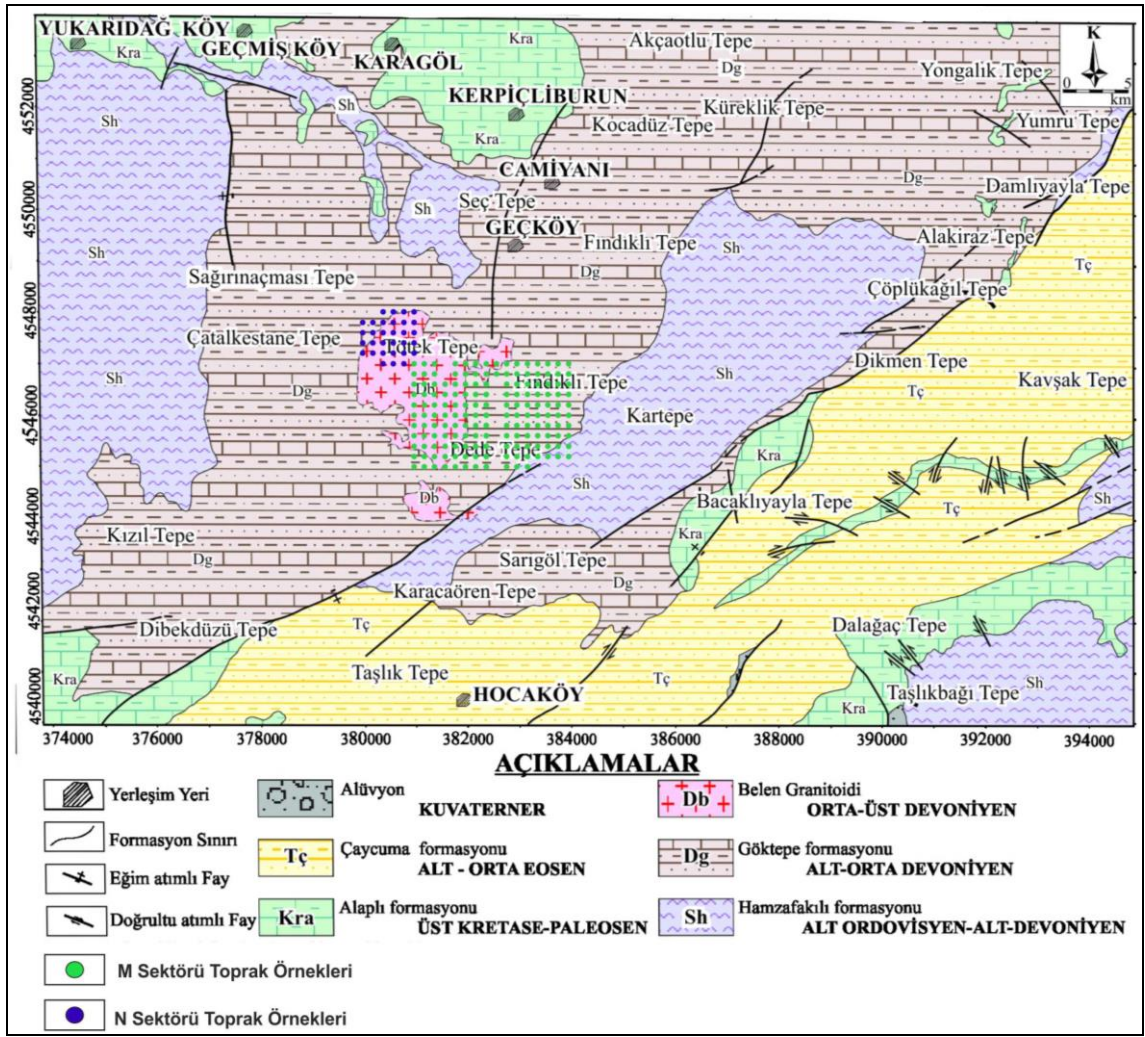
Belirlenen örnek alım noktası çevresinden analiz standartlarına uygun olarak istenilen incelikte silt, kil ve kum boyutlu malzemelerden olmak üzere birkaç noktadan örnek alımı gerçekleştirilmiştir. Analiz standartlarına uygun sediman örneklerinin bulunmaması durumunda aynı dere üzerinde ± 100 m mesafede örnekleme yapılmıştır. Yamaçlardan akan kum, toprak gibi malzemelerden örnek alınmamıştır (Şekil 6). 2017 yılında yapılan arazi çalışmalarında 60 km²'lik alanda yaklaşık 8'er kg ağırlığında toplam 112 adet dere sedimanı örneği alınmıştır.



Şekil 6. Dere sediman örneği (**a:** dere akış yönü / **b:** alınan örnek)

3.2.3. Toprak Örnekleme Çalışmaları

Kayaç ve dere sedimanı örneklerinin analiz sonuçlarına göre sahada M Sektörü ve N sektörü olmak üzere 2 adet potansiyel beslenme alanı belirlenmiştir. 2018 yılında M sektöründen 170 adet ve N sektöründen 31 adet olmak üzere toplam 201 adet toprak örneği alınmıştır (Şekil 7).



Şekil 7. Toprak örnekleme haritası

3.2.3. Örnek Hazırlama

Çalışma alanından derlenen dere sedimanı, toprak ve kayaç örnekleri analiz öncesi örnek hazırlama işlemleri için numune depolama alanına getirilmiştir. Araziden alınan örnek torbalarının ağızları açılarak toprak ve dere sedimanı örnekleri oda sıcaklığında kuruması için ayrı ayrı serilmiştir (Şekil 8).

Dere sedimanı ve toprak numuneleri depolama alanında önce tartılmış daha sonra içindeki çöp yosun ve plastik gibi çeşitli partiküllerden arındırılarak temizlenmiştir. Her bir örnekleme noktasından alınan toprak ve dere sedimanı örnekleri -80 mesh elek altı örnek miktarı 200 gr'dan az olmamak şartıyla <40 °C ya da atmosferik koşullarda tamamen kurutularak elenmiştir. Daha sonra elekler ve toplama kapları yıkanarak kurutulmuş ve yeniden örnek elemesi gerçekleştirilmiştir. Elenen örneklerin analizleri MTA Genel Müdürlüğü Numune Analiz Test Takip Dairesi'nde yapılmış ve örnek kabulleri için MTA NAS (Numune Alma Sistemi) Yönetmeliği'nde

belirtilen numune kavanozlarına doldurulmuştur. Örnek numaraları kavanoz kapak iç kısmına, kapak üstüne ve kavanozun karşılıklı 2 yüzüne yazılarak tartılmıştır (Şekil 9).



Şekil 8. Dere sedimanı ve toprak örneklerinin kurutulması; **a)** Sahadan alınan örneklerin numune toplama biriminde depolanması **b)** Örneklerin doğal şartlarda kurutulması için serilmesi

3.3. Laboratuvar Çalışmaları

Arazi çalışmaları sırasında derlenen dere sedimanı ve toprak örneklerinden iz element analizi yapılmıştır. Kayaç örneklerinden ise ana oksit ve iz element analizleri ve ayrıca mineralojik petrografik analizleri amacıyla ince kesit ve parlatma kesiti çalışmaları yapılmıştır. Kayaç örneklerinin ince kesit numune hazırlama ve ince kesit yapım çalışmaları, kimyasal analizleri MTA Genel Müdürlüğü Maden Analizleri Teknoloji Dairesinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 9. Analiz için hazırlanan örnekler; **a)** Elenen ve çeyreklenen örnek görünümü, **b)** Örneklerin tartılması, **c)** Örneklerin numune kavanozlarına alınması, **d)** Kavanozların kutulara yerleştirilmesi.

2017 yılında Hamzafakılı formasyonundan derlenen 18 adet, Göktepe formasyonundan derlenen 29 adet ve Belen Granitoyidlerinden derlenen 15 adet olmak üzere toplam 62 adet kayaç örneğinin ana (majör) oksit analizleri yapılmıştır. MTA Genel Müdürlüğü Maden Analizleri ve Teknoloji Dairesi Analiz ve Test Laboratuvarında XRF cihazı yöntemi kullanılarak ile 35-30-AJ-54 kodlu ana oksit analiz paketi içinde yer alan ana oksitlerle SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 , MnO , Cr_2O_3 , V_2O_5 , BaO , Co_3O_4 , CuO , Nb_2O_5 , NiO , Rb_2O , SrO , Y_2O_3 , ZnO ve ZrO_2 içerikleri tespit edilmiştir.

Ayrıca aynı numunelerde ICP-MS yöntemi kullanılarak 35-30-AJ-44 analiz paketi içindeki Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Ba, Cr, Cs, Hf, Nb, Pb, Rb, S, Sr, Ta, Th, U, V ve Zr gibi bazı iz element içerikleri saptanmıştır. Ana oksit analiz paketi içinde analizleri gerçekleştirilen 53 bileşenden oksit cinsinden analizleri gerçekleştirilen bazı bileşenlerin analiz sonuçları yüksek deteksiyon limitinden dolayı sağlıklı ölçülmediğinden dolayı aynı numunelerden gerçekleştirilen iz element analizleri değerlendirmeye alınmıştır (Çizelge 1).

İnceleme alanında 2017 yılında gerçekleştirilen ön prospeksiyon çalışmaları kapsamında Hamzafakılı formasyonundan derlenen 17 adet, Göktepe formasyonundan derlenen 13 adet ve Belen Granitoyidinden derlenen 13 adet ve toplam 43 kayaç

numunesinin iz element içerikleri (Au, Ag, As, Bi, Co, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, V, Zn, B, Ba, Be, Cr, Li, Se, Sn ve Ti 20 iz element) tespit edilmiştir.

2017 yılında derlenen numunelerin analizlerinden sonra Au, Fe, Cu, Mo, Pb, Zn ve diğer elementler bakımından ümitli olduğu düşünülen bölgelerden 2018 yılında toplam 76 örnek daha (Hamzafakılı Formasyonundan 18, Göktepe formasyonundan 10 ve Belen Granitoyidinden 48 adet) derlenmiştir. 2018 yılında derlenen kayaç örneklerinin analizleri gerçekleştirilirken 2017 yılında derlenip analizleri yapılan ve analizlerde deteksiyon limitinin üzerine çıkmayan veya prospeksiyon çalışmalarında anlamlı sonuçlar vermeyen 8 iz element (B, Ba, Be, Cr, Li, Se, Sn ve Ti) analizi yapılamamıştır. Böylece 2018 yılında derlenen 76 kayaç numunesinde sadece Au, Ag, As, Bi, Co, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, V ve Zn olmak üzere sadece 12 iz elementin içerikleri saptanabilmiştir. İz element içerikleri tespit edilebilen numunelerin alındığı noktalardan ana oksit analizlerinin de gerçekleştirildiği örneklerin değerler ana oksit analizi gerçekleştirilen örnek değerleriyle birleştirilmiştir. Bu yolla 2017 yılında derlenen ve iz element analizleri yapılan 43 kayaç numunesinin 15'inde ve 2018 yılında derlenen 76 kayaç numunesinin 7'sinde ana oksit analizleri de yapılabildiğinden iz element analizi yapılan gruptan çıkarılmıştır. Dolayısıyla çalışma kapsamında toplam 159 kayaç örneği (hem ana oksit hem de iz element analizleri için 22 örnek, sadece ana oksit içerikleri için 40 örnek, sadece iz element içerikleri için 97 örnek) analizi değerlendirilmiştir.

Kayaç numunelerinin formasyonlara göre dağılımına bakıldığında Hamzafakılı formasyonuna ait 5 numunenin hem ana oksit hem iz element, 13 numunede ana oksit ve bazı iz element ve 30 numunede sadece iz element olmak üzere toplam 48 kayaç örneğinin kimyasal analizleri yapılmıştır (Çizelge 1). Göktepe formasyonundan derlenen toplam 43 (9 numunede; ana oksit ve iz element analizleri, 20 numunede ana oksit ve bazı iz element analizleri, 14 numunede sadece iz element analizleri) numunenin kimyasal analizleri yapılmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 1. *Gümeli (Alaplı-Zonguldak) Köyü çevresinde 2017 (K, J, JK ve 2J kodlu numuneler) ve 2018 (J ve sadece rakam kodlu numuneler) yıllarında gerçekleştirilen arazi çalışmaları esnasında Hamzafakılı formasyonundan derlenen ana oksit ve iz element analiz içerikleri tespit edilen kayaç numunelerinin koordinatları ve arazi tanımlamaları*

S_No	Numune No	Koordinat		Kayaç Tanımı	Kimyasal Analiz İçeriği	
		X	Y		Ana Oksit	İz Element
1	K102	4544620	382814	Metamagmatik	+	+
2	K104	4545923	383962	Kuvarsit	+	
3	K105	4547490	383356	Kuvarsit	+	
4	K106	4544216	381636	Metamagmatik	+	+
5	K109	4544900	383058	Şist	+	+
6	K110	4545051	383192	Metamagmatik	+	
7	K111	4544900	383058	Metamagmatik	+	
8	K113	4545418	383588	Şist	+	

9	K119	4544452	382077	Kuvarsit	+	
10	K120	4544112	381691	Kuvarsit	+	
11	K124	4547027	384521	Kuvarsit	+	
12	K201	4544886	384876	Şist	+	
13	K202	4544751	384511	Şist	+	+
14	K208	4543071	380856	Meta Silttaşı	+	
15	K214	4544218	382304	Metamagmatik	+	
16	K231	4548329	386536	Metamagmatik	+	
17	K232	4548350	386850	Metamagmatik	+	+
18	K233	4548495	387333	Metamagmatik	+	
19	JK-8	4544900	384885	Metakumtaşı		+
20	JK-9	4544825	384384	Metakumtaşı		+
21	JK-10	4544825	384384	Metakumtaşı		+
22	2-J3	4543380	381115	Metakumtaşı		+
23	2-J4	4543652	381594	Metakumtaşı		+
24	J101	4544480	382381	Metakumtaşı		+
25	J104	4545063	383265	Metakumtaşı		+
26	J105	4545250	383931	Metakumtaşı		+
27	J203	4544846	384383	Metakumtaşı		+
28	J205	4544984	384081	Metakumtaşı		+
29	J206	4545055	383873	Metakumtaşı		+
30	J207	4545053	383407	Metakumtaşı		+
31	1J	4543709	382313	Metamagmatik		+
32	2J	4547050	388467	Metamagmatik		+
33	3J	4544920	383289	Metamagmatik		+
34	10J	4548243	386025	Şist		+
35	11J	4547746	386338	Şist		+
36	51J	4544720	384536	Metamagmatik		+
37	52J	4544298	385561	Metamagmatik		+
38	53J	4545080	386290	Metakarbonat		+
39	54J	4544870	386270	Metakarbonat		+
40	56J	4545749	387167	Metamagmatik		+
41	59J	4543697	381653	Şist		+
42	60J	4543277	381062	Şist		+
43	61J	4543070	380786	Metamagmatik		+
44	64J	4544191	383721	Metamagmatik		+
45	128	4546890	387620	Kuvarsit		+
46	129	4547003	387697	Kuvarsit		+
47	130	4547003	387697	Kuvarsit		+
48	133	4547746	386884	Kuvarsit		+

Çizelge 2. Gümeli (Alaplı-Zonguldak) Köyü çevresinde 2017 (K, J, JK ve 2J kodlu numuneler) ve 2018 (J ve sadece rakam kodlu numuneler) yıllarında gerçekleştirilen saha çalışmaları sırasında Göktepe formasyonundan derlenen ana oksit ve iz element içerikleri tespit edilen kayaç numunelerinin koordinatları

S_No	Numune No	Koordinat		Kayaç Tanımı	Kimyasal Analiz İçeriği	
		X	Y		Ana Oksit	İz Element
1	K103	4544817	383010	Kristalize Kireçtaşı	+	+
2	K115	4545693	383927	Kristalize Kireçtaşı	+	
3	K122	4547101	384203	Kristalize Kireçtaşı	+	
4	K126	4543254	384748	Kalkşist	+	
5	K107	4544216	381636	Kalkşist	+	+
6	K121	4546341	383907	Sleyt	+	+
7	K101	4544480	382381	Metakumtaşı	+	+
8	K108	4543580	380570	Metakumtaşı	+	
9	K112	4545220	383250	Metakumtaşı	+	
10	K114	4544968	383488	Metakumtaşı	+	

11	K116	4545648	383162	Metakonglomera	+	
12	K117	4545642	382854	Metakumtaşı	+	
13	K118	4545642	382854	Kuarsit	+	
14	K123	4546251	382446	Kuarsit	+	
15	K125	4543240	385133	Sleyt	+	
16	K130	4548440	386101	Metakonglomera	+	+
17	K131	4547920	379468	Sleyt	+	
18	K132	4547207	379176	Metakonglomera	+	
19	K133	4546622	379032	Sleyt	+	+
20	K134	4546494	379011	Metakonglomera	+	
21	K209	4543158	380975	Metakumtaşı	+	+
22	K210	4543653	381612	Metakumtaşı	+	+
23	K211	4543821	381815	Metakumtaşı	+	
24	K215	4544641	382850	Sleyt	+	
25	K216	4545923	383962	Metakumtaşı	+	
26	K219	4544216	381636	Kuarsit	+	
27	K220	4543274	380037	Metakumtaşı	+	
28	K225	4544358	381516	Kuarsit	+	
29	K228	4547905	385790	Metakumtaşı	+	+
30	2-J1	4546218	384247	Sleyt		+
31	2-J2	4545999	384242	Sleyt		+
32	J112	4545418	383588	Sleyt		+
33	J131	4547920	379468	Sleyt		+
34	J132	4547207	379176	Kumtaşı		+
35	J211	4543821	381815	Bitümlü Şeyl		+
36	69J	4546276	382299	Sleyt		+
37	92	4547581	381191	Metakonglomera		+
38	103	4545602	380106	Kuarsit		+
39	114	4546125	380677	Sleyt		+
40	132	4547467	379985	Sleyt		+
41	62J	4547175	390550	Sleyt		+
42	65J	4550545	391877	Sleyt		+
43	66J	4549452	391006	Sleyt		+

2017 yılında yapılan örneklemelerin analiz sonuçlarına göre önemli olarak görülen Belen Granitoyidlerinde ise 8 numunede ana oksit ve iz element, 7 numunede ana oksit ve bazı iz element, 53 numunede ise sadece iz element içerikleri olmak üzere toplam 68 örneğin kimyasal analizleri yapılmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Gümeli (Alaplı-Zonguldak) Köyü çevresinde 2017 (K ve J kodlu numuneler) ve 2018 (Rakam J ve sadece rakam kodlu numuneler) yıllarında arazi çalışması kapsamında Belen Granitoyidinden derlenen ana oksit ve iz element içerikleri tespit edilen kayalar numunelerinin koordinatları ve arazi tanımlamaları

S_No	Örnek No	Koordinat		Analiz İçeriği Kapsamı		S_No	Örnek No	Koordinat		Analiz İçeriği Kapsamı	
		X	Y	Ana Oksit	İz Element			X	Y	Ana Oksit	İz Element
1	K127	4547750	380332	+	+	35	77J	4545411	381571		+
2	K128	4547102	380343	+		36	78J	4545294	381497		+
3	K129	4546485	380042	+		37	79J	4545984	381924		+
4	K204	4544788	383966	+		38	81J	4544225	382235		+
5	K212	4544096	382208	+		39	82J	4544065	382137		+
6	K217	4547490	383356	+		40	87J	4546001	381660		+
7	K218	4547490	383356	+	+	41	89J	4545467	380766		+
8	K221	4543580	380570	+	+	42	90	4545348	381522		+
9	K222	4544102	380945	+	+	43	95	4547166	380889		+

10	K223	4544377	380856	+	+	44	98	4547798	380529	+
11	K224	4544341	381113	+		45	99	4547096	380342	+
12	K226	4546980	382093	+	+	46	100	4547568	380208	+
13	K227	4547206	382822	+	+	47	102	4547930	380382	+
14	K229	4547380	384938	+		48	105	4546103	381688	+
15	K230	4545426	381604	+	+	49	141	4547812	379687	+
16	J127	4547750	380332		+	50	142	4546393	379893	+
17	J128	4547102	380343		+	51	143	4547186	380906	+
18	J129	4546485	380042		+	52	106	4546103	381688	+
19	J212	4544096	382208		+	53	107	4545467	380766	+
20	J213	4544096	382208		+	54	108	4545467	380766	+
21	J214	4544218	382304		+	55	109	4545467	380766	+
22	J215	4544641	382850		+	56	110	4547166	380889	+
23	J218	4544216	381636		+	57	111	4546596	380809	+
24	J222	4544377	380856		+	58	112	4546388	380963	+
25	J223	4544341	381113		+	59	113	4546041	381021	+
26	67J	4547510	380262		+	60	115	4546218	380418	+
27	68J	4547409	380247		+	61	116	4545233	380375	+
28	70J	4545984	381924		+	62	120	4545467	380766	+
29	71J	4545389	381623		+	63	121	4545446	380778	+
30	72J	4547250	382828		+	64	122	4545446	380778	+
31	73J	4545362	381622		+	65	124	4546300	381900	+
32	74J	4545607	381531		+	66	125	4547780	381056	+
33	75J	4545876	381479		+	67	126	4547929	380599	+
34	76J	4545966	381635		+	68	127	4547530	380372	+

Kayaç örneklerinin yanı sıra Gümeli çevresindeki ana dereler ve bu derelere katılan kollardan dere sedimanı örnekleri derlenmiştir. Hamzafakılı formasyonunun yayılım alanındaki metakumtaşları ve kuvarsitleri üzerinden derlenen 41 adet, Göktepe formasyonunun yayılım alanındaki düşük dereceli metamorfik kumtaşı, silttaşı, kıltaşı, sleyt ve kalkıştillerin üzerinden derlenen 32 adet, Belen Granitoidlerinin yayılım alanındaki granit, granodiyorit, diyorit ve gabroların üzerinden derlenen 19 adet ve Çaycuma formasyonunun yayılım alanındaki kırıntılı kayaçlar ve bazı volkanik kayaçların üzerinden derlenen 19 adet dere sedimanı örneklerinden oluşmaktadır. Çalışma kapsamında farklı formasyon ve litolojilerden derlenen toplam 112 adet dere sedimanının iz element analizleri gerçekleştirilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Gümeli (Alaplı-Zonguldak) civarından derlenen ve iz element analizleri yapılan dere sedimanı numunelerinin formasyonlara göre dağılımı ve koordinatları

Formasyon (Ana Kayaç)	S. No	Nu No	Koordinat		Formasyon (Ana Kayaç)	S. No	Nu No	Koordinat	
			X	Y				X	Y
Hamzafakılı Formasyonu (Metakumtaşı, metakonglomera, kuvarsit, sleyt, metabazikler)	1	J201	4546449	384557	Göktepe Formasyonu (Kumtaşı, silttaşı, kıltaşı, kalkışt)	57	2J277	4547129	384178
	2	J204	4545387	384069		58	2J278	4547026	383334
	3	J205	4545736	384371		59	2J279	4546845	383020
	4	J206	4545572	384453		60	2J280	4546640	382920
	5	J207	4545569	384479		61	2J281	4546280	382413
	6	J208	4545078	383678		62	2J282	4546295	382281
	7	J209	4545036	383300		63	2J283	4543240	385133
	8	J210	4545050	383130		64	2J284	4543247	385242
	9	J211	4544534	382780		65	2J285	4543351	385281
	10	J212	4544182	382344		66	2J286	4543459	384632
	11	J213	4543958	382030		67	2J287	4543181	384742
	12	J214	4543802	381807		68	2J288	4547780	380236
	13	J215	4543401	381100		69	2J294	4547837	379954

	14	J216	4543085	380848		70	2J295	4547770	379492
	15	J219	4542894	380883		71	2J296	4547208	379185
	16	J220	4542895	380770		72	2J297	4546931	378976
	17	J221	4542820	380378		73	2J298	4546898	379093
	18	J222	4542840	380356		74	2J299	4546193	379006
	19	J223	4542833	380328		75	J104	4547400	382800
	20	J224	4542600	380305		76	J105	4547256	382790
	21	J225	4542957	381333		77	J106	4547024	382610
	22	J226	4542792	381548		78	J108	4546797	382386
	23	J228	4547037	385419		79	J110	4547132	381817
	24	J229	4544752	385087		80	J111	4547382	381684
	25	J230	4544404	385497	Belen	81	J112	4545603	380939
	26	J231	4544350	385378	Granitoyidleri	82	J113	4545306	381437
	27	J233	4544647	385155		83	J114	4545426	381604
	28	J234	4544694	385201	(Granit,	84	J115	4545850	381780
	29	J235	4545252	385073	granodiyorit,	85	J116	4545995	381902
	30	J236	4545255	384889	diyorit,	86	J217	4543959	381737
	31	J237	4545275	385750	kuvars diyorit)	87	J218	4544502	381224
	32	J238	4545032	386375		88	2J273	4544369	380822
	33	J239	4544868	386262		89	2J289	4547255	380050
	34	J240	4545414	386393		90	2J290	4546957	380369
	35	J241	4545828	386371		91	2J291	4546841	380526
	36	J248	4547211	387808		92	2J292	4546432	380621
	37	J249	4547270	387870		93	2J293	4546635	380057
	38	J250	4547443	388423		94	J245	4545025	388424
	39	J242	4544685	386195		95	J246	4545002	388550
	40	J243	4544704	386258		96	J247	4544666	388365
	41	J244	4544782	386234		97	J251	4545621	389767
	42	J107	4547303	383432		98	J252	4544948	389726
	43	J109	4547010	382120		99	J253	4544251	389123
	44	J202	4546779	384495	Çaycuma	100	J254	4544372	388941
	45	J203	4546218	384247	Formasyonu	101	J255	4543821	388042
Göktepe	46	J227	4547307	385060		102	J256	4543239	387803
Formasyonu	47	J232	4544140	385664	(Kumtaşı, silttaşı,	103	J257	4543211	387648
	48	J260	4545619	387376	kiltaşı, aglomera,	104	J258	4543071	387512
(Kumtaşı,	49	2J266	4547593	390694	tüfit,	105	J259	4544567	387794
silttaşı,	50	2J267	4547539	390436	marn)	106	J261	4545721	390831
kiltaşı,	51	2J268	4547473	390358		107	J262	4545943	390809
kalkışist)	52	2J271	4545300	383060		108	J263	4546090	390931
	53	2J272	4545511	382605		109	J264	4546896	390467
	54	2J274	4543609	380485		110	2J265	4545941	391183
	55	2J275	4545626	382862		111	2J269	4547401	390894
	56	2J276	4546343	383888		112	2J270	4547379	390940

Kayaç ve dere sedimanlarının analiz sonuçlarına göre inceleme alanında toprak örnekleme planlanmış ve bu plan dahilinde Belen Granitoyidnin yüzeylediği alanı kapsayacak şekilde M ve N sektörleri olmak üzere iki örnekleme alanı belirlenmiştir.

Toprak örneklerinin alındığı N Sektörü Tötek Tepe ve çevresinde daha çok Belen granitoyidlerini kapsayan alanı temsil etmektedir. Bu sektörde oluşturulan 6*6'lık karelağ üzerinden sistematik toprak numunesi derlenmiştir. N sektöründe belirlenen bazı noktalarda bölgenin coğrafi koşullarından dolayı yeteri miktarda toprak örnekleme yapılmaması derlenebilen toplam 31 toprak örneğinin iz element analizleri (Au ppb, Ag, As, Bi, Co, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, V ve Zn ppm) yapılmıştır (Çizelge 5).

Dede Tepe ve Fındıklı Tepeyi kapsayan M sektöründe sahada belirlenen karelejda 11 profil üzerinde ve her bir profilden eşit aralıklarda 16 adet toprak örneği alınmıştır. Numune alımında N sektöründe olduğu gibi bazı profillerde toplam 6 noktadan toprak örnekleme yapılamamıştır. M sektöründen derlenebilen toplam 170 toprak örneğinin iz element analizleri gerçekleştirilmiştir (Çizelge 6). M sektöründeki toprak örneklerinin 75'i Belen Granitoidleri üzerindeki topraklardan 95'i ise Göktepe formasyonu üzerindeki topraklardan derlenmiştir (Çizelge 6).

Toprak numunelerinde analizi gerçekleştirilen iz elementlerden Ag, Bi, Mo ve Sb değerleri hiçbir örnekte deteksiyon limitinin (Ag: 1 ppm, Bi, Mo ve As 5 ppm) üzerinde değerler vermemiştir. Altın N sektöründe hiçbir örnekte deteksiyon limitinin üzerinde değer vermezken M sektöründe sadece 6 örnekte fazla değer vermiştir.

Kayaç, dere sedimanı ve toprak analizlerinin yanı sıra cevher potansiyeli olduğu düşünülen bazı kayaç örneklerinden mineralojik petrografik incelemeler için ince kesit ve parlak kesit örnekleride çalışma kapsamında gerçekleştirilen diğer çalışmalarıdır.

Çizelge 5. N sektöründen derlenen toprak örneklerinin koordinatları ve jeolojik birimlerle ilişkisi
(F: Formasyon, B: Belen Granitoyidi, G: Göktepe formasyonu)

S.No	Nu.No	Koordinat		F
		X	Y	
1	N1-J2	4547800	380000	B
2	N1-J3	4547600	380000	B
3	N1-J4	4547400	380000	B
4	N1-J5	4547200	380000	B
5	N2-J2	4547800	380200	B
6	N2-J3	4547600	380200	B
7	N2-J4	4547400	380200	B
8	N2-J5	4547200	380200	B
9	N3-J1	4548000	380400	B
10	N3-J2	4547800	380400	B
11	N3-J3	4547600	380400	B

Çizelge 6. *M sektöründen derlenen toprak örneklerinin koordinatları ve jeolojik birimlerle ilişkisi (F: Formasyon, B: Belen Granitoyidi, G: Göktepe formasyonu)*

S.No	Nu.No	Koordinat		F	S.No	Nu.No	Koordinat		F	S.No	Nu.No	Koordinat		F
		X	Y				X	Y				X	Y	
1	M1-1	4547000	381000	B	58	M6-5	4546200	382000	B	115	M11-7	4545800	383000	G
2	M1-2	4546800	381000	B	59	M6-6	4546000	382000	B	116	M11-8	4545600	383000	G
3	M1-3	4546600	381000	B	60	M6-7	4545800	382000	B	117	M11-9	4545400	383000	G
4	M1-4	4546400	381000	B	61	M6-8	4545600	382000	B	118	M11-10	4545200	383000	G
5	M1-5	4546200	381000	B	62	M6-9	4545400	382000	B	119	M11-11	4545000	383000	G
6	M1-6	4546000	381000	B	63	M6-10	4545200	382000	B	120	M12-1	4547000	383200	G
7	M1-7	4545800	381000	B	64	M6-11	4545000	382000	B	121	M12-2	4546800	383200	G
8	M1-8	4545600	381000	B	65	M7-4	4546400	382200	B	122	M12-3	4546600	383200	G
9	M1-9	4545400	381000	B	66	M7-5	4546200	382200	B	123	M12-4	4546400	383200	G
10	M1-10	4545200	381000	B	67	M7-6	4546000	382200	B	124	M12-5	4546200	383200	G
11	M1-11	4545000	381000	B	68	M7-7	4545800	382200	B	125	M12-6	4546000	383200	G
12	M2-1	4547000	381200	B	69	M7-8	4545600	382200	B	126	M12-7	4545800	383200	G
13	M2-2	4546800	381200	B	70	M7-9	4545400	382200	B	127	M12-8	4545600	383200	G
14	M2-3	4546600	381200	B	71	M7-10	4545200	382200	B	128	M12-9	4545400	383200	G
15	M2-4	4546400	381200	B	72	M7-11	4545000	382200	B	129	M12-10	4545200	383200	G
16	M2-5	4546200	381200	B	73	M8-6	4546000	382400	B	130	M12-11	4545000	383200	G
17	M2-6	4546000	381200	B	74	M8-7	4545800	382400	B	131	M13-1	4547000	383400	G
18	M2-7	4545800	381200	B	75	M8-8	4545600	382400	B	132	M13-2	4546800	383400	G
19	M2-8	4545600	381200	B	76	M7-1	4547000	382200	G	133	M13-3	4546600	383400	G
20	M2-9	4545400	381200	B	77	M7-2	4546800	382200	G	134	M13-4	4546400	383400	G
21	M2-10	4545200	381200	B	78	M7-3	4546600	382200	G	135	M13-5	4546200	383400	G
22	M2-11	4545000	381200	B	79	M8-1	4547000	382400	G	136	M13-6	4546000	383400	G
23	M3-1	4547000	381400	B	80	M8-2	4546800	382400	G	137	M13-7	4545800	383400	G
24	M3-2	4546800	381400	B	81	M8-3	4546600	382400	G	138	M13-8	4545600	383400	G
25	M3-3	4546600	381400	B	82	M8-4	4546400	382400	G	139	M13-9	4545400	383400	G
26	M3-4	4546400	381400	B	83	M8-5	4546200	382400	G	140	M13-10	4545200	383400	G
27	M3-5	4546200	381400	B	84	M8-9	4545400	382400	G	141	M14-1	4547000	383600	G
28	M3-6	4546000	381400	B	85	M8-10	4545200	382400	G	142	M14-2	4546800	383600	G
29	M3-7	4545800	381400	B	86	M8-11	4545000	382400	G	143	M14-3	4546600	383600	G
30	M3-8	4545600	381400	B	87	M9-1	4547000	382600	G	144	M14-4	4546400	383600	G
31	M3-9	4545400	381400	B	88	M9-2	4546800	382600	G	145	M14-5	4546200	383600	G
32	M3-10	4545200	381400	B	89	M9-3	4546600	382400	G	146	M14-6	4546000	383600	G
33	M3-11	4545000	381400	B	90	M9-4	4546400	382400	G	147	M14-7	4545800	383600	G
34	M4-3	4546600	381600	B	91	M9-5	4546200	382400	G	148	M14-8	4545600	383600	G
35	M4-4	4546400	381600	B	92	M9-6	4546000	382400	G	149	M14-9	4545400	383600	G
36	M4-5	4546200	381600	B	93	M9-7	4545800	382400	G	150	M14-10	4545200	383600	G
37	M4-6	4546000	381600	B	94	M9-8	4545600	382400	G	151	M15-1	4547000	383800	G
38	M4-7	4545800	381600	B	95	M9-9	4545400	382400	G	152	M15-2	4546800	383800	G
39	M4-8	4545600	381600	B	96	M9-10	4545200	382400	G	153	M15-3	4546600	383800	G
40	M4-9	4545400	381600	B	97	M9-11	4545000	382400	G	154	M15-4	4546400	383800	G
41	M4-10	4545200	381600	B	98	M10-1	4547000	382800	G	155	M15-5	4546200	383800	G
42	M4-11	4545000	381600	B	99	M10-2	4546800	382800	G	156	M15-6	4546000	383800	G
43	M5-1	4547000	381800	B	100	M10-3	4546600	382800	G	157	M15-7	4545800	383800	G
44	M5-2	4546800	381800	B	101	M10-4	4546400	382800	G	158	M15-8	4545600	383800	G
45	M5-3	4546600	381800	B	102	M10-5	4546200	382800	G	159	M15-9	4545400	383800	G
46	M5-4	4546400	381800	B	103	M10-6	4546000	382800	G	160	M15-10	4545200	383800	G
47	M5-5	4546200	381800	B	104	M10-7	4545800	382800	G	161	M16-1	4547000	384000	G
48	M5-6	4546000	381800	B	105	M10-8	4545600	382800	G	162	M16-2	4546800	384000	G
49	M5-7	4545800	381800	B	106	M10-9	4545400	382800	G	163	M16-3	4546600	384000	G
50	M5-8	4545600	381800	B	107	M10-10	4545200	382800	G	164	M16-4	4546400	384000	G
51	M5-9	4545400	381800	B	108	M10-11	4545000	382800	G	165	M16-5	4546200	384000	G
52	M5-10	4545200	381800	B	109	M11-1	4547000	383000	G	166	M16-6	4546000	384000	G
53	M5-11	4545000	381800	B	110	M11-2	4546800	383000	G	167	M16-7	4545800	384000	G
54	M6-1	4547000	382000	B	111	M11-3	4546600	383000	G	168	M16-8	4545600	384000	G
55	M6-2	4546800	382000	B	112	M11-4	4546400	383000	G	169	M16-9	4545400	384000	G
56	M6-3	4546600	382000	B	113	M11-5	4546200	383000	G	170	M16-10	4545200	384000	G
57	M6-4	4546400	382000	B	114	M11-6	4546000	383000	G					

3.4. Rapor Yazımı

Saha çalışmaları ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve yorumlanması büro çalışmaları kapsamında gerçekleştirilmiştir. uzun bir büro çalışmasını gerekli kılmıştır. Saha çalışmaları esnasında ve elde edilen sonuçlar ışığında 1/25000 ölçekli jeolojik harita tamamlanarak CAD (CorelDraw X7) ve CBS (Global Mapper 17) programı yardımıyla bilgisayar ortamında çizilmiştir. Çalışma bölgesinin stratigrafik dikme kesit ve enine jeolojik kesitler çizilmiş ve raporun yazımı Office (Word, Excel vb.) programı yardımı ile gerçekleştirilmiştir.

İstatistiksel hesaplamalarda Office paketi içindeki Excel ve SPSS 20.0 programı kullanılmıştır. Öncelikle analizi yapılan farklı nitelikteki örnek grupları üzerinde aritmetik ortalama, standart sapma, standart hata, çarpıklık, basıklık, anakitle aritmetik ortalamasının tahmini gibi parametrik istatistiksel çalışmalar yapılarak student - t testi ile % 95 anlamlılık düzeyinde sonuçlar test edilmiştir.

Analizi gerçekleştirilen kayaç, sediman ve toprak numunelerinin içindeki bileşenlerin birbiri ile ilişkilerinin ortaya konulması amacıyla korelasyon analizleri gerçekleştirilmiştir. Anlamlı korelasyon ilişkilerine sahip olan element çiftlerinin regresyon dağılım diyagramları hazırlanmış ve numunelere ait noktaların regresyon doğrusunu temsil etme durumu grafiksel olarak ortaya konulmuştur. Ayrıca regresyona uyum testleri yapılmış ve varyans analizleri yardımıyla korelasyon analizi ile ortaya konulan ilişkilerin anlamlılığı test edilmiştir.

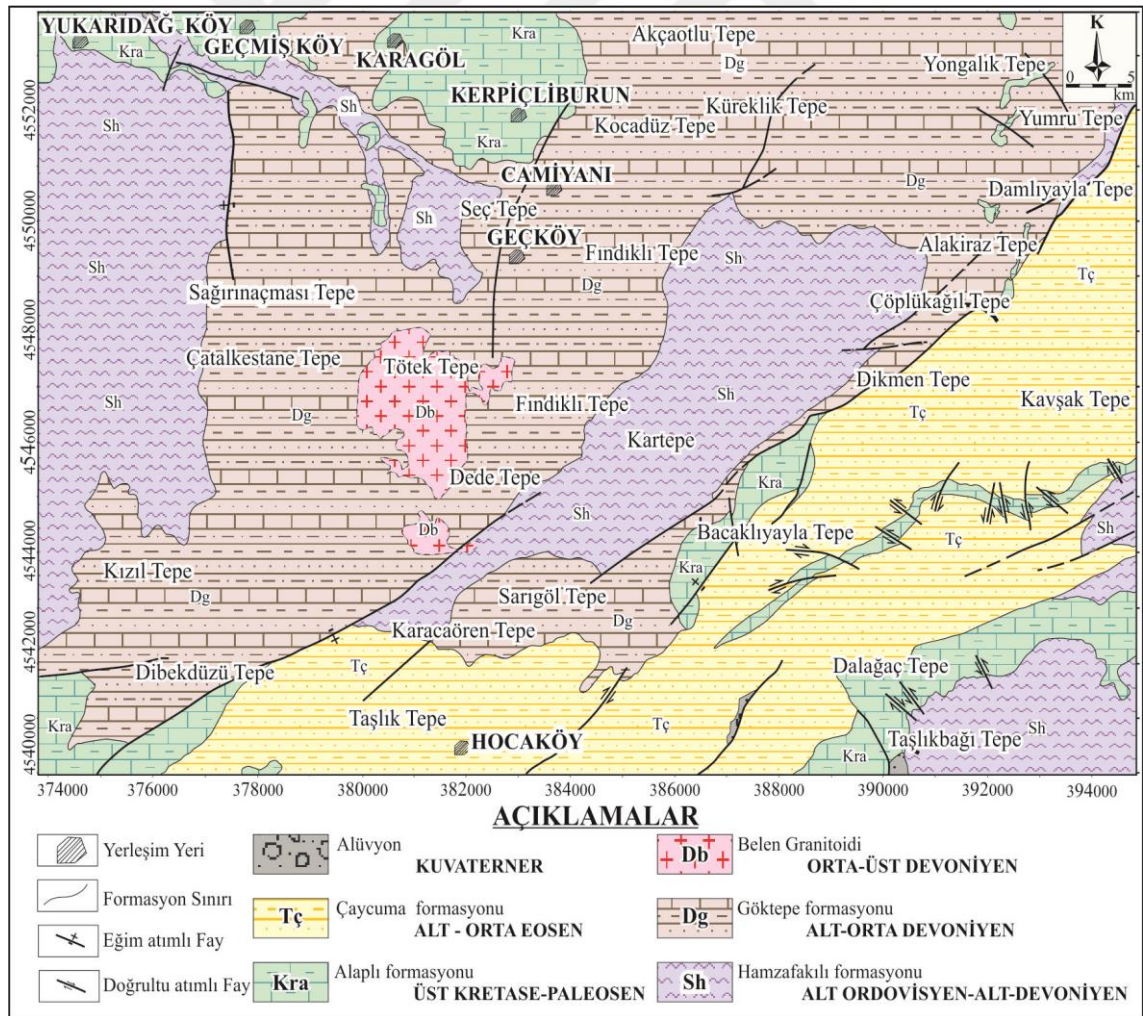
Bileşenlerin arasında ortaya çıkan korelasyon katsayıları kullanılarak aralarında bir kümelenme olup olmadığının belirlenmesi için küme (cluster) analizleri yapılmıştır. Küme analizlerinde bileşenlerin arasındaki ilişkilere göre gruplamaları yapılarak grafiksel olarak (dendrogram) gösterilmiştir. Böylece her bir numune grubunda hangi bileşenlerin birbiriyle ilişkilerinin olduğu ve kaynaktan itibaren hangi bileşenlerin nasıl davranışlar gösterdiği belirlenmiştir.

Daha sonra analizi yapılan her bir bileşenin ayrı bir jeolojik olaya (faktör) bağlı olarak davrandığı varsayılarak bu faktörlerin anlamlı jeolojik olaylarla açıklanması amacıyla faktör analizleri gerçekleştirilmiştir. Ortaya çıkan temel faktörler jeolojik olaylarla ilişkilendirilerek bileşenlerin hangi aşamada nasıl bir davranış gösterdiği yorumlanmaya çalışılmıştır. Son aşamada ise arazi, laboratuvar ve büro çalışmalarında elde edilen bütün bulgular birlikte değerlendirilerek tez yazımı gerçekleştirilmiştir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Genel Jeoloji

İnceleme alanında Silüriyen'den günümüze kadar oluşan sedimanter, magmatik ve metamorfik birimler yüzeylemektedir (Şekil 10). Bölgede temeli oluşturan Silüriyen yaşlı Hamzafakılı formasyonu kuvarsit ve mikrokonglomeralardan oluşurken Devoniyen yaşlı kumtaşı, çamurtaşı, bitümlü şeyl ve kireçtaşları ile temsil edilen Göktepe formasyonu bu birim üzerine dereceli geçişle gelmektedir. Granit ve granodiyorit bileşiminden oluşan Devoniyen yaşlı, Belen Granitoidi Hamzafakılı ve Göktepe formasyonunu kesmektedir. Üst Kretase yaşlı killi kireçtaşı ve kireçtaşları ile temsil edilen Alaplı formasyonu diğer birimlerin üzerine açısal uyumsuzlukla gelmektedir. Alaplı formasyonun üzerine ise yine açısal uyumsuzlukla gelen Tersiyer yaşlı Çaycuma formasyonu kumtaşı, çamurtaşı ve kilaşlarından meydana gelmektedir. Tüm bu birimleri eski ve yeni alüvyonlar örtmektedir (Deveciler 1981, İplikçi 1983, Şekil 11).



Şekil 10. Çalışma alanının jeolojik haritası (Deveciler, 1981 ve İplikçi, 1983'ten güncellenerek)

PALEOZOYİK				MESOZOYİK	SENOZOYİK	ÜST SİSTEM	
Ordovisiyen-Silüriyen	Devoniyen		Kretase	Tersiyer	SİSTEM		
	Alt-Orta Devoniyen	Üst Devoniyen	Üst Kretase Maestrihtiyen	Paleosen Orta Eosen	SERİ	KAT	
Hamzafakılı	Göktepe	Belen Granitoyidi	Alaplı	Çaycuma	FORMASYON		
					ÜYE	KALINLIK	
Sh	Dg	Db	Kra	Tç	Qa	SİMGE	
							LİTOLOJİ
Mor, kırmızı, turuncu ve sarı renkli mikrokonglomera, kuvarsit, arkoz metakumtaşı ve konglomera						Az tutturulmuş kil, mil, silt, kum, çakıl ve bloklar	
						—UYUMSUZLUK—	Açık sarı-beyaz renkli, ince orta tabakalı kumtaşı, silttaşı, kiltası ardalanmalı aglomera, tüfit ve marn ara seviyeleri
						—UYUMSUZLUK—	Beyaz, pembe, bej ve açık sarı ince orta tabakalı marn, killi kireçtaşı ve kireçtaşları
Kumtaşı, çamurtaşı, bitümlü şeyl, kireçtaşı, dolomit, silttaşı, laminalı kiltası, karbonatlı kiltası, karbonatlı kumtaşı						—UYUMSUZLUK—	
						Gri, pembemsi bej renkli granit, granodiyorit, diyorit, kuvars diyorit ve lökogranitler	

Şekil 11. İnceleme alanında bulunan birimlere ait genelleştirilmiş stratigrafik dikme kesit (Ölçeksiz)

4.1.1. Hamzafakılı formasyonu (Sh)

Hamzafakılı formasyonu başlıca kuvarsit, mikrokonglomera, metakumtaşı, arkoz ve konglomeralardan meydana gelmektedir. İlk defa Tokay (1949) tarafından en tipik gözlemlendiği Hamzafakılı Köyü (Ereğli F26c2) yakınlarındaki yüzeylemelerine atfen "Hamzafakılı greleri" olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada Yergök ve ark. (1987), tarafından sadece gre değil içerdiği diğer birimler de dahil edilerek Hamzafakılı formasyonu olarak tanımlanan adlama kullanılmıştır. İnceleme alanındaki Kara Tepe çevresinde tipik olarak gözlenmektedir (Şekil 12 ve Şekil 13).

Kuvarsit, metakumtaşı, konglomera, arkoz litolojik birimlerinden oluşan Hamzafakılı Formasyonu mor, kırmızı, turuncu ve sarı renkler hakimdir. Yer yer şeyl ve kireçtaşı bantları içermektedir. Tabaka kalınlığı inceden çok kalına kadar değişmektedir (Şekil 12 ve Şekil 13). Çakıltası ve kumtaşlarındaki taneler kötü boylanmalı, yuvarlaklığı kötü gelişmiş olup taneler silisli bir çimento ile tutturulmuştur.



Şekil 12. Hamzafakılı formasyonuna ait turuncu, sarı ve gri renkli metakumtaşları (Yer: Karatepe Kuzeyi, bakış: Kuzey-Güney)

Hamzafakılı formasyonu çalışma bölgesinin en yaşlı istifi olduğu ve Belen Granitoyidi tarafından çok sık kesildiği için diğer birimlerle ilişkileri çok zor ayırt edilebilmektedir. İçerisinde yer yer eğim atımlı faylar bulunmaktadır. Hamzafakılı formasyonu demirli mineraller bakımından zengindir. Birim içerisine yer yer demirli çözeltiler konsantrik haleler oluşturmuşlardır. Granitoyidlerle kesildiği bölgelerde yer yer dağınık halde hematit, pirit ve kalkopiritler bulunmaktadır (Şekil 14).



Şekil 13. Hamzafakılı formasyonuna ait mor renkli metakonglomeralar ve sarı renkli demir oksit boyamaları (Yer: Karatepe Kuzeyi, Bakış yönü: Kuzey-Güney)

Hamzafakılı formasyonundan alınan kuvarsitlerde gerçekleştirilen petrografik gözlemlerde kayacın ana mineralleri başlıca kuvars, çok az oranda mika, opak mineral, kayaç parçası ve mika mineallerinin alterasyonu şeklinde gözlenen serizit minerallerinden oluşmaktadır. Yaygın kuvars içeriğinden kuvarsit olarak adlanmıştır. Kesitte yer yer 0,02 mm kalınlığında limonitleşmiş mikro çatlaklar gözlenmiştir. Kayaçtaki kuvarsların tane boyu yaygın olarak 0.5 mm civarında olup yer yer 1.12-1.3 mm boyutuna kadar ulaşan tane boyu ölçümleri yapılmıştır. Kuvars kristalleri

özşekilsizdir. Opak mineraller oldukça yaygın ve ince tanelidir (Şekil 15). Yergök ve ark. (1987) ana mineral konumunda olan kayaç parçalarının çeşitli metamorfik, magmatik (granitik), volkanik kayaç parçası tanelerinden oluşuklarını ve kayaç parçalarının ana minerallerinin, çoğunlukla kuvars, feldispat tanelerinden meydana geldiğini belirtilmişlerdir.

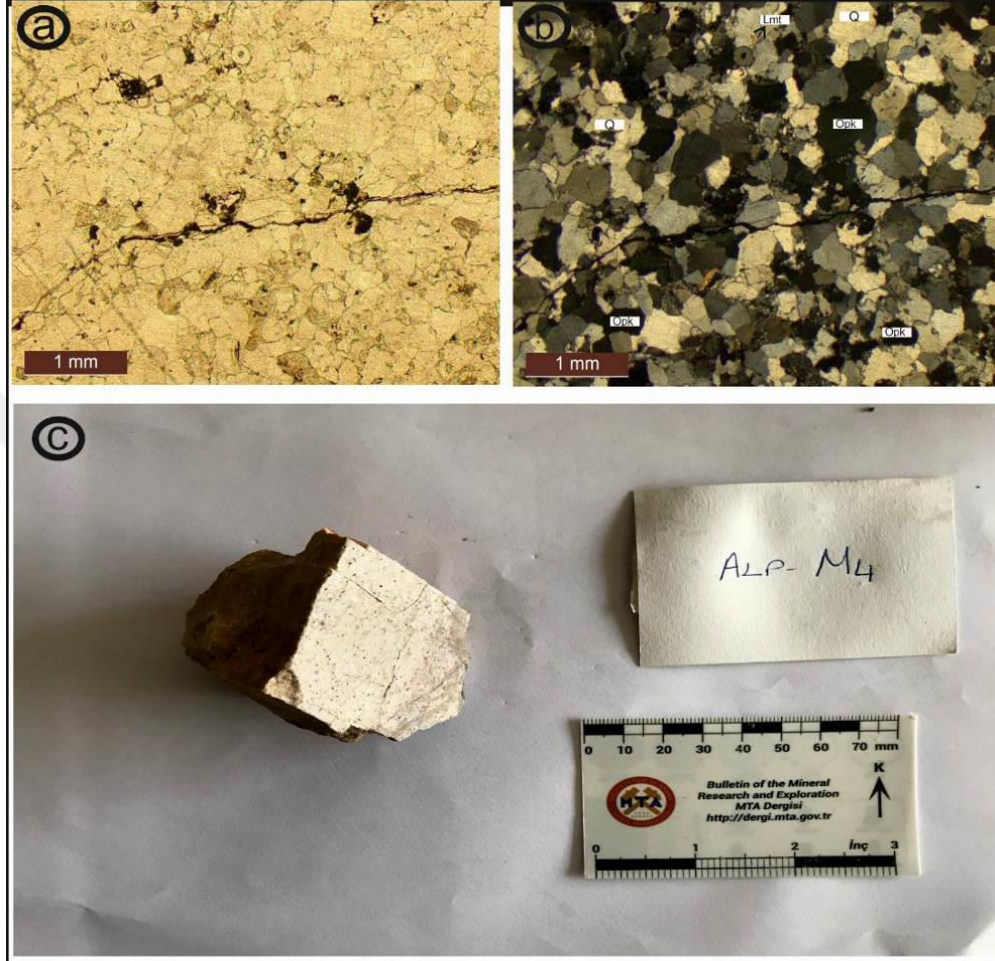


Şekil 14. Hamzafakılı formasyonu içerisinde normal atımlı fay (Yer: Tavak Dere Civarı Bakış yönü: Kuzeydoğu – Güneybatı)

İnceleme alanında en yaşlı birimi Hamzafakılı formasyonun üzerinde Devoniyen yaşlı Göktepe formasyonu dereceli geçişli olarak yer alır. İnceleme alanının güneydoğusunda Öküz Tepe ve çevresinde, Karatepe, Çöplükağıl Tepe, Sarıgöl Tepe ve Uçukdüzü bölgeleri arasında, alanın batısında ise Sağırınaçması Tepe, Çatalkestane Tepe ve Kızıltepe arasında geniş yüzlekler vermektedir.

Bu çalışmada Hamzafakılı formasyonu içerisinde herhangi bir fosil bulunamamıştır. Ancak Tokay (1949) tarafından Hamzafakılı formasyonu içerisinde bulunan Cruziana sp. Ortoceras sp. gibi denizel fosillere göre birimin yaşı Üst Kambriyen Alt Ordovisiyen'dir. Yergök ve ark. (1987) şeyller içerisinde graptolit

fosilleri gözlemişlerdir. Prekambriyen yaşlı Bolu Granitoidlerinin üzerinde uyumsuzlukla yerleşmiş olması ve Devoniyen yaşlı Göktepe formasyonu ile dereceli geçişli olarak yer alması ve Tokay (1949)'un belirlediği fosil topluluğuna göre birimin yaşı Ordovisiyen-Üst Silüriyen olarak kabul edilmiştir.



Şekil 15. Hamzafakılı formasyonuna ait granoblastik doku kuvarsitlerde kuvars (Q), limonit damarı (lmt) ve opak mineraller (opk), (a: //N, b: +N, c: El örneği)

Hamzafakılı formasyonu içerisinde yer alan kumtaşı, kuvarsit ve çakıltaşlarının kötü boylanmalı ve yuvarlaklığının az gelişmesi bu birime ait kırıntılıların karaya oldukça yakın ve kaynak bölgeden çok uzaklaşmadan çökeldiğini göstermektedir. Birime ait kayaçların matriks desteğinin çok az olması, yer yer karbonatlı merccekler içermesi, trilobitlerin bulunması ve birim içinde demir oksit miktarının fazla olması da karaya yakın sığ plaj veya delta ortamında çökeldiği fikrini kuvvetlendirmektedir.

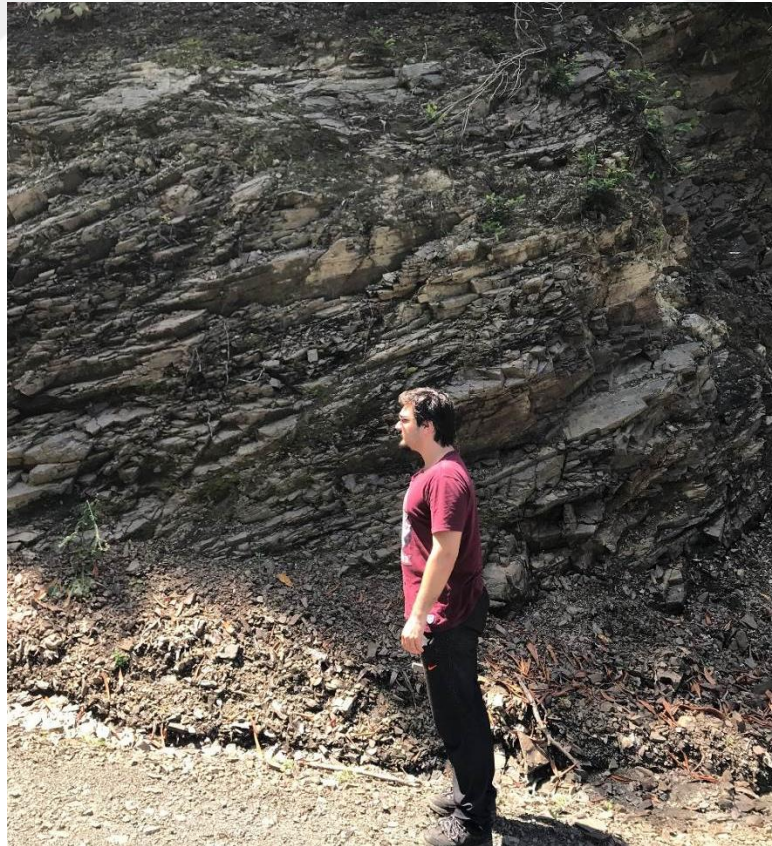
Hamzafakılı formasyonu Tokay (1949) tarafından Ereğli-Alaplı-Kızıltepe-Başköy Dağköy bölgesinde tanımlana "Hamzafakılı greleri" ve yine Tokay (1954) tarafından Amasra-Bartın Çaycuma bölgesinde tanımlanan İnkum formasyonları, Saner ve ark. (1979) tarafından Karabük yakınlarında tanımlanan Saraycık formasyonu

Yergök ve ark. (1987) ile Aydın ve ark. (1987a) tarafından Çamdağ (Sakarya) civarında tanımlanan Fındıklı formasyonu ile litolojik olarak denestirilebilir özelliktedir.

4.1.2. Göktepe Formasyonu (Dg)

Göktepe formasyonu başlıca ankimetamorfik özellikte (geç diyajenetik-çok düşük dereceli metamorfik) kumtaşı, silttaşı, kalkşist ve kilttaşlarından meydana gelmektedir. İlk defa Ereğli güneyindeki Belediye plajı başlangıcındaki Göktepe mevkiindeki yüzeylemelerine atfen Tokay (1954) tarafından adlandırılmış daha sonra Yergök ve ark. (1987) tarafından bu adlama kullanılmıştır. Bu çalışmada da bu adlama benimsenmiştir. İnceleme alanında tipik olarak Fındıklı Tepe’de gözlenmektedir.

Göktepe formasyonu lamine kilttaş, silttaş, karbonatlı kilttaş, karbonatlı kumtaşı ardalanmasından meydana gelmektedir (Şekil 16 ve Şekil 17). Birim ankimetamorfik özellikte olup fillit oluşumuna kadar kristalleşme gösteren çok düşük dereceli metamorfizmadan etkilenmiştir. Birimin Fındıklı Tepe mostralarında kireçtaşı merceklerine rastlanmaktadır. Detritik taneler genellikle karbonatlı bir çimento ile tutturulmuş olup koyu gri, siyah ve yeşilimsi siyah renklidir (Şekil 16).



Şekil 16. Göktepe formasyonuna ait koyu gri-siyah renkli lamine şeyllerden genel bir görünüm (Yer: Fındıklı Tepe Doğusu, Bakış yönü: Güney- Doğu)



Şekil 17. Göktepe formasyonuna ait lamine şeyl ve kalkışistler (Yer: Fındıklı Tepe Doğusu, Bakış yönü: Güney- Doğu)

Yer yer mikro kıvrımlar içeren Göktepe formasyonu, genellikle masif yapılıdır. Yergök ve ark. (1987), formasyonun bantlı ve mikro kıvrımlı yapı göstermesi ve ayrıca kalsit, klorit (Fe'li, Mg'li klorit) kuvars minerallerinininyönlü doku sunması kayacın az da olsa metamorfizmadan etkilendiğini belirtmektedirler.

Göktepe formasyonuna ait kırıntılı dokulu metakumtaşları, kuvars, alkali feldispat, kayaç parçası, mika, kalsit, plajiyoklaz, klorit ve opak minerallerinden oluşmaktadır. Kuvarslar farklı kaynaklardan gelmekte olup polijenik özelliktedir. Tane boyu genellikle 0.25 mm ile 0.35 mm arasında olmakla birlikte <0.25 mm olup tane boyuna göre ince orta kum olarak tanımlanmaktadır. Taneler yuvarlak ve yarı yuvarlak ve yer yer birbirleriyle dokanaklı yer yer de ince taneli bir matriksle bağlanmaktadır. Kayaç mineralojik ve dokusal özelliklerine göre kumtaşı olarak adlandırılmıştır (Şekil

18). Yergök ve ark. (1987) tarafından kil mineralleri üzerinde gerçekleştirilen X-Işını Kırınım analizlerinde illit, kaolen minerallerinden oluştuğunu ve numunenin ankimetamorfik özellikte olduğu belirtilmiştir. İnceleme alanında Göktepe formasyonu Hamzafakılı formasyonu üzerine dereceli geçişli bazı bölgelerde zor tespit edilen uyumsuzlukla olarak gelmektedir. Birim dereceli geçişli olduğu Hamzafakılı formasyonu ile birlikte Belen Granitoidlerince kesilmektedir. Göktepe formasyonu içerisinde çok sayıda diyabaz dayk ve silleri mevcuttur. Formasyonun ölçülebilen kalınlığı ise 1500 m'dir. Birim inceleme alanının orta kesimlerinde Yumru Tepe, Alakiraz Tepe, Uçukdüzü, Seçköy ve Dibekdüzü arasında oldukça geniş bir alanda yayılım göstermektedir Yergök ve ark. (1987).



Şekil 18. Göktepe formasyonundan derlenmiş kumtaşı numunesinde plajiyoklas (plj), klorit (klr), opak mineral (opk) ve kuvars (Q), minerallerinn görünümü, (a. //N, b: + N, c: El örneği)

Göktepe formasyonu içindeki karbonatlı seviyelerde bol miktarda konodont fosili bulunmaktadır. Yergök ve ark. (1987) tarafından Ormanlı-Başveren dolayında Göktepe formasyonuna ait karbonatlı kayaçlar içinde tespit edilen *Acanthopyllum* sp. türü örneklerine göre formasyonun yaşı Devoniyen olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar tarafından Taşçıharmanı (F27d3) dolaylarındaki *Spathognathodus steinhornensis*, *Trichonodella excavata*, *Ozarkodine* sp., *Penderodus* sp. gibi konodont fosil örneklerine göre formasyonun yaşı Silüriyen-Devoniyen olarak belirlenmiştir.

Silüriyen- Devoniyen yaşlı formasyon ait kayaçlar genellikle düz tabakalı olup, çapraz tabakalanma göstermemektedir. Buna göre formasyon dalga etkinliğinin zayıf olduğu sığ bir ortamda çökelmiştir. Yergök ve ark. (1987)'na göre kayaç çökellerinin dalga tabanı altındaki düşük enerjili ortamda olduğu. Formasyon içinde yer yer resifal karbonatların bulunması da bazı yerlerde resif özelliği gösteren sığ, sıcak, duraylı bir ortamın varlığını karakterize etmektedir.

İnkum dolayında Tokay (1952), Göktepe formasyonunu, Hamzafakılı formasyonu ile deneştirilen İnkum formasyonunun üzerindeki kuvarsit kalkışist arılanmasından meydana gelen Karasu formasyonu ile korele edilecek litolojik özellikler sunduğunu belirtmektedir Yergök ve ark. (1987).

Birim ayrıca Kaya ve Dizer (1983) tarafından İstanbul Paleozoyiği içinde ve Aydın ve ark. (1987a) tarafından Çamdağ (Sakarya) bölgesinde tanımlanan Kartal formasyonu ile litolojik olarak deneştirilebilir.

4.1.3. Belen Granitoyidi (Db)

Belen Granitoyidi başlıca açık gri, pembemsi bej renkli granit, granodiyorit, diyorit, kuvars diyorit ve lökogradit bileşimli intrüzif kayaçlarından oluşmaktadır. Birim ilk defa inceleme alanının hemen doğusundaki kayacın bütün litolojik özelliklerin gözleendiği Belen Mahallesi konumuna (F27c4) izafeten Yergök ve ark. (1987) tarafından Belen Graniti olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada da Belen adlaması uygun görülmüş ancak birimin sadece granit bileşiminden oluşmadığı ve içerisindeki granodiyoritlerle lökograditlerden dolayı Belen Granitoyidi olarak adlandırılmıştır. İnceleme alanında Tötek tepe civarında tipik olarak gözlenmektedir (Şekil 19).

Belen Granitoyidi başlıca açık renkli granit, granodiyorit, kuvars diyorit ve lökogradit bileşimlidir. Kayaç farklı doğrultu ve eğimlerde kuvars porfir ve diyabaz daykları tarafından kesilmektedir. Granitoidler Hamzafakılı Formasyonu ve Göktepe

Formasyonu ile birlikte tektonik aktivitenin yoğun olduğu alanlarda ortaya çıkmaktadır. Bu birliktelik ve granitoidlerin sarp morfolojik yapısı nedeni ile kayaçların dokanak ilişkilerinin devamlı takip edilememesine neden olmaktadır Yergök ve ark. (1987). İnceleme alanında Tötek tepe güneyindeki Dede dere boyunca gri, kırmızı, kül rengi granit ve/veya granodiyorit bileşimli intrüzif kütleler gözlenmiştir. Holokristalen taneseli dokulu bu birimlerde, kuvars ve alkali feldispatlar makro olarak ayırt edilirken kayacın bazı bölümlerinde nadiren kloritleşmeler gözlenmektedir.



Şekil 19. Belen Granitoidi intrüzüflerine ait pembe, açık gri renkli granit bileşimli mostraların görünümü (Yer: Tötek Tepe güneyi, Bakış yönü: Kuzey-Güney)

Granitoidlerin üzerinde yoğun bir orman örtüsü bulunmakla birlikte birim bazen sert topoğrafik yükseltiler oluşturmuşlardır. Tektonik etkiler nedeniyle yoğun bir şekilde kırıklı yapı gösteren granitoidlerde makro olarak sıkça makaslama zonları gözlenirken plajiyoklas ve mikalarda "King bant" oluşumları kayacın gözlenebilen diğer mikro ölçekli özellikleridir. Kocaçay ve Dede Dere'de izlenen hidrotermal etkilerle

silisleşmiş granitlerde epidotlaşma, kloritleşme, karbonatlaşma ve kil mineralleşmesi gibi ikincil alterasyonlar yaygındır.

Yergök ve ark. (1987)'na göre alterasyonların ana nedeninin granitoidlerin yerleşmesinden sonra gelişen diyabaz ve kuvars porfir dayklarına bağlı olarak gelişen hidrotermal çözeltilerin etkisi şeklinde yorumlanmıştır (Şekil 19 ve Şekil 20).



Şekil 20. Belen Granitoidinde hidrotermal çözeltilerin etkisiyle meydana gelen alterasyon zonlarının görünümü (Yer: Dede Dere Bakış yönü: Kuzey-Güney)

Belen Granitoidi örneklerine ait petrografik incelemelerde kayaçların holokristalen porfirik dokulu oldukları belirlenmiştir. Kayaçta bulunan mineraller çokluk sırasına göre plajiyoklas, amfibol, epidot, karbonat mineralleri, kuvars, klorit ve opak minerallerdir. Plajiyoklaslar yoğun bir şekilde karbonatlaşmış ve yer yer epidotlaşmıştır. Bazı ince kesit örneklerinde bazı plajiyoklas minerallerinin zonlu doku sundukları ve polisentetik ikizlenme gösterdikleri tespit edilmiştir. Hornblend

bileşiminde olan amfibol mineralleri ise çoğu örnekte karbonatlaştıkları görülmektedir. Epidot mineralleri özşekilsiz olup orta tanelidir. Amfibol minerallerinin alterasyonu şeklinde gelişen klorit oluşumları kayada yoğun olarak gözlenen ikincil oluşumlardır. Özşekilsiz ince kristalli kuvars mineralleri kayada az oranda bulunmasına karşın kayanın ana minerallerindendir. Mineralojik bileşim ve dokusal özelliklerine göre kayayı diyorit porfir olarak adlandırılmıştır (Şekil 21).



Şekil 21. Belen Granitoidine ait diyorit porfir örneklerinde gözlenen; plajiyoklas (**plj**), klorit (**klr**), epidot (**epd**), opak mineraller (**opk**) ve kuvars (**Q**) minerallerinin görünüşleri (**a:** //N, **b:** +N, **c:** El örneği)

Çalışma alanının doğusunda Üçyurt Sırtı civarında Göktepe formasyonu içerisinde çok sayıda granit apofizleri (kafaları) izlenmiştir. Orman örtüsü nedeniyle dokanak ilişkisi takibi bu alanda oldukça güç olmasına karşın, Göktepe formasyonu içinde sil ve dayk olarak yer aldığı belirlenmiştir. Tötek Tepe civarında gözlenen mostralardan alınan örneklerin petrografik incelemelerine göre, kayanın granit porfir bileşimli damar kayacı olduğunu tespit edilmiştir. Yine aynı bölgeden Göktepe formasyonunun içerisinden alınan kayalar porfirik dokulu mikrodiorit olarak

tanımlanmıştır. Yergök ve ark. (1987) bu örneklerin alındığı mevkide tüm kayaçların hidrotermal etkiler sonucu alterasyona uğradıklarını ve kayaçta ikincil kristalleşmelerin meydana geldiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılara göre holokristalen taneli dokulu olan lökogradit ve lökosiyenitlerde koyu renkli mineral miktarının %5'inin altında olduğu ve kayacın ana minerallerinin başlıca plajiyoklas, alkali feldispat ve kuvars (% 20) minerallerinden oluştuğu tespit edilmiştir. Kayaç içindeki feldispatlarda killeşmeler ve plajiyoklaslarda sub-solidus süreçlerini "king bant" yapıları gelişirken, kuvarslar parçalanmış ve amfiboller kenarları ve dilimlerinden itibaren kloritleşmişlerdir. Granitoidik kayaçlarda yaygın olarak milonitleşme ve mikalarda bükülmelerin olması bu kayaçların yerleşiminden sonra gelişen tektonik ve magmatik faaliyetlerin etkisiyle sık sık deformasyona uğradıklarını göstermektedir.

Bölgedeki yoğun orman örtüsü ve alterasyonlardan dolayı Belen Granitoidlerinin Hamzafakılı ve Göktepe formasyonlarıyla sınır ilişkileri açık bir şekilde gözlenememektedir. Ancak bu formasyona ait kuvarsporfir ve diyabaz daykları bazı yerlerde Göktepe formasyonunu tarafından kesilmektedir. Yergök ve ark. (1987)'na göre sınır ilişkilerinin gözlenebildiği yerlerde ilişki tektoniktir. Araştırmacılara göre daha sonra bölgeye yerleşen Eosen ve Kretase yaşlı birimler tarafından Belen granitoidi kesilmektedir. Stratigrafik olarak Üst Kretase yaşlı Alaplı formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülmektedir.

Belen Granitoidlerinde yaş tayini için herhangi bir çalışma yapılamamıştır. Birim Üst Silüriyen yaşlı Hamzafakılı formasyonu ve Alt-Orta Devoniyen yaşlı Göktepe formasyonunu kestiği için göreceli olarak kayacın bu iki formasyondan daha genç olduğu anlaşılmaktadır. Yergök ve ark. (1987)'na göre Zonguldak bölgesindeki Karbonifer yaşlı kayaçlar içinde granitoidik çakılların bulunması ve bu birimleri kesen bir granitoidik bir damar kayacı bulgusu yoktur. Buna göre birimin yaşı göreceli olarak Üst Devoniyen olarak kabul edilmiştir.

Belen Granitoidleri Zonguldak çevresinde çalışma yapan Saner ve ark. (1981) tarafından tanımlanan Mengen Karmaşığı'nın magmatik birimleri ile korele edilebilir. Ancak Yergök ve ark. (1987)'de Belen Granitoidleri içinde, Saner ve ark. (1981) tarafından tanımlanan serpantin ve gabro gibi mafik ve ultramafik kayaçlar bulunmamakta olup makro olarak gabroya daha çok benzeyen melamikrodiyoritler ve serpantinlerle kıyaslanabilecek diyabaz daykları bulunmaktadır.

4.1.4. Alaplı Formasyonu (Kra)

Alaplı Formasyonu genellikle beyaz, pembe, bej ve açık sarı ince orta tabakalı marn, killi kireçtaşı ve kireçtaşları ile temsil edilmektedir. Birim ilk defa Tokay (1949) tarafından Alaplı ilçesinin güneybatısındaki yüzleklerine atfen isimlendirilmiştir. Ayrıca yazar tarafından birimin alt kesimlerinde bulunan kireçtaşları “Alaplı marno kalkerleri taban seviyesi” ve birimin üst seviyelerdeki marnlar ise “Alaplı marno kalkerleri” olarak tanımlanmıştır. Yergök ve ark. (1987) ise birimi Alaplı Formasyonu, alt seviyelerdeki kireçtaşlarını ise ‘Örencik kireçtaşı üyesi’ olarak tanımlamışlardır. Bu çalışmada da Alaplı Formasyonu tanımlaması benimsenmiştir. Birim inceleme alanında Bacaklıyayla Tepe ve Erenburnu Tepe, Kerpiçliburun civarında tipik olarak gözlenmektedir (Şekil 22 ve Şekil 23).



Şekil 22. Alaplı formasyonuna ait yeşil ve açık sarı renkli marnların genel görünümü (Yer: Bacaklıyayla Tepe, Bakış yönü: Kuzeydoğu-Güneybatı)

Alaplı Formasyonunun hâkim kayaçları beyaz, açık yeşil, açık sarı, nadiren pembe, kırmızı, yeşil renkli marnlardır. Kil oranının bol olduğu kesimlerde yeşil renk daha

hakimdir. Marnların kırılma yüzeyinin rengi sarı ve beyaz renklidir. Marnlı seviyeler bazen kolaylıkla ufalanabilir özelliktedir. Tabakalanma marnlı seviyelerde ince-orta, killi seviyelerde orta katmanlıdır. Ayrıca beyaz, pembe, bej ve açık sarı ince orta tabakalı killi kireçtaşı ve kireçtaşları ile bazı kesimlerde kırmızı renkli ince tabakalı pelajik kireçtaşları yer yer açık yeşil renkli killi kireçtaşı seviyeleri ile az miktarda tüfler bulunmaktadır (Şekil 23).



Şekil 23. Alaplı formasyonu (Yer: Bacaklıyayla Tepe Bakış yönü: Kuzeydoğu-Güneybatı)

Alaplı Formasyonun içerisinde bol miktarda "İnoceramus" ve "Ekinit" fosillerine ait kavkı izleri bulunmakta ve fosil içeriğine göre bölgedeki diğer marnlı seviyelerden kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Ormanlı (Zonguldak) bölgesinde çalışmalarda bulunan Yergök ve ark. (1984) tarafından Alaplı Formasyonunun yaşı *Globotruncana conica*

WHITE, *Rosita contusa* (CUSHMAN), *Abathomphalus mayoroensis* BOLLİ, *Glt. stuarti* (De lapp), *Rosita fornicata* (PLUMMER), *Rugoglobieryina* sp. *Lepidorbitoides*, *Heterohelix* sp., *Globotruncana* sp. ve *Gansserina* sp, formlarına göre Maestrihtiyen olarak belirlenmiştir.

Alaplı Formasyonu Paleozoyik yaşlı Hamzafakılı ve Göktepe Formasyonları ile Devoniyen yaşlı Belen Granitoyidi üzerinde uyumsuzla durmaktadır. Birim Tersiyer yaşlı Çaycuma Formasyonu tarafından aşılal uyumsuzlukla örtölmektedir. Havzanın değişik yerlerinde Alaplı formasyonu farklı kalınlıklıktadır (Bacaklıyayla Tepe civarında 110m, Erenburnu Tepe dolayında 80m).

Alaplı Formasyonu çökölmesi esnasında Üst Kretase başlarından beri aktif olan volkanizma süreçlerinde bir duraksama olmuştur. Bu esnada duraylı bir denizde yer yer derinleşen bunu yanı sıra Lameli ve Ekinitlerin yaşayabileceği kadar da sığ bir koşulda çökölme meydana gelmiştir. Alaplı formasyonu oluşumu esnasında düşük enerjili yer yer sığ ancak bazen de derinleşen bir ortamı temsil etmektedir (Yergök ve ark., 1987).

Özkoçak ve ark. (1978) tarafından tanımlanan Alaplı Formasyonu ve sadece 'Maestrihtiyen' yaşı verilen marnlarına karşılık gelmektedir. Arpat ve ark. (1974)'nın tanımladıkları "Hisarköy Formasyonu" ve Saner ve ark. (1979) tarafından tanımlanan "Mıcık formasyonu" ile litolojik olarak korele edilebilmektedir. Akartuna (1952-1962) tarafından pek çok eski çalışmada da Alaplı formasyonu adı kullanılmıştır Yergök ve ark. (1987). Birim ayrıca Akkaya (2012), Akkaya ve Keskin-Çıtıroğlu (2012) tarafından tanımlanan Acar formasyonu ile korele edilebilir.

4.1.5. Çaycuma Formasyonu (Tç)

Çaycuma Formasyonu genellikle açık sarı-beyaz renkli, ince orta tabakalı kumtaşı, siltaşı, kıltaşı ardalımalı aglomera, tüfit ve marn ara seviyeleri ile temsil edilmektedir. Birim ilk defa Tokay (1954) tarafından Çaycuma yakın çevresinde tip kesitleri nedeni ile Çaycuma formasyonu olarak adlandırılmıştır. Daha sonra çalışma yapan Yergök ve ark. (1987)'da bu adlanamayl benimsemişlerdir. Bu çalışmada da aynı formasyon ismi kullanılmıştır. İnceleme alanında Dikmentepe ve Kızkulak Tepe çevresinde tipik olarak izlenmektedir (Şekil 24).

Çaycuma Formasyonu Dikmentepe ve Kızkulak Tepe civarındaki yüzleklerinde kumtaşı, siltaşı ve kıltaşı ardalınlmasından oluşmaktadır. Yer yer sarımsı, açık yeşil renkli ince orta tabakalı volkanojenik kumtaşı aratabakaları içermektedir. Kumtaşları

açık yeşil, bej ve kirli beyaz renkli, konvolüt laminalanmalı bazı kesimlerde dalgalı çapraz tabakalıdır. Bazı seviyelerde orta-kalın tabakalı olup tabaka kalınlığı genellikle 30-40 cm civarında ve bazı lokasyonlarda yer yer 60-100 cm'ye ulaşmaktadır. Genelde sıkı tutturulmuş olmasına karşın bazı seviyelerde gevşek tutturulmuş özelliktedir. Kayaçlardaki taneler genellikle karbonat çimento ile tutturulmuştur. Akıntı, yük kalıbı, yiv kalıbı, sürüklenme izleri gibi taban yapıları görülmektedir. Kumtaşında % 20'ye varan oranda mika ve iyi yuvarlaklaşmış kuvars çakıllarından oluşmakta ve içindeki kayaç paraçacıkları genellikle volkanik kaya bileşimlidir. Kumtaşlarında ayrıca taşınmış fosil kırıntıları gözlenmekte olup içlerinde marn seviyeleri ara katkı olarak bulunmaktadır. Kumtaşları içinde yer yer volkanik kayaç (andezit ve bazalt) çakıllı seviyelerle, volkanik kumtaşı ise aglomera seviyeleriyle ardalanmalı olarak gözlenmektedir.



Şekil 24. Çaycuma formasyonuna ait orta kalın tabakalı kumtaşları (Yer: Dikmen Tepe, Bakış yönü: Kuzeydoğu-Güneybatı)

Kumtaşları yaygın olarak silttaşı-kiltaşı ara seviyeleri içermektedir. Silttaşları açık yeşilimsi, koyu yeşil, gri renklerde dir. Bu seviyelerde bitki izlerine rastlanmıştır. Kalınlıkları 10-15 cm civarında olan silttaşları ince, orta taneli dalgalı çapraz tabakalıdır. Ayrıca bu birim içinde bazı seviyelerde beyaz serisit taneleri baskın olarak gözlenmektedir.

Bazı lokasyonlarda kumtaşlarında çok ince, ince tabakalı (6-8 cm) kiltaşı seviyeleri bulunurken, bazı lokasyonlarda ise yer yer ince kumtaşı ara bantları bulunmaktadır. Kiltaşı seviyeleri koyu yeşil renkli, laminalı ve bitki kalıntılıdır (Şekil 25). Kiltaşı-silttaşı ardalanmaları ise 2-4 cm kalınlığında, bazen 15-20 cm kalınlığında ve gevşek tutturulmuştur.



Şekil 25. Çaycuma formasyonuna ait kumtaşları içerisindeki kıvrılmalar (Yer: Kızılkulak Tepe, Bakış yönü: Kuzey-Güney)

Çaycuma Formasyonuna ait silttaşlarının petrografik incelemesinde kayacın kırıntılı dokulu olduğu ve başlıca serisit, plajiyoklas, amfibol, kuvars, klorit ve opak minerallerinden oluştuğu görülmüştür. Kuvarsların tane boyu 0.06 ile 0.13 mm aralığındadır. Kayaç 0.05 mm kalınlığında opak + kuvars + klorit damarları içermektedir. Mineralojik bileşimi ve dokusal özelliklerine göre kayaç silttaşı bileşimindedir (Şekil 26).



Şekil 26. Çaycuma formasyonuna ait silttaşlarında plajiyoklas (plj), amfibol (amf), serizit ve kuvarslar (a: //N, b: +N, c: el örneği)

Çalışma alanında Üst Kratese yaşlı Alaplı Formasyonu üzerinde açısız uyumsuz olarak bulunan Çaycuma Formasyonu, güncel alüvyonlarla uyumsuz olarak örtülmektedir. İnceleme alanının doğusundaki Taşlak Tepe, Hocaköy, Dikmentepe, Kızıkulak Tepe ve Kavşak Tepe civarında yayılım göstermektedir.

Çalışma alanının kuzeyinde Ormanlı (F27 d1) dolaylarında alınan örneklerde Yergök ve ark. (1987)'nin tanımladığı *Cydocolithus gammatum* BRAMLETTE X SULLIVAN, *Zygrhablithus bijugatus* (DEFLANDRE), *Sphenolithus* cf. *radians* DEFLANDRE, *Discoaster elegans* BRAMLETTE X SULLIVAN, *Discoaster mirus* DEFLANDRE, *Discoasteroides keupperi* (STRADNER), *Discoaster sublodoensis* BRAMLETTE X SULLIVAN, *Discoaster adamantus* BRAMLETTE X WILCOXAN, *Discoaster gemmeus* STRADNER, *Fasciculithus tympaniformis* HAY X MOHLER, *Coccolithus eopelagicus* BRAMLETTE X SULLIVAN, *Cyciocolithus formosus* (KAMPTNER), *Coscolithus eopelagicus* BRAMLETTE X SULLIVAN, *Helicopontosphaera compacta* (BRAMLETTE X WILCOXAN), *Sphenolithus*

moriformis (BRDENNIMANN X STRADNER), *Reticulofenestra bisecta* HAY, MOHLER X WADE, *D. deflandrei* BRAMLETTE X RIEDEL, *D. elegans* BRAMLETTE X SULLIVAN ve *Chiasmolithus danicus* (BROTZEN) nannofosil türlerine göre Çaycuma formasyonunun yaşı Alt-Orta Eosen'dir.

Çaycuma Formasyonun içerisinde bulundurduğu kumtaşı, silttaşı ve kilaşlarının özellikleri, tabaka yapıları, taban yapıları, fosil toplulukları ve mineralizasyona göre Bouma istifinin bazı kesimlerini içermektedir. Buna göre yaklaşık ortaç ve daha sonrasında ıraksak türbiditler şeklinde yorumlanabilir. Dolayısıyla denizaltı delta bölgesinde pekleşmemiş sedimanların akması ile geliştiği düşünülmektedir.

Çaycuma Formasyonu Özkoçak ve ark. (1978) tarafından tanımlanan Paleosen-Eosen Serisi olarak belirtilen birime ve Cide yakın çevresinde çalışan Arpat ve ark. (1974)'nin tanımladıkları Cide Formasyonu içindeki Şeyl kilaşı üyesine karşılık gelmektedir. Ayrıca Akartuna (1952-1962)'nin aynı bölgede yaptığı çalışmada bu birimi Alacalı fliş olarak tanımlanmıştır. Ayrıca Çaycuma Formasyonunun üst kesimleri Karabük yakınlarında yer alan Karabük Formasyonu ile korele edilebilir ancak Karabük havzasında Çingiller Formasyonu ile başlayıp Yunuslar Formasyonu ile biten Tersiyer istifi esnasında da Devrek-Bartın havzasında Çaycuma Formasyonu çökmesine devam etmiştir Yergök ve ark. (1987).

4.1.6. Alüvyonlar (Qa)

Günümüzde dere, çay yataklarında bazen çok ince şeritler halinde gözlenen, bazende geniş alanlar kapsayan alüvyon çökelleri bulunmaktadır. Bu çökeller değişik boyuttaki çeşitli kayaçların kil, mil, silt, kum, çakıl ve bloklarından oluşmaktadır. Kum, çakıl blokların malzemeleri köşeli yassı, yarı yuvarlak ve yuvarlaktır. Büyük akarsuların denize döküldükleri yerlerde geniş alüvyon malzemesi ile orta küçük çapta deltalar meydana gelmektedir Yergök ve ark. (1987). Alaplı çayının deltalarında deniz dalgaları baskın olduğu için denize doğru delta genişlemesi olmamakta ve gelen malzemeler dalgalar tarafından hızlı bir şekilde süpürülmektedir. Dolayısıyla gelen malzeme ile plaj kumları denize döküldüğü yerlerde birbirine giriktir.

4.2. Prospeksiyon Çalışmaları

4.2.1. Giriş

Çeşitli ülkelerde pek çok disipline hitap eden; temel jeoloji haritaları gibi Genel Jeokimya Haritaları üretilmiş ve halen üretilmektedir. Değişik ölçeklerde basılan bu haritalar; hidrojeoloji, tarım, hayvancılık, yerleşim alanları (arazi kullanım haritaları) seçiminde, maden aramada ve jeolojik problemlerin çözümünde, çalışma sahalarının sınırlarının belirlenmesi amacıyla içerik planlanmasında kullanılmaktadır.

Çernobil kazası ve olumsuz etkilerinin ciddi bir şekilde anlaşılmasından sonra 1986 yılında Batı Avrupa’da Jeolojik Araştırmalar Çalışma Grubu (WEGS) tarafından Norveç’in ev sahipliğinde Avusturya, Fransa, Almanya, Yunanistan, İngiltere ve İspanya’nın katılımı ile “Bölgesel Jeokimyasal Haritalama” konulu bir toplantı yapmış ve bu toplantıda jeokimyasal temel verilerin bulunması gerekliliği vurgulanmıştır. Bu toplantıdan sonra 1986 – 1993 yılları arasında Working Group on Regional Geochemical Mapping of the Western European Geological Surveys (WEGS), 1994 – 1996 yılları arasında Geochemistry Task Group of the FORum of European Geological Surveys (FOREGS), 1997 – 2006 yılları arasında Geochemistry Working Group of FOREGS and EuroGeoSurveys (EGS) ve 2007 – 2016 yılları arasında Geochemistry Expert Group of EuroGeoSurveys olmak üzere 4 dönemlik bir jeokimya çalışması yapılmış ve Batı Avrupa’yı kapsayan 3 adet jeokimya raporu düzenlenmiştir

EuroGeoSurveys Geochemistry Expert Group (GEEG, Jeokimya Uzman Grubu) kaliteli profesyonel ürünler ve hizmetler sunmak için EGS Üyelerinin jeokimya uzmanlarını aynı çatı altında bir araya getiren bir kuruluştur. Grup AB ülkelerinde yüzeye yakın malzemelere ait yüksek kalitede jeokimyasal veriler sağlayarak çok amaçlı kullanım için uyumlaştırılmış veritabanlarını geliştirmek, Avrupa Komisyonu'na bağımsız uzman tavsiyesi sunmak, bilim insanlarının araştırmaları, halk için eğitim ve diğer amaçlar için (örneğin, arazi kullanım planlaması, tarım) kaliteli arka plan verileri sağlamaktadır <http://www.eurogeosurveys.org/expertgroups/geochemistry/> (2019) Jeokimya Uzman Grubu Avrupa’nın tamamı için sistematik jeokimyasal veriler üretmekte ve serbestçe temin edilebilen sistematik jeokimyasal bilgiler içeren; a) ülkelerin çevre raporları b) maden arama, c) tarım, d) ormancılık, e) hayvancılık, f) jeomedikal veya tıbbi jeoloji ve g) çevresel risk değerlendirmesi için doğal arka plan değerlerinin belirlenmesi için kullanılabilecek jeokimyasal atlaslar yayınlamaktadır.

Dünyadaki her tür organik ve inorganik malzeme doğal olarak oluşan 86 kimyasal elementin farklı kombinasyonlarından meydana gelmektedir. Yetiştirilen veya üretilen her şey uygun öğelerin varlığına bağlı olup organizmaların varlığı, niteliği ve yaşamda kalması, elementlerin doğru oran ve kombinasyonlardaki varlığına bağlıdır. Doğal süreçler ve insan faaliyetleri, çevremizin kimyasal bileşimini sürekli olarak değiştirdiği için, elementlerin dünya yüzeyindeki miktarı ve mekânsal dağılımının çok daha sistematik bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle sistematik jeokimyasal haritalama çalışmaları da önemli hale gelmiştir Darnley ve ark. (1995) [www.globalgeochemicalbaselines.eu/files/Blue Book GGD IGCP259.pdf](http://www.globalgeochemicalbaselines.eu/files/Blue_Book_GGD_IGCP259.pdf) (

Uluslararası Jeoloji Bilimler Birliği (IUGS) ve Uluslararası Jeokimya Birliği (IAGC) tarafından oluşturulan “Global Geochemical Baselines” projesinde belirtilen ana esaslara uygun, yüksek kalitede ve tutarlı jeokimyasal veriler elde edilmiştir. Bu proje ile elde edilen jeokimyasal veriler kullanılarak 360 adet jeokimya haritası üretilerek “Avrupa Jeokimya Atlası” hazırlanmış ve yayınlanmıştır. İki cilt halinde yayınlanan bu atlasın birinci bölümünde temel bilgiler, yöntemler ve haritalar sunulmuş, ikinci bölümünde ise jeokimya haritalarının yorumları, ilave tablolar, şekiller, haritalar ve ilgili yayınlara yer verilmiştir, Salminen (2005), De Vos ve Tarvainen (2005). 2000’li yıllarda Dünyada “Global Geochemical Baselines” projesi kapsamında bölgesel ve küresel jeokimya haritaları açısından önemli çalışmalar yürütülmüştür (IUGS/IAGC, 2009). Bu durum, dünyada bölgesel ve küresel jeokimya haritalarına olan gereksinimi yansıtmaktadır. Özellikle aşırı kentleşme nedeniyle ortaya çıkan çevresel sorunların boyutlandırılması ve izlenmesi amacıyla hızla yine yöntemler geliştirilmektedir.

Ülkemizde de sanayileşmenin ilerlemesi ile yerleşim alanları sanayi bölgeleri ile iç içe geçmiştir. Ancak, ülkemizde ne geçmişte ne de günümüzde sanayileşmenin yoğun olduğu bölgelerde yapılacak yerleşim alanı seçiminde kullanılabilecek güvenilir jeokimya verileri üretilmemiştir. Bu nedenle, ülkemizde de bir jeokimya atlasının oluşturulması gereklilik olmuştur. Bu amaç doğrultusunda MTA (Maden Tetkik Arama) tarafından 1996-2000 yıllarında “Türkiye Genel Jeokimya Haritaları Projesi” pilot uygulama ile Marmara Bölgesi, Biga yarımadası ve Trakya Bölgesi’nde yürütülmüştür. Bu proje kapsamında elementlerin söz konusu deteksiyon limitlerinde analizlerinin yapılması planlanmıştır Çiftçi ve ark. (2011) 2011 yılında “Türkiye Genel Jeokimya Haritalarının Hazırlanması” projesi tekrar hayata geçirilmiştir ve çalışmalar günümüzde devam etmektedir. Proje kapsamında 5574 adet 1/25.000’lik paftadan oluşan alanda

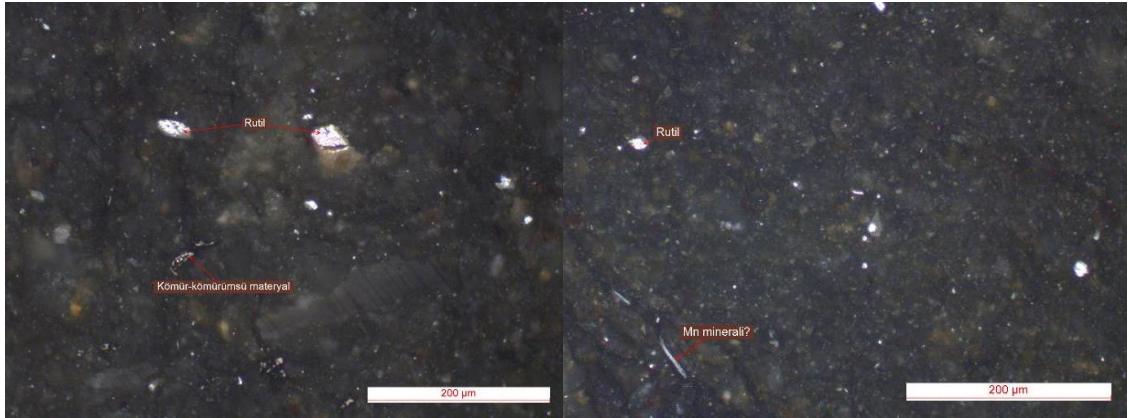
genel jeokimyasal prospeksiyon çalışmaları planlanmıştır. Geçmiş yıllarda tamamlanan alanlar dışındaki bölgelerde çalışmalar sürdürülmekte olup, 2011-2012 ve 2015 yıllarında 1704 adet, 2016 yılında 734 adet, 1/25.000 ölçekli paftanın genel jeokimya (dere sedimanı) örnekleme yapılmıştır. 2017-2018 yılında 2869 adet (devam etmektedir) 1/25.000 ölçekli paftanın genel jeokimya (dere sedimanı) örnekleme yapılması planlanmıştır.

Bu çalışma Türkiye Genel Jeokimya Projesi, Batı Karadeniz Bölgesi Jeokimya Atlası Çalışması kapsamında, Alaplı bölgesindeki çalışmanın bir bölümünü oluşturmaktadır. Çalışmada Gümeli (Alaplı-Zonguldak) çevresinde 2017'de derlenen dere sedimanı ve kayaç örneklerinin analizleri ve bu analiz sonuçlarına dayanılarak 2018'de tahkik (kontrol) amaçlı dere sedimanı ve toprak örnekleri kullanılmıştır.

4.2.2. Cevher petrografisi

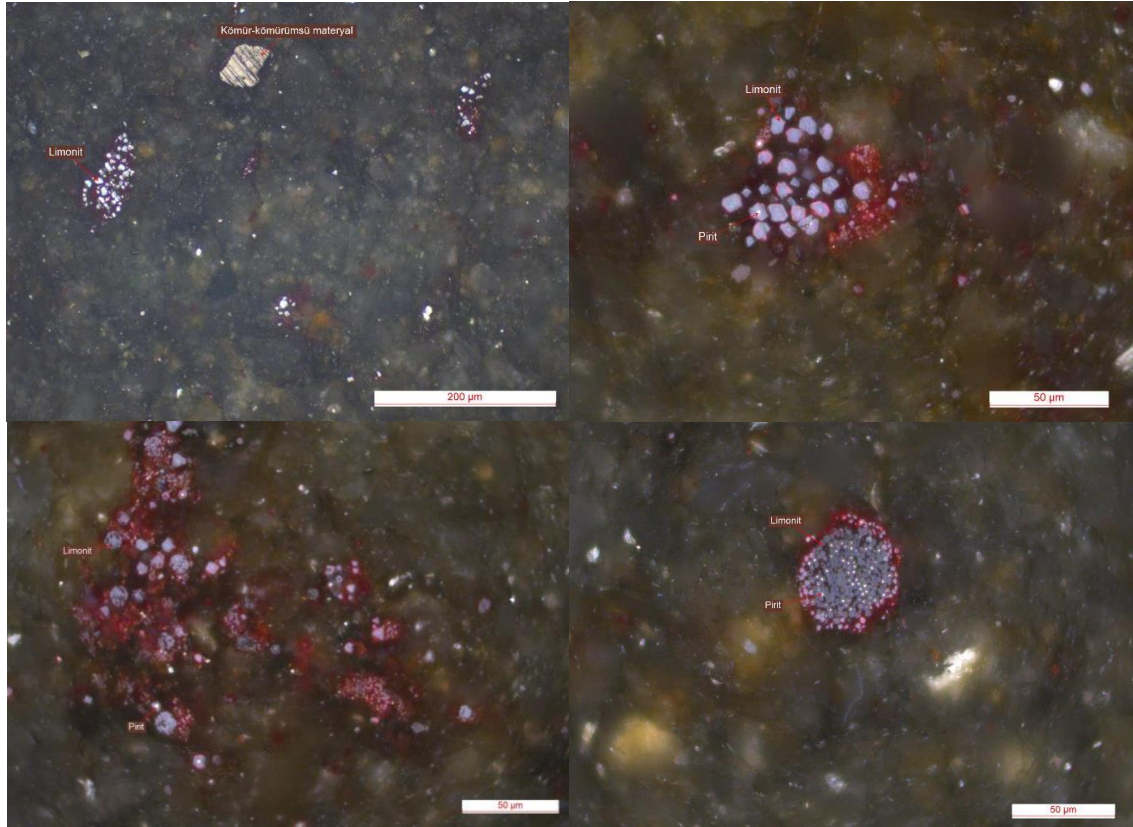
Saha çalışmaları esnasında yöredeki kayaçlardan derlenen numunelerden petrografik amaçlı ince kesit ve cevher mineralojisi için parlak kesitler yapılmıştır. Kayaçlarla ilgili petrografik çalışmalar Genel Jeoloji başlığı altında ilgili formasyon başlıkları adı altında verilmiştir. Bu bölümde ise cevher petrografisine yönelik olarak hazırlanan parlak kesit analizleri ele alınmıştır.

Göktepe Formasyonundan alınan örneklerde hâkim cevher minerali pirittir. Ayrıca rutil, manyetit, kalkopirit ve yer yer pirrotinler gözlenmiştir. Camıyanı Köyü Koca Düz mevkiinin güneyinde Göktepe formasyonundan alınan örnekte (GM-P1) yaygın olarak ince-orta taneli öz şekilsiz rutil mineralleri ve yine ince-orta taneli sfen-lökksen dönüşümleri gözlenmektedir (Şekil 27).



Şekil 27. Göktepe formasyonundan alınan örnekte gözlenen (GM-P1) rutil mangan mineralleri (Yer: Camıyanı Köyü Koca Düz mevkiinin güneyi, Parlak kesit, +N)

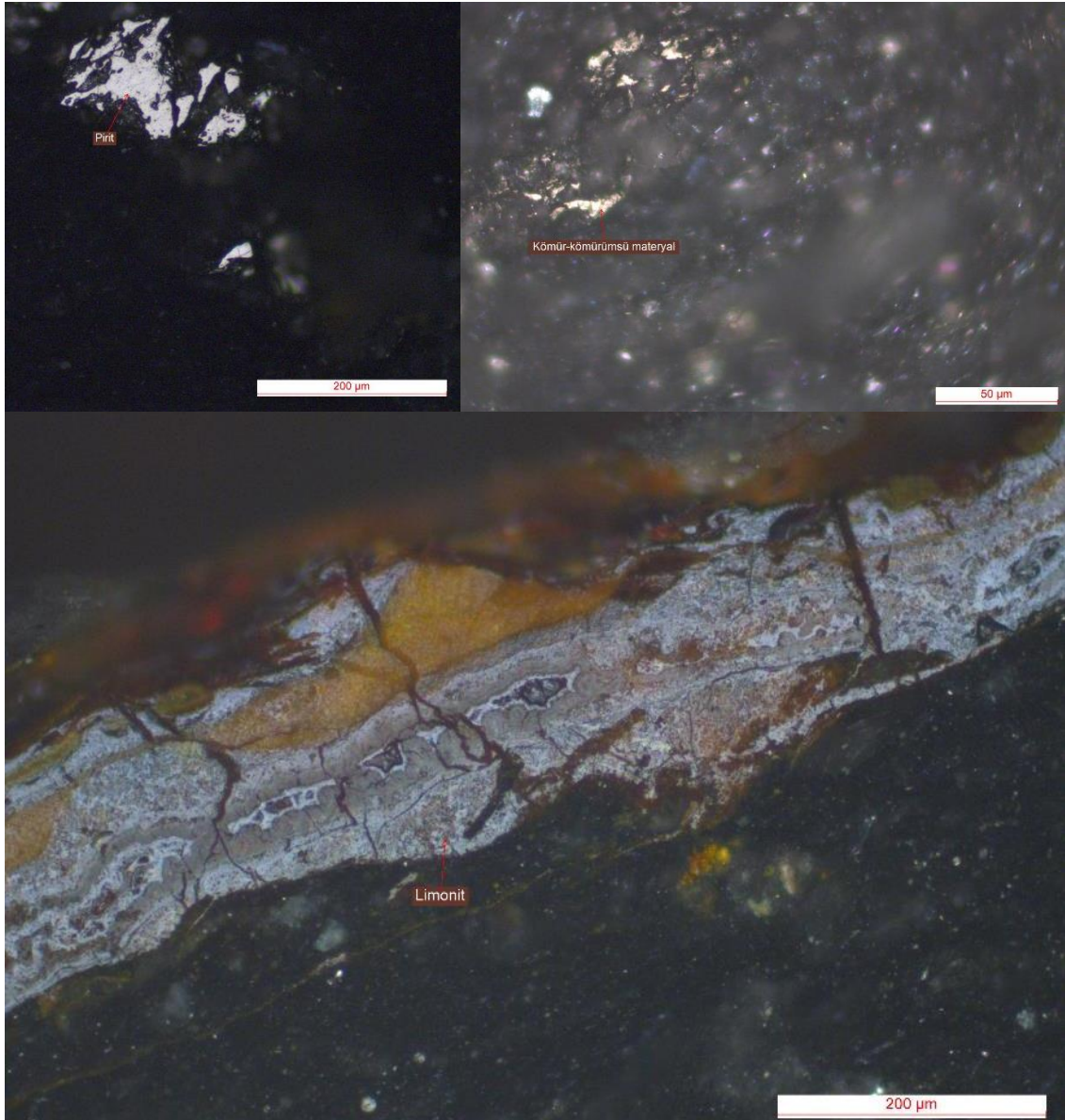
Aralarda yer yer limonit boyamaları ile birlikte az oranda çok ince-ince tane boyutunda götit ve lepidokrosit ile içlerinde kalıntı halde pirit gözlenmektedir. Ayrıca çok az oranda ince taneli kenarları boyunca piroluzit dönüşümleri içeren braunit türü mangan mineralleri mevcuttur. Eser oranda orta tane boyutunda kataklastik dokuda manyetit mineralleri izlenmektedir. Ayrıca ince tane boyutunda bakteri pirit formunda tamamen götit türü demiroksit minerallerine (limonit) dönüşmüş ve jel dokulu halde limonitler gözlenmektedir (Şekil 28).



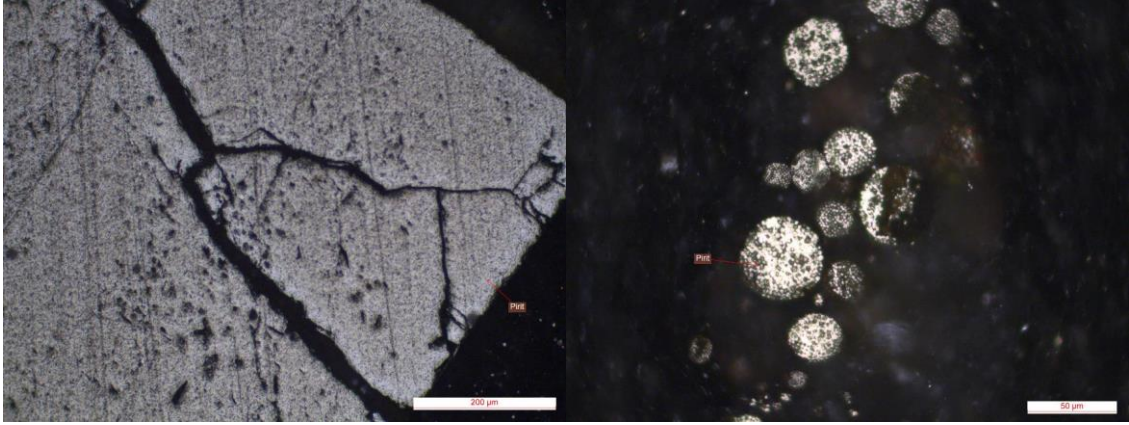
Şekil 28. Göktepe formasyonundan alınan örnekte (GM-P1) götite dönüşmüş limonit ve içlerindeki pirit minerallerinin görünüşleri (Yer: Camıyanı Köyü Koca Düz mevkiinin güneyi, Parlak kesit, +N)

Fındıklı Tepe güneyinde Göktepe formasyonundan alınan örnekte (GM-P2) çok yaygın halde ince-orta taneli, bir kısmı öz şekilsiz ve saçılımlı halde bir kısmı kataklastik kırıklar boyunca ufalanmış halde kataklastik dokuda ve bazıları oldukça ince taneli yaygın olarak bakteri formunda pirit mineralleri izlenmektedir (Şekil 29). Kayaç içinde yer yer oldukça az miktarda ince-orta taneli kataklastik dokulu manyetitler gözlenmektedir (Şekil 29). Ayrıca ince-orta taneli öz şekilsiz rutil mineralleri ve yer yer sfen-lökoksen dönüşümleri vardır. Kayaç içindeki kırık ve çatlaklarda yaygın olarak limonit oluşumları gözlenmektedir (Şekil 29).

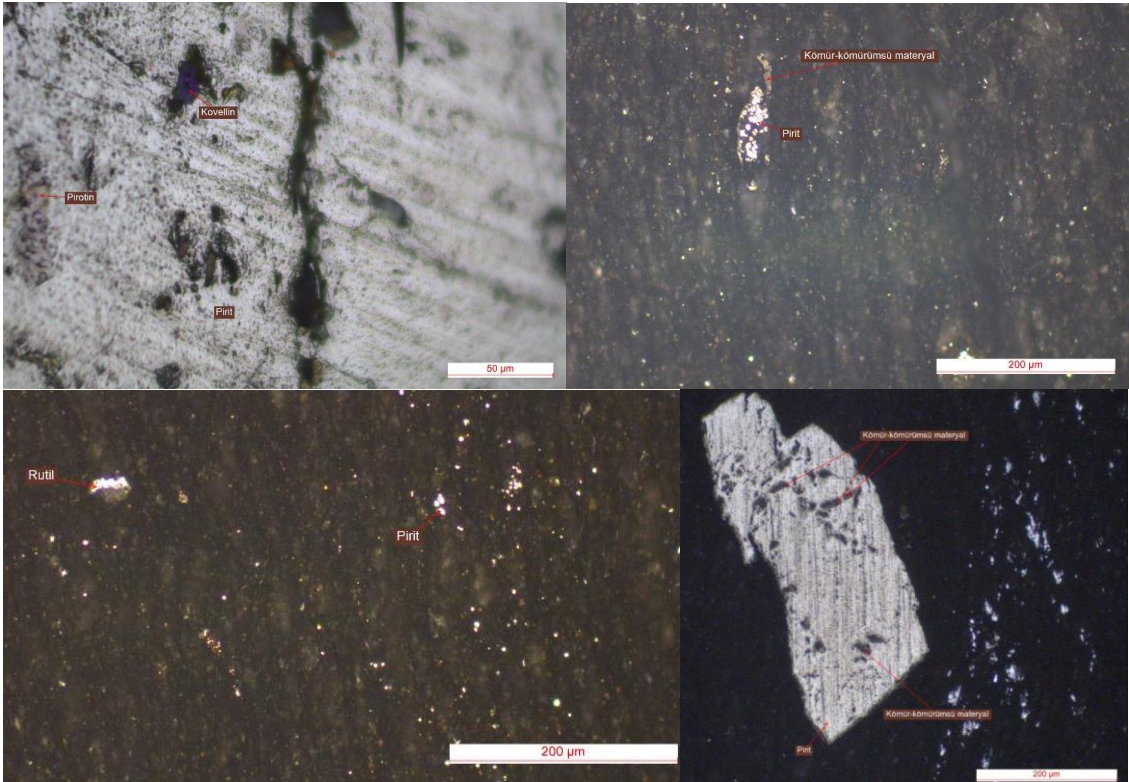
Fındıklı Tepe güneyi ve Kartepe batısında yine Göktepe formasyonundan alınan örnekte (GM-2-P2) çok yaygın halde öz şekilsiz halde saçılımlı pirit mineralleri ve yer yer kataklastik dokuda yaygın olarak ince-orta taneli yer yer bakteri formunda ve yer yer jel dokulu halde piritler mevcuttur (Şekil 30). Ayrıca birkaç adet iri taneli kataklastik dokuda pirit mineralleri ve bu minerallerin kapanımları halinde kalkopirit ve pirrotin ile boşluk kenar kesimlerinde birkaç adet manyetit ve kovellinler gözlenmiştir (Şekil 31). Rutil-sfen lökokszen dönüşümleri izlenmektedir.



Şekil 29. Göktepe formasyonundan alınan örnekte (GM-P2) götite dönüşmüş limonit ve içlerinde gelişen pirit minerallerinin görünüşleri (Yer: Fındıklı Tepe güneyi, Parlak kesit, +N)

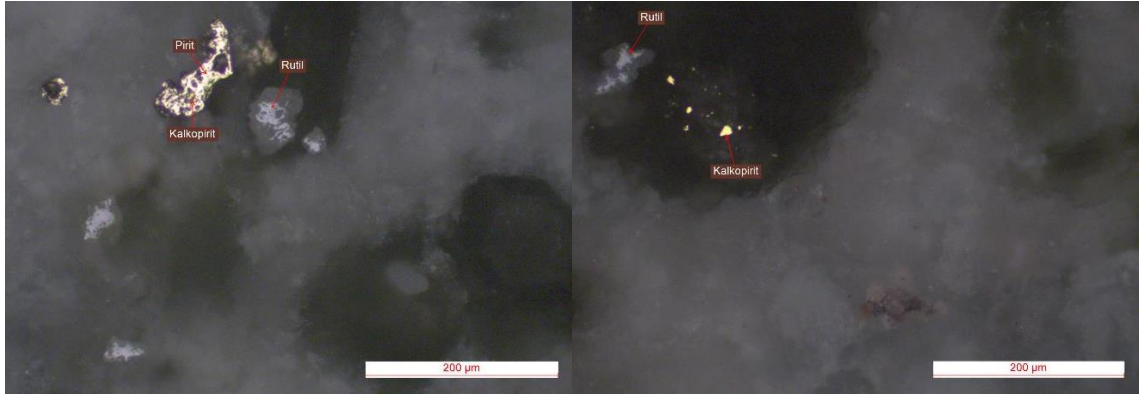


Şekil 30. Göktepe formasyonundan alınan örnekte (GM-2-P2) iri kristalli, saçılımlı piritler minerallerinin görünimleri (Yer: Fındıklı Tepe güneyi ve Kartepe batısında, Parlak kesit, +N)

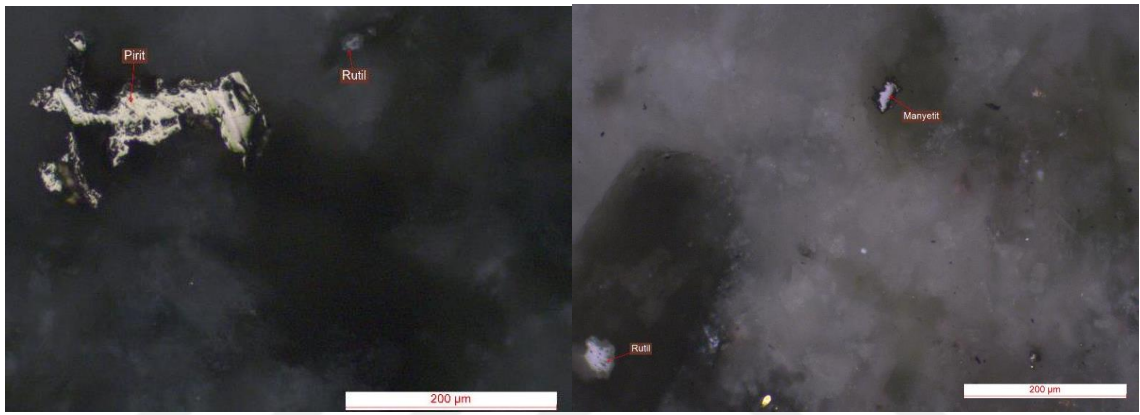


Şekil 31. Göktepe formasyonundan alınan örnekte (GM-2-P2) iri kristalli piritlerin içinde kapanım mineralleri halinde kovellin, pirrotin, manyetit ve rutil oluşumları (Yer: Fındıklı Tepe güneyi ve Kartepe batısında, Parlak kesit, +N)

Kartepe kuzeyinden alınan örnekte (GM-2-P5) çok yaygın halde ince-orta taneli mafik minerallerden oluşan gang minerallerinin dilinimleri boyunca açığa çıkmış halde rutil mineralleri gözlenmiştir (Şekil 32). Yer yer kuvars-klorit ve karbonattan oluşan gang mineralleri içerisinde az oranda orta-iri taneli kataklastik dokuda pirit mineralleri ve çok az oranda ince-orta taneli kalkopirit, manyetit (Şekil 33) ile yer yer de rutil-sfen-lökksen dönüşümleri izlenmektedir.

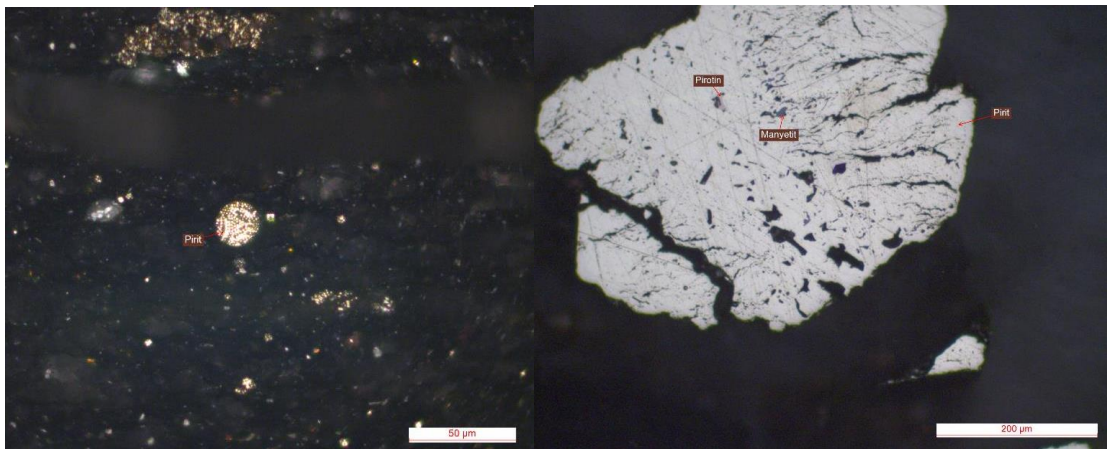


Şekil 32. Göktepe formasyonundan alınan örnekte (GM-2-P5) gang mineralleri içinde pirit, kalkopirit ve rutil oluşumları (Yer: Kartepe kuzeyi, Parlak kesit, +N)



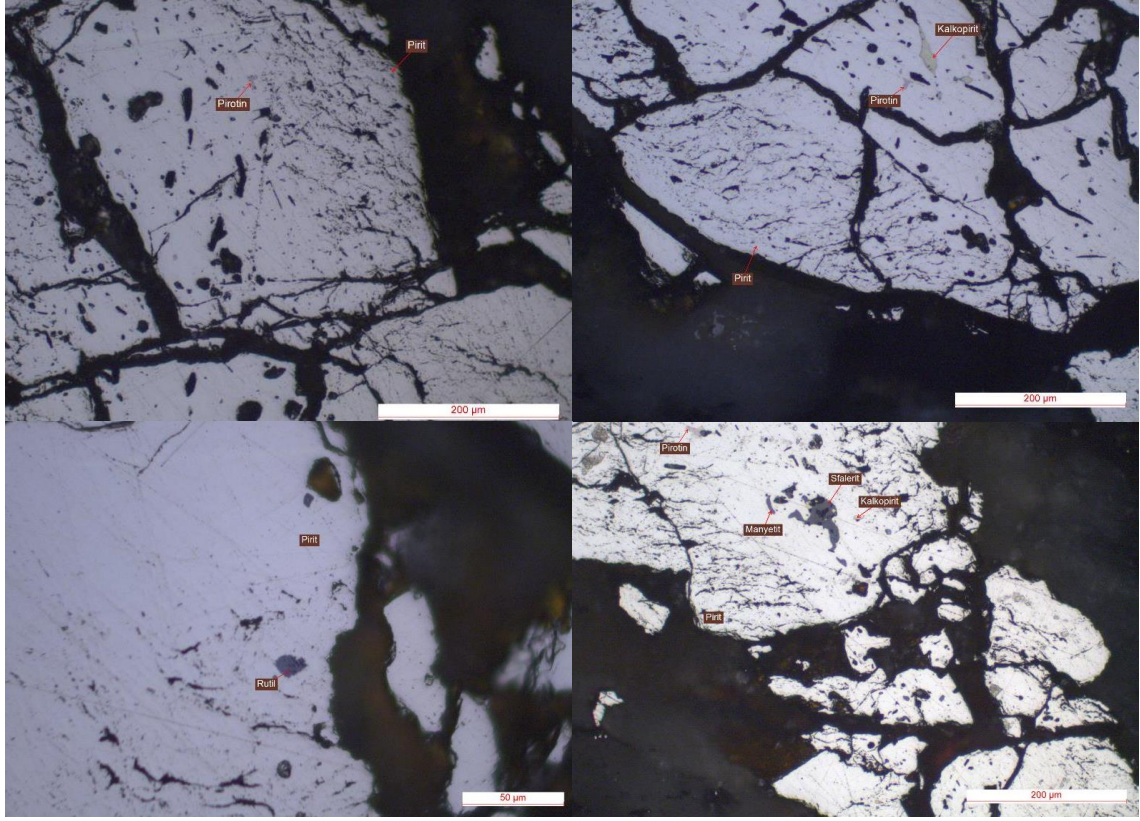
Şekil 33. Göktepe formasyonundan alınan örnekte (GM-2-P5) gang minerallerinin aralarında pirit, rutil ve manyetit oluşumları (Yer: Kartepe kuzeyi, Parlak kesit, +N)

Sarıgöl Tepe ve Fındıklı Tepe arasında Hamzafakılı formasyonundan alınan örnekte (GM-2-P6) çok yaygın halde ince taneli öz şekilsiz ve saçınımlı halde yer yer bakteri pirit mineralleri ile eser oranda kalkopirit mineralleri izlenmektedir (Şekil 34).



Şekil 344. Hamzafakılı formasyonundan alınan örnekte (GM-2-P6) saçınımlı ince kristalli pirit minerali kapanımları formundaki rutil ve manyetit oluşumları (Yer: Kartepe kuzeyi, Parlak kesit, +N)

Ayrıca oldukça kalın damar boyunca kataklastik kırıklıkları takip eden, tamamen iri taneli kataklastik dokuda pirit mineralleri ve içlerinde de kapanım halinde rutil, pirrotin, manyetit ve kalkopiritler gözlenmektedir. Ayrıca kataklastik dokuda ince-orta tane boyutunda rutil mineralleri mevcuttur (Şekil 35).



Şekil 35. Hamzafakılı formasyonundan alınan örnekte (GM-2-P6) iri kristalli piritler içinde kapanımlar halinde gözlenen rutil, pirrotin, kalkopirit ve manyetit oluşumları (Yer: Sarıgöl Tepe, Parlak kesit, +N)

4.3. Jeokimyasal İncelemeler

Jeokimyasal araştırmalar için inceleme alanından derlenen kayaç, dere sedimanı ve toprak örnekleri ayrı ayrı değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

4.3.1. Kayaçlar

İnceleme alanından derlenen kayaç numunelerinin ana oksit analizleri ve iz elementi analizleri yapılmıştır. Prospeksiyon amaçlı olarak 2017 yılında Hamzafakılı formasyonundan derlenen 18 adet, Göktepe formasyonundan derlenen 29 adet ve Belen Granitoidlerinden derlenen 15 adet olmak üzere toplam 62 adet kayaç örneğinin ana oksit analizleri yapılmıştır. Ana oksit analiz paketi içinde XRF cihazı ile ana oksitler (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 , MnO), Ateş Zayıyatı (kızdırma

kaybı) ve bazı bileşenlerin de oksit analizleri yapılmıştır. Ancak oksit cinsinden analizleri gerçekleştirilen Cr_2O_3 , V_2O_5 , BaO , Co_3O_4 , CuO , Nb_2O_5 , NiO , Rb_2O , SrO , Y_2O_3 , ZnO ve ZrO_2 analizlerde tutarlılık için ppm cinsinden element konsantrasyonlarına dönüştürülmüştür. Ayrıca aynı numunelerde ICP-MS ile 35-30-AJ-44 paketi içindeki Nadir Toprak Elementleri (Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) ile Ba, Cr, Cs, Hf, Nb, Pb, Rb, S, Sr, Ta, Th, U, V ve Zr gibi bazı iz elementlerin analizleri yapılmıştır. Aynı numunede gerçekleştirilen analizlerde aynı elementlere ait oksit analizleri varsa element konsantrasyonlarına dönüştürülmüş ve o numune için ortalama element konsantrasyonu şeklinde değerlendirilmiştir. Ana oksit analiz paketi içinde analizleri gerçekleştirilen 53 bileşenden oksit cinsinden analizleri gerçekleştirilen bazı bileşenlerin analiz sonuçları yüksek deteksiyon limitinden dolayı sağlıklı ölçülememiş olup varsa aynı numunelerde gerçekleştirilen iz element analizleri değerlendirmeye alınmıştır.

İnceleme alanında 2017 yılında gerçekleştirilen ön prospeksiyon çalışmalarında Hamzafakılı Formasyonuna ait 17, Göktepe Formasyonuna ait 13 ve Belen Granitoidine ait 13 kaya örneği olmak üzere toplam 43 kayaç numunesinin iz element (Au, Ag, As, Bi, Co, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, V, Zn, B, Ba, Be, Cr, Li, Se, Sn ve Ti olmak üzere toplam 20 iz element) analizleri yapılmıştır.

2018 yılında Au, Fe, Cu, Mo, Pb ve Zn bakımından ümitli olduğu düşünülen bölgelerde Hamzafakılı Formasyonundan 18 adet, Göktepe Formasyonundan 10 adet ve Belen Granitoidinden 48 adet numune daha derlenmiştir. 2018 yılında derlenen kayaç örneklerinin analizleri gerçekleştirilirken 2017 analiz sonuçlarına göre deteksiyon limitinin üzerine çıkmayan veya anlamlı sonuçlar vermeyen B, Ba, Be, Cr, Li, Se, Sn ve Ti olmak üzere 8 iz element dahil edilmemiştir. Böylece 2018’de derlenen 76 kayaç numunesinde sadece Au, Ag, As, Bi, Co, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, V ve Zn olmak üzere sadece 12 iz elementin analizleri yapılmıştır. İz element analizleri yapılan numunelerin alındığı noktalardan ana oksit analizlerinin de gerçekleştirildiği numuneler ana oksit analizi gerçekleştirilen numunelerle birleştirilmiştir. Bu yolla 2017’de derlenen ve iz element analizleri yapılan 43 kayaç numunesinin 15’i ve 2018’de derlenen 76 kayaç numunesinin 7’sinde ana oksit analizleri de yapıldığından iz element analiz listesinden çıkarılmıştır. Dolayısıyla hem ana oksit hem de iz element analizi yapılan 22 numune, sadece ana oksit analizi yapılan 40 numune ve sadece iz element analizi yapılan 97 numune olmak üzere toplam 159 kayaç numunesi değerlendirmeye alınmıştır.

Analizi yapılan kayaç numunelerinin formasyonlara göre dağılımına bakıldığında Hamzafakılı formasyonuna ait 5 numunenin hem ana oksit hem iz element, 13 numunenin ana oksit ve bazı iz element ve 30 numunede sadece iz element olmak üzere toplam 48 numunenin kimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir. Göktepe formasyonundan derlenen 9 numunede ana oksit ve iz element, 20 numunede ana oksit ve bazı iz elementlerle 14 numunede sadece iz element olmak üzere toplam 43 numunenin kimyasal analizleri yapılmıştır. 2017 yılında yapılan örneklemelerin analiz sonuçlarına göre önemli görülen Belen Granitoidlerinde ise 8 numunede ana oksit ve iz element, 7 numunede ana oksit ve bazı iz element, 53 numunede ise sadece iz element olmak üzere toplam 67 örneğin kimyasal analizleri yapılmıştır.

Kayaçlarda gerçekleştirilen kimyasal analiz sonuçlarına göre ana oksitlerin (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 ve MnO), tamamı ve Ateş Zayıyatı (kızdırma kaybı) birlikte değerlendirmeye alınmıştır. İz elementlerin bazıları (B, Be, Sb, Se, Ta ve U) bütün numunelerde deteksiyon limitlerinin altında kalmış olup B gibi tek bir numunede % 1.7 değer vermiş olmasına rağmen korelasyon ve küme analizlerinde sonuçları negatif etkileyeceğinden değerlendirmeye alınmamıştır. Au, Ag ve Mo'de numunelerin çoğunluğunda deteksiyon limitinin altında kalmasına rağmen bazı numunelerde yüksek değerlere sahip olmalarından dolayı değerlendirmeye alınmıştır. Böylece çoğunluğu deteksiyon limitlerinin üzerinde olan bazı iz elementler (Ag, Au, As, Co, Cu, Mo, Pb, Zn, V, Ni, Cr, Ba, Sn, Nb, Rb, Sr, Th ve Zr) değerlendirmeye alınmıştır. Nadir Toprak Elementlerinde ise Y dışında Ağır Nadir Toprak elementlerinin hepsi deteksiyon limitinin altında sonuçlar vermiş (Eu, Tb, Ho, Er, Tm, Yb ve Lu) ve deteksiyon limiti üzerinde değerler veren bazı Hafif NTE (Sc, La, Ce, Pr, Nd ve Sm) ile Y değerlendirmeye alınmıştır. Böylece kayaçlarda toplam 37 element değerlendirilmiştir.

İnceleme alanından derlenen örneklerde gerçekleştirilen kimyasal analiz sonuçları ortalama, standart sapma, standart hata, student t testi ve anakitle aritmetik ortalamasının tahmini testlerine tabi tutulmuştur. Örneklerde standart sapması yüksek olan ve student t testine göre hesaplanan t değeri tablo t değerinden düşük olan elementler için anakitle aritmetik ortalamaları hakkında yapılan tahminler tutarsız olarak kabul edilmiştir. Diğer bileşenler için yapılan yorumlar % 95 anlamlılık düzeyinde tutarlıdır. Serbestlik derecesi eleman sayısı-1 (n-1).

4.3.1.1. Hamzafakılı formasyonu

Hamzafakılı formasyonuna ait 48 numunede ana oksit (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 , MnO ve Ateş Zayıyatı (kızdırma kaybı)) ile birlikte bazı iz element analizleri (Ag, Au, As, Co, Cu, Mo, Pb, Zn, V, Ni, Cr, Ba, Sn, Nb, Rb, Sr, Th ve Zr) ve bazı NTE (Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd) analizleri yapılmış ve toplam 38 bileşen birlikte değerlendirmeye alınmıştır (Çizelge 7 ve Çizelge 8).

Hamzafakılı Formasyonuna ait metakonglomera, metakumtaşı ve kuvarsitlerle metamagmatik kayaçları temsil eden 18 numuneye ait SiO_2 içerikleri ortalama % 65.61 olup yer kabuğu ortalama değerlerine (% 66.3; Mason, 1958)'e göre nispeten düşük kıtasal kabuk değerlerinden; (% 57.9: Pakiser ve Rhoda, 1967; % 60.3: Taylor, 1964; % 63.1: Vinogradov, 1962 ve Parker, 1967) yüksektir. Formasyon içinde yaygın olarak gözlenen bazı kuvarsit örneklerine ait değerler ortalama SiO_2 değerini yükseltmiştir. Hamzafakılı formasyonundan alınacak aynı sayıda herhangi bir örnekte 0.95 anlamlılık düzeyinde % 59.03 ile % 72.2 aralığında SiO_2 bulunması beklenmektedir (Çizelge 7).

Hamzafakılı Formasyonuna ait 18 kayaç örneği ortalama Al_2O_3 miktarı % 11.66 olup yer kabuğu ortalama değerlerinden (% 15.36: Mason, 1958; 15.2: Pakiser ve Rhoda, 1967; 15.6: Taylor, 1964; 15.2: Vinogradov, 1962 ve Parker, 1967) daha düşüktür. Hamzafakılı formasyonunda Al içeriği kayaçlardaki kil, mika, feldispat, piroksen ve amfibol gibi minerallere bağlı olup bu formasyondan alınacak aynı sayıda herhangi bir örnekte 0.95 anlamlılık düzeyinde % 9.2 - % 14.1 aralığında Al_2O_3 olacağı tahmin edilmektedir (Çizelge 7).

Hamzafakılı formasyonuna ait kayaçların ortalama Fe_2O_3 içerikleri (% 7.02) yer kabuğu ortalama değerlerine (% 7.14: Mason, 1958) yakın olup bu formasyondan derlenecek herhangi bir örnekte 0.95 anlamlılık düzeyinde % 5.5 ile % 8.54 aralığında Fe_2O_3 olacağı tahmin edilmektedir (Çizelge 7).

Analizi yapılan kayaçların ortalama CaO miktarı (% 3.58) yer kabuğu ortalama değerlerinden (% 5.08) düşüktür. Kayaçların CaO standart sapma değerleri oldukça büyük ve hesaplanan t değerleri düşüktür. Dolayısıyla bu formasyondan derlenecek herhangi bir örnekte ortalama CaO değeri % 5 hata payı ile % 1.06 - % 6.11 aralığında olması beklenmektedir (Çizelge 7).

Kayaçlarda ortalama MgO miktarı (% 2.35) yer kabuğu ortalama değerlerinden (% 3.47: Mason, 1958) ve kıtasal kabuk değerlerinden (% 5.3: Pakiser ve Rhoda, 1967; % 3.9: Taylor, 1964; % 3.1: Vinogradov, 1962 ve Parker, 1967) düşüktür. Hamzafakılı

formasyonundan derlenecek herhangi bir örnekte ortalama MgO değeri % 95 anlamlılık düzeyinde % 1.35 - % 3.35 aralığında beklenmektedir (Çizelge 7).

Hamzafakılı Formasyonuna ait kayaçların ortalama Na₂O miktarı % 1.38 olup bu değer yerkabuğu ortalama değerleri (% 3.81: Mason, 1958) ve kıtasal kabuk (% 3: Pakiser ve Rhoda, 1967; %3.2: Taylor, 1964, % 3.4: Vinogradov, 1962 ve Parker, 1967) değerlerinden daha düşüktür. Bu formasyondan alınacak herhangi bir örneğin ortalama Na₂O içeriğinin % 0.93-% 1.98 arasında olması beklenmektedir.

Hamzafakılı Formasyonu diğer ana oksitlerden K₂O, TiO₂, P₂O₅, MnO ile A.Z. ise sırasıyla % 2.36, % 0.74, % 0.19, % 0.13 ve % 4.52 oranlarında bulunmaktadır (Çizelge 7). Gümüş (Ag) analizi gerçekleştirilen 35 numuneden sadece 3'ünde deteksiyon limitinin (1 ppm) üzerinde değer elde edilmiştir. Özellikle 63.9 ppm Ag değeri ölçülen 130 numaralı kuvarsit örneğinin alındığı Dikmen Tepe batısı daha ayrıntılı incelenmeli ve daha çok sayıda örnek alınarak analizleri gerçekleştirilmelidir. Altın analizleri de benzer olarak 130 numaralı örnek dışında diğer numunelerin tamamında deteksiyon limitinin altında değerlere sahiptir. Hamzafakılı Formasyonu içindeki kuvarsitlerin Ag ve Au bakımından ayrıntılı olarak incelenmesi halinde bu elementler bakımından ümitli bölgelerin keşfedilme olasılığı bulunmaktadır.

Hamzafakılı formasyonuna ait kayaçların ortalama As içeriği 14 ppm olup bu değer ultramafik kayaçlar, bazaltlar, ortaç ve asit magmatik kayaçlar, granitler, siyenitler, killi kayaçlar, kumtaşları ve karbonatlı kayaçlardaki As içeriği açısından oldukça yüksek iken (ortalama 05-1 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962), şeyllerle benzer değerler vermiştir. (13 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961). Bu kayaçlardan alınacak herhangi bir örnekte ortalama As içeriği % 95 anlamlılık düzeyinde 9.2 ppm-18.5 ppm aralığında olması beklenmektedir (Çizelge 7).

İncelenen kayaların ortalama Cu içerikleri 564 ppm olup bu değer yine 130 numaralı kuvarsit numunesinde ölçülen 22159 ppm ve 133 numaralı numunede ölçülen 3235 ppm Cu değerlerine bağlı olarak yükselmiştir (Çizelge 7). Buna göre Hamzafakılı formasyonuna ait kayaçların Cu içerikleri yerkabuğu ortalama değerleri (50 ppm: Mason, 1958) ile ultramafik, mafik, ortaç ve asit magmatik kayaçların değerlerinden (4-250 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962 ve Parker, 1967) daha yüksektir. Ölçülen Cu değerlerinin standart sapması da çok büyük olduğundan Cu için yapılacak yorumlar Hamzafakılı formasyonunun geneli için % 95 anlamlılık düzeyinde

geçerli olmayacaktır. Ag ve Au'da olduğu gibi Cu için de bu numunelerin alındığı bölgenin ayrıntılı olarak araştırılması uygun olacaktır.

Hamzafakılı formasyonuna ait numunelerde ortalama 16.2 ppm Co değeri hesaplanırken bu değer Ag, Au ve Cu'a benzer olarak 130 numaralı numunedeki yüksek 25 ppm Co değeri ile dikkati çekmektedir (Çizelge 7). Analizi yapılan kayaçların Mo içerikleri birkaç numune dışında deteksiyon limitinin altındadır. Kayaçların ortalama Mo içeriği 8.3 ppm olup 130 numaralı numunedeki 101 ppm Mo içeriği ortalamayı yükseltmektedir. Yapılacak tahkik çalışmalarında 130 ve 133 numaralı numunelerin alındığı kuvarsit örneklerinin bulundukları bölge detaylı araştırılmalıdır (Çizelge 7).

Hamzafakılı formasyonuna ait numunelerde kurşun (Pb) seçilen analitik yöntemle göre deteksiyon limiti (XRF: 1 ppm, CP-MS. 7 ppm) civarında değerler vermektedir. İnceleme alanındaki Dede Tepe güneyinden alınan J101 kodlu metakumtaşlarında ölçülen 1079 ppm ve Dikmen Tepe civarından alınan 130 numaralı kuvarsit örneğinde ölçülen 9531 ppm Pb değeri ortalamayı yükseltmektedir (Çizelge 7). Kayaçların ortalama Pb içeriği yer kabuğu (10 ppm: Mason, 1958), magmatik kayaçların değerlerinden (0.1-20 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) ve sedimanter kayaç değerlerinden (7-80 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961) yüksektir.

Hamzafakılı Formasyonuna ait kayaçların ortalama Zn içeriği 71 ppm olup formasyonun Zn içeriği yer kabuğu ortalama değerlerinden (65 ppm: Mason, 1958) yüksek, kıtasal kabuk değerlerine (70 ppm: Taylor, 1964) yakın, killi kayaç ve şeyllerden düşük (80 ppm: Vinogradov, 1962; 95 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961), kumtaşlarından ve karbonatlı kayaçlardan (16-20 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961) yüksektir. Bu formasyondan derlenen herhangi bir örnekte % 95 anlamlılık düzeyinde 60.4 ppm - 81.3 ppm aralığında Zn beklenmektedir (Çizelge 8).

İncelenen kayaçların ortalama Ni konsantrasyonu 45.5 ppm olup yer kabuğu (58 ppm: Vinogradov, 1962; 80 ppm: Mason, 1958; , kıtasal kabuk (75 ppm: Taylor, 1964; , ultramafik (2000 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962), bazaltik (130 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; 160 ppm: Vinogradov, 1962), ortaç magmatik (55 ppm: Vinogradov, 1962), killi kayaçlar ve şeyllerden (68 ppm-95 ppm) düşük, asit magmatik kayaçlar, granitler ve siyenitlerle (4-15 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962), kumtaşları ve karbonatlı kayaçlardan (0,1 ppm-7 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) yüksektir. Formasyondan derlenen herhangi bir örnekte ortalama 35.6 ppm – 55.5 ppm aralığında Ni beklenmektedir (Çizelge 8).

Çizelge 7. Hamzafakılı formasyonundan derlenen örneklerin ana oksitlerle bazı iz element analiz sonuçları ve istatistiksel özetleri (n: örnek sayısı, Ort.: Aritmetik ortalama, S.S.: Standart Sapma, S.H.: Standart hata, E.K.: En küçük, E.B.: En büyük, t_h : 0.95 anlamlılık düzeyinde hesaplanan t değeri, t_i : tablo t değeri, A.S.: Anakitle aritmetik ortalamasının alt sınırı, Ü.S.: Anakitle aritmetik ortalamasının üst sınırı)

No	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	A.Z.	S	Ag Ppm	Au Ppb	As Ppm	Co Ppm	Cu Ppm	Mo Ppm	Pb Ppm
K102	50.7	13.3	5.2	11.1	2.4	0.6	3.3	0.70	0.1	0.1	12.2	0.30	1.0	20.0	10.9	13.3	26.9	5.0	15.2
K104	61.7	14.0	6.9	3.6	2.0	3.0	1.9	1.40	0.2	0.2	4.7	0.02				24.5	79.9		3.0
K105	39.8	13.4	9.8	10.6	9.0	2.2	1.1	2.20	0.5	0.2	11.0	0.06				24.5	79.9		1.0
K106	62.4	19.3	6.8	0.2	2.0	0.3	4.2	0.70	0.1	0.1	3.7	0.01	1.0	20.0	3.0	11.7	9.6	5.0	2.6
K109	58.2	3.2	3.7	18.4	1.6	0.2	0.2	0.20	0.1	0.1	13.9	0.07	1.0	20.0	5.1	5.0	19.2	5.0	3.1
K110	59.2	15.4	5.7	5.5	4.2	3.3	1.4	0.50	0.2	0.1	4.3	0.01				24.5	79.9		1.0
K111	56.1	16.0	12.1	1.7	2.1	1.5	2.9	2.00	0.4	0.1	4.8	0.07				24.5	79.9		21.0
K113	85.7	6.2	2.3	0.7	0.6	1.3	1.7	0.10	0.1	0.1	1.1	0.01				24.5	79.9		0.1
K119	81.7	6.9	4.8	0.3	2.6	0.4	0.7	0.30	0.1	0.1	2.0	0.01				24.5	79.9		0.1
K120	91.0	3.1	2.5	0.3	1.0	0.2	0.5	0.20	0.1	0.1	0.8	0.03				24.5	79.9		0.1
K124	71.7	9.8	9.2	0.9	1.3	2.0	0.7	0.90	0.3	0.3	2.7	0.03				24.5	79.9		4.0
K201	60.5	16.5	9.7	0.4	2.0	1.2	3.8	1.70	0.3	0.1	3.6	0.01				24.5	79.9		7.0
K202	56.7	15.6	11.9	1.6	2.5	1.6	3.1	2.30	0.3	0.1	4.0	0.07	1.0	20.0	33.8	22.2	18.3	5.0	5.1
K208	61.5	15.0	8.8	1.3	3.1	0.9	3.3	1.00	0.1	0.1	4.6	0.01				24.5	79.9		3.0
K214	56.4	16.6	5.9	6.6	4.3	3.6	1.3	0.50	0.2	0.2	4.3	0.01				24.5	79.9		2.0
K231	78.1	10.8	3.3	0.6	0.9	2.0	2.2	0.30	0.1	0.1	1.5	0.01				24.5	79.9		2.0
K232	74.9	7.4	9.1	0.4	0.3	0.3	4.5	0.90	0.1	0.1	1.4	0.01	1.0	20.0	3.0	5.7	7.3	5.0	3.0
K233	74.7	7.4	8.7	0.3	0.4	0.2	5.7	0.50	0.1	0.2	1.2	0.09				24.5	79.9		1.0
JK-8													1.0	20.0	21.3	16.1	18.2	5.0	6.7
JK-9													1.0	20.0	19.2	10.2	19.6	5.0	12.7
JK-10													1.0	20.0	34.2	20.9	29.9	5.0	21.8
2-J3													1.0	20.0	25.6	30.3	27.9	5.0	16.8
2-J4													1.0	20.0	35.6	39.6	27.5	5.0	22.2
J101								1.09					3.6	20.0	9.1	15.7	61.7	5.0	1079
J104								0.08					1.0	20.0	3.0	6.7	7.9	5.0	6.9
J105								0.76					1.0	20.0	4.3	31.1	41.9	5.0	5.0
J203								0.03					1.0	20.0	23.9	27.3	35.8	5.0	22.9
J205								0.03					1.0	20.0	22.9	20.5	23.1	5.0	16.0
J206								0.03					1.0	20.0	15.6	21.1	21.8	5.0	11.7
J207								0.03					1.0	20.0	29.2	10.0	12.9	5.0	14.0
1J													1.0	20.0	62.0	15.0	22.0	5.0	38.0
2J													1.0	20.0	17.0	12.0	19.0	5.0	8.0
3J													1.0	20.0	7.0	5.0	7.0	5.0	7.0
10J													1.0	20.0	3.0	5.0	5.0	15.0	5.0
11J													1.0	20.0	5.0	5.0	3.0	5.0	5.0
51J													1.0	20.0	4.0	5.0	5.0	6.0	5.0
52J													1.0	20.0	3.0	5.0	4.0	5.0	5.0
53J													1.0	20.0	3.0	5.0	17.0	5.0	5.0
54J													1.0	20.0	3.0	5.0	25.0	5.0	5.0
56J													1.0	20.0	3.0	5.0	3.0	5.0	7.0
59J													1.0	20.0	21.0	16.0	11.0	5.0	12.0
60J													1.0	20.0	20.0	16.0	14.0	5.0	14.0
61J													1.0	20.0	3.0	5.0	11.0	5.0	22.0
64J													1.0	20.0	3.0	8.0	36.0	5.0	27.0
128													1.0	20.0	3.0	5.0	22.0	11.0	26.0
129													1.0	20.0	14.0	7.0	38.0	8.0	20.0
130													61.9	240.0	8.0	25.0	22159.0	101.0	9531
133													7.8	30.0	3.0	5.0	3235.0	5.0	44.0
n	18	18	18	18	18	18	18	25	18	18	18	18	35	35	35	48	48	35	48
Ort.	65.61	11.66	7.02	3.58	2.35	1.38	2.36	0.74	0.19	0.13	4.52	0.05	3.01	26.57	13.85	16.24	564.3	8.3	231.2
S.S.	13.23	4.94	3.05	5.08	2.02	1.11	1.57	0.70	0.12	0.06	3.88	0.07	10.32	37.18	13.52	9.39	3216.7	16.3	1379.5
S.H.	3.12	1.16	0.72	1.20	0.48	0.26	0.37	0.14	0.03	0.01	0.91	0.02	1.74	6.28	2.29	1.35	464.3	2.75	199.1
Aralık	51.20	16.20	9.80	18.20	8.70	3.40	5.50	2.27	0.40	0.20	13.05	0.29	60.90	220.00	59.00	34.62	22156	96.0	9530.9
E.K.	39.80	3.10	2.30	0.20	0.30	0.20	0.20	0.03	0.10	0.10	0.80	0.01	1.00	20.00	3.00	5.00	3.00	5.0	0.1
E.B.	91.00	19.30	12.10	18.40	9.00	3.60	5.70	2.30	0.50	0.30	13.85	0.30	61.90	240.00	62.00	39.62	22159	101.0	9531
t_h	21.04	10.02	9.76	2.99	4.94	5.25	6.39	5.28	6.51	9.52	4.94	2.83	1.72	4.23	6.06	11.99	1.22	3.03	1.16
t_i	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.07	2.11	2.11	2.11	2.11	2.03	2.03	2.03	2.01	2.01	2.03	2.01
A.S.	59.03	9.20	5.50	1.06	1.35	0.82	1.58	0.45	0.13	0.10	2.59	0.01	-0.54	13.80	9.20	13.51	-369.78	2.73	-169.4
Ü.S.	72.19	14.12	8.54	6.11	3.35	1.93	3.14	1.03	0.25	0.16	6.45	0.08	6.55	39.34	18.49	18.97	1498.27	13.9	631.7

Çizelge 8 Hamzafaklı formasyonundan derlenen örneklerin iz element ve bazı NTE analiz sonuçları ve istatistiksel özetleri (n: örnek sayısı, Ort.: Aritmetik ortalama, S.S.: Standart Sapma, S.H.: Standart hata, E.K.: En küçük, E.B.: En büyük, t_h : 0.95 anlamlılık düzeyinde hesaplanan t değeri, t_t : tablo t değeri, A.S.: Anakitle aritmetik ortalamasının alt sınırı, Ü.S.: Anakitle aritmetik ortalamasının üst sınırı)

Nu	Zn	V	Ni	Cr	Ba	Sn	Nb	Rb	Sr	Th	Zr	Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Gd
	Ppm	Ppm	Ppm	Ppm	Ppm	Ppm	Ppm	Ppm	Ppm	Ppm	Ppm	Ppm	Ppm	Ppm	Ppm	Ppm	Ppm	Ppm	Ppm
K102	85.6	105.4	59.0	57.4	157.1	220.1	41.0	156.4	252.3	5.5	114.0	9.0	46.8	22.8	46.5	4.3	19.6	1.9	3.2
K104	80.3	132.5	78.6	131.9	133.3		57.9	78.2	150.6	4.2	267.6	5.1	46.7	30.8	72.4	7.2	31.4	4.7	5.3
K105	80.3	179.0	157.2	187.6	194.1		59.0	57.2	441.7	2.0	177.0	9.3	46.9	18.4	36.4	3.1	16.4	1.7	3.3
K106	65.0	107.7	52.0	135.9	164.3	5.0	39.4	91.7	67.3	2.9	97.0	18.3	42.2	18.4	36.9	3.2	16.5	1.6	2.2
K109	68.2	43.5	42.2	112.1	49.7	429.9	43.8	49.7	295.1	0.4	49.0	0.1	59.1	9.6	19.8	1.3	10.4	1.1	3.8
K110	80.3	106.0	78.6	121.4	154.8		39.6	63.2	388.4	2.0	68.0	8.8	46.2	11.9	22.2	1.1	7.8	0.1	1.7
K111	160.7	193.0	78.6	129.4	228.1		73.1	93.7	86.3	5.8	358.1	11.7	50.2	45.4	102.4	11.4	47.3	8.2	8.1
K113	80.3	34.0	78.6	400.8	156.8		41.7	63.2	61.8	1.0	141.5	0.1	43.9	9.8	23.6	1.5	9.4	0.2	1.6
K119	80.3	49.5	78.6	341.1	97.8		36.7	54.7	51.8	0.8	79.0	2.9	41.6	13.8	14.4	1.3	8.3	0.1	1.1
K120	80.3	46.0	78.6	339.6	103.8		36.2	51.7	48.3	0.3	42.0	0.1	42.0	6.2	14.3	0.6	6.5	0.1	1.1
K124	80.3	56.5	78.6	149.9	111.3		52.5	55.2	62.8	3.1	284.6	2.4	50.2	25.3	60.0	6.3	28.6	4.5	5.8
K201	160.7	154.0	78.6	132.4	309.3		73.9	104.7	70.8	6.8	401.6	10.8	53.4	45.8	99.9	10.9	44.5	7.4	7.6
K202	141.7	152.3	55.2	103.7	301.2	47.4	73.0	99.7	90.3	5.9	386.6	12.4	52.3	41.3	90.6	9.8	41.0	6.7	7.0
K208	80.3	157.5	78.6	120.9	264.6		55.4	107.2	65.3	6.2	262.6	13.3	48.9	29.6	74.9	6.3	26.3	3.3	4.3
K214	80.3	140.0	78.6	128.4	223.6		40.1	58.7	544.5	2.3	70.0	10.5	45.8	13.8	26.1	1.5	9.3	0.1	1.9
K231	80.3	47.0	78.6	201.1	254.1		38.5	77.2	62.8	3.2	96.0	3.3	45.3	12.8	28.0	2.1	11.8	0.7	2.2
K232	48.0	105.2	43.7	411.7	204.2	5.0	37.4	115.9	108.1	3.3	200.6	3.1	41.6	14.5	28.4	2.4	12.9	0.6	1.8
K233	80.3	110.0	78.6	678.5	383.7		37.0	164.7	102.6	1.9	200.6	1.5	41.3	8.9	18.8	1.0	8.0	0.1	1.2
JK-8	79.9	39.7	30.1	33.6	90.6														
JK-9	50.4	26.7	28.2	20.1	21.8														
JK-10	63.9	19.9	41.1	19.1	31.3														
2-J3	52.2	21.9	44.7	25.5	36.2														
2-J4	66.4	19.6	47.4	23.7	28.8														
J101	145.9	56.8	18.9	45.3	47.6	55.6													
J104	74.3	33.1	20.6	33.5	26.9	86.4													
J105	89.8	139.2	133.1	163.6	70.4	132.4													
J203	63.9	19.0	50.7	19.2	21.9	10.7													
J205	55.0	14.6	29.3	18.5	32.1	71.0													
J206	61.8	14.7	32.7	20.3	34.7	5.5													
J207	29.0	7.7	32.4	8.5	42.5	513.4													
1J	96.0	13.0	41.0																
2J	66.0	19.0	31.0																
3J	109.0	33.0	14.0																
10J	13.0	19.0	10.0																
11J	59.0	39.0	5.0																
51J	45.0	15.0	10.0																
52J	30.0	28.0	7.0																
53J	12.0	35.0	5.0																
54J	9.0	16.0	9.0																
56J	32.0	48.0	5.0																
59J	38.0	18.0	19.0																
60J	38.0	18.0	23.0																
61J	45.0	50.0	5.0																
64J	30.0	30.0	32.0																
128	39.0	19.0	11.0																
129	51.0	47.0	13.0																
130	143.0	9.0	77.0																
133	99.0	28.0	8.0																
N	48	48	48	30	30	12	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Ort.	70.8	58.7	45.5	143.8	132.5	131.9	48.7	85.7	163.9	3.2	183.1	6.8	46.9	21.1	45.3	4.2	19.8	2.4	3.5
S.S.	35.9	52.0	34.3	152.7	101.7	171.6	13.5	34.5	153.5	2.1	118.9	5.4	4.8	12.7	30.2	3.6	13.5	2.7	2.3
S.H.	5.2	7.5	4.9	27.9	18.6	49.5	3.2	8.1	36.2	0.5	28.0	1.3	1.1	3.0	7.1	0.8	3.2	0.6	0.5
Aralık	151.7	185.3	152.2	669.9	361.9	508.4	37.7	114.9	496.2	6.5	359.6	18.2	17.8	39.6	88.1	10.8	40.8	8.1	7.0
E.K.	9.0	7.7	5.0	8.5	21.8	5.0	36.2	49.7	48.3	0.3	42.0	0.1	41.3	6.2	14.3	0.6	6.5	0.1	1.1
E.B.	160.7	193.0	157.2	678.5	383.7	513.4	73.9	164.7	544.5	6.8	401.6	18.3	59.1	45.8	102.4	11.4	47.3	8.2	8.1
t_h	13.67	7.82	9.20	5.16	7.14	2.66	15.25	10.53	4.53	6.48	6.53	5.33	41.35	7.03	6.37	4.93	6.21	3.70	6.40
t_t	2.01	2.01	2.01	2.04	2.04	2.20	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11
A.S.	60.4	43.6	35.6	86.8	94.6	22.9	41.9	68.6	87.6	2.2	124.0	4.1	44.5	14.7	30.3	2.4	13.1	1.0	2.4
Ü.S.	81.3	73.8	55.5	200.9	170.5	240.9	55.4	102.9	240.2	4.2	242.3	9.5	49.3	27.4	60.3	6.0	26.5	3.8	4.7

Hamzafakılı formasyonuna ait kayaçların ortalama Cr miktarı 144 ppm olup yer kabuğu değerleri ile (83 ppm: Vinogradov, 1962); 200 ppm: Mason, 1958) yakın, ultramafik, bazaltik ve ortaç magmatik kayaçlardan (170 ppm-2000 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) düşük, felsik granitik, siyenitik magmatik kayaçlarla sedimanter kayaçlardan (2-100 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961, Vinogradov, 1962) yüksektir.

Hamzafakılı Formasyonundan derlenen örneklerin ortalama Ba, Sn, Nb, Rb, Sr, Th ve Zr konsantrasyonları sırasıyla 132.5, 131.9, 48.7, 85.7, 163.9, 3.2 ve 183.1 ppm'dir. Genel olarak yer kabuğu ortalama değerlerine göre düşük değerler gösteren bu iz elementlerin bazıları sahadan alınan bazı numunelerde oldukça yüksek değerler vermektedir. Örneğin Sn 2 numunede (K 109, J 207) 400 ppm'in üzerinde değere sahiptir (Çizelge 8).

Hamzafakılı Formasyonuna ait kayaçlarda NTE analizleri gerçekleştirilmiş ancak özellikle ağır NTE değerleri dereleri sedimanları örneklerinde deteksiyon limitleri civarında çıkmıştır. Anlamlı sonuçlar vermesi beklenen NTE'den Sc, Y, La, Ce, Pr ve Nd konsantrasyonları sırasıyla 6.8, 46.9, 21.1, 45.3, 4.2 ve 19.8 ppm'dir (Çizelge 8). Analizi gerçekleştirilen NTE'nin ortalama değerleri kıtasal kabuk değerlerinden düşük iken yer kabuğu ortalama değerlerine yakındır. Buna göre Gümele çevresindeki Hamzafakılı Formasyonundan alınan numunelerin NTE içeriklerinin kabuksal kökenli oldukları ifade edilebilmektedir.

Hamzafakılı formasyonundan derlenen numunelerde analizi gerçekleştirilen bileşenlerin aralarında bir ilişkinin olup olmadığı, ilişkiler varsa bunların şekli, yönü kuvvetinin belirlenmesi için korelasyon analizleri yapılmıştır. MnO, Ag, Au ve Mo değerleri birçok numunede aynı değerlerde oldukları için korelasyon analizlerinde değerlendirilememiştir.

Korelasyon analizinde SiO₂ pek çok bileşenle negatif korelasyona sahip olup MgO ve Cu ile çok kuvvetli, A.Z., S, Pb ve Ni ile kuvvetli, CaO, Co, Zn, Sr, Y ve Gd ile zayıf, Na₂O, As, Nb, Th e diğer NTE ile çok zayıf negatif korelasyon göstermektedir (Çizelge 9). SiO₂ sadece Cr ile çok kuvvetli pozitif, Fe₂O₃ ve K₂O ile çok zayıf pozitif korelasyona sahiptir. Buna göre Hamzafakılı formasyonuna ait kayaçlarda SiO₂ ana bileşenlerden bağımsız hareket etmiş olup ilk bakışta formasyon oluşumundan sonra kayaçlar içinde dolaşan hidrotermal çözeltilerin etkisi ile ikincil olarak zenginleştiği söylenebilir.

Analiz edilen bileşenlerden Al_2O_3 değerleri SiO_2 değerleri olduğu gibi pek çok elementle negatif korelasyona sahiptir. Sadece Sc ile çok kuvvetli pozitif korelasyona sahip olan Al_2O_3 , K_2O , Co, V, N, Th ve La ile kuvvetli, MgO, TiO_2 , Ba, Ce, Pr, Nd ve Sm ile zayıf pozitif korelasyon gösterirken, CaO, Sn ve Sr ile kuvvetli, A.Z. ve Cr ile çok zayıf negatif korelasyona sahiptir (Çizelge 9).

Kayaçalarda Fe_2O_3 ; TiO_2 , V, Ba ve Zr ile çok kuvvetli, Na_2O , P_2O_5 , As, Co, Nb, Th ve Gd dışında NTE ile kuvvetli, K_2O , Zn ve Gd ile zayıf pozitif korelasyona sahipken CaO, A.Z., Sn, Sr ve Sc ile kuvvetli, S ve Cu ile çok zayıf negatif korelasyon göstermektedir (Çizelge 9).

Hamzafakılı formasyonuna ait kayaçalarda CaO; A.Z., Sn ve Sr ile çok kuvvetli, Cu ve Y ile kuvvetli pozitif, K_2O ile çok kuvvetli, TiO_2 , Cr, Th ve Zr ile zayıf negatif korelasyona sahiptir. Ana oksitlerle herhangi bir korelasyon göstermeyen CaO Ca-silikatlı mineraller ve kalkıştırlere bağlı olarak yerleşmiştir (Çizelge 9). MgO; Cr ile çok kuvvetli negatif korelasyona sahipken, Co, Cu, Zn, Ni ve NTE ile kuvvetli pozitif korelasyona sahiptir. Kayaçalarda Na_2O ; TiO_2 , P_2O_5 , As, Co, Zn, Nb, Zr ve NTE ile çok kuvvetli pozitif korelasyon gösterirken K_2O ; Sn ve Y ile çok A.Z. ve Sr ile kuvvetli negatif korelasyona sahiptir (Çizelge 9).

Diğer ana bileşenlerden TiO_2 ; P_2O_5 , As, Co, V, Ba, Nb, Zr ve NTE ile çok kuvvetli pozitif, A.Z., Sn ve Zr ile zayıf negatif korelasyona sahiptir. Ayrıca P_2O_5 ile As, Co, Zn, Nb, Zr ve NTE arasında, A.Z. ile Sn ve Sr arasında, S ile Cu ve Pb arasında, As ile Co, Zn, Nb, Zr ve NTE arasında, Co ile Zn ve NTE arasında, Zn-Nb arasında, V ile Ba, Th, Zr, La, Ce ve Pr arasında, Ni ile Th arasında, Ba ile Zr, La, Ce ve Pr arasında, Sn-Sr arasında, Nb ile NTE arasında, Zr ve NTE arasında çok kuvvetli pozitif korelasyonlar bulunmaktadır. NTE ise major oksitlerden Na_2O , TiO_2 ve P_2O_5 birçok iz element (As, Co, Zn, V, Ni, Ba, Nb ve Zr) ve kendi içlerinde kuvvetli ve çok kuvvetli pozitif korelasyonlar göstermektedirler (Çizelge 9).

Hamzafakılı formasyonuna ait kayaçalarda korelasyon analizlerine göre ilk bakışta NTE, Na_2O , P_2O_5 , Nb ve Zn benzer şartlarda konsantre olmuşlar ve sahaya yerleşmişlerdir. Aralarında kuvvetli korelasyonlar tespit edilen Fe_2O_3 ve TiO_2 farklı bir faktöre bağlı olarak sahaya yerleşirken, Al_2O_3 -Sc ile CaO-A.Z. ayrı şartların etkisinde sahaya yerleşmiştir. SiO_2 ise diğer bileşenlerin tamamından farklı davranmıştır. Kayaçalarda farklı grupların ortaya çıkması ilksel kayaçların litolojik özellikleri, metamorfizma şartları ve daha genç magmatik ve volkanik aktivitelere bağlanabilir.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	A.Z.	S	As	Co	Cu	Pb	Zn	V	Ni	Cr	Ba	Sr	Th	Zr	Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Gd			
SiO ₂	1,00	-0,25	0,31	-0,52	-0,91	-0,37	0,44	-0,08	-0,24	-0,70	-0,75	-0,43	-0,51	-0,91	-0,67	-0,58	-0,02	-0,67	0,96	0,12	-0,50	-0,35	-0,16	-0,50	-0,32	0,06	-0,23	-0,50	-0,38	-0,38	-0,36	-0,37	-0,40	-0,51
Al ₂ O ₃		1,00	0,40	-0,64	0,58	0,42	0,62	0,47	0,33	-0,43	0,05	0,33	0,70	-0,06	0,16	0,40	0,73	0,76	-0,34	0,56	-0,66	0,27	0,38	-0,66	0,61	0,32	0,99	-0,51	0,60	0,57	0,55	0,53	0,45	0,15
Fe ₂ O ₃			1,00	-0,79	-0,01	0,75	0,54	0,92	0,79	-0,80	-0,36	0,68	0,64	-0,36	-0,24	0,56	0,87	0,22	0,32	0,96	-0,76	0,68	0,19	-0,78	0,62	0,95	0,34	-0,28	0,76	0,76	0,77	0,76	0,71	0,50
CaO				1,00	0,17	-0,32	-0,89	-0,58	-0,33	0,96	0,47	-0,20	-0,38	0,67	0,30	-0,11	-0,78	-0,22	-0,47	-0,78	1,00	-0,18	-0,30	0,97	-0,48	-0,57	-0,62	0,76	-0,43	-0,41	-0,41	-0,39	-0,29	0,06
MgO					1,00	0,57	-0,20	0,34	0,46	0,37	0,52	0,59	0,75	0,69	0,48	0,73	0,33	0,79	-0,94	0,18	0,15	0,54	0,14	0,11	0,47	0,17	0,57	0,33	0,62	0,62	0,60	0,61	0,63	0,62
Na ₂ O						1,00	0,10	0,95	0,97	-0,24	0,13	0,99	0,93	0,30	0,17	0,96	0,79	0,57	-0,32	0,81	-0,30	0,95	0,20	-0,34	0,75	0,90	0,35	0,21	0,98	0,99	0,99	0,99	0,98	0,90
K ₂ O							1,00	0,33	0,01	-0,79	-0,12	-0,03	0,24	-0,49	0,06	-0,10	0,69	0,36	0,46	0,63	-0,93	-0,14	0,65	-0,78	0,56	0,33	0,56	-0,95	0,26	0,22	0,21	0,17	0,02	-0,34
TiO ₂								1,00	0,95	-0,53	-0,11	0,91	0,87	0,00	-0,02	0,84	0,89	0,46	-0,05	0,94	-0,55	0,88	0,20	-0,59	0,74	0,98	0,40	-0,02	0,94	0,95	0,96	0,95	0,92	0,76
P ₂ O ₅									1,00	-0,30	-0,10	0,97	0,85	0,14	-0,08	0,93	0,71	0,37	-0,24	0,78	-0,29	0,99	-0,04	-0,39	0,58	0,91	0,29	0,30	0,92	0,93	0,94	0,96	0,98	0,92
A.Z.										1,00	0,64	-0,13	-0,23	0,80	0,50	-0,01	-0,66	0,04	-0,64	-0,72	0,94	-0,16	-0,13	0,95	-0,30	-0,57	-0,42	0,68	-0,31	-0,29	-0,31	-0,29	-0,21	0,08
S											1,00	0,15	0,22	0,89	0,98	0,23	0,01	0,65	-0,56	-0,12	0,39	-0,05	0,66	0,60	0,47	-0,16	-0,05	0,12	0,16	0,14	0,12	0,09	0,04	0,10
As												1,00	0,90	0,37	0,16	0,98	0,70	0,52	-0,38	0,73	-0,17	0,97	0,11	-0,23	0,68	0,86	0,27	0,34	0,95	0,96	0,96	0,97	0,98	0,95
Co													1,00	0,33	0,28	0,93	0,84	0,79	-0,50	0,78	-0,38	0,83	0,31	-0,41	0,82	0,76	0,64	0,04	0,98	0,97	0,97	0,96	0,93	0,78
Cu														1,00	0,81	0,47	-0,08	0,55	-0,77	-0,17	0,62	0,25	0,29	0,71	0,32	-0,07	-0,12	0,54	0,26	0,27	0,25	0,25	0,27	0,44
Pb															1,00	0,23	0,15	0,72	-0,47	0,01	0,22	-0,05	0,78	0,45	0,59	-0,07	0,05	-0,05	0,23	0,20	0,18	0,14	0,06	0,06
Zn																1,00	0,65	0,60	-0,55	0,64	-0,09	0,95	0,09	-0,16	0,66	0,76	0,35	0,39	0,93	0,95	0,95	0,96	0,98	0,95
V																	1,00	0,66	0,01	0,97	-0,79	0,61	0,52	-0,74	0,88	0,85	0,65	-0,43	0,88	0,86	0,86	0,83	0,73	0,45
Ni																		1,00	-0,60	0,48	-0,27	0,36	0,69	-0,15	0,85	0,32	0,68	-0,22	0,70	0,67	0,65	0,62	0,53	0,35
Cr																			1,00	0,16	-0,46	-0,35	0,04	-0,39	-0,18	0,12	-0,36	-0,51	-0,34	-0,35	-0,33	-0,35	-0,40	-0,50
Ba																				1,00	-0,78	0,67	0,41	-0,74	0,81	0,93	0,48	-0,36	0,86	0,85	0,85	0,83	0,75	0,50
Sr																					1,00	-0,14	-0,39	0,95	-0,52	-0,55	-0,63	0,81	-0,43	-0,40	-0,40	-0,37	-0,26	0,09
Th																						1,00	-0,12	-0,26	0,51	0,84	0,24	0,43	0,88	0,91	0,91	0,94	0,98	0,97
Zr																							1,00	-0,10	0,78	0,19	0,25	-0,60	0,31	0,27	0,25	0,20	0,04	-0,16
Sc																								1,00	-0,37	-0,57	-0,66	0,64	-0,44	-0,42	-0,43	-0,42	-0,35	-0,03
Y																									1,00	0,69	0,49	-0,33	0,84	0,81	0,80	0,76	0,65	0,43
La																									1,00	0,25	-0,03	0,87	0,88	0,89	0,89	0,85	0,71	
Ce																									1,00	-0,47	0,52	0,50	0,48	0,47	0,41	0,12		
Pr																									1,00	0,04	0,08	0,09	0,14	0,29	0,61			
Nd																										1,00	1,00	1,00	0,99	0,96	0,81			
Sm																										1,00	1,00	1,00	1,00	0,97	0,84			
Gd																										1,00	1,00	1,00	0,99	0,87	1,00	0,93	1,00	

AÇIKLAMALAR

 Çok kuvvetli pozitif korelasyon (1,00-0,85)

 Kuvvetli pozitif korelasyon (0,85-0,60)

 Zayıf pozitif korelasyon (0,60-0,45)

 Çok zayıf pozitif korelasyon (0,45-0,30)

 Korelasyon yok (0,30) - (-0,30)

 Çok zayıf negatif korelasyon (-0,30)-(-0,45)

 Zayıf negatif korelasyon (-0,45)-(-0,60)

 Kuvvetli negatif korelasyon (-0,6)-(-0,85)

 Çok kuvvetli negatif korelasyon (-0,85)-(-1,00)

Çizelge 9. Hamzafaklı formasyonunda analizi yapılan bileşenlerin aralarındaki korelasyon katsayıları

Bileşenlerin arasında herhangi bir kümelenme olup olmadığının anlaşılması için korelasyon katsayıları kullanılarak küme (cluster) analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlara göre küme analizi dendrogramları çizilmiştir (Şekil 36). Dendrogramda ilk bakışta Ana bileşenler ve NTE Grubu, Sülfid Grubu ve Karbonat Grubu olmak üzere 3 belirgin küme ayırt edilebilmektedir (Şekil 36).

Küme analizi dendrogramında ilk grup Ana Bileşenler ve NTE grubu olup bu grup $\text{Na}_2\text{O-P}_2\text{O}_5\text{-NTE}$ alt grubu, $\text{TiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-Ba}$ alt grubu, $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Sc}$ alt grupları ile bu gruplara eklenen ana bileşenlerle temsil edilmektedir. $\text{Na}_2\text{O-P}_2\text{O}_5\text{-NTE}$ alt grubu birbirleri ile çok kuvvetli pozitif korelasyonlara sahip olan $\text{Na}_2\text{O-P}_2\text{O}_5$ - La - Ce - Pr - Nd - Sm - Nb - Co – Zn alt grubuna eklenen Gd ile temsil edilirken, $\text{TiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-Ba}$ alt grubu $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2\text{-Ba-V-Zr}$ alt grubundan oluşmaktadır. Daha sonra bu gruplara MgO, $\text{K}_2\text{O-Rb}$ ve $\text{SiO}_2\text{-Cr}$ çiftleri eklenmektedir. Böylece silikatlı kayalar oluşturan ana bileşenler ayrı bir grup oluşturmaktadır (Şekil 36).

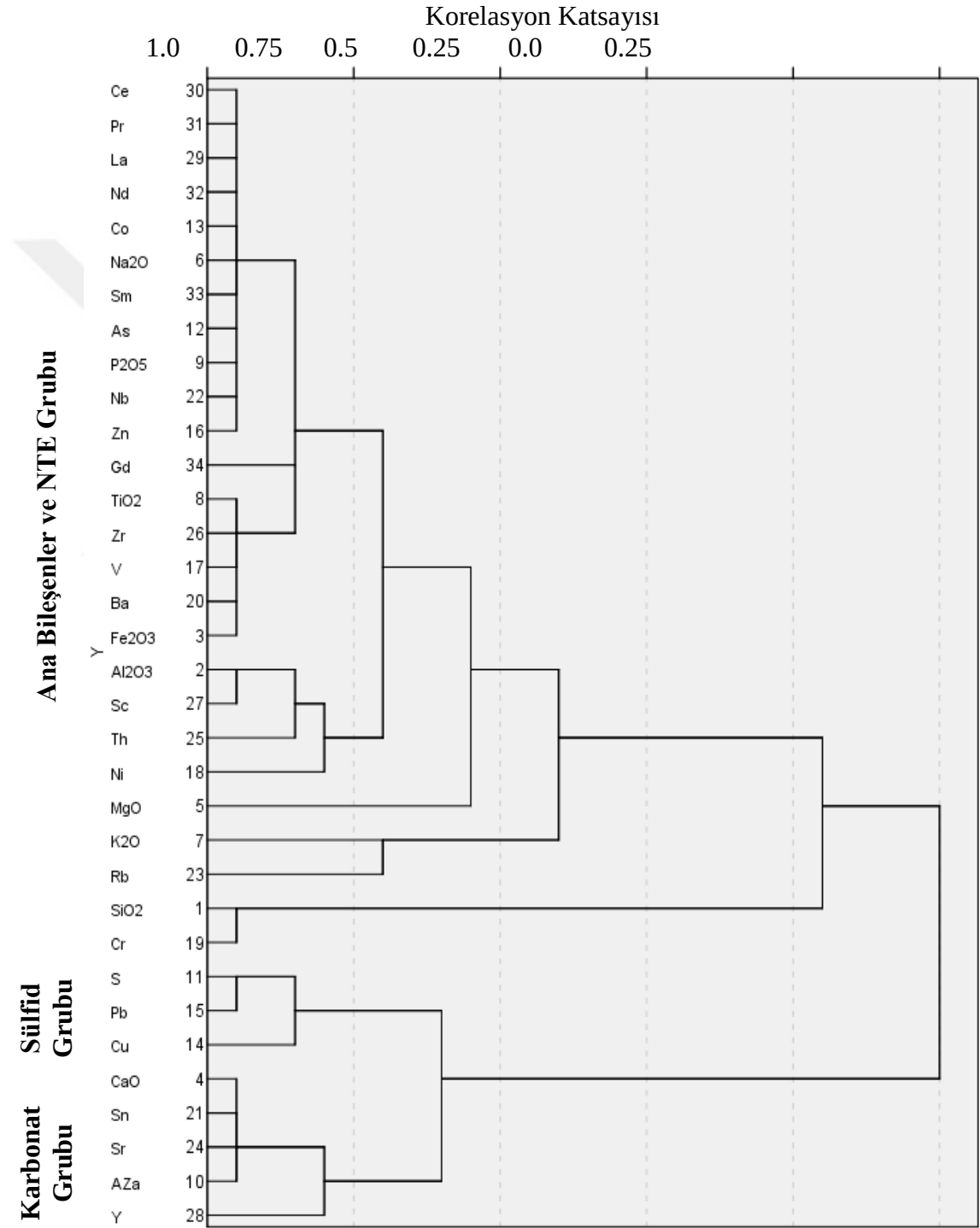
Dendrogramda ikinci grup (S-Pb)-Cu ile temsil edilmekte ve bu grup sülfid grubu olarak tanımlanmıştır (Şekil 36). Özellikle bazı numunelerde tespit edilen yüksek Pb ve Cu varlığının galenit ve kalkopirit gibi sülfidli minerallerle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Cevher mikroskobisi incelemelerinde de gözlenen kalkopirit oluşumları bu grupla örtüşmektedir.

Küme analizi dendrogramında üçüncü grup CaO ve A.Z. ile diğer bileşenlerden Sr ve Sn ile temsil edilmektedir (Şekil 36). Hamzafakılı formasyonunda yer yer gözlenen kalkıştiller ve kristalize karbonatların oluşumu bu grupla açıklanabilmektedir.

Ana Bileşenler-NTE grubu oldukça geniş bir bileşen grubunu kapsamakta olup $\text{Na}_2\text{O-P}_2\text{O}_5\text{-NTE}$ grubu hafif NTE ile Na_2O arasındaki ilişkiyi yansıtmaktadır. Diğer alt gruplar ise volkanik ve magmatik faaliyetlerle metamorfizma gibi kayaç oluşumundan sonra gerçekleşen ikincil süreçlerle açıklanabilmektedir. Kayaç örneklemeleri yöredeki kayalarda yaygın olarak gözlenen alterasyon zonlarından yapıldığı için alterasyonlara bağlı olarak element kümelenmeleri oluşmuştur. Özellikle sodik piroksenler, plajiyoklaslar ve amfibollerin alterasyonu ile açığa çıkan NTE ve diğer bileşenlerin ortamdaki kısmi birikimi bu grubun oluşumu için temel faktör olarak değerlendirilebilir.

Hamzafakılı formasyonunun yer yer kristalize kireçtaşı ve şeyl içeren kuvarsit, metakumtaşı, mikrokonglomera, arkoz ve konglomeralardan meydana gelmiş olması küme analizinde ortaya çıkan gruplara litolojik özelliklerin doğrudan etkili olduğunu da

göstermektedir. Ayrıntılı çalışmalar yapılması halinde bu formasyona ait kayaçların litolojik tanımlamalarının da ayrıntılı olarak yapılması ve farklı gruplardan yeterli sayı ve nitelikte örnek derlenmesi ile elementlerin sahada bulunuşları ile ilgili daha sağlıklı yorumların yapılması mümkün görülmektedir. Hamzafakılı formasyonundaki sülfid grubu ise kayaçların orijinal litolojik özelliklerinden çok epitermal kökenli hidrotermal alterasyonuna bağlıdır.



Şekil 36. Hamzafakılı formasyonundan derlenen kayaç örneklerine ait kimyasal analiz sonuçlarına uygulanan küme (cluster) analizi dendrogramı ve belirlenen kümeler

4.3.1.2. Göktepe formasyonu

Göktepe Formasyonuna ait ankimetamorfik özellikte kilitaşı, silttaşı, karbonatlı kilitaşı, karbonatlı kumtaşılarından alınan 44 numunede de analizi gerçekleştirilen ana oksit (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 , MnO ve Ateş Zayıtı (kızdırma kaybı) ile birlikte bazı iz elementler (Ag, Au, As, Co, Cu, Mo, Pb, Zn, V, Ni, Cr, Ba, Sn, Nb, Rb, Sr, Th ve Zr) ve bazı NTE (Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd) olmak üzere toplam 36 bileşen birlikte değerlendirmeye alınmıştır (Çizelge 10 ve Çizelge 11).

Göktepe Formasyonundan derlenen 29 numunenin ortalama SiO_2 içeriği (% 61.2) yerkağı ortalama değeri (% 66.3; Mason, 1958) ve kıtasal kabuk değeri (% 57.9: Pakiser ve Rhoda, 1967; % 60.24: Taylor, 1964; % 63.13: Vinogradov, 1962; Parker, 1967) yakın, killi kayalara, %50.93: Vinogradov, 1962), şeyller ve karbonatlı kayalara göre yüksek (% 15.62: Turekian ve Wedepohl, 1961) ve kumtaşılarından (% 78.75: Turekian ve Wedepohl, 1961) düşüktür. Formasyona ait kil ve karbonat içeriği ortalama SiO_2 değeri düşürmüştür. Göktepe formasyonundan alınacak aynı sayıda herhangi bir örnekte 0.95 anlamlılık düzeyinde % 53.3 ile % 69.1 aralığında SiO_2 bulunması beklenmektedir (Çizelge 10).

Göktepe formasyonuna ait numunelerin ortalama Al_2O_3 miktarı % 11.3 olup yerkağı ortalama değeri (% 15.36: Mason, 1958; 15.2: Pakiser ve Rhoda, 1967; 15.2: Vinogradov, 1962; Parker, 1967) kıtasal kabuk (%15.55: Taylor, 1964), bazaltik kayalar, ortaç ve felsik magmatik kayalarla, şeyl ve killi kayalardan (%13.6 - % 19.8: Vinogradov, 1962; Turekian ve Wedepohl, 1961) daha düşük ultramafik kayalar ve karbonatlı kayalardan (% 0.86-%3.8: Vinogradov, 1962; Turekian ve Wedepohl, 1961) daha yüksektir. Göktepe formasyonunda Al içeriği kayalardaki kil minerallerine bağlı olarak değişmektedir. Bu formasyondan alınacak aynı sayıda herhangi bir örnekte ortalama Al_2O_3 konsantrasyonun 0.95 anlamlılık düzeyinde % 9.12 ile % 13.39 aralığında olacağı tahmin edilmektedir (Çizelge 10).

Göktepe Formasyonuna ait kırıntılı ve karbonatlı kayaların ortalama Fe_2O_3 miktarı % 4.6 olup yerkağı ortalama değeri (% 7.14: Mason, 1958; ; % 6.65: Vinogradov, 1962; , kıtasal kabuk (% 8.05: Taylor, 1964) ultramafik, bazaltik ve ortaç magmatik kayalarla, killi kayalar ve şeyllerden (% 4.76 - %14,1: Vinogradov, 1962; Turekian ve Wedepohl, 1961) düşük, felsik magmatik (% 3.86: Vinogradov, 1962), kumtaşı ve karbonatlı kayalardan (% 0.54 - % 1.4: Turekian ve Wedepohl, 1961)

daha yüksektir. Bu formasyondan derlenecek herhangi bir örnekte 0.95 anlamlılık düzeyinde % 3.83 ile % 5.36 aralığında Fe_2O_3 olacağı tahmin edilmektedir (Çizelge 10).

İncelenen kayaçların ortalama CaO miktarı (% 8.05) yer kabuğu ortalama değerleri (% 5.08: Mason, 1958), kıtasal kabuk (% 4.14: Taylor, 1964; % 5.08: Turekian ve Wedepohl, 1961), ultramafik kayaçlar, ortaç ve felsik magmatik kayaçlar, killi kayaçlar, şeyller ve kumtaşlarından (%6,08: Vinogradov, 1962; %7,06: Turekian ve Wedepohl, 1961) yüksek, karbonatlı kayaçlardan (% 42.32: Turekian ve Wedepohl, 1961) düşüktür. Göktepe formasyonu içindeki karbonatlı kumtaşları ve kilaşlarından dolayı CaO standart sapması oldukça geniştir. Bu formasyondan derlenecek herhangi bir örnekte ortalama CaO değerinin % 0.05 hata payı ile % 2.93 - % 13.17 aralığında olması beklenmektedir (Çizelge 10).

Göktepe Formasyonun ait kayaçlarda ortalama MgO miktarı (% 2.14) yer kabuğu ortalama değerlerinden (% 3.47: Mason, 1958) ve kıtasal kabuk değerlerinden (% 5.3: Pakiser ve Rhoda, 1967; % 3.9: Taylor, 1964; % 3.1: Vinogradov, 1962; Parker, 1967) düşüktür. Göktepe formasyonundan derlenecek herhangi bir örnekte ortalama MgO konsantrasyonunun % 95 anlamlılık düzeyinde ve % 1.58 - % 2.69 aralığında olması beklenmektedir (Çizelge 7).

Göktepe formasyonunda diğer ana oksitlerden Na_2O , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 , MnO ve A.Z. ise sırasıyla % 1.63, 1.85, % 0.53, % 0.18, % 0.20 ve % 8.00 oranlarındadır (Çizelge 10).

Göktepe Formasyonundan derlenen örneklerde gümüş (Ag), altın (Au) sadece birer örnekte deteksiyon limiti üzerinde (Ag: 4.5 ppm, Au: 135 ppb) değerler sunarken Ag ve Au bakımından tahkik çalışmalarında bu numunelerin alındıkları alanlara yoğunlaşması uygun olacaktır. Tötek Tepe kuzeybatısından derlenen numunelerdeki yüksek Au değeri, Tötek Tepe çevresinde gözlenen Belen Granotiydlerine bağlı zenginleşen cevherleşmelere bağlı değerlerdir.

Göktepe Formasyonuna ait kayaçların ortalama As içeriği 10.1 ppm olup bu ortalama değerin ultramafik kayaçlar, bazaltlar, ortaç ve asit magmatik kayaçlar, granitler, siyenitler, killi kayaçlar, kumtaşları ve karbonatlı kayaçlardan oldukça yüksek ancak ortalama 0.5-1 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) şeyllerle benzerdir (13 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961). Bu kayaçlardan alınacak herhangi bir örnekte ortalama As içeriği % 95 anlamlılık düzeyinde 5.6 ppm - 14.6 ppm aralığında olması beklenmektedir (Çizelge 10).

Göktepe Formasyonuna ait numunelerde ortalama 19.9 ppm Co bulunmakta olup bu kayaçların alındığı anakitlede 0.95 anlamlılık düzeyinde 16-24 ppm aralığında Co beklenmektedir (Çizelge 10).

İncelenen kayaların ortalama Cu içerikleri 71.12 ppm olup bu değer yüksek Au değerinin ölçüldüğü K130 numaralı numunede ölçülen 588 ppm Cu değeri ile J112 ve J130 numaralı numunelerdeki yüksek Cu değerinden dolayı yükselmiştir (Çizelge 10). Göktepe formasyonuna ait kayaçların Cu içerikleri yerkabuğu ortalama değerleri (50 ppm: Mason, 1958), kıtasal kabuk (55 ppm: Taylor, 1964), ultramafik, ortaç ve felsik magmatik killi kayaçlar, şeyller ve karbonatlı kayaçlardan (5-57 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962; Parker, 1967) daha yüksek bazaltik kayaçlardan (87-100 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) daha düşüktür. Ölçülen Cu değerlerinin standart sapması da çok büyük olmasına rağmen student t testine göre Cu için yapılacak yorumlar Göktepe formasyonunun geneli için % 95 anlamlılık düzeyinde geçerlidir. Buna göre Göktepe formasyonundan alınacak herhangi birörnekte 44.5 ppm – 97.8 ppm aralığında Cu bulunması beklenmektedir (Çizelge 10). Ag ve Au'da olduğu gibi tahkik çalışmalarında Cu için de bu numunelerin alındığı bölgelerin detaylı incelenmesi uygun olacaktır.

Göktepe Formasyonuna ait kayaçların ortalama Mo içerikleri 5.5 ppm olup birkaç numune değerleri dışında deteksiyon limitinin altındadır (Çizelge 10). Kayaçların ortalama Mo içerikleri yerkabuğu, kıtasal kabuk, magmatik ve sedimanter kayaçlardan (0.2 ppm - 2.6 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962; Taylor, 1964; Parker, 1967; Pakiser ve Rhoda, 1967) yüksektir. Student t testine göre Göktepe Formasyonundan derlenecek aynı sayıda numunede % 95 anlamlılık düzeyinde ortalama 4.94 ppm - 6.1 ppm aralığında Mo beklenmektedir (Çizelge 10).

Göktepe Formasyonundan derlenen 44 numunenin büyük çoğunluğunda kurşun (Pb) seçilen analitik yönteme göre deteksiyon limiti (XRF: 1 ppm, CP-MS. 7 ppm) civarında değerler vermektedir. Kayaçların ortalama Pb içeriği 8.8 ppm olup yerkabuğu (12.5 ppm: Mason, 1958; kıtasal kabuk (16 ppm: Mason, 1958; 15 ppm: Taylor, 1964), ortaç ve felsik magmatik kayaçlar, killi kayaçlar ve şeyllerden (12-20 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) düşük, bazaltik kayaçlar, kumtaşları ve karbonatlı sedimanter kayaçlardan (0.1-8 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) yüksektir. Göktepe formasyonundan derlenecek aynı sayıda numunede % 0.05 hata payı ile ortalama 4.2 ppm – 13.5 ppm aralığında Pb beklenmektedir (Çizelge 10).

Çizelge 10. Göktepe formasyonundan derlenen örneklerin ana oksitlerle bazı iz element analiz sonuçları ve istatistiksel özetleri (n: örnek sayısı, S.D.: Serbestlik derecesi, Ort.: Aritmetik ortalama, S.S.: Standart Sapma, S.H.: Standart hata, E.K.: En küçük, E.B.: En büyük, t_h : 0.95 anlamlılık düzeyinde hesaplanan t değeri, t_t : tablo t değeri, A.S.: Anakitle aritmetik ortalamasının alt sınırı, Ü.S.: Anakitle aritmetik ortalaması üst sınırı)

No	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	A.Z.	S	Ag Ppm	Au Ppb	As Ppm	Co Ppm	Cu Ppm	Mo Ppm	Pb Ppm
K103	13.20	3.10	1.80	44.30	0.80	1.10	0.20	0.60	0.20	0.20	34.40	0.04	1.0	20.0	12.0	5.0	3.8	5.0	3.0
K115	20.50	2.70	1.70	40.60	1.10	0.40	0.40	0.20	0.10	0.10	31.85	0.02				24.5	79.9		1.0
K122	9.30	2.30	1.90	47.20	1.00	0.30	0.40	0.10	0.10	0.20	36.85	0.19				24.5	79.9		2.0
K126	42.60	6.90	2.20	23.70	1.00	0.20	1.40	0.30	0.10	0.10	20.95	0.24				24.5	79.9		1.0
K107	48.90	9.40	5.80	12.40	4.60	1.00	1.70	0.60	0.10	0.40	15.00	0.06	1.0	20.0	4.6	18.8	22.7	5.0	4.5
K121	58.60	10.00	4.20	10.00	1.80	0.80	2.60	0.60	0.20	0.10	10.85	0.08	1.0	20.0	19.0	5.0	8.6	5.0	4.0
K101	75.50	8.70	4.60	2.70	2.10	0.60	1.70	0.60	0.10	0.20	2.95	0.05	1.0	20.0	3.0	5.0	51.0	6.0	2.6
K108	64.30	17.60	4.80	0.50	0.40	5.60	2.80	0.30	0.40	0.10	2.45	0.09				24.5	79.9		20.0
K112	62.40	11.20	7.70	2.90	1.70	0.70	2.00	0.50	0.30	1.60	7.05	1.86				24.5	79.9		4.0
K114	56.50	19.00	7.70	1.60	3.70	4.10	1.80	0.60	0.30	0.40	4.05	0.01				24.5	79.9		2.0
K116	70.80	15.20	2.60	0.40	2.40	1.20	3.80	0.20	0.30	0.10	3.00	0.01				24.5	79.9		5.0
K117	57.00	17.20	6.20	5.80	4.10	3.70	1.40	0.50	0.20	0.20	3.55	0.01				24.5	79.9		3.0
K118	83.80	6.10	3.00	1.50	0.70	1.30	1.50	0.10	0.10	0.10	1.65	0.15				24.5	79.9		0.1
K123	58.90	16.40	5.10	5.50	3.20	3.50	1.80	0.40	0.20	0.10	4.70	0.02				24.5	79.9		2.0
K125	56.10	16.80	7.00	6.60	4.60	4.50	0.80	0.70	0.30	0.10	2.30	0.01				24.5	79.9		0.0
K130	90.40	5.20	1.50	0.10	0.30	0.10	1.40	0.20	0.10	0.10	0.70	0.01	1.0	135.0	8.0	9.0	588.0	7.0	45.1
K131	57.40	15.90	7.00	7.20	5.90	2.40	0.60	0.60	0.20	0.20	2.35	0.03				24.5	79.9		0.1
K132	87.80	4.50	4.00	0.10	0.90	0.10	0.70	0.60	0.10	0.10	0.95	0.01				24.5	79.9		1.0
K133	56.30	17.50	6.00	5.00	3.00	3.10	2.10	0.50	0.20	0.20	6.10	0.01	1.0	20.0	3.0	8.8	23.3	5.0	3.0
K134	77.60	9.20	6.00	0.50	2.00	0.20	1.30	0.40	0.10	0.10	2.35	0.01				24.5	79.9		0.1
K209	65.30	13.10	6.40	1.40	1.50	1.00	2.60	0.60	0.40	0.40	5.20	1.68	1.6	20.0	25.8	50.6	38.7	5.0	12.7
K210	64.80	14.00	6.60	0.10	1.60	1.50	2.60	0.60	0.10	0.10	5.65	2.02	1.0	20.0	22.1	19.6	21.5	5.0	13.1
K211	68.60	14.30	4.90	0.20	1.40	1.30	3.10	0.70	0.20	0.10	4.30	0.28				24.5	79.9		6.0
K215	53.80	14.20	5.20	8.80	2.30	0.70	3.40	0.70	0.10	0.10	10.15	0.31				24.5	79.9		12.0
K216	63.40	19.00	3.80	0.30	2.70	1.40	4.90	0.30	0.20	0.10	3.75	0.01				24.5	79.9		9.0
K219	92.20	3.10	2.30	0.10	0.50	0.10	0.50	0.20	0.00	0.10	0.70	0.01				24.5	79.9		1.0
K220	64.10	16.00	7.20	0.20	2.90	1.10	3.40	0.80	0.10	0.10	3.90	0.01				24.5	79.9		9.0
K225	91.30	3.40	1.90	0.10	0.40	0.10	0.70	1.10	0.10	0.10	0.65	0.01				24.5	79.9		0.1
K228	62.20	14.50	4.10	3.70	3.40	5.20	2.00	0.30	0.30	0.10	3.75	0.20	1.0	20.0	3.8	12.1	32.6	5.0	14.0
2-J1													1.0	20.0	4.9	26.0	33.9	5.0	91.5
2-J2													1.0	20.0	45.4	12.8	17.0	5.0	17.8
J112								0.07					4.5	20.0	12.2	75.5	118.4	5.0	5.0
J131								3.51					1.0	20.0	8.2	16.9	119.3	5.0	5.0
J132								0.09					1.0	20.0	3.0	10.3	7.9	5.0	7.6
J211								0.03					1.0	20.0	22.4	25.3	19.8	5.0	17.8
69J													1.0	20.0	3.0	9.0	18.0	5.0	5.0
92													1.0	20.0	3.0	6.0	77.0	5.0	5.0
103													1.0	20.0	3.0	7.0	63.0	10.0	5.0
114													1.0	20.0	7.0	11.0	20.0	5.0	5.0
132													1.0	70.0	7.0	5.0	16.0	9.0	12.0
62J													1.0	20.0	4.0	6.0	12.0	5.0	10.0
65J													1.0	20.0	3.0	5.0	69.0	5.0	5.0
66J													1.0	20.0	5.0	17.0	79.0	5.0	7.0
n	29	29	29	29	29	29	29	33	29	29	29	29	23	23	23	43	43	23	43
S.D.	28	28	28	28	28	28	28	32	28	28	28	28	22	22	22	42	42	22	42
Ort.	61.16	11.26	4.59	8.05	2.14	1.63	1.85	0.53	0.18	0.20	8.00	0.26	1.18	27.17	10.10	19.91	71.12	5.52	8.81
S.S.	20.65	5.61	2.01	13.46	1.46	1.64	1.15	0.59	0.10	0.28	10.15	0.56	0.73	25.71	10.47	12.77	86.58	1.34	15.14
S.H.	3.83	1.04	0.37	2.50	0.27	0.30	0.21	0.10	0.02	0.05	1.89	0.10	0.15	5.36	2.18	1.95	13.20	0.28	2.31
E.K.	9.30	2.30	1.50	0.10	0.30	0.10	0.20	0.03	0.00	0.10	0.65	0.01	1.00	20.00	3.00	5.00	3.84	5.00	0.00
E.B.	92.20	19.00	7.70	47.20	5.90	5.60	4.90	3.51	0.40	1.60	36.85	2.02	4.48	135.00	45.35	75.54	588.00	10.00	91.54
Aralık	82.90	16.70	6.20	47.10	5.60	5.50	4.70	3.47	0.40	1.50	36.20	2.01	3.48	115.00	42.35	70.54	584.16	5.00	91.54
t_h	15.95	10.80	12.32	3.22	7.88	5.35	8.62	5.21	9.53	3.85	4.24	2.46	7.73	5.07	4.63	10.22	5.39	19.70	3.82
t_t	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.03	2.05	2.05	2.05	2.05	2.07	2.07	2.07	2.01	2.01	2.07	2.01
A.S.	53.31	9.12	3.83	2.93	1.58	1.01	1.41	0.32	0.14	0.10	4.14	0.04	0.86	16.06	5.57	15.98	44.47	4.94	4.15
Ü.S.	69.01	13.39	5.36	13.17	2.69	2.26	2.29	0.74	0.22	0.31	11.87	0.47	1.49	38.29	14.62	23.84	97.76	6.10	13.47

Göktepe Formasyonuna ait kayaçların ortalama Zn içeriği 108.9 ppm olup formasyonun Zn içeriği yerkabuğu ortalama değerleri (65 ppm: Mason, 1958) kıtasal kabuk (70 ppm: Taylor, 1964), ultramafik kayaçlar, ortaç ve felsik magmatik kayaçlar, killi kayaçlar, şeyller kumtaşları ve karbonatlı kayaçlardan (30-95 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) yüksek bazaltik kayaçlara (105-130 ppm) yakındır. Bu formasyondan derlenen herhangi bir örnekte % 95 anlamlılık düzeyinde 56.3 ppm -161.4 ppm aralığında Zn beklenmektedir (Çizelge 10).

İncelenen kayaçların ortalama Ni konsantrasyonu 55.8 ppm olup yerkabuğu (58 ppm: Vinogradov, 1962; 80 ppm: Mason, 1958) , kıtasal kabuk (75 ppm: Taylor, 1964), ultramafik (2000 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) , bazaltik (130 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; 160 ppm: Vinogradov, 1962) , killi kayaçlar ve şeyllerden (68 ppm-95 ppm) düşük, ortaç magmatik (55 ppm: Vinogradov, 1962) kayaçlara yakın, asit magmatik kayaçlar, granitler ve siyenitlerle (4-15 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) , kumtaşları ve karbonatlı kayaçlardan (0,1 ppm - 7 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) yüksektir. Göktepe formasyonundan derlenen herhangi bir örnekte % 95 anlamlılık düzeyinde ortalama 47.1 ppm - 64.5 ppm aralığında Ni beklenmektedir (Çizelge 8).

Göktepe Formasyonundan derlenen örneklerin ortalama Cr, Ba, Sn, Nb, Rb, Sr, Th ve Zr konsantrasyonları sırasıyla 138.2, 291.1, 160.6, 40.6, 80.6, 263.2, 3.1, 107.3 ppm'dir. Genel olarak yerkabuğu ortalama değerlerine yakın değerler gösteren bu elementlerin bazıları sahadan alınan bazı numunelerde yüksek değerler vermektedir. Örneğin Ba 2 numunede (K 108, K 126) 2150 ppm'in üzerinde değere sahiptir (Çizelge 10). Aynı numunelerde Sr içerikleri de yüksek olup Ba ve Sr arasında bir ilişki gözlenmektedir. Cr ise yerkabuğu, kıtasal kabuk, ortaç ve felsik magmatik kayaçlarla sedimanter kayaçlardan (2 ppm – 100 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962; Taylor, 1964; Parker, 1967; Pakiser ve Rhoda, 1967) daha yüksektir.

Göktepe Formasyonuna ait kayaçlarda NTE analizleri gerçekleştirilmiş ancak özellikle ağır NTE değerleri deteksiyon limitleri civarında çıkmıştır. Değerlendirmeye alınan Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd Sm ve Gd konsantrasyonları sırasıyla 6.1, 46.2, 16.0, 34.5, 2.7, 14.1, 1.3 ve 2.6 ppm'dir (Çizelge 10). Analizi gerçekleştirilen NTE'nin ortalama değerleri kıtasal kabuk değerlerinden düşük iken yerkabuğu ortalama değerlerine yakındır. Buna göre Göktepe formasyonundan alınan numunelerin de NTE içeriklerinin kabuksal kökenli oldukları ifade edilebilmektedir.

Çizelge 11 Göktepe formasyonundan derlenen örneklerin iz element ve bazı NTE analiz sonuçları ve istatistiksel özetleri (n: örnek sayısı, S.D.: Serbestlik derecesi, Ort.: Aritmetik ortalama, S.S.: Standart Sapma, S.H.: Standart hata, E.K.: En küçük, E.B.: En büyük, t_h : 0.95 anlamlılık düzeyinde hesaplanan t değeri, t_t : tablo t değeri, A.S.: Anakitle aritmetik ortalamasının alt sınırı, Ü.S.: Anakitle aritmetik ortalaması üst sınırı)

Nu	Zn Ppm	V Ppm	Ni Ppm	Cr Ppm	Ba Ppm	Sn Ppm	Nb Ppm	Rb Ppm	Sr Ppm	Th Ppm	Zr Ppm	Sc Ppm	Y Ppm	La Ppm	Ce Ppm	Pr Ppm	Nd Ppm	Sm Ppm	Gd Ppm
K103	53.2	30.8	41.8	36.7	53.3	339	38.0	47.7	588.7	0.9	65.5	1.1	49.3	13.7	28.2	2.5	14.5	1.3	3.1
K115	80.3	44.0	78.6	68.4	71.3		36.7	53.2	572.7	0.1	47.5	0.1	47.7	8.6	16.2	0.9	7.8	0.1	2.0
K122	80.3	40.0	78.6	68.4	74.8		36.0	52.7	511.0	0.2	45.0	0.1	44.3	6.3	20.6	0.6	7.0	0.1	1.4
K126	80.3	62.5	78.6	68.4	2154.9		37.5	73.7	372.4	2.4	56.5	2.8	46.8	13.5	21.7	1.7	10.6	0.2	2.0
K107	78.3	70.0	58.2	51.1	90.2	200	42.3	76.2	230.3	3.9	116.0	6.8	46.9	19.0	43.8	3.6	17.3	1.6	3.0
K121	50.7	125.9	44.5	71.5	156.2	569	40.8	88.7	163.6	4.0	115.5	6.0	50.3	23.3	40.6	4.2	20.1	2.1	3.6
K101	67.2	70.3	44.3	342.1	221.6		38.7	67.7	96.3	2.1	160.6	5.9	43.4	14.0	28.5	1.9	10.4	0.1	1.7
K108	80.3	95.0	78.6	68.4	2469.7		40.2	88.2	634.2	1.3	64.5	4.4	44.3	7.7	17.1	0.9	7.9	0.1	1.5
K112	160.7	90.5	78.6	136.8	119.8		44.6	83.2	151.6	4.7	125.0	6.3	53.6	27.0	63.6	6.1	29.5	5.5	6.4
K114	401.7	150.0	78.6	68.4	210.6		41.3	75.2	547.0	1.5	68.0	8.9	46.0	12.5	25.6	1.5	9.4	0.2	2.0
K116	80.3	29.0	78.6	68.4	489.6		45.2	161.9	58.3	5.7	142.0	3.0	48.4	16.6	38.5	3.6	17.6	2.4	3.8
K117	80.3	113.0	78.6	68.4	227.1		39.3	59.7	457.2	2.2	78.5	10.1	45.6	12.3	24.0	1.1	7.9	0.1	1.8
K118	160.7	35.5	78.6	342.1	158.8		42.1	60.2	73.3	1.2	142.5	0.1	44.1	10.5	25.7	1.7	10.4	0.3	1.8
K123	80.3	93.0	78.6	136.8	219.6		39.4	68.2	395.9	2.8	122.5	7.1	45.8	14.4	27.0	1.4	8.8	0.1	1.8
K125	80.3	200.0	78.6	136.8	242.1		40.8	50.7	866.1	1.5	74.5	18.1	47.2	16.3	27.9	1.7	10.0	0.2	2.2
K130	64.2	46.0	43.8	273.7	93.8		36.0	60.2	44.3	0.7	45.5	0.1	40.0	1.2	4.1	0.1	1.4	0.1	0.2
K131	80.3	140.0	78.6	342.1	106.3		39.1	53.7	443.7	2.2	110.0	13.5	46.1	11.9	23.8	1.2	8.4	0.1	1.9
K132	80.3	48.5	78.6	479.0	84.8		37.1	54.2	46.8	1.3	81.0	1.2	40.7	9.8	22.0	1.2	8.0	0.1	1.0
K133	62.2	78.0	47.0	80.4	118.5	19.4	38.8	74.7	253.3	1.7	116.5	8.8	46.1	11.2	22.3	1.2	8.4	0.1	1.9
K134	80.3	93.0	78.6	273.7	123.3		38.1	60.7	53.3	1.7	83.5	5.9	41.3	13.7	30.5	2.3	12.3	0.3	1.4
K209	88.9	75.0	69.5	78.2	110.4	90.7	47.6	90.2	84.8	5.8	178.0	9.8	53.2	31.9	76.1	6.5	29.1	4.3	5.5
K210	63.9	77.2	53.4	79.1	155.8	6.0	45.0	95.7	69.8	5.7	168.5	10.6	47.4	14.0	35.4	2.5	12.8	0.9	2.2
K211	80.3	110.5	78.6	68.4	241.6		45.6	106.7	72.3	6.8	174.0	12.1	48.6	29.9	67.3	5.9	25.2	2.9	3.9
K215	80.3	157.0	78.6	136.8	226.6		41.4	157.4	173.6	5.5	115.0	9.3	46.0	24.2	48.2	4.4	19.5	1.6	2.9
K216	80.3	34.5	78.6	68.4	510.1		46.9	195.4	57.3	13.4	185.1	7.1	55.9	43.1	93.9	10.5	43.5	7.6	8.0
K219	80.3	43.0	78.6	479.0	74.8		35.9	50.7	44.8	0.5	41.5	0.1	39.9	5.6	15.1	0.4	5.3	0.1	0.5
K220	80.3	105.5	78.6	68.4	302.3		48.2	105.2	54.8	7.5	207.1	11.2	48.6	36.8	81.1	7.6	31.6	4.2	5.0
K225	80.3	74.5	78.6	342.1	141.8		38.0	53.2	44.8	1.8	116.5	0.3	40.6	11.0	23.5	1.4	8.7	0.1	1.0
K228	56.3	84.4	65.2	201.5	688.5	229	37.3	71.2	469.7	1.0	64.5	6.0	42.9	3.5	9.4	0.1	4.2	0.1	1.1
2-J1	167.9	16.4	36.5	25.9	30.1														
2-J2	78.8	12.8	43.3	14.7	30.5														
J112	218.7	41.5	59.5	17.1	9.4	127													
J131	31.1	117.7	15.9	42.7	111.6	172													
J132	42.5	19.8	16.0	15.1	35.7	5.0													
J211	38.6	13.1	28.4	18.9	32.9	10.4													
69J	43.0	71.0	12.0																
92	1127.0	54.0	11.0																
103	14.0	17.0	11.0																
114	62.0	69.0	8.0																
132	23.0	28.0	6.0																
62J	39.0	49.0	5.0																
65J	59.0	34.0	5.0																
66J	63.0	84.0	101.0																
n	43	43	43	35	35	11	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
S.D.	42	42	42	34	34	10	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
Ort.	108.9	70.8	55.8	138.2	291.1	160.6	40.6	80.6	263.2	3.1	107.3	6.1	46.2	16.0	34.5	2.7	14.1	1.3	2.6
S.S.	170.7	42.8	28.3	133.0	526.5	173.6	3.7	36.0	235.3	2.9	47.7	4.7	4.0	9.9	22.0	2.5	9.6	1.9	1.8
S.H.	26.0	6.5	4.3	22.5	89.0	52.3	0.7	6.7	43.7	0.5	8.9	0.9	0.7	1.8	4.1	0.5	1.8	0.4	0.3
E.K.	14.0	12.8	5.0	14.7	9.4	5.0	35.9	47.7	44.3	0.1	41.5	0.1	39.9	1.2	4.1	0.1	1.4	0.1	0.2
E.B.	1127.0	200.0	101.0	479.0	2469.7	568.9	48.2	195.4	866.1	13.4	207.1	18.1	55.9	43.1	93.9	10.5	43.5	7.6	8.0
Aralık	1113.0	187.3	96.0	464.2	2460.3	563.9	12.3	147.7	821.8	13.3	165.5	18.0	16.0	41.9	89.8	10.4	42.1	7.5	7.8
t_h	4.2	10.8	12.9	6.1	3.3	3.1	59.5	12.1	6.0	5.8	12.1	7.0	62.8	8.7	8.4	5.8	7.9	3.6	7.8
t_t	2.01	2.01	2.01	2.05	2.05	2.23	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05
A.S.	56.3	57.6	47.1	92.5	110.2	44.0	39.2	66.9	173.6	2.0	89.1	4.3	44.7	12.2	26.2	1.8	10.4	0.5	1.9
Ü.S.	161.4	84.0	64.5	183.9	472.0	277.2	42.0	94.3	352.7	4.2	125.4	7.9	47.7	19.8	42.9	3.7	17.7	2.0	3.3

Göktepe formasyonundan derlenen numunelerde analizi gerçekleştirilen bileşenlerin aralarında bir ilişkinin olup olmadığı, ilişkiler varsa bunların şekli, yönü kuvvetinin belirlenmesi için korelasyon analizleri yapılmıştır. Au ve Mo değerleri birçok numunede aynı sonuçlara sahip oldukları için korelasyon analizlerinde değerlendirmeye alınamamıştır.

Korelasyon analizinde SiO_2 ; K_2O , Rb ve Sc ile çok kuvvetli, Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Cu, Pb ve Zr ile kuvvetli, S, Ni, Cr, b ve Th ile zayıf pozitif korelasyona sahipken CaO ve A.Z. ile çok kuvvetli ve Sr ile kuvvetli negatif korelasyona sahiptir (Çizelge 12). Buna göre Göktepe formasyonuna ait kayalarda SiO_2 K, Al ve Fe gibi ana bileşenlerle benzer davranışlara sahip olup K ve Al birlikte Fe bulunduran piroksen, amfibol ve feldispatların bünyesinde yerleşmiştir.

Göktepe formasyonunda Al_2O_3 ; Fe_2O_3 , K_2O , Cu ve Sc ile kuvvetli, Na_2O , V, Cr ve Rb ile zayıf pozitif, CaO ve A.Z. ile çok kuvvetli, TiO_2 ve Sr ile zayıf negatif korelasyon göstermektedir (Çizelge 10). Bu formasyonda Al; feldispatlar, piroksen ve amfibollerle kil minerallerine bağlı olarak hareket etmiştir.

Kayalarda Fe_2O_3 ; Sc ile çok kuvvetli, K_2O , Cu, Zn, Nb, Rb, Th ve Zr ile kuvvetli pozitif, CaO ve Sr ile çok kuvvetli, A.Z. ve Zn ile kuvvetli negatif korelasyona sahiptir (Çizelge 12).

Göktepe formasyonuna ait kayalarda CaO; A.Z. ile gösterdiği çok kuvvetli, Sr ile gösterdiği kuvvetli ve Sn ile gösterdiği zayıf pozitif korelasyonun dışında pozitif korelasyona sahip değildir. CaO diğer bileşenlerden K_2O , Rb ve Sc ile çok kuvvetli ve Cu ile kuvvetli zayıf negatif korelasyona sahiptir. Ana oksitlerle herhangi bir korelasyon göstermeyen CaO Ca-silikatlı minerallerle, karbonatlı kilaşları ve kumtaşlarına bağlı olarak hareket etmiştir (Çizelge 12).

Göktepe formasyonunda analizi gerçekleştirilen diğer bileşenlerden Na_2O ; Cr ve Ba ile, K_2O ; Rb ve Sc ile, MnO; Zn ile, Ag; Co, Zn ve Nb ile, Cu; Ni ile, Cr; Ba ile, Nb; Th, Zr ve Ce ile, Rb; Th ve Sc ile Th; Zr ile ve La, Ce, Pr, Nd ve Sm birbirleri ile çok kuvvetli pozitif korelasyona sahiptir. Bileşenlerden Na_2O - TiO_2 , K_2O -A.Z., K_2O -Sr, TiO_2 -Cr, TiO_2 -Ba, A.Z.-Sc, Rb-Sr, Sr-Th, Sr-Zr ve Sr-Sc arasında ise çok kuvvetli negatif korelasyon vardır (Çizelge 12). Buna göre Göktepe formasyonunda ana oksitler, karbonatlı kayalar ve İz element – NTE olmak üzere belirgin üç kümelenmeden söz edilebilmektedir (Çizelge 12).

Göktepe Formasyonuna ait kayaçlarda korelasyon analizlerine göre belirlenen ilişkilerin bileşenler arasında kümelenme olup olmadığının anlaşılması için korelasyon katsayıları kullanılarak küme (cluster) analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlara göre küme analizi dendrogramları çizilmiştir (Şekil 37). Dendrogramda ilk bakışta NTE TiO_2 -Grubu, İz elementler Grubu, Ana bileşenler - silikat grubu ve Karbonat Grubu olmak üzere 4 belirgin küme ayırt edilebilmektedir (Şekil 37).

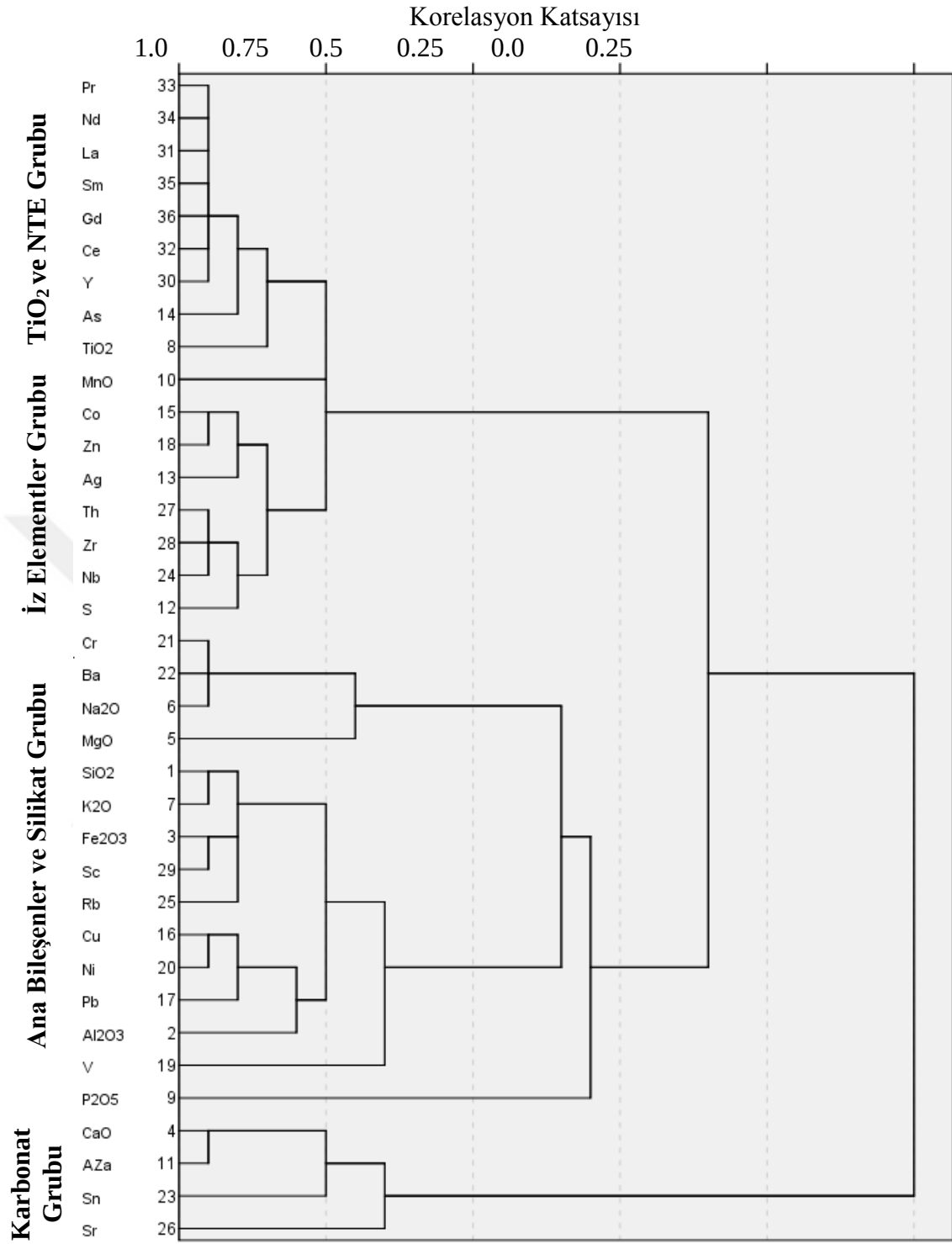
Küme analizi dendrogramında ilk grup aralarında çok kuvvetli pozitif korelasyonlar olan Pr-Nd-La-Sm-Gd-Ce-Y kümesine eklenen As ve TiO_2 ile temsil edilen NTE- TiO_2 grubudur (Şekil 37).

Dendrogramda ikinci grup [(Co-Zn)-Ag] kümesine yakından eklenen [(Th-Zr)-Nb]-S alt grupları ile temsil edilmektedir (Şekil 37). Bu grupta bulunan S ve Zn sülfidli bir mineralizasyona işaret etmektedir.

Göktepe Formasyonundaki küme analizine ait dendrogramda üçüncü grup Ana bileşenler ve Silikat Grubu olarak tanımlanmıştır. Bu grupta alt gruplara ayrılabilmekte olup, ilk alt grup [(Cr-Ba)- Na_2O] grubuna uzaktan eklenen MgO ile temsil edilen Cr-Na-Mg alt grubudur. Üçüncü grubun diğer alt grubu (SiO_2 - K_2O) ve[(Fe_2O_3 -Sc)-Rb] kümelerini kapsamaktadır. Üçüncü grubun son alt grubu ise [(Cu-Ni)-Pb]- Al_2O_3 alt grubudur. Bu gruba sırasıyla V ve P_2O_5 eklenmektedir (Şekil 37). Üçüncü grupta ana bileşenlerin büyük çoğunluğunu yer almasından Ana Bileşenler -Silikat Grubu olarak tanımlanmış olup kayaç oluşturan feldispat, kuvars, mika, piroksen ve amfiboller bu grupta yer alan bileşenlerden oluşmaktadır. Ba, Cr, Cu ve Ni ise mafik minerallere bağlı olarak yerleşmişlerdir.

Küme analizi dendrogramındaki dördüncü ve son grup karbonat grubu olup çok kuvvetli pozitif korelasyona sahip olan CaO ve A.Z. ile bunlara uzaktan eklenen Sn ve Sr ile temsil edilmektedir (Şekil 37).

Göktepe formasyonunda gerçekleştirilen küme analizine göre formasyon içinde yer alan ankimetamorfik özellikte kıltaşı, silttaşı, karbonatlı kıltaşı, karbonatlı kumtaşları içindeki silikatlı ve karbonatlı bileşenler açık bir şekilde ayrılmaktadır. Bunun dışında metalik iz elementlerin baskın olduğu iz elementler grubu kayaç oluşumundan sonra gerçekleşen sülfidli bir mineralizasyonun varlığını göstermektedir. NTE ise daha çok kırıntılı kayaçlarla ilişkili olup çok kuvvetli pozitif korelasyonlara sahip olduklarından ayrı bir küme oluşturmaktadırlar.



Şekil 37. Göktepe formasyonundan derlenen kayaç örneklerine ait kimyasal analiz sonuçlarına uygulanan küme (cluster) analizi dendrogramı

4.3.1.3. Belen Granitoidleri

Belen Granitoidi farklı bileşimli granit, granodiyorit, diyorit ve kuvars diyoritlerden alınan 68 numunenin 15'inde ana oksit (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 , MnO ve Ateş Zayıyatı (kızdırma kaybı)) ile birlikte Nb, Rb, Sr,

Th, Zr bazı NTE analizleri yapılırken 10 numunede ilave olarak TiO_2 , Ba ve Sr analizleri yapılmıştır. Numunelerin 12'sinde Sn analizleri ve tamamında Ag, Au, As, Co, Cu, Mo, Pb, Zn, V ve Ni analizleri yapılmıştır. Böylece analizi gerçekleştirilen 68 numunede 38 element analizi değerlendirilmiştir (Çizelge 13 ve Çizelge 14).

Belen Granitoyidlerinden alınan 15 numunede analizi yapılan SiO_2 ortalama % 58.1 olup yerkabuğu ortalama değerleri (% 66.3; Mason, 1958) kıtasal kabuk değerleri (% 60.3: Taylor, 1964; % 63.1: Vinogradov, 1962; Parker, 1967), felsik magmatik, granit, granodiyorit, granit ve siyenit ve kumtaşlarından (% 62.3 - %78.8: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) daha düşük, ultramafik ve bazaltik kayalardan (% 40.7 - % 55.6: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) daha yüksektir. Formasyon içinde yaygın olarak gözlenen bazik kayalar SiO_2 değerini düşürmüştür. Student t testi verilerine göre Belen Granitoyidlerinden alınacak aynı sayıda herhangi bir örnekte % 95 anlamlılık düzeyinde % 55.5 ile % 61.3 aralığında SiO_2 bulunması beklenmektedir (Çizelge 13).

Granitoyidik kayaların ortalama Al_2O_3 miktarı % 15 olup yerkabuğu ortalama değerleri ve kıtasal kabuk değerleri (% 15.36: Mason, 1958; 15.2: Pakiser ve Rhoda, 1967; 15.6: Taylor, 1964; 15.2: Vinogradov, 1962; Parker, 1967), bazaltik kayalar, ortaç ve asidik magmatik kayalar, granodiyoritler, granitler, killi kayalar ve şeyllerden (% 13.6 - % 19.8: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) düşüktür. Belen Granitoyidlerinde Al içeriği kayalardaki mika, feldispat, piroksen ve amfibollere bağlı olup bu formasyondan alınacak aynı sayıda herhangi bir örnekte %95 anlamlılık düzeyinde % 13.6 ile % 16.4 aralığında Al_2O_3 olması beklenmektedir (Çizelge 13).

Belen Granitoyidlerine ait ortalama Fe_2O_3 konsantrasyonu (% 6.3) konsantrasyonu yerkabuğu ortalama değerleri (% 8.05: Taylor, 1964; % 7.14: Mason, 1958) kıtasal kabuk (% 6.7: Vinogradov, 1962; % 7.2: Turekian ve Wedepohl, 1961), ultramafik, bazaltik ve ortaç magmatik kayalarla, şeyllerden (% 7.4 - % 14.1) düşük, felsik magmatik ve siyenitik kayalar, killi kayalar, kumtaşları ve karbonatlı kayalardan (% 0.54-% 5.25) yüksektir. Bu formasyondan derlenecek herhangi bir örnekte 0.95 anlamlılık düzeyinde ve % 5.3 ile % 7.4 aralığında Fe_2O_3 olacağı tahmin edilmektedir (Çizelge 13).

Analizi yapılan kayaların ortalama CaO miktarı (% 6.2) yerkabuğu ortalama değerleri (% 5.08: Mason, 1958), kıtasal kabuk (% 5.8: Vinogradov, 1962), ultramafik

kayaçlar, felsik magmatik kayaçlar, granitler, granodiyoritler, siyenitler, killi kayaçlar, şeyller ve kumtaşlarından (% 0.7 - % 5.5: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) yüksek bazaltik kayaçlar, ortaç magmatik kayaçlar ve karbonatlı kayaçlardan (% 6.5 - % 42.3: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) düşüktür. Belen Granitoyidlerinden derlenecek herhangi bir örnekte ortalama CaO değeri % 5 hata payı ile % 4.0 - % 8.3 aralığında olması beklenmektedir (Çizelge 13).

Kayaçlarda ortalama MgO miktarı (% 3.02) yer kabuğu ortalama değerleri (% 3.47: Mason, 1958), kıtasal kabuk değerleri (% 5.3: Pakiser ve Rhoda, 1967; % 3.9: Taylor, 1964; % 3.1: Vinogradov, 1962; Parker, 1967), ultramafik, bazaltik ve ortaç magmatik ve karbonatlı sedimanter kayaçlardan (% 3.6 - % 43: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) düşük, felsik magmatik, granit, granodiyorit, siyenit, killi kayaçlar, şeyller ve kumtaşlarından (% 0.27 - % 2.49) yüksektir. Belen Granitoyidlerinden derlenecek herhangi bir örnekte ortalama MgO değeri % 95 anlamlılık düzeyinde % 2.3 - % 3.7 aralığında MgO beklenmektedir (Çizelge 13).

Belen Granitoyidlerine ait kayaçların ortalama Na₂O miktarı % 2.97 olup bu değer yer kabuğu ortalama değerleri (% 3.81: Mason, 1958), kıtasal kabuk değerleri (% 3: Pakiser ve Rhoda, 1967; % 3.2: Taylor, 1964; % 3.4: Vinogradov, 1962), ortaç ve felsik magmatik, granodiyorit, granit ve siyenitlerden (% 3.48 - % 4.45: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) düşük, ultramafik ve bazaltik kayaçlarla, killi kayaçlar, şeyller, kumtaşları ve karbonatlı kayaçlardan (% 0,05 - % 1.62: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) daha yüksektir. Bu formasyondan alınacak herhangi bir örneğin ortalama Na₂O içeriğinin 0.95 anlamlılık düzeyinde % 1.98 - % 3.95 arasında olması beklenmektedir (Çizelge 13).

Belen Granitoyidlerinde diğer ana bileşenlerden K₂O, TiO₂, P₂O₅, MnO ile A.Z. ise sırasıyla ortalama % 1.6, % 0.6, % 0.23, % 0.15 ve % 5.1 oranlarında bulunmaktadır (Çizelge 13).

Belen Granitoyidlerinden alınan numunelerin büyük bir çoğunluğunda gümüş (Ag), altın (Au) ve molibden (Mo) değerleri deteksiyon limitlerinin altında ölçülmüştür (Çizelge 13). Gümüş sadece 126 (21 ppm) ve 127 (137 ppm) numaralı numunelerde deteksiyon limitinin üzerinde değerdedir. Altın ise 89J (210 ppb), 120 (120 ppb) ve 127 (210 ppb) numaralı numunelerle birlikte ve birkaç örnekte 20 ppb'nin üzerinde ölçülmüştür. Tötek Tepe batısından alınan ve 137 ppm Ag ve 210 ppb Au ölçülen 127

numaralı numunenin alındığı bölge başta olmak üzere yörede yüksek değer ölçülen bölgeler ayrıntılı olarak incelenmelidir.

Granitoyidik kayaçların ortalama As içeriği 13.7 ppm olup bu kayaçlardan alınacak herhangi bir örnekte ortalama As içeriğinin % 95 anlamlılık düzeyinde 9.2 ppm-18.5 ppm aralığında olması beklenmektedir (Çizelge 13). Granitoyidlerin As değeri; ultramafik kayaçlar, bazaltlar, ortaç ve asit magmatik kayaçlar, granitler, siyenitler, killi kayaçlar, kumtaşları ve karbonatlı kayaçlardan oldukça yüksek iken (ortalama 0.5-1 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) şeyllerle (13 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961) benzer değerdedir.

Belen Granitoyidlerinin ortalama Cu içerikleri 935.1 ppm olup bu değer yine Tötek Tepe batısındaki 126 (17973 ppm) ve 127 (29499 ppm) numaralı numunelerle Dedegümedi Tepe'nin kuzeyinden alınan 79J (3914 ppm) numaralı numunelerde ölçülen yüksek Cu değerlerine bağlı olarak artmıştır (Çizelge 13). Buna göre Belen Granitoyidlerinin Cu içerikleri yer kabuğu ortalama değerleri (50 ppm: Mason, 1958; ile ultramafik, mafik, ortaç ve asit magmatik kayaçlardan (4-250 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962; Parker, 1967) daha yüksektir. Ölçülen Cu değerlerinin standart sapması da çok büyük olduğundan Cu için yapılacak yorumlar Belen Granitoyidlerinin geneli için % 95 anlamlılık düzeyinde geçerli olmayacaktır.

Belen Granitoyidlerinde ortalama 12.5 ppm Co ve 6.3 ppm Mo bulunmaktadır. Özellikle Mo sadece 6 numunede deteksiyon limitinin üzerinde değer geri kalan numunelerde deteksiyon limitinin altında değerlerdir (Çizelge 13).

Belen Granitoyidlerinden derlenen 68 numunenin büyük çoğunluğunda kurşun (Pb) seçilen analitik yöntemle göre deteksiyon limiti (XRF: 1 ppm, CP-MS: 5 ppm) civarında değerler vermektedir. Granitoyidik kayaçların Pb içeriği 126 ve 127 numaralı numunelerde Ag, Au ve Cu'a benzer olarak yüksek çıkmıştır. Ayrıca 116 (56 ppm), 81J (53 ppm) ve K230 (58 ppm) numaralı numunelerdeki Pb değerleri dikkati çekmektedir (Çizelge 13). Kayaçların ortalama Pb içeriği (10.5 ppm) yer kabuğu (10 ppm: Mason, 1958), magmatik (0.1-20 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) ve sedimanter kayaçlardan (7-80 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961) yüksektir. Bu ilk belirlemelere göre Belen Granitoyidlerinde Ag, Au, Cu ve Pb bakımından zenginleşme bölgeleri bulunmakta olup bu bölgelerden özellikle Tötek Tepe ve Dikmendede Tepe çevresi metalik maden zenginleşmeleri için ayrıntılı olarak araştırılmalıdır.

Çizelge 13. Belen Granitoyidlerinden derlenen örneklerin ana oksitlerle bazı iz element analiz sonuçları ve istatistiksel özetleri (n: örnek sayısı, S.D.: Serbestlik Derecesi, Ort.: Aritmetik ortalama, S.S.: Standart Sapma, S.H.: Standart hata, E.K.: En küçük, E.B.: En büyük, t_h : 0.95 anlamlılık düzeyinde hesaplanan t değeri, t_i : tablo t değeri, A.S.: Anakitle aritmetik ortalamasının alt sınırı, Ü.S.: Anakitle aritmetik ortalaması üst sınırı)

No	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	A.Z.	S	Ag Ppm	Au Ppb	As Ppm	Co Ppm	Cu Ppm	Mo Ppm	Pb Ppm
K127	68.0	13.4	5.6	2.5	3.1	3.5	0.4	0.5	0.2	0.1	2.5	0.01	1.0	20.0	3.0	9.0	107.0	5.0	2.6
K128	60.4	16.9	5.2	4.4	3.3	6.0	0.6	0.5	0.2	0.1	2.2	0.06				24.5	79.9		0.0
K129	49.9	14.8	5.2	13.5	3.1	3.6	0.5	0.5	0.2	0.1	8.4	0.13				24.5	79.9		0.1
K204	50.3	10.6	6.7	12.6	2.6	0.6	2.2	0.8	0.1	0.3	12.8	0.01				24.5	79.9		6.0
K212	54.8	10.8	5.4	11.0	1.5	1.1	2.2	0.5	0.1	0.3	10.7	1.34				24.5	79.9		6.0
K217	56.8	16.1	12.2	1.1	2.3	1.2	3.2	2.2	0.4	0.1	4.2	0.02				24.5	79.9		5.0
K218	55.7	15.8	7.4	7.8	6.3	3.2	0.5	0.7	0.3	0.2	2.0	0.02	1.0	20.0	3.0	9.0	65.0	5.0	3.0
K221	58.4	17.6	6.6	4.9	3.7	3.4	1.8	0.6	0.2	0.1	2.5	0.01	1.0	25.0	3.0	5.0	8.0	9.0	2.6
K222	57.3	17.2	6.0	4.2	3.2	3.5	1.0	0.4	0.2	0.1	5.0	1.59	1.0	20.0	17.0	5.0	331.0	5.0	3.0
K223	58.8	16.9	6.7	4.2	4.0	4.0	2.4	0.6	0.2	0.1	1.9	0.01	1.0	20.0	3.0	11.0	90.0	5.0	2.6
K224	58.8	17.3	5.7	6.8	3.5	4.1	1.2	0.5	0.3	0.1	1.4	0.01				24.5	79.9		0.1
K226	69.3	13.2	7.4	0.3	1.2	0.4	2.6	0.6	0.2	0.2	4.5	0.01	1.0	20.0	19.0	17.1	32.1	5.0	15.1
K227	60.0	11.0	4.4	7.9	2.4	0.7	2.8	0.5	0.3	0.1	9.6	0.22	1.0	20.0	16.6	11.4	32.7	5.0	6.8
K229	57.3	17.0	5.8	6.5	3.7	3.5	1.2	0.5	0.2	0.2	3.9	0.01				24.5	79.9		2.0
K230	59.6	16.5	4.3	5.0	1.4	5.7	1.7	0.4	0.3	0.2	4.7	0.02	1.0	20.0	4.1	5.0	1250.8	5.0	58.3
J127								1.3					1.0	20.0	3.1	8.9	13.0	5.0	5.0
J128								1.2					1.0	20.0	3.0	14.4	47.0	5.0	5.0
J129								0.7					1.0	20.0	186.0	8.1	3.2	5.0	5.3
J212								0.0					1.0	20.0	20.5	22.8	24.1	5.0	15.8
J213								0.0					1.0	20.0	22.2	8.9	6.4	5.0	5.0
J214								0.7					1.0	20.0	3.0	16.6	24.4	5.0	5.0
J215								0.0					1.0	20.0	10.5	7.6	23.8	5.0	33.0
J218								0.5					1.0	20.0	3.0	5.7	13.1	5.0	5.0
J222								0.1					1.0	20.0	15.3	12.2	420.9	5.0	5.0
J223								1.5					1.0	20.0	3.0	17.4	92.7	5.0	5.0
67J													1.0	20.0	3.0	9.0	33.0	5.0	5.0
68J													1.0	20.0	3.0	9.0	57.0	5.0	5.0
70J													1.4	25.0	29.0	18.0	5486.0	5.0	8.0
71J													1.0	40.0	4.0	11.0	9.0	5.0	7.0
72J													1.0	20.0	20.0	19.0	18.0	5.0	12.0
73J													1.0	20.0	3.0	14.0	5.0	5.0	5.0
74J													1.0	20.0	15.0	9.0	8.0	17.0	5.0
75J													1.0	20.0	5.0	10.0	121.0	5.0	5.0
76J													1.0	20.0	3.0	12.0	27.0	5.0	5.0
77J													1.0	20.0	3.0	5.0	64.0	14.0	5.0
78J													1.0	20.0	3.0	9.0	23.0	5.0	5.0
79J													1.0	30.0	47.0	20.0	3914.0	5.0	10.0
81J													1.0	30.0	48.0	6.0	114.0	14.0	53.0
82J													1.0	20.0	3.0	10.0	19.0	5.0	5.0
87J													1.0	20.0	3.0	13.0	19.0	6.0	5.0
89J													1.0	210.0	67.0	11.0	157.0	5.0	6.0
90													1.0	20.0	5.0	17.0	48.0	5.0	5.0
95													1.0	20.0	19.0	10.0	354.0	12.0	6.0
98													1.0	20.0	3.0	5.0	29.0	13.0	9.0
99													1.0	20.0	4.0	9.0	81.0	5.0	6.0
100													1.0	20.0	3.0	13.0	142.0	5.0	5.0
102													1.0	20.0	3.0	25.0	17.0	5.0	5.0
105													1.0	20.0	3.0	8.0	21.0	9.0	5.0
141													1.0	20.0	5.0	5.0	19.0	5.0	22.0

Çizelge 13. Belen Granitoyidlerinden derlenen örneklerin ana oksitlerle bazı iz element analiz sonuçları ve istatistiksel özetleri (n: örnek sayısı, S.D.: Serbestlik Derecesi, Ort.: Aritmetik ortalama, S.S.: Standart Sapma, S.H.: Standart hata, E.K.: En küçük, E.B.: En büyük, t_h : 0.95 anlamlılık düzeyinde hesaplanan t değeri, t_t : tablo t değeri, A.S.: Anakitle aritmetik ortalamasının alt sınırı, Ü.S.: Anakitle aritmetik ortalaması üst sınırı)

No	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	A.Z.	S	Ag Ppm	Au Ppb	As Ppm	Co Ppm	Cu Ppm	Mo Ppm	Pb Ppm
142													1.0	20.0	20.0	14.0	71.0	12.0	19.0
143													1.0	20.0	12.0	8.0	21.0	5.0	11.0
106													1.0	20.0	3.0	8.0	28.0	7.0	5.0
107													1.0	20.0	3.0	12.0	54.0	5.0	5.0
108													1.0	20.0	3.0	14.0	522.0	5.0	5.0
109													1.0	20.0	5.0	7.0	30.0	5.0	5.0
110													1.0	20.0	7.0	11.0	464.0	11.0	5.0
111													1.0	20.0	5.0	12.0	25.0	5.0	5.0
112													1.0	20.0	3.0	7.0	24.0	7.0	5.0
113													1.0	20.0	3.0	11.0	18.0	5.0	5.0
115													1.0	20.0	3.0	7.0	536.0	5.0	5.0
116													1.0	20.0	7.0	5.0	18.0	8.0	56.0
120													1.0	120.0	96.0	23.0	198.0	5.0	5.0
121													1.0	20.0	3.0	9.0	29.0	5.0	5.0
122													1.0	20.0	3.0	12.0	24.0	5.0	5.0
124													1.0	20.0	3.0	8.0	83.0	5.0	5.0
125													1.0	20.0	3.0	5.0	39.0	12.0	5.0
126													21.0	20.0	3.0	11.0	17973.0	5.0	45.0
127													137.0	210.0	7.0	25.0	29499.0	5.0	105.0
n	15	15	15	15	15	15	15	25	15	15	15	15	61	61	61	68	68	61	68
S.D.	14	14	14	14	14	14	14	24	14	14	14	14	60	60	60	67	67	60	67
Ort.	58.4	15.0	6.3	6.2	3.0	3.0	1.6	0.6	0.23	0.15	5.1	0.23	3.6	28.7	13.7	12.5	935.1	6.3	10.5
S.S.	5.2	2.6	1.9	3.9	1.3	1.8	0.9	0.5	0.08	0.07	3.6	0.51	17.6	36.1	27.9	6.3	4200.5	2.9	16.8
S.H.	1.3	0.7	0.5	1.0	0.3	0.5	0.2	0.1	0.02	0.02	0.9	0.13	2.2	4.6	3.6	0.8	509.4	0.4	2.0
E.K.	49.9	10.6	4.3	0.3	1.2	0.4	0.4	0.0	0.10	0.10	1.4	0.01	1.0	20.0	3.0	5.0	3.2	5.0	0.0
E.B.	69.3	17.6	12.2	13.5	6.3	6.0	3.2	2.2	0.40	0.30	12.8	1.59	137.0	210.0	186.0	25.0	29499.0	17.0	105.0
Aralık	19.4	7.0	7.9	13.2	5.1	5.6	2.8	2.2	0.30	0.20	11.5	1.58	136.0	190.0	183.0	20.0	29495.8	12.0	105.0
t_h	43.3	22.8	13.0	6.2	9.3	6.4	6.8	6.6	10.99	7.99	5.5	1.77	1.6	6.2	3.8	16.4	1.8	17.2	5.2
t_t	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.14	2.14	2.1	2.14	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
A.S.	55.5	13.6	5.3	4.0	2.3	2.0	1.1	0.4	0.18	0.11	3.1	-0.05	-0.9	19.4	6.5	11.0	-81.7	5.6	6.5
Ü.S.	61.3	16.4	7.4	8.3	3.7	4.0	2.1	0.8	0.27	0.19	7.0	0.51	8.1	37.9	20.8	14.1	1951.8	7.1	14.6

Belen Granitoyidlerinin ortalama Zn içeriği 66 ppm olup bu formasyondan derlenen herhangi bir örnekte % 95 anlamlılık düzeyinde 55.2 ppm – 77.2 ppm aralığında Zn beklenmektedir (Çizelge 14). Formasyonun Zn içeriği yer kabuğu ortalama değerlerine yakın (65 ppm: Mason, 1958), ultramafik kayalar (30-50 ppm), felsik kayalar (60 ppm), granodiyoritler, granitler (39-60 ppm), kumtaşları ve karbonatlı kayalardan (16-20 ppm) yüksek (Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962), kıtasal kabuk değerleri (70 ppm: Taylor, 1964), bazaltik kayalar (105 – 130 ppm), ortaç magmatik kayalar (72 ppm), killi kayalar (80 ppm) ve şeyllerden (95 ppm) düşüktür (Turekian ve Wedepohl, 1961).

İncelenen kayaçların ortalama Ni konsantrasyonu 27 ppm olup Belen Granitoidlerinden derlenen herhangi bir örnekte % 95 anlamlılık düzeyinde ortalama 21.7 ppm – 324 ppm aralığında Ni beklenmektedir (Çizelge 14). Granitoidlerin Ni içeriği yerkabuğu (58 ppm: Vinogradov, 1962; 80 ppm: Mason, 1958), kıtasal kabuk (75 ppm: Taylor, 1964), ultramafik (2000 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962), bazaltik (130 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; 160 ppm: Vinogradov, 1962), ortaç magmatik (55 ppm: Vinogradov, 1962), killi kayaçlar ve şeyllerden (68 ppm-95 ppm) düşük, asit magmatik kayaçlar, granitler (4 ppm) ve siyenitlerle (15 ppm), kumtaşları ve karbonatlı kayaçlardan (0,1 ppm-7 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) yüksektir.

Belen Granitoidlerine ait kayaçların ortalama Cr içeriği 82 ppm olup (Çizelge 14) yerkabuğu değerleri ile (83 ppm: Vinogradov, 1962; 200 ppm: Mason, 1958) yakın, ultramafik, bazaltik ve ortaç magmatik kayaçlar (170 ppm-2000 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) killi kayaçlar ve şeyllerden (90-100 ppm) düşük, felsik, granodiyoritik, granitik ve siyenitik magmatik kayaçlarla (2-50 ppm), kumtaşları ve karbonatlı kayaçlardan (11-35 ppm) (Turekian ve Wedepohl, 1961) yüksektir.

Belen Granitoidlerinden derlenen örneklerin ortalama Ba, Sn, Nb, Rb, Sr, Th ve Zr konsantrasyonları sırasıyla 149.4, 184.5, 43.4, 70.5, 345.4, 3.4 ve 129.0 ppm'dir (Çizelge 14). Belen Granitoidlerinin Ba içeriği (149.4ppm) yerkabuğu, kıtasal kabuk, bazaltik, ortaç ve asidik kayaçlardan düşük (190-1600 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) iken ultramafik kayaçlardan yüksektir. Kayaçların Sn içerikleri (185 ppm) ise yerkabuğu, kıtasal kabuk, magmatik ve sedimanter kayaçlardan (0.5-40 ppm: Mason, 1958; Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962; Taylor, 1964; Pakiser ve Rhoda, 1967; Parker, 1967) oldukça yüksek olup yörenin Sn bakımından ayrıntılı araştırılması uygun olacaktır. Granitoidlerin Nb, Rb, Sr, Th ve Sr konsantrasyonları ise yerkabuğu ve kıtasal kabuk değerlerine yakındır.

Belen Granitoidlerine ait kayaçlarda NTE analizleri gerçekleştirilmiş ancak özellikle ağır NTE dereleri deteksiyon limitleri civarında çıkmıştır. Anlamlı sonuçlar vermesi beklenen NTE'den Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm ve Gd konsantrasyonları sırasıyla 9.5, 47.9, 18.6, 39.2, 3.1, 15.4, 1.4 ve 3.0 ppm'dir (Çizelge 14). Granitoidlerin ortalama NTE değerleri kıtasal kabuk değerlerinden düşük iken yerkabuğu ortalama değerlerine yakındır.

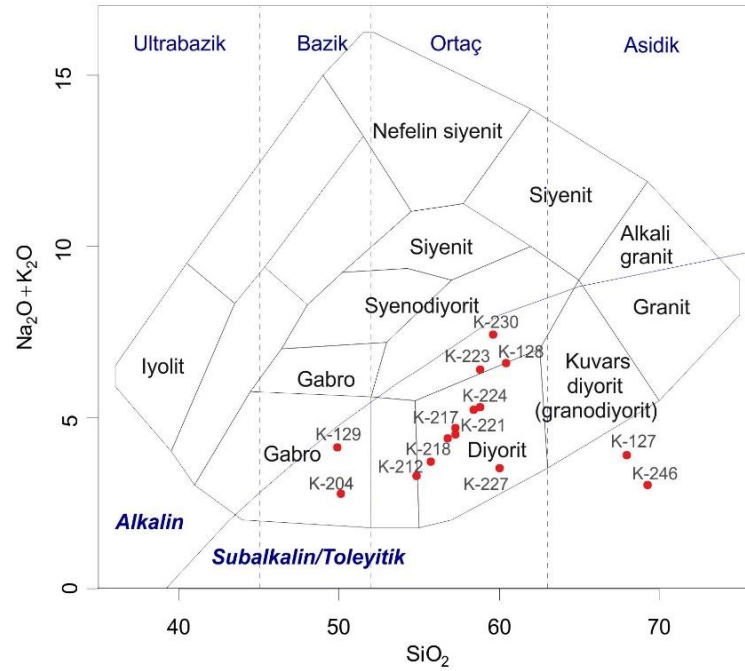
Çizelge 14. Belen Granitoyidlerinden derlenen örneklerin iz element ve bazı NTE analiz sonuçları ve istatistiksel özetleri (*n*: örnek sayısı, *S.D.*: Serbestlik derecesi, *Ort.*: Aritmetik ortalama, *S.S.*: Standart Sapma, *S.H.*: Standart hata, *E.K.*: En küçük, *E.B.*: En büyük, *t_h*: 0.95 anlamlılık düzeyinde hesaplanan *t* değeri, *t_t*: tablo *t* değeri, *A.S.*: Anakitle aritmetik ortalamasının alt sınırı, *Ü.S.*: Anakitle aritmetik ortalaması üst sınırı)

Nu	Zn Ppm	V Ppm	Ni Ppm	Cr Ppm	Ba Ppm	Sn Ppm	Nb Ppm	Rb Ppm	Sr Ppm	Th Ppm	Zr Ppm	Sc Ppm	Y Ppm	La Ppm	Ce Ppm	Pr Ppm	Nd Ppm	Sm Ppm	Gd Ppm
102	23.0	59.0	8.0																
105	19.0	24.0	17.0																
141	83.0	58.0	7.0																
142	60.0	14.0	14.0																
143	30.0	61.0	20.0																
106	54.0	34.0	17.0																
107	110.0	60.0	26.0																
108	86.0	52.0	48.0																
109	103.0	31.0	7.0																
110	42.0	25.0	23.0																
111	58.0	55.0	17.0																
112	25.0	35.0	15.0																
113	56.0	69.0	11.0																
115	43.0	39.0	6.0																
116	263.0	14.0	12.0																
120	129.0	46.0	28.0																
121	114.0	39.0	17.0																
122	87.0	85.0	12.0																
124	43.0	57.0	9.0																
125	16.0	16.0	12.0																
126	66.0	57.0	14.0																
127	135.0	79.0	19.0																
n	68	68	68	25	25	13	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
S.D.	67	67	67	24	24	12	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Ort.	66.2	58.6	27.0	82.0	149.4	184.5	43.4	70.5	345.4	3.4	129.0	9.5	47.9	18.6	39.2	3.1	15.4	1.4	3.0
S.S.	45.4	34.8	22.1	65.3	140.1	244.8	9.2	17.5	175.5	1.7	99.8	3.2	2.7	9.3	21.6	2.6	9.7	1.9	1.6
S.H.	5.5	4.2	2.7	13.1	28.0	67.9	2.4	4.5	45.3	0.4	25.8	0.8	0.7	2.4	5.6	0.7	2.5	0.5	0.4
E.K.	10.0	5.1	6.0	5.0	5.0	19.4	37.2	49.7	59.8	0.9	46.5	4.1	45.2	4.8	12.5	0.4	6.6	0.1	1.7
E.B.	263.0	190.5	78.6	273.7	565.0	771.0	73.8	95.2	564.0	6.6	458.6	17.4	55.9	41.6	92.7	9.9	41.4	6.9	7.5
Aralık	253.0	185.5	72.6	268.7	560.0	751.6	36.6	45.5	504.2	5.7	412.1	13.3	10.7	36.8	80.2	9.5	34.8	6.8	5.8
t_h	12.0	13.9	10.1	6.3	5.3	2.7	18.3	15.6	7.6	7.7	5.0	11.6	69.4	7.7	7.0	4.7	6.1	2.8	7.3
t_t	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	2.2	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
A.S.	55.2	50.2	21.7	55.0	91.5	36.6	38.3	60.8	248.2	2.5	73.7	7.7	46.5	13.4	27.2	1.7	10.0	0.3	2.1
Ü.S.	77.2	67.1	32.4	109.0	207.2	332.4	48.5	80.1	442.6	4.4	184.2	11.2	49.4	23.7	51.1	4.5	20.8	2.4	3.8

Belen Granitoyidlerinden derlenen numunelerin hangi kayaç gruplarına ait olduklarının belirlenmesi amacıyla ana oksit analizi gerçekleştirilen 15 numune kayaçlardaki toplam alkali ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) miktarlarına karşı SiO_2 değerleri kullanılarak TAS (Toplam Alkali-Silis) diyagramlarında (Cox ve ark., 1979; Middlemost, 1994) değerlendirilmiştir.

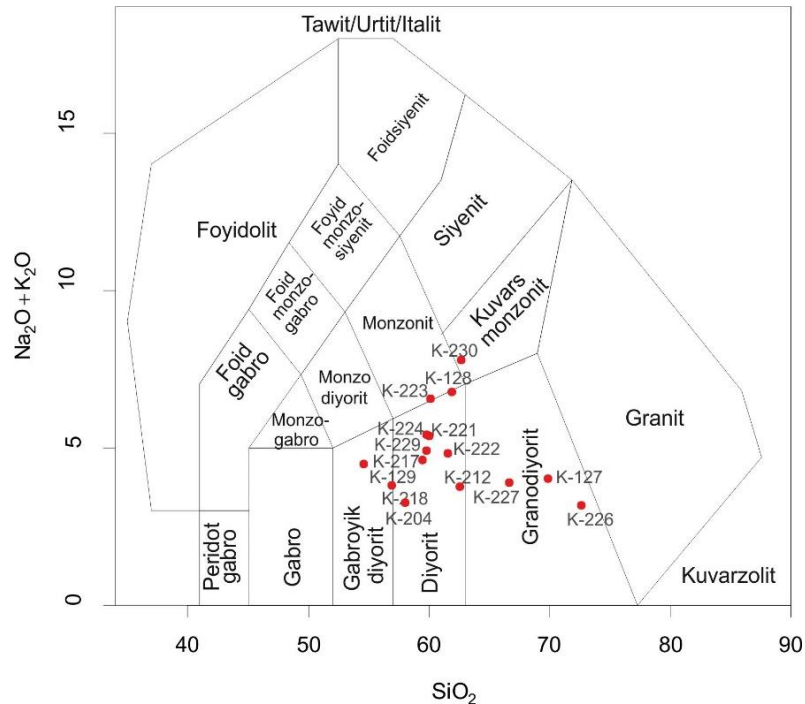
Belen granitoyidlerinden derlenen örneklerin tamamı Cox ve ark. (1979) tarafından önerilen TAS (toplam alkali-silis) diyagramında subalkalin/toleyitik alanda

yer almaktadırlar. Analizi gerçekleştirilen 15 numuneden 3'ü gabro, 7'si diyorit, 3'ü siyenodiyorit, 2'si ise granodiyorit alanında yer almaktadır (Şekil 38).



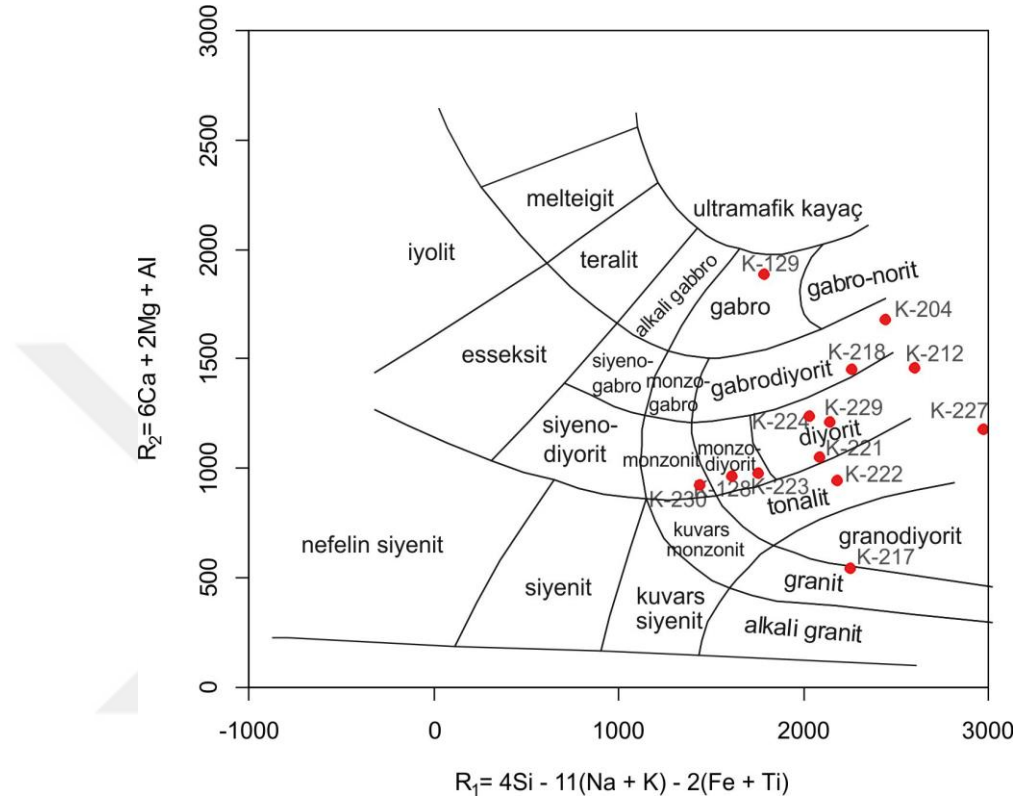
Şekil 38. Belen Granitoidlerinin TAS (Cox ve ark., 1979) diyagramındaki konumları

Belen granitoidlerinden derlenen örnekler Middlemost (1994) tarafından önerilen TAS (toplam alkali-silis) diyagramında değerlendirildiğinde örneklerden 1'i gabroyik diyorit, 8'si diyorit, 3'ü granodiyorit, 1'i monzonit ve 1'i kuvars monzonit alanında yer almıştır (Şekil 39).



Şekil 39. Belen Granitoidlerinin TAS Middlemost (1994) diyagramındaki konumları.

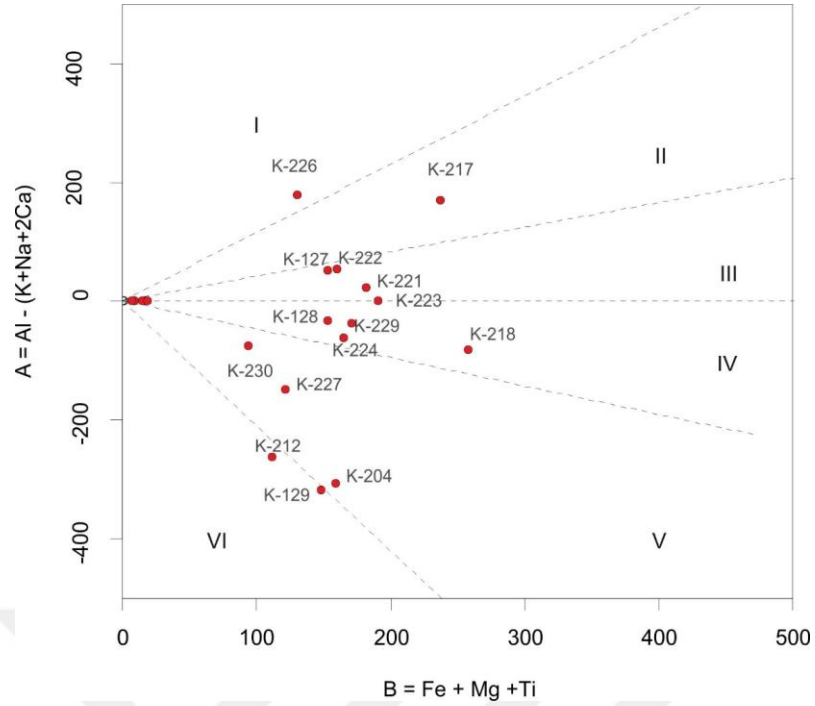
Granitoidik kayaçlar De La Roche ve ark. (1980) tarafından hem volkanik hem de magmatik kayaçlar için önerilen R_1 $[4Si-11(Na+K)-2(Fe+Ti)]$ - R_2 $(6Ca+2Mg+Al)$ diyagramında numunelerden biri gabro, 2'si gabrodiyorit, 4'ü diyorit, 2'si monzodiyorit, 1'i monzonit, 2'si tonalit ve 1'i granit alanında yer almıştır (Şekil 40).



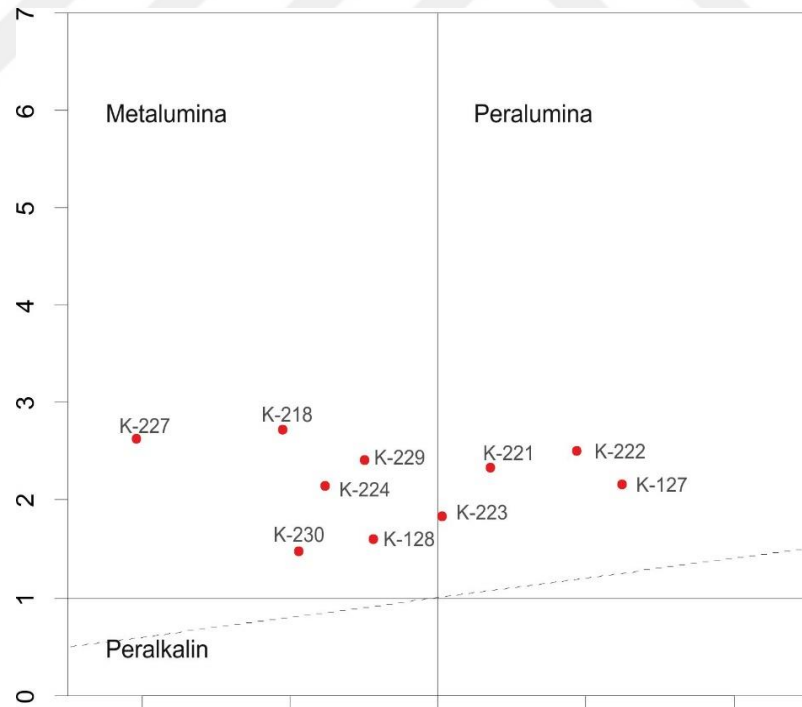
Şekil 40. Belen Granitoidlerinin R_1 - R_2 diyagramındaki (De La Roche ve ark. 1980) konumları.

Kayaçlar Debon ve Le Fort (1983) tarafından önerilen ve magmatik kayaçları alümina konsantrasyonuna göre sınıflama A $[Al - (K + Na + 2Ca)]$ - B $(Fe + Mg + Ti)$ diyagramında numunelerin çoğunluğu III (peralümina) ve IV (metaalümina) geçişinde yer alırken numunelerden 1'i I alanı (Peralumina alanı: muskovit > biyotit), 1'i II alanı (Peralumina alanı: biyotit > muskovit), 4'ü III alanı (Peralumina alanı: biyotit $\pm$ az amfibol), 4'ü IV alanı (Metaalümina alanı: biyotit, amfibol $\pm$ piroksen), 3'ü V alanı (Metaalümina alanı: klinopiroksen, $\pm$ amfibol, $\pm$ biyotit) ve 2'si VI (Metaalümina alanı: Nadir mineral parajenezi, karbonatit vb.) alan içinde yer almışlardır (Şekil 41).

Shand (1943) tarafından önerilen A/CNK, A/NK diyagramında numunelerin 4'ü peralümina alanında yer alırken diğer örnekler metaalümina alanında yer almışlardır (Şekil 42).

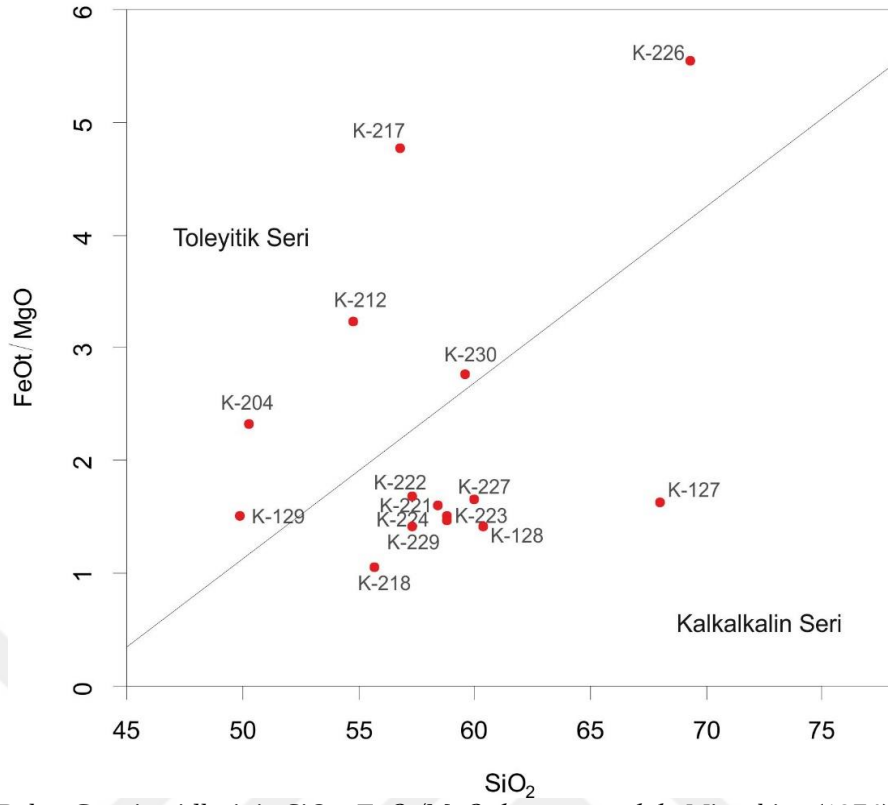


Şekil 41. Belen Granitoidlerinin A-B diyagramındaki (Debon ve Le Fort, 1983) konumları. I (Peralumina alanı: muskovit > biyotit), II (Peralumina alanı: biyotit > muskovit), III (Peralumina alanı: biyotit ± az amfibol), IV (Metaalümina alanı: biyotit, amfibol ± piroksen), V (Metaalümina alanı: klinopiroksen, ± amfibol, ± biyotit), VI (Metaalümina alanı: Nadir mineral parajenezi, karbonatit vb.)



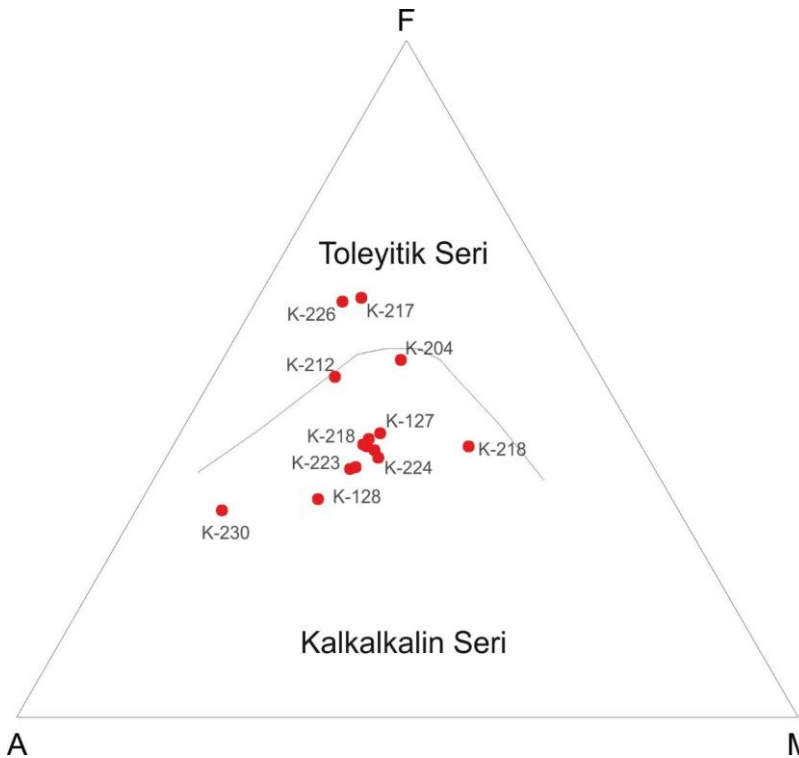
Şekil 42. Belen Granitoidlerinin A/CNK - A/NK diyagramındaki Shand (1943) konumları

Miyashiro (1974) tarafından önerilen SiO_2 , $\text{FeO}t/\text{MgO}$ diyagramında numunelerin 6'sı toleyitik seri içine yer alırken alanında yer alırken, diğer numuneler kalkalkalin seri içinde yer almışlardır (Şekil 42).



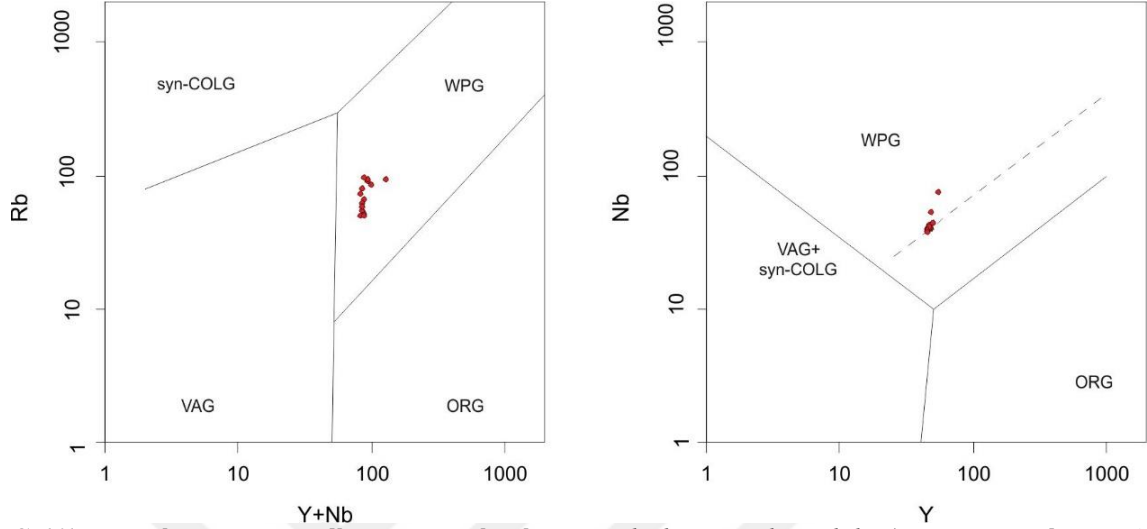
Şekil 43. Belen Granitoidlerinin SiO_2 - FeO/MgO diyagramındaki Miyashiro (1974) konumları

A-F-M üçgen diyagramında Irvine ve Baragar (1971) iki örnek dışında diğer tüm örneklerin kalkalkalin seriye ait oldukları görülmektedir (Şekil 44).



Şekil 44. Belen Granitoidlerinin AFM diyagramındaki (Irvine ve Baragar, 1971) konumları

Granitoidik kayaçların olası jeodinamik ortamının belirlenmesinde Pearce ve ark. (1984) tarafından önerilen Y+B, Rb ve Y-Nb diyagramları kullanılmıştır. Bu diyagramlarda Belen Granitoidlerine ait numunelerinin tamamı WPG (levha içi granit) alanına düşmektedir (Şekil 45).



Şekil 45. Belen Granitoidlerinin Y+Nb Rb ve Y-Nb diyagramlarındaki (Pearce ve ark, 1984) konumları. ORG (Okyanusal rift granitleri), VAG (Volkanik yay granitleri, WPG (Levha içi granitler), COLG (Çarpışma granitleri)

Belen Granitoidine ait farklı bileşimli kayaçların analiz sonuçlarındaki bileşenlerin aralarında bir ilişkinin varlığı, varsa ilişkinin şekli, yönü kuvvetinin belirlenmesi için korelasyon analizleri yapılmış ancak değerleri birçok numunede aynı sonuçlara sahip olduğu için korelasyon analizlerinde değerlendirilememiştir.

Granitoidik kayaçlarda korelasyon analizinde SiO₂ diğer bileşenlerin hiçbirisiyle pozitif korelasyona sahip olmayıp Sn ile çok kuvvetli, CaO ile kuvvetli, A.Z. ile zayıf, Co ve Ni ile çok zayıf negatif korelasyon göstermektedir (Çizelge 15). Buna göre SiO₂ diğer bileşenlerden farklı davranış göstermiştir.

Al₂O₃'te SiO₂ gibi pek çok elementle negatif korelasyona sahip olup sadece Na₂O ile kuvvetli pozitif korelasyon göstermektedir. Al₂O₃ A.Z. ve Th ile kuvvetli, MnO, As, Rb ve NTE ile zayıf negatif korelasyona sahiptir (Çizelge 15).

Kayaçlarda Fe₂O₃; TiO₂, Nb ve Zr ile çok kuvvetli, Zn, V ve NTE ile kuvvetli pozitif korelasyona sahipken, Sn ile çok kuvvetli negatif korelasyon göstermektedir.

Granitoidlerde CaO; Sn ile gösterdiği çok kuvvetli ve A.Z. ile gösterdiği kuvvetli pozitif korelasyonun dışında P₂O₅ ve Y ile zayıf negatif korelasyona sahiptir. Buna göre CaO granitoidlerde; Sn ile benzer davranış göstermiştir (Çizelge 15).

Belen Granitoyidlerinde Na_2O ; Sr ile kuvvetli, Cu ile zayıf pozitif korelasyona sahip olup Th ile çok kuvvetli, K_2O , A.Z., As ve NTE ile kuvvetli negatif korelasyon göstermektedir (Çizelge 15).

Kayaçlarda K_2O ; Rb ile çok kuvvetli, Th, Zr ve NTE ile kuvvetli pozitif, Sr ile kuvvetli, Cr ile çok zayıf negatif korelasyona sahiptir. TiO_2 ; Nb, Y ve Gd ile çok kuvvetli, V, La, Ce, Pr, Nd ve Sm ile kuvvetli pozitif, Sn ve Sr ile zayıf negatif korelasyona sahiptir. Granitoyidik kayaçlarda P_2O_5 -Sn, Zn-Nb ve Nb-Zr çiftleri de çok kuvvetli pozitif korelasyona sahiptirler (Çizelge 15).

Sc dışında NTE ise birbirleri, Nb, Th ve Zr ile çok kuvvetli, Fe_2O_3 , K_2O , TiO_2 , As, Zn ve Rb ile kuvvetli pozitif korelasyon göstermektedirler. NTE; ayrıca Sr ve Na_2O ile kuvvetli, Al_2O_3 ile zayıf negatif korelasyona sahiptir (Çizelge 15).

Belen Granitoyidlerinde gerçekleştirilen korelasyon analizlerine göre ilk bakışta NTE, Fe_2O_3 , K_2O , TiO_2 , As, Zn ve Rb benzer davranışlara sahip olup ayrı bir grup oluşturmaktadırlar. Ayrıca yine aralarında pozitif korelasyonlar gösteren Na_2O -Sr, C-Pb, Co-Ni ve MnO-A.Z. ayrı ayrı gruplar oluşturmaktadırlar. Bileşenlerin dağınık olarak gruplarda yer alması her ne kadar granitoyidik kayaçlar olarak tanımlansa da bu kayaçların da litolojik özelliklerine göre granit, granodiyorit, diyorit ve siyenit olarak ayrı ayrı değerlendirilmesinin uygun olacağı düşünülmektedir.

Bileşenlerin arasında herhangi bir kümelenme olup olmadığının anlaşılması için korelasyon katsayıları kullanılarak yapılan küme (cluster) analizlerine göre hazırlanan küme analizi dendrogramında Fe-K-Ti-NTE grubu, MnO-A.Z. grubu, Cr-V Grubu, Na_2O - Al_2O_3 -MgO grubu ve SiO_2 -Cu-Pb-Au Grubu olmak üzere beş ana grup ayırt edilmektedir (Şekil 46).

Küme analizi dendrogramında ilk grup Fe-K-Ti-NTE grubu olup bu grup aralarında çok kuvvetli pozitif korelasyonlar bulunan La-Ce-Pr-Nd-Sm-Th kümesine sırasıyla eklenen (Nb-Zr)-Y, K_2O -Rb ve TiO_2 - Fe_2O_3 alt grupları ile bu kümeye eklenen, Zn, As ve Co-Ni bileşenleri ile temsil edilmektedir (Şekil 38). Bu kümenin granitoyidik kayaçlarda ana bileşenlerden K-feldispat, mika ve piroksenlere bağlı olarak geliştiği ve NTE'nin özellikle K ve Fe ile birlikte davrandığı ortaya çıkmaktadır.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	A.Z.	S	Au	As	Co	Cu	Pb	Zn	V	Ni	Cr	Ba	Sr	Nb	Rb	Sr	Th	Zr	Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Gd	
SiO ₂	1,00	0,05	-0,03	-0,80	-0,23	0,04	0,05	-0,14	0,16	-0,27	-0,51	-0,19	-0,20	0,27	-0,35	0,04	0,17	-0,14	-0,26	-0,44	-0,01	0,04	-0,97	-0,20	0,06	0,12	0,14	-0,06	-0,14	0,20	-0,02	-0,03	-0,02	-0,03	-0,06	-0,03	
Al ₂ O ₃		1,00	0,15	-0,43	0,45	0,74	-0,35	0,04	0,40	-0,56	-0,82	-0,16	0,41	-0,48	-0,23	0,21	0,01	-0,07	0,37	-0,15	0,10	0,18	-0,11	-0,16	-0,55	0,48	-0,62	-0,11	0,32	-0,27	-0,51	-0,52	-0,50	-0,50	-0,45	-0,43	
Fe ₂ O ₃			1,00	-0,41	0,07	-0,39	0,44	0,93	0,42	-0,07	-0,18	-0,17	0,18	-0,05	0,20	-0,30	-0,22	0,69	0,78	0,19	0,27	0,01	-0,97	0,88	0,32	-0,36	0,56	0,87	0,50	0,82	0,69	0,68	0,68	0,68	0,72	0,75	
CaO				1,00	0,11	-0,13	-0,20	-0,29	-0,43	0,43	0,68	0,16	0,05	-0,22	0,36	-0,10	-0,15	-0,15	-0,15	-0,18	0,38	-0,02	-0,19	0,99	-0,17	-0,11	-0,07	-0,15	-0,33	-0,05	-0,41	-0,13	-0,11	-0,14	-0,13	-0,15	-0,18
MgO					1,00	0,34	-0,54	-0,07	0,14	-0,26	-0,48	-0,20	0,13	-0,51	-0,19	-0,33	-0,49	-0,35	0,43	-0,15	0,76	-0,32	0,79	-0,21	-0,65	0,58	-0,47	-0,29	0,77	-0,33	-0,38	-0,43	-0,44	-0,45	-0,45	-0,41	
Na ₂ O						1,00	-0,65	-0,37	0,13	-0,41	-0,62	-0,15	0,08	-0,72	-0,23	0,46	0,22	-0,32	0,00	-0,15	0,11	0,12	0,34	-0,52	-0,73	0,68	-0,87	-0,49	0,05	-0,61	-0,81	-0,79	-0,77	-0,78	-0,74	-0,73	
K ₂ O							1,00	0,51	0,17	0,19	0,35	-0,02	0,06	0,45	0,09	-0,05	0,19	0,40	0,12	0,09	-0,41	0,53	-0,13	0,57	0,96	-0,67	0,72	0,64	-0,19	0,63	0,69	0,70	0,73	0,75	0,75	0,74	
TiO ₂								1,00	0,53	-0,09	-0,02	-0,21	0,01	-0,04	0,22	-0,16	-0,23	0,09	0,60	0,10	0,21	0,04	-0,47	0,96	0,40	-0,45	0,57	0,94	0,31	0,85	0,74	0,74	0,77	0,78	0,83	0,85	
P ₂ O ₅									1,00	-0,50	-0,44	-0,35	-0,29	-0,08	-0,16	0,22	0,22	0,45	0,57	-0,19	0,19	0,33	0,98	0,36	0,02	-0,21	0,00	0,32	0,16	0,28	0,12	0,10	0,19	0,20	0,25	0,25	
MnO										1,00	0,58	0,17	-0,29	0,01	0,27	0,13	0,28	0,00	-0,38	0,21	-0,03	0,08	-0,68	0,09	0,34	-0,14	0,24	-0,02	-0,10	0,05	0,20	0,26	0,20	0,22	0,21	0,19	
A.Z.											1,00	0,33	-0,25	0,71	0,32	-0,04	0,06	0,14	-0,33	0,30	-0,37	-0,05	0,70	0,20	0,52	-0,55	0,43	0,14	-0,46	0,09	0,41	0,43	0,42	0,43	0,40	0,36	
S												1,00	-0,17	0,52	-0,11	0,05	-0,10	-0,12	-0,39	-0,07	-0,33	-0,25	0,71	-0,09	0,12	0,00	0,14	-0,07	-0,32	-0,06	0,13	0,09	0,06	0,05	0,01	0,00	
Au													1,00	0,29	0,35	0,54	0,43	0,20	0,01	-0,04	0,00	0,38	0,10	-0,15	-0,11	0,25	-0,11	0,17	0,13	0,15	-0,15	-0,18	-0,19	-0,19	-0,19	-0,14	
As														1,00	0,13	-0,02	0,00	0,08	-0,11	-0,06	-0,21	-0,22	-0,12	0,55	0,61	-0,77	0,70	0,60	-0,45	0,26	0,75	0,77	0,77	0,76	0,73	0,68	
Co															1,00	0,22	-0,02	0,20	0,37	0,55	0,23	-0,02	-0,38	0,39	0,11	-0,19	0,31	0,30	0,09	0,23	0,41	0,46	0,40	0,38	0,37	0,36	
Cu																1,00	0,72	0,22	0,03	-0,09	-0,11	0,53	-0,06	-0,20	-0,02	-0,01	-0,45	-0,21	-0,51	-0,30	-0,43	-0,37	-0,32	-0,29	-0,22	-0,26	
Pb																	1,00	0,48	-0,12	-0,09	-0,34	0,45	0,23	-0,12	0,23	-0,22	-0,21	-0,11	-0,50	-0,12	-0,25	-0,18	-0,14	-0,10	-0,04	-0,08	
Zn																		1,00	0,48	-0,12	-0,09	-0,34	0,45	0,23	-0,12	0,23	-0,22	-0,21	-0,11	-0,50	-0,12	-0,25	-0,18	-0,14	-0,10	-0,04	-0,08
V																			1,00	0,08	0,21	0,24	0,34	0,48	0,87	0,36	-0,49	0,54	0,82	0,00	0,73	0,70	0,74	0,76	0,76	0,80	0,79
Ni																			1,00	0,63	0,69	0,33	-0,61	0,68	-0,06	-0,07	0,16	0,64	0,64	0,49	0,36	0,35	0,38	0,37	0,42	0,45	
Cr																				1,00	0,57	0,51	0,03	0,38	0,09	-0,12	0,24	0,30	0,09	0,18	0,35	0,40	0,34	0,33	0,32	0,32	
Ba																					1,00	0,21	-0,46	0,13	-0,45	0,48	-0,12	0,00	0,70	0,07	-0,04	-0,06	-0,07	-0,08	-0,07	-0,02	
Sn																						1,00	0,13	0,07	0,41	-0,14	-0,11	0,11	-0,31	0,07	-0,12	-0,08	-0,01	0,04	0,10	0,08	
Nb																							1,00	-0,71	-0,20	0,59	-0,48	-0,73	-0,88	-0,71	-0,41	-0,48	-0,31	-0,28	-0,33	-0,37	
Rb																								1,00	0,52	-0,53	0,69	0,96	0,18	0,87	0,84	0,86	0,87	0,88	0,92	0,92	
Sr																									1,00	-0,72	0,80	0,58	-0,30	0,61	0,73	0,75	0,76	0,79	0,77	0,74	
Th																									1,00	-0,66	-0,54	0,23	-0,48	-0,65	-0,66	-0,67	-0,69	-0,69	-0,64		
Zr																									1,00	0,72	-0,01	1,00	0,12	0,90	0,85	0,86	0,88	0,88	0,91	0,92	
Sc																										1,00	0,06	0,02	-0,02	-0,04	0,03	0,02					
Y																										1,00	0,89	0,88	0,90	0,90	0,91	0,94					
La																										1,00	0,99	0,99	0,98	0,98	0,96	0,96					
Ce																										1,00	0,99	0,99	0,97	0,97							
Pr																										1,00	0,99	0,99	0,97	0,97							
Nd																										1,00	0,99	0,99	0,97	0,97							
Sm																										1,00	0,99	0,99	0,97	0,97							
Gd																										1,00	0,99	0,99	0,97	0,97							

AÇIKLAMALAR

Çok kuvvetli pozitif korelasyon (1,00-0,85)

Kuvvetli pozitif korelasyon (0,85-0,60)

Zayıf pozitif korelasyon (0,60-0,45)

Çok zayıf pozitif korelasyon (0,45-0,30)

Korelasyon yok (0,30) - (-0,30)

Çok zayıf negatif korelasyon (-0,30)-(-0,45)

Zayıf negatif korelasyon (-0,45)-(-0,60)

Kuvvetli negatif korelasyon (-0,60)-(-0,85)

Çok kuvvetli negatif korelasyon (-0,85)-(-1,00)

Çizelge 15. Belen Granitoidlerinde analizi yapılan bileşenlerin aralarındaki korelasyon katsayıları

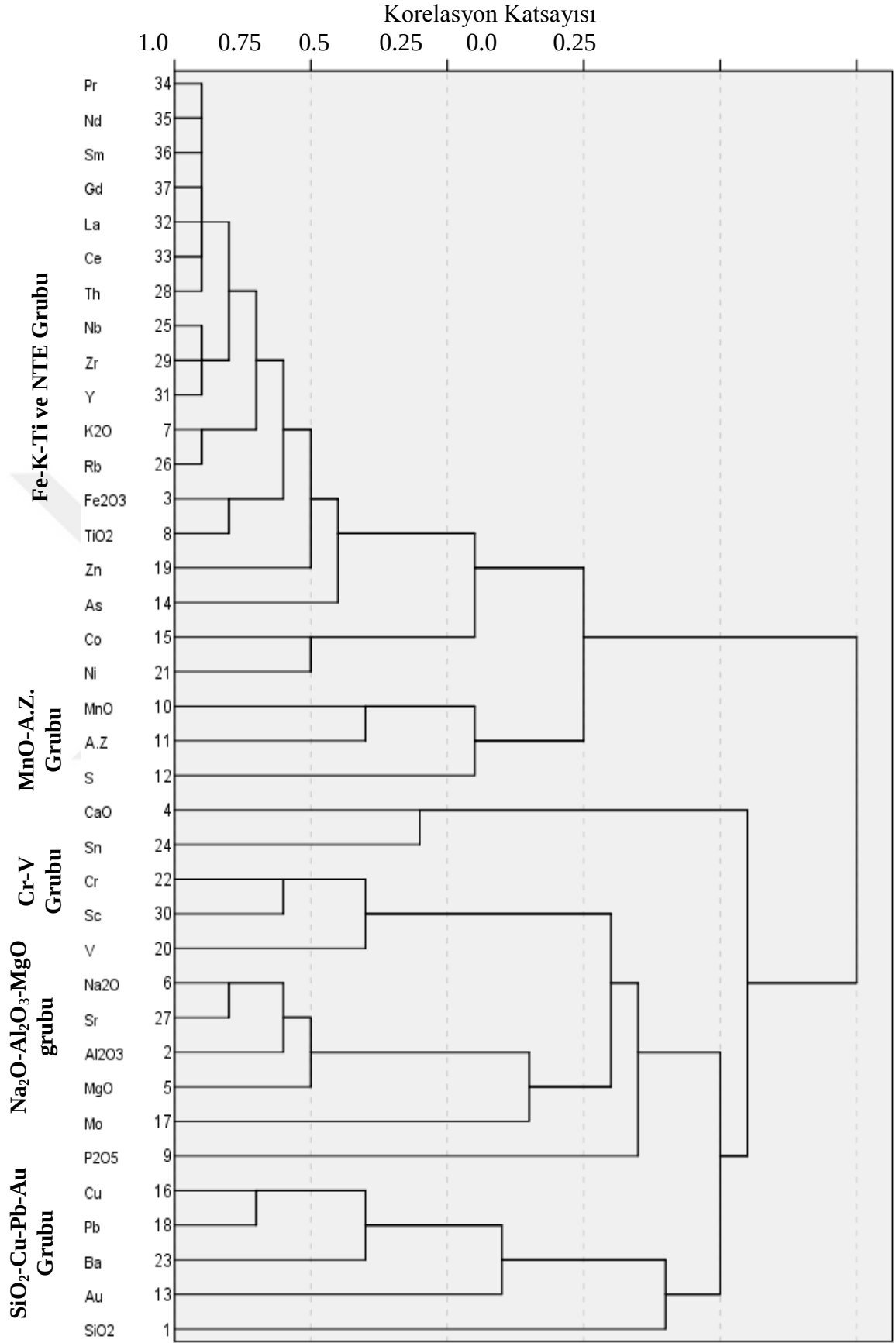
Granitoyidik kayalara ait dendrogramda ikinci grup MnO-A.Z. Grubu olup bu grup (MnO-A.Z.)-S ile temsil edilmektedir. Bir bakıma sülfidli mineralizasyona işaret eden bu grup farklı litolojik özelliklere sahip olan magmatik kayaların birlikte değerlendirilmesine bağlı olarak ortaya çıkmıştır (Şekil 46).

Küme analizi dendrogramında üçüncü grup Cr-V Grubu olup bu grup (Cr-Sc)-V ile temsil edilmektedir. Bu grubun inceleme alanında yaygın olarak gözlenen mafik kayalara bağlı olduğu düşünülmektedir (Şekil 46).

Dendrogramda dördüncü grup $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{MgO}$ grubu olup $\text{Na}_2\text{O}-\text{Sr}$ çiftine sırasıyla eklenen Al_2O_3 , MgO ve Mo ile temsil edilmektedir (Şekil 46). Bu grup mafik kayalarda yaygın olan sodik piroksen, amfibol ve plajiyoklaslara bağlı ortaya çıkmıştır.

Granitoyidik kayalarda beşinci ve son grup ise $\text{SiO}_2-\text{Cu}-\text{Pb}-\text{Au}$ grubu olup bu grup Cu-Pb çiftine sırasıyla eklenen Ba, Au ve SiO_2 ile temsil edilmektedir. İnceleme alanında Tötek Tepe ve Dedegümedi Tepe civarından alınan birkaç örnekte ölçülen yüksek Au, Pb, Cu ve Ag değerinden dolayı bu elementlerin sahada birlikte davrandıkları ortaya çıkmaktadır. Bu elementlerin yöredeki kayalarda granitoyidik kayaların genelinden çok daha fazla konsantre olması ve SiO_2 'in de zayıf olarak bu gruba eklenmesi epijenetik olarak yerleşen bir hidrotermal cevherleşmeyi yansıtmaktadır. Petrografik incelemelerde gözlenen kalkopirit ve galenitlerle pirit ve pirrotin gibi Fe sülfidlerin yaygın olduğu bölgede Fe ve S'ün bu grupta yer almaması orijinal kayaç bileşimi, hidrotermal alterasyon ve yüzey koşullarında gerçekleşen ayrışmaya bağlanabilmektedir.

Belen Granitoyidlerinden derlenen 68 numunede istatistiksel analizlerde ana oksit, iz element ve NTE'nin sayısı 38 olup gümüş (Ag) birçok numunede aynı değere sahip olduğu için faktör analizlerinde değerlendirmeye alınmamıştır. Değerlendirmeye alınan 37 bileşenin davranışlarına etki eden faktörlerin ortaya konulması için kimyasal analiz sonuçları kullanılarak her birinin ayrı bir faktöre bağlı olarak inceleme alanında bulundukları dikkate alınmış ve faktör analizleri yapılmıştır. Belen Granitoyidlerinde 37 faktör içinde başlangıç etki derecesi (eigenvalue) 1'in üzerinde olan ilk 6 faktör kümülatif değişimin % 92.3'ünü karşılamaktadır (Çizelge 16). Diğer 31 faktörün elementlerin dağılımına etkisi ihmal edilebilecek derecede düşüktür. Belirlenen 6 faktörde bileşenlerin faktör yükleri hesaplanarak faktör-yük diyagramları çizilmiştir (Şekil 47).



Şekil 46. Belen Granitoidlerinden derlenen kayaç örneklerine ait kimyasal analiz sonuçlarına uygulanan küme (cluster) analizi dendrogramı

Çizelge 16. Belen Granitoyidlerinde ilk 6 faktörün başlangıç ve kümülatif değişime etkisi

Faktör No	Başlangıç etki değeri	Değişim içindeki % Payı	Kümülatif değişim %
1. Faktör	19.10	51.61	51.61
2. Faktör	6.33	17.12	68.73
3. Faktör	3.65	9.87	78.61
4. Faktör	2.32	6.26	84.87
5. Faktör	1.69	4.56	89.43
6. Faktör	1.05	2.84	92.27

Granitoyidlerde 37 faktör içindeki etkisi 19.1 olan birinci faktörün kümülatif değişime etkisi % 51.6'dır. Birinci faktör Fe_2O_3 , K_2O , TiO_2 , A.Z., As, Co, Zn, Nb, Rb, Th, Zr, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm ve Gd'un önemli pozitif faktör yüklerine karşılık, Al_2O_3 , MgO, Na_2O , Cu, Sn ve Sr'un önemli negatif faktör yükleri ile temsil edilmektedir. (Şekil 47). Pozitif ve negatif faktör yüklerine sahip olan bileşenler küme analizi dendrogramı ile karşılaştırıldığında önemli pozitif faktör yüklerine sahip olan bileşenler dendrogramda tanımlanan Fe-K-Ti-NTE grubu ile negatif faktör yüklerine sahip olan bileşenler ise küme analizi dendrogramındaki 4. Grubu oluşturan Na_2O - Al_2O_3 -MgO grubu ile tam olarak örtüşmektedir. Bu faktör Belen Granitoyidleri içinde oldukça yaygın olan gabro ve dolerit gibi bazik kayaların oluşum koşullarını yansıtmaktadır. Bazik kayaların ilişkide oldukları ortaç ve felsik magmatik kayalardaki Fe, K, Ti, As, Co, Zn, Nb, Rb, Th, Zr ve NTE'ni çözerek uzaklaştıran ve yerlerine Na ve Al'lu mineralleri yerleştiren sodik piroksen ve amfibollerle plajiyoklasların oluşumunu sağlayan etkisini göstermektedir.

Değişimin % 17.12'sini karşılayan ikinci faktör Al_2O_3 , Fe_2O_3 , V, Cr ve Sc'un önemli pozitif faktör yükleri ile CaO, A.Z. ve S'un önemli negatif faktör yükleri ile temsil edilmektedir (Şekil 47). Pozitif faktör yüklerine sahip olan bileşenler küme analizi dendrogramındaki Cr-V grubu ile örtüşürken Na_2O - Al_2O_3 -MgO Grubu ve Fe-K-Ti-NTE grubunun ana oksitleri ile kısmen örtüşmektedir. Negatif yüklü bileşenler ise küme analizi dendrogramında ayrı gruplarda yer alan CaO ile A.Z. – S çiftleri ile örtüşmektedir. Granitoyidik kayaların homojen bir kayaç topluluğu olmaması bu bileşenlerin ayrı gruplarda kalmasına neden olduğu düşünülmektedir. Bu faktör magmatik kayalarda meydana gelen yüzey ayrışmasını göstermektedir. Bazı mafik minerallerde meydana gelen alterasyon nedeniyle yüzeye yakın zonlarda Al, Fe, V ve Cr biriktirilmiş buna karşılık CaO meteorik sulara yer alan CO_2 ile reaksiyona girerek daha derin zonlardaki kırık ve çatlaklarda ikincil karbonatları oluşturmuştur. Bu esnada S'te daha aşağı zonlara hareket etmiştir.

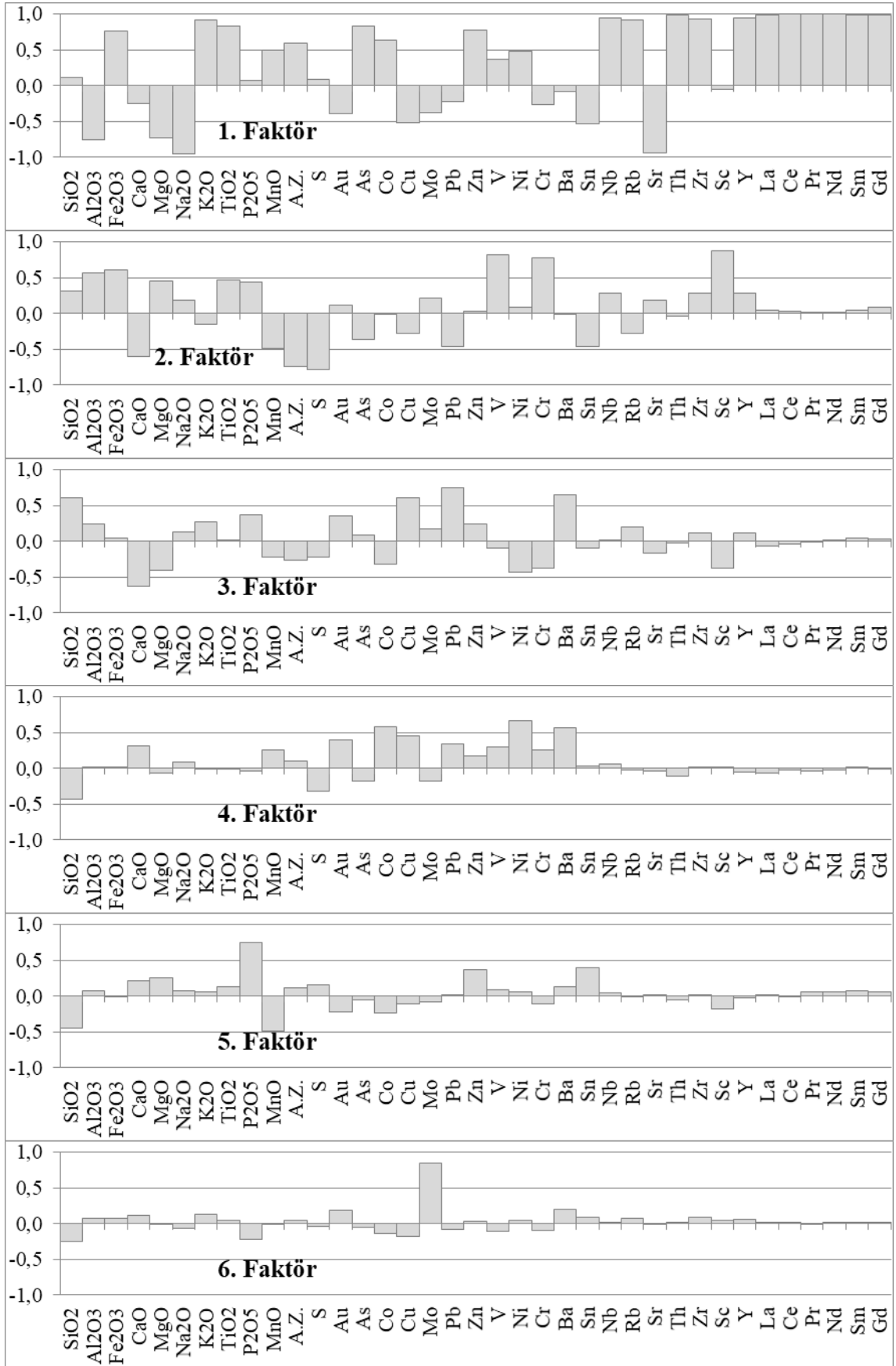
Belen Granitoyidlerinde toplam değişimin % 9.9'unu karşılayan üçüncü faktör SiO_2 , Cu, Pb ve Ba'un önemli pozitif yükleri ile birlikte Au, Mo ve Zn'un zayıf pozitif, faktör yüklerine karşılık, CaO'in önemli negatif, Co, Ni, Cr ve Sc'un zayıf negatif faktör yükleri ile temsil edilmektedir (Şekil 47). Bu faktörde pozitif faktör yüklerine sahip olan bileşenler küme analizi dendrogramındaki SiO_2 -Cu-Pb-Au Grubu ile tam olarak örtüşürken pozitif faktör yüküne sahip olan bileşenler CaO ile birlikte Cr-V grubu ile örtüşmektedir. Bu faktör granitoyidik kayaçlarda ayrışma süreçlerinin indirgen şartlarda devam ettiğini yani su altı ortamda ayrışmaya işaret etmektedir. Kayaçlardaki Si ile birlikte Cu, Pb, Ba ve Au'nun yıkanmasını sağlayan mafik daykların etkisiyle CaO, Cr, Ni, V ve Sc'un yerleştiklerini göstermektedir.

Belen Granitoyidlerinde dördüncü faktör değişimin % 6.3'ünü karşılamakta olup Co, Ni, Ba'un önemli, CaO, Au, Cu ve Pb'nun zayıf pozitif faktör yüklerine karşılık, SiO_2 ve S'un zayıf negatif faktör yükleri ile temsil edilmektedir (Şekil 47). Pozitif faktör yüklerine sahip olan Au, Cu, Pb ve Ba gibi bileşenler SiO_2 hariç tutulursa küme analizi dendrogramındaki SiO_2 -Cu-Pb-Au grubu ile örtüşürken SiO_2 ve S'un negatif faktör yüklerine sahip olmaları magmatik kayaçlarda sülfidli mineralizasyon ve kuvarslı gang minerallerini oluşturan epijenetik hidrotermal aktiviteleri göstermektedir. Böylece açığa çıkan Cu ve Pb içeren sülfidli minerallerden galenit ve kalkopiritler oluşmuştur.

Değişimin % 4.6'sını karşılayan beşinci faktörde P_2O_5 'in önemi pozitif faktör yüküne ek olarak MgO, CaO, Zn ve Sn'un zayıf pozitif faktör yüklerine karşılık SiO_2 , MnO, Au ve Cu'nun zayıf negatif faktör yükleri ile temsil edilmektedir (Şekil 47). P_2O_5 , CaO ve MgO'in pozitif faktör yükleri bu elementleri bulunduran eser minerallerden apatitin de hidrotermal aktivitelerle alterasyona uğradığını göstermektedir.

Granitoyidlerde değişimin % 2.8'ini karşılayan 6. Faktör ise sadece Mo'in önemli pozitif faktör yükü ile temsil dilmektedir (Şekil 47). Molibdenin ortamda azalmasını sağlayan hidrotermal aktivitelerin devam ettiğini gösteren bu faktörde SiO_2 'in zayıf negatif faktör yüküne sahip olması bu savı doğrulamaktadır.

Faktör analizlerine göre granitoyidik kayaçlarda gabro ve diyorit gibi mafik kayaçlarla granit, granodiyorit ve siyenit gibi felsik ve ortaç kayaçların birlikte değerlendirilmesi bu kayaçlardaki element konsantrasyonlarına etki eden faktörlerin kesin sınırlarla ayrılmasını engellemektedir.



Şekil 47. Belen Granitoidlerinde elementlerin davranışlarına etki eden ilk 6 faktöre ait faktör – yük grafikleri.

4.3.2. Dere sedimanları

Çalışma alanından alınan 112 adet dere sedimanı örneklendiği, yapılan analizlerden sonra prospeksiyon için gerekli olan iz element (Au, Ag, As, Bi, Co, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, V, Zn) analizine tabi tutulmuştur. Analizi gerçekleştirilen iz elementlerden bazıları (Au: 20 ppb, Ag: 1 ppm, Sb: 5 ppm) deteksiyon limitinin altında kaldığı için istatistiksel değerlendirmeye alınmamıştır. Mo ise sadece iki numunede deteksiyon limiti (5 ppm) üzerinde (20.7 ve 11.4 ppm) değer vermiştir. Dolayısıyla Mo'nun da istatistiksel analizi yapılmamıştır (Çizelge 17).

Dere sedimanlarında istatistiksel değerlendirmeye alınan elementler için gerçekleştirilen student t testine göre bütün elementlerde hesaplanan t değeri tablo t değerinden büyük çıkmış olup yapılan yorumlar % 95 olasılıkla tutarlıdır (Çizelge 17).

Gümeli çevresindeki dere sedimanlarının ortalama Cu içeriği 35 ppm olup yöreden derlenecek herhangi bir örnekte ortalama 31 ppm - 39 ppm arasında Cu beklenmektedir (Çizelge 17). Dere sedimanlarının ortalama Cu içerikleri yerkabuğu (45 ppm: Mason, 1958), kıtasal kabuk (55 ppm: Taylor, 1964), mafik magmatik kayalar (87-100 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962), killi kayalar ve şeyllerden (45-57 ppm) düşük, ultramafik, nötr ve felsik magmatik kayalar, killi kayalar, kumtaşları ve karbonatlı kayalardan (5-30 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) yüksektir. İnceleme alanında Cu yönünden ayrıntılı araştırma yapılması uygun olacaktır.

İncelenen dere sedimanlarının ortalama Pb içeriği 22.5 ppm olup yöreden derlenecek herhangi bir örnekte % 95 ihtimalle ortalama 19.7-25.4 ppm arasında Pb beklenmektedir (Çizelge 17). Dere sedimanlarının ortalama Pb içerikleri yerkabuğu, kıtasal kabuk, magmatik ve sedimanter kayalardan (0.1-20 ppm: Mason, 1958; Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962; Taylor, 1964; Pakiser ve Rhoda, 1967; Parker, 1967) yüksektir. Göktepe ve Hamzafakılı formasyonları üzerinden derlenen bazı dere sedimanı örneklerinde 90 ppm'in üzerinde Pb belirlenmiştir. Dolayısıyla inceleme alanında Pb bakımından pozitif bir anomali bulunmakta olup yüksek Pb değerlerinin ölçüldüğü örneklerin beslenme alanlarında ayrıntılı araştırmalar yapılması uygun olacaktır.

Gümeli çevresindeki sedimanlarının ortalama Zn miktarı 81.3 ppm olup yöreden derlenecek herhangi bir örnekte % 95 ihtimalle ortalama 75-88 ppm arasında Zn

beklenmektedir (Çizelge 17). Dere sedimanlarının ortalama Zn içerikleri yerkabuğu, kıtasal kabuk, ultramafik, ortaç ve felsik magmatik kayalarla kumtaşları ve karbonatlı kayalara yakın veya düşük (30-72 ppm) iken bazaltik kayalar, siyenitler, killi kayalar ve şeyllerden (95-130 ppm) düşüktür Mason, 1958; Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962; Taylor, 1964; Pakiser ve Rhoda, 1967; Parker, 1967). Bazı örneklerde 300 ppm'e yakın Zn değerleri ölçülmüş olup inceleme alanında Zn bakımından detaylı araştırmaların yapılması uygun olacaktır.

İncelenen dere sedimanlarının ortalama As (arsenik) içeriği 12.5 ppm olup yöredeki dere sedimanlarından alınacak herhangi bir örnekte % 95 olasılıkla 10.9-14.1 ppm aralığında As beklenmektedir (Çizelge 17). Dere sedimanlarının ortalama As içeriği yerkabuğu, kıtasal kabuk, ultramafik, mafik, nötr ve felsik kayalarla, killi kayalar, kumtaşları ve karbonatlı kayalardan yüksek (0.5-6.6 ppm; Mason, 1958; Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962; Taylor, 1964; Pakiser ve Rhoda, 1967; Parker, 1967), şeyllerden (13 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961) düşüktür. Arsenik miktarı yörede gerçekleşen epijenetik hidrotermal aktivitelere bağlı olarak yüksek çıkmaktadır.

Dere sedimanlarının ortalama Ni içeriği 36 ppm olup yöreden derlenecek herhangi bir örnekte ortalama 32.4 - 38.7 ppm arasında Ni beklenmektedir (Çizelge 17). Bu örneklerin ortalama Ni içerikleri yerkabuğu (80 ppm: Mason, 1958), kıtasal kabuk (75 ppm: Taylor, 1964; Pakiser ve Rhoda, 1967; Parker, 1967), ultramafik, mafik ve ortaç magmatik kayalar (55-2000 ppm) magmatik kayalar, killi kayalar ve şeyllerden (Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) düşük, nötr ve felsik magmatik kayalar, kumtaşları ve karbonatlı kayalardan (2-30 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) yüksektir. Dolayısıyla inceleme alanında Ni bakımından negatif bir anomali vardır.

İnceleme alanından derlenen dere sedimanlarının ortalama Bi, Co ve V içerikleri sırasıyla 6.8 ppm, 18.9 ppm ve 55.5 ppm'dir. Dere sedimanlarında en yüksek Bi 12.5 ppm, en yüksek Co 158 ppm ve en yüksek V 146 ppm'dir (Çizelge 17). Bi ve Co değerleri Dede Tepe doğusunda Hamzafakılı Formasyonu üzerinde bulunan fayın çevresinde gelişen dere sedimanlarında yüksek V içerikleri ise Çatalkestane Tepe güneyinde Göktepe Formasyonu üzerinde bulunan dere sedimanlarında ölçülmüştür. Her iki anomali bölgesi de Tötek Tepe çevresinde olup Belen Granitoidlerine oldukça yakın mesafededir.

Çizelge 17. *İnceleme alanındaki dere sedimanlarından derlenen örneklerde bazı iz element analiz sonuçları ve istatistiksel özetleri (F: İlişkide olduğu jeolojik birim; H: Hamzafaklı formasyonu, G: Göktepe formasyonu, B: Belen Granitoyidi, Ç. Çaycuma formasyonu; Tablo t değeri: 1.98)*

Nu. No	F	As Ppm	Bi Ppm	Co Ppm	Cu Ppm	Ni Ppm	Pb Ppm	V Ppm	Zn Ppm	Nu. No	F	As Ppm	Bi Ppm	Co Ppm	Cu Ppm	Ni Ppm	Pb Ppm	V Ppm	Zn Ppm
J201	H	15.1	8.9	20.7	27.0	40.4	29.5	32.1	103.1	2J277	G	17.5	9.4	26.1	30.0	45.6	25.5	62.9	93.1
J204	H	15.8	10.2	25.3	36.7	41.7	26.7	52.5	99.4	2J278	G	12.5	6.8	22.5	27.8	38.8	28.0	41.2	98.9
J205	H	18.0	8.2	16.5	29.7	33.9	41.3	56.2	79.5	2J279	G	15.4	7.7	25.5	30.7	44.6	35.7	59.8	95.0
J206	H	27.8	7.8	19.3	41.8	38.9	54.9	46.7	85.3	2J280	G	18.3	8.6	37.5	38.7	45.6	47.5	34.4	100.0
J207	H	14.7	8.6	17.5	26.4	32.8	23.4	70.4	82.2	2J281	G	13.6	6.3	26.5	32.0	47.0	32.7	47.0	104.2
J208	H	34.1	12.5	157.7	64.4	176.0	26.2	20.1	299.0	2J282	G	11.7	7.9	15.4	28.9	30.5	18.7	87.6	116.8
J209	H	17.5	6.2	15.4	15.4	34.9	25.3	22.9	67.7	2J283	G	3.0	6.4	11.0	28.6	25.8	5.6	100.8	44.0
J210	H	13.7	9.2	17.7	23.9	35.9	19.1	70.0	86.3	2J284	G	3.7	5.0	8.1	19.2	16.5	7.7	89.1	43.2
J211	H	20.5	6.9	21.4	25.7	41.3	28.8	22.8	95.9	2J285	G	3.0	6.3	9.4	23.8	18.4	7.2	87.9	42.0
J212	H	22.0	10.6	23.9	30.8	47.6	33.4	22.1	99.1	2J286	G	4.1	5.0	12.8	37.9	19.0	16.1	63.5	55.0
J213	H	18.7	8.6	22.7	30.4	49.7	34.9	26.1	92.2	2J287	G	3.5	6.4	10.5	35.0	21.0	13.9	57.7	54.9
J214	H	17.9	5.0	28.3	25.4	47.7	28.4	21.1	91.7	2J288	G	6.3	8.4	16.6	56.1	20.2	5.0	119.0	46.5
J215	H	13.7	6.4	22.7	19.9	29.1	13.6	54.3	67.9	2J294	G	7.8	6.4	16.5	68.7	23.1	15.0	92.7	65.5
J216	H	10.1	6.4	16.7	14.1	31.1	16.7	19.4	82.7	2J295	G	7.4	5.0	16.9	84.1	24.1	21.8	145.9	54.8
J219	H	18.6	8.9	19.4	25.1	43.9	26.5	35.0	69.6	2J296	G	14.2	7.5	21.5	36.0	30.7	27.3	84.3	95.7
J220	H	12.2	6.6	16.3	16.6	28.1	26.7	30.2	65.2	2J297	G	18.0	5.0	26.6	26.5	34.0	31.9	35.5	80.4
J221	H	19.6	7.9	19.8	20.6	33.2	17.2	34.7	83.0	2J298	G	19.7	5.0	24.5	28.2	35.9	51.4	32.9	135.2
J222	H	22.6	7.2	20.4	22.2	34.7	17.1	38.2	89.5	2J299	G	21.4	5.9	27.4	35.1	34.4	96.4	34.0	183.4
J223	H	20.3	9.6	20.0	20.2	34.7	21.4	36.9	87.6	J104	B	18.2	7.1	30.4	29.7	43.7	42.5	41.7	98.2
J224	H	8.4	5.9	14.2	15.8	30.0	14.3	42.1	74.6	J105	B	19.2	9.2	29.2	28.8	45.7	24.4	46.4	93.4
J225	H	5.3	5.0	9.9	10.4	25.7	11.7	28.8	54.6	J106	B	21.0	5.7	24.3	27.2	41.2	27.8	36.8	104.2
J226	H	5.9	5.0	12.3	14.5	30.6	14.4	49.2	71.1	J108	B	17.2	7.3	19.5	30.3	41.5	26.9	54.1	116.5
J228	H	18.0	7.9	22.8	27.1	40.7	20.7	50.8	89.3	J110	B	3.8	5.0	14.6	25.1	20.6	17.6	67.9	96.9
J229	H	8.1	5.0	13.5	26.6	33.2	14.5	53.6	60.0	J111	B	8.0	6.0	22.2	23.5	29.2	20.1	74.0	111.7
J230	H	5.3	5.4	12.5	27.9	23.6	9.5	68.7	53.9	J112	B	7.4	10.3	20.0	56.4	31.2	15.3	81.0	108.7
J231	H	7.1	5.0	12.8	29.3	25.8	13.0	61.8	54.3	J113	B	6.9	7.4	16.1	36.6	24.5	10.7	101.1	81.9
J233	H	20.3	7.6	17.2	36.7	38.7	36.1	47.5	84.4	J114	B	6.3	9.4	21.8	86.4	25.9	15.3	92.7	110.0
J234	H	3.8	5.1	13.3	28.4	27.1	9.5	75.9	56.9	J115	B	7.3	6.8	17.6	110.1	23.5	16.6	88.6	117.3
J235	H	35.2	11.0	30.6	18.7	32.1	23.8	50.5	126.8	J116	B	12.2	8.6	17.0	194.8	26.0	20.4	67.7	109.8
J236	H	17.7	7.4	18.1	29.6	36.7	21.5	53.4	79.7	J217	B	9.3	10.6	19.3	70.2	30.9	8.0	102.4	77.3
J237	H	41.6	12.5	40.7	37.0	52.3	58.0	34.3	107.7	J218	B	5.8	6.6	22.4	95.2	19.6	7.2	100.3	47.4
J238	H	7.2	5.0	9.9	23.4	20.8	13.3	46.5	49.5	2J273	B	6.5	8.2	16.2	48.6	26.6	7.7	106.0	74.9
J239	H	9.2	8.5	23.8	77.7	47.3	11.7	49.1	47.0	2J289	B	3.9	8.4	15.1	30.8	23.9	6.7	139.8	53.2
J240	H	11.3	5.3	12.0	31.4	26.6	18.0	42.0	63.6	2J290	B	4.1	7.0	14.5	29.7	22.7	5.4	118.2	70.2
J241	H	23.3	6.7	21.2	28.1	47.2	32.3	23.4	85.8	2J291	B	3.6	5.0	12.5	25.6	24.0	5.0	102.8	44.8
J248	H	11.9	5.9	11.9	26.1	37.6	22.7	44.2	51.8	2J292	B	3.7	7.1	15.1	28.8	23.3	5.6	127.7	54.5
J249	H	8.2	5.0	12.6	42.6	21.9	88.9	25.6	44.5	2J293	B	5.6	8.9	16.7	54.3	48.9	5.9	85.3	41.9
J250	H	18.3	5.0	18.1	57.0	29.5	55.9	28.7	60.7	J245	Ç	7.6	5.0	11.1	17.8	35.9	10.1	31.2	47.1
J242	H	7.6	5.0	8.6	24.4	18.5	17.3	45.6	54.3	J246	Ç	6.7	6.7	12.4	22.8	44.7	9.0	36.5	54.2
J243	H	6.1	5.0	10.0	21.4	21.2	24.4	47.2	53.6	J247	Ç	6.2	6.6	12.4	23.4	45.0	11.0	36.1	57.4
J244	H	4.7	5.0	8.9	22.1	18.0	20.0	39.9	50.5	J251	Ç	7.5	5.0	13.2	21.4	43.5	10.3	35.6	53.2
J107	G	14.6	5.0	21.4	30.5	49.2	23.3	37.0	97.0	J252	Ç	11.3	5.0	17.5	40.7	45.9	29.9	47.4	75.7
J109	G	4.0	7.7	16.7	36.1	22.1	16.9	67.1	93.5	J253	Ç	9.6	5.0	17.2	35.5	50.2	26.3	48.9	75.3
J202	G	15.3	6.8	17.5	25.7	39.6	23.4	31.9	105.6	J254	Ç	11.4	5.0	13.1	43.2	27.0	50.2	56.5	64.3
J203	G	22.4	7.3	18.7	41.3	44.4	24.8	35.0	118.4	J255	Ç	8.5	5.0	14.6	32.2	48.2	11.8	41.7	61.4
J227	G	19.0	9.6	26.8	28.1	50.1	25.2	40.8	98.9	J256	Ç	6.6	5.0	14.6	23.7	50.0	15.3	40.8	63.8
J232	G	8.0	5.2	12.0	26.1	27.3	13.0	57.8	57.8	J257	Ç	7.5	5.4	14.3	28.9	55.1	10.3	41.0	65.2
J260	G	9.1	5.0	10.4	33.2	17.2	25.3	28.5	53.6	J258	Ç	5.1	5.0	12.7	20.7	45.1	11.4	35.0	62.5
2J266	G	11.4	7.6	17.5	46.0	32.0	13.4	89.6	80.3	J259	Ç	7.1	5.0	13.2	25.1	45.4	16.7	37.2	59.8
2J267	G	58.7	5.3	24.1	30.2	35.0	51.4	31.5	134.2	J261	Ç	9.0	5.0	16.8	20.2	43.4	16.9	39.7	59.1
2J268	G	18.2	5.0	17.4	39.3	39.3	25.3	44.8	76.5	J262	Ç	8.1	5.0	13.7	24.2	44.5	14.7	37.7	55.2
2J271	G	12.4	8.5	19.7	32.7	41.8	23.4	76.3	108.2	J263	Ç	8.8	5.0	14.2	23.3	43.8	10.7	37.4	57.4

Çizelge 17. İnceleme alanındaki dere sedimanlarından derlenen örneklerde bazı iz element analiz sonuçları ve istatistiksel özetleri (F: İlişkide olduğu jeolojik birim; H: Hamzafakılı formasyonu, G: Göktepe formasyonu, B: Belen Granitoyidi, Ç. Çaycuma formasyonu; Tablo t değeri: 1.98)

Nu. No	F	As Ppm	Bi Ppm	Co Ppm	Cu Ppm	Ni Ppm	Pb Ppm	V Ppm	Zn Ppm	Nu. No	F	As Ppm	Bi Ppm	Co Ppm	Cu Ppm	Ni Ppm	Pb Ppm	V Ppm	Zn Ppm
2J272	G	10.7	8.2	14.8	41.6	22.3	27.7	88.0	153.5	J264	Ç	4.1	5.0	8.2	12.7	31.1	7.1	25.5	39.0
2J274	G	8.5	7.7	17.8	27.1	23.6	29.7	68.1	100.0	2J265	Ç	5.9	5.6	10.7	44.0	23.6	22.4	52.6	79.8
2J275	G	16.9	9.2	23.5	32.8	33.3	25.6	81.5	116.7	2J269	Ç	4.1	5.0	8.2	18.8	29.1	10.4	45.4	47.8
2J276	G	18.5	6.2	19.4	59.7	53.8	27.1	37.9	142.1	2J270	Ç	4.4	5.0	8.9	25.2	29.9	16.2	44.6	63.8
Element												As	Bi	Co	Cu	Ni	Pb	V	Zn
Aritmetik ortalama												12.5	6.8	18.9	34.9	35.5	22.5	55.5	81.3
Standart Sapma												8.5	1.8	14.6	22.7	16.7	15.1	27.4	34.1
Standart hata												0.8	0.2	1.4	2.1	1.6	1.4	2.6	3.2
En küçük değer												3.0	5.0	8.1	10.4	16.5	5.0	19.4	39.0
En büyük Değer												58.7	12.5	157.7	194.8	176.0	96.4	145.9	299.0
Aralık												55.7	7.5	149.6	184.5	159.5	91.4	126.5	260.0
Hesaplanan t değeri												15.5	39.2	13.8	16.2	22.5	15.8	21.4	25.2
Anakitle aritmetik ortalamasının alt sınırı (% 95)												10.9	6.5	16.2	30.6	32.4	19.7	50.4	74.9
Anakitle aritmetik ortalamasının üst sınırı (% 95)												14.1	7.1	21.7	39.1	38.7	25.4	60.6	87.6

Dere sedimanı numunelerinin alındığı noktalardaki ana kayaç tanımlamaları yapılmış olmasına rağmen analiz sonuçları ile ana kayaçlar karşılaştırıldığında arada kesin bir sınırla ayırım yapılabilecek bir farklılık tespit edilmemiştir (Çizelge 4). Gümeli çevresindeki dere sedimanları ile ilgili bir genelleme yapılacak olursa en yüksek ortalama As ve Co konsantrasyonları Hamzafakılı formasyonu, en yüksek Pb ve Zn içerikleri Göktepe formasyonu, en yüksek Bi, Cu ve V konsantrasyonları Belen Granitoyidleri ve en yüksek Ni içeriği Çaycuma formasyonu üzerinde gelişen dere sedimanlarında ölçülmüştür (Çizelge 18).

Çizelge 18. İnceleme alanındaki dere sedimanlarında analizi yapılan iz elementlere ait ortalama değerlerin jeolojik birimlere göre dağılımı.

Formasyonlar	Ortalama Element İçeriği							
	As Ppm	Bi Ppm	Co Ppm	Cu Ppm	Ni Ppm	Pb Ppm	V Ppm	Zn Ppm
Hamzafakılı formasyonu	15.6	7.2	21.4	28.6	37.6	25.9	41.9	80.5
Göktepe Formasyonu	13.6	6.8	19.2	36.3	32.9	26.1	63.4	92.3
Belen Granitoyidleri	8.9	7.6	19.2	54.3	30.2	15.2	86.0	84.9
Çaycuma Formasyonu	7.3	5.2	13.0	26.5	41.1	16.4	40.6	60.1
Tümü	12.5	6.8	18.9	34.9	35.5	22.5	55.5	81.3

4.3.3. Topraklar

İnceleme alanından derlenen kayaç ve dere sedimanı örneklerinin analiz sonuçlarına göre sahada ümitli görülerek Tötek Tepe, Dede Tepe ve Fındıklı Tepe arasında kalan alan M Sektörü ve Tötek Tepe kuzeybatısını kapsayan alan N sektörü olmak üzere 2 adet potansiyel beslenme alanı tespit edilmiştir. Her iki sektörden de toprak örnekleme yapılmış olup M sektöründen 170 adet ve N sektöründen 31 adet olmak üzere toplam 201 adet toprak örnekleme yapılmıştır (Çizelge 19 ve Çizelge 20).

4.3.3.1. M sektörü

M sektöründe belirlenen 12 profilden alınan toplam 170 adet toprak örneğinde gerçekleştirilen kimyasal analizlerde Ag, Bi, Mo ve Sb bütün numunelerde deteksiyon limiti (Ag: 1 ppm; Bi, Mo ve Sb: 5 ppm) altında kaldıkları için istatistiksel analizlerde değerlendirmeye alınmamıştır. Altın ise numunelerin büyük bir çoğunluğunda deteksiyon limitinin (20 ppb) altında kalmış olmasına rağmen 6 numunede yüksek değerler verdiğinden değerlendirmeye alınmıştır (Çizelge 19).

M sektöründen derlenen toprak örneklerinde altın ortalama 23 ppb olup Student t testine göre M sektöründen alınacak herhangi bir toprak örneğinde 20-26 ppb aralığında Au bulunma olasılığı vardır. M sektörüne ait toprakların ortalama Au içerikleri yerkabuğu, kıtasal kabuk, magmatik ve sedimanter kayalardan (1-6 ppb: Mason, 1958; Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962; Taylor, 1964; Pakiser ve Rhoda, 1967; Parker, 1967) yüksektir. M sektöründe Au değerinin standart referans kayalardaki Au değerinden yüksek olmasının sebebi deteksiyon limiti altında kalan numunelerin Au miktarlarının ölçülememesinden kaynaklanmaktadır. Yörede özellikle 255 ppb Au içeriğine sahip olan toprak numunesinin alındığı Tötek Tepe çevresindeki granitoidlerin bulunduğu alanda kayalardaki yüksek Cu, Pb, Zn ve Au değerleri bu bölgenin metalik cevherleşmeler bakımından ümitli olduğunu göstermektedir.

M sektöründeki toprakların ortalama As içeriği 9 ppm olup bu ortalama standart referans kayalara göre çok büyük bir fark oluşturmamaktadır (Çizelge 19). M12-8 numaralı örnekte ölçülen 278 ppm As içeriği ve aynı numunede ölçülen yüksek Cu ve Ni değerleri Hamzafakılı formasyonu içinde gelişen epijenetik hidrotermal mineralizasyona işaret etmektedir.

M sektöründen alınan toprakların ortalama Cu konsantrasyonları 34 ppm ve bu topraklardan alınacak herhangi bir toprak örneğinde ortalama 31-37 ppm aralığında Cu bulunabileceği hesaplanmaktadır (Çizelge 19). M sektöründeki toprakların Cu içeriği yerkabuğu (45 ppm: Mason, 1958) ve kıtasal kabuk (55 ppm: Taylor, 1964) ile bazaltik ve nötr magmatik kayalar, killi kayalar ve şeyllerden (35-100 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) düşük, ultramafik, nötr ve felsik magmatik kayalarla (5-30 ppm), kumtaşları ve karbonatlı kayalardan (2-20 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961) yüksektir. M sektöründe ölçülen en yüksek Cu içerikleri ise As ve Ni'nin de en yüksek değerlere sahip olduğu M12-8 numaralı örnekte ölçülmüştür.

M sektöründen alınan toprak örnekleri ortalama 14 ppm Co, 22 ppm Ni, 23 ppm Pb, 49 ppm V ve 101 ppm Zn bulunmaktadır (Çizelge 19). M sektöründeki toprakların Co, Ni ve V içerikleri yer kabuğu, kıtasal kabuk, magmatik kayalar ile killi sedimanter kayalara benzer veya daha düşüktür. Zn birçok referans kayaya yakın değerler verirken Pb hemen hemen bütün standart referans kayalara göre yüksektir. Dolayısıyla sahada gelişen hidrotermal mineralizasyon topraklarda da bu elementlerin nispeten yükselmesini sağlamıştır. M sektöründe gerçekleştirilen toprak örnekleme analizlerine göre yörede As, Cu, Pb ve Zn bakımından pozitif anomalinin varlığını göstermektedir.

Çizelge 19. M sektöründen derlenen toprak örneklerinde bazı iz element analiz sonuçları ve istatistiksel özetleri (F: İlişkide olduğu jeolojik birim; B: Belen Granitoyidi, H: Hamzaşaklı formasyonu, Tablo t değeri: 1.97)

Nu. No	F	Au Ppb	As Ppm	Co Ppm	Cu Ppm	Ni Ppm	Pb Ppm	V Ppm	Zn Ppm	Nu. No	F	Au Ppb	As Ppm	Co Ppm	Cu Ppm	Ni Ppm	Pb Ppm	V Ppm	Zn Ppm
M1-1	B	20	3	11	18	18	18	49	118	M8-11	H	20	3	20	20	15	68	62	171
M1-2	B	20	3	10	12	14	20	67	62	M9-1	H	20	3	11	22	16	14	66	73
M1-3	B	20	3	9	14	11	17	72	54	M9-2	H	20	3	8	19	15	15	49	59
M1-4	B	60	4	10	22	17	22	72	52	M9-3	H	20	12	20	31	23	31	46	109
M1-5	B	20	3	12	31	18	21	66	71	M9-4	H	20	9	10	22	22	20	41	85
M1-6	B	20	5	12	43	21	23	58	68	M9-5	H	20	8	11	28	18	21	45	98
M1-7	B	20	4	10	37	14	22	60	62	M9-6	H	20	8	11	25	17	21	44	88
M1-8	B	20	4	12	32	18	28	53	76	M9-7	H	20	11	12	32	24	35	47	178
M1-9	B	20	3	7	12	12	27	43	45	M9-8	H	20	7	15	63	16	35	50	171
M1-10	B	20	5	13	37	19	23	73	70	M9-9	H	20	4	11	24	17	21	57	130
M1-11	B	20	3	8	17	14	19	61	63	M9-10	H	120	10	8	42	21	58	45	209
M2-1	B	20	5	8	19	15	16	53	81	M9-11	H	20	7	13	16	22	21	32	79
M2-2	B	20	3	8	14	18	18	69	59	M10-1	H	20	17	24	22	22	25	33	104
M2-3	B	20	5	12	32	24	28	71	160	M10-2	H	20	9	17	17	27	25	29	81
M2-4	B	20	3	10	16	13	18	67	94	M10-3	H	20	7	15	45	19	21	45	81
M2-5	B	255	3	12	50	13	18	69	79	M10-4	H	20	6	12	86	18	17	56	101
M2-6	B	20	3	7	35	12	19	42	53	M10-5	H	20	7	14	15	15	21	43	111
M2-7	B	20	5	14	36	27	25	72	83	M10-6	H	20	4	10	15	16	12	43	62
M2-8	B	20	5	9	60	14	26	44	118	M10-7	H	20	7	15	24	20	23	37	106
M2-9	B	20	3	10	38	14	22	51	75	M10-8	H	20	3	9	27	14	15	62	134
M2-10	B	20	3	7	9	17	25	47	52	M10-9	H	20	3	10	18	16	17	50	103
M2-11	B	20	3	11	48	19	31	62	65	M10-10	H	20	7	14	37	21	51	44	154
M3-1	B	20	9	11	36	18	28	63	77	M10-11	H	20	11	25	25	23	22	30	97
M3-2	B	20	5	9	34	18	22	53	65	M11-1	H	20	13	22	30	30	25	25	90
M3-3	B	20	3	10	29	12	16	77	58	M11-2	H	20	11	19	25	24	24	27	78
M3-4	B	20	3	11	70	14	20	73	85	M11-3	H	20	11	15	27	24	24	28	94
M3-5	B	45	3	10	30	16	27	64	86	M11-4	H	20	13	16	36	23	24	26	89
M3-6	B	90	5	11	45	13	32	63	67	M11-5	H	20	8	17	24	27	25	32	78
M3-7	B	20	3	9	30	19	20	56	59	M11-6	H	20	29	10	14	23	17	21	72
M3-8	B	20	3	11	59	19	33	63	88	M11-7	H	20	4	9	12	20	19	44	56
M3-9	B	20	4	15	41	25	21	67	83	M11-8	H	20	3	7	11	11	16	32	59
M3-10	B	20	4	13	42	23	22	65	71	M11-9	H	20	3	8	23	18	15	49	74
M3-11	B	20	3	16	35	72	20	59	57	M11-10	H	20	3	13	20	31	20	78	86
M4-3	B	20	6	12	34	18	21	73	66	M11-11	H	20	9	20	26	36	25	42	81
M4-4	B	20	3	13	64	15	18	72	83	M12-1	H	20	10	20	31	29	26	32	84
M4-5	B	20	3	10	54	14	20	55	77	M12-2	H	20	10	18	31	27	25	33	98
M4-6	B	90	3	13	50	14	17	75	74	M12-3	H	20	11	19	27	27	25	42	93
M4-7	B	20	4	12	41	15	28	69	86	M12-4	H	20	7	13	15	23	22	40	85
M4-8	B	20	6	13	96	21	34	67	121	M12-5	H	20	10	17	28	24	21	46	78
M4-9	B	20	4	14	79	21	21	66	76	M12-6	H	20	11	16	18	28	27	45	88
M4-10	B	20	4	12	65	21	23	65	70	M12-7	H	20	8	13	20	26	30	33	89
M4-11	B	20	4	9	120	11	29	46	217	M12-8	H	20	278	26	146	88	32	53	198
M5-1	B	20	3	11	86	16	10	73	41	M12-9	H	20	4	10	21	22	16	48	84

Çizelge 19. (devam) M sektöründen derlenen toprak örneklerinde bazı iz element analiz sonuçları ve istatistiksel özetleri (F: İlişkide olduğu jeolojik birim; B: Belen Granitoyidi, H: Hamzafaklı formasyonu, Tablo t değeri: 1.97)

Nu. No	F	Au Ppb	As Ppm	Co Ppm	Cu Ppm	Ni Ppm	Pb Ppm	V Ppm	Zn Ppm	Nu. No	F	Au Ppb	As Ppm	Co Ppm	Cu Ppm	Ni Ppm	Pb Ppm	V Ppm	Zn Ppm
M5-2	B	20	4	11	68	18	10	51	47	M12-10	H	20	60	37	50	62	32	22	141
M5-3	B	20	7	11	42	19	16	60	72	M12-11	H	20	8	16	27	27	20	50	80
M5-4	B	20	6	15	61	21	19	51	120	M13-1	H	20	9	19	22	38	26	38	94
M5-5	B	20	3	11	43	17	15	61	88	M13-2	H	20	11	23	32	31	27	36	108
M5-6	B	20	3	11	68	11	18	46	98	M13-3	H	20	9	18	23	27	24	29	89
M5-7	B	20	8	11	39	21	15	65	101	M13-4	H	20	9	18	29	26	18	46	79
M5-8	B	20	4	10	36	14	15	61	86	M13-5	H	20	12	14	33	29	33	46	136
M5-9	B	20	4	12	44	17	20	60	141	M13-6	H	20	12	15	21	27	17	50	70
M5-10	B	20	4	12	135	15	16	50	207	M13-7	H	20	5	11	20	29	17	32	85
M5-11	B	20	4	10	35	17	12	51	65	M13-8	H	20	8	19	24	28	21	54	81
M6-1	B	20	3	10	30	18	16	59	76	M13-9	H	20	19	14	38	31	27	34	85
M6-2	B	20	3	10	21	13	15	51	84	M13-10	H	20	9	19	24	32	24	35	88
M6-3	B	20	4	11	28	24	18	65	122	M14-1	H	20	8	16	30	28	21	32	85
M6-4	B	20	6	10	92	15	18	58	146	M14-2	H	20	6	15	21	24	22	43	80
M6-5	B	20	3	10	41	20	22	55	121	M14-3	H	20	8	14	16	23	19	53	111
M6-6	B	20	5	10	54	14	16	48	128	M14-4	H	20	6	8	19	29	16	33	83
M6-7	B	20	5	13	35	18	23	47	211	M14-5	H	20	5	12	13	19	16	52	88
M6-8	B	20	9	13	36	18	29	46	237	M14-6	H	20	6	10	27	27	15	37	67
M6-9	B	20	3	12	33	14	13	74	149	M14-7	H	20	9	16	28	28	20	26	95
M6-10	B	20	4	9	65	12	11	51	235	M14-8	H	20	11	6	24	13	18	24	40
M6-11	B	20	3	15	26	17	17	52	104	M14-9	H	20	15	21	25	18	18	22	66
M7-4	B	20	8	11	35	25	25	50	116	M14-10	H	20	7	9	28	33	18	44	114
M7-5	B	20	5	9	27	18	20	40	83	M15-1	H	20	6	14	26	35	18	37	106
M7-6	B	20	3	9	25	17	14	52	80	M15-2	H	20	3	10	18	22	14	71	71
M7-7	B	20	3	10	22	15	14	47	92	M15-3	H	20	5	12	21	32	23	38	78
M7-8	B	20	3	11	16	15	17	48	113	M15-4	H	20	6	13	23	33	21	35	87
M7-9	B	20	3	10	28	14	12	61	94	M15-5	H	20	11	11	20	24	26	38	78
M7-10	B	20	4	14	62	13	11	71	137	M15-6	H	20	4	12	22	30	17	28	90
M7-11	B	20	28	26	34	41	28	33	119	M15-7	H	20	13	7	24	22	26	27	102
M8-6	B	20	7	28	28	37	41	53	83	M15-8	H	20	12	11	23	30	23	44	98
M8-7	B	20	15	28	28	22	75	62	166	M15-9	H	20	14	13	28	30	27	29	120
M8-8	B	20	3	32	32	18	29	69	172	M15-10	H	20	3	10	46	19	13	62	82
M7-1	H	20	7	18	35	28	32	37	88	M16-1	H	20	19	32	24	26	26	38	129
M7-2	H	20	5	12	38	20	17	46	139	M16-2	H	20	37	18	47	31	29	21	116
M7-3	H	20	8	13	28	16	21	44	168	M16-3	H	20	15	18	14	18	21	48	135
M8-1	H	20	5	27	27	12	30	49	515	M16-4	H	20	8	19	29	35	21	29	96
M8-2	H	20	14	36	38	32	35	45	122	M16-5	H	20	10	9	32	29	16	33	112
M8-3	H	20	16	43	43	46	34	25	93	M16-6	H	20	6	10	23	31	18	28	90
M8-4	H	20	19	29	29	22	55	58	133	M16-7	H	20	6	10	20	30	18	30	92
M8-5	H	20	11	39	39	35	45	49	95	M16-8	H	20	17	12	22	24	20	48	149
M8-9	H	20	4	26	26	19	24	61	130	M16-9	H	20	15	20	35	28	27	25	81
M8-10	H	20	12	25	25	20	23	60	111	M16-10	H	20	11	10	14	13	13	18	56

Element	Au	As	Co	Cu	Ni	Pb	V	Zn
Aritmetik ortalama	23	9	14	34	22	23	49	101
Standart Sapma	21.1	21.7	6.4	20.9	9.8	9.2	14.5	49.2
Standart hata	1.6	1.7	0.5	1.6	0.8	0.7	1.1	3.8
En küçük değer	20	3	6	9	11	10	18	40
En büyük Değer	255	278	43	146	88	75	78	515
Aralık	235	275	37	137	77	65	60	475
Hesaplanan t değeri	14.3	5.4	28.7	21.3	29.5	32.5	44.1	26.7
Anakitle aritmetik ortalamasının alt sınırı (% 95)	20	6	13	31	21	21	47	93
Anakitle aritmetik ortalamasının üst sınırı (% 95)	26	12	15	37	24	24	51	108

4.3.3.2. N sektörü

N sektöründe belirlenen 6 profilden alınan toplam 31 adet toprak örneğinde de Au, Ag, As, Bi, Co, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, V ve Zn olmak üzere 12 iz elementin kimyasal analizleri yapılmıştır. Kimyasal analizlerde Au (20 ppb), Ag (1 ppm), Bi, Mo ve Sb (5 ppm) deteksiyon limitlerinin altında kalmış oldukları için istatistiksel analizlerde değerlendirmeye alınmamıştır (Çizelge 20).

N sektöründen alınan topraklarda ortalama 51 ppm Cu bulunmakta olup bu bölgedeki topraklardan alınacak herhangi bir örnekte ortalama 38-64 ppm aralığında Cu beklenmektedir (Çizelge 20). N sektöründeki toprakların Cu miktarı; inceleme alanındaki M sektörü ve dere sedimanlarından yüksek, kayaçlardan düşüktür. N sektöründeki toprakların Cu içeriği bazaltik kayaçlar (35-100 ppm) hariç, yerkabuğu (45 ppm: Mason, 1958) ve kıtasal kabuk (55 ppm: Taylor, 1964) ile nötr magmatik kayaçlar, killi kayaçlar ve şeyllere (35-100 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961; Vinogradov, 1962) yakın, ultramafik, nötr ve felsik magmatik kayaçlarla (5-30 ppm), kumtaşları ve karbonatlı kayaçlardan (2-20 ppm: Turekian ve Wedepohl, 1961) yüksektir.

N sektöründeki toprakların ortalama Pb miktarı 13 ppm olup sektörden alınacak herhangi bir toprak örneğinin ortalama Pb içeriği 13-14 ppm aralığında olması beklenmektedir (Çizelge 20). N sektöründeki toprakların ortalama Pb içerikleri M sektöründeki topraklar, inceleme alanındaki dere sedimanları ve kayaçlardan düşüktür.

N sektöründeki toprakların ortalama Zn içerikleri ise 57 ppm olup bu topraklardan derlenecek herhangi bir örneğin Zn içeriği % 95 olasılıkla 47-66 ppm aralığında olması beklenmektedir (Çizelge 20). N sektöründeki toprakların Zn içerikleri M sektöründeki topraklar, dere sedimanları ve kayaçlardan düşüktür.

N sektöründeki topraklarda ortalama 7 ppm As, 12 ppm Co, 18 ppm Ni ve 67 ppm V bulunmaktadır. Daha çok Belen Granitoyidleri üzerinden alınan N sektöründeki toprakların iz element içerikleri granitoyidik kayaçlarla benzer değerlere sahiptir. N sektöründe ölçülen yüksek Cu, Pb ve Zn içerikleri granitoyidik kayaçlar içinde meydana gelen epijenetik oluşumlu hidrotermal mineralizasyonlar ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla yüksek iz element içeriklerine sahip olan toprakların üzerinde geliştikleri ana kayaçlarda ayrıntılı çalışmalar yapılarak cevherleşme olabilecek alanlar tespit edilebilir.

Çizelge 20. N sektöründen derlenen toprak örneklerinde bazı iz element analiz sonuçları ve istatistiksel özetleri (Eleman sayısı: 31, Tablo t değeri: 2,04)

Sıra No:	Numune No	Formasyon	As Ppm	Co Ppm	Cu Ppm	Ni Ppm	Pb Ppm	V Ppm	Zn Ppm
1	N1-J2	Belen	5	11	57	16	11	78	52
2	N1-J3	Belen	4	9	41	16	15	66	51
3	N1-J4	Belen	53	15	96	17	15	65	82
4	N1-J5	Belen	53	19	131	18	16	68	57
5	N2-J2	Belen	8	15	52	17	16	71	76
6	N2-J3	Belen	3	11	27	12	10	73	41
7	N2-J4	Belen	3	17	52	52	13	85	54
8	N2-J5	Belen	3	10	37	16	11	67	41
9	N3-J1	Belen	3	22	96	13	12	66	41
10	N3-J2	Belen	4	9	23	9	12	82	36
11	N3-J3	Belen	3	10	76	13	12	73	56
12	N3-J4	Belen	3	9	24	14	12	63	40
13	N3-J5	Belen	3	9	41	13	12	74	52
14	N3-J6	Belen	3	11	31	15	13	71	47
15	N4-J1	Belen	3	13	40	26	12	75	43
16	N4-J2	Belen	4	9	60	12	13	71	41
17	N4-J3	Belen	3	9	26	14	11	72	49
18	N4-J4	Belen	3	7	23	11	11	60	37
19	N4-J5	Belen	4	10	31	11	13	69	51
20	N4-J6	Belen	4	10	23	14	14	78	53
21	N5-J1	Belen	3	12	105	22	13	67	53
22	N5-J2	Belen	3	14	38	22	14	70	51
23	N5-J3	Belen	3	11	15	22	15	75	47
24	N5-J4	Belen	3	11	29	17	11	67	53
25	N5-J5	Belen	4	10	142	15	18	36	63
26	N5-J6	Belen	5	12	21	16	19	63	68
27	N6-J4	Belen	3	14	110	69	15	57	182
28	N6-J5	Belen	3	9	23	19	15	57	97
29	N6-J1	Göktepe	3	8	66	10	12	44	36
30	N6-J2	Göktepe	3	11	25	10	13	49	45
31	N6-J3	Göktepe	3	10	26	11	14	56	57
Element			As	Co	Cu	Ni	Pb	V	Zn
Aritmetik ortalama			7	12	51	18	13	67	57
Standart Sapma			12.4	3.3	34.9	12.2	2.1	10.6	26.9
Standart hata			2.2	0.6	6.3	2.2	0.4	1.9	4.8
En küçük değer			3	7	15	9	10	36	36
En büyük Değer			53	22	142	69	19	85	182
Aralık			50	15	127	60	9	49	146
Hesaplanan t değeri			3.0	19.4	8.2	8.3	35.0	35.2	11.7
Anakitle aritmetik ortalamasının alt sınırı (% 95)			2	10	38	14	13	63	47
Anakitle aritmetik ortalamasının üst sınırı (% 95)			11	13	64	23	14	71	66

M sektörü ve N sektöründen alınan toprakların ortalama iz element içerikleri (Au, As, Co, Cu, Ni, Pb ve Zn) karşılaştırıldığında genellikle M sektöründen alınan toprakların daha zengin oldukları görülmektedir (Çizelge 21). N sektöründeki topraklar ise Cu ve V bakımından zengindir.

Toprakların iz element konsantrasyonlarının üzerinde geliştikleri jeolojik birimlerle ilişkilerinin ortaya konulması için sektör bazında karşılaştırıldığında M sektöründeki toprakların iz element konsantrasyonları genel olarak N sektörüne göre

daha yüksek çıkmaktadır (Çizelge 21). M sektöründe Belen Granitoyidinde ölçülen Au değerleri bütün topraklardaki ortalama Au değerini de yükseltmiştir. Benzer olarak M sektöründe Hamzafakılı formasyonunda ölçülen yüksek As, Co, Ni ve Zn değerleri tüm topraklardaki iz element içeriği ortalamalarını yükseltmiştir.

Çizelge 21. M sektörü ve N sektörü ile bütün toprakların ortalama iz element konsantrasyonlarının karşılaştırılması (n: numune sayısı)

Sektör	Birim	n	Au Ppb	As Ppm	Co Ppm	Cu Ppm	Ni Ppm	Pb Ppm	V Ppm	Zn Ppm
M	Belen Granitoyidi	75	25.9	4.6	11.9	41.9	18.2	21.4	59.1	96.8
	Hamzafakılı Formasyonu	95	21.1	12.6	15.9	28.1	25.5	23.9	40.7	103.8
	M Sektörü genel	170	23.2	9.1	14.1	34.2	22.3	22.8	48.8	100.7
N	Belen Granitoyidi	28	20.0	7.1	11.7	52.5	19.0	13.4	68.5	57.6
	Göktepe Formasyonu	3	20.0	3.0	9.7	39.0	10.3	13.0	49.7	46.0
	N Sektörü genel	31	20.0	6.7	11.5	51.2	18.1	13.3	66.7	56.5
Tüm Topraklar		201	22.7	8.7	13.7	36.8	21.6	21.3	51.6	93.9

4.3.4. Kayaç, dere sedimanı ve toprak verilerinin karşılaştırılması

İnceleme alanında metalik cevher zenginleşmelerinin kaynağının belirlenmesi amacıyla derlenen kayaç, dere sedimanı ve topraklarda kimyasal analizleri yapılan iz element konsantrasyonları (Au, As, Co, Cu, Ni, Pb ve Zn) karşılaştırılmıştır (Çizelge 22). Karşılaştırmada kayaçlar doğrudan jeolojik birimler şeklinde ayrılırken, dere sedimanları ve topraklar üzerinde geliştikleri jeolojik birimlere göre ayrılmıştır.

İnceleme alanından derlenen kayaçlarda genel olarak analizi gerçekleştirilen iz elementlerden Au, As, Cu, Ni, Pb ve V, dere sedimanları ise Co ve Zn bakımından yüksek değerlere sahipken topraklarda hiçbir iz element diğer gruplardan daha yüksek değere sahip değildir (Çizelge 22). Co ve Zn dere sedimanlarında ortalama olarak yüksek değerlere sahip olmalarına rağmen kayaçlardaki Co ve Zn değerlerine göre çok büyük bir farklılık gözlenmemektedir.

Kayaçlarda Hamzafakılı formasyonu yüksek Pb (231.2 ppm) değeri ile dikkati çekerken Göktepe formasyonu Ni (55.8 ppm) ve Zn (108.9 ppm), Belen Granitoyidleri ise Au (28.7 ppb) ve Cu (935.1 ppm) içerikleri bakımından en yüksek değerlere sahiptir. Analizi gerçekleştirilen elementlerden bazıları dere sedimanlarında yüksek değerlere ulaşmakta olup Hamzafakılı formasyonundan derlenen dere sedimanlarında As (15.6 ppm) ve Co (21.4 ppm), Belen Granitoyidlerinden derlenen dere sedimanlarında ise V (86 ppm) en yüksek değerlere ulaşmaktadır (Çizelge 22).

Jeokimyasal prospeksiyonda yaygın olarak kullanılan kayaç jeokimyası (litojeokimyasal prospeksiyon), dere sedimanı jeokimyası ve toprak jeokimyası yöntemlerinin üçünün de kullanıldığı bu çalışmada en yüksek iz element değerlerinin çoğunluğu kayaçlarda (Au, As, Cu, Ni, Pb ve V) ölçülmüştür (Çizelge 22). Dere sedimanlarında incelenen iz elementlerden sadece ikisi (Co ve Zn) yüksek değerlere sahipken topraklarda hiçbir iz element yüksek değerlere ulaşmamıştır. Toprakların bütün iz elementler bakımından en düşük değerlere sahip olmaları jeokimyasal prospeksiyon çalışmalarında kullanılacak analitik materyalin öncelikle kayaçlar, bu mümkün olmuyorsa dere sedimanları ve en son topraklar olması gerektiğini göstermektedir.

Çizelge 22. *İnceleme alanından derlenen kayaç, dere sedimanı ve toprakların iz element içeriklerinin karşılaştırılması (numune sayıları (n): italik, en yüksek değerler: koyu)*

Grup	Birim	n	Au Ppb	As Ppm	Co Ppm	Cu Ppm	Ni Ppm	Pb Ppm	V Ppm	Zn Ppm
Kayaçlar	Hamzafakılı formasyonu	n	35	35	48	48	48	48	48	48
		ort	26.6	13.9	16.2	564.3	45.5	231.2	58.7	70.8
	Göktepe formasyonu	n	23	23	43	43	43	43	43	43
		ort	27.2	10.1	14.1	71.1	55.8	8.8	70.8	108.9
	Belen Granitoyidi	n	61	61	68	68	68	68	68	68
		ort	28.7	13.7	12.5	935.1	27.0	10.5	58.6	66.2
	Ağırlıklı Ortalama	n	119	119	130	159	159	159	159	159
		ort	27.8	13.0	17.2	589.5	40.4	76.7	61.9	79.1
Dere sedimanları	Hamzafakılı	41	20.0	15.6	21.4	28.6	37.6	25.9	41.9	80.5
	Göktepe	33	20.0	13.6	19.2	36.3	32.9	26.1	63.4	92.3
	Belen	19	20.0	8.9	19.2	54.3	30.2	15.2	86.0	84.9
	Çaycuma	19	20.0	7.3	13.0	26.5	41.1	16.4	40.6	60.1
	Ağırlıklı Ortalama	112	20.0	12.5	19.0	34.9	35.6	22.5	55.5	81.3
Topraklar	Hamzafakılı	95	21.1	12.6	15.9	28.1	25.5	23.9	40.7	103.8
	Göktepe	3	20.0	3.0	9.7	39.0	10.3	13.0	49.7	46.0
	Belen	103	24.3	5.3	11.8	44.8	18.4	15.6	61.7	86.1
	Ağırlıklı Ortalama	201	22.7	8.7	13.7	36.8	21.6	19.5	51.6	93.9

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Gümelı Köyü (Alaplı-Zonguldak) çevresindeki yaklaşık 60 km²'lik alanda jeolojik, mineralojik, petrografik ve jeokimyasal yöntemler kullanılarak gerçekleştirilen bu yüksek lisans tez çalışmasında başlıca aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

İnceleme alanında Silüriyen'den günümüze kadar oluşan sedimanter, metamorfik ve magmatik birimler yer alırken temeli oluşturan Silüriyen yaşlı Hamzafakılı formasyonu kuvarsit ve mikrokonglomerelardan oluşmaktadır. Başlıca kumtaşı, çamurtaşı, bitümlü şeyl ve kireçtaşları ile temsil edilen Devoniyen yaşlı Göktepe formasyonu Hamzafakılı formasyonun üzerine dereceli geçişle gelmektedir. Granit ve granidiorit, siyenit ve diyorit bileşimli, Devoniyen yaşlı, Belen Granitoyidi Hamzafakılı ve Göktepe Formasyonlarını keserek yüzeylemektedir. Üst Kretase yaşlı killi kireçtaşı ve kireçtaşları ile temsil edilen Alaplı formasyonu diğer birimlerin üzerine açısal uyumsuzlukla gelmektedir. Alaplı formasyonun üzerine ise yine açısal uyumsuzlukla gelen Tersiyer yaşlı Çaycuma formasyonu kumtaşı, çamurtaşı ve kilaşlarından meydana gelmektedir. Tüm bu birimleri eski ve yeni alüvyonlar örtmektedir.

Cevher mikroskobisi incelemelerinde yaygın cevher minerali olan piritte nazaran daha az oranlarda rutil, manyetit, kalkopirit ve yer yer pirrotin mineralleri eşlik etmektedir. Numunelerde yer yer götit ve lepidokrosit, FeOx, piroluzit, braunit ve kovellinler gözlenmektedir.

İnceleme alanından derlenen kayaç numunelerinde ana oksit analizleri (SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO, Na₂O, K₂O, TiO₂, P₂O₅, MnO), Ateş Zayıatı (kızdırma kaybı) ile iz element (Au, Ag, As, B, Ba, Be, Bi, Co, Cr, Cs, Cu, Hf, Li, Mo, Nb, Ni, Pb, Sb, S, Se, Sn, Sr, Rb, Ta, Th, U, V, Zn ve Zr) ve NTE analizleri (Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb ve Lu) gerçekleştirilmiştir.

Hamzafakılı Formasyonuna ait 5 numunede hem ana oksit hem iz element, 13 numunede ana oksit ve bazı iz element ve 30 numunede ise sadece iz element olmak üzere toplam 48 numunenin kimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir. Göktepe Formasyonundan derlenen 9 numunede ana oksit ve iz element, 20 numunede ana oksit ve bazı iz elementlerle 14 numunede sadece iz element olmak üzere toplam 43

numunenin kimyasal analizleri yapılmıştır. Belen Granitoidlerinde ise 8 numunede ana oksit ve iz element, 7 numunede ana oksit ve bazı iz element, 53 numunede ise sadece iz element olmak üzere toplam 67 örneğin kimyasal analizleri yapılmıştır.

Hamzafakılı Formasyonunda ana oksitlerden SiO_2 : % 65.61, Al_2O_3 : % 11, Fe_2O_3 : % 7.02, CaO : % 3.58, MgO : % 2.35, Na_2O : % 1.38, K_2O : % 2.36, TiO_2 : % 0.74, P_2O_5 : % 0.19, MnO : % 0.13 ve A.Z.: % 4.52 ortalama değerlerine sahiptir. Ayrıca 63.9 ppm'e ulaşan Ag ortalama 3 ppm, 240 ppb'ye ulaşan Au ortalama 26.6 ppb olup ortalama 14 ppm As, 564 ppm Cu, 16.2 ppm Co, 8.31 ppm Mo, 231.2 ppm Pb, 70.8 ppm Zn, 58.7 ppm V, 45.5 ppm Ni, 143.8 ppm Cr, 132.5 ppm Ba, 131.9 ppm Sn, 48.7 ppm Nb, 85.7 ppm Rb, 163.9 ppm Sr, 3.2 ppm Th, 183.1 ppm Zr bulunmaktadır. Hamzafakılı formasyonunda Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Gd ile temsil edilen NTE ise sırasıyla ortalama 6.8 ppm, 46.9 ppm, 21.1 ppm, 45.3 ppm, 4.2 ppm, 19.8 ppm, 2.4 ppm, 3.5 ppm'dir.

Hamzafakılı Formasyonundan derlenen numunelerde analizi gerçekleştirilen bileşenlerden SiO_2 ve Al_2O_3 pek çok bileşenle negatif korelasyona sahip olup Fe_2O_3 ; TiO_2 , V, Ba ve Zr ile çok kuvvetli pozitif, CaO ; A.Z., Sn ve Sr ile çok kuvvetli pozitif, Na_2O ; TiO_2 , P_2O_5 , As, Co, Zn, Nb, Zr ve NTE ile çok kuvvetli pozitif, TiO_2 ; P_2O_5 , As, Co, V, Ba, Nb, Zr ve NTE ile çok kuvvetli pozitif, Na_2O : TiO_2 ve P_2O_5 birçok iz element (As, Co, Zn, V, Ni, Ba, Nb ve Zr) ve kendi içlerinde kuvvetli ve çok kuvvetli pozitif korelasyonlar göstermektedirler.

Hamzafakılı Formasyonunda analizi gerçekleştirilen bileşenlerin arasında herhangi bir kümelenme olup olmadığının anlaşılması için gerçekleştirilen küme analizlerinde Ana bileşenler ve NTE Grubu (Na_2O - P_2O_5 - La - Ce - Pr - Nd - Sm - Nb - Co - Zn alt grubuna eklenen Gd ile buna eklenen Fe_2O_3 - TiO_2 -Ba-V-Zr alt grubu ve bu gruplara eklenen MgO , K_2O -Rb ve SiO_2 -Cr çiftleri ile temsil edilmektedir). Sülfid Grubu (S-Pb-Cu) ve Karbonat Grubu (CaO -A.Z. ile diğer bileşenlerden Sr ve Sn) olmak üzere 3 belirgin küme ayırt edilebilmektedir. Dendrogramda birinci grup silikatların oluşumunu açıklarken sülfid grubu olarak tanımlanana ikinci grup bazı numunelerde tespit edilen yüksek Pb ve Cu varlığının galenit ve kalkopirit gibi sülfidli minerallerle ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Cevher mikroskobisi incelemelerinde de gözlenen kalkopirit oluşumları bu grupla açıklanabilmektedir. Üçüncü grupta yer alan CaO ve A.Z. Hamzafakılı formasyonunda yer yer gözlenen kalkıştiller ve kristalize karbonatların oluşumunu sağlamıştır.

Göktepe Formasyonuna ait kayalarda ana oksitler ortalama % 61.16 SiO₂, % 11.26 Al₂O₃, % 4.59 Fe₂O₃, % 8.05 CaO, % 2.14 MgO, % 1.63 Na₂O, % 1.85 K₂O, % 0.53 TiO₂, % 0.18 P₂O₅, % 0.20 MnO, % 8.00 A.Z. ve % 0.26 S oranında bulunmaktadır. İz elementler ise ortalama 1.18 ppm Ag, 27.17 ppb Au, 10.10 ppm As, 19.91 ppm Co, 71.12 ppm Cu, 5.52 ppm Mo, 8.81 ppm Pb, 108.9 ppm Zn, 70.8 ppm V, 55.8 ppm Ni, 138.2 ppm Cr, 291.1 ppm Ba, 160.6 ppm Sn, 40.6 ppm Nb, 80.6 ppm Rb, 263.2 ppm Sr, 3.1 ppm Th ve 107.3 ppm Zr şeklindedir. Ayrıca NTE ortalama 6.1 ppm Sc, 46.2 ppm Y, 16.0 ppm La, 34.5 ppm Ce, 2.7 ppm Pr, 14.1 ppm Nd, 1.3 ppm Sm ve 2.6 ppm Gd ile temsil edilmektedir.

Göktepe Formasyonundan derlenen numunelerde analizi gerçekleştirilen bileşenlerin korelasyon analizinde SiO₂; K₂O, Rb ve Sc ile Al₂O₃; Fe₂O₃, K₂O, Cu ve Sc ile Fe₂O₃; Sc ile CaO; A.Z. ile Na₂O; Cr ve Ba ile, K₂O; Rb ve Sc ile, MnO; Zn ile, Ag; Co, Zn ve Nb ile, Cu; Ni ile, Cr; Ba ile, Nb; Th, Zr ve Ce ile, Rb; Th ve Sc ile Th; Zr ile ve La, Ce, Pr, Nd ve Sm birbirleri ile çok kuvvetli pozitif korelasyona sahiptir. Bileşenlerden Na₂O-TiO₂, K₂O-A.Z., K₂O-Sr, TiO₂-Cr, TiO₂-Ba, A.Z.-Sc, Rb-Sr, Sr-Th, Sr-Zr ve Sr-Sc arasında ise çok kuvvetli negatif korelasyon vardır.

Göktepe Formasyonuna ait kayalarda korelasyon analizlerine göre belirlenen ilişkilerin bileşenler arasında kümelenme olup olmadığının anlaşılması için korelasyon katsayıları kullanılarak hazırlanan küme analizleri dendrogramında ilk bakışta NTE TiO₂-Grubu, İz elementler Grubu, Ana bileşenler - silikat grubu ve Karbonat Grubu olmak üzere 4 belirgin küme ayırt edilmiştir. İlk grup aralarında çok kuvvetli pozitif korelasyonlar olan Pr-Nd-La-Sm-Gd-Ce-Y kümesine eklenen As ve TiO₂ ile temsil edilen NTE-TiO₂ grubudur. İkinci grup [(Co-Zn)-Ag] kümesine yakından eklenen [(Th-Zr)-Nb]-S alt grupları ile temsil edilmekte olup bu gruptaki S ve Zn sülfidli bir mineralizasyona işaret etmektedir. Dendrogramda üçüncü grup Ana bileşenler ve Silikat Grubu olarak tanımlanmış olup bu grup [(Cr-Ba)-Na₂O] grubuna uzaktan eklenen MgO ile temsil edilen Cr-Na-Mg alt grubu, (SiO₂- K₂O) ve[(Fe₂O₃-Sc)-Rb] alt grubu ve [(Cu-Ni)-Pb]- Al₂O₃ alt grubu ile temsil edilmektedir. Üçüncü grup Göktepe formasyonundaki silikatlı mineralleri temsil etmekte olup kayaç oluşturan feldispat, kuvars, mika, piroksen ve amfiboller bu grupta yer alan bileşenlerden oluşmaktadır. Ba, Cr, Cu ve Ni ise mafik minerallere bağlı olarak yerleşmişlerdir. Dendrogramdaki dördüncü ve son grup karbonat grubu olup çok kuvvetli pozitif korelasyona sahip olan CaO ve A.Z. ile bunlara uzaktan eklenen Sn ve Sr ile temsil edilmektedir.

Belen Granitoyidine ait granit, granodiyorit, diyorit ve kuvars diyoritlerden derlenen numunelerde ana oksitler ortalama % 58.36 SiO₂, % 15.01 Al₂O₃, % 6.31 Fe₂O₃, % 6.18 CaO, % 3.02 MgO, % 2.97 Na₂O, % 1.62 K₂O, % 0.64 TiO₂, % 0.23 P₂O₅, % 0.15 MnO, % 5.06 A.Z. ve % 0.23 S oranında bulunmaktadır. İz elementler ise ortalama 3.6 ppm Ag, 28.7 ppb Au, 13.7 ppm As, 12.5 ppm Co, 935.1 ppm Cu, 6.3 ppm Mo, 10.5 ppm Pb, 66.2 ppm Zn, 58.6 ppm V, 27.0 ppm Ni, 82.0 ppm Cr, 149.4 ppm Ba, 184.5 ppm Sn, 43.4 ppm Nb, 70.5 ppm Rb, 345.4 ppm Sr, 3.4 ppm Th ve 129.0 ppm Zr'dur. NTE ise ortalama olarak 9.5 ppm Sc, 47.9 ppm Y, 18.6 ppm La, 39.2 ppm Ce, 3.1 ppm Pr, 15.4 ppm Nd, 1.4 ppm Sm ve 3.0 ppm Gd şeklindedir.

Belen Granitoyidlerinden derlenen numunelerin hangi kayaç gruplarına ait olduklarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen toplam alkali (Na₂O + K₂O) miktarlarına karşı SiO₂ değerleri kullanılarak TAS (Toplam Alkali-Silis) diyagramlarında örneklerin tamamı Cox ve ark. (1979) tarafından önerilen TAS (toplam alkali-silis) diyagramında subalkalin/toleyitik alanda yer almaktadırlar. Numunelerin 3'ü gabro, 7'si diyorit, 3'ü siyenodiyorit, 2'si ise granodiyorit alanına düşmektedir. Aynı örnekler Middlemost, (1994) TAS (toplam alkali-silis) diyagramında ise 1'i gabroyik diyorit, 8'si diyorit, 3'ü granodiyorit, 1'i monzonit ve 1'i kuvars monzonit alanında yer almıştır. Granitoyidik kayaçlar R₁ [4Si-11(Na+K)-2(Fe+Ti)] - R₂ (6Ca+2Mg+Al) diyagramında (De La Roche ve ark., 1980) numunelerden biri gabro, 2'si gabrodiyorit, 4'ü diyorit, 2'si monzodiyorit, 1'i monzonit, 2'si tonalit ve 1'i granit alanında yer almıştır.

Granitoyidik kayaçlar A/CNK'ya karşı A/NK diyagramında (Shand, 1943) değerlendirildiğinde numunelerin 4'ü peralümina alanında yer alırken diğer örnek metaalümina alanında yer almışlardır. Granitoyidik kayaçlar SiO₂'ye karşı FeOt/MgO diyagramında Miyashiro (1974), değerlendirildiğinde numunelerin 6'sı toleyitik seri içerisinde yer alırken diğer numuneler kalkalkalin seri içinde yer almışlardır. A-F-M üçgen diyagramında (Irvin ve Baragar, 1971) ise iki örnek dışında diğer tüm örnekler kalkalkalin seriye ait alanlarda kümelenmiştir.

Granitoyidik kayaçların jeotektonik ortamlarının belirlenmesi amacıyla hazırlanan (Pearce ve ark., 1984) Y+B'a karşı Rb ve Y-Nb diyagramlarında değerlendirildiğinde numunelerin tamamı WPG (levha içi granit) alanında yer almışlardır.

Granitoyidik kayaçlarda gerçekleştirilen korelasyon analizinde SiO_2 diğer bileşenlerin hiçbirisiyle pozitif korelasyona sahip olmayıp Sn ile çok kuvvetli, CaO ile kuvvetli negatif korelasyona sahipken Al_2O_3 'te SiO_2 gibi pek çok elementle negatif korelasyona sahiptir. Kayaçlarda Fe_2O_3 ; TiO_2 , Nb ve Zr ile CaO; Sn ile Na_2O ; Sr ile, K_2O ; Rb ile TiO_2 ; Nb, Y ve Gd ile, P_2O_5 -Sn, Zn-Nb ve Nb-Zr çiftleri ile Sc dışında NTE birbirleri, Nb, Th ve Zr ile çok kuvvetli pozitif korelasyon göstermektedirler. NTE; ayrıca Sr ve Na_2O ile kuvvetli, Al_2O_3 ile zayıf negatif korelasyona sahiptir.

Belen Granitoyidlerinde bileşenlerin arasında korelasyon katsayıları kullanılarak yapılan küme analizlerine göre hazırlanan dendrogramda Fe-K-Ti-NTE grubu, MnO-A.Z. grubu, Cr-V Grubu, Na_2O - Al_2O_3 -MgO grubu ve SiO_2 -Cu-Pb-Au Grubu olmak üzere beş ana grup ayırt edilmektedir. Dendrogramda ilk grup Fe-K-Ti-NTE grubu olup bu grup La-Ce-Pr-Nd-Sm-Th kümesine eklenen (Nb-Zr)-Y, K_2O -Rb ve TiO_2 - Fe_2O_3 alt grupları ile bu kümeye eklenen Zn, As ve Co-Ni ile temsil edilmektedir. Bu grup granitoyidik kayaçlardaki K-feldispat, mika ve piroksenlere bağlı olarak gelişmiş olup NTE'nin özellikle K ve Fe ile birlikte davrandığı ortaya çıkmaktadır. Dendrogramda ikinci grup (MnO-A.Z.)-S ile temsil edilmekte olup sülfidli mineralizasyona işaret eden bu grup farklı litolojik özelliklere sahip olan magmatik kayaçların birlikte değerlendirilmesine bağlı olarak ortaya çıkmıştır. Küme analizi dendrogramında üçüncü grup Cr-V Grubu olup bu grup (Cr-Sc)-V ile temsil edilmektedir. Bu grubun inceleme alanında yaygın olarak gözlenen mafik kayaçlara bağlı olduğu düşünülmektedir. Dördüncü grup (Na_2O -Sr)- Al_2O_3 -MgO grubu olup mafik kayaçlarda yaygın olan sodik piroksen, amfibol ve plajiyoklaslara bağlı ortaya çıkmıştır. Beşinci ve son grup ise SiO_2 -Cu-Pb-Au grubu olup bu grup Cu-Pb çiftine sırasıyla eklenen Ba, Au ve SiO_2 ile temsil edilmekte olup epijenetik bir hidrotermal cevherleşmeyi yansıtmaktadır.

Belen Granitoyidlerinden derlenen 68 numunede değerlendirmeye alınan 37 bileşenin davranışlarına etki eden faktörlerin ortaya konulması için gerçekleştirilen faktör analizlerinde başlangıç etki derecesi 1'in üzerinde olan ilk 6 faktör kümülatif değişimin % 92.3'ünü karşılamaktadır.

Granitoyidlerde 37 faktör içindeki etkisi 19.1 olan birinci faktörün kümülatif değişime etkisi % 51.6'dır. Bu faktör Fe_2O_3 , K_2O , TiO_2 , A.Z., As, Co, Zn, Nb, Rb, Th, Zr, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm ve Gd'un önemli pozitif faktör yüklerine karşılık, Al_2O_3 , MgO, Na_2O , Cu, Sn ve Sr'un önemli negatif faktör yükleri ile temsil edilmektedir. Pozitif faktör yüklerine sahip olan bileşenler dendrogramdaki Fe-K-Ti-NTE grubu ile

negatif faktör yüklerine sahip olan bileşenler ise 4. Grubu oluşturan $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{MgO}$ grubu ile tam olarak örtüşmektedir. Bu faktör Belen Granitoyidleri içinde oldukça yaygın olan gabro ve dolerit gibi bazik kayaların oluşum koşullarını yansıtmaktadır.

Değişimin % 17.12'sini karşılayan ikinci faktör Al_2O_3 , Fe_2O_3 , V, Cr ve Sc'un önemli pozitif faktör yükleri ile CaO, A.Z. ve S'un önemli negatif faktör yükleri ile temsil edilmektedir. Pozitif faktör yüklerine sahip olan bileşenler küme analizi dendrogramındaki Cr-V grubu ile örtüşürken $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{MgO}$ Grubu ve Fe-K-Ti-NTE grubunun ana oksitleri ile kısmen örtüşmektedir. Negatif yüklü bileşenler ise küme analizi dendrogramında ayrı gruplarda yer alan CaO ile A.Z. – S çiftleri ile örtüşmektedir. Granitoyidik kayaların homojen bir kayaç topluluğu olmaması bu bileşenlerin ayrı gruplarda kalmasına neden olduğu düşünülmektedir. Bu faktör magmatik kayalarda meydana gelen yüzey ayrışmasını göstermektedir.

Belen Granitoyidlerinde toplam değişimin % 9.9'unu karşılayan üçüncü faktör SiO_2 , Cu, Pb ve Ba'un önemli pozitif yükleri ile birlikte Au, Mo ve Zn'un zayıf pozitif, faktör yüklerine karşılık, CaO'in önemli negatif, Co, Ni, Cr ve Sc'un zayıf negatif faktör yükleri ile temsil edilmektedir. Pozitif faktör yüklerine sahip olan bileşenler küme analizi dendrogramındaki SiO_2 -Cu-Pb-Au Grubu ile tam olarak örtüşürken negatif faktör yüküne sahip olan bileşenler CaO ile birlikte Cr-V grubu ile örtüşmektedir. Bu faktör granitoyidik kayalarda Si ile birlikte Cu, Pb, Ba ve Au'nun yıkanmasını sağlayan mafik daykaların etkisiyle CaO, Cr, Ni, V ve Sc'un yerleştiklerini göstermektedir.

Değişimin % 6.3'ünü karşılayan dördüncü faktör Co, Ni, Ba'un önemli, CaO, Au, Cu ve Pb'nun zayıf pozitif faktör yüklerine karşılık, SiO_2 ve S'un zayıf negatif faktör yükleri ile temsil edilmektedir. Pozitif faktör yüklerine sahip olan bileşenler Au, Cu, Pb ve Ba gibi bileşenler SiO_2 hariç tutulursa küme analizi dendrogramındaki SiO_2 -Cu-Pb-Au grubu ile örtüşürken SiO_2 ve S'un negatif faktör yüklerine sahip olmaları magmatik kayalarda sülfidli mineralizasyon ve kuvarşlı gang minerallerini oluşturan epijenetik hidrotermal aktiviteleri göstermektedir. Böylece açığa çıkan Cu ve Pb içeren sülfidli minerallerden galenit ve kalkopiritler oluşmuştur.

Çalışma alanından derlenen 112 adet dere sedimanlarında analizleri yapılan Au, Ag, Sb ve Mo deteksiyon limiti altında kaldıkları için değerlendirilmemiş olup dere sedimanlarında ortalama 12.5 ppm As, 6.8 ppm Bi, 18.9 ppm Co, 34.9 ppm Cu, 35.5 ppm Ni, 22.5 ppm Pb, 55.5 ppm V ve 81.3 ppm Zn değeri tespit edilmiştir.

Dere sedimanı numunelerinin alındığı noktalardaki ana kayaç tanımlamaları yapılmış olmasına rağmen analiz sonuçları ile ana kayaçlar karşılaştırıldığında arada kesin bir sınırla ayırım yapılabilecek bir farklılık tespit edilmemiştir. Gümeli çevresindeki dere sedimanları ile ilgili bir genelleme yapılacak olursa en yüksek ortalama As ve Co konsantrasyonları Hamzafakılı formasyonu, en yüksek Pb ve Zn içerikleri Göktepe Formasyonu, en yüksek Bi, Cu ve V konsantrasyonları Belen Granitoyidleri ve en yüksek Ni içeriği Çaycuma formasyonu üzerinde gelişen dere sedimanlarında ölçülmüştür.

Kayaç ve dere sedimanı örneklerinin analiz sonuçlarına göre sahada ümitli görülen Tötek Tepe, Dede Tepe ve Fındıklı Tepe arasında kalan alan M Sektörü (170 örnek) ve Tötek Tepe kuzeybatısını kapsayan alan N sektörü (31 örnek) olmak üzere 2 adet potansiyel beslenme alanı tespit edilmiştir.

M sektöründe belirlenen 12 profilden alınan toplam 170 adet toprak örneğinde gerçekleştirilen kimyasal analizlerde Ag, Bi, Mo ve Sb bütün numunelerde deteksiyon limiti (Ag: 1 ppm, Bi, Mo ve Sb: 5 ppm) altında kaldıkları için istatistiksel analizlerde değerlendirmeye alınmamıştır. Altın ise numunelerin büyük bir çoğunluğunda deteksiyon limitinin (20 ppb) altında kalmış olmasına rağmen 6 numunede yüksek değerler verdiğinden değerlendirmeye alınmıştır. Buna göre M sektöründen alınan topraklarda ortalama 23.2 ppb Au, 9.1 ppm As, 14.1 ppm Co, 34.2 ppm Cu, 22.3 ppm Ni, 22.8 ppm Pb, 48.8 ppm V ve 100.7 ppm Zn içerikleri tespit edilmiştir. Sahada gelişen hidrotermal mineralizasyon topraklarda da bu elementlerin nispeten yükselmesini sağlamıştır. M sektöründe gerçekleştirilen toprak örnekleme analizlerine göre yörede As, Cu, Pb ve Zn bakımından pozitif anomalinin varlığını göstermektedir.

N sektöründe belirlenen 6 profilden alınan toplam 31 adet toprak örneğinde de Au, Ag, As, Bi, Co, Cu, Mo, Ni, Pb, Sb, V ve Zn olmak üzere 12 iz elementin kimyasal analizleri yapılmış, ancak analizlerde Au, Ag, Bi, Mo ve Sb deteksiyon limitlerinin altında kaldıkları için istatistiksel analizlerde değerlendirmeye alınmamıştır. N sektöründen alınan topraklarda ortalama 7 ppm As, 12 ppm Co, 51 ppm Cu, 18 ppm Ni, 13 ppm Pb, 67 ppm V ve 57 ppm Zn bulunmaktadır. Daha çok Belen Granitoyidleri üzerinden alınan N sektöründeki topraklarda ölçülen yüksek Cu, Pb ve Zn içerikleri granitoyidik kayaçlar içinde meydana gelen epijenetik oluşumlu hidrotermal mineralizasyon koşulları ile ilişkili olduğu şeklinde düşünülmektedir.

M sektörü ve N sektöründen alınan toprakların ortalama iz element içerikleri (Au, As, Co, Cu, Ni, Pb ve Zn) karşılaştırıldığında genellikle M sektöründen alınan toprakların daha zengin oldukları görülmektedir. N sektöründeki topraklar ise Cu ve V bakımından zengindir. Toprakların iz element konsantrasyonlarının üzerinde geliştikleri jeolojik birimlerle ilişkilerinin ortaya konulması için sektör bazında karşılaştırıldığında M sektöründe Belen Granitoidinde ölçülen Au değerleri bütün topraklardaki ortalama Au değerini de yükseltmiştir. Benzer olarak M sektöründe Hamzafakılı formasyonunda ölçülen yüksek As, Co, Ni ve Zn değerleri tüm topraklardaki iz element içeriği ortalamalarını yükseltmiştir.

İnceleme alanında metalik cevher zenginleşmelerinin kaynağının belirlenmesi amacıyla derlenen kayaç, dere sedimanı ve topraklarda kimyasal analizleri yapılan iz element konsantrasyonları (Au, As, Co, Cu, Ni, Pb ve Zn) karşılaştırıldığında genel olarak analizi gerçekleştirilen iz elementlerden Au, As, Cu, Ni, Pb ve V kayaçlarda, Co ve Zn ise dere sedimanlarında yüksek değerlere sahipken topraklarda hiçbir iz element diğer gruplardan daha yüksek değere sahip değildir.

Kayaçlarda Hamzafakılı formasyonu yüksek Pb (231.2 ppm) değeri ile dikkati çekerken Göktepe formasyonu Ni (55.8 ppm) ve Zn (108.9 ppm), Belen Granitoidleri ise Au (28.7 ppb) ve Cu (935.1 ppm) içerikleri bakımından en yüksek değerlere sahiptir. Analizi gerçekleştirilen elementlerden bazıları dere sedimanlarında yüksek değerlere ulaşmakta olup Hamzafakılı formasyonundan derlenen dere sedimanlarında As (15.6 ppm) ve Co (21.4 ppm), Belen Granitoidlerinden derlenen dere sedimanlarında ise V (86 ppm) en yüksek değerlere ulaşmaktadır.

Jeokimyasal prospeksiyonda yaygın olarak kullanılan kayaç, dere sedimanı ve toprak jeokimyası yöntemlerinin üçünün de kullanıldığı bu çalışmada en yüksek iz element değerlerinin çoğunluğu kayaçlarda (Au, As, Cu, Ni, Pb ve V) ölçülürken dere sedimanlarında iz elementlerden sadece Co ve Zn yüksek değerlere sahiptir. Toprakların bütün iz elementler bakımından en düşük değerlere sahip olmaları jeokimyasal prospeksiyon çalışmalarında kullanılacak analitik materyalin öncelikle kayaçlar, bu mümkün olmuyorsa dere sedimanları ve en son topraklar olması gerektiğini göstermektedir.

5.2. Öneriler

“Gümeli Köyü (Alaplı-Zonguldak) Çevresindeki Maden Arama Çalışmalarında Jeokimyasal Verilerin Değerlendirilmesi” başlıklı bu çalışmada inceleme alanından derlenen kayaç, dere sedimanı ve toprak örnekleri kullanılmış olup elde edilen sonuçlara göre aşağıdaki önerilerin dikkate alınmasında yarar görülmektedir.

İnceleme alanında metalik cevherleşmeler bakımından ümitli görülen Hamzafakılı Formasyonu, Göktepe Formasyonu ve Belen Granitoyidlerinin her üçü de farklı litolojik özelliklere sahiptir. Hamzafakılı Formasyonunun yer yer kristalize kireçtaşı ve şeyl içeren kuvarsit, metakumtaşı, mikrokonglomera, arkoz ve konglomeralardan, Göktepe Formasyonu ankimetamorfik özellikte kiltası, silttaşı, karbonatlı kiltası ve karbonatlı kumtaşlarından ve Belen Granitoyidleri granit, granodiyorit, diyorit ve kuvars diyorit bileşimli intrüzif oluşmaktadır. Farklı litolojik özelliklere sahip olan birimlerin kimyasal analiz sonuçlarının birlikte değerlendirilmesi istatistiksel analizlerde yapılan yorumların kesin sınırlarla açıklanmasında birtakım belirsizlikler oluşturmaktadır. Çalışma alanında veya benzer litolojik özelliklere sahip olan birimlerin bulunduğu alanlarda yapılacak çalışmalarda öncelikle kayaçların litolojik özelliklerine göre ayrıntılı tanımlamalarının yapılarak her bir litolojik birim için yeterli sayı ve nitelikte örnek alınması ile bu belirsizlik çözümlenebilecektir.

Hamzafakılı formasyonunda 61.9 ppm Ag, 240 ppb Au, 9531 ppm Pb ve 22159 ppm Cu ve 101 ppm Mo değeri ölçülen 130 numaralı kuvarsit örneğinin alındığı Dikmen Tepe batısındaki kuvarsitlerin daha ayrıntılı incelenmesi ve daha çok sayıda örnek alınarak analizlerinin gerçekleştirilmesi ile Au, Ag, Cu, Pb ve Mo zenginleşme alanları tespit edilebilir.

Göktepe formasyonunda K130 numaralı numunede 135 ppb Au ve 588 ppm Cu ile birlikte diğer metaller de yüksek değerlere sahip olup bu örneğin alındığı Tötek Tepe batısı ile yine yüksek Cu, Zn ve Pb değerlerine sahip olan numunelerin alındığı Dede tepe batısında da ayrıntılı çalışmalar yapılarak cevherleşme alanları belirlenebilir.

Tötek Tepe civarında Belen Granitoyidlerinden alınan başta 126 ve 127 numaralı numuneler olmak üzere birçok numunede özellikle Ag, Au, Cu, Pb ve Zn bakımından belirgin anomaliler vardır. Bu bölgedeki granitoyidik kayaçların ayrıntılı tanımlamalarının yapılması, detaylı saha incelemelerinin gerçekleştirilmesi ve yeterli sayıda örnek alınması ile Tötek Tepe’nin kuzeybatısından başlayarak Tötek Tepe’yi

içine alan ve Dede Tepe'ye kadar uzanan bir cevherleşme alanının varlığının belirlenme ihtimali çok kuvvetlidir.

Gerek korelasyon analizleri gerek küme analizleri gerekse faktör analizlerinde ortaya çıkan kümelenmeler ve bunları etkileyen faktörler farklı litolojik özelliklere sahip olan birimlerde yeterli sayı ve nitelikte numune alınarak daha kesin sınırlarla ayrılabilir.

Dere sedimanı numunelerinin alındığı noktalardaki ana kayaç tanımlamaları yapılmış olmasına rağmen analiz sonuçları ile ana kayaçlar karşılaştırıldığında arada kesin bir sınırla ayırım yapılabilecek bir farklılık tespit edilmemiştir. Bir genelleme yapılacak olursa en yüksek ortalama As ve Co konsantrasyonları Hamzafakılı formasyonu, en yüksek Pb ve Zn içerikleri Göktepe formasyonu, en yüksek Bi, Cu ve V konsantrasyonları Belen Granitoidleri ve en yüksek Ni içeriği Çaycuma formasyonu üzerinde gelişen dere sedimanlarında ölçülmüştür. Dolayısıyla her bir formasyon üzerinde gelişen dere sedimanları kaynak alanlarına göre ayrılarak ayrıntılı örneklemelerle sahada gelişen hidrotermal mineralizasyon belirlenebilecektir.

Toprak örnekleri değerlendirildiğinde M sektöründeki granitoidik kayaçların üzerinde gelişen topraklarda As, Cu, Pb ve Zn bakımından N sektöründe ise Cu, Pb ve Zn bakımından ümitli alanlar belirlenmiştir. Toprakların yüksek metalik element içeriklerinin granitoidik kayaçlar içinde meydana gelen epijenetik hidrotermal mineralizasyonla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla yüksek iz element içeriklerine sahip olan toprakların üzerinde geliştikleri ana kayaçlarda ayrıntılı çalışmalar yapılarak cevherleşme olabilecek alanlar tespit edilebilir.

Jeokimyasal prospeksiyonda yaygın olarak kullanılan kayaç, dere sedimanı ve toprak jeokimyası yöntemlerinin üçünün de kullanıldığı bu çalışmada en yüksek iz element değerlerinin çoğunluğu kayaçlarda (Au, As, Cu, Ni, Pb ve V) ölçülürken dere sedimanlarında iz elementlerden sadece Co ve Zn yüksek değerlere sahiptir. Toprakların bütün iz elementler bakımından en düşük değerlere sahip olmaları jeokimyasal prospeksiyon çalışmalarında kullanılacak analitik materyalin öncelikle kayaçlar, bu mümkün olmuyorsa dere sedimanları ve en son topraklar olması gerektiğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Ağralı, B., 1969, Amasra ve Zonguldak havzalarındaki Alt Karbonifer seviyelerinin palinolojik mukayesesi, TfK Bült., c, 1-2.
- Ağralı, B. ve Konyalı Y., 1970, Amasra Karbonifer Havzası Mikrosporlarının İncelenmesi, Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 73.
- Akartuna, M., 1952-1962 Çaycuma-Devrek-Yenice-Koscağz Bölgesinin Jeolojisi MTA Derleme No:2059, MTA Derleme, İst.Üniv. Fen Fak Monografileri, 17, 58
- Akbaş, B., Altun İ. E. ve Aksay A., 2002, Türkiye jeoloji haritaları, 1:100.000, Zonguldak-E28 paftası,, Maden Tetkik ve Arama Jeoloji Etütleri Dairesi, Pafta No.24 Ankara.
- Akbulut, D., 1978, Zonguldak (Sapçaköy) Göldağ yöresi kuvarsit sahasının jeolojisi In, Eds, p. No: 6335.
- Akkaya, G., 2012, Acar Formasyonunun (Alaplı-Zonguldak) Tünel Açılabilme Özelliği, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi (yayımlanmamış) ,Zonguldak, 129
- Akkaya, G. ve Keskin-Çıtıroğlu H., 2012, Acar Formasyonunun (Alaplı-Zonguldak) Jeoteknik Özellikleri, Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi, 2 (2), 39-46.
- Akman, Ü., 1992, Amasra-Arıt arasının jeolojisi. Doktora Tezi Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, , Ankara (yayımlanmamış).
- Altınlı, E., 1951, Filyos Çayı Batı Kenarının Jeolojisi: İst. Üniv Fen. Fak. Mecmuası B.16/2 153-188.
- Altınlı, E., 1954, Pelitovası batı kesiminin jeolojisi, MTA Derleme rap, No:2387.
- Arni, P., 1938, Şimali anadolu kömür havzasının stratigrafisi hakkında malumat ve Ereğli-Zonguldak-Amasra arasında Prof. Jongmans ile birlikte yapılan seyahat hakkında rapor, MTA Rap. No. 674.
- Arni, P., 1939, Zonguldak Kokaksu Boksit Maden yatağı MTA Derleme rapor No: 914.
- Arni, P., 1940, Kozlu-Ateş'e dayanıklı killeri ve Zonguldak Bindetonu hakkında rapor MTA Derleme raporu No:1188.
- Arni, P., 1941, Amasra-Tarlaağzı taşkömür mıntıkasının jeolojisi ve Kıymetlendirilmesine Müteallik İlk İkmal Raporu, MTA Rap. No. 1274.
- Arpat, E., Akyol Z., ERDOĞAN B., GÖGER E., Güney Y., Saroglu F., Sentürk I., Tütüncü K. ve Uysal S., 1974, Geological map of the Cide-Kurucasile region, scale 1: 50 000, Ankara: Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü.
- Atabek, S., 1938, Zonguldak mıntıkasında glakonit ve Fosforik üzerinde yapılmış tahkikat raporu MTA Derleme raporu.
- Aydın, M., Şahintürk Ö., Serdar H., Özçelik Y., Akarsu İ., Üngör A., Çokuğraş R. ve Kasar S., 1986, Ballıdağ-Çangaldağı (Kastamonu) arasındaki bölgenin jeolojisi. TJK Bülteni 29: 1-16 (in Turkish).
- Aydın, M., Serdar H. S., Şahintürk Ö., Yazman M., Çokuğraş R., Demir D. ve Özçelik Y., 1987a, Çamdağ (Sakarya) Sünnicedağ (Bolu) Yöresinin Jeolojisi: TJK Bült., Cilt 30.
- Aydın, M., Serdar H. S., Yazman M., Çokuğraş R., Demir O. ve Özçelik Y., 1987b, Sünnicedağ, Çamdağ Sakarya yöresinin jeolojisi, Bulletin of the Geological Society of Turkey, 30, 1-14.

- Baykal, F., 1954, Ulus-Eflani arasındaki mıntika hakkında jeolojik rapor MTA Derleme raporu No: 2125.
- Bayramgil, O., 1949, Bağköy (Zonguldak) Volkanik breşi T.J.K Bülten 2/1 41-46, In, Eds, p.
- Charles, F., 1932, Un Exempleire du Genre Spirocyclina Dans les Calcaires Inferieurs de la Region d'Heraclee (Asie Mineure). Society geological Belgique, annals (Bulletin), 55 (10), 247-249.
- Charles, F., 1933, Spirocyclina choffati Munier-Chalmas var. euxina nov. var. dans les Calcaires Inférieurs de la Région d'Heraclee (Asie Mineure). Society geological France bulletin, 5, 2/5-7, 465-475.
- Charles, F., 1947, Karasal-Çatakdere pencereleri bölgesindeki stratigrafik ve Tektonik araştırma MTA Derleme No:1725.
- Cox, K., Bell J. ve Pankhurst R., 1979, The Interpretation of Igneous Rocks. Springer, London.
- Çiftçi, Y., Dönmez C. ve Metin S., 2011, Çevre Jeolojisiinde Jeokimya Atlası ve İşlevleri: Küresel Jeokimya Veritabanı Projesi ve Türkiye. MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni sayı 11:6-20.
- Çoban, F., 1988, Batı Karadeniz bölgesinde Üst Kretase yaşlı Akçakoca volkanitlerinin petrokimyasal özellikleri. Jeoloji Mühendisliği, 5-15: 43-48.
- Darnley, A. G., Björklund A. J., Bølviken B., Gustavsson N., Koval P. V., Plant J. A., Steenfelt A., Tauchid M., Xie X., Garrett R. G. ve Hall G. E. M., 1995, A global geochemical database for environmental and resource management: recommendations for international geochemical mapping. Science Report 19. UNESCO Publishing, Paris. 122p.
- De Vos, W. ve Tarvainen T., 2005, Geochemical Atlas of Europe. Part 2: Interpretation of Geochemical Maps, Additional Tables, Figures, Maps, and Related Publications. ISBN: 951-690-960-4 (elektronik ver.).
- Debon, F. ve Le Fort P., 1983, A Chemical-Mineralogical Classification of Common Plutonic Rocks and Associations. Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences, 73, 135-149.
- Derman, A. S., 1990a, Faylı Basen kenarındaki sedimantasyona Batı Karadeniz'de Kretase'den bir örnek. 8.Türkiye Petrol Kongresi, Bildiriler, (Jeoloji), Türkiye Petrol Jeologları Derneği/TMMOB Petrol Mühendisleri Odası, 314-321.
- Derman, A. S., 1990b, Batı Karadeniz Bölgesinin Geç Jura ve Erken Kretase'deki jeolojik evrimi. 8.Türkiye Petrol Kongresi, Bildiriler, (Jeoloji), Petrol Jeologları Derneği/TMMOB Petrol Mühendisleri Odası, 328-339.
- Derman, A. S., 1995, Cretaceous Megabreccias and Other Mass Flow Deposits in The Eastern Ulus Basin, Western Black Sea Region of Turkey. Ph. D. Thesis, Middle East Technical University, Ankara, 229 p.
- Derman, A. S. ve Sayılı A., 1995, İnaltı Formation: A key unit for regional geology. In A. Erler, T. Ercan, E. Bingöl and S. Örçen (eds.), Geology of the Black Sea region. General Directorate of Mineral Research and Exploration, and Chamber of Geological Engineers, Ankara-Turkey, 99-104.
- Derman, A. S., 1996a, Batı Karadeniz Geç Jura Paleocoğrafyası. 11.Türkiye Petrol Kongresi ve Sergisi, Bildiriler, (Jeoloji), Türkiye Petrol Jeologları Derneği/TMMOB Petrol Mühendisleri Odası, 75-80.

- Derman, A. S., 1996b, Kocabreşlerin tanınmasının önemi. 11.Türkiye Petrol Kongresi ve Sergisi, Bildiriler, (Jeoloji), Türkiye Petrol Jeologları Derneği/TMMOB Petrol Mühendisleri Odası, 83-90.
- Deveciler, E., 1981, 1/25000 Ölçekli sayısal jeoloji haritaları, Zonguldak F27-d4 paftası, Türkiye Jeoloji Veritabanı, MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Deveciler, E., 1986, Alaplı-Bartın-Cide (B. Karadeniz) jeoloji raporu, MTA yayınları, Derleme, 7938, 58.
- Dil, N., **1980**, Zonguldak Karbonifer havzasında ortaya çıkarılan denizel somatr ve tatlı su klavuz seviyeleri hakkında bir açıklama Türkiye Jeoloji Mühendisliği II.Bilimsel Teknik kongre Bildiri özetleri.
- Ercan, T. ve Gedik A., 1983, Pontidlerde Volkanizma Jeoloji Mühendisliği dergisi Sayı: 18.
- Ergönül, Y., 1961, Amasra Prodükatif Karbonifer Havzasında Müşahede Edilen Yeni Megasporlar. , Maden Tetkik Ve Arama Dergisi, 57, 86-92.
- Fratschner, W., 1952, Amasra-Bartın-Kumluca ve Kurucaşile-Ulus bölgelerinde 19 Mayıs-24 Ekim arasında yapılan jeolojik etüdlere dair ilk rapor, Maden Tetkik ve Arama Raporu, 1960 (yayınlanmamış).
- Gedik, A. ve Korkmaz S., 1984, Sinop havzasının jeolojisi ve petrol olanakları. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Petrol ve Jeotermal Enerji Dairesi, Ankara.
- Göksu, E., 1958, Zonguldak Kokaksu boksitleri MTA Ens. Dergisi Sayı: 50.
- Görür, N., Sakıncı M., Barka A., Akkök A. ve Ersoy S., 1995, Miocene to Pliocene Palaeogeographic Evolution of Turkey and its Surroundings, Journal human evolution, 28, 309-324.
- Grancy, W., 1937a, Karabük havalisinde yapılan jeolojik tahkikata ait rapor MTADerleme No: 563.
- Grancy, W., 1937b, Taşkömür ümit edilen Arıtdere, Gürendere ve Pelitovası sahalarında yapılan jeolojik tetkikler hakkında rapor. MTA Rap. No. 30 (yayınlanmamış).
- Grancy, W., 1938, Taşkömür zuhur edeceği umulan Antdere ve Pelitovası hakkında rapor, Ankara, Turkey: MTA Raporu (679).
- Güven, A., 1980, Karabük Formasyonunun Fasiyes Analizi: 50 Milyon Yıl Önceki Bir Akarsu-Delta Kompleksinin izleri (Facies Analysis of the Karabük Formation: traces of a fluvio-deltaic complex of 50 million years ago): Türkiye Besinci Petrol Kongresi (Jeolojik-Jeofizik Bildirileri) Proceedings, Ankara.
- <http://www.eurogeosurveys.org/expertgroups/geochemistry/>, 2019,
- İplikçi, E., 1983, 1/25000 Ölçekli sayısal jeoloji haritaları, Zonguldak F27-d3 paftası, Türkiye Jeoloji Veritabanı, MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Irvine, T. N. ve Baragar W. R. A., 1971, A Guide to the Chemical Classification of the Common Volcanic Rocks. Canadian Journal of Earth Science, 8, 523-548.
- Kaya, O. ve Dizer A., 1982, Bolu kuzeyi Üst Kretase ve paleojen kayalarının stratigrafisi MTA Dergisi Sayı: 97/98.
- Kaya, O. ve Dizer A., 1983, Eregli (Zonguldak) alanının Kretase stratigrafisi Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü dergisi Sayı:99/100, In, Eds, p.

- Ketin, I. ve Gümüş Ö., 1963, Sinop-Ayancik arasındaki III. bölgeye dahil sahaların jeolojisi hakkında rapor, 2. Kısım, Jura ve Kretase Formasyonlarının etüdü, Türkiye Petrolleri Arama Grubu Arsivi (unpublished report) No, 213, 288.
- Ketin, I., 1966, Anadolu'nun Tektonik Birlikleri, MTA Dergisi, 66, 23-34.
- Ketin, İ., 1953a, Zonguldak Vilayetine bağlı Ovacuma-Etlani bölgesinin 1/25.000 mikyaslı jeolojik lövesine ait memuar MTA Derleme : 2054, In, Eds, p.
- Ketin, İ., 1953b, Tektonische Untersuchungen auf den Prinzeninseln Nahe Istanbul Geo., Rundschau, Band 41, Stuttgart, 161-172., In, Eds, p.
- Ketin, İ., 1985, Türkiye'nin bindirmeli naplı yapısında yeni bir gelişme TJK Ketin Simpozyumu kitabı.
- Kirici, S., 1986, İnaltı formasyonunun biyostratigrafisi (II. ve IV. bölgeler), TPAO Araştırma Arşivi Raporu, 937.
- Mason, B., 1958, Principles of geochemistry [2nd edition.]: New York, John Wiley & Sons, Inc., 310 p.
- Masse, J. P., Tüysüz O., Fenerci-Masse M., Özer S. ve Sarı B., 2008, Early Cretaceous Rudist-Bearing Carbonates from the western Pontides. Black Sea Coast of Turkey, 8th International congress on rudists, İzmir, Turkey 2008, Excursion Guide of Post-Meeting Field trip (3), 1-9.
- Masse, J. P., Tüysüz O., Fenerci-Masse M., Özer S. ve Sarı B., 2009, Stratigraphic organisation, spatial distribution palaeoenvironmental reconstruction and Demise of Lower Cretaceous (Barremian-Lower Aptian) carbonate platforms of the Western Pontides (Black Sea region, Turkey), Cretaceous Research, 30, 1170-1180.
- Menteş, M., 2015, Kuzeybatı Türkiye'de Lavrasia Kıta Şelfinin Alt Kretase Fosil Kayıtları Ve Yakın Ülkelerle Korelasyonu, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 159 S.
- Middlemost, E., 1994, Naming materials in magma/igneous rock system. Earth Sci Rev 37:215-224.
- Miyashiro, A., 1974, Volcanic Rock Series in Island Arcs and Active Continental Margins. American Journal of Science, 274, 321-355. .
- Novak, E., 1920, Eregli-Alaplı hakkında rapor (Demir) Mta Derleme- 433.
- Okay, A. İ. ve Tüysüz O., 1999, Tethyan Sutures of Northern Turkey. In "The Mediterranean Basins: Tertiary Extension Within the Alpine Orogen" (eds. B. Durand, L. Jolivet, F. Horváth and M. Séranne), Geological Society, London, Special Publication 156, 475-515.
- Otkun, G., 1949, Zonguldak bölgesinde Abbasköy-Kilimli arasındaki sahanın jeolojisi hakkında rapor-MTA Derleme No:1823.
- Özkoçak, O., Konyalı Y. ve Şentürk İ., 1978, Kuzey-Batı Anadolu Taşkömürü Havzasına Genel Bakış
- Pakiser, L. C. ve Rhoda R., 1967, Composition of the continental crust as estimated from seismic observations (in Steinhart, J. S., and Smith, T. J., eds., The earth beneath the continents): Am. Geophys. Union, Geophys. Mon. 10, 620-626.
- Parker, R. L., 1967, Composition of the Earth's Crust (in Data of Geochemistry 6th Edition, Technical Ed.: Michael Fleischer), U.S. Geological Survey Professional Paper 440-D, U.S. Government Printing Office Washington D.C.20402, 19 p.

- Pearce, J. A., Harris N. W. ve Tindle A. G., 1984, Trace Element Discrimination Diagrams for the Tectonic Interpretation of Granitic Rocks. *Journal of Petrology*, 25, 956-983. .
- Salminen, R., 2005, Geochemical Atlas of Europe. Part 1: Background Information, Methodology and Maps. ISBN: 951-690-913-2 (elektronik ver.). .
- Saner, S., 1979, Explanation of the development of the western Pontid mountain and adjacent basins, based on plate tectonic theory, northwestern Turkey, *Bulletin of Mineral Resources and Exploration Institute of Turkey*, 93, 1-20.
- Saner, S., Taner İ., Aksoy Z., Siyako M. ve Bürkan K. A., 1979, Karabük Safranbolu bölgesinin jeolojisi TPAO Arama grubu Başkanlığı Raporu ve Türkiye 5. Petrol Kongresi (1980) S:111-122.
- Saner, S., 1980, Batı pontitlerin ve komşu havzalarında oluşuklarının levha tektoniği kuramıyla açıklanması kuzey batı Türkiye: *MTA Derg* 93/94.
- Saner, S., Aksoy Z., Siyako M. ve Bürkan K. A., 1981, Zonguldak dolayının jeolojisi TPAO grubu başkanlığı raporu.
- Shand, S. J., 1943, Eruptive Rocks. Their Genesis Composition. Classification, and Their Relation to Ore-Deposits with a Chapter on Meteorite. John Wiley & Sons, New York.
- Sirel, E., 1993, *Kastamonina abanica*, n. sp., a Complex Lituolid (Foraminiferida) from the Upper Jurassic Limestone of the Kastamonu Area (North Turkey). *Geologica Croatica*, 46/1, 1-7.
- Sözen, A., Erbayar M., Çamaşırcıoğlu A. ve Çeltik N., 1996, Düzce (Bolu)-Devrek (Zonguldak) Yöresinin Genel Jeokimya Raporu, MTA Genel Müdürlüğü, Batı Karadeniz Bölgesi Cu-Pb-Zn Aramaları Zonguldak Bölgesi Cu-Pb-Zn Aramaları (yayınlanmamış), 236 s.
- Şener, S., 2007, Amasra Yöresi (Batı Karadeniz) Üst Jura-Alt Kretase İnaltı Kireçtaşlarının Bentik Foraminifer Paleontolojisi Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Başkanlığı Ankara, 86 s. .
- Şengör, A. M. C. ve Yılmaz Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey. A plate tectonic approach: *Tectonophysics* 75 181-241.
- Şengör, A. M. C., Yılmaz Y. ve Ketin İ., 1981, Remnants of a pre-Late Jurassic Ocean in northern Turkey: Fragments of Permian-Triassic Paleo-Tethys ? *Geological Society of America Bulletin* (I), 99, 599-609.
- Taylor, S. R., 1964, The abundance of chemical elements in the continental crust-a new table: *Geochim. et Cosmochim. Acta*, 28, 1273-1285.
- Tokay, M., 1948, Karadeniz Ereğlisi-Alacağzı-Deliler köyü, bölgesi Kretase örtüsü jeolojik etüdü raporu MTA Derleme No:1820.
- Tokay, M., 1949, Karadeniz Ereğlisi-Alaplı-Kızıltepe-Başören-Dağköy Bölgesi jeolojik raporu M.T.A Derleme No: 1821 ve M.T.A Dergisi (1952).
- Tokay, M., 1952, Ereğli - Alaplı - Kızıltepe Bölgesi jeolojisi M.T.A. Dergisi 42-43, Ankara.
- Tokay, M., 1954, Filyos çayı Ağzı-Amasra-Bartın-Koscağzı Çaycuma Bölgesinin jeolojisi M.T.A Dergisi sayı: 46-47 ve MTA Derleme No: 2099.
- Tokay, M., 1955, Filyos çayı Ağzı-Amasra-Bartın-Koscağzı Çaycuma Bölgesinin jeolojisi M.T.A Dergisi sayı: 46/47, 58-74. .

- Turekian, K. K. ve Wedepohl K. H., 1961, Distribution of the elements in some major units of the earth's crust: Geol. Soc. America Bull., 72, 175-192. .
- Tüysüz, O. ve Yiğitbaş E., 1990, Orta Pontidlerde Üst Jura-Alt Kretase Stratigrafisi ve tektonik anlamı, 8.Türkiye Petrol Kongresi, Bildiriler, (Jeoloji), Türkiye Petrol Jeologları Derneği/TMMOB Petrol Mühendisleri Odası, 340-350.
- Üzer, N., 1985, Zonguldak ili cam döküm kumu olanakları. Türkiye jeoloji kurultayı (1985) Bildiri özetleri s. 72.
- Vinogradov, A. P., 1962, Average contents of chemical elements in the principal types of igneous rocks of the earth's crust: Geokhimiya 1962, no. 7, p. 555-571 (in Russian); translation in Geochemistry, 1962, No. 7, 641-664.
- Wedding, H., 1968, Amasra-Cide-Ulus bölgesinde karbon gazı etüdları, Ankara, Turkey: MTA Raporu (4004).
- Wedding, H., 1969, Amasra-Cide-Ülüs bölgesinde Karbon gaz etüdları, ümit verici sahanın batı kenarı, Karbon gaz studien im Raume Amasra-Cide-Ülüs Der Westrand des Hoffnungen gebeites, 1.
- Wedding, H., 1970, Bartın (Zonguldak ili) doğusuna doğru enterasan bir dekroşman hakkında MTA Dergisi Nisan 1970 sayı. 74.
- Wijkerslooth, 1939, Karabük Civarında Kuvartzlı Ve SiO₂ Fazla Sahreler Zuhuru Hakkında Tetkikat Mta Raporu.
- www.globalgeochemicalbaselines.eu/files/Blue_Book_GGD_IGCP259.pdf,
- Yahşiman, K. ve Ergönül Y., 1958, Amasra (Tarlaağzı) E.K.İ Galerisindeki Kömür Damarlarının Sporolojik Etüdü ve Korelasyonu, MTA Derg., 51, 42-49.
- Yahşiman, K., 1960, Amasra Kömür Havzasının Yeni Spor Florası, MTA Derg., 55, 34-42.
- Yahşiman, K., 1961, Amasra (Zonguldak) Kömür Havzasından Bazı Megasporlar, MTA Derg., 57, 79-85.
- Yergök, A. F., Ercan T., İplikçi E., Deveciler E., Keskin İ. ve Can B., 1984, Zonguldak çevresindeki Üst Kretase yaşlı yay volkanizmasının özellikleri Jeomorfolojisi Der Sayı:12.
- Yergök, A. F., Akman Ü., İplikçi E., Keskin İ., Mengi H., Umut M., Erdoğan K., Karabalık N., Kaymakçı H. ve Çetinkaya A., 1987, Batı Karadeniz Bölgesinin Jeolojisi.
- Yılmaz, Y., 1981, Atlantik tip bir kıta kenarının Pasifik tip bir kıta kenarına dönüşümüne Türkiye'den örnek, Türkiye Jeol. Kurumu Yayını, 27.
- Yılmaz, Y., Gözübol A. M., Tüysüz O. ve Yiğitbaş E., 1981, Abant (Bolu) Dokurcun Sakarya) Arasında Kuzey Anadolu Fay Zonunun Kuzey ve Güneyinde Kalan Tektonik Birliklerin Jeolojik Evrimi İÜ. Yerbilimleri Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mehmet KÖKSAL
Uyruğu : T.C
Doğum Yeri ve Tarihi : KIRIKKALE / 13.08.1991
Telefon : 0554 616 72 09
Faks :
e-mail : mehmetkoksal@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Kırıkkale Lisesi, Merkez, KIRIKKALE	2008
Üniversite	: Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, KONYA	2016
Yüksek Lisans	: Selçuk Üniversitesi, Selçuklu, KONYA	Devam
Doktora	:	Etmekte

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2016-Devam	M.T.A (Maden Tetkik ve Arama)	Jeoloji Mühendisi
Etmekte	Genel Müdürlüğü	

UZMANLIK ALANI

Jeoloji Mühendisi, Maden Yatakları-Jeokimya

YABANCI DİLLER

İngilizce

YAYINLAR

Köksal, M. , Arık, F. , Gümeli Köyü (Alaplı-Zonguldak-Türkiye) Ve Yakın Çevresinin Jeolojik Ve Petrografik İncelenmesi, International Symposium For Environmental Science And Engineering Research (Iseser2019)