



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



DOKTORA TEZİ

**GÖKÇEDOĞAN (KARGI-ÇORUM) CU ± ZN
CEVHERLEŞMESİNİN JEOLojİSİ VE OLUŞUMU ✓**

Cihan YALÇIN

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Jeoloji Mühendisliği Programı

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Nurullah HANİLÇİ**

Ocak, 2018

İSTANBUL

Bu çalışma, 17.01.2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Jeoloji Mühendisliği Programında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi



Doç. Dr. Nurullah HANILÇI (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi



Prof. Dr. Hüseyin ÖZTÜRK
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi



Prof. Dr. Emin ÇİFTÇİ
İstanbul Teknik Üniversitesi
Maden Fakültesi



Prof. Dr. Timur USTAÖMER
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi



Doç. Dr. Mustafa KUMRAL
İstanbul Teknik Üniversitesi
Maden Fakültesi



20.04.2016 tarihli resmi gazetede yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi'nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Bu tez 113Y536 numaralı “Çorum-Kargı Çevresinde Oluşan Demir, Bakır ve Altın Oluşumlarının Kökensel Araştırmaları” konulu TÜBİTAK projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim dalında Doktora Tezi olarak hazırlanan bu çalışma Doç. Dr. Nurullah HANİLÇİ denetiminde gerçekleştirilmiştir.

Tez konusunun belirlenmesi, çalışmanın yürütülmesi ve yazım aşamasında beni yönlendiren ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Nurullah HANİLÇİ'ye teşekkürlerimi sunarım. Tezimin çalışmalarına yapmış oldukları katkılar ve çalışmamın son halini almasında tavsiyeleri için Sayın Prof. Dr. Hüseyin ÖZTÜRK, Sayın Prof. Dr. Emin ÇİFTÇİ, Sayın Prof. Dr. Timur USTAÖMER, Sayın Doç. Dr. Mustafa KUMRAL ve Sayın Doç. Dr. Namık AYSAL hocalarıma ayrıca teşekkür ederim.

Daha önce asistanlığını yaptığım ve saha çalışmalarında da beni çok iyi yetiştiren çok değerli hocam Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Alican KOP'a teşekkürlerimi sunarım.

Saha ve laboratuvar çalışmaları sırasında bana her türlü konuda yardımcı olan TÜBİTAK Projesi ekibine başta Sayın Mustafa KAYA olmak üzere, Sayın Hamza SAMAST, Sayın Sercan ÖZTÜRK, Sayın Lokman GÜMÜŞ ve Sayın Ömer TAŞ'a teşekkürlerimi sunarım. Laboratuvar çalışmalarında bana yardımcı olan Benha Üniversitesi öğretim üyesi Sayın Dr. Amr Abdelnasser KHALİL, Sayın Muhammed Kabiru LAWAN ve Sayın Bihter HEPVİDİNLİ'ye teşekkür ederim. Saha çalışmalarında bize ayrıca destek veren Sayın Orkun TÜMER'e teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca benden hiçbir zaman desteğini esirgemeyen Selçuk Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği bölümü öğretim üyesi değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Rahmi AKSOY ve Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Tamer RIZAOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Araştırma Görevlisi kadrosundan Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'na Mühendis olarak geçmemde yardımını esirgemeyen Bakan Danışmanı Sayın Dr. Mehmet DUYAR'a ve Doktora çalışmalarımı yapabilmem konusunda bana yardımcı olan eski Edirne Bilim Sanayi ve Teknoloji İl Müdürü Sayın Engin BİŞAR'a ayrıca teşekkürlerimi sunarım.

Tez yazım çalışmalarında bilgisayar konularında desteğini esirgemeyen Düzce Üniversitesi Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı'nda Uzman olarak görev yapan Bilgisayar Mühendisi Sayın Levent SABAH'a, petrolojik çalışmalarda fikirleri ile yardımcı olan Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde görev yapan değerli arkadaşım Sayın Dr. Mehmet Ali ERTÜRK'e teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak ise tez süreci boyunca bana sürekli destek olan sevgili eşim Seda YALÇIN'a, minik kızım Rüya YALÇIN'a ve kardeşim Piyade Komando Teğmen Okan YALÇIN'a teşekkürlerimi sunarım.

Ocak, 2018.

Cihan YALÇIN



İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
TABLO LİSTESİ	xx
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	xxiv
ÖZET.....	xxvi
SUMMARY	xxviii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL KISIMLAR	2
2.1. ÇALIŞMANIN AMACI	2
2.2. İNCELEME ALANININ TANITIMI.....	2
2.2.1. İnceleme Alanının Konumu	2
2.2.2. Morfoloji	3
2.2.3. İklim ve Bitki Örtüsü	4
2.2.4. Ekonomik Durum.....	4
2.3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. MALZEME VE YÖNTEM	7
3.1. SAHA ÇALIŞMALARI.....	7
3.2. MİNERALOGİK VE PETROGRAFİK ÇALIŞMALAR	7
3.3. CEVHER MİKROSKOBİSİ ÇALIŞMALARI.....	8
3.4. JEOKİMYA ÇALIŞMALARI	8
3.5. SIVI KAPANIM ÇALIŞMALARI.....	8
3.6. İZOTOP JEOKİMYASI ÇALIŞMALARI	8
3.7. BÜRO ÇALIŞMALARI	9

4. BULGULAR	10
4.1. BÖLGESEL JEOLojİ	10
4.2. STRATİGRAfİ.....	12
4.2.1. Otokton Birimler	14
4.2.1.1. Bekirli formasyonu (TRJb)	14
4.2.1.1.1. Mermer Üyesi (TRJbm)	20
4.2.1.2. Beşpınar formasyonu (KTpeb).....	20
4.2.2. Alloktion Birimler	23
4.2.2.1. Alt Tektonik Dilim (ATD)	23
4.2.2.1.1. Kargı Ofiyoliti (Kok)	23
4.2.2.1.2. Saraycık formasyonu (Ks)	28
4.2.2.1.3. Çalarasın formasyonu (Kç).....	34
4.2.2.2. Üst Tektonik Dilim	38
4.2.2.2.1. Çamdağ formasyonu (Pç)	38
4.2.2.2.2. İnaltı formasyonu (JKi)	40
4.2.3. Örtü Birimleri.....	42
4.2.3.1. Yedikır formasyonu (Tmplt)	42
4.2.3.2. Ilgaz formasyonu (Tplt)	44
4.2.3.3. Yamaç Molozu (Qym)	45
4.2.3.4. Alüvyon (Qal)	45
4.3.YAPISAL JEOLojİ-TEKTONİK	45
4.3.1. Faylar	46
4.3.1.1. Eğim Atımlı Faylar	47
4.3.1.2. Bindirmeler	52
4.3.2. Kıvrımlar	58
4.3.3. Eklemler	60
4.4. KAYAÇ JEOKİMYASI	66

4.4.1. Otokton Metabazitlerin Jeokimyası	66
4.4.1.1. Metabazitlerin Kimyasal Adlama ve Sınıflaması	66
4.4.1.2. Uyumsuz Elementler	67
4.4.1.3. Nadir Toprak Elementler	70
4.4.1.4. Jeodinamik Ortam	72
4.4.2. Alloktion Volkanik Kayaçların Jeokimyası	74
4.4.2.1. Volkanik Kayaçların Kimyasal Adlama ve Sınıflaması	74
4.4.2.2. Uyumsuz Elementler	83
4.4.2.3. Nadir Toprak Elementler	84
4.4.2.4. Jeodinamik Ortam	87
4.4.3. Alloktion Kumtaşlarının Jeokimyası	88
4.4.3.1. Kumtaşlarının Ana Oksit ve İz Element Değişimleri	88
4.4.3.2. Uyumsuz Elementler	91
4.4.3.3. Nadir Toprak Elementler	92
4.4.3.4. Provenans	92
4.4.3.5. Jeodinamik Ortam	94
5. MADEN YATAKLARI	96
5.1. STRATİFORM Cu-Zn CEVHERLEŞMELERİ	97
5.1.1. Kömürlükdere Cu-Zn Cevherleşmesi	98
5.1.2. Göçükdibi Cu-Zn Cevherleşmesi	145
5.2. DAMAR TİPİ Cu±Zn CEVHERLEŞMELERİ	180
5.2.1. Dedeninyurdu Cu±Zn Cevherleşmesi	180
5.2.2. Yergen Cu±Zn Cevherleşmesi	195
5.2.3. Fındıklıyar Cu±Zn Cevherleşmesi	205
5.2.4. Ahmet Ağanın Yeri Cu±Zn Cevherleşmesi	209
5.4. İZOTOP JEOKİMYASI	214
5.4. SIVI KAPANIMI ÇALIŞMALARI	217

5.4.1. Sıvı Kapanımı Petrografisi	217
5.4.2. Sıvı-Gaz İçeren Sıvı Kapanımlar (LV Tip).....	217
5.4.3. Mikrotermometrik Ölçümler, Çözelti Sistemi ve Tuzluluk Hesaplamaları	220
5.5. JEODİNAMİK EVRİM	226
5.6. CEVHERLEŞME-JEODİNAMİK EVRİM İLİŞKİSİ.....	236
5.6.1. Cevher Zonunda Metamorfizma ve Deformasyonların Etkileri	238
5.6.2. Stratiform Kömürlükdere ve Göçükdibi Cu-Zn Cevherleşmelerinin Diğer Masif Sülfür Yatakları ile Karşılaştırılması	240
6. TARTIŞMA VE SONUÇ	245
KAYNAKLAR	256
EKLER.....	268
Ek-1. Gökçedoğan-Örencik-Pelitözü-Akbelen Yaylası (Kargı-ÇORUM) Dolayının 1/25.000 Ölçekli Jeoloji Haritası.	268
Ek-2. Gökçedoğan-Örencik-Pelitözü-Akbelen Yaylası (Kargı-ÇORUM) Dolayının Jeoloji Enine Kesitleri.	268
Ek-3. Gökçedoğan-Örencik-Pelitözü-Akbelen Yaylası (Kargı-ÇORUM) Dolayının 1/25.000 Ölçekli Tektonik Dilimler ve Yapısal Elemanlar Haritası.	268
Ek-4. Gökçedoğan-Örencik-Pelitözü-Akbelen Yaylası (Kargı-ÇORUM) Dolayının Tektonik Dilimler Enine Kesitleri.....	268
ÖZGEÇMİŞ.....	269

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: İnceleme alanı yer bulduru haritası (QGIS).	3
Şekil 4. 1: Türkiye tektonik birimleri üzerinde çalışma alanının konumu (Şengör ve diğ. 1982'den değiştirilerek alınmıştır).....	10
Şekil 4.2: Çalışma alanının tektono-stratigrafik istifi.....	13
Şekil 4.3: Depel Tepe Güneyinde Bekirli formasyonuna ait şistlerin genel görünümü (Batıdan Doğuya Bakış).	15
Şekil 4.4: Bekirli formasyonuna ait birimlerin mostra görünümü (a. Mikaşist, Kuzeyden Güneye Bakış, b. Fillit, Güneybatıdan Kuzeydoğuya Bakış, c. Metakumtaşı, fillit ardalanması, Doğudan Batıya Bakış, d. Sık kıvrımlanmış fillit, Güneyden Kuzeye Bakış, e. Metabazit-fillit ardalanması, Güneyden Kuzeye Bakış, f. Mikaşist, Kuvarşşist ardalanması, Kuzeyden Güneye Bakış).	16
Şekil 4.5: Bekirli formasyonuna ait mikaşistlerin polarizan mikroskop görüntüleri, Kısaltmalar: (ms) muskovit, (qz) kuvars, (ca-vein) kalsit damarı.	17
Şekil 4.6: Bekirli formasyonuna ait metabazitlerin polarizan mikroskop görüntüleri, Kısaltmalar: (act) aktinolit, (prx) piroksen, (chl) klorit, (ms) muskovit, (qz) kuvars, (qz-vein) kuvars damarı.	18
Şekil 4.7: Beşpınar formasyonunun Safranlık sırtı kuzeyindeki genel görünümü (Güneydoğudan Kuzeybatıya Bakış).	21
Şekil 4.8: Beşpınar formasyonuna ait örneklerin polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b) Kumtaşı, (cal) kalsit, (fe-oxide) demiroksit, (fsp) feldispat, (kln) kaolen, (qz) kuvars.	22
Şekil 4.9: Deresökü yaylası kuzeyinde Kargı ofiyolitine ait ayrışmış serpantinitlerin genel görünümü (Kuzeydoğudan Güneybatıya bakış).	24
Şekil 4.10: Deresökü yaylası kuzeyinde Kargı ofiyolitine ait serpantinitin genel görünümü (Kuzeybatıdan Güneydoğuya bakış).	25
Şekil 4.11: Çarşıbaşı tepesinin kuzeybatısında Kargı ofiyolitine ait gabro ve diyoritlerin genel görünümü (Güneyden Kuzeye bakış).	25
Şekil 4.12: Kargı ofiyolitine ait örneklerin polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b) Metagabro, (c,d) Metadiyorit, Kısaltmalar: (chl) klorit, (cpx) klinopiroksen, (pl) plajiolklas, (spn) sfen, (tr) tremolit.	26

Şekil 4.13: Kargı ofiyolitine ait serpantinit örneklerinin polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b) Serpantinit, (c,d) Serpantinit, Kısaltmalar: (act) aktinolit, (chr) kromit, (lz) lizardit, (tr) tremolit.....	27
Şekil 4.14: Kargı ofiyolitine ait gabro ve peridotit örneklerinin polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b) Gabro, (c,d,e,f) Peridotit, Kısaltmalar: (opx) ortopiroksen, (ol) olivin, (chl) klorit, (cpx) klinopiroksen, (pl) plajiolklas, (bio) biyotit, (tr) tremolit, (opq) opak mineral.	28
Şekil 4.15: Bildircin sırtı ve civarında Saraycık formasyonuna ait çört, çamurtaşı ve radyolarit aralanmasının görünümü (Güneyden Kuzeye bakış).	29
Şekil 4.16: Bildircin sırtı ve civarında Saraycık formasyonuna ait çamurtaşı ve radyolarit aralanmasının yakından görünümü (Güneyden Kuzeye bakış).....	30
Şekil 4.17: Saraycık formasyonuna ait pelajik kireçtaşlarının görünümü (Güneyden Kuzeye bakış).....	30
Şekil 4.18: Yergen tepesi civarında gözlenen metadiyabazların genel görünümü (Güneybatıdan Kuzeydoğuya bakış).....	31
Şekil 4.19: Devebağırdağı deresi civarında gözlenen yastık yapılı bazaltların genel görünümü (Doğudan Batıya bakış).	32
Şekil 4.20: Saraycık formasyonuna ait örneklerin polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b) Çört, (c,d) Pelajik kireçtaşı, Kısaltmalar: (cal) kalsit, (fe-oxide) demiroksit, (fossils) fosiller, (kfs) potasyum feldispat, (kln) kaolen, (qz) kalsedon, (qz-vein) kalsedon damarı.	32
Şekil 4.21: Saraycık formasyonuna ait örneklerin polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b) Metabazalt, (c,d) Metadiyabaz, Kısaltmalar: (act) aktinolit, (altered-pl) altere plajiolklas, (chl) klorit, (opq) opak mineral, (pl) plajiolklas, (tr) tremolit.	33
Şekil 4.22: Çalarasın mahallesi doğusunda gözlenen kumtaşlarının genel görünümü (Güneyden Kuzeye Bakış).	35
Şekil 4.23: Çalarasın formasyonuna ait çamurtaşı şeyl aralanmasının genel görünümü (Doğudan Batıya Bakış).	35
Şekil 4.24: Çalarasın formasyonuna ait örneklerin polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b) Kireçtaşı, (c,d) Kumtaşı, Kısaltmalar: (bt) biyotit, (fe-oxide) demiroksit, (cal) kalsit, (chl) klorit, (kfs) potasyum feldispat, (pl) plajiolklas, (qz) kuvars.	36
Şekil 4.25: Çalarasın formasyonuna ait kumtaşlarının polarizan mikroskop görüntüleri, Kısaltmalar: (cal) kalsit, , (pl) plajiolklas, (qz) kuvars, volkanik kayaç parçacığı.....	37
Şekil 4.26: Pelitözü kuzeyinde masif görünümlü rekristalize kireçtaşlarının (Çamdağ formasyonu) genel görünümü (Batıdan Doğuya Bakış).	39

Şekil 4.27: Çamdağ formasyonuna ait polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b) kristalize kireçtaşı (Kısaltmalar: ca: kalsit, fe-oxide vein: demiroksit çimento).	39
Şekil 4.28: Gökayası Tepesi civarında gözlenen İnaltı formasyonunun genel görünümü (Güneydoğudan Kuzeybatıya Bakış).	40
Şekil 4.29: İnaltı formasyonuna ait kireçtaşının polarizan mikroskop görüntüleri (fossil: fosil, ca: kalsit).	41
Şekil 4.30: Pelitözü çayırı kuzeyinde Yedikır formasyonunun genel görünümü (Kuzeyden Güneye Bakış).	42
Şekil 4.31: Yedikır formasyonuna ait örneklerin polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b) Kireçtaşı, (c,d) Kireçtaşı Kısaltmalar: (cal) kalsit, (dolomitic-vein) dolomitik damar.	43
Şekil 4.32: Ilgaz formasyonunun genel görünümü (Güneydoğudan Kuzeydoğuya Bakış).	44
Şekil 4.33: İnceleme alanının tektonik dilimlerini gösteren jeoloji enine kesitleri.	48
Şekil 4.34: Seki harman sırtı doğusunda Çalarasın formasyonu içerisinde gelişen eğim atımlı fayın görünümü (Doğudan Batıya Bakış).	49
Şekil 4.35: Bağözü kuzeyinde Bekirli formasyonu içerisinde gözlenen eğim atımlı fayın görünümü (Kuzeybatıdan Güneydoğuya Bakış).	49
Şekil 4.36: Yergen Tepesi doğusunda Saraycık formasyonu içerisinde gelişen eğim atımlı fayın görünümü (Kuzeybatıdan Güneydoğuya Bakış).	50
Şekil 4.37: Devebağırdığı deresinin batısında Saraycık formasyonuna ait yastık yapılı bazaltların içerisinde gelişen eğim atımlı fayın görünümü (Güneyden Kuzeye Bakış).	51
Şekil 4.38: Sivri Tepe güneyinde Mermer Üyesi ile Ilgaz formasyonunu yan yana getiren fayın görünümü (Güneyden Kuzeye Bakış).	51
Şekil 4.39: Gököy tektonik dilimini oluşturan birimlerin arazideki görünümü (Güneyden Kuzeye Bakış).	53
Şekil 4.40: Alt Tektonik dilimi oluşturan birimlerin genel görünümü (Güneyden Kuzeye Bakış).	53
Şekil 4.41: Pelitözü yaylası kuzeyinde Pelitözü tektonik dilimini oluşturan istifin genel görünümü (Batıdan Doğuya Bakış).	54
Şekil 4.42: Gölet yaylası batısında İnaltı formasyonunun Saraycık formasyonuna bindirdiği düzlemin görünümü (Güneyden Kuzeye Bakış).	55

Şekil 4.43: Çalarasın mahallesi civarında İnaltı formasyonunun Çalarasın formasyonuna bindirdiği alanların genel görünümü (Güneydoğudan Kuzeybatıya Bakış).....	55
Şekil 4.44: Safranlık Sırtı kuzeyinde Saraycık formasyonu ile Beşpınar formasyonu arasındaki dokanak ilişkisinin görünümü (Güneydoğudan Kuzeybatıya Bakış).	56
Şekil 4.45: Gökçedoğan yaylası kuzeyinde Saraycık formasyonu ile Bekirli formasyonu arasında gözlenen bindirme düzleminin görünümü (Kuzeybatıdan Güneydoğuya Bakış).....	57
Şekil 4.46: Sarılar Tepesi güneyinde Saraycık formasyonu ile Bekirli formasyonu arasında gözlenen bindirme düzleminin görünümü (Güneydoğudan Kuzeybatıya Bakış).....	57
Şekil 4.47: a.b.c.e.f. Bekirli formasyonu içerisinde gelişen kink kıvrımları, kink bantları ve kıvrım eksenlerinin görünümü, d. Kıvrım kanadında yer alan budinaj yapısının görünümü	59
Şekil 4.48: Çamdağ formasyonuna ait nokta-kontur diyagramı, eğim yönü gül diyagramı ve doğrultu gül diyagramı.....	61
Şekil 4.49: Çamdağ formasyonuna ait nokta-kontur diyagramı, eğim yönü gül diyagramı ve doğrultu gül diyagramı.....	61
Şekil 4.50: İnaltı formasyonuna ait nokta-kontur diyagramı, eğim yönü gül diyagramı ve doğrultu gül diyagramı.....	62
Şekil 4.51: Kargı formasyonuna ait nokta-kontur diyagramı, eğim yönü gül diyagramı ve doğrultu gül diyagramı.....	62
Şekil 4.52: Saraycık formasyonuna ait nokta-kontur diyagramı, eğim yönü gül diyagramı ve doğrultu gül diyagramı.....	63
Şekil 4.53: Saraycık formasyonuna ait nokta-kontur diyagramı, eğim yönü gül diyagramı ve doğrultu gül diyagramı.....	63
Şekil 4.54: Bekirli formasyonuna ait nokta-kontur diyagramı, eğim yönü gül diyagramı ve doğrultu gül diyagramı.....	64
Şekil 4.55: Bekirli formasyonuna ait nokta-kontur diyagramı, eğim yönü gül diyagramı ve doğrultu gül diyagramı.....	64
Şekil 4.56: Bekirli formasyonuna ait nokta-kontur diyagramı, eğim yönü gül diyagramı ve doğrultu gül diyagramı.....	65
Şekil 4.57: Yedikır formasyonuna ait nokta-kontur diyagramı, eğim yönü gül diyagramı ve doğrultu gül diyagramı.....	65
Şekil 4.58: Toplam alkali (%Na ₂ O+K ₂ O)-silis (% SiO ₂) (TAS) diyagramında (Le Bas et al., 1986) metabazitlerin konumu.	67

Şekil 4.59: Metabazitlerin N-MORB'a göre normalize edilmiş iz element örümcek (spider) diyagramı (Sun ve McDonough, 1989).	71
Şekil 4.60: Metabazitlerin Kondrit'e göre normalize edilmiş Nadir Toprak Element (NTE) örümcek (spider) diyagramı (Boynton, 1984).	71
Şekil 4.61: Metabazitlerin Eu/Eu^*-SiO_2 diyagramı, $Eu/Eu^* = Eu(N) / \sqrt{(Sm(N). Gd(N))}$ (Taylor ve McLennan, 1985).	72
Şekil 4.62: Metabazitlerin Ti-Zr diyagramı (Pearce, 1982).	73
Şekil 4.63: Metabazitlerin Zr/Yb-Ta/Yb diyagramı. N-MORB, E-MORB ve OIB değerleri Sun ve Mc Donough, 1989'dan alınmıştır.	73
Şekil 4.64: Bazaltların Nb/Y-Zr/Ti diyagramındaki konumları (Pearce, 1996).	74
Şekil 4.65: Bazaltların N-MORB'a göre normalize edilmiş iz element örümcek (spider) diyagramı (Sun ve McDonough, 1989).	83
Şekil 4.66: Andezit ve diyabazların N-MORB'a göre normalize edilmiş iz element örümcek (spider) diyagramı (Sun ve McDonough, 1989).	84
Şekil 4.67: Bazaltların Kondrit'e göre normalize edilmiş Nadir Toprak Element (NTE) örümcek (spider) diyagramı (Boynton, 1984).	84
Şekil 4.68: Diyabaz ve andezitlerin Kondrit'e göre normalize edilmiş Nadir Toprak Element (NTE) örümcek (spider) diyagramı (Boynton, 1984).	85
Şekil 4.69: Bazaltların fraksiyonel kristallenme eğilimlerini gösteren La-La/Yb diyagramı (Huang ve diğ. 2012).	86
Şekil 4.70: Volkanik kayaçların Eu/Eu^*-SiO_2 diyagramı, $Eu/Eu^* = Eu(N) / \sqrt{(Sm(N). Gd(N))}$ (Taylor ve McLennan, 1985).	86
Şekil 4.71: Bazaltların DF1-DF2 tektonik ayırım diyagramındaki (Agrawal ve diğ. 2008) konumları.	87
Şekil 4.72: Bazaltların Th/Yb-Nb/Yb diyagramı (Pearce 2008).	88
Şekil 4.73: Kumtaşlarının kondrite göre normalize edilmiş iz element örümcek (spider) diyagramı (Sun ve McDonough, 1989).	91
Şekil 4.74: Kumtaşlarının kondrit'e göre normalize edilmiş Nadir Toprak Element (NTE) örümcek (spider) diyagramı (Boynton, 1984).	92
Şekil 4.75: Kumtaşlarının ana elementlere göre provenansı için jeotektonik ayırtman diyagramı (Roser ve Korch, 1988).	93
Şekil 4.76: Kumtaşlarının ana elementlere göre provenansı için jeotektonik ayırtman diyagramı (Roser ve Korch, 1988).	93
Şekil 4.77: Kumtaşlarının F1-F2 ayrımlaşma fonksiyonu diyagramı (Bhatia, 1983). ...	94

Şekil 4.78: Kumtaşlarının jeotektonik değişim diyagramları, a) ($\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO}$)– TiO_2 diyagramı (Bhatia, 1983), b) ($\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO}$)–($\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$) diyagramı (Bhatia, 1983), c) La/Th diyagramı (Bhatia ve Crook, 1986), d) Th-Co-Zr/10 diyagramı (Bhatia ve Crook, 1986).....	95
Şekil 5.1: Kömürlükdere Cu-Zn cevherleşmesinin sketch jeoloji haritası ve enine kesiti.....	99
Şekil 5.2: Cevher zonunun genel görünümü (Güneydoğudan Kuzeybatıya bakış).....	100
Şekil 5.3: Metabazit ve kuvarşist ardalanmalı istif içerisinde gelişen birincil cevher zonunun görünümü (Güneybatıdan Kuzeydoğuya bakış).	101
Şekil 5.4: Metabazit ve kuvarşist ardalanmalı istif içerisinde gelişen birincil cevher zonu ve süperjen alterasyon zonunun görünümü (Güneyden Kuzeye bakış).....	101
Şekil 5.5: (a). Cevher zonu boyunca gözlenen alterasyon zonu, (b,c),ikincil olarak gelişen malakit ve (d) bantlı pirit seviyelerinin görünümü.	102
Şekil 5.6: Kömürlükdere cevherleşmesinin yan kayaçlarına ait örneklerin polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b,c,d) Klortişist, (e,f) Altere kayaç, Kısaltmalar: (bt) biyotit, (cal) kalsit, (chl) klorit, (ep) epidot, (kln) kaolen, (qz) kuvars, (qz-vein) kuvars damarı.	103
Şekil 5.7: Kömürlükdere cevherleşmesinin yan kayaçlarına ait örneklerin polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b) Cevherli kuvars damarı, (c,d) Kloritşist, (e,f) Altere kayaç, Kısaltmalar: (bt) biyotit, (cal) kalsit, (chl) klorit, (fe-oxide) demiroksit, (py) pirit, (qz) kuvars.	104
Şekil 5.8: Kömürlükdere cevherleşmesinin yan kayaçlarına ait örneklerin polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b,c,d,e,f) Metabazit. Kısaltmalar: (act) aktinolit, (altered-pl) altere plajioklas, (bt) biyotit, (chl) klorit, (fe-oxide) demiroksit, (kln) kaolen, (opq) opak mineral, (ser) serisit, (qz) kuvars.	105
Şekil 5.9: Kömürlükdere cevherleşmesinin mineral parajenezi ve süksesyonu.....	106
Şekil 5.10: Kömürlükdere cevherleşmesine ait cevher örneklerinden tespit edilen, (a). Kovellit (cv) ve pirit (py) minerallerinin görünümü, (b). Kuvars gangi içerisinde gelişmiş kalkopirit (ccp) ve iri pirit (py) minerallerinin görünümü, (c). Pirit içerisinde gelişmiş sfalerit (sp) kapanımları, (d). Breşleşmiş magnetit (mag) mineralleri, (e)€. Kısmen korunmuş kalkopirit (ccp) mineralleri ve magnetit (mag)-hematit (hem) dönüşümü, (f). Şistoziteye paralel gözlenen pirit (py) mineralleri, (g). Pirit (py) ve kalkopirit (ccp) minerallerinin görünümü, (h). Magnetit (mag) ve hematit (hem) minerallerinin görünümü.....	107
Şekil 5.11: Süperjen alterasyon sonucunda kalkopiritlerin kolloform yapılı (cv) kovellite dönüşümü.	108
Şekil 5.12: Kömürlükdere cevherleşmesine ait 1. profilin görünümü ve örnek noktaları (Güneydoğudan Kuzeybatıya Bakış).	109

Şekil 5.13: Kömürlükdere cevherleşmesine ait 2. profilin görünümü ve örnek noktaları (Güneydoğudan Kuzeybatıya Bakış).	121
Şekil 5.14: Kömürlükdere cevherleşmesine ait 3. profilin görünümü ve örnek noktaları (Güneyden Kuzeye Bakış).	121
Şekil 5.15: Kömürlükdere cevher zonunda 4. profil ve örnek noktalarının konumu (Güneyden Kuzeye Bakış).	124
Şekil 5.16: Kömürlükdere cevherleşmesinin jeokimyasal stratigrafi diyagramı.	131
Şekil 5.17: Kömürlükderede yapılan sondaja ait dikme kesit.	132
Şekil 5.18: Sondajdan derlenen cevherli örneklerin cevher mikroskobisi görüntüleri, (ccp) kalkopirit, (sph) sfalerit, (py) pirit.	143
Şekil 5.19: Sondajdan derlenen örneklerin jeokimyasal stratigrafi diyagramı.	144
Şekil 5.20: Göçükdibi Cu-Zn cevherleşmesinin sketch jeoloji haritası ve enine kesiti.	146
Şekil 5.21: Göçükdibi cevherleşmesinde birincil cevher zonunun genel görünümü (Doğudan Batıya Bakış).	148
Şekil 5.22: Göçükdibi cevherleşmesinde birincil cevher zonu ve süperjen alterasyon zonunun genel görünümü (Kuzeybatıdan Güneydoğuya Bakış).	149
Şekil 5.23: Göçükdibi cevherleşmesinde birincil cevher zonu boyunca gözlenen süperjen alterasyon ve oksidasyon zonunun görüntüleri.	150
Şekil 5.24: Göçükdibi cevherleşmesine ait metabazitlerin ait polarizan mikroskop görüntüleri, Kısaltmalar: (act) aktinolit, (cal-vein) kalsit damarı, (chl) klorit, (ep) epidot, (lm) limonit, (ms) muskovit, (opq) opak mineral, (px) piroksen, (qz) kuvars, (qz-vein) kuvars damarı.	151
Şekil 5.25: Göçükdibi cevherleşmesinden derlenen cevherli örneklerin cevher mikroskobisi görüntüleri, (ccp) kalkopirit, (sph) sfalerit, (mag) manyetit, (hem) hematit, (Gth) götit, (py) pirit.	152
Şekil 5.26: Göçükdibi cevherleşmesinin parajenezi ve süksesyonu.	153
Şekil 5.27: Göçükdibi cevherleşmesine ait 1. profilin görünümü ve örnek noktaları (Güneyden Kuzeye Bakış).	154
Şekil 5.28: Göçükdibi cevherleşmesine ait 2. örnekleme zonunun görünümü ve örnek noktaları (Güneybatıdan Kuzeydoğuya Bakış).	156
Şekil 5.29: Göçükdibi cevherleşmesine ait 3. profilin görünümü ve örnek noktaları (Kuzeydoğudan Güneybatıya Bakış).	157

Şekil 5.30: Göçükdibi cevherleşmesine ait 4. profilin görünümü ve örnek noktaları (Güneydoğudan Kuzeybatıya Bakış).	168
Şekil 5.31: Göçükdibi cevherleşmesine ait jeokimyasal stratigrafi diyagramı.....	179
Şekil 5.32: Dedeninyurdu Cu±Zn cevherleşmesinin sketch jeoloji haritası ve enine kesiti.	181
Şekil 5.33: Dedeninyurdu Cu±Zn cevherleşmesinin genel görünümü (Güneybatıdan Kuzeydoğuya Bakış).	182
Şekil 5.34: Dedeninyurdu Cu±Zn cevherleşmesinde birincil cevher zonu ile oksidasyon zonunun genel görünümü (Güneyden Kuzeye Bakış).	183
Şekil 5.35: Dedeninyurdu Cu±Zn cevherleşmesinde (a-b) ilksel cevher zonu ve (c-e) ikincil malakit sıvamalarının genel görünümü.	184
Şekil 5.36: Dedeninyurdu cevherleşmesine ait metadiyabaz örneğinin polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b) Altere metadiyabaz, (c,d) Altere kayaç, Kısaltmalar: (bt) biyotit, (fsp) feldispat, (kln) kaolen, (lm) limonit, (opq) opak mineral, (ser) serisit, (qz) kuvars, (qz-vein) kuvars damarı.	184
Şekil 5.37: Dedeninyurdu cevherleşmesine ait cevher mikroskobisi görüntüleri, (ccp) kalkopirit, (sph) sfalerit, (Bn) bornit, (cv) kovellit, (hem) hematit, (Gth) götit, (py) pirit.	185
Şekil 5.38: Dedeninyurdu cevherleşmesinin parajenezi ve süksesyonu.....	186
Şekil 5.39: Dedeninyurdu cevherleşmesine ait 1. profilin görünümü ve örnek noktaları (Doğudan Batıya Bakış).....	187
Şekil 5.40: Dedeninyurdu cevherleşmesine ait 2. Profilin görünümü ve örnek noktaları (Güneydoğudan Kuzeybatıya Bakış).	187
Şekil 5.41: Dedeninyurdu cevherleşmesine ait 3. profilin görünümü ve örnek noktaları (Güneydoğudan Kuzeybatıya Bakış).	188
Şekil 5.42: Dedeninyurdu cevherleşmesine ait 4. profilin görünümü ve örnek noktaları (Kuzeydoğudan Güneybatıya Bakış).	189
Şekil 5.43: Yergen Cu±Zn cevherleşmesinin sketch jeoloji haritası ve enine kesiti....	196
Şekil 5.44: Yergen Cu±Zn cevherleşmesinin genel görünümü (Batıdan Doğuya Bakış).	197
Şekil 5.45: Yergen Cu±Zn cevherleşmesine ait birincil cevher zonu ve malakit sıvamalarının görünümü.	197
Şekil 5.46: Yergen Cevherleşmesinin yan kayaçlarına ait örneklerin polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b) Metadiyabaz, (c,d) Metadiyabaz Kısaltmalar: (act)	

aktinolit, (altered-pl) altere plajioklas, (chl) klorit, (cpx) klinopiroksen, (opx) ortopiroksen, (px) piroksen.	198
Şekil 5.47: Yergen cevherleşmesine ait cevher mikroskopisi görüntüleri, (ccp) kalkopirit, (sph) sfalerit, (Gth) götit, (py) pirit.	199
Şekil 5.48: Yergen cevherleşmesine ait örnekleme zonunun görünümü ve örnek noktaları (Güneybatıdan Kuzeydoğuya Bakış).	200
Şekil 5.49: Fındıklıyar Cu±Zn cevherleşmesinin jeoloji haritası ve enine kesiti.	205
Şekil 5.50: Fındıklıyar Cu±Zn cevherleşmesinin genel görünümü (Güneydoğudan Kuzeybatıya Bakış).	206
Şekil 5.51: Fındıklı yar cevherleşmesinin yak kayaçlarına ait örneklerin polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b) Metadiyabaz, (c,d) Metadiyabaz, (e,f) Metadiyabaz, Kısaltmalar: (act) aktinolit, (altered-pl) altere plajioklas, (chl) klorit, (kln) kaolen, (opq) opak mineral, (px) piroksen, (tr) tremolit, (qz) kuvars, (qz-vein) kuvars damarı.	207
Şekil 5.52: Fındıklıyar cevherleşmesine ait cevher mikroskopisi görüntüleri. , (ccp) kalkopirit, (Gth) götit, (py) pirit.	208
Şekil 5.53: Ahmet Ağanın Yeri Cu±Zn cevherleşmesinin jeoloji haritası ve enine kesiti.	209
Şekil 5.54: Ahmet Ağanın Yeri Cu±Zn cevherleşmesinin genel görünümü (Güneybatıdan Kuzeydoğuya Bakış).	210
Şekil 5.55: Ahmet Ağanın Yeri Cu±Zn cevherleşmesine ait el örneğinin görünümü, (py) pirit, (Po) pirrotin, (Ccp) kalkopirit. Yan kayaç: Metabazalt.	211
Şekil 5.56: Ahmet Ağanın Yeri Cu±Zn cevherleşmesine ait yan kayaç örneklerinin polarizan mikroskop görüntüleri, Porfiri metabazalt, Kısaltmalar: (chl) klorit, (kln) kaolen, (lm) limonit, (opq) opak mineral, (opx) ortopiroksen, (pl) plajioklas, (ser) serisit, (tr) tremolit.	212
Şekil 5.57: Ahmet Ağanın Yeri cevherleşmesine ait cevher mikroskopisi görüntüleri. , (ccp) kalkopirit, (po) pirrotin, (sph) sfalerit, (Gth) götit, (py) pirit.	213
Şekil 5.58: İnceleme alanında cevher zonlarından derlenen sülfürlü minerallerin farklı jeolojik ortam ve kayaç türlerinin $\delta^{34}\text{S}$ (‰) izotop bileşimlerindeki değişimlerini gösteren diyagramdaki (Hoefs, 1987) konumları.	216
Şekil 5.59: Sıvı kapanımı çalışmalarında gözlenen sıvı-gaz (LV-Tipi) fazlarının görünümü.	219
Şekil 5.60: Stratiform Cu-Zn cevherleşmelerine ait Homojenleşme Sıcaklığı (Th, °C) ve Tuzluluk Değerlerinin (%NaCl Eşdeğeri) frekans histogramları.	221

Şekil 5.61: Damar tipi Cu±Zn cevherleşmelerine ait Homojenleşme Sıcaklığı (Th, °C) ve Tuzluluk Değerlerinin (%NaCl Eşdeğeri) frekans histogramları.	222
Şekil 5.62: Cevher zonlarında tespit edilen mikrotermometrik değerlerin dağılımı. ...	223
Şekil 5.63: Cevher zonlarına ait Homojenleşme Sıcaklığı-Tuzluluk diyagramı.	223
Şekil 5.64: Cevher zonlarında tespit edilen Homojenleşme Sıcaklığı-Tuzluluk değerlerinin dağılımı (Bodnar, 1999).	225
Şekil 5.65: Cevher zonlarında tespit edilen Homojenleşme Sıcaklığı-Tuzluluk değerlerinin dünyadaki çeşitli yataklarla karşılaştırılması (Wilkinson, 2001).	226
Şekil 5.66: a. Alp-Himalaya kuşağında yer alan Tetis Sütur Zonları (Dilek ve Flower, 2003'den değiştirilerek alınmıştır), b. İnceleme alanının Türkiye'deki yapısal kuşaklardaki konumu (Okay ve Tüysüz, 1999'dan değiştirilerek alınmıştır).	227
Şekil 5.67: İnceleme alanında gözlenen birimlerin Geç Paleozoyik'den Orta Eosen'e kadar geçirdiği evrim aşamaları.	234
Şekil 5.68: İnceleme alanındaki tektonik dilimlerin günümüzdeki konumu.	235
Şekil 5.69: Stratiform Cu-Zn cevherleşmelerinin jeotektonik konumları ve evrimi. ...	237
Şekil 5.70: Rekristalizasyon sonucunda gelişen iri pirit minerallerinin görünümü, (py) pirit, (ccp) kalkopirit.	239
Şekil 5.71: İlksel piritlerden dönüşen hematitlerin metamorfizma sürecinde manyetite dönüşümü (müşketovitleşme), (mag) manyetit, (hem) hematit, (ccp) kalkopirit.	239
Şekil 5.72: Kömürlükdere ve Göçükdibi cevherleşmelerinin dünyadaki diğer Besshi tipi yataklar ile $\delta^{34}\text{S}$ izotop değerlerinin karşılaştırılması (Huston, 1999; Peter ve Scott, 1999; Vikentiev ve diğ. 2008; Bailie ve diğ. 2010; Lobanov ve diğ. 2014'ten veriler alınmıştır).	243
Şekil 5.73: Dünyada kabul gören VMS yataklarının baz metal içeriklerine göre sınıflaması ve karakteristik yatakların konumları ile Kömürlükdere ve Göçükdibi cevherleşmelerinin konumları (Lobanov vd. 2014'den değiştirilerek alınmıştır, Yataklar Besshi Tipi: Windy Craggy, Outokumpu, Vuonos, Besshi, Hitachi, Sazare, Shimokawa, Otjihase, Duchess, Ducktown, Mainskoye, Altin-Tepe, Karchiga, Vavilonskoye, Granduc; Ural Tipi: Sibai, Uchaly, Yubileinoe, Chebachie, Molodezhnoe, Ozernoye, Talgan, Uzel'ga, Blyava, Avangard, Limannoye, Priorskoye, Makan, Maysk, Oktyabrskoye, Ozernoye West, Podolsk, Podolsk East, Podolsk North, Semenov East, Dzhusinskoye, Gai, Komsomolskoye, Britannia, Ecstall, Point Leamington, Lockport, Shasta King, Mammoth, Crandon, Lynne, Pelican River).	244

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 4.1a: Metabazitlere ait ana element (% ağırlık) analizleri.	68
Tablo 4.1b: Metabazitlere ait iz element (ppm) analizleri.	69
Tablo 4.1c: Metabazitlere ait nadir toprak element (ppm) analizleri.	70
Tablo 4.2a: Volkaniklere ait ana element (% ağırlık) analizleri.	75
Tablo 4.2a: Devamı.	76
Tablo 4.2b: Volkaniklere ait iz element (ppm) analizleri.	77
Tablo 4.2b: Devamı.	78
Tablo 4.2b: Devamı.	79
Tablo 4.2b: Devamı.	80
Tablo 4.2c: Volkaniklere ait nadir toprak element (ppm) analizleri.	81
Tablo 4.2c: Devamı.	82
Tablo 4.3a: Kumtaşlarına ait ana element (% ağırlık) analizleri.	89
Tablo 4.3b: Kumtaşlarına ait iz element (ppm) analizleri.	90
Tablo 4.3c: Kumtaşlarına ait nadir toprak element (ppm) analizleri.	91
Tablo 5.1: İnceleme alanındaki cevherleşmelerin genel özellikleri.	98
Tablo 5.2a: 1. profilde derlenen örneklerin ana element (% ağırlık) analizleri.	110
Tablo 5.2a: Devamı.	111
Tablo 5.2b: 1. profilde derlenen örneklerin iz element (ppm) analizleri.	112
Tablo 5.2b: Devamı.	113
Tablo 5.2b: Devamı.	114
Tablo 5.2b: Devamı.	115
Tablo 5.2c: 1. profilde derlenen örneklerin nadir toprak element (ppm) analizleri.	116

Tablo 5.2c: Devamı.....	117
Tablo 5.3a: 2. profilde derlenen örneklerin ana element (% ağırlık) analizleri.....	118
Tablo 5.3b: 2. profilde derlenen örneklerin iz element (ppm) analizleri.....	119
Tablo 5.3c: 2. profilde derlenen örneklerin nadir toprak element (ppm) analizleri.....	120
Tablo 5.4a: 3. profilde derlenen örneklerin ana element (% ağırlık) analizleri.....	122
Tablo 5.4b: 3. profilde derlenen örneklerin iz element (ppm) analizleri.....	123
Tablo 5.4c: 3. profilde derlenen örneklerin nadir toprak element (ppm) analizleri.....	124
Tablo 5.5a: Kömürlükdere cevher zonunda 4. profilde alınan örneklerin ana element (% ağırlık) analizleri.....	125
Tablo 5.5b: Kömürlükdere cevher zonunda 4. profilde alınan örneklerin iz element (ppm) analizleri.....	126
Tablo 5.5b: Devamı.....	127
Tablo 5.5c: 4. Kömürlükdere cevher zonunda 4. profilde alınan örneklerin nadir toprak element (ppm) analizleri.....	128
Tablo 5.6: Kömürlükdere cevherleşmesinden derlenen örneklerin bazı anaoksit ve iz elementlerinin korelasyon katsayıları.....	129
Tablo 5.7a: Sondajdan derlenen örneklerin ana element (% ağırlık) analizleri.....	134
Tablo 5.7a: Devamı.....	135
Tablo 5.7b: Sondajdan derlenen örneklerin iz element (ppm) analizleri.....	136
Tablo 5.7b: Devamı.....	137
Tablo 5.7b: Devamı.....	138
Tablo 5.7b: Devamı.....	139
Tablo 5.7c: Sondajdan derlenen örneklerin nadir toprak element (ppm) analizleri.....	140
Tablo 5.7c: Devamı.....	141
Tablo 5.8: Sondajdan derlenen örneklerin bazı anaoksit ve iz elementlerinin korelasyon katsayıları.....	142
Tablo 5.9a: 1. profilde derlenen örneklerin ana element (% ağırlık) analizleri.....	154
Tablo 5.9b: 1. profilde derlenen örneklerin iz element (ppm) analizleri.....	155
Tablo 5.9c: 1. profilde derlenen örneklerin nadir toprak element (ppm) analizleri.....	156

Tablo 5.10a: 2. profilde derlenen örneklerin ana element (% ağırlık) analizleri.	157
Tablo 5.10b: 2. profilden derlenen örneklerin iz element (ppm) analizleri.	158
Tablo 5.10c: 2. profilden derlenen örneklerin nadir toprak element (ppm) analizleri.	159
Tablo 5.11a: 3. profilde derlenen örneklerin ana element (% ağırlık) analizleri.	160
Tablo 5.11a: Devamı.	161
Tablo 5.11b: 3. profilde derlenen örneklerin iz element (ppm) analizleri.	162
Tablo 5.11b: Devamı.	163
Tablo 5.11b: Devamı.	164
Tablo 5.11b: Devamı.	165
Tablo 5.11c: 3. profilde derlenen örneklerin nadir toprak element (ppm) analizleri. ..	166
Tablo 5.11c: Devamı.	167
Tablo 5.12a: 4. profilde derlenen örneklerin ana element (% ağırlık) analizleri.	169
Tablo 5.12a: Devamı.	170
Tablo 5.12b: 4. profilde derlenen örneklerin iz element (ppm) analizleri.	171
Tablo 5.12b: Devamı.	172
Tablo 5.12b: Devamı.	173
Tablo 5.12b: Devamı.	174
Tablo 5.12c: 4. profilde derlenen örneklerin nadir toprak element (ppm) analizleri. ..	175
Tablo 5.12c: Devamı.	176
Tablo 5.13: Göçükdibi cevherleşmesinden derlenen örneklerin bazı anaoksit ve iz elementlerinin korelasyon katsayıları.	177
Tablo 5.14a: 1. profilden derlenen örneklerin ana element (% ağırlık) analizleri.	188
Tablo 5.14b: 1. profilden derlenen örneklerin iz element (ppm) analizleri.	189
Tablo 5.15a: 2. profilden derlenen örneklerin ana element (% ağırlık) analizleri.	190
Tablo 5.15b: 2. profilden derlenen örneklerin iz element (ppm) analizleri.	191
Tablo 5.16a: 3. profilden derlenen örneklerin ana element (% ağırlık) analizleri.	192

Tablo 5.16b: 3. profilden derlenen örneklerin iz element (ppm) analizleri.	192
Tablo 5.17a: 4. profilden derlenen örneklerin ana element (% ağırlık) analizleri.	193
Tablo 5.17b: 4. profilden derlenen örneklerin iz element (ppm) analizleri.	194
Tablo 5.18a: Yergen cevherleşmesinden derlenen örneklerin ana element (% ağırlık) analizleri.	201
Tablo 5.18a: Devamı.	202
Tablo 5.18b: Yergen cevherleşmesinden derlenen örneklerin iz element (ppm) analizleri.	203
Tablo 5.18b: Devamı.	204
Tablo 5.19: Cevherleşme bölgelerinden elde edilen sülfürlü minerallerin $\delta^{34}\text{S}$ izotop analizi sonuçları.	215
Tablo 5.20: Stratiform Cu-Zn cevherleşmesine ait sıvı kapanımların mikrotermometrik özellikleri.	218
Tablo 5.21: Damar Tipi Cu-Zn cevherleşmesine ait sıvı kapanımların mikrotermometrik özellikleri.	219

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
act	: Aktinolit
altered-pl	: Altere plajioklas
bio	: Biyotit
ca-vein	: Kalsit Damarı
cal	: Kalsit
ccp	: Kalkopirit
chr	: Kromit
chl	: Klorit
cpx	: Klinopiroksen
cv	: Kovellit
dolomitic-vein	: Dolomitik damar
ep	: Epidot
fe-oxide	: Demir-oksit
fossils	: Fosiller
fsp	: Feldispat
Gth	: Götit
hem	: Hematit
kfs	: Potasyum feldispat
kln	: Kaolen
lz	: Lizardit
Mag	: Magnetit
ms	: Muskovit
opq	: Opak mineral
ol	: Olivin
pl	: Plajioklas
prx	: Piroksen
py	: Pirit
qz	: Kuvars

ser	: Serisit
sph	: Sfalerit
spn	: Sfen
tr	: Tremolit



ÖZET

DOKTORA TEZİ

GÖKÇEDOĞAN (KARGI-ÇORUM) CU ± ZN CEVHERLEŞMESİNİN JEOLJİSİ VE OLUŞUMU

Cihan YALÇIN

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Nurullah HANILÇI

İnceleme alanı Kargı (Çorum)'nın doğusunda Gökçedoğan köyü ve civarını kapsamaktadır. Bölgede Paleozoyik-Kuvaterner yaş aralığında farklı ortamları temsil eden allohton ve otokton nitelikli litostratigrafik birimler yer almaktadır. Tetis okyanusunun yitimi ile ilişkili olarak ortaya çıkan tektonik kuvvetlerin etkisiyle ilksel konumlarını kaybeden istifler kendine özgü stratigrafik dizilimler sunarak tektonik dilimleri oluşturmuştur. Bu dilimler Alt Tektonik Dilim (ATD) ve Üst Tektonik Dilim (ÜTD) olarak tanımlanmıştır. ATD tabandan tavana doğru Triyas-Liyan yaşlı Bekirli metamorfite, Üst Kretase-Alt Eosen yaşlı Beşpınar formasyonu ve Üst Kretase yaşlı Kargı Ofiyolitik melanjından oluşmaktadır. ÜTD ise Permiyen neritik kireçtaşları ile Jura-Kretase yaşlı kireçtaşlarının ATD'ye ait Kargı Ofiyolitik Melanjı ile otokton Bekirli metamorfiteye bindirmesi sonucunda ortaya çıkan istiflerden oluşmaktadır. Tektonostratigrafik konumlarına göre ise ÜTD Gökçöy ve Pelitözü tektonik dilimlerine ayrılmıştır. Örtü birimler ise kendinden daha yaşlı istifler üzerine aşıl uyumsuzlukla gelmektedir.

İnceleme alanında; (i) Stratiform tip Cu-Zn cevherleşmeleri, (ii) Damar tipi Cu±Zn cevherleşmeleri ve (iii) Damar tipi Fe±Cu cevherleşmeleri bulunmakta olup bunlardan stratiform tip Cu-Zn cevherleşmeleri bu tezin kapsamında detaylı olarak çalışılmıştır.

Stratiform tip cevherleşmeler, Kömürlükdere ve Göçükdibi Cu-Zn cevherleşmeleri ile temsil edilmektedir. Bu cevherleşmeler Gökçedoğan köyü ve civarında yaygın olarak

mostra veren Bekirli formasyonu içerisinde bulunmaktadır. Kömürlükdere cevherleşmesi yaklaşık 400 m, Göçükdibi ise 200 m uzunluğundadır. Cevher zonları ortalama 5-20 m kalınlığa sahiptir. Cevherleşmeler, Bekirli formasyonuna ait metabazit ve kuvarşist aralanmalı istif içerisinde, şistoziteye paralel konumda olup sinjenetik karakterlidir. Cevher zonu içerisinde birbirine paralel gelişen cevher bantlarının kalınlığı ise 1-5 cm arasında değişmektedir. Cevher parajenezinde başlıca pirit olmak üzere kalkopirit, sfalerit, magnetit, hematit, kovellit, malakit ve götit mineralleri bulunmaktadır. Cevher zonlarında yapılan jeokimyasal analizlerde metabazitlerdeki Cu ve Zn değerlerinin clark değerine göre 5 kata kadar zenginleştiği ve istif boyunca hem cevher zonunda hem de metabazitlerde Cu, Zn, Fe, Co ve Ni'nin benzer davranış gösterdiği belirlenmiştir. Bu elementlerin hem cevher zonunda hem de metabazitlerde zenginleşmiş olması hem metabazitlerin hem de cevherin aynı havzada çökeldiğine işaret etmektedir. Bantlı cevher zonlarındaki piritlerin $\delta^{34}\text{S}$ değerleri ‰ 2,06-5,34 aralığında olup (ortalama ‰ 3,90) sülfürün magmatik kökenine işaret etmektedir. Cevher bantlarının metabazitlerle ilişkisi, yan kaya ve cevher zonundaki benzer elementlerin zenginleşmesi cevherleşmenin sin-sedimanter çökelişini göstermektedir.

Bölgenin geçirdiği jeodinamik evrim ile yakından ilişkili olan stratiform Cu-Zn cevherleşmeleri yüksek basınç, düşük sıcaklık (HP, LT) şartlarında metamorfizma geçirmiştir. Cevher zonlarının şistoziteye paralel ve cevher içyapısının da mikroskobik olarak yönlenebilirliği, metamorfizma sürecinde hematitlerin magnetite dönüşümü (muşketovitleşme), ikincil iri piritlerin gelişmesi cevherleşmenin metamorfizma öncesi geliştiğini göstermektedir. Cevherleşmede tespit edilen bu değişiklikler cevherleşmenin metamorfizma geçirmiş bir masif sülfür yatağı olduğunu ve dolayısıyla Kömürlükdere ile Göçükdibi Cu-Zn cevherleşmelerinin metamorfizma öncesi oluşan sinjenetik karakterli volkano-sedimanter (VMS) tipte olduğunu göstermektedir. Cevherleşmeye eşlik eden metabazitlerin toleyitik karakterli olması, jeotektonik olarak MORB ve Levha içi ortam karakteri göstermesi, cevherleşmenin denizel ortamda kıta kenarına yakın konumda özellikle kırıntılı kayalar içerisinde gelişmesi bunların Besshi-tipi Cu-Zn yatakları olduğunu göstermektedir. Bu cevherleşme Hanönü masif sülfür yatağına benzer özellikler sunmaktadır.

İnceleme alanı tektonik dilimlerin yerleşimi sonrasında iki farklı deformasyon evresi geçirmiştir. Bu evreler sırasıyla NW-SE yönlü sıkışma ve NW-SE yönlü açılma şeklindedir. Bu evrelerde bölgede bir takım yapısal unsurlar gelişmiştir. İkinci deformasyon evresinde Kargı Ofiyolitik Melanjına ait birimler içerisinde yaklaşık olarak NE uzantılı kırık hattı boyunca damar tipi Cu±Zn cevherleşmeleri (Dedeninyurdu, Yergen, Ahmet Ağanın Yeri, Fındıklıyar) gelişmiştir. Cevher parajenezinde kalkopirit, sfalerit, pirit, hematit, bornit, kovellit, götit, malakit, limonit ve kuvarş mineralleri bulunmakta ve Cevher damarında pirit, kuvarş, serisit ve kaolen mineralleri ile temsil edilen fillik alterasyon gelişmiştir. Cevher damarlarında Cu 75074 ppm'e Zn değeri ise 1820 ppm'e kadar ulaşmakta ve zon boyunca Cu, Zn ve As benzer davranış göstermektedir. Damar tipi Cu-Zn cevherleşmelerine ait piritlerin $\delta^{34}\text{S}$ değerleri ‰ 3,43-7,02 arasında olup kükürtün magmatik kökenine işaret etmektedir.

Ocak 2018, 301 sayfa.

Anahtar kelimeler: Tektonik dilim, Stratiform Cu-Zn, Besshi Tipi, Bekirli formasyonu, Damar Tipi Cu-Zn Cevherleşmeleri, Kargı.

SUMMARY

Ph.D. THESIS

GEOLOGY AND FORMATION OF THE GÖKÇEDOĞAN (KARGI- ÇORUM) Cu ± Zn MINERALISATION

Cihan YALÇIN

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Science and Engineering

Department of Geological Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Nurullah HANİLÇİ

The survey area covers Gökçedoğan village and its vicinity to the eastern of Kargı (Çorum). There are allochthonous and autochthonous lithostratigraphic units representing different environments between Paleozoic and Quaternary age range of the region. Tectonic slices have been formed by losing their original positions under the influence of the tectonic forces arising in relation to the loss of the Tethyan ocean by presenting their unique stratigraphic sequences. These slices are defined as Lower Tectonic slices (LTS) and Upper Tectonic slices (UTS). LTS composed of Triassic-Liassic Bekirli metamorphic rocks, Upper Cretaceous-Lower Eocene Beşpınar formation and Upper Cretaceous Kargı ophiolitic melange towards from bottom to top. And UTS consisted of the Permian neritic limestones and the Jurassic-Cretaceous limestones as a result of overthrusting to the Kargı Ophiolitic Melange and the autochthonous Bekirli metamorphics belonging to the LTS. According to their tectonostratigraphic location, UTS Gök köy and Pelitözü are divided into tectonic slices. Cover units come with angular unconformity over older units.

In the study area; (i) Stratiform type Cu-Zn mineralizations, (ii) Vein type Cu ± Zn mineralizations and (iii) Vein type Fe ± Cu mineralizations. The stratiform type Cu-Zn mineralizations were studied in detail in this thesis.

Stratiform type mineralizations are represented by the Cu-Zn mineralizations of Kömürlükdere and Göçükdibi. These mineralizations are located within the Bekirli formation, which is extensively outcropping around Gökçedoğan village. The mineralization of Kömürlükdere and Göçükdibi are 400 m and 200 m long, with respectively. The ore zones have an average thickness of 5-20 m. Mineralizations are syngenetic in parallel with schistosity within the metabasite and quartzshist sequence of Bekirli formation. The ore bands are parallel to each other in the ore zone vary in thickness from 1-5 cm. There are mainly pyrite minerals and then chalcopyrite, sphalerite, magnetite, hematite, covellite, malachite and goethite minerals in the ore paragenesis. In the geochemical analyzes carried out in the ore zones, it was determined that the Cu and Zn values in the metabasites were enriched up to 5 times according to the clark value and Cu, Zn, Fe, Co and Ni showed similar behaviors in both the ore zone and metabasites. The enrichment of these elements both in the ore zone and in the metabasites indicates that both metabasites and ore have deposited in the same basin. The $\delta^{34}\text{S}$ values of the pyrite in the banded ore zones are in the range of ‰ 2,06-5,34 (mean ‰ 3.90) indicating the magmatic origin of the sulphide. The enrichment of the ore bands with metabasites and similar elements in the wall rock and ore zone indicate sin-sedimentation of mineralization.

The stratiform Cu-Zn mineralization closely related to the geodynamic evolution of the region has metamorphosed under high pressure and low temperature (HP, LT) conditions. The microscopic orientation of the ore zones parallel to the schistosity and the internal structure of the ore suggests that the magnetite transformation of the hematites during the metamorphism (magnetitization) and the formation of the secondary pyrites develop before the metamorphism. These changes in mineralization indicate that the mineralization is a massive sulphide deposit with metamorphism and therefore, the Kömürlükdere and the Göçükdibi Cu-Zn mineralizations are pre-metamorphic syngenetic volcano-sedimentary (VMS) types. The tholeiitic character of the metabasites accompanied by mineralization, MORB and intraplate characterization of geotectonically, and the development of the mineralization in the marine environment near the continental margin, especially in the clastic rocks, indicate that these are Besshi-type Cu-Zn deposits. This mineralization is similar to that of the Hanönü massive sulphide deposit. The tholeiitic character of the metabasites accompanied by mineralization, MORB and intraplate characterization of geotectonically, and the development of the mineralization in the marine environment near the continental margin, especially in the clastic rocks, indicate that these are Besshi-type Cu-Zn deposits. This mineralization is similar to that of the Hanönü massive sulphide deposit.

The investigated area has undergone two different deformation phases after the settlement of the tectonic slices. These phases are in the form of NW-SE directional compression and NW-SE directional extension, respectively. In these phases, some structural elements developed in the region. In the second deformation, the vein type Cu $\pm$ Zn mineralizations (Dedeninyurdu, Yergen, Ahmet Ağanın Yeri, Fındıklıyar) developed along the fault line approximately NE extension within the Kargı ophiolitic melange units. Chalcopyrite, sphalerite, pyrite, hematite, bornite, covellite, goethite, malachite, limonite and quartz minerals were present in the ore paragenesis, and phyllic alteration represented by pyrite, quartz, sericite and kaolin minerals in the ore vein. Cu is 75074 ppm and Zn value is up to 1820 ppm, and Cu, Zn and As behave similarly

throughout the zone in the ore veins. The $\delta^{34}\text{S}$ values of the pyrite-type Cu-Zn mineralizations are between ‰ 3,43-7,02 and indicate the magmatic origin of the sulfur.

January 2018, 301 pages.

Keywords: Tectonic slices, Stratiform Cu-Zn, Besshi Type, Bekirli formation, Vein type Cu-Zn mineralizations, Kargı.



1. GİRİŞ

Bu çalışma kapsamında Çorum ili Kargı ilçesi doğusundaki Gökçedoğan Cu-Zn cevherleşmeleri, detaylı olarak incelenmiştir. Çalışma alanında kireçtaşları, ofiyolitik melanj, metamorfik kayalar ile sedimanter kayalar tektonik dilimler halinde bulunmaktadır.

Ülkemizde özellikle Kastamonu Küre bölgesindeki Kıbrıs tipi bakır yatakları iyi bilinmektedir. Bu yatağın yaklaşık olarak 100 km güneydoğusunda yer alan, Kargı (Çorum) doğusundaki Cu-Zn ve Fe cevherleşmeleri ilk kez çalışılmıştır. Bu çalışma ile; (1) Bölgede yer alan kayaç gruplarının dokanak ilişkileri ayrıntılı olarak belirlenmiş ve kayaç grupları tektonik konumlarına göre sınıflandırılmıştır, (2) Bölgedeki yapısal unsurlar ile birlikte kayaç jeokimyası çalışmaları dikkate alınarak bölgenin jeodinamik evrimi ortaya konulmaya çalışılmıştır, (3) Bölgedeki cevherleşmelerin jeolojik konumu, yan kayaç ilişkisi, yapısal kontrol ilişkisi, mineralojisi, cevher kimyası, sülfürlü minerallerinin duraylı S izotopları ile (4) Cevherleşmede etkin olan sıvıların karakterleri ve oluşum sıcaklıkları belirlenerek cevherlerin oluşum tipi ortaya konulmuştur.

Daha önce ayrıntılı olarak çalışılmamış olan Kargı (Çorum) doğusundaki Gökçedoğan Cu-Zn cevherleşmelerinin oluşumunun ortaya konması, bölgede benzer jeolojik ortamda oluşmuş Cu-Zn cevherleşmeleri aranması ve bulunmasına önemli katkılar sunacaktır.

2. GENEL KISIMLAR

Arazi çalışmaları öncesi inceleme alanı ve yakın çevresini kapsayacak şekilde literatür araştırması yapılmıştır. Gerekli kaynaklar ve dökümanlar ilgili kurumların kütüphanelerinden ve internet ortamından elde edilmiştir. Bölge ile ilgili hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri ile birlikte, elde edilen dökümanların ayrıntılı olarak incelenmesi sonucunda, bölgede yüzeylediği belirtilen kayaç topluluklarının litolojik özellikleri ve dokanak ilişkileri hakkında ön bilgiler edinilmiştir. Arazi çalışmalarında kullanılmak üzere inceleme alanına ait 1/25.000 ve 1/100.000 ölçekli topoğrafik haritalar temin edilmiştir.

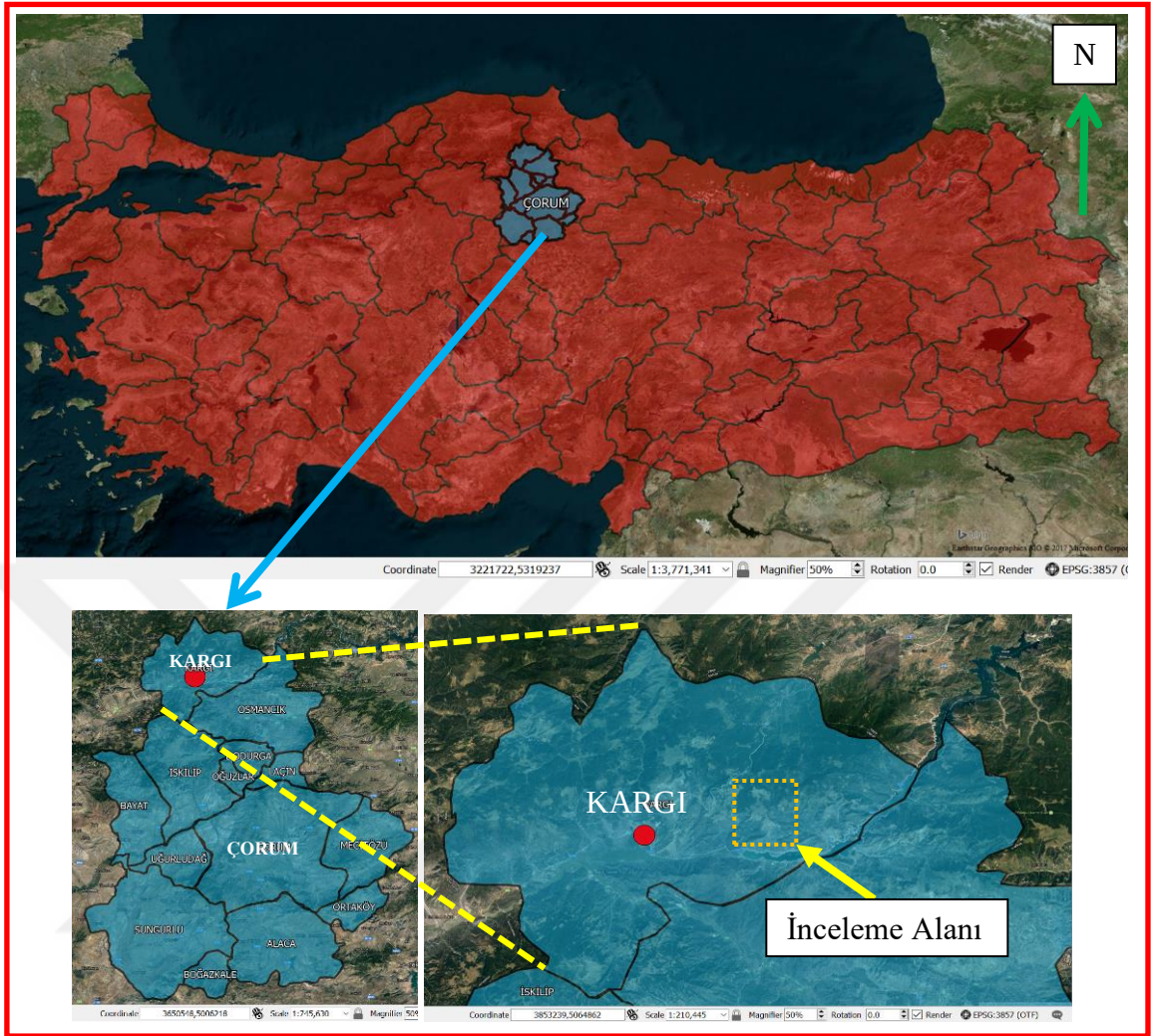
2.1. ÇALIŞMANIN AMACI

Bu çalışmada, Kargı (Çorum) doğusundaki Gökçedoğan Cu-Zn cevherleşmeleri ve çevresindeki farklı litostratigrafik birimlerin dokanak ilişkilerini belirlemek, deformasyon yapılarının oluşumunda etkin olan tektonik kuvvetlerin kinematik analizini yaparak bölgenin tektonostratigrafik evrimini ortaya koymak ve Gökçedoğan'da gözlenen Cu-Zn±Pb cevherleşmelerinin; jeolojik konumu, yapısal ilişkisi, cevher-yankaya ilişkileri, mineralojisi, cevher kimyası, sülfürlü minerallerin duraylı S izotopları, cevherleşmede etkili olan çözeltilerin karakteri ve oluşum sıcaklıklarının belirlenmesi ile cevherleşmelerin oluşumunun ortaya konulması amaçlanmıştır.

2.2. İNCELEME ALANININ TANITIMI

2.2.1. İnceleme Alanının Konumu

İnceleme alanı Çorum İli Kargı ilçesinin yaklaşık 6 km doğusunda yer almaktadır (Şekil 2.1). 1/25.000 ölçekli F33-d1 ve d2 paftalarında (European Datum-1950 UTM Zone 36N 639000-4554000, 639000-4566000, 646500-4566000, 646500-4554000 köşe koordinat noktaları arasında) yaklaşık 204km²'lik bir alanı kapsamaktadır.



Şekil 2.1: İnceleme alanı yer bulduru haritası (QGIS).

İnceleme alanındaki başlıca yerleşim yerleri, güneyde Gökçedoğan Mahallesi, Bağözü Mahallesi, Köprübaşı Mahallesi, batıda ise Pelitözü Mahallesi, Örencik Mahallesi, Gököy Mahallesi, Başpınar Mahallesi, Çalarasın Mahallesi ve Kasımlar Mahalleleridir (Ek-1). Ayrıca inceleme alanının kuzeyinde Gökçedoğan, Pelitözü, Göl, Gölet, Cuma, Saraycık, Deresökü, Kaşlı, Akbelen, Akkuşyuvası ve Kırkpöyre yaylaları bulunmaktadır.

İnceleme alanında yer alan yerleşim birimlerine ulaşım kısmen asfalt yollar ve bu yollara bağlı stabilize yollar ile sağlanmaktadır.

2.2.2. Morfoloji

İnceleme alanının en yüksek yeri Sayar Tepesi (1660 m)'dir. Bunun dışında Yergen Tepesi (1586 m), Sivri Tepe (784 m), Suböğeni Tepe (817 m), Depel Tepe (1239 m),

Çarşıbaşı Tepe(1392 m), Yergen Tepe (1586 m), Tiridinkıran Tepe (1365 m), Karlıkbaşı Tepe (1688 m), Belen Tepesi (1460 m), Çarşıbaşı Tepesi (1392 m) ve Korkut Dağı (1250 m) diğer önemli tepelerdir (Ek-1). Çalışma alanı oldukça fazla dağlık bir alan olduğundan bol miktarda kuru dere içerir. Dedeninyurdu Deresi ve Şahin Deresi çalışma alanında bulunan ve güneyde geçen Kızılırmak nehrini besleyen en önemli derelerdir. Dedeninyurdu Deresi'nin oluşturduğu geniş alüvyal toprak ve düz alanlar çalışma alanının güneyinde bulunan Gökçedoğan Köyü ve çevresinde bulunmaktadır.

2.2.3. İklim ve Bitki Örtüsü

İnceleme alanı ve civarında Karadeniz iklimi hüküm sürmektedir. Yazları sıcak olmakla birlikte yağışlı, kışları soğuk ve kar yağışlıdır. Yıllık ortalama sıcaklık 13,6 °C olup, en düşük sıcaklık Ocak ayında 1,9 °C iken en yüksek sıcaklık ise Ağustos ayında 23,4 °C' dir. Yıllık sıcaklık farkı, 21,5 °C' dir.

Çalışma alanında yükseltinin fazla olması ve yağışın fazla olması nedeniyle bitki örtüsü çeşitleri gözlenmektedir. Yüksek kesimlerde karaçam, köknar, sarıçam, gürgen ve ladin gibi ağaçlar yetişmektedir.

2.2.4. Ekonomik Durum

Yöre halkı yoğun olarak hayvancılıkla geçinmekle birlikte tarımsal faaliyetlerinde yöre halkı ekonomisinde etkin rol oynamaktadır.

2.3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

İnceleme alanı ve civarı ile ilişkili önceki jeolojik çalışmalar ve bu çalışmaların içerikleri aşağıdaki gibidir.

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

Tüysüz (1985), "Kargı Masifi ve Dolayındaki Tektonik Birliklerin Ayırdı ve Araştırılması" adlı doktora çalışmasında, inceleme alanının temelinde Liyas ve öncesi

yaşlı bir ofiyolit topluluğunun bulunduğunu belirtmiştir. Düzenli bir ofiyolit istifi ve onun epiofiyolitik birimleri ile temsil edilen bu topluluğun, Malm öncesi bir okyanusal ortamın (Paleotetis) ürünü olduğunu belirtmiştir. Bu okyanusun güney yönüne dalması ile kuzeyden güneye doğru ofiyolitik bir melanaj, bir ada yayı ve bu yayın arkasında kenar havza birimlerinin geliştiğini açıklamıştır. Bölgede 3 farklı magmatik etkinliğin olduğunu belirtmiştir. Bunlardan ilkinin Paleotetis'e ait ensimatik ada yayı volkanizması içeren riyolit-dasit türü lavlar ile granitik oluşumları ve yaygın piroklastik malzeme, ikincisinin Dogger'de Tibet tipi bir magmatizma olup, yaygın granitik oluşumlara ve asitik lavların gelişmesine neden olan ve üçüncüsü için ise, magmatik kuşağın kuzey alanlarda Neotetis'in yitimine bağlı olarak başlaması ve güneye doğru göçerek Eosen sonlarına kadar devam etmesi şeklinde olduğunu ileri sürmüştür.

Koçbay (1997), "Mecitözü-Konaklı Çevresinin Hidrojeolojisi ve Yeraltı Suyu Kalitesi" adlı çalışmada Ferhatkaya Formasyonu'nun yüzeye yakın kesimlerde, serbest akiferi, marn seviyeleri fazla olan Çekerek Formasyonu ile örtülü olduğu alanlarda basınçlı akiferi oluşturduğunu, yeraltı sularında Ca ve HCO₃ iyonlarının fazla olduğunu ve yaygın bir karstlaşmanın görüldüğünü belirtmiştir.

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

Koçbay ve Kılıç (2006), "Obruk Baraj Yerinin (Çorum) Mühendislik Jeolojisi Açısından İncelenmesi" çalışmalarında bölgedeki bazaltların ince taneli koyu renkli matriks, orta büyüklükteki plajiyoklas kristalleri, iri taneli piroksen ve olivin fenokristalleri ile opak minerallerden oluştuğunu, kloritleşme, killeşme, karbonatlaşma ve silisleşmenin ayrışma derecesine ve hidrotermal ayrışmaya bağlı olarak arttığını açıklamışlardır.

Zengin (2006), "Osmancık-Çorum Kuzeydoğusundaki Volkaniklerin Epitermal Cevherleşme Potansiyeli ve Mavi Kalsedon Oluşumu" ile ilgili yaptığı yüksek lisans çalışmada volkanik kayalarda gelişen hidrotermal alterasyonların ve bunlarla aynı süreçte alterasyona bağlı olarak oluşan kıymetli metal zenginleşmelerinin olduğunu vurgulamıştır.

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



3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. SAHA ÇALIŞMALARI

Arazi çalışmaları sırasında, öncelikle detaylı bir şekilde arazi gözlemleri yapılmış ve gözlenen tüm verilerin toplanmasına çalışılmıştır. Yapılan gözlemlere göre yüzeylenen farklı litostratigrafik birimler detaylı olarak incelenerek ayırtlanmıştır. Birimlerin içerdiği başlıca sedimanter ve diğer yapılar ile dokanak ilişkileri, yapısal özellikleri ve ortamsal konumları incelenmiştir. Bölgeyi etkileyen tektonik kuvvetlerin ve bu kuvvetlere bağlı olarak oluşan yapısal unsurların konumlarının belirlenmesi amacıyla, tabaka, eklem ve fay düzlemi gibi yapısal unsurlardan çok sayıda ölçümler alınmıştır. İnceleme alanında gözlenen birimlerin genel ve yakından görünüşleri ile bu birimler içerisindeki yapılar ve yapısal unsurlar, ayrıca arazinin genel konumu fotoğraflanmıştır. Sonuç olarak arazide yapılan gözlemler ile elde edilen veriler ve bulgular ışığında çalışma alanında yüzeylenen birimlerin yayılımları, birbirleriyle olan dokanak ilişkileri ile bölgedeki tüm yapısal unsurları içeren 1/25.000 ölçekli jeoloji ve yapısal elemanlar haritaları hazırlanmıştır (Ek-1 ve Ek-3). Ayrıca birimlerden paleontolojik, petrografik ve jeokimyasal amaçlı numuneler alınmıştır. Cevherleşme alanlarının cevher-yankayaç ilişkisinin ortaya konulması, jeokimyası, petrografik çalışmaları amacıyla da örneklemeler yapılmıştır. Arazi çalışmaları sırasında, topoğrafik harita, Brunton jeolog pusulası, jeolog çekici, lup, GPS, dürbün, şerit metre v.b. gibi aletler kullanılmıştır.

3.2. MİNERALojİK VE PETROGRAfİK ÇALIŞMALAR

Araziden alınan numunelerin mineralojik-petrolojik incelemeleri İTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit laboratuvarında hazırlanan ince kesitlerin polarizan mikroskopla incelenmesi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra hazırlanan ince kesitler polarizan mikroskop altında incelenmiş ve fotoğrafları çekilmiştir.

3.3. CEVHER MİKROSKOBİSİ ÇALIŞMALARI

Gökçedoğan bölgesindeki Cu-Zn cevherleşmelerinden derlenen örneklerin parlak kesitleri İTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit laboratuvarında hazırlanmış ve parlak kesitler cevher mikroskopunda incelenerek parajenez ve süksesyonların belirlenerek fotoğrafları çekilmiştir.

3.4. JEOKİMYA ÇALIŞMALARI

Arazi çalışmaları sırasında farklı litostratigrafik birimlerden alınan örnekler ile cevherleşme alanlarından alınan örneklerin; X-Ray Fluorescence (XRF), Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) ve X-ray Diffraction (XRD) analizleri İTÜ Jeokimya Araştırmaları Laboratuvarında (İTÜ-JAL) yapılmıştır.

3.5. SIVI KAPANIM ÇALIŞMALARI

Cevherleşmenin oluşum sıcaklığı (T_h =homojenleşme sıcaklığı), cevherleşme sırasında etkin olan çözeltilerin %NaCl eşdeğeri tuzluluk değerleri, metal iyonlarının taşınmasında etkin olan olası iyon kompleksleri, türleri ve olası kaynaklarının aydınlatılabilmesi amacıyla İ.T.Ü. Mad. Fak. Jeoloji Müh. Bölümü Maden Yatakları-Jeokimya Anabilim dalında bulunan Sıvı Kapanım Laboratuvarında mikrotermometrik ölçümler yapılmıştır.

3.6. İZOTOP JEOKİMYASI ÇALIŞMALARI

Bu çalışma cevherleşme bölgelerinden derlenen örneklerden, kükürt içeren minerallerin yapısındaki kükürtün kökeninin belirlenmesi ile incelenen maden yatağının oluşum koşullarının belirlenmesi aşamasıdır. Kükürt izotop bileşimi $\delta^{34}\text{S}$ şeklinde gösterilmekte ve kükürt izotop jeokimyası çalışmalarında, doğada en çok bulunan ^{36}S , ^{34}S , ^{33}S , ^{32}S izotopları kullanılmaktadır. Cevher zonlarında yer alan pirit ve kalkopirit minerallerinin ^{34}S izotopları İngiltere’de ISO-Analytical Laboratuvarında yapılmıştır.

3.7. BÜRO ÇALIŞMALARI

Yapılan arazi çalışmalarından elde edilen verilerin değerlendirildiği bu çalışmada ilk olarak sahada çizilen 1/25.000 ölçekli “Jeoloji Haritası” taranarak Corel Draw programında tekrar çizilmiştir. Daha sonra sahanın yapısal karakteristiğinin ortaya konulması amacıyla 1/25.000 ölçekli “Yapısal Elemanlar Haritası” hazırlanmıştır. Bu iki harita kullanılarak sahayı yansıtabilecek doğrultularda kesit güzergâhları belirlenip, “Jeoloji Enine Kesitleri” ayrı ayrı hazırlanmıştır.

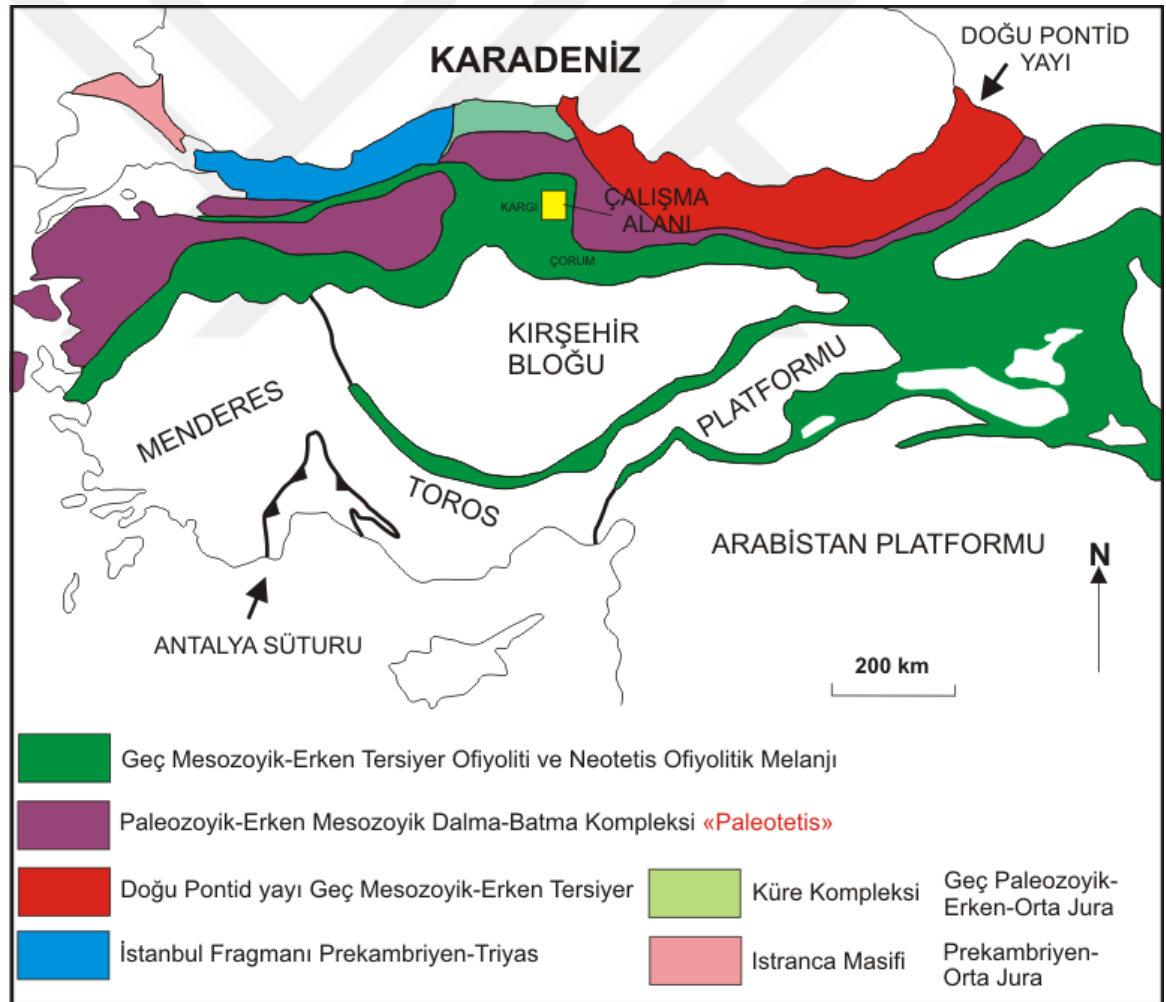
Jeokimya verilerinin değerlendirilmesi ise GCD Kit, Grapher ve MS Office programları kullanılarak yapılmıştır.

Yapılan çalışmaların sonucu olarak tüm veriler MS Word programı ile yazılarak tez çalışması bitirilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. BÖLGESEL JEOLojİ

İnceleme alanı Çorum'un Kargı ilçesinin doğusunda yer almaktadır (Şekil 4.1). Bu alan Paleozoyik ile Pliyosen yaş aralığında gelişmiş farklı türden kayaç gruplarını içermektedir. Bu kayaç grupları yapısal ve stratigrafik dokanaklar halinde arazide görülmektedir.



Şekil 4. 1: Türkiye tektonik birimleri üzerinde çalışma alanının konumu (Şengör ve diğ. 1982'den değiştirilerek alınmıştır).

İnceleme alanı Türkiye'nin tektonik birlikleri haritasına göre Şengör ve diğ. (1982) tarafından tanımlanan Rodop-Pontid levhasında yer almaktadır. Bu alanda Alt Mesozoyik'te yok olan Paleotetis ofiyoliti ile Üst Mesozoyik'te tüketilmeye başlayan Neotetis ofiyolitinin olduğu belirtilmiştir (Tüysüz, 1985).

Paleotetis ve Neotetis okyanuslarının kapanması ile oluşan 'sütur zonları' boyunca farklı kökenli litostratigrafik birimlerin yan yana gelmiştir (Robertson, 2002; Robertson ve diğ. 2006; Okay ve diğ. 2006; Parlak ve diğ. 2009). Paleotetis ofiyoliti üzerine Liyas sonu Dogger başında Paleozoyik yaşlı bir kıtasal topluluğun yerleştiği ve üst düzeylerde karbonatlardan oluşan istiflerin bulunduğu belirtilmiştir (Yılmaz, 1979; Tüysüz, 1985). Neotetis ofiyolitini temsil eden Kargı Ofiyolit Topluluğu, düzenli bir ofiyolit kesim ile ofiyolitik melanjdan oluşmakta ve Neotetis ofiyolitine ait dilimler güneye ekaylı bir dizilim sergilemektedir (Yılmaz ve Tüysüz, 1984).

Kargı doğusunda yüzeyleyen Domuzdağ Melanjı ile ilişkili istifler, Geç Jura öncesinde Avrasya'nın güney kenarı boyunca yerleşmiş, kenar havza karmaşıkları olarak yorumlanmaktadır (Ustaömer ve Robertson, 1997, 1999; Robertson, 2002). Bölgede Jura döneminde başlayan transgresyon sonucunda Pontidlerde yaygın bir karbonat platformu gelişmiştir. Bu platformun ürünleri Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşlarıdır (Ketin ve Gümüş, 1963; Tüysüz, 1985).

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

Paleotetis ofiyoliti üzerine Liyas sonu Dogger başı dönemde Paleozoik yaşlı bir kıtasal topluluk (Devrekani Metamorfikleri) yerleşmiştir. Birim başlıca yer yer amfibolce zengin düzeyler içeren konglomeratik gnays, kuvarsit ve üst düzeylerde mermerlerden oluşmaktadır (Yılmaz, 1979; Tüysüz, 1985). Neotetis ofiyolitini temsil eden Kargı Ofiyolit Topluluğu, düzenli bir ofiyolit kesim ile ofiyolitik melanjdan oluşmakta ve bu ofiyolite ait dilimler güneye ekaylı bir dizilim sergilemektedir. Birim başlıca

serpantinleşmiş ultramafit, serpantinit, gabro, diyabaz, spilit, pelajik kireçtaşı, çört ve fliş tipi çökellerle temsil edilir. Bölgede Dogger-Malm ve Üst Kretase-Eosen döneminde yaygın magmatik aktivite saptanmış olup, birçok araştırmacı tarafından, Üst Kretase-Eosen Magmatizması, Doğu Karadeniz’de ki yaygın ada yayı volkanizmasının bu bölgedeki devamı şeklinde olduğu ve volkanizmanın Üst Kretase’de kuzey alanlarda iken, Eosen’de güney alanlara kaydığı belirtilmiştir. Bölgede güney alanlarda Liyas’ta, kuzey alanlarda ise Malm’da başlayan transgresyon, Malm döneminde tüm bölgeyi kaplamış, böylece Pontidlerde yaygın bir karbonat platformu gelişmiştir. Bu platformun ürünleri Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşlarıdır. Kavkı kırıntıları, mercan ve algler yaygındır. Kireçtaşı çoğunlukla kıvrımlı olup, genelde doğu-batı eksen gidişli kıvrımların yanı sıra alt ve üst katmandan bağımsız çökme ile birlikte birincil kıvrımlar (plastik akmlar) da izlenmektedir (Ketin ve Gümüş, 1963; Tüysüz, 1985).

İnceleme alanının hemen güneyinden geçen ve bölgeyi etkileyen önemli bir yapı olan Kuzey Anadolu Fayıdır (KAF). İlk kez Ketin (1948) tarafından adlandırılan KAF’da jeolojik ve neotektonik amaçlı çalışmalar yapılmıştır (Arpat ve Şaroğlu, 1975; McKenzie, 1976; Dewey ve Şengör, 1979; Şengör, 1979; Yılmaz ve diğ. 1981; Koçyiğit ve Tokay, 1985; Şengör ve diğ. 1985; Şaroğlu ve diğ. 1995; Okay ve diğ. 1999).

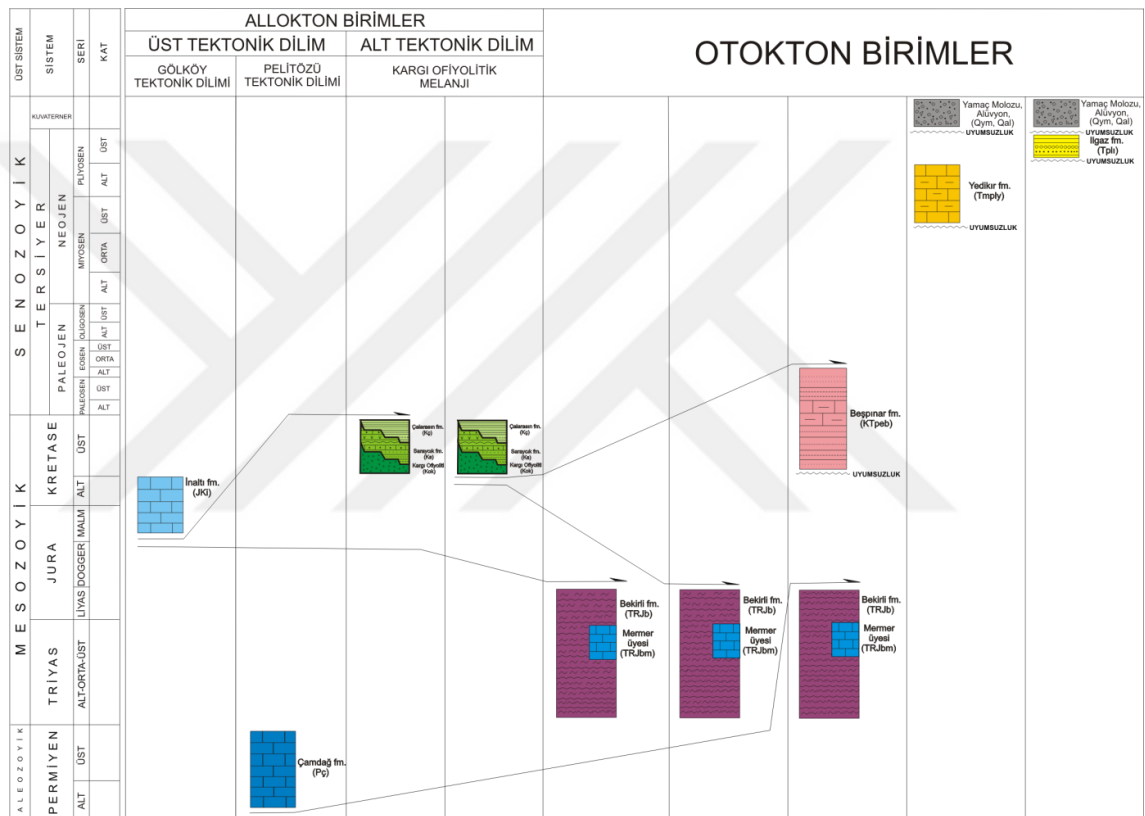
İnceleme alanının güneyinden geçen sağ yönlü doğrultu atımlı olan KAF’ın Köprübaşı ile batıda Kargı arasında yer alan yaklaşık 94 km uzunluktaki bölümü, Köprübaşı-Kargı arası bölümü adı altında incelenmiş ve 3 alt bölüme ayrılmıştır (Şaroğlu ve diğ. 1987). Çalışma alanına çok yakın olması nedeniyle KAF’ın bölgedeki deformasyonlar üzerinde etkisinin olduğu görülmektedir.

4.2. STRATİGRAFİ

Çalışma alanındaki litostratigrafik birimler yapısal konumları ve jeodinamik evrimleri dikkate alınarak Otokton veya Allohton Konumlu birimler olarak ayrırtlanmıştır (Ek-3).

Allohton konumlu birimler; Üst Tektonik Dilim (ÜTD) ve Alt Tektonik Dilim (ATD) olarak sınıflandırılmıştır. Üst tektonik dilime ait Permiyen neritik kireçtaşları ile Jura-Kretase yaşlı kireçtaşları tektonostratigrafik konumlarına göre Gölköy ve Pelitözü tektonik dilimlerine ayrılmıştır. Bu dilimler Alt Tektonik Dilime ait Kargı Ofiyolitik

Melanji ile otokton Triyas-Liyas yaşlı Bekirli metamorfitlerine bindirmektedir. Alt Tektonik dilime ait istif ise yapısal konumlarına göre üstten alta doğru; allokton nitelikli Üst Kretase yaşlı Kargı Ofiyolitik melanji, otokton nitelikli Triyas-Liyas yaşlı Bekirli metamorfitleri ve Üst Kretase-Alt Eosen yaşlı otokton nitelikli Beşpınar formasyonu olarak görülmektedir. Diğer yandan otokton nitelikli Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı Yedikır formasyonu, Üst Pliyosen yaşlı Ilgaz formasyonu ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı çökeller ise diğer birimleri açılı uyumsuzlukla örtmektedir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2: Çalışma alanının tektono-stratigrafik istifi.

Çalışılan alanda yaşlıdan gence doğru, Çamdağ formasyonu, Bekirli formasyonu ve Mermer Üyesi, İnaltı formasyonu, Kargı Ofiyoliti, Saraycık formasyonu, Çalarasın formasyonu, Beşpınar formasyonu, Yedikır formasyonu, Ilgaz formasyonu ve Kuvaterner dönemini yansıtan karasal çökeller yer almaktadır (Ek-1).

4.2.1. Otokton Birimler

Otokton birimler çalışma alanında geniş bir alanda yüzlek vermektedir (Ek-1). Bölgenin görünür temelini Triyas-Liyas yaşlı Bekirli formasyonu (Göreceli Otokton) ve Mermer Üyesi oluşturmaktadır. Metamorfik kayalardan oluşan bu birimleri üzerine ise açısız uyumsuzlukla Kretase-Paleosen-Eosen yaşlı Beşpınar Formasyonu gelmektedir (Ek-1).

4.2.1.1. Bekirli formasyonu (TRJb)

Bekirli formasyonu Yılmaz ve Tüysüz (1984) tarafından adlandırılmıştır. Formasyonun tip kesit yeri Taşköprü İlçesi'nin (Kastamonu) yaklaşık 25 km kadar güneyindeki Bekirli Köyüdür (Yılmaz ve Tüysüz, 1984). Bu çalışmada da benzer litolojideki birimler için aynı adlandırmanın kullanılması uygun görülmüştür. Formasyon inceleme alanının büyük bölümünde mostra vermektedir (Ek-1).

Genellikle gri, bej, koyu gri ve zeytin yeşili renkleri ile arazide belirgin olan Bekirli formasyonu (Şekil 4.3) başlıca kuvars ve mikaca zengin metakumtaşı, kuvarşist, fillit, metabazit, mikaşist, gnays, mermer, amfibolşist, metaçört ve volkanik kökenli kırıntılı kayalardan oluşmaktadır (Şekil 4.4). Ultrabazik kayaç blokları formasyonun farklı seviyelerinde bulunmaktadır. Mikaşist, granatlı amfibolşist ve amfibolitler Pelitözü yaylası ve civarında, fillitler ise Örencik Pelitözü kuzeyi, Gökçedoğan Yaylası ve Gökçedoğan köyü civarında mostra vermektedir (Ek-1). Fillitler yer yer milonitiktir. Formasyonun tabanında metabazitlerin yoğunlukta olduğu ve aralarında daha az oranda kuvarşist ve kuvarşistlerin olduğu görülmektedir. Metabazitlere granatlı amfibolit, porfiri metabazalt ve amfibolşistler eşlik etmektedir. Daha üst seviyelerde ise volkanik malzeme açısından fakirleşmenin olduğu görülmektedir (Sütçü ve diğ. 1994). Birimin üst seviyelerinde ise şist ve fillitler genel olarak yayılım göstermektedir. Bu birimlerin arasında yer yer mermer de yer almaktadır.

İnceleme alanının güney bölümlerinde Cu-Zn-Fe cevherleşmeleri görülmektedir. Bu bölgelerde de metabazit, amfibolşist ve kuvarşist birimleri görülmektedir. Bu birimler iyi derecede şistoziteye sahiptir. Tektonizmanın etkisiyle şistler çok sık kıvrımlanmış ve kendi içinde faylanmışlardır. Birim içerisinde deformasyonun etkisiyle ezik zonlar oluşmuştur. İnceleme alanının güney ve güneydoğusunda ise birim içerisinde yer alan

“Mermer Üyesi” bulunmaktadır. Geniş alanlarda mostra veren mermerler yer yer faylarla kesilmiştir.

İnceleme alanında güneyden kuzeye doğru gidildikçe birime ait şistler içerisinde granat minerali gözlenmektedir. Genel olarak Depel tepe ve güneyindeki şistler içerisinde ince taneli granatlar gözlenirken, Pelitözü civarı ve kuzeyindeki amfibol şistler içerisinde orta-büyük taneli granatlar gözlenmektedir (Ek-1).

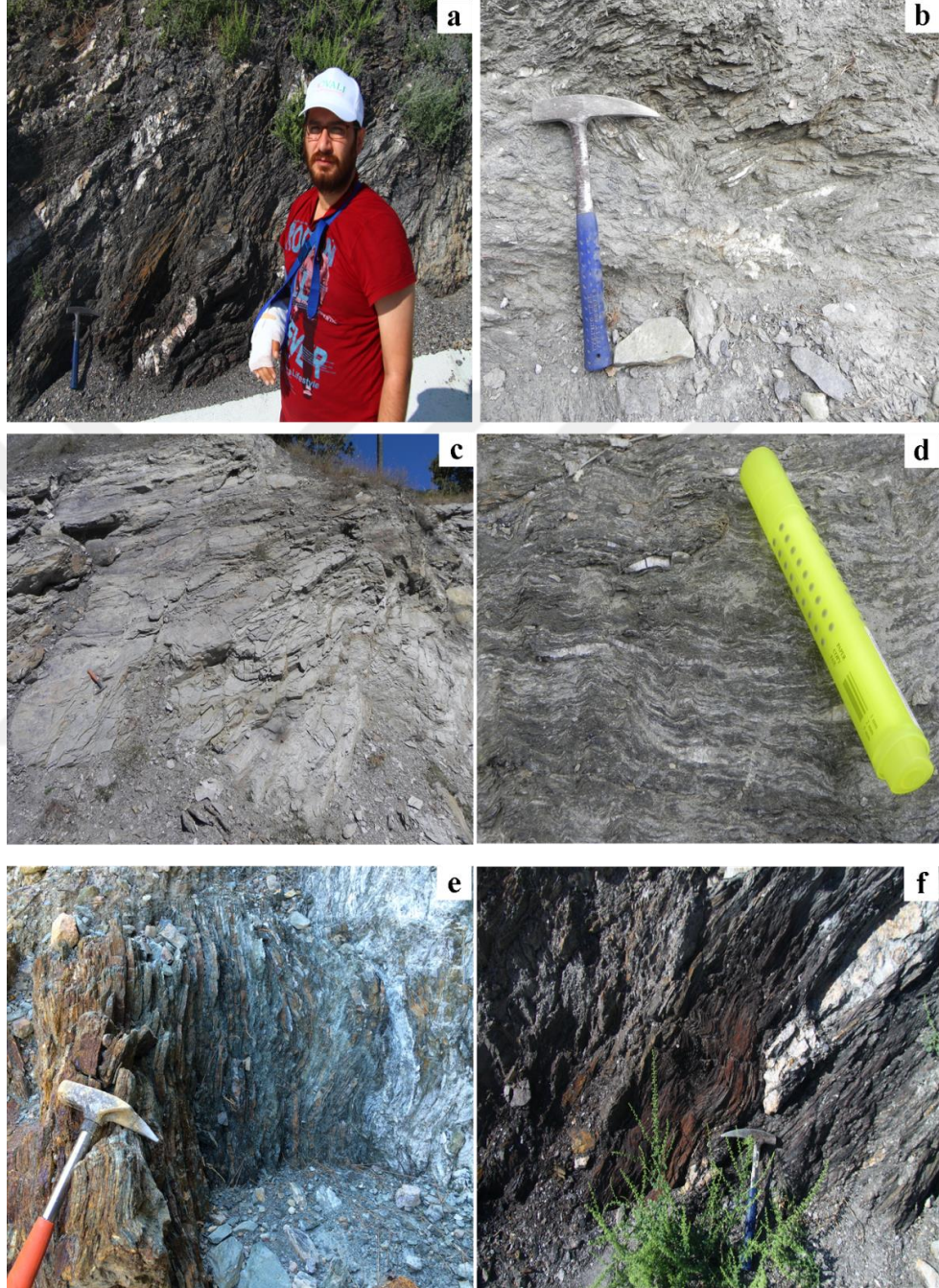
Malkaya Tepesi ve civarında gözlenen fillit ve şistler ayrıışmış yüzeyi gri, bej renkli, taze kırık yüzeyi yeşilimsi beyaz, koyu yeşil renkli, ince tabakalı ve çok iyi yapraklanmalıdır. Bol çatlaklı ve kırıklı, sağlam yapılı olmayan, fosil içermeyen bu birim fay zonlarında milonitik karakter kazanmıştır.



Şekil 4.3: Depel Tepe Güneyinde Bekirli formasyonuna ait şistlerin genel görünümü (Batıdan Doğuya Bakış).

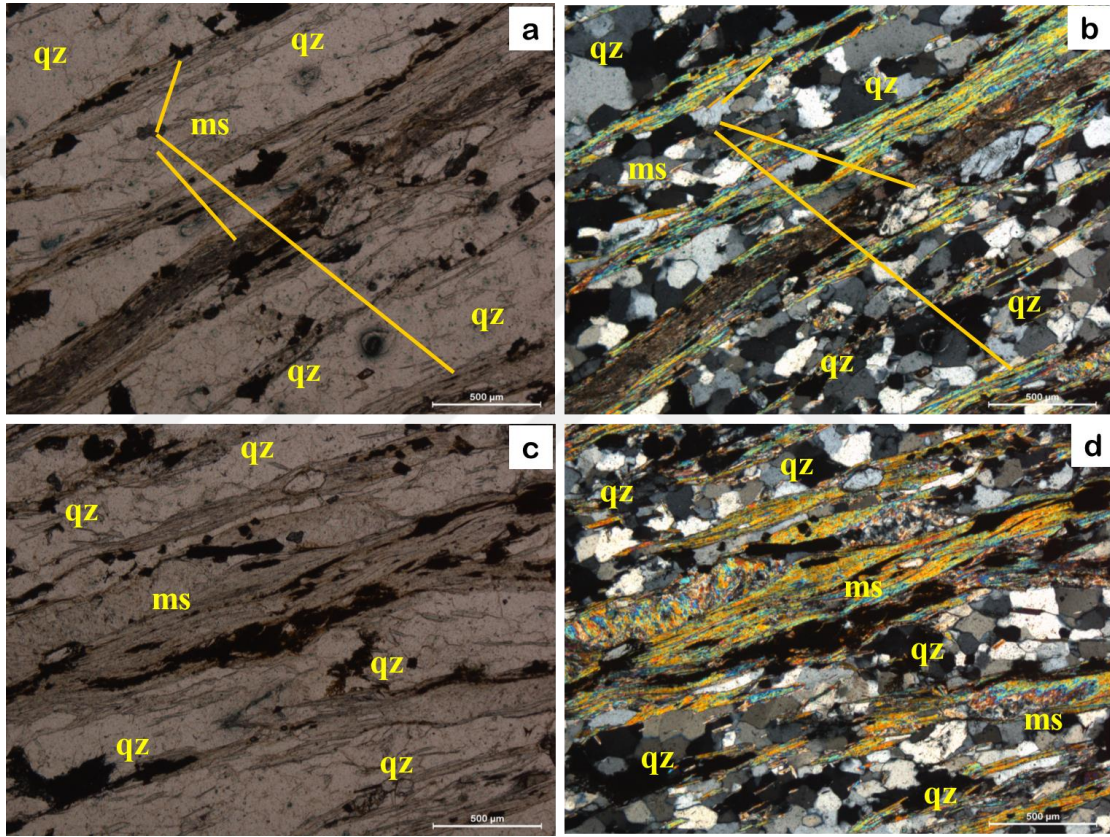
Şahin deresi batısında yer alan metabazitlerin ayrıışmış yüzeyi gri, yeşilimsi gri, koyu yeşil renkli, taze kırık yüzeyi yeşil, yeşilimsi beyaz ve gri renkli, ince tabakalı, çok iyi yapraklanmalı, piritli, kalkopiritli, orta-sert sağlam yapılı, bol çatlaklı ve kırıklı ve fosil içermemektedir. Bu bölgede cevherleşme ve faylara bağlı olarak alterasyonlar

gelişmiştir. Limonitik ve grafitik zonlar Şahin deresi batısında ve civarında yaygın olarak gözlenmektedir.



Şekil 4.4: Bekirli formasyonuna ait birimlerin mostra görünümü (a. Mikaşist, Kuzeyden Güneye Bakış, b. Fillit, Güneybatıdan Kuzeydoğuya Bakış, c. Metakumtaşı, fillit ardalanması, Doğudan Batıya Bakış, d. Sık kıvrımlanmış fillit, Güneyden Kuzeye Bakış, e. Metabazit-fillit ardalanması, Güneyden Kuzeye Bakış, f. Mikaşist, Kuvarssist ardalanması, Kuzeyden Güneye Bakış).

Pelitözü kuzeyinden alınan mikaşist örneklerinin ince kesit incelemeleri yapılmıştır (Şekil 4.5). Mikaşist incelemesinde egemen mineral kuvarstır. Kuvarstan sonra kayaçta en çok bulunan mineral muskovittir. Görülen diğer mineraller ise klorit, granat, epidot ayrıca yönlenmeye paralel olarak opak mineraller gözlenmiştir. Muskovit minerali metamorfizma etkisiyle yönlendirilerek lepidoblastik dokuyu oluşturmuştur. Metamorfizmayla birlikte irileşen kuvars taneleri ve yapraksı mineraller göz önüne alındığında kayaçtaki hâkim dokunun grano-lepidoblastik doku olduğu gözlenmiştir.



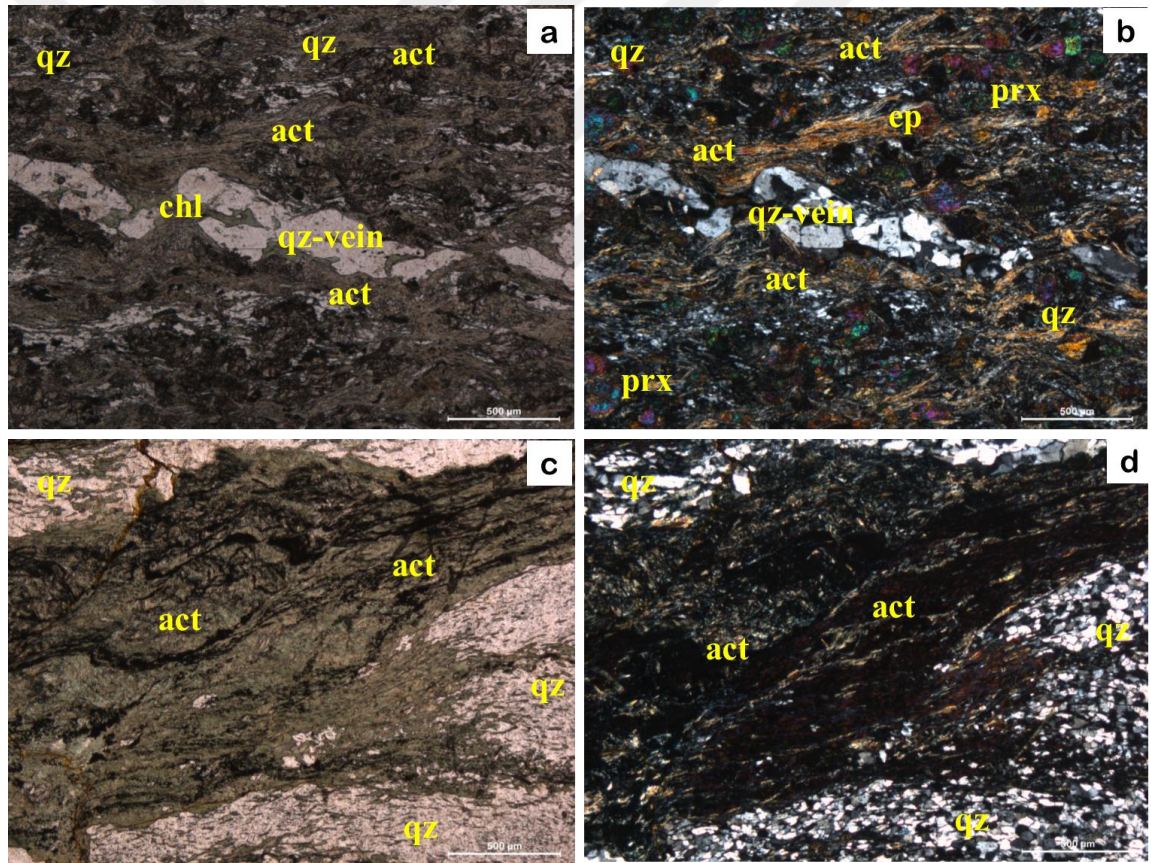
Şekil 4.5: Bekirli formasyonuna ait mikaşistlerin polarizan mikroskop görüntüleri, Kısaltmalar: (ms) muskovit, (qz) kuvars, (ca-vein) kalsit damarı.

Şahin deresi batısından alınan metabazit örneklerinin ince kesit incelemeleri yapılmıştır (Şekil 4.6). Metabazit incelemesinde egemen mineral aktinolit. Bunun yanında kayaçta piroksen, kuvars, muskovit, epidot mineralleri ile birlikte opak mineraller de yer almaktadır. Aktinolit yoğun olduğu alanlarda deformasyon sonucunda ortaya çıkan yönlenmenin de etkisiyle kayaçta nematoblastik ve fibroblastik dokuları gelişmiştir. Bununla birlikte kuvars ile aktinolit ardalanması sonucunda kayaçta grano-nematoblastik dokunun hâkim olduğu tespit edilmiştir. Tektonizma nedeniyle bazı

örneklerde kataklastik dokunun geliştiği görülmektedir. Kayaç yer yer kuvars damarları tarafından kesilmektedir.

Bekirli formasyonunun taban seviyeleri inceleme alanında gözlenememiştir. Çalışma alanında Bekirli formasyonunun üzerine ise Beşpınar formasyonu diskordansla gelmektedir.

Birim büyük bir alanda Kargı ofiyolitik melanjı birimleri tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir. Malkaya Tepesi'nin hemen kuzeyinden itibaren yaklaşık olarak doğu-batı uzanımlı bir bindirme hattı boyunca Saraycık Formasyonu tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir (Ek-1).



Şekil 4.6: Bekirli formasyonuna ait metabazitlerin polarizan mikroskop görüntüleri, Kısaltmalar: (act) aktinolit, (prx) piroksen, (chl) klorit, (ms) muskovit, (qz) kuvars, (qz-vein) kuvars damarı.

Meneviş Tepesi güneyinde ise Çalarasın formasyonu tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir. Göl yaylası güneyinden başlayarak Karaağaç yaylası doğusuna kadar KD-GB doğrultulu bir hat boyunca hem Saraycık formasyonu hem de Kargı Ofiyoliti

tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir. Bununla birlikte Gölköy, Öbek tepesi, Pelitözü ve Gökçedoğan yaylası civarında üst tektonik dilimi içerisinde yer alan İnaltı formasyonu tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir. Öbek tepesi batısında ve Kışlacıkçal tepesi ve civarında Çamdağ formasyonu tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir.

Bekirli formasyonuna ait birimlerin Bekirli köyü güneyinde Geç Kretase melanjı üzerine tektonik dokanak ile geldiği, bu melanjın ise daha güneyde yer alan mermer, amfibolit, bazik lav ve pelitik kayaç aralanmasından oluşan Gümüşoluğu metamorfikleri üzerine itildiği belirtilmiştir (Tüysüz 1985, 1986). Bu istifin ise epidot-amfibolit fasiyesinde metamorfizma geçirdiği belirtilmiştir (Tüysüz 1985, 1986). Ustaömer ve Robertson (1999) bölgede Domuzdağ-Sarayıkdağı kompleksi adını verdikleri istifte yer alan metamorfik kayaçların mavişist fasiyesinde ve gerileyen yeşilşist fasiyesinde metamorfizmaya uğradıklarını belirtmiştir. Bekirli formasyonunun taban seviyelerinin yüksek basınç koşullarında, istifin üst seviyelerinin ise düşük-orta basınç koşullarında glokofanlı yeşil şist fasiyesinde metamorfizmaya uğradığı belirtilmiştir (Ustaömer ve diğ. 2005).

İnceleme alanındaki birimler göz önüne alındığında formasyon tabanına ait amfibolit, amfibolşist ve metabazit seviyelerinin yüksek dereceli metamorfizmadan (amfibolit fasiyesi) etkilendiğini söylemek mümkündür. Ancak bu seviyeye ait amfibolit ve amfibolşistlerin bir kısmının granatlı olarak bulunması amfibolit fasiyesinden yeşilşist fasiyesine doğru bir gerilemenin olduğunu göstermektedir. Gökçedoğan ve civarındaki bazik mağmatitlerin granatsız ve Pelitözü civarındaki bazik mağmatitlerin ise granatlı oldukları tespit edilmiştir. Metabazitlerle ilişkili olarak meydana gelen cevher zonları da bu metamorfizmadan etkilenmiştir.

İstifin üst seviyelerini temsil eden fillitler ise yeşilşist fasiyesi metamorfizmasını yansıtmaktadır. Ancak kuzey alanlardaki şistlerin granatlı olması metamorfizma derecelerinin farklı olduğunu göstermektedir.

Formasyonun yaşı Sütçü ve diğ. (1994) tarafından Triyas-Liyas olarak ortaya konulmuştur. Yılmaz ve Tüysüz (1988) tarafından yapılan çalışmada ise Liyas öncesi yaşında olduğu kabul edilmiştir.

Bekirli formasyonu içerisinde farklı özellikte kayaçlar yer almaktadır. Bu kayaçların ilksel oluşum ortamları göz önüne alındığında denizel ortamı işaret etmektedir. Bunun yanında Metabazitlerin ve metadiyabazların hakim olduğu düzeyler ise sedimantasyon ile aynı zamanda bir volkanik aktivitenin gelişmiş olduğunu göstermektedir. Bu kayaçlarla birlikte birimin farklı seviyelerinde okyanusal kabuğu temsil eden ofiyolitik kayaçların yer alması, Bekirli formasyonunun okyanusal ortamla ilişkili olduğunu göstermektedir.

4.2.1.1.1. Mermer Üyesi (TRJbm)

İnceleme alanının güneydoğusunda Bekirli formasyonu içerisinde mercek şeklinde bulunan birim Yılmaz ve Tüysüz (1984) tarafından Gümüşoluğu formasyonu adı altında incelenmiştir. Bu çalışmada ise Bekirli formasyonunun Mermer Üyesi olarak kabul edilmiştir. Sarp ve dik morfolojisi ile arazide kolayca ayırtlanan bu birim mermer ve kalkışt merceklerinden oluşmaktadır. Ayrışmış yüzeyi gri, beyazımsı gri renklidir. Taze kırık yüzeyi ise beyaz, grimsi beyaz renklidir. Oldukça sert sağlam yapılı olan mermerler sparitik dokulu ve orta kalın tabakalıdır. Bekirli formasyonuna ait diğer birimler içerisinde mercek şeklinde gözlenen mermerler Üst Pliyosen yaşlı Ilgaz formasyonu tarafından örtülmektedir. Birim bölgenin geçirdiği deformasyonlar nedeniyle birçok alanda faylarla kesilmektedir.

4.2.1.2. Beşpınar formasyonu (KTpeb)

Çalışma alanında başlıca kumtaşı, çakıltaşı, kireçtaşı ve marndan oluşan birim Yılmaz ve Tüysüz (1984) tarafından Beşpınar Formasyonu olarak adlandırılmıştır. İnceleme alanında ise Safranlık sırtı kuzeyinden başlayıp Tiridinkıran tepesine kadar NE-SW doğrultusu boyunca gözlenmektedir. Formasyonun tip kesit yeri Vezirköprü İlçesi'nin (Samsun) 20 km batısındaki Beşpınar Beldesi'dir (Yılmaz ve Tüysüz, 1984).

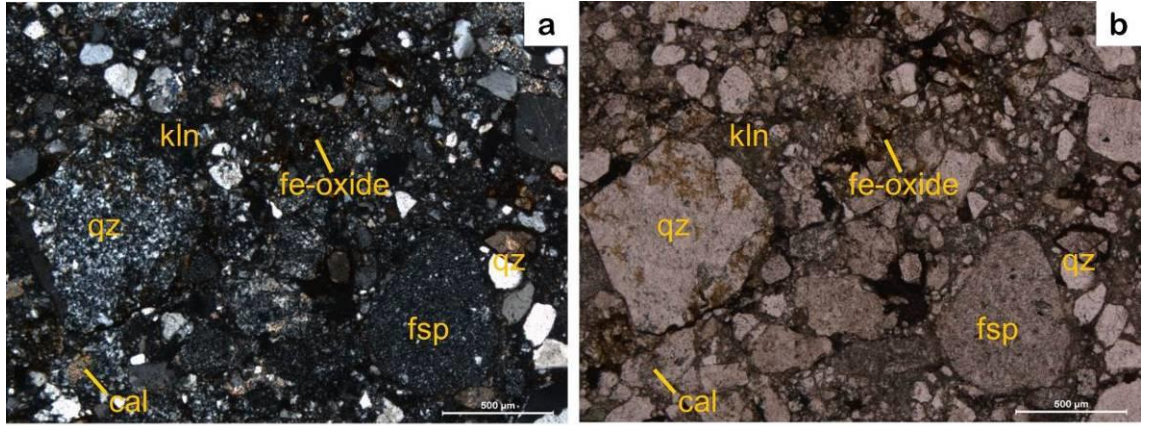
Beşpınar formasyonu oluşmaktadır. Formasyon altta kirli sarı renkli ince tabakalı oolitik foraminiferli kireçtaşları ile ardalanmış yeşil, gri renkli kumtaşları ile başlar ve üste doğru kırmızı, yeşilimsi sarı, kül renkli ince tabakalı silttaşı-marn ardalanması ve orta-kalın tabakalı kireçtaşı ile devam etmektedir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7: Beşpınar formasyonunun Safranlık sırtı kuzeyindeki genel görünümü (Güneydoğudan Kuzeybatıya Bakış).

Safranlık sırtının kuzeyinde gözlenen marn biriminin ayrılmış yüzeyi sarımsı beyaz renklidir. Taze kırık yüzeyi beyaz ve bej renkli, kırık ve çatlaklı, orta sağlamlıkta ve yer yer fosillidir.

Safranlık sırtının kuzeyinden alınan kumtaşı örneklerinin incelemelerinde iskeletsel taneler görülmektedir. Kuvars, feldispat, matriks ve çimentodan oluşmaktadır. Taneler orta iyi yuvarlaklaşmış ve derecelenmesizdir. Kuvarslar monokristalin ve polikristalin olarak bulunmaktadır. Matriks içerisine kalsit, kırık ve çatlaklarına ise ikincil kuvars ve demir oksit mineralleri yerleşmiştir. Kuvars oranının % 90'dan az olması, kayaç parçasının gözlenmemesi ve feldispat minerallerinin bulunması nedeniyle Mc Bride (1962) ve Folk (1962)'ye göre kayaç **feldispatik kum** veya **arkoz** olarak belirlenmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8: Beşpınar formasyonuna ait örneklerin polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b) Kumtaşı, (cal) kalsit, (fe-oxide) demiroksit, (fsp) feldispat, (kln) kaolen, (qz) kuvars.

Birim Ballıardı mevkinin güneyi boyunca Alt Tektonik dilime ait Saraycık Formasyonu tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir. Tektonik bir pencere olarak gözlenen bu hat kimi yerlerde normal faylar tarafından kesilmiştir.

Çalışma alanında olmamasına rağmen çalışma alanına yakın yerlerde yapılan çalışmalarda Beşpınar Formasyonunun Bekirli formasyonu üzerine açısız uyumsuzluk ile geldiği görülmektedir. Çalışma alanında Beşpınar formasyonunun tavan seviyesi gözlenemediğinden tavan dokanak ilişkisi belirlenememiştir.

Beşpınar Formasyonuna ait litolojilerde yer yer fosilli düzeyler bulunmaktadır. Önceki çalışmalarda Erkan (1999) tarafından birim içerisindeki kireçtaşlarından alınan fosilli örneklerde *Cretarhabdulus crenulatus* (Bremlette ve Martini), *Micula concava* (Strander) gibi nanoplanktonlara rastlanmış ve bu fosillere göre birime Kretase yaşı verilmiştir. Yılmaz ve Tüysüz (1984) tarafından derlenen örneklerde ise *Globigerina* sp., *Lenticilina* sp., *Nodasariidae*, *Globorotalia* sp., *Nummulites* sp., *Aleolina* sp., *Discocyclina* sp. gibi fosillere göre birime Geç Paleosen- Erken Eosen yaşı verilmiştir. Bu verilere göre birimin yaşı Üst Kretase-Alt Eosen olarak değerlendirilmiştir.

Beşpınar formasyonu ortam olarak denizaltı yelpaze çökellerini yansıtmaktadır.

4.2.2. Allohton Birimler

İnceleme alanının büyük bir bölümünde yer alan allohton nitelikli kayaç grupları yapısal ilişkileri ve konumları göz önünde bulundurularak “Üst Tektonik Dilim (ÜTD)” ve Alt Tektonik Dilim (ATD)” adları altında gruplandırılmıştır.

Üst Tektonik Dilim içerisinde Çamdağ formasyonu ve İnaltı formasyonu, Alt tektonik Dilim içerisinde Kargı ofiyolitik melanjı ve Otokton Bekirli formasyonu üzerine naplar şeklinde yerleşerek kendine özgü litolojik ve stratigrafik dizilimler sunan farklı tektonik dilimler oluşturmuştur. Bu dilimler Gölköy Tektonik Dilimi ve Pelitözü Tektonik Dilimi şeklinde tanımlanmıştır. Pelitözü Tektonik dilimi için tabandan tavana doğru Bekirli formasyonu ve Çamdağ formasyonu bulunmaktadır. Gölköy Tektonik Dilimi için ise tabandan tavana doğru Otokton Beşpınar formasyonu ve Bekirli formasyonu, Kargı ofiyolitik melanjı ve İnaltı formasyonu bulunmaktadır.

Alt Tektonik Dilim içerisinde yer alan Kargı ofiyolitik melanjına ait litostratigrafik birimlerin hem Bekirli formasyonu hem de Beşpınar formasyonu üzerine itildiği görülmektedir.

4.2.2.1. Alt Tektonik Dilim (ATD)

Bu tektonik dilim içerisinde Kargı Ofiyoliti, Saraycık formasyonu ve Çalarasın formasyonu bulunmaktadır. Bu birimler arasındaki dokanak ilişkileri yer yer tektonik olup, genel olarak yanal-düşey geçişlidir. Büyük ölçekte bu dilime ait birimlerin Bekirli formasyonuna bindirdiği ve klip yapısında olduğu söylenebilir (Ek-1). Cuma yaylası ve Ballıardı mevki güneyinde ise Beşpınar formasyonu üzerinde tektonik dokanakla yer alan alt tektonik dilim birimleri tektonik pencere olacak şekilde bulunmaktadır.

4.2.2.1.1. Kargı Ofiyoliti (Kok)

Birim genel olarak çalışma alanının kuzeyinde ve ortasında Cuma yaylası, Uğurluk mevki, Deresökü yaylası ve Kızıloluk Mevki civarında yaygın olarak yüzlek vermektedir (Ek-1).

Birim genel olarak siyahımsı yeşil, yeşil renkli yağsı parlaklıkta ve kaygan yüzeyli serpantinitler, gabro ve diyabaz içermektedir (Şekil 4.9). Yılmaz ve Tüysüz'e (1984) göre gabro-serpantinit, diyabaz-serpantinit geçişleri arazide açıkça gözlenebilmektedir.

Deresökü yaylası kuzeyinde yer alan serpantinitlerin ayrılmış yüzeyi koyu yeşil renkli, taze kırık yüzeyi yeşil ve siyahımsı yeşil renkli, sert sağlam yapılı, kırık ve çatlaklı, elek dokuludur (Şekil 4.10).

Çarşıbaşı tepesinin kuzeybatısında ofiyolite ait gabrolar ve diyabazlar bulunmaktadır (Şekil 4.11). Gabroların ayrılmış yüzeyi koyu yeşil, grimsi yeşil renklidir. Taze kırık yüzeyi yeşil ve koyu yeşil renklidir. Eş taneli dokulu oldukça sert sağlam yapılıdır. Kayaç içerisinde amfibol, plajioklas, biyotit ve ortoklas mineralleri gözlenmiştir. Yer yer özşekilli - yarı özşekilli piroksen ve olivinler de gözlenmiştir.



Şekil 4.9: Deresökü yaylası kuzeyinde Kargı ofiyolitine ait ayrılmış serpantinitlerin genel görünümü (Kuzeydoğudan Güneybatıya bakış).



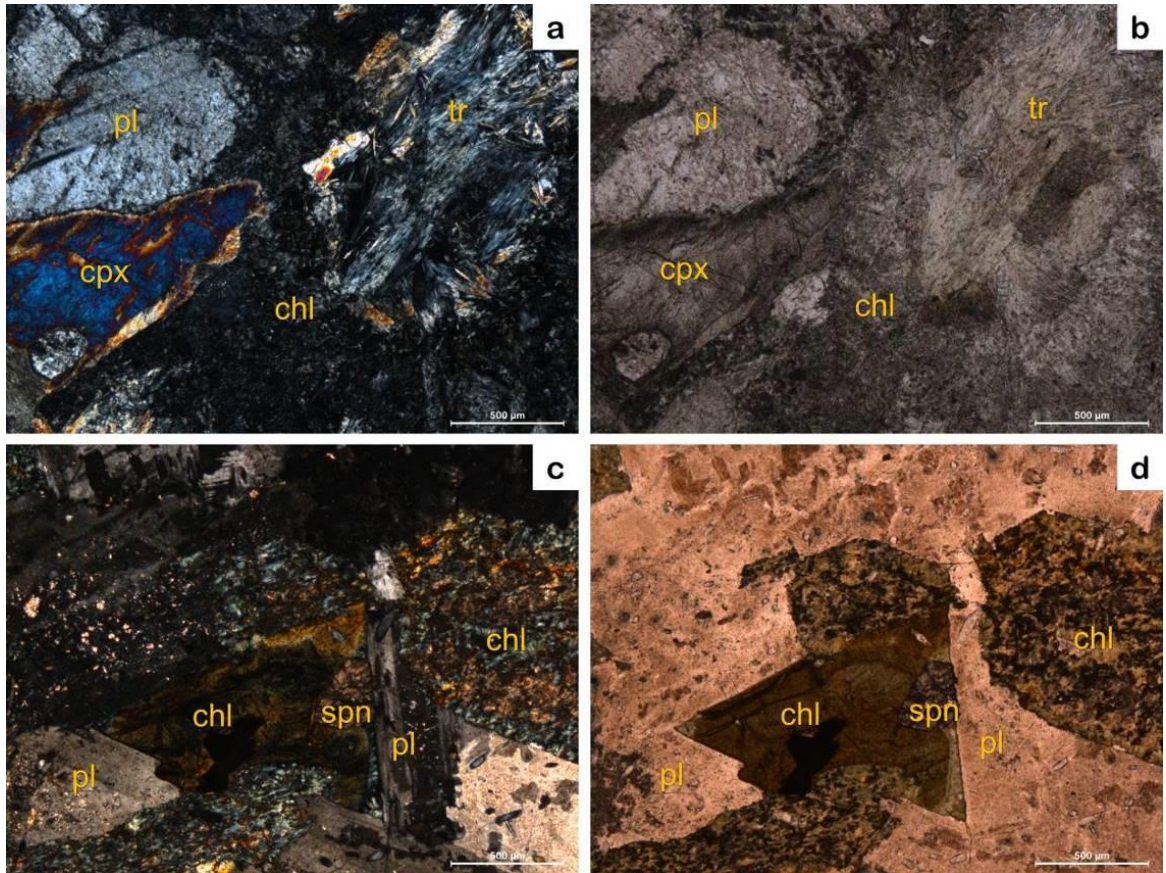
Şekil 4.10: Deresökü yaylası kuzeyinde Kargı ofiyolitine ait serpantinitin genel görünümü (Kuzeybatıdan Güneydoğuya bakış).



Şekil 4.11: Çarşıbaşı tepesinin kuzeybatısında Kargı ofiyolitine ait gabro ve diyoritlerin genel görünümü (Güneyden Kuzeye bakış).

Alantarla kuzeybatısında Öbek Deresi civarında Kargı Ofiyoliti içerisinde yer alan metabazaltlar ile ilişkili cevherleşmeler gelişmiştir. Bölgedeki mineralizasyon K10D doğrultulu bir zonda gözlenmiştir. Cevherleşme metabazik kayaçlar içerisinde açık gri, gri renklerde yer yer koyu renklerde gözlenmektedir.

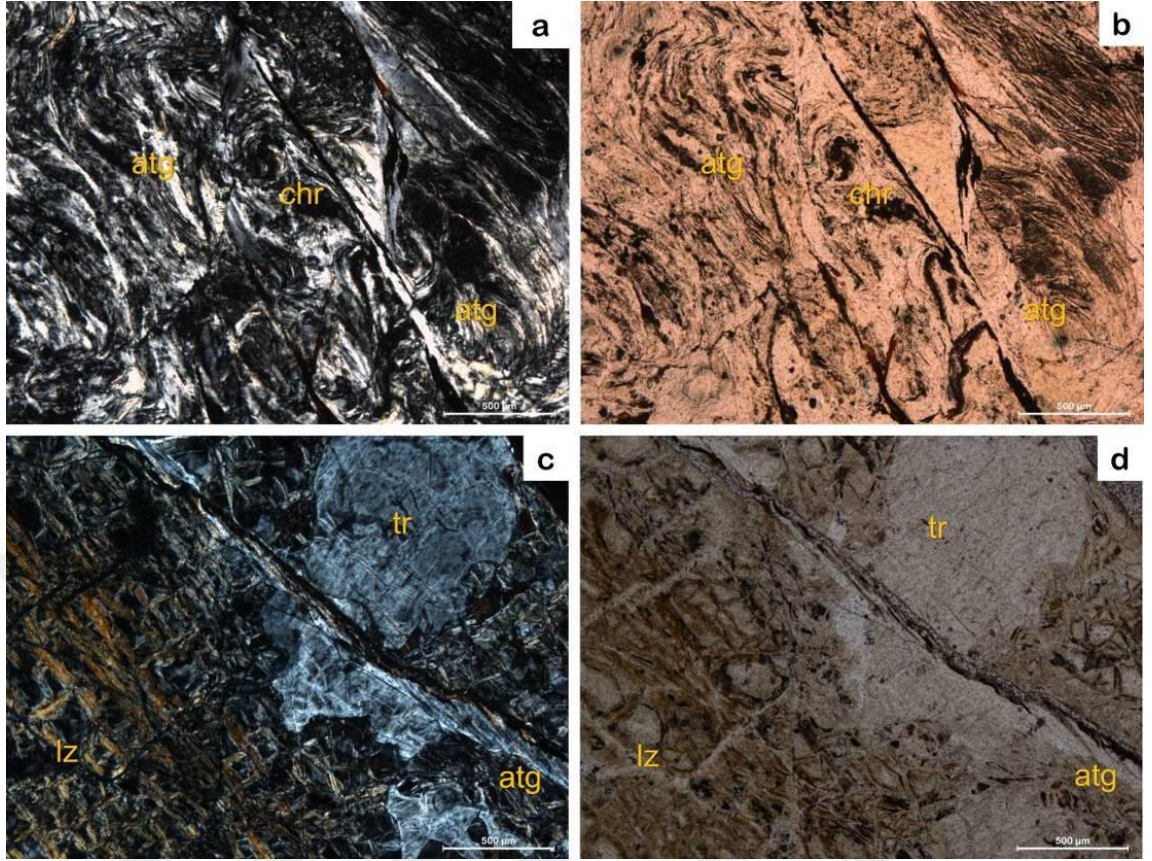
Kargı ofiyolitine ait gabrolar eş taneli olup amfibol, plajioklas, klorit ve klinopiroksen mineralleri içermektedir (Şekil 4.12a-b). Diyorit ise porfirik dokulu olup sfen, klorit ve plajioklas mineralleri içermektedir (Şekil 4.12c-d).



Şekil 4.12: Kargı ofiyolitine ait örneklerin polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b) Metagabro, (c,d) Metadiyorit, Kısaltmalar: (chl) klorit, (cpx) klinopiroksen, (pl) plajioklas, (spn) sfen, (tr) tremolit.

Çarşıbaşı Tepesi'nin batısındaki serpantinitle ise hakim doku elek dokusudur. Başlıca serpantin, opak mineral, tremolit ve lizardit içermektedir (Şekil 4.13).

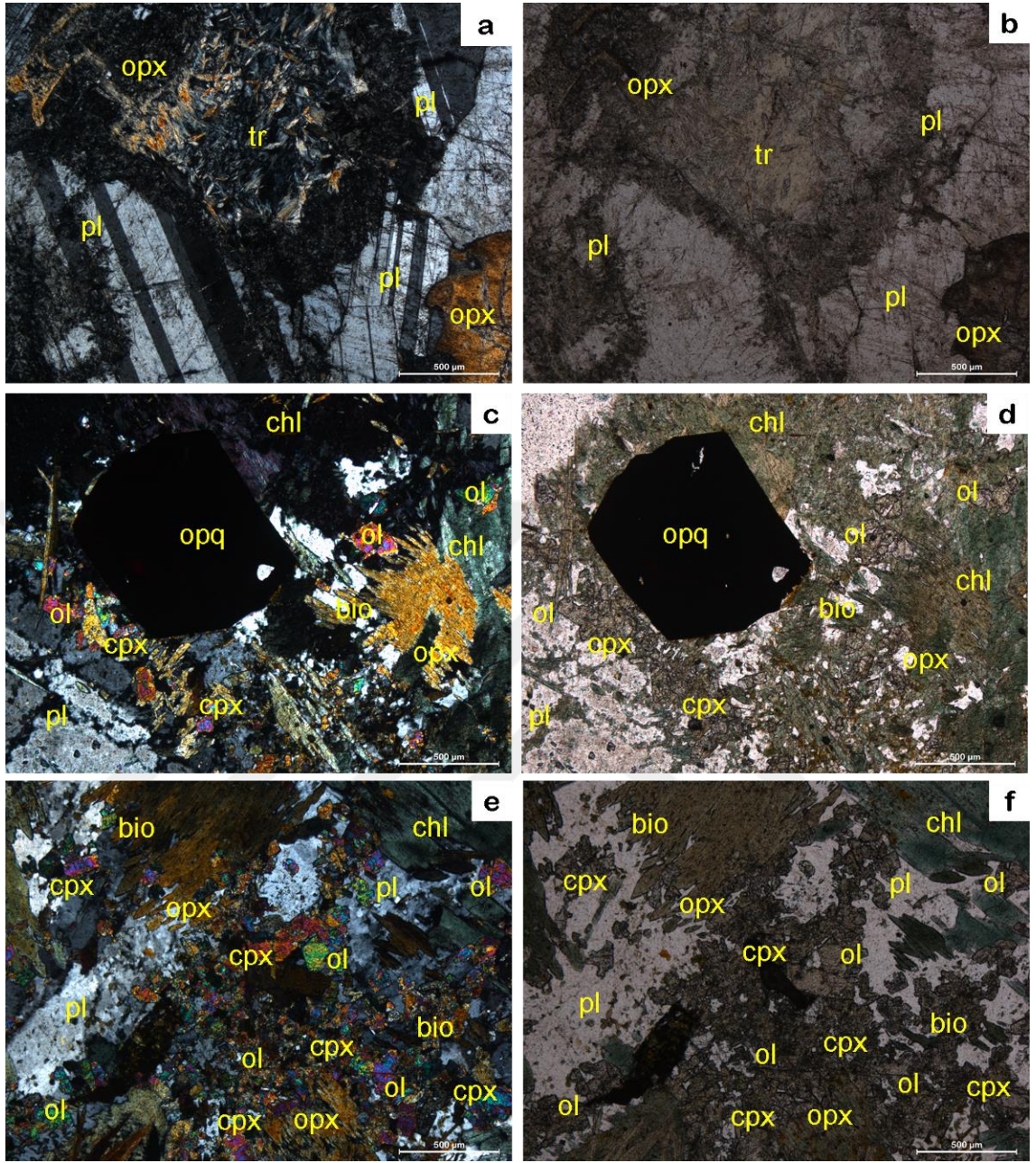
İnceleme alanındaki peridotitler eş taneli ve porfirik dokulu olup başlıca olivin, piroksen, tremolit, biyotit, plajioklas ve opak mineral içermektedir. Kayaç içerisinde yer yer kloritleşmelerin geliştiği gözlenmiştir (Şekil 4.14a-b-c-d).



Şekil 4.13: Kargı ofiyolitine ait serpentinit örneklerinin polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b) Serpantinit, (c,d) Serpantinit, Kısaltmalar: (act) aktinolit, (chr) kromit, (lz) lizardit, (tr) tremolit.

Kargı ofiyoliti inceleme alanında Saraycık Formasyonun ile yanal-düşey geçişli Bekirli formasyonu üzerine tektonik dokanakla gelmektedir (Ek-1).

Kargı Ofiyoliti üzerine Saraycık formasyonu uyumlu olarak gelmektedir. Kargı Ofiyolitinin yaşı üstünde bulunan Saraycık Formasyonuna göre Üst Kretase olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 4.14: Kargı ofiyolitine ait gabro ve peridotit örneklerinin polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b) Gabro, (c,d,e,f) Peridotit, Kısaltmalar: (opx) ortopiroksen, (ol) olivin, (chl) klorit, (cpx) klinopiroksen, (pl) plajiolklas, (bio) biyotit, (tr) tremolit, (opq) opak mineral.

4.2.2.1.2. Saraycık formasyonu (Ks)

Çalışma alanının genelinde görülen bu birim Yılmaz ve Tüysüz (1984) tarafından Saraycık Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Formasyonun tip kesit yeri Vezirköprü İlçesi'nin (Samsun) yaklaşık 20 km batı- kuzeybatısında, Vezirköprü-Durağan yolunun

üzerinde yer alan Saraycık Köyü'nden alır. Bu çalışmada da aynı adlamanın kullanılması uygun görülmüştür.

Bu birim genel olarak spilitik lav, metadiyabaz, metabazalt, radyolarit, çört, çamurtaşı ve pelajik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Bildircin sırtı ve civarında gözlenen kırmızı renkli radyolarit, çamurtaşı ve çörtler birbirleri ile ardalanmalıdır (Şekil 4.15, 4.16).



Şekil 4.15: Bildircin sırtı ve civarında Saraycık formasyonuna ait çört, çamurtaşı ve radyolarit ardalanmasının görünümü (Güneyden Kuzeye bakış).

Ayrışma rengi kırmızı, kahverengi olan pelajik kireçtaşları belirgin katmanlı (Şekil 4.17). Bu pelajik kireçtaşı içerisinde mercek ve ara katmanlı şekilde çört gözlenmektedir. Altında bulunan ofiyolitlerden yer yer beslenen Saraycık formasyonuna ait birimler genel olarak sert sağlam yapılıdır. Radyolarit ve kireçtaşları ince ve orta kalın tabakalıdır.

Yergen Tepesi ve Dedeninyurdu mevkiinde formasyon içerisinde metadiyabazlar bulunmaktadır. Metadiyabazların ayrılmış yüzeyi; pembemsi kahverengi, taze kırık yüzeyi bej, beyaz ve yeşil renkli, orta sağlamlıkta ve orta sertlikte, orta tanelidir. .Bu bölgede K75D doğrultusu boyunca cevherleşmeler gözlenmektedir (Şekil 4.18). Ayrıca Devebağırdığı deresi civarında yüzlek veren yastık yapılı bazaltlarda manyetizma gözlenmiştir (Şekil 4.19).



Şekil 4.16: Bildircin sırtı ve civarında Saraycık formasyonuna ait çamurtaşı ve radyolarit ardalanmasının yakından görünümü (Güneyden Kuzeye bakış).



Şekil 4.17: Saraycık formasyonuna ait pelajik kiraçtaşılarının görünümü (Güneyden Kuzeye bakış).

Saraycık dağı civarında yer alan çörtler genel olarak kalsedondan oluşmaktadır (Şekil 4.20a-b). Bunun yanında demiroksit çimento ile ikincil kalsedon damarları yaygın olarak gözlenmektedir.

Pelajik kireçtaşları başlıca kalsit minerali içermekte olup fosillerin bolluğu göze çarpmaktadır (Şekil 4.20c-d). Kayaç mikritik dokuludur. Folk (1962)'a göre kayaç **biyomikrit**, karbonatların dokuya bağlı sınıflandırılmasında (Folk, 1962) **paketli biomikrit** ve Dunham (1962)'a göre ise **vaketaşı** olarak belirlenmiştir.

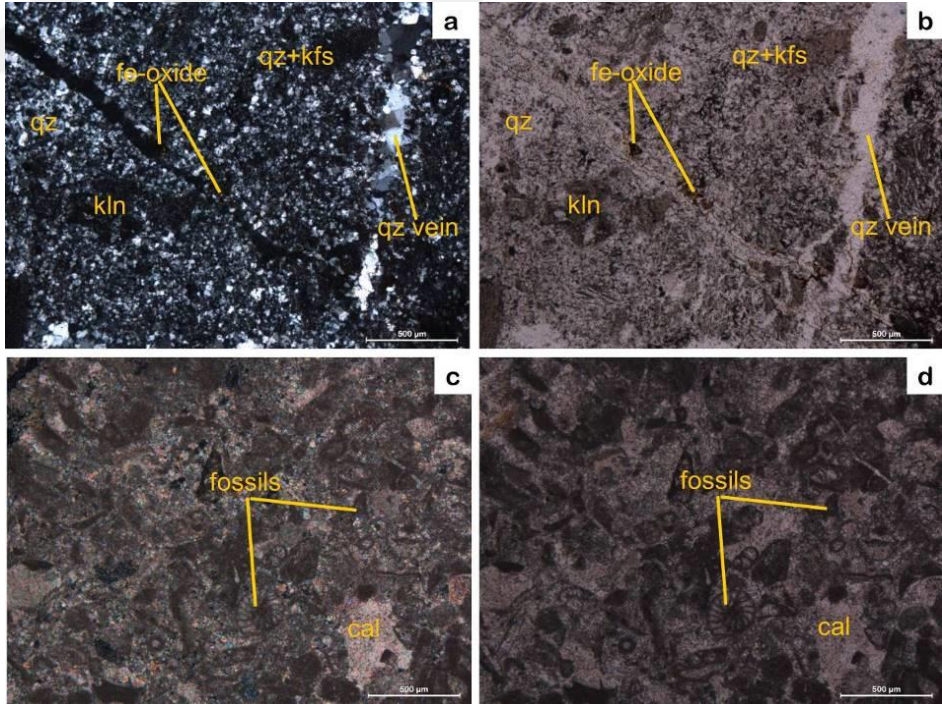


Şekil 4.18: Yergen tepesi civarında gözlenen metadiyabazların genel görünümü (Güneybatıdan Kuzeydoğuya bakış).

Yergen tepesi civarında yer alan metabazaltların ince kesit incelemesinde, plajioklas, tremolit, aktinolit ve volkanik cam görülmektedir. Kayaç pilotaksitik dokuludur (Şekil 4.21a-b). Yine aynı bölgede yer alan metadiyabaz örneğinin ince kesit incelemesinde, plajioklas, aktinolit, klorit ve opak mineral görülmektedir. Kayaç subofitik dokuludur (Şekil 4.21c-d).



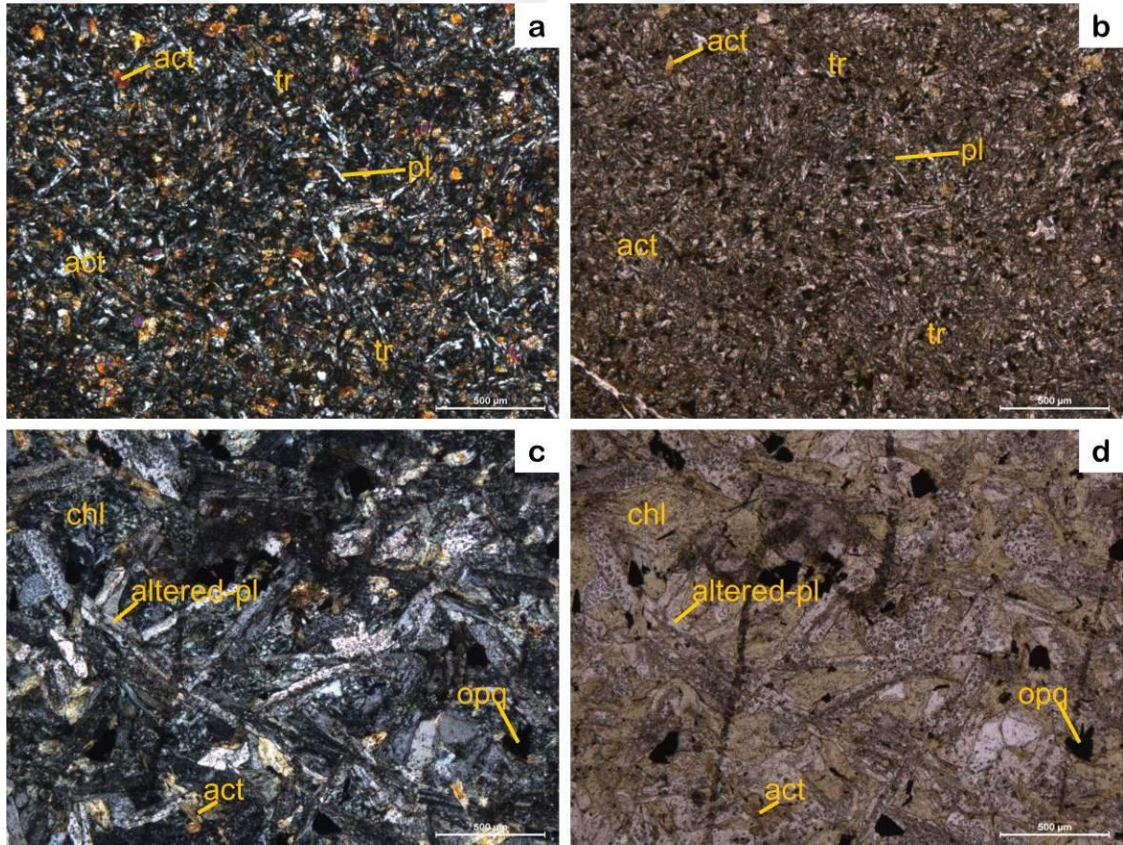
Şekil 4.19: Devebağırdığı deresi civarında gözlenen yastık yapılı bazaltların genel görünümü (Doğudan Batıya bakış).



Şekil 4.20: Saraycık formasyonuna ait örneklerin polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b) Çört, (c,d) Pelajik kireçtaşı, Kısaltmalar: (cal) kalsit, (fe-oxide) demiroksit, (fossils) fosiller, (kfs) potasyum feldispat, (kln) kaolen, (qz) kalsedon, (qz-vein) kalsedon damarı.

Çalışma alanının büyük bir bölümünde Saraycık formasyonu Bekirli formasyonunu tektonik dokanakla üzerlemektedir. Ballıardı mevki güneyinde ise bu birim Otokton Beşpınar formasyonu üzerinde tektonik dokanakla yer almaktadır (Ek-1). Üst Tektonik Dilime ait İnaltı formasyonu ise Saraycık formasyonu üzerine tektonik dokanakla gelmektedir. Diğer alanlarla Kargı ofiyolitinin üstüne uyumlu olarak gelen birim bazı alanlarda yanal ve düşey yönde geçişlidir. Saraycık formasyonunun Kargı ofiyolitine ait kayalardan beslendiği gözlenmiştir.

Saraycık formasyonu üzerine yanal ve düşey geçişli olarak Çalarasın formasyonu gelmektedir. Ayrıca alüvyonlar ve Üst Pliyosen yaşlı Ilgaz formasyonu bu birimi diskordansla örtmektedir.



Şekil 4.21: Saraycık formasyonuna ait örneklerin polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b) Metabazalt, (c,d) Metadiyabaz, Kısaltmalar: (act) aktinolit, (altered-pl) altere plajiolklas, (chl) klorit, (opq) opak mineral, (pl) plajiolklas, (tr) tremolit.

Yılmaz ve Tüysüz (1984) birim içerisindeki kireçtaşı bloklarından *Protopeneroplis sp.*, *Trocholina sp.*, *Oligostegina sp.*, *Nautilicolina pranella* gibi Erken Kretase yaşını veren fosiller ve pelajik kireçtaşlarından *Praeglobotruncana sp.*, *Globotruncana sp.*, *Globigerina sp.*, *Rugoglobigerina sp.*, *Globotruncana fornicata* (Plummer), *Globotruncana tricarinata* (Quereau), *Globotruncana lapparenti* (Brotzen) gibi tespit ettikleri fosillere göre birimin yaşını Üst Kretase olarak belirlemişlerdir.

Saraycık formasyonu Neotetis okyanusuna ait ofiyolitinin üst kısımlarını temsil etmektedir.

4.2.2.1.3. Çalarasın formasyonu (Kç)

Formasyon ilk kez Yılmaz ve Tüysüz (1984) tarafından tip kesit yeri olan Kargı'nın 10 km kuzeydoğusundaki Çalarasın mahallesinde tanımlanarak adlandırılmıştır. Formasyon inceleme alanında Çalarasın mahallesi ve Beşpınar mahallesi ile Seki Harmanı sırtına kadar uzanan bir alanda gözlenmektedir. Birim inceden kabaya değişen taneleri içeren sedimanter kayalardan oluşmaktadır.

Birim başlıca ayrılmış yüzeyi kahverengi, gri renkli, taze kırık yüzeyi ise gri renkli olan ince tabakalı, silttaşı ara katkılı kumtaşı-şeyl ve çamurtaşı ardalanmasından oluşmaktadır (Şekil 4.22, 4.23). Ayrıca bu birim içerisinde yanal devamlılığı olmayan çakıltaşı-çakıllı kumtaşı tabakaları da gözlenmektedir. Sarp topoğrafyada tepe şeklinde kafa veren değişik boyutlarda beyazımsı gri, krem renkli orta-kalın tabakalı kireçtaşı olistolitleri de birimin farklı seviyelerinde görülmektedir.

Çalarasın mahallesi civarında gözlenen kumtaşları ise ayrılmış yüzeyi kahverengimsi, kızılımsı gri, alterasyonun geliştiği yerlerde parlak siyah alterasyondan korunmuş yerler ise kahverengi ve gri renkli, dayanımsız, orta sertlikte, fosil içermeyen, kötü boylanmış ve derecelenmesizdir.

Birim içerisinde yer alan kireçtaşı olistolitler kalsit mineralinden oluşmakta ve spartik doku sunmaktadır (Şekil 4.24a-b). Kireçtaşında fosil gözlenmemiştir.

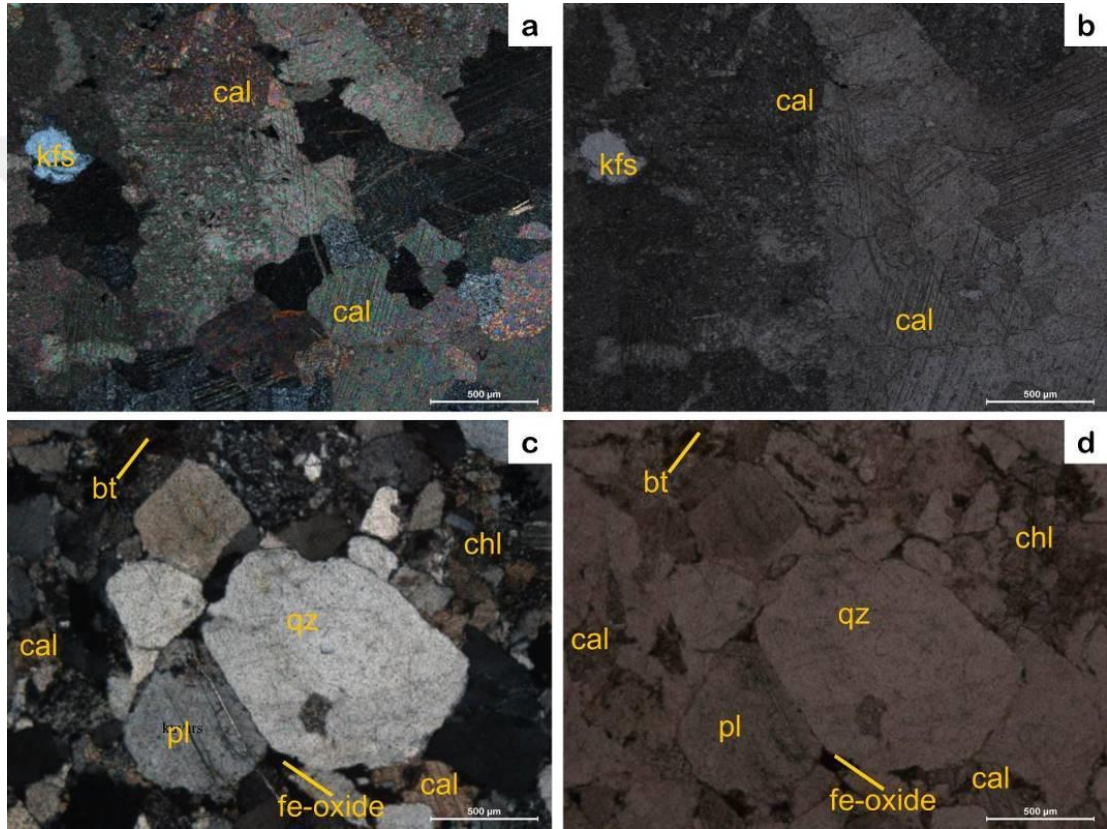


Şekil 4.22: Çalarasın mahallesi doğusunda gözlenen kumtaşlarının genel görünümü (Güneyden Kuzeye Bakış).



Şekil 4.23: Çalarasın formasyonuna ait çamurtaşı şeyl ardalanmasının genel görünümü (Doğudan Batıya Bakış).

Çalarasın formasyonuna ait kumtaşları kuvars, plajiolklas, kalsit, biyotit ve klorit içermektedir (Şekil 4.24c-d). Taneler orta iyi yuvarlaklaşmış, kötü boylanmış ve derecelenmesizdir. Kuvarslar monokristalindir. Matriks içerisine kalsit, kırık ve çatlaklarına ise ikincil kuvars ve demir oksit mineralleri yerleşmiştir. Kuvars oranının % 90'dan fazla olması, kayaç parçasının gözlenmemesi ve plajiolklas mineralinin az bulunması nedeniyle Mc Bride (1962) ve Folk (1962)'ye göre kayaç **kuvars arenit** olarak belirlenmiştir.

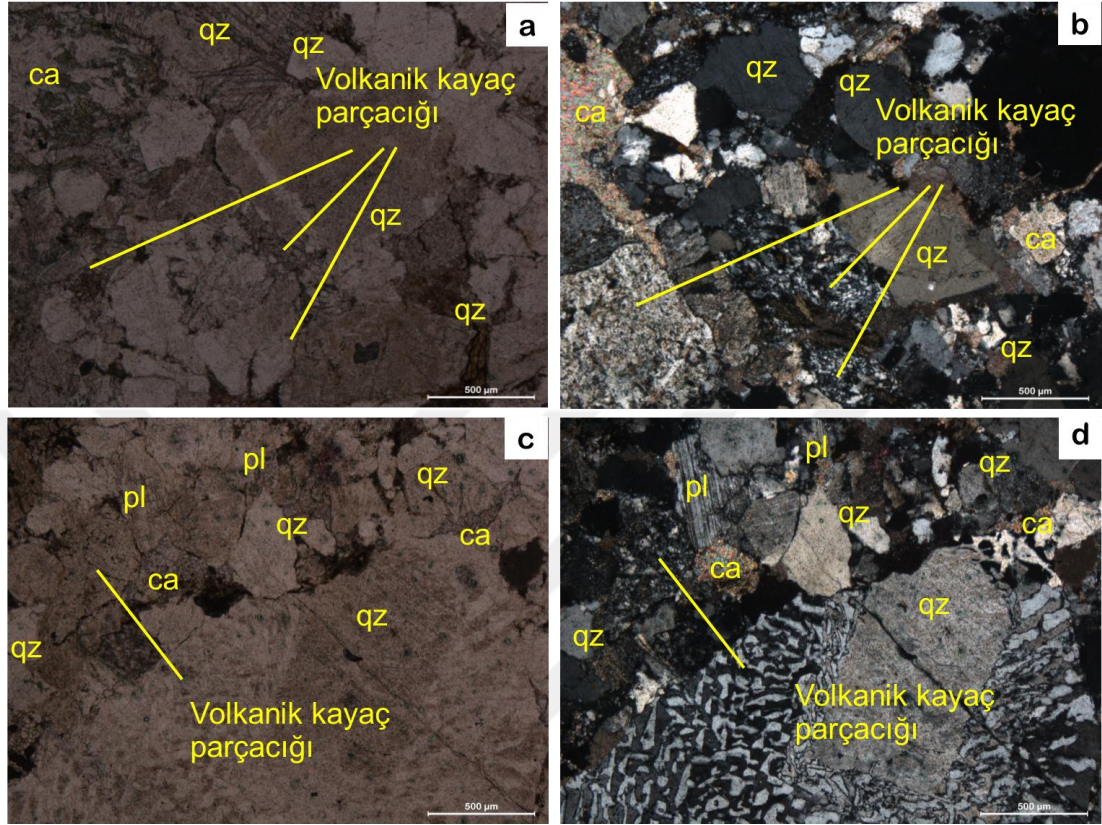


Şekil 4.24: Çalarasın formasyonuna ait örneklerin polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b) Kireçtaşı, (c,d) Kumtaşı, Kısaltmalar: (bt) biyotit, (fe-oxide) demiroksit, (cal) kalsit, (chl) klorit, (kfs) potasyum feldispat, (pl) plajiolklas, (qz) kuvars.

Bazı lokasyonlarda (Beşpınar mahallesi) kumtaşları içerisinde volkanik kayaç parçalarının oldukça fazla olduğu gözlenmiş ve bu durum çökeltme esnasında volkanik kayalardan beslendiği şeklinde değerlendirilmiştir. Kayaçta taneler orta iyi yuvarlaklaşmış, kötü boylanmış ve derecelenmesizdir. (Şekil 4.25).

Volkanik kayaç parçalarınca zengin olan kayaçta kuvars oranının % 90'dan az olması, kayaç parçacığının feldispattan fazla bulunması ve matriks oranının %15'den az olması

nedeniyle Mc Bride (1962) ve Folk (1962)'ye göre kayaç **litik arenit** olarak tanımlanmıştır.



Şekil 4.25: Çalarasın formasyonuna ait kumtaşlarının polarizan mikroskop görüntüleri, Kısaltmalar: (ca) kalsit, (pl) plajiyoklas, (qz) kuvars, volkanik kayaç parçacığı.

Çalarasın formasyonu Saraycık formasyonu üzerine uyumlu şekilde gelmektedir. Aynı zamanda bazı alanlarda bu iki birim yanal-düşey geçişlidir. Gökayası Tepesi, Kanlıtarla Tepesi ve Çalarasın mahallesinin kuzeyinde bulunan Jura-Kretase yaşlı neritik kireçtaşı bloklarından oluşan İnaltı formasyonu bu birimi tektonik olarak üzerler. Birim Meneviş tepesi güneyinde ise Otokton Bekirli formasyonu üzerine tektonik dokanakla gelmektedir.

Bu birimdeki karbonatlı bir kumtaşı tabakasına ait örnekte MTA bu birime Santoniyen-Kampaniyen yaşını vermiştir. Yılmaz ve Tüysüz (1984) tarafından ise Üst Kretase yaşı verilmiştir. Önceki çalışmalara göre birimin yaşı Üst Kretase olarak kabul edilmiştir.

Alt tektonik dilimin yani Kargı Ofiyolitik Melanjının en üst seviyelerini temsil etmektedir.

4.2.2.2. Üst Tektonik Dilim

İnceleme alanının orta ve batı alanlarında yayılım gösteren bu dilime ait birimler yer yer tektonik klipler şeklinde görülmektedir. Bu dilim içerisinde yer alan Çamdağ formasyonu ile İnaltı formasyonu yapısal ilişkileri ve konumları nedeniyle kendine özgü stratigrafik dizilimler oluşturduğu görülmektedir. Bu sebeple Üst Tektonik Dilim kendi içinde Gölköy ve Pelitözü olmak üzere Tektonik Dilimlere ayrılmıştır (Ek-1, 3).

4.2.2.2.1. Çamdağ formasyonu (Pç)

Birim ilk kez Özgül ve diğ. (1981) tarafından tip kesit yeri olan Erzincan'ın Ovacık ilçesi ve dolayında tespit edilmiş ve Çamdağ formasyonu olarak adlandırılmıştır.

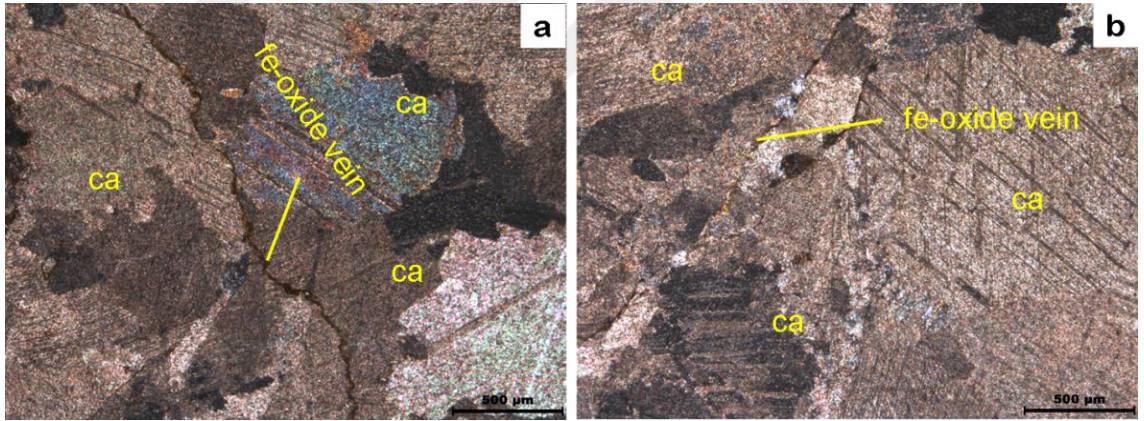
Birim genellikle koyu gri-mavimsi gri, beyazımsı gri rengi ve sunduğu sarp topoğrafik yapısı nedeniyle belirgindir. Çamdağ formasyonu başlıca neritik kireçtaşı ve rekristalize kireçtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 4.26). Orta kalın tabakalı ve yer yer masif görünümlü rekristalize olmuş kireçtaşı ve neritik kireçtaşlarından oluşan bu birimde metamorfizma nedeniyle yer yer mermerleşmiş seviyeler görülmektedir.

Pelitözü kuzeyinde gözlenen rekristalize kireçtaşları, ayrılmış yüzeyi; gri-bej renkli taze kırık yüzeyi; mavimsi beyaz ve beyaz renkli, masif görünümlü, orta kalın tabakalı, sert-sağlam yapılı, oldukça çatlaklı-kırıklı, yer yer oksidasyon boşluklu yapılı, fosil içermeyen, kalsit dolgulu, iri kristalli ve sparitik dokuludur. Kayacın ince kesit incelemelerinde granoblastik dokulu olduğu ve ana bileşen olarak kalsit mineralinden oluşmaktadır. Metamorfizma etkisiyle yeniden kristallenen kalsitlerin özşekilsiz veya yarı özşekli olduğu görülmektedir. (Şekil 4.27).

Formasyonun diğer birimlerle olan dokanak ilişkileri genellikle tektoniktir (Ek-1). Bindirme ve normal faylarla diğer litostratigrafik birimler ile yan yana geldiği gözlemlenen Permiyen yaşlı rekristalize neritik kireçtaşlarının taban seviyeleri gözlenemediğinden taban dokanak ilişkisi belirlenememiştir. Üst tektonik dilime ait İnaltı formasyonu ile dokanak ilişkisi sahada görülmemiştir. Çamdağ formasyonu otokton olan Bekirli formasyonu üzerine tektonik dokanakla gelmekte ve Bekirli formasyonu ile olan dokanak ilişkisinden dolayı Pelitözü tektonik dilimi olarak adlandırılmıştır.



Şekil 4.26: Pelitözü kuzeyinde masif görünümlü rekristalize kireçtaşlarının (Çamdağ formasyonu) genel görünümü (Batıdan Doğuya Bakış).



Şekil 4.27: Çamdağ formasyonuna ait polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b) kristalize kireçtaşı (Kısaltmalar: ca: kalsit, fe-oxide vein: demiroksit çimento).

Uğuz ve Sevin (2009) tarafından birimde tespit edilen *Girvanella sp.*, *Mizzia sp.*, *Geinitzina sp.*, *Lasiodiscus sp.*, *Tuberitina sp.*, *Schwaregerinidae*, *Nodosaridae*, *Parathuramminidae*, *Endothyridae* gibi fosillere göre birime Permiyen yaşı verilmiştir.

Litolojik özellikleri değerlendirildiğinde Çamdağ formasyonu kıta kenarında düşük enerjili şelf ortamını yansıtmaktadır.

4.2.2.2.2. İnaltı formasyonu (JKi)

Çalışma alanında Gölköy, Öbek Tepesi, Gökçedoğan yaylası, Çalarasın mahallesi ve Kanlıtarla Tepesi civarında gözlenen (Ek-1) bu birim fosilli kireçtaşları ve rekristalize kireçtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 4.28). Birim ilk kez Ketin ve Gümüş (1963) tarafından İnaltı kireçtaşı olarak adlandırılmıştır.



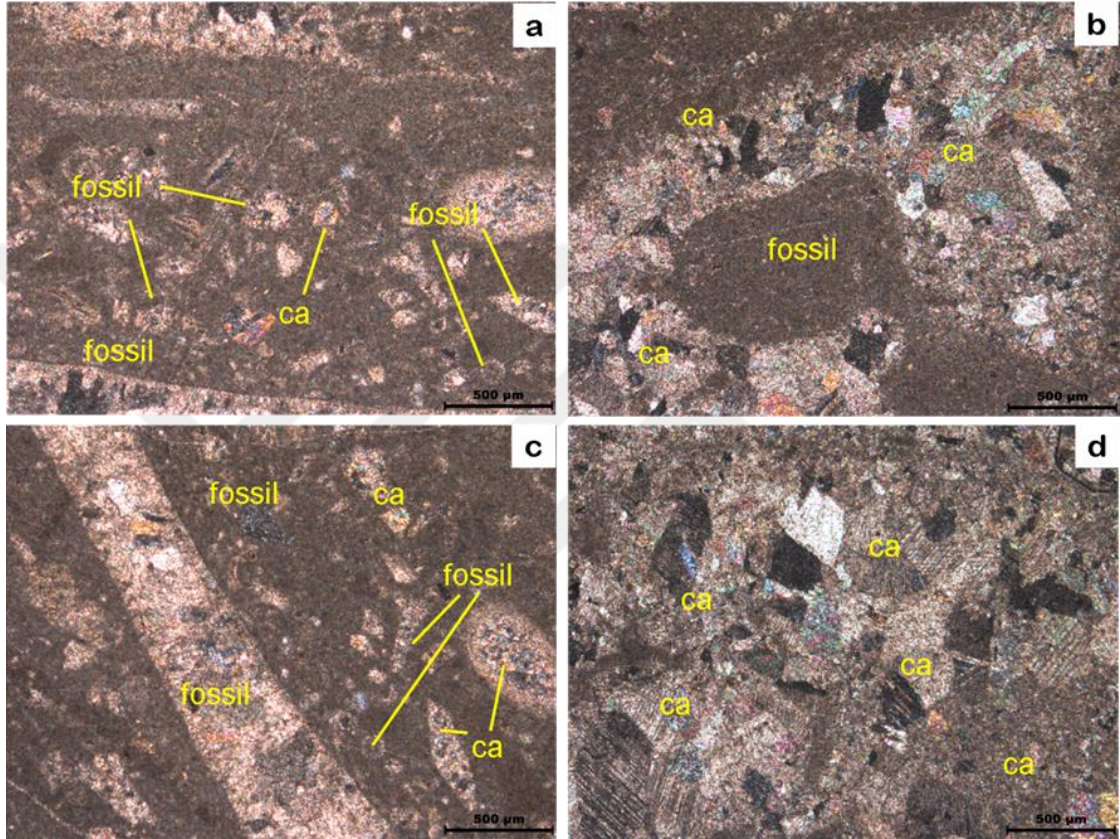
Şekil 4.28: Gölkayası Tepesi civarında gözlenen İnaltı formasyonunun genel görünümü (Güneydoğudan Kuzeybatıya Bakış).

Gölkayası Tepesi ve Çal Tepesi'nin güneyinde gözlenen birime ait fosilli kireçtaşlarının ayrıışmış yüzeyi; gri-koyu gri, bej, kirli beyaz renkli taze kırık yüzeyi; beyaz renkli, masif görünümlü, yer yer kalın tabakalı, sert-sağlam yapılı, oldukça çatlaklı-kırıklı, bol fosilli, kalsit dolgulu ve mikritik dokuludur.

Kayaçlarda mikritik doku hakim olup yer yer kalsit mineralleri yer yer ise fosil kavkı ve parçaları baskındır. Bu veriler ışığında; Folk (1962)'a göre kayaç **biyomikrit** ve **seyrek biomikrit**, Dunham (1962)'a göre ise **vaketaşı** olarak tanımlanmıştır (Şekil 4.29).

Üst tektonik dilim içerisinde yer alan Gölköy tektonik dilimi içerisinde birimin seviyelerine rastlanmaktadır. Birim alt tektonik dilime ait Kargı ofiyolitik melanjına ait

Saraycık ve Çalarasın formasyonları üzerine tektonik dokanakla gelmektedir. Bazı alanlarda ise Otokton Bekirli formasyonuna bindirdiği görülmektedir. İnaltı formasyonu altında bulunan birimlerle olan tektonik dokanak ilişkileri nedeniyle Gököy Tektonik Dilimini oluşturmaktadır. Harita alanı içerisinde Permiyen yaşlı rekristalize kireçtaşları ile ilişkisi gözlenemediğinden taban dokanak ilişkisi belirlenememiştir.



Şekil 4.29: İnaltı formasyonuna ait kireçtaşının polarizan mikroskop görüntüleri (fossil: fosil, ca: kalsit).

Sütçü ve diğ. (1994) birim içerisinde *Clypelinea jurasica* (Favre), *Trocholina* sp., *Valvulina* sp., *Anchispirocyclina* sp., *Opthalmidium* sp., *Trocholina alpina* (Leupold), *Trocholina elongata* (Leupold), *Protopeneroplis* sp., *Pseudocyclammina* sp., *Calpionella alpina* Lorenz, *Conicospirillana* sp., *Colpionella elliptica*, *Neotrocholina* sp., *Textularia* sp., *Textularidae*, *Milliolidae*, *Glomospira* sp., *Valvulinadae* gibi fosiller tespit edilmiş ve buna Malm- Neokomiyen (Jura-Kretase) yaşını vermiştir.

İnaltı Formasyonu litolojik ve paleontolojik özelliklerine göre sığ denizel ortamda çökelmiştir.

4.2.3. Örtü Birimleri

Kendisinden önce oluşmuş tüm birimleri açısız uyumsuzlukla örten bu birimler yaşlıdan gence doğru Alt Miyosen- Pliyosen yaşlı Yedikır formasyonu, Üst Pliyosen yaşlı Ilgaz formasyonu ve Kuvaterner yaşlı yamaç molozu ve alüvyonlardan oluşmaktadır (Ek-1).

4.2.3.1. Yedikır formasyonu (Tmply)

Çalışma alanının kuzeybatısında gözlenen (Ek-1) bu birim Gümüşsu (1980) tarafından Yedikır Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Formasyonun tip kesit yeri Suluova İlçesi'nin Yedikır Mevkii'nden alır. Bu çalışmada da aynı isim kullanılması uygun görülmüştür.

Genellikle beyaz, gri, beyazımsı gri ve krem renkli olarak gözlenen bu birim altta çakıllı kumlu üste doğru kireçtaşlarından oluşur (Şekil 4.30). Birim ince tabakalı, sert sağlam yapılı olup mikritik dokulu ve fosil içermemektedir. Kayaçta içerisinde ikincil dolomit damarları yaygın olarak gelişmiştir.

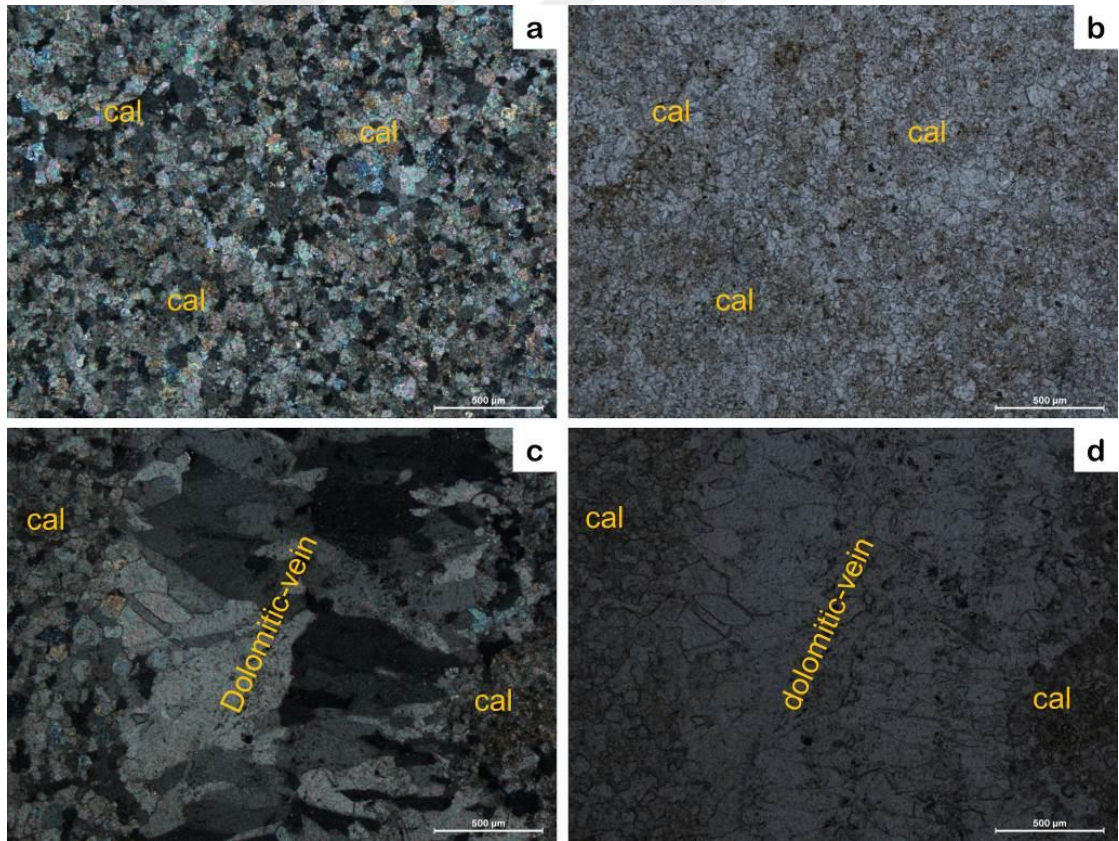


Şekil 4.30: Pelitözü çayırı kuzeyinde Yedikır formasyonunun genel görünümü (Kuzeyden Güneye Bakış).

Formasyona ait kireçtaşlarının ana bileşenini; kalsit oluşmaktadır. Mikritik dokulu olan kayaçta kalsit ve dolomitik çimento görülmektedir. Kırık ve çatlaklarda dolomitik damarların geliştiği gözlenmiştir (Şekil 4.31).

Yedikır Formasyonu kendinden daha yaşlı olan birimler üzerine açısal uyumsuzlukla gelmekte ve kuvaterner yaşlı birimler tarafından ise açısal uyumsuzlukla örtülmektedir (Ek-1).

Genç ve diğ. (1991) birimde tespit ettikleri *Dreissensie cf., polymorpha Pallas*, *Theodoxos cf. semiplicatus Neumayr*, *Pyrgula cf. prisca Neumayr*, *Pseudamnicola* (Barassia) sp., *Radix cf. obtusissima Deshayes* gibi tatlısu fosillerine göre birime Geç Miyosen- Pliyosen yaşını vermişlerdir. Buna göre birimin yaşı Üst Miyosen- Alt Pliyosen olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 4.31: Yedikır formasyonuna ait örneklerin polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b) Kireçtaşı, (c,d) Kireçtaşı Kısaltmalar: (cal) kalsit, (dolomitic-vein) dolomitik damar.

Yedikır formasyonu genellikle tatlı su ortamını yansıtan çökellerden oluşmaktadır.

4.2.3.2. *Ilgaz formasyonu (Tplı)*

Çalışma alanında Kasımlar mahallesi, Sarılar tepe, Gökçedoğan ve Bağözü mahallesi civarlarında gözlenen bu birim ilk kez Hakyemez ve diğ. (1986) tarafından Ilgaz formasyonu olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada da aynı adlama kullanılmıştır.

Birim genellikle sarı, kahverengi, kızılımsı kahverengi ve beyazımsı gri renkte görülmektedir. Yataya yakın tabakalı kumtaşı, çakıltası ve silttaşlarından oluşmaktadır (Şekil 4.32). Birim içindeki çakıltaları tane destekli olup kumtaşı mercekleri içerirler. Silttaşları ince tabakalı kumtaşları içerisinde ara katmanlı olarak gözlenmektedir.



Şekil 4.32: Ilgaz formasyonunun genel görünümü (Güneydoğudan Kuzeybatıya Bakış).

Ilgaz formasyonu Sarılar Tepesi ve Kasımlar mahallesi civarında (Ek-1) allokton birimler ile Otokton birimlerin sınırını oluşturan bindirme hattını açısız uyumsuzlukla örtmektedir. Bağözü, Gökçedoğan köyü güneyi ve Mezarlık Tepesi civarında Bekirli formasyonu ve Mermer Üyesi birimleri üzerine de açısız uyumsuzlukla gelmektedir. Birim bazı alanlarda faylar tarafından kesilmektedir. Ilgaz formasyonu Kuvaterner yaşlı kırıntılılar tarafından açısız uyumsuzlukla örtülmektedir.

Türkecan ve diğ. (1991) *Archidiskondon sp.*, *Mimomys sp.*, *Micromys sp.*, *Critecus aff. kormosi* gibi fosillere dayanarak birimin yaşını Üst Pliyosen olarak vermiştir.

Birim fay kontrollü akarsu havzalarına ait çökelleri temsil etmektedir.

4.2.3.3. Yamaç Molozu (*Qym*)

İnceleme alanının güneybatısında Kabasakız tepesi ve Tahtaanbar tepesinin güney yamaçlarında kalan dere boyunca görülen yamaç molozları genellikle dağ yamaçlarında ve fay dikliklerinin önünde gelişmiştir (Ek-1).

Yamaç molozu içerisindeki kırıntılar küt köşeli, tutturulmamış, yer yer orta-gevşek tutturulmuş, irili ufaklı, değişken boyutta, farklı türde çakıl ve bloklardan oluşmaktadır. Bazı bölümlerinde gerçek olmayan tabakalanma ve basit derecelenme gözlenen birim yer yer selinti malzemesi ara katkılıdır. İnceleme alanında, daha çok kireçtaşı ve mermerlerden oluşan dağ sıraları ile fay kuşaklarının önünde gelişen yamaç molozlarının, genellikle kaynak alandaki kaya türünden parçalar içerdiği ve kaynak alandan uzaklaştıkça içerdiği tanelerin boyutlarının küçüldüğü belirlenmiştir.

4.2.3.4. Alüvyon (*Qal*)

Çalışma alanında Gökçedoğan Köyü'nün kuzeybatısında yayılım gösteren alüvyonlar (Ek-1), genel olarak akarsu vadileri ve düzlükler ile ova tabanında yer alan tutturulmamış çakıl, blok, kum, silt ve kil türü malzemelerden oluşmaktadır. Birim içerisindeki farklı seviyelerin, yanal ve düşey yönde birbirleri ile geçişli olduğu gözlenmiştir.

4.3.YAPISAL JEOLJİ-TEKTONİK

İnceleme alanında farklı tektonik ortamlarda meydana gelmiş stratigrafik birimlerin büyük bir kısmı ilksel konumlarını kaybetmiştir. Paleozoyik'ten Orta Eosen'e kadar sıkışma rejiminin etkin olması sebebiyle bindirmeler meydana gelişmiş ve yapısal konumları itibariyle tektonik dilimler gelişmiştir. Allohton nitelikli Üst tektonik dilim ve Alt Tektonik dilime ait birimlerin temel kayaçların üzerine itilmesiyle bindirme hatları gelişmiştir. Bu hatlar boyunca allohton nitelikli kayaçlar, hem kendi içlerinde

hem de otokton kayaçların üzerinde dilimler halinde görülmektedir. Bazı lokasyonlarda Çamdağ formasyonu Bekirli formasyonu üzerinde, İnaltı formasyonu ise hem Bekirli formasyonu hem de Kargı ofiyolitik melanji üzerinde tektonik klipler şeklinde görülmektedir (Ek-1, 3). Bu bindirme hatları yer yer daha sonra gelişen deformasyonlar nedeniyle oluşan normal faylar tarafından kesilmektedir (Şekil 4.33).

Alt tektonik dilime ait Kargı ofiyoliti, Saraycık formasyonu ve Çalarasın formasyonu Otokton Bekirli metamorfikleri ve Beşpınar formasyonu üzerine tektonik dokanakla gelmektedir (Şekil 4.33). Bu bindirme dokanağı geniş alanlarda görülmektedir (Ek-1, 3). Büyük ölçekte bu dokanağın tektonik pencere şeklinde olduğu görülmektedir. Ayrıca Cuma yaylası kuzeyinde ve Ballıardı mevki güneyinde de bu tektonik pencereler küçük ölçekte görülebilmektedir (Ek-1, 3).

Tektonik dilimlerin yerleşimi öncesi ve sonrasında gelişen deformasyonlar sonucunda farklı litostratigrafik birimler faylarla yan yana gelmiştir. Yoğun deformasyon nedeniyle bölgede sistematik faylar gelişmiştir. Bu faylar yer yer tektonik dokanakları da kesmiştir. Ayrıca bölgede aynı sistem içerisinde birbirini kesen eşlenik (conjugate) faylar da bulunmaktadır (Ek-1,2,3,4).

İnceleme alanındaki yapısal elemanlar incelendiğinde; bölgede farklı tipte gelişmiş iki ayrı deformasyon evresinin meydana geldiği görülmektedir. Birinci deformasyon evresinde; bölgede Kuzey Batı-Güneydoğu (NW-SE) yönlü bir sıkışmanın olduğu ve bunun sonucu olarak da Kargı ofiyolitik melanji içerisinde gelişen yaklaşık olarak N70-80°E doğrultulu kıvrım eksenine sahip bir senklinalin geliştiği ve doğrultusu yaklaşık olarak N70-80°W olan birtakım normal fayların geliştiği görülmektedir. İkinci deformasyon evresinde ise bölge Kuzeybatı-Güneydoğu (NW-SE) yönlü bir açılmanın etkisinde kalarak yaklaşık N75-80°E doğrultulu fayların geliştiği ve bu fayların daha önceki deformasyon evrelerinde gelişen bindirme, normal fay ve kıvrımları kestiği belirlenmiştir.

4.3.1. Faylar

İnceleme alanının jeolojik süreç içerisinde geçirdiği deformasyonlar nedeniyle, çok sayıda fay gelişmiştir. Çalışma alanının hemen hemen birçok yerinde gözlenen bu faylar

bölgenin stratigrafik ve yapısal konumunun şekillenmesinde önemli rol oynamıştır. İnceleme alanında gözlenen faylar eğim atımlı ve bindirme faylarıdır. Deformasyon etkisiyle litostratigrafik birimler içerisinde büyük ve küçük ölçekli faylar gelişmiştir.

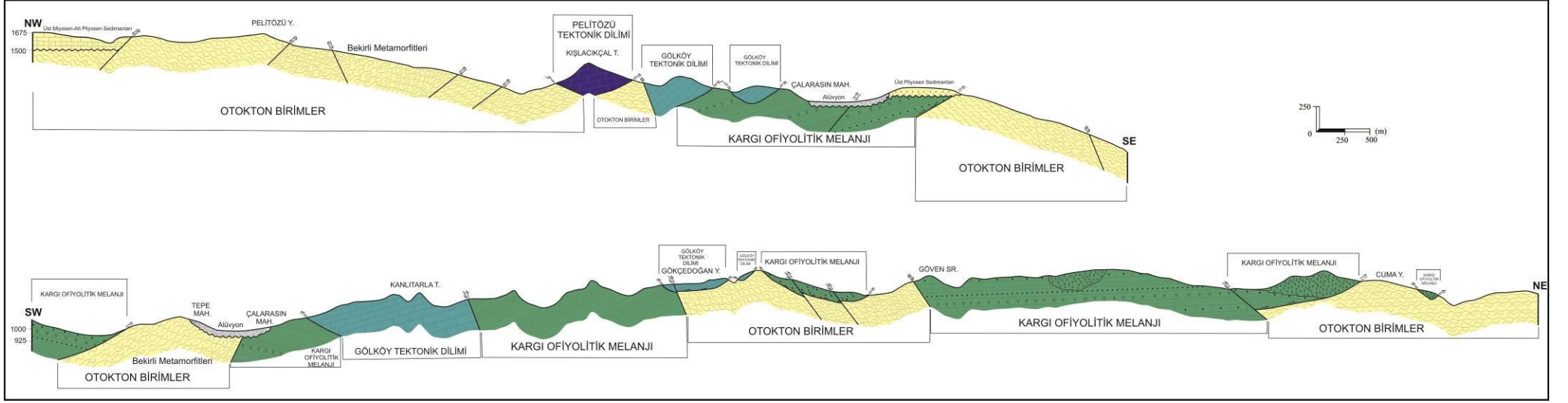
4.3.1.1. Eğim Atımlı Faylar

İnceleme alanında farklı litostratigrafik birimleri yan yana getiren farklı doğrultularda faylar yer almaktadır. Bu faylar bazen birbirinin sınırlarını kesebilmektedirler. Çalışma alanında Gökçedoğan Köyü doğusunda ve güneyinde yaklaşık olarak Kuzeydoğu-Güneybatı doğrultulu bir takım fay dizileri tespit edilmiştir. Çalışma alanında allokton kayaların bulunduğu bölgelerde aynı sistem altında birbirini kesen eşlenik (conjugate) faylar belirlenmiştir. Bu faylar bazı alanlarda bindirme hattını da kesmektedir. Genel olarak $N70-80^{\circ}W$ ve $N75-80^{\circ}E$ doğrultulu normal faylar bulunmaktadır. Bu faylar farklı deformasyon evrelerinde gelişmiştir. Neotektonik dönemde bölgenin yakın güneyinden geçen Kuzey Anadolu Fayından etkilendiğini ve bunun sonucunda $N75-80^{\circ}E$ doğrultulu normal fayların geliştiği düşünülmektedir.

İnceleme alanında Seki Harman sırtı doğusunda Çalarasın formasyonu içerisinde yer alan kireçtaşı bloğu ile kumtaşı-silttaşı ardalanması arasında K30B doğrultulu eğim atımlı normal fay bulunmaktadır (Şekil 4.34). Bu fay Gökçedoğan yaylasına kadar uzanmaktadır (Ek-1).

Bağözü kuzeyinde Bekirli formasyonu içerisinde yer alan şistler arasında K40D doğrultulu fay bulunmaktadır (Şekil 4.35). Bu fay Depel Tepe kuzeydoğusuna kadar uzanmakta ve Mermer Üyesini de kesmektedir (Ek-1).

Yergen Tepesi doğusunda mostra veren Saraycık formasyonu içerisinde K30B doğrultulu fay bulunmaktadır (Şekil 4.36). Bu fay daha sonra Örencik güneybatısından başlayıp Saraycık dağına kadar uzanan yaklaşık olarak KD-GB uzanımlı bir fay tarafından kesilmektedir (Ek-1).



Şekil 4.33: İnceleme alanının tektonik dilimlerini gösteren jeoloji enine kesitleri.

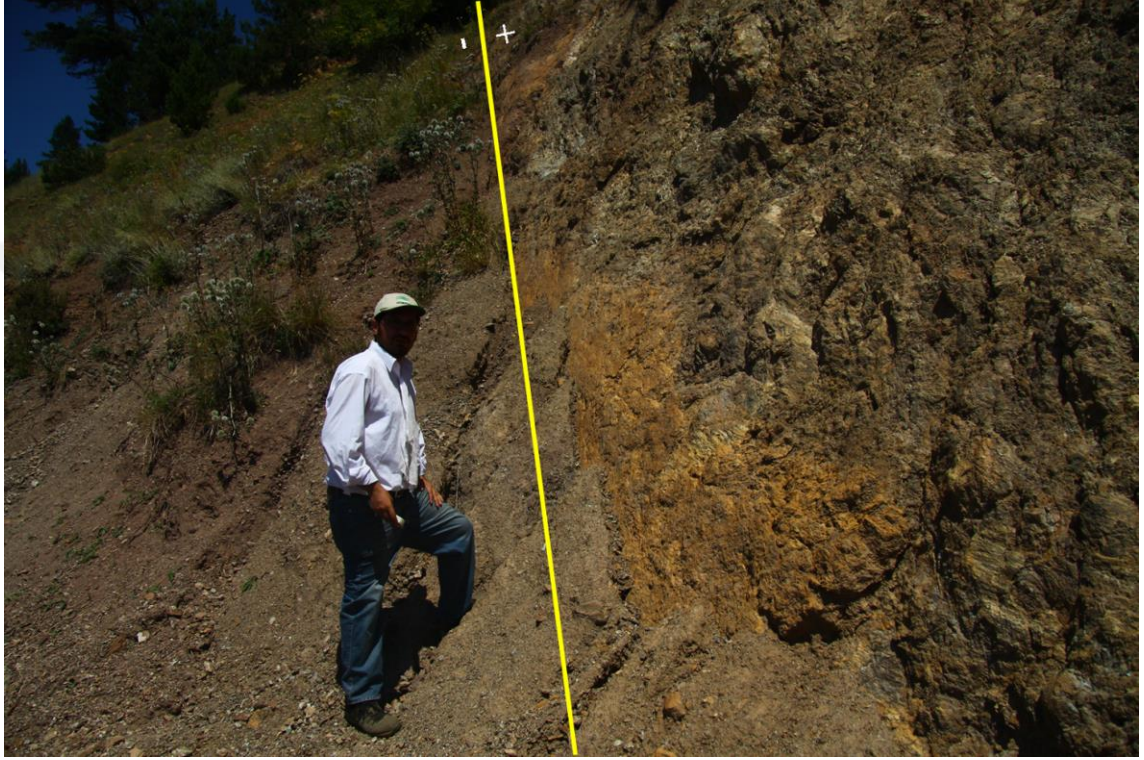


Şekil 4.34: Sekiharman sırtı doğusunda Çalarasın formasyonu içerisinde gelişen eğim atımlı fayın görünümü (Doğudan Batıya Bakış).



Şekil 4.35: Bağözü kuzeyinde Bekirli formasyonu içerisinde gözlenen eğim atımlı fayın görünümü (Kuzeybatıdan Güneydoğuya Bakış).

Devebağırdığı deresinin batısında yer alan Saraycık formasyonuna ait yastık yapılı bazaltlar içerisinde KB-GD uzanımlı fay bulunmaktadır (Şekil 4.37). Bu bölgede birbirine paralel şekilde konumlanan fay takımları yer almaktadır. Bu fay takımlarından en önemlisi manyetizma özelliği olan bazaltlar ile manyetizma özelliği göstermeyen bazaltlar arasındaki sınırı oluşturan faydır.

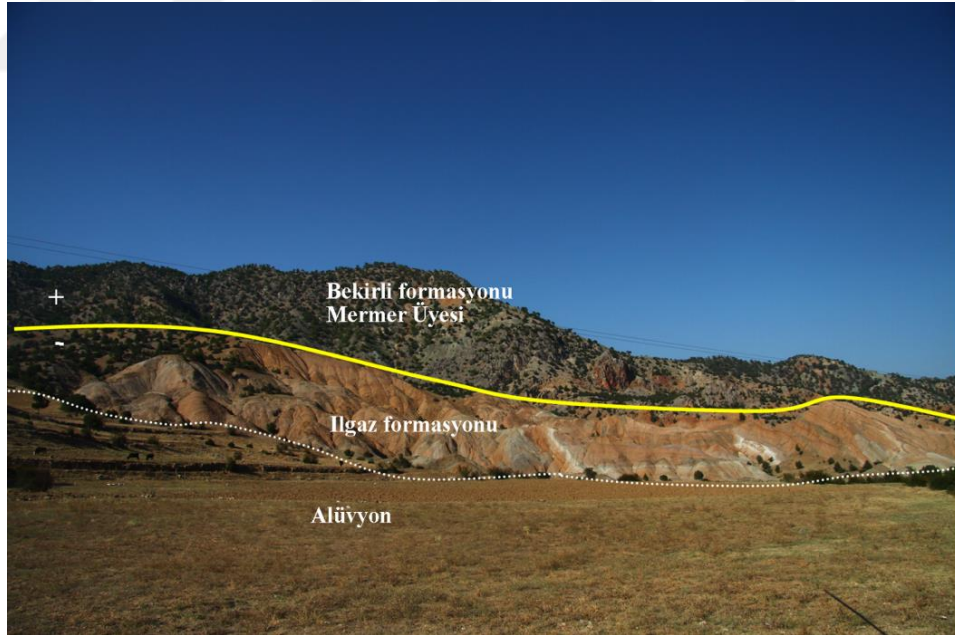


Şekil 4.36: Yergen Tepesi doğusunda Saraycık formasyonu içerisinde gelişen eğim atımlı fayın görünümü (Kuzeybatıdan Güneydoğuya Bakış).

İnceleme alanının güneydoğusunda Sivri Tepe güneyinde KB-GD uzanımlı faylar yer almaktadır (Ek-1). Bu faylardan en önemlisi Bekirli formasyonu içerisinde yer alan Mermer Üyesi ile Üst Pliyosen yaşlı Ilgaz formasyonunu yan yana getiren faydır (Şekil 4.38). Bu fay Çaykışla mahallesine kadar uzanmaktadır. Fay bazı alanlarda alüvyon tarafından örtülmektedir. Fay hattı diklikleri ile arazide kolayca tanınmaktadır. Oldukça genç yaşlı birim ile daha yaşlı birimi yan yana getiren bu faylar güncel deformasyonların gelişimi hakkında ipucu vermektedir. Benzer bir fay çalışma alanının güneyinde Mercimekkozu Tepesinin batısında da gözlenmektedir (Ek-1).



Şekil 4.37: Devebağırdığı deresinin batısında Saraycık formasyonuna ait yastık yapılı bazaltların içerisinde gelişen eğim atımlı fayın görünümü (Güneyden Kuzeye Bakış).



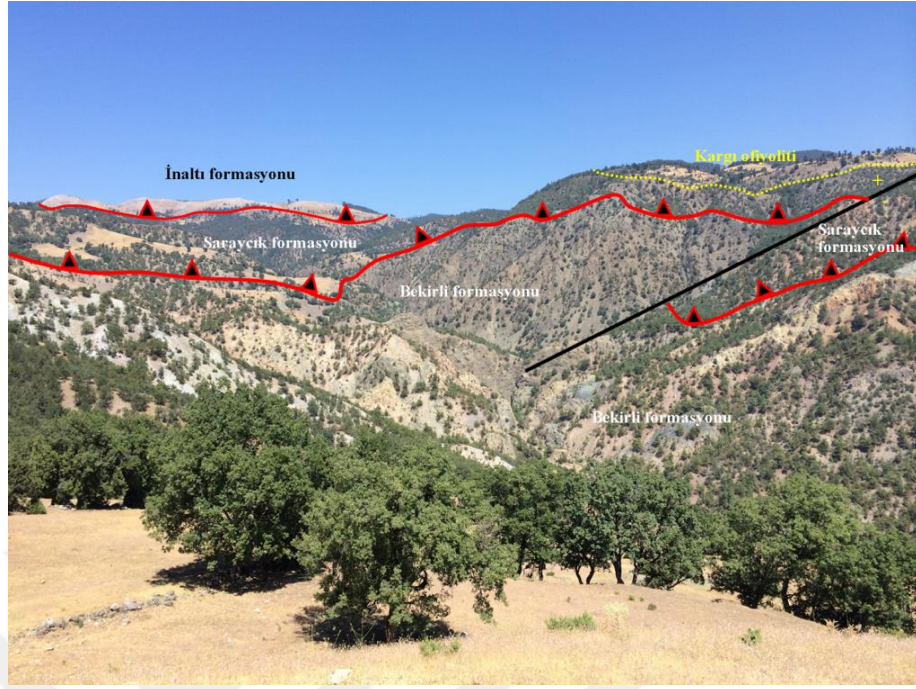
Şekil 4.38: Sivri Tepe güneyinde Mermer Üyesi ile Ilgaz formasyonunu yan yana getiren fayın görünümü (Güneyden Kuzeye Bakış).

4.3.1.2. Bindirmeler

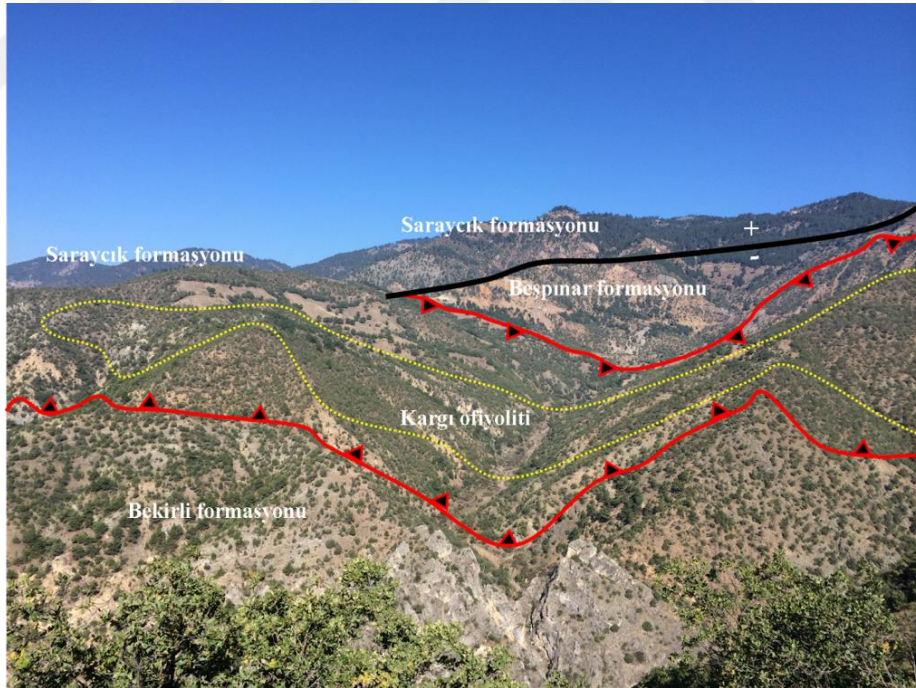
İnceleme alanında farklı kökenli litostratigrafik birimlerin bir arada olması bindirmelerle gerçekleşmiştir. Allohton nitelikli kayaçlar bölgenin temelini oluşturan Bekirli formasyonu üzerinde yer almaktadır. Bu allohton kayaçlar deformasyonların da etkisiyle kendi içinde dilimlenmiştir. Alt ve Üst Tektonik Dilim (ATD, ÜTD) olarak tanımlanan bu dilimler daha sonra yapısal konum ve oluşturdukları tektonostratigrafik dizilim sebebiyle yeniden adlandırılmıştır. Alt Tektonik Dilim (ATD), Kargı Ofiyolitik Melanjından oluşmaktadır. Üst Tektonik Dilim (ÜTD) ise farklı stratigrafik dizilim vermeleri sebebiyle Gölköy ve Pelitözü Tektonik Dilimlerine ayrılmıştır. Bu dilimler içerisinde yaşlıdan gence doğru Permiyen yaşlı Çamdağ formasyonu, Triyas-Liyas yaşlı Bekirli formasyonu, Jura-Kretase yaşlı İnaltı formasyonu, Üst Kretase yaşlı Kargı Ofiyolitik Melanjı ve Üst Kretase-Paleosen yaşlı Beşpınar formasyonu şeklinde sıralanmaktadır.

İnceleme alanında Tabyeri Tepenin kuzeyine doğru bakıldığında yaklaşık olarak DB uzanımlı bindirme hatları görülmektedir (Şekil 4.39). Bindirmeler sonucunda bindirmeler tabandan tavana doğru Bekirli formasyonu, Kargı Ofiyolitik Melanjı ve İnaltı formasyonu şeklinde dizilim göstermektedir. Bu dizilim aynı zamanda Gölköy Tektonik Dilimi olarak adlandırılan dilimi temsil etmektedir (Ek-3). Bindirme düzlemleri bazı alanlarda eğim atımlı faylar tarafından da kesilmektedir.

İnceleme alanında Bağözü kuzeyinden Ballıardı mevkiine doğru bakıldığında; DB uzanımlı bindirme düzlemleri ile bu bindirme düzlemini kesen KD-GB uzanımlı eğim atımlı bir fay gözlenmektedir (Şekil 4.40). Bindirmeler sonucunda tabandan tavana doğru Bekirli formasyonu, Beşpınar formasyonu ve Kargı Ofiyolitik Melanjı şeklinde dizilim ortaya çıkmıştır. Bu aynı zamanda Alt Tektonik Dilimi temsil etmektedir (Ek-3). Otokton birimlere göre üzerinde yer alan Kargı Ofiyolitik Melanjı klip görünümündedir (Ek-1, Ek-3). Kargı Ofiyolitik Melanjı otokton konumlu olan Bekirli formasyonu ile Beşpınar formasyonuna bindirmektedir. Kargı Ofiyolitik Melanjının Beşpınar formasyonu ile olan dokanak ilişkisi Tiridinkıran Tepesine doğru tektonik pencere şekline dönüşmektedir (Ek-1, Ek-3). Bu tektonik pencere yer yer eğim atımlı faylar tarafından kesilmektedir.

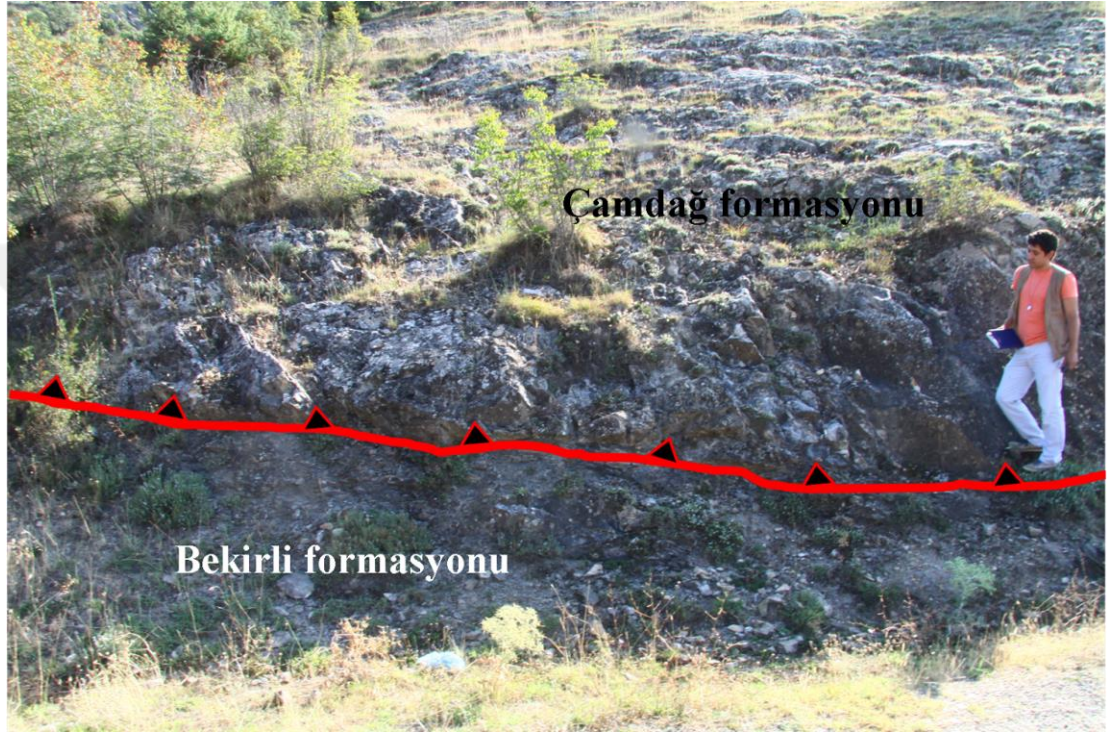


Şekil 4.39: Gölköy tektonik dilimini oluşturan birimlerin arazideki görünümü (Güneyden Kuzeye Bakış).



Şekil 4.40: Alt Tektonik dilimi oluşturan birimlerin genel görünümü (Güneyden Kuzeye Bakış).

Pelitözü kuzeyinde Permiyen yaşlı Çamdağ formasyonu Triyas-Liyas yaşlı Bekirli formasyonu üzerine bindirme dokanağı ile gelmektedir (Şekil 4.41). Bindirme dokanağı sonucunda gelişen bu istif Kışlacıkçal Tepesi ve civarı ile Öbek Tepesi kuzeybatısında da görülmektedir (Ek-1, Ek-3). Kendine özgü tektonostratigrafik dizilim gösteren bu dilim Pelitözü tektonik dilimi olarak adlandırılmıştır.



Şekil 4.41: Pelitözü yaylası kuzeyinde Pelitözü tektonik dilimini oluşturan istifin genel görünümü (Batıdan Doğuya Bakış).

Gölet yaylası batısında İnaltı formasyonuna ait kireçtaşları Saraycık formasyonu üzerine bindirme dokanağı ile gelmektedir (Şekil 4.42). Bu bindirme dokanağı klip şeklinde gözlenmektedir (Ek-1, Ek-3). Kargı ofiyolitik melanji ile Otokton Bekirli formasyonu üzerine klip şeklinde yerleşen bu birim Gököy, Öbek Tepesi, Gökçedoğan Yaylası ve Çalarasın mahallesi civarında da klip şeklinde gözlenmektedir (Şekil 4.43).

İnceleme alanının güneydoğusunda yer alan Safranlık Sırtı kuzeyi boyunca yaklaşık olarak KD-GB uzanımlı bir bindirme hattı yer almaktadır. Bu bindirme hatları bazı alanlarda eğim atımlı faylar tarafından kesilmektedir (Şekil 4.44). Bu bölgede Saraycık formasyonu Beşpınar formasyonu üzerine tektonik dokanakla gelmektedir.



Şekil 4.42: Gölet yaylası batısında İnaltı formasyonunun Saraycık formasyonuna bindirdiği düzlemin görünümü (Güneyden Kuzeye Bakış).



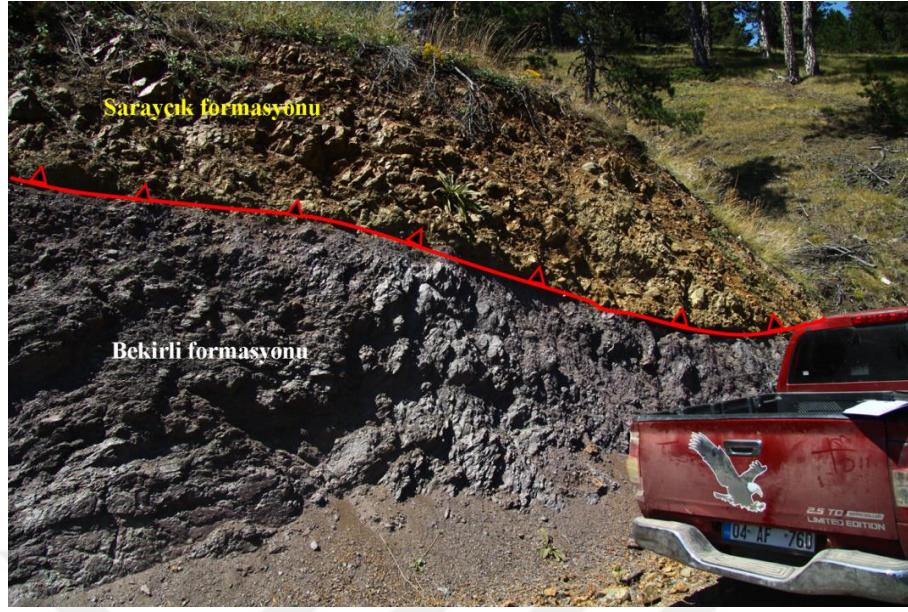
Şekil 4.43: Çalarasın mahallesi civarında İnaltı formasyonunun Çalarasın formasyonuna bindirdiği alanların genel görünümü (Güneydoğudan Kuzeybatıya Bakış).



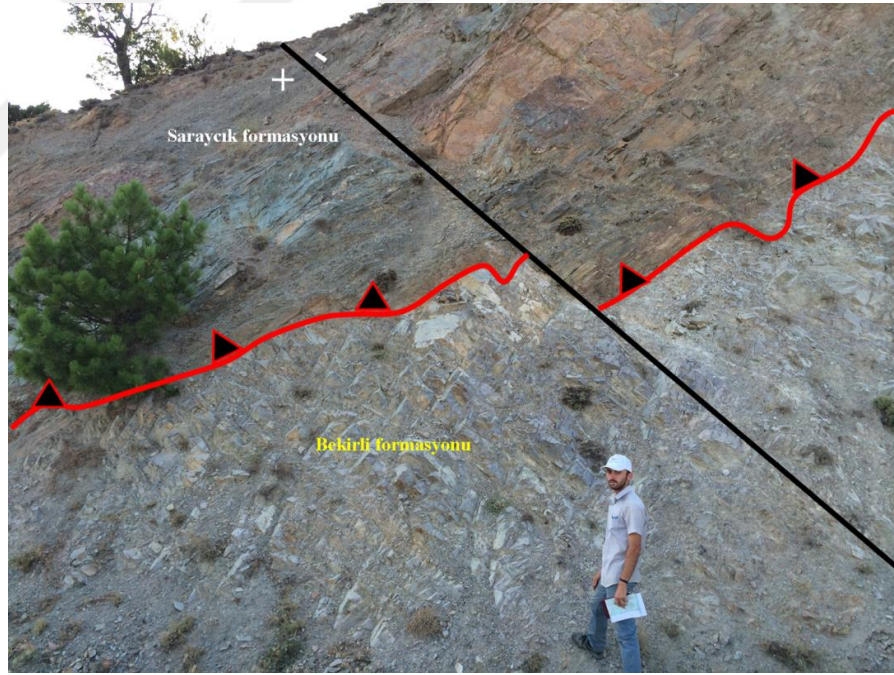
Şekil 4.44: Safranlık Sırtı kuzeyinde Saraycık formasyonu ile Beşpınar formasyonu arasındaki dokanak ilişkisinin görünümü (Güneydoğudan Kuzeybatıya Bakış).

İnceleme alanının yeşil alanlarla kapalı olmasından dolayı Saraycık formasyonu ile Bekirli formasyonu arasında bulunan bindirme dokanağını tespit etmek oldukça zordur. Ancak bazı alanlarda açılan yol yarmalarında bindirme düzlemleri rahatça gözlemlenebilmektedir.

Gökçedoğan yaylası kuzeyinde bu iki birim arasındaki bindirme düzlemi yer almaktadır (Şekil 4.45). Benzer bir dokanak ilişkisi inceleme alanının güneyinde yer alan Sarılar Tepesi güneyinde bulunmaktadır (Şekil 4.46). Açılan yol yarmasında dokanak ilişkisi net olarak görülebilmektedir. Bu bindirme düzlemi yer yer eğim atımlı faylar tarafından da kesilmektedir. Yaklaşık D-B uzanımlı olan bu bindirme hattı yaklaşık 17 km boyunca gözlenmektedir (Ek-1, Ek-3).



Şekil 4.45: Gökçedoğan yaylası kuzeyinde Saraycık formasyonu ile Bekirli formasyonu arasında gözlenen bindirme düzleminin görünümü (Kuzeybatıdan Güneydoğuya Bakış).



Şekil 4.46: Sarılar Tepesi güneyinde Saraycık formasyonu ile Bekirli formasyonu arasında gözlenen bindirme düzleminin görünümü (Güneydoğudan Kuzeybatıya Bakış).

4.3.2. Kıvrımlar

Farklı dönemlerde gelişmiş olan deformasyonlar sonucunda kayaçlar ilksel konumlarını kaybetmişlerdir. Bitki örtüsü ve arazi şartları nedeniyle kıvrım eksenlerini tespit edebilmek oldukça güç olmuştur.

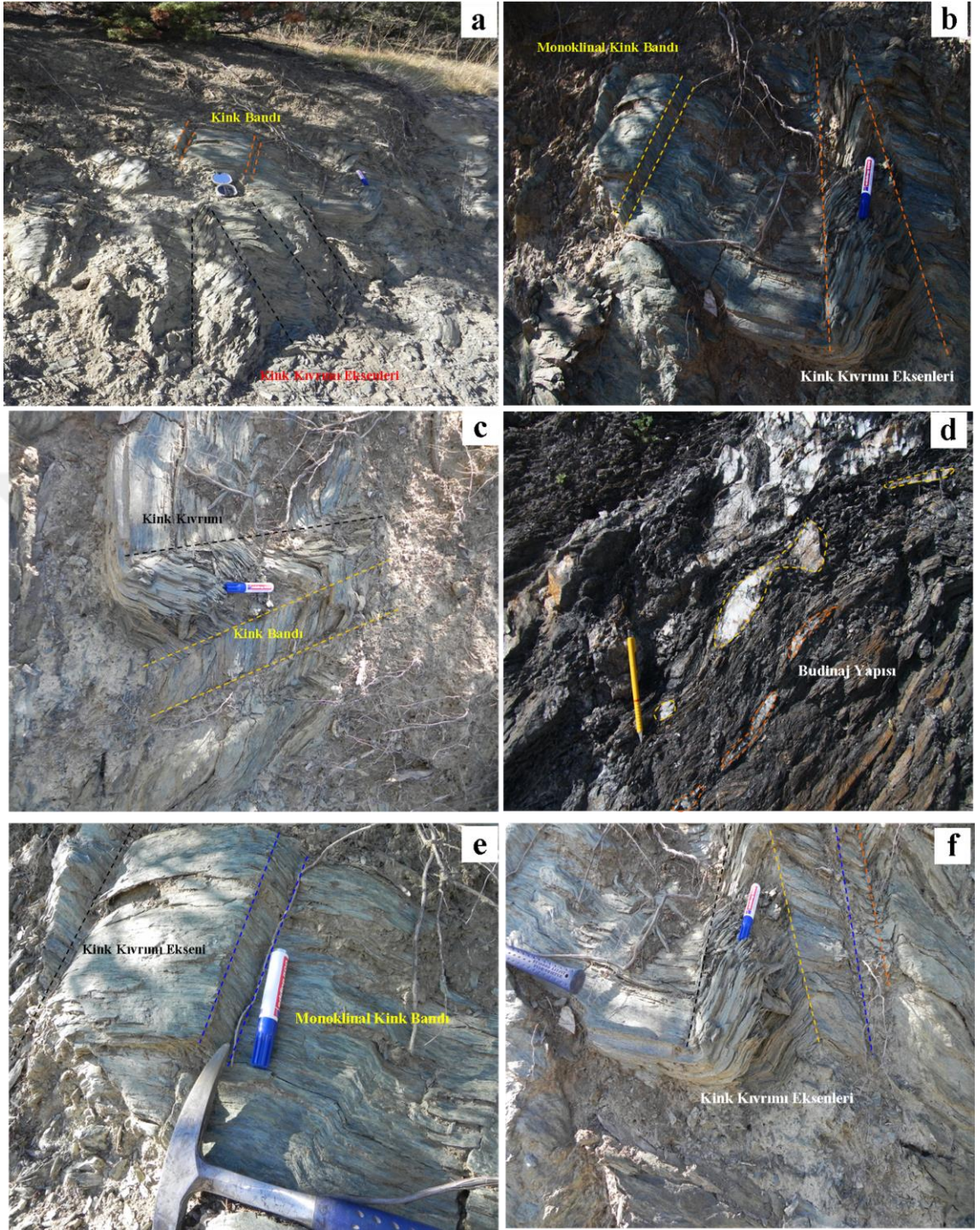
İnceleme alanında Kargı Ofiyolitik Melanjı içerisinde ölçülen doğrultu-eğim verilerine göre, Gölköy'den Saraycık dağına kadar uzanan yaklaşık KD-GB uzantılı bir senklinal kıvrım eksenini bulunmaktadır (Ek-1, Ek-3).

Allokton kayaç grupları içerisinde kıvrımlar çok fazla gözlenmemiştir. Ancak Otokton Bekirli formasyonu içerisinde kıvrımlar oldukça fazla bir şekilde gözlenmektedir. Özellikle şist niteliğindeki kayaç grupları sık sık kıvrımlanmıştır. Bu kıvrımlar makro ölçekten mikro ölçeğe kadar gözlenmiştir. Deformasyon esnasında kıvrımlanan birimlerin kanatlarındaki tabakalar ilerleyen deformasyonla devrik hale gelmiştir.

İnceleme alanında Şahin deresi batısındaki metabazit ve şistler içerisinde devrik antiklinal bulunmaktadır. Bu kıvrımın batı kanadı devriktir (Ek-1, Ek-3). Yine benzer bir şekilde Kömürlük deresinde de devrik antiklinal bulunmaktadır. Bu kıvrımın da batı kanadında yer alan tabakalar ilerleyen deformasyonla devrilmiştir. Birbirine benzer yapısal özellik gösteren bu alanlarda kıvrım eksenini eğim atımlı fay tarafından kesilmektedir. Benzer litolojilerle birlikte benzer yapısal özellik gösteren bu iki alanda cevherleşmeler yer almaktadır. Dolayısı ile bu alanlarda gözlenen yapısal unsurların cevherleşme ile ilişkisi ortaya konulmuştur.

İnceleme alanının farklı bölgelerinde mostra veren Bekirli formasyonuna ait birimler içerisinde kink bantları ve kink kıvrımları gözlenmektedir (Şekil 4.47a,b,c,e,f). Yer yer monoklinal kink bantları şistler içerisinde gözlenmiştir.

Bununla birlikte kıvrımlanan birimlerin kanatlarında yer alan kompetent birimler ilerleyen deformasyonla budinaj yapısı kazanmıştır. Tansiyonel kuvvetlerin etki etmesi ile sınırlı kayaçlar içerisinde yer alan kompetent birimler birbirinden ayrılarak budinleri oluşturmuştur (Şekil 4.47d). Bu budinler Pelitözü kuzeyinde yer alan kıvrımların kanadında fazlaca görülmektedir.



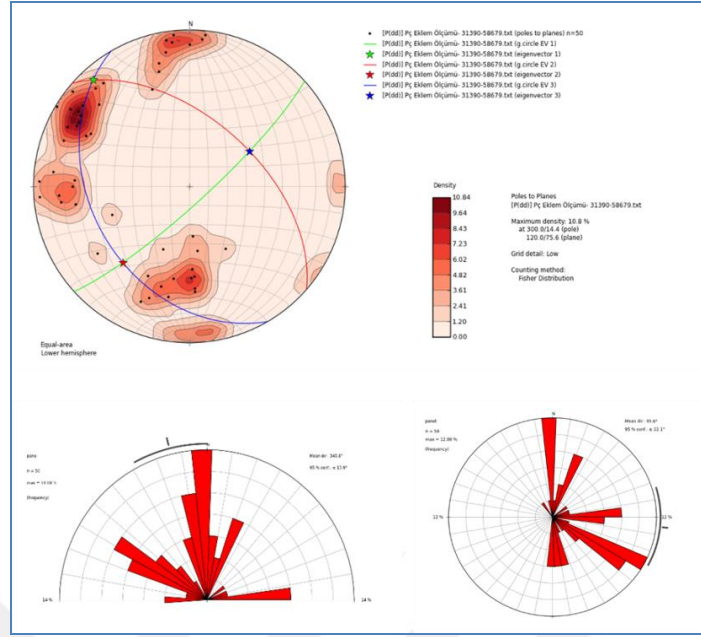
Şekil 4.47: a.b.c.e.f. Bekirli formasyonu içerisinde gelişen kink kıvrımları, kink bantları ve kıvrım eksenlerinin görünümü, d. Kıvrım kanadında yer alan budinaj yapısının görünümü.

4.3.3. Eklemler

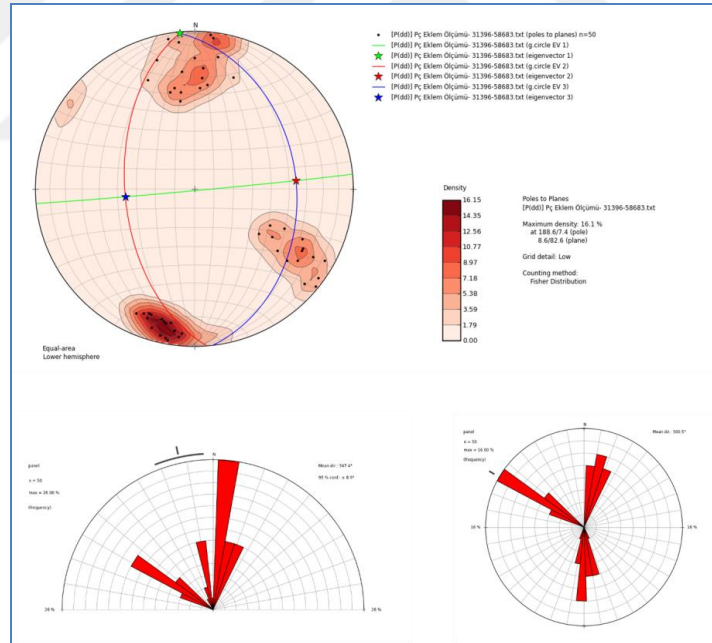
Geçirmiş olduğu birçok deformasyon evresi nedeniyle inceleme alanındaki birimler içerisindeki tabaka duruşlarının önemli farklılıklar sunduğu gözlenmiştir. Bölgenin yapısal konumuna ilişkin olarak inceleme alanında yüzeyleyen allokton ve otokton kütleler içerisindeki farklı yaşlara sahip formasyonlardan çok sayıda eklem ölçümü yapılarak, gül ve nokta-kontur diyagramları hazırlanmıştır.

Pelitözü kuzeyinde yer alan Çamdağ formasyonuna ait ölçülen iki ayrı alanda 50'şer adet (Şekil 4.48-49), Gölköy doğusunda yer alan İnaltı formasyonundan 50 adet (Şekil 4.50), Kargı ofiyolitik melanji içerisinde yer alan Kargı ofiyolitinden 50 adet (Şekil 4.51), Saraycık formasyonundan iki ayrı yerde 50'şer adet (Şekil 4.52-53), Bekirli formasyonu içerisinde 3 farklı yerde 50'şer adet (Şekil 4.54-55-56) ve Yedikır formasyonundan ise 50 adet (Şekil 4.57) eklem ölçümü yapılmıştır.

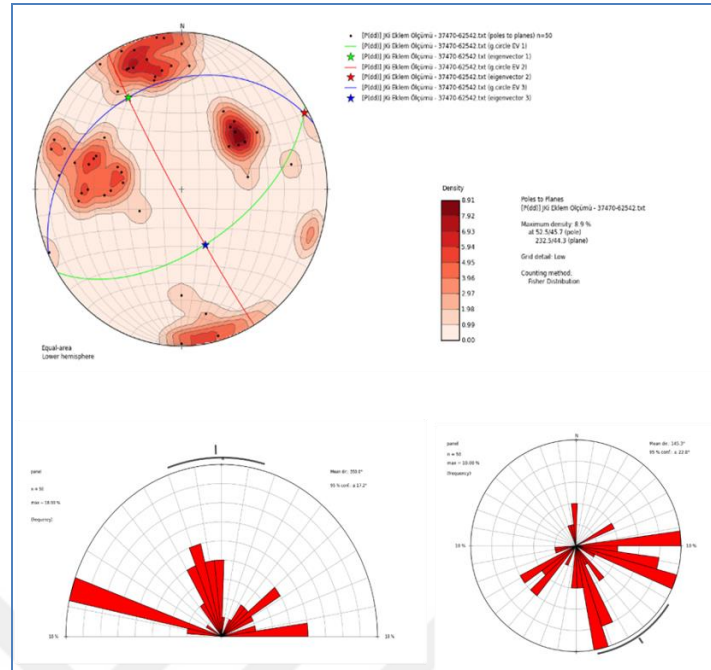
Eklemlere ait diyagramlar değerlendirildiğinde; gelişen eklemlerin, özellikle makaslama türü eklemler olduğu, bunun yanı sıra boyuna ve tansiyon türü eklemlerin de geliştiği söylenebilir. İnceleme alanı farklı dönemlerde, farklı tektonik kuvvetlerin etkisi altında kaldığından, birçok kez deformasyon geçirmiş ve bu deformasyonlar sonucunda birimler rotasyonlara uğramıştır. Bu nedenle hazırlanan diyagramlardan yapılabilecek yorumların, bölgenin tektonik konumunu yansıtmayabileceği ve dolayısıyla bu diyagramların istatistiksel bir değer taşıdığı söylenebilir.



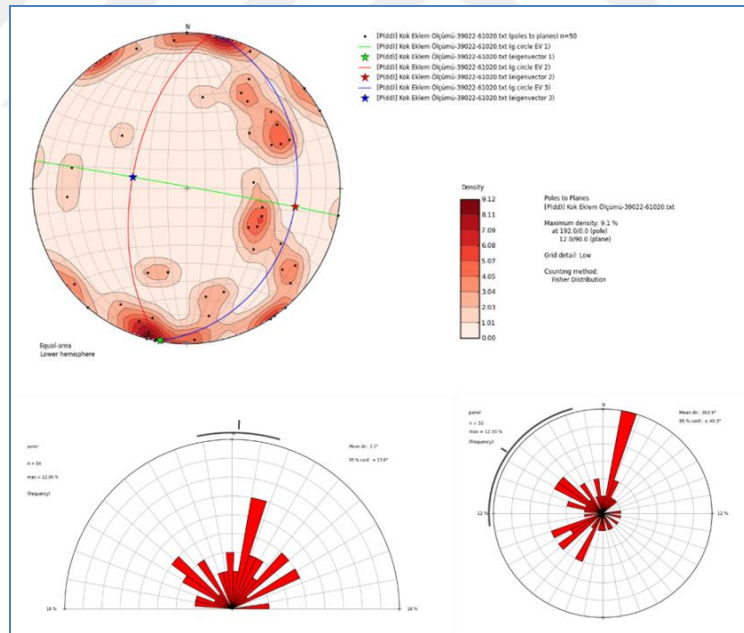
Şekil 4.48: Çamdağ formasyonuna ait nokta-kontur diyagramı, eğim yönü gül diyagramı ve doğrultu gül diyagramı.

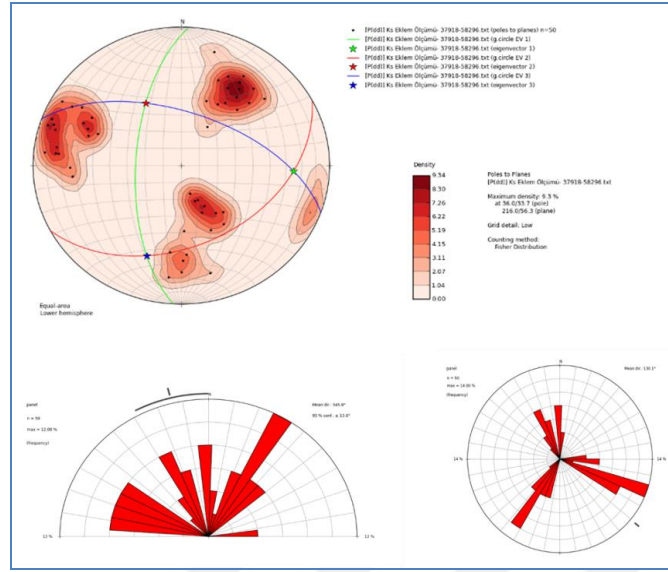


Şekil 4.49: Çamdağ formasyonuna ait nokta-kontur diyagramı, eğim yönü gül diyagramı ve doğrultu gül diyagramı.

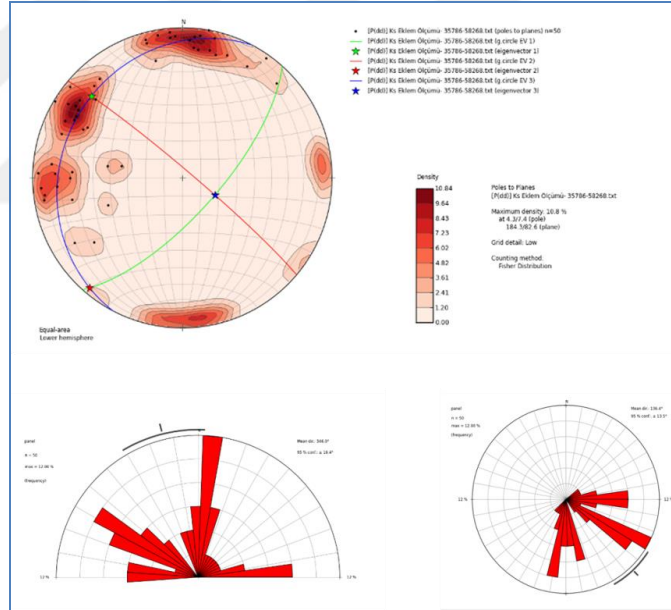


Şekil 4.50: İnaltı formasyonuna ait nokta-kontur diyagramı, eğim yönü gül diyagramı ve doğrultu gül diyagramı.

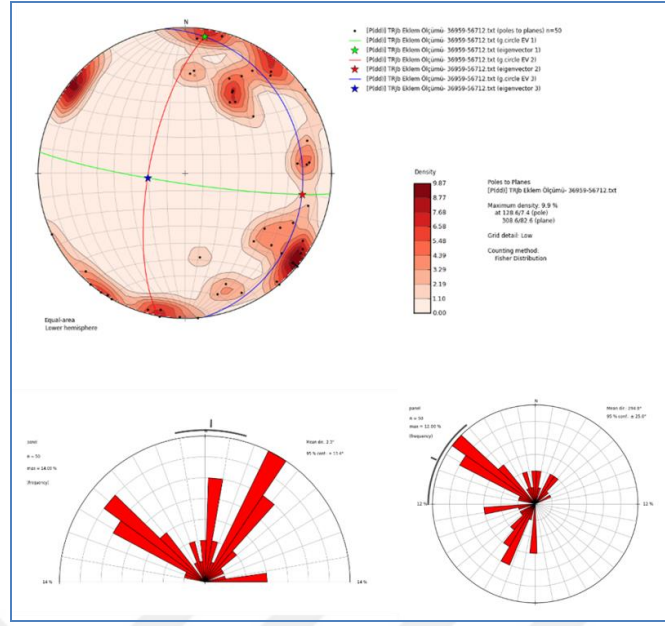




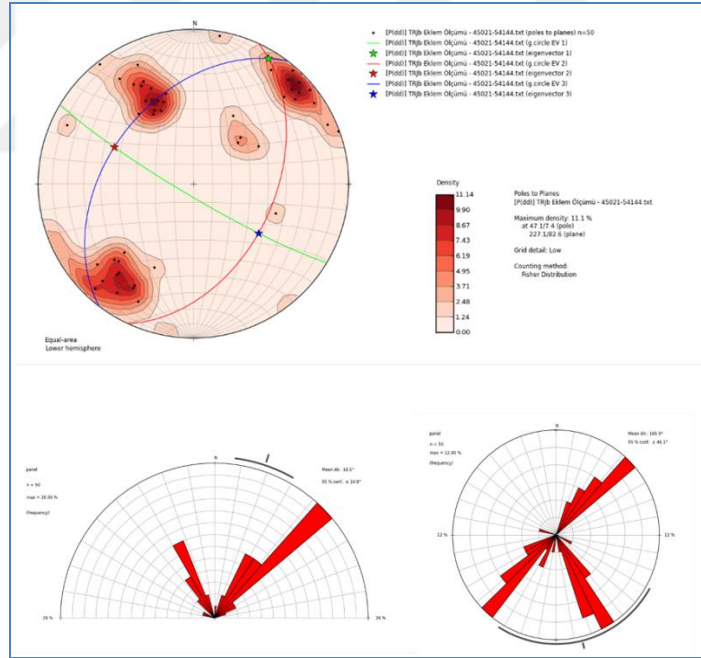
Şekil 4.52: Saraycık formasyonuna ait nokta-kontur diyagramı, eğim yönü gül diyagramı ve doğrultu gül diyagramı.



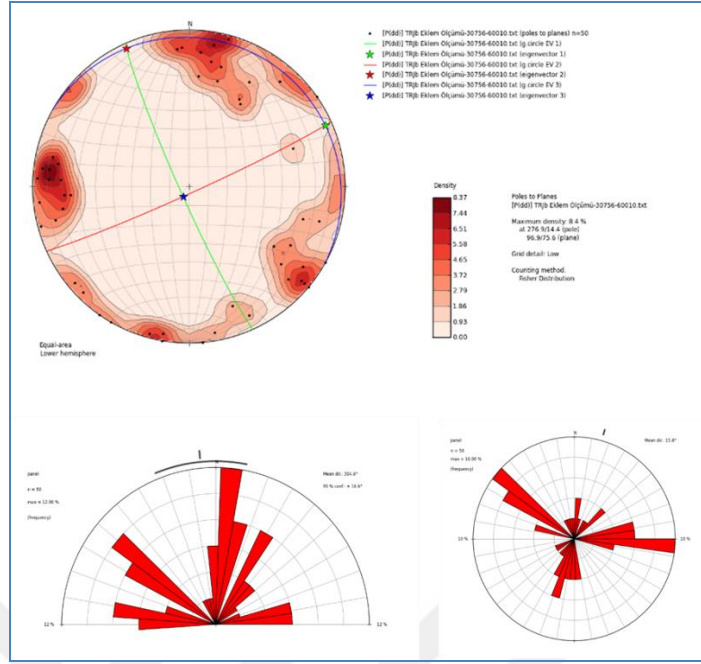
Şekil 4.53: Saraycık formasyonuna ait nokta-kontur diyagramı, eğim yönü gül diyagramı ve doğrultu gül diyagramı.



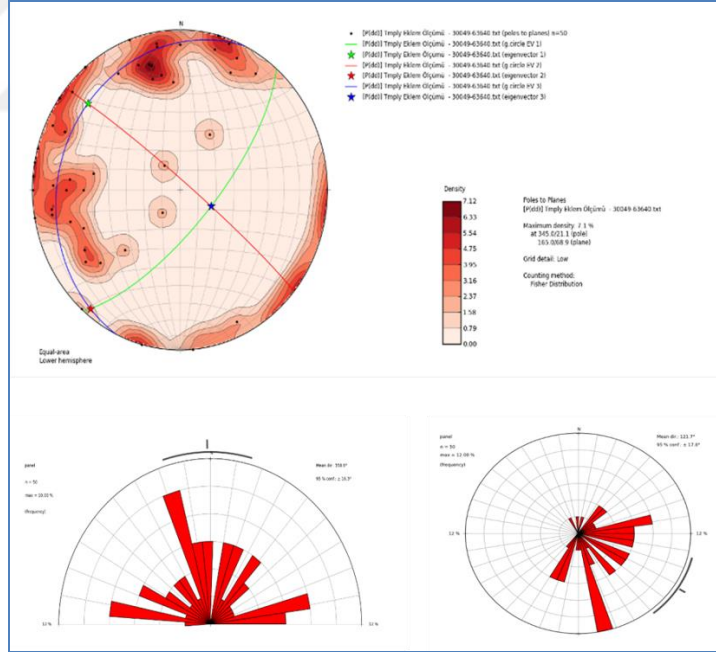
Şekil 4.54: Bekirli formasyonuna ait nokta-kontur diyagramı, eğim yönü gül diyagramı ve doğrultu gül diyagramı.



Şekil 4.55: Bekirli formasyonuna ait nokta-kontur diyagramı, eğim yönü gül diyagramı ve doğrultu gül diyagramı.



Şekil 4.56: Bekirli formasyonuna ait nokta-kontur diyagramı, eğim yönü gül diyagramı ve doğrultu gül diyagramı.



Şekil 4.57: Yedikır formasyonuna ait nokta-kontur diyagramı, eğim yönü gül diyagramı ve doğrultu gül diyagramı.

4.4. KAYAÇ JEOKİMYASI

Kayaç jeokimyası çalışmaları kapsamında birbirinden farklı litostratigrafik birimlerin ana, iz ve nadir toprak elementler analizleri yapılmıştır. Jeotektonik konumu ve litostratigrafik özelliğine göre, Otokton Bekirli formasyonuna ait metabazitler, Allokton Saraycık formasyonu içerisinde yer alan volkanik kayalar ve Allokton Çalarasın formasyonuna ait kumtaşları ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bu çalışma kapsamında Otokton Bekirli formasyonuna ait 8 adet metabazit (Tablo 4.1a-b-c), Allokton Saraycık formasyonuna ait 14 adet bazalt, 9 adet diyabaz ve 3 adet andezit (Tablo 4.2a-b-c), Allokton Çalarasın formasyonuna ait 7 adet kumtaşının (Tablo 4.3a-b-c) jeokimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir.

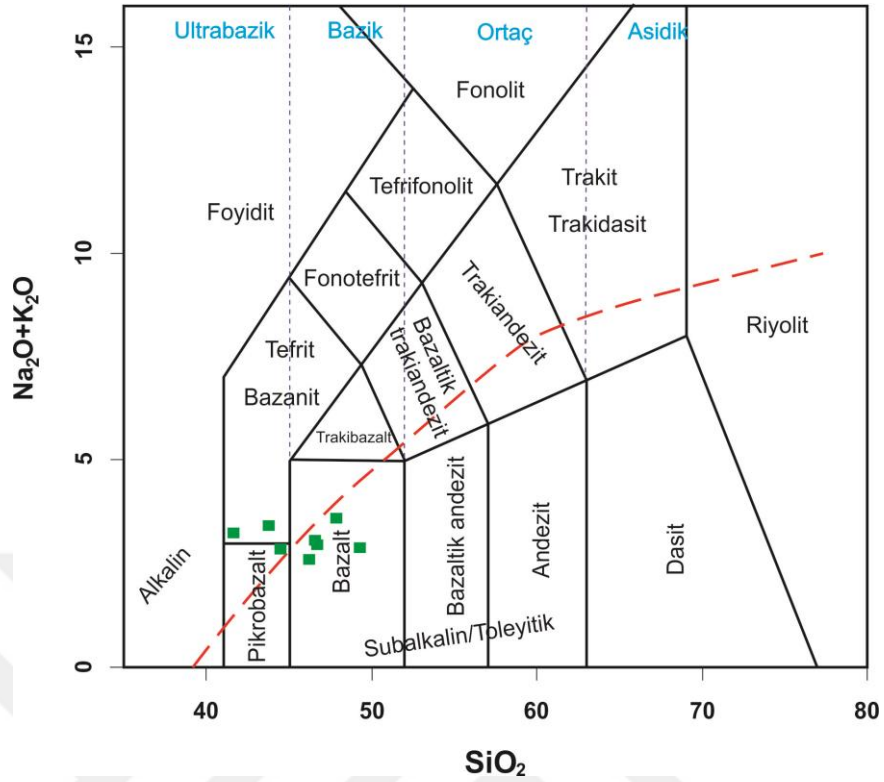
4.4.1. Otokton Metabazitlerin Jeokimyası

İnceleme alanında Bekirli formasyonu içerisinde farklı seviyelerde yer alan metabazitler ile ilişkili cevherleşmeler bulunmaktadır. Bu cevherleşmelerin kökeni ve oluşumunun ortaya konulması bakımından metabazitlerin jeokimyasal diyagramları hazırlanmıştır.

4.4.1.1. Metabazitlerin Kimyasal Adlama ve Sınıflaması

Petrografi çalışmaları sonucunda metabazitlerin köken olarak bazik volkanizma ile ilişkili olduğu tespit edildiğinden, bu örneklerde volkanik kayaların adlama ve sınıflama diyagramları kullanılmıştır.

Toplam alkali ($\%Na_2O + K_2O$)-silis ($\% SiO_2$) (TAS) diyagramına göre (Le Bas et al., 1986) metabazit örnekleri bazalt, bazanit ve pikrobazalt alanlarına düşmektedir (Şekil 4.58). Bu diyagrama göre örneklerin farklı alanlara düşmesi birimin çok geniş bir alanda yayılım göstermesi, birimin metamorfizma geçirmesi ve cevherleşme veya tektonizma sonucu ortaya çıkan alterasyonun bir sonucu olarak değerlendirilmektedir.



Şekil 4.58: Toplam alkali (%Na₂O+K₂O)-silis (% SiO₂) (TAS) diyagramında (Le Bas et al., 1986) metabazitlerin konumu.

4.4.1.2. Uyumsuz Elementler

Metabazitlerin bazik bileşimli olmasından dolayı N-MORB'a göre normalize edilmiş iz element örümcek (spider) diyagramı (Sun ve McDonough, 1989) hazırlanmıştır (Şekil 4.59).

Hazırlanan diyagramda büyük iyon yarıçaplı litofil elementlerce (LILE; Ba, Th, U) zenginleşmenin olduğu görülmektedir. Davranış kalıcılığı yüksek elementlerce ise (HFSE; Nb, Ti, Zr, Hf, Y) fakirleşme görülmektedir. Kayaçlarda pozitif Pb anomali göze çarpmaktadır. Toleyitik karakterdeki metabazitlerin N-MORB'a göre normalleştirilmiş diyagramlarındaki dağılımları göz önüne alındığında, LILE açısından zenginleşme ve HFSE bakımından fakirleşmesi, yitim zonunda biriken duraysız elementlerin ergiyen mantonun üst zonuna doğru akışkanlarla geçtiğini göstermektedir (Saunders and Tamey, 1979).

Tablo 4.1a: Metabazitlere ait ana element (% ağırlık) analizleri.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	K2-13	K2-28	KGD-303	KGD-336	KGD-565	KGD-567	KGD-622	KGD-626
Enlem (⁰ K)	36.800	39.420	39.430	39.374	42.551	42.655	30.987	36.003
Boylam (⁰ D)	56.816	56.728	56.910	56.885	57.016	57.029	58.800	63.818
Ana Oksitler (%)								
SiO ₂	40,16	44,49	44,18	47,59	36,59	39,34	42,63	45,12
Al ₂ O ₃	11,06	12,07	11,62	10,59	9,58	12,72	12,46	13,01
Fe ₂ O ₃	13,32	13,93	13,61	13,24	22,50	17,36	17,06	17,89
MgO	6,94	9,21	10,18	10,52	10,41	8,74	8,77	6,61
CaO	15,19	10,86	11,87	10,66	9,50	8,80	9,66	7,84
Na ₂ O	2,86	2,74	2,46	2,72	1,34	2,58	2,67	2,58
K ₂ O	0,29	0,08	0,05	0,07	0,23	0,48	0,08	0,40
TiO ₂	1,67	1,64	1,32	0,94	4,56	3,52	2,18	2,92
P ₂ O ₅	0,19	0,14	0,15	0,05	0,45	0,75	0,25	0,36
MnO	0,21	0,21	0,22	0,23	0,30	0,29	0,21	0,23
Cr ₂ O ₃	0,41	0,03	0,05	0,00	0,21	0,00	0,03	0,00
LOI	7,51	3,48	3,24	3,07	3,90	5,08	3,78	2,66
Toplam	99,8	98,88	99,68	99,68	99,57	99,67	99,78	99,62

Tablo 4.1b: Metabazitlere ait iz element (ppm) analizleri.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	K2-13	K2-28	KGD-303	KGD-336	KGD-565	KGD-567	KGD-622	KGD-626
İz Elementler								
Sc	98,35	81,05	141,79	97,10	140,68	107,22	79,32	80,91
Y	27,47	25,01	23,38	23,16	22,48	27,82	33,80	48,05
Th	0,57	0,49	0,45	0,10	1,42	1,75	0,64	0,56
Li	19,06	12,05	12,47	9,91	15,45	13,43	42,84	13,85
Be	0,80	0,90	0,90	0,24	1,30	1,04	0,55	1,02
Co	46,87	49,91	41,74	43,48	57,46	37,01	35,63	32,54
Ni	877,14	195,71	0,00	72,06	57,97	19,28	63,76	30,91
Cu	57,76	337,31	5,85	77,99	57,06	29,13	67,79	38,49
Zn	101,80	1009,92	166,86	51,73	107,23	92,05	84,35	116,25
Ga	16,27	16,34	14,01	11,98	17,39	17,91	16,20	14,16
As	73,00	63,72	34,82	17,96	42,10	45,01	23,21	7,54
Se	7,59	6,33	0,00	0,61	25,28	5,49	2,00	0,00
Rb	4,92	1,57	0,19	0,58	2,95	4,79	0,94	4,48
Sr	168,89	167,59	133,62	81,26	159,26	209,76	114,57	80,59
Ag	0,41	0,34	1,01	0,53	0,00	0,00	0,11	0,40
Cd	1,20	2,36	0,86	0,13	0,17	0,04	0,10	0,05
In	0,08	0,08	0,07	0,04	0,07	0,04	0,05	0,11
Cs	0,60	0,09	0,00	0,10	0,11	0,76	0,08	0,80
Ba	31,25	19,60	0,00	1,40	56,45	59,19	16,14	20,35
Tl	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pb	14,35	2,60	0,00	4,76	0,00	0,00	3,07	6,65
U	0,24	0,16	0,20	0,03	0,26	0,29	0,00	0,00
Au	0,02	0,03	0,03	0,00	0,04	0,05	0,01	0,01
Hf	1,14	1,13	0,90	0,79	1,83	1,68	0,36	6,81
Ir	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02
Pd	3,19	1,83	0,82	0,30	3,50	3,48	0,51	0,48
Pt	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,06
Rh	0,04	0,05	0,06	0,02	0,09	0,10	0,05	0,11
Ru	0,04	0,04	0,04	0,02	0,05	0,05	0,04	0,04
Sb	0,54	0,95	0,94	0,45	0,55	3,58	0,65	5,99
Sn	1,25	1,05	0,84	0,59	1,98	0,90	2,30	2,73
Te	0,06	0,07	0,10	0,08	0,05	0,06	0,07	0,09
Ta	0,40	0,44	0,50	0,39	0,41	0,56	0,38	0,49
Nb	1,00	1,00	6,00	3,00	18,00	24,00	6,00	6,00
V	374,00	356,00	6188,00	509,00	781,00	6365,00	0,00	0,00
Zr	112,00	86,00	80,00	74,00	106,00	131,00	140,00	206,00

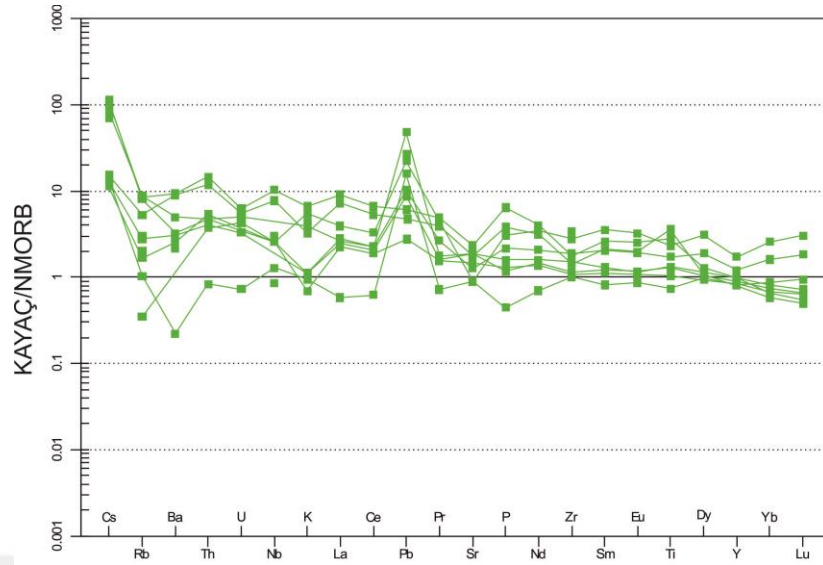
Tablo 4.1c: Metabazitlere ait nadir toprak element (ppm) analizleri.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	K2-13	K2-28	KGD-303	KGD-336	KGD-565	KGD-567	KGD-622	KGD-626
Nadir Toprak Elementleri								
La	6,62	6,26	5,64	1,45	17,95	22,56	7,07	9,85
Ce	17,08	15,57	14,16	4,70	39,86	49,64	17,10	24,75
Pr	2,33	2,10	2,05	0,95	5,14	6,47	3,52	5,80
Nd	11,59	10,62	9,96	5,09	23,09	29,30	15,20	25,55
Sm	3,41	3,20	2,95	2,15	5,52	6,82	5,34	9,28
Eu	1,17	1,19	1,10	0,88	2,02	2,59	1,95	3,31
Gd	4,87	4,63	4,34	3,36	6,83	8,47	7,49	12,85
Tb	0,78	0,75	0,67	0,70	0,88	1,06	1,58	2,62
Dy	5,17	4,82	4,22	4,45	4,85	5,85	8,60	14,13
Ho	1,06	0,99	0,87	1,07	0,88	1,08	2,13	3,53
Er	3,05	2,84	2,45	2,94	2,39	2,88	5,44	8,83
Tm	0,41	0,38	0,33	0,48	0,29	0,34	0,92	1,48
Yb	2,50	2,27	2,09	2,68	1,75	2,02	4,89	7,87
Lu	0,33	0,30	0,29	0,43	0,23	0,25	0,84	1,39

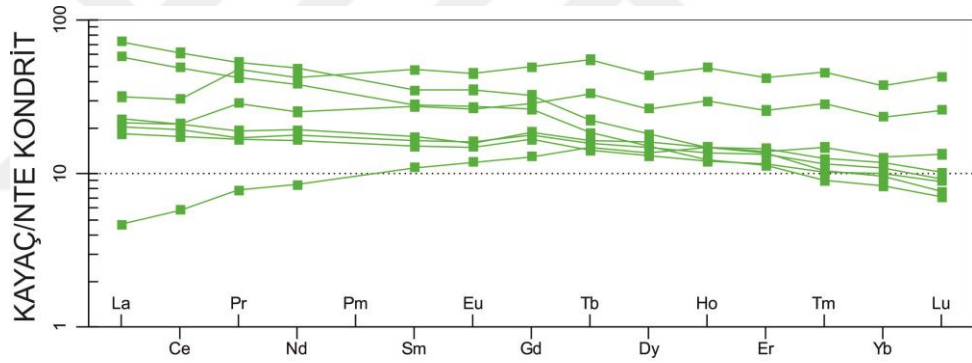
4.4.1.3. Nadir Toprak Elementler

Bekirli formasyonuna ait metabazitlerin Kondrit'e göre normalize edilmiş Nadir Toprak Element (NTE) örümcek (spider) diyagramı (Boynton, 1984) hazırlanmıştır (Şekil 4.60). Hafif Nadir Toprak Elementlerce (LREE; La, Ce, Pr, Nd) zenginleşme, Ağır Nadir Toprak Elementlerce (HREE; Er, Tm, Yb, Lu) ise yatay ve yataya yakın dağılım gözlenmiştir.

Metabazitlerin N-MORB'a göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramında hafif nadir toprak elementlerden (LREE) ağır nadir toprak elementlere (HREE) doğru gidildikçe elementlerin uyumsuzluk dereceleri ve hareketliliği azalmaktadır (Wilson, 1989). Bu nedenle, LREE elementleri, farklılaşma ya da düşük dereceli kısmi ergime sırasında manto minerallerinin bünyesine katılmadan sıvı faz içerisinde yer alırlar (Rollinson, 1993). Bu durumda, yüksek LREE/HREE (La/Yb) oranı, magmada düşük dereceli kısmi ergimelerin oluştuğunu gösterir (Fitton vd. 1991; Barragan vd. 1998).

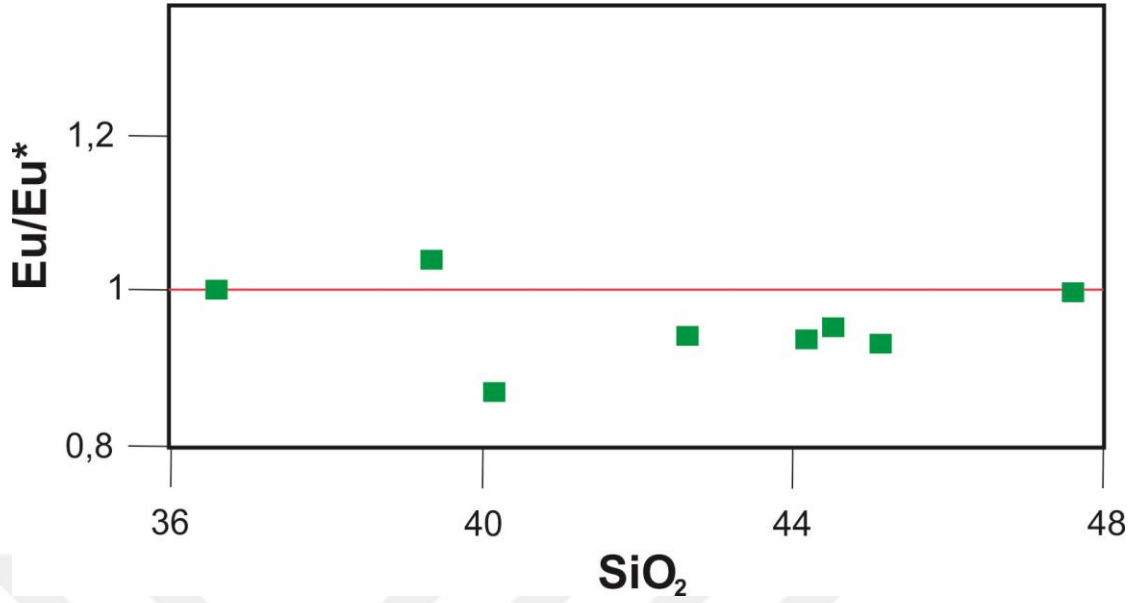


Şekil 4.59: Metabazitlerin N-MORB'a göre normalize edilmiş iz element örümcek (spider) diyagramı (Sun ve McDonough, 1989).



Şekil 4.60: Metabazitlerin Kondrit'e göre normalize edilmiş Nadir Toprak Element (NTE) örümcek (spider) diyagramı (Boynton, 1984).

Eu/Eu* oranları 0,87 ile 1,11 arasında değişmektedir. İncelenen 8 adet örnekten 5 adedi 1'den az olması sebebiyle negatif Eu anomalisi göstermektedir. 2 adet örnek ise 1 değerini almaktadır. 1 adet örnek ise 1'den fazla olması sebebiyle pozitif Eu anomalisi göstermektedir. Eu/Eu* oranlarının SiO_2 'ye karşı değişimini ortaya koyabilmek amacıyla diyagram hazırlanmıştır (Şekil 4.61). Bazı örneklerde gözlenen negatif Eu anomalisi feldispat mineralinin veya kayacın kısmi ergimesi sırasında feldispat mineralinin kaynakta alıkonmasının bir sonucu olabilir (Rollinson, 1993).

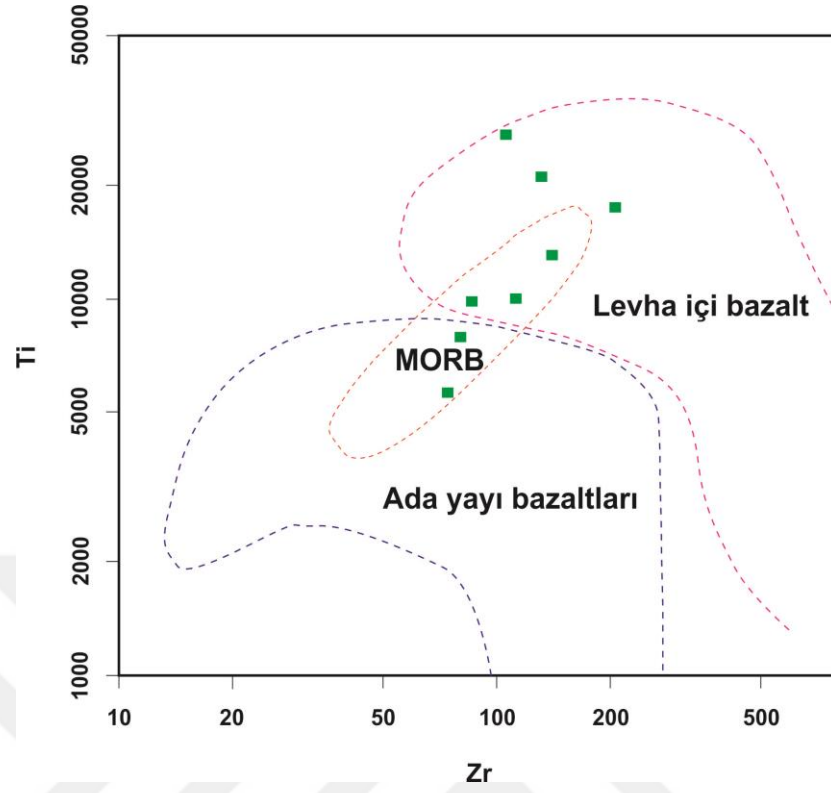


Şekil 4.61: Metabazitlerin Eu/Eu*-SiO₂ diyagramı, $Eu/Eu^* = Eu(N) / \sqrt{(Sm(N) \cdot Gd(N))}$ (Taylor ve McLennan, 1985).

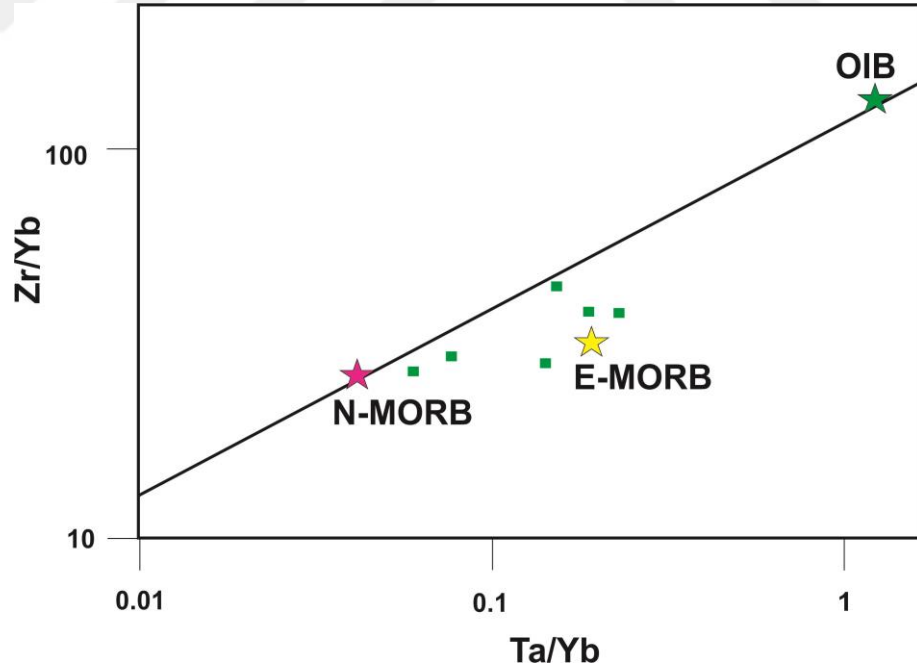
4.4.1.4. Jeodinamik Ortam

Metabazitlerin jeotektonik ortamını incelemek için farklı araştırmacılar tarafından önerilen diyagramlar kullanılmıştır. Pearce (1982) tarafından önerilen Ti-Zr diyagramında örnekler okyanus ortası sırtı bazaltı (MORB) ve levha içi bazalt alanına düşmektedir (Şekil 4.62).

Metabazitlerin köken olarak ortaya konulması amacıyla davranış kalıcılığı yüksek elementler (HFSE) olarak bilinen Ta, Zr ve ağır nadir toprak elementlerden (HREE) Yb kullanılarak Zr/Yb-Ta/Yb diyagramı hazırlanmıştır (Şekil 4.63). Diyagramda metabazitlerin E-MORB (Zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltı) alanında yoğunlaştığı görülmektedir.



Şekil 4.62: Metabazitlerin Ti-Zr diyagramı (Pearce, 1982).



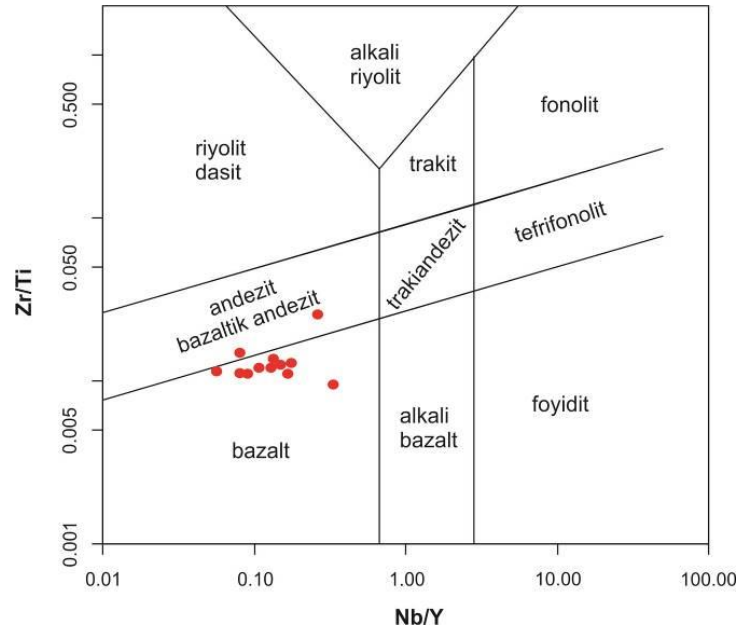
Şekil 4.63: Metabazitlerin Zr/Yb-Ta/Yb diyagramı. N-MORB, E-MORB ve OIB değerleri Sun ve Mc Donough, 1989'dan alınmıştır.

4.4.2. Allohton Volkanik Kayaçların Jeokimyası

İnceleme alanında allohton konumlu Alt Tektonik Dilime ait Saraycık formasyonu içerisindeki farklı seviyelerde bazalt, diyabaz ve andezitler mostra vermektedir. Neotetis ofiyolitinin üst seviyelerini temsil eden Saraycık formasyonu içerisindeki volkanik kayaçların jeokimyasal değerlendirmeleri hem bölgenin jeodinamik evrimi hem de bu birimler ile ilişkili cevherleşmelerin kökeninin ve oluşumunun ortaya konulması açısından önem arz etmektedir. Bu sebeple volkanik kayaçların jeokimyasal analizleri yapılmıştır (Tablo 4.2a-b-c). Elde edilen analiz sonuçları diyagramlarda değerlendirilmiştir.

4.4.2.1. Volkanik Kayaçların Kimyasal Adlama ve Sınıflaması

Saraycık formasyonu içerisinde yer alan volkanik kayaçlar ile ilişkili cevherleşmelerin bulunması ve bu alanlarda alterasyonların çok fazla görülmesi sebebiyle birim içerisinde yer alan yastık yapılı bazaltların sınıflandırılması için hareketsiz iz elementlerden oluşan Zr/Ti-Nb/Y diyagramı (Pearce, 1996) kullanılmıştır (Şekil 4.64). Diyagramda örneklerin bazalt ve bazaltik andezit alanlarına düştüğü görülmektedir.



Şekil 4.64: Bazaltların Nb/Y-Zr/Ti diyagramındaki konumları (Pearce, 1996).

Tablo 4.2a: Volkaniklere ait ana element (% ağırlık) analizleri.

Kayaç Türü	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt
Numune adı	K2-37	K2-38	K3-39	K2-43	K2-44	K2-45	K2-46	K2-47	KGD-625	KGD-629	KGD-913A	KGD-913B	KGD-913C	KGD-914
Enlem (⁰K)	36.471	36.471	36.471	36.457	36.457	36.457	36.457	36.457	36.601	36.617	36.581	36.581	36.581	36.640
Boylam (⁰D)	63.186	63.186	63.186	63.122	63.122	63.122	63.122	63.122	63.810	63.791	63.845	63.845	63.845	63.726
Ana Oksitler (%)														
SiO ₂	41,55	40,67	37,68	42,20	44,37	45,01	44,80	46,22	43,52	50,78	43,18	44,11	45,11	44,19
Al ₂ O ₃	11,66	11,99	10,10	14,31	14,92	13,85	15,41	15,97	10,91	10,31	12,10	11,22	11,30	16,03
Fe ₂ O ₃	17,54	21,20	17,01	13,37	10,92	11,21	9,68	9,98	20,52	19,14	20,38	21,20	20,04	11,11
MgO	5,06	5,99	4,40	12,94	10,50	12,05	11,02	10,41	3,69	3,66	3,90	3,79	3,67	10,50
CaO	12,39	8,72	18,19	2,70	10,52	9,27	8,75	8,00	10,45	6,61	8,71	8,28	8,55	8,38
Na ₂ O	2,27	2,19	2,78	2,72	2,84	2,21	3,42	3,65	2,66	2,83	4,16	3,22	3,71	3,31
K ₂ O	1,44	0,94	0,04	0,31	0,44	0,57	0,14	0,07	0,07	0,15	0,15	0,14	0,14	0,09
TiO ₂	3,07	3,28	2,86	1,17	1,01	1,24	1,47	0,94	3,70	3,37	3,65	3,70	3,59	1,33
P ₂ O ₅	0,26	0,29	0,21	0,10	0,10	0,17	0,19	0,09	0,39	0,35	0,43	0,44	0,41	0,17
MnO	0,21	0,20	0,21	0,19	0,15	0,29	0,13	0,14	0,25	0,29	0,30	0,30	0,31	0,23
Cr ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,04	0,06	0,06	0,04	0,06	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,04
LOI	3,39	4,23	6,24	7,03	4,02	3,87	4,8	4,23	2,97	2,06	2,23	2,99	2,03	4,49
Toplam	98,83	99,70	99,74	99,84	99,85	99,79	99,86	99,77	99,12	99,55	99,18	99,40	98,86	99,85

Tablo 4.2a: Devamı.

Kayaç Türü	Diyabaz	Diyabaz	Diyabaz	Diyabaz	Diyabaz	Andezit	Andezit	Andezit	Diyabaz	Diyabaz	Diyabaz	Diyabaz
Numune adı	K2-60	K2-61	K2-63	K2-64	K2-71	KGD-150	KGD-151	KGD-152	KGD-191	KGD-910C	KGD-910F	KGD-911
Enlem (⁰ K)	39.116	39.116	39.116	39.116	41.631	40.674	40.674	40.674	41.006	41.640	41.640	41.624
Boylam (⁰ D)	61.331	61.331	61.331	61.331	60.311	60.353	60.353	60.353	61.159	60.318	60.318	60.306
Ana Oksitler (%)												
SiO ₂	43,91	42,76	44,18	48,62	43,89	71,77	68,60	62,76	46,64	43,81	45,83	55,71
Al ₂ O ₃	13,35	14,59	13,55	11,98	14,42	10,32	9,08	7,30	14,24	12,31	13,09	9,15
Fe ₂ O ₃	11,17	14,81	15,14	11,09	12,88	6,25	10,52	19,31	12,49	19,36	15,57	5,22
MgO	8,04	10,69	11,05	13,07	9,40	3,63	0,80	1,24	8,42	6,47	7,64	2,64
CaO	14,32	7,84	6,42	6,30	9,39	0,11	0,07	0,08	9,52	1,35	5,08	19,87
Na ₂ O	2,18	2,94	3,15	3,02	3,05	1,23	0,45	0,11	3,83	1,98	2,74	0,00
K ₂ O	0,16	0,22	0,07	0,14	0,36	0,20	0,10	0,35	0,09	0,03	0,05	0,01
TiO ₂	1,27	1,19	1,60	0,84	1,52	0,41	0,26	0,18	1,35	1,54	1,74	0,58
P ₂ O ₅	0,14	0,11	0,14	0,07	0,20	0,08	0,04	0,03	0,11	0,17	0,19	0,06
MnO	0,17	0,27	0,24	0,32	0,30	0,52	0,10	0,03	0,27	0,32	0,31	0,08
Cr ₂ O ₃	0,06	0,04	0,05	0,05	0,05	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02
CuO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,37	3,19	2,90	0,00	4,82	1,69	0,00
LOI	4,94	4,02	3,98	3,74	4,09	3,81	5,33	5,03	2,71	7,02	5,21	6,59
Toplam	99,72	99,48	99,57	99,23	99,56	99,72	98,56	99,32	99,68	99,19	99,15	99,93

Tablo 4.2b: Volkaniklere ait iz element (ppm) analizleri.

Kayaç Türü	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt
Numune adı	K2-37	K2-38	K3-39	K2-43	K2-44	K2-45	K2-46	K2-47	KGD-625	KGD-629	KGD-913A	KGD-913B	KGD-913C	KGD-914
İz Elementler														
Sc	106,65	102,85	131,36	153,70	108,98	90,08	86,40	86,41	81,39	72,04	84,14	162,14	209,83	162,24
Y	47,71	63,19	45,65	24,71	18,24	23,00	23,48	15,54	62,92	47,83	56,29	105,11	110,89	34,28
Th	0,33	0,36	0,25	0,10	0,49	0,19	0,16	0,11	0,72	0,56	0,60	0,55	0,60	0,11
Li	17,18	27,36	12,12	22,96	12,44	14,39	21,20	15,68	9,32	11,58	5,04	14,70	9,17	10,16
Be	0,86	2,09	1,31	0,46	0,51	0,74	1,14	0,64	1,29	1,09	1,62	1,58	1,49	0,94
Co	37,00	43,34	33,14	42,57	37,20	35,87	33,41	32,42	46,64	36,49	41,39	40,65	39,79	30,97
Ni	277,42	797,37	216,68	192,49	434,57	230,07	262,00	717,86	16,18	9,16	15,06	14,65	11,33	100,97
Cu	47,26	49,00	32,35	162,48	7,59	79,62	0,00	81,25	41,39	32,52	36,64	37,65	33,80	46,03
Zn	108,29	204,49	87,67	94,13	34,83	61,54	78,80	37,06	144,55	116,40	152,72	152,63	109,64	34,16
Ga	20,02	23,15	17,33	15,14	16,44	16,98	15,20	12,67	24,20	15,11	19,44	21,46	17,21	10,37
As	49,31	26,53	56,58	72,66	64,57	55,90	31,85	54,35	11,44	14,96	20,32	24,52	25,11	21,97
Se	3,60	0,00	4,77	0,00	0,29	1,02	0,00	1,39	0,00	0,00	8,06	7,04	3,20	1,29
Rb	23,86	19,09	1,25	2,75	3,55	3,81	1,71	1,18	1,20	1,61	1,57	2,39	1,77	0,99
Sr	81,55	74,67	76,87	56,73	139,55	124,29	126,18	153,50	39,62	70,42	85,78	58,59	69,65	45,13
Ag	1,14	3,19	1,10	0,32	0,58	0,25	1,78	0,30	1,30	1,49	2,15	0,66	0,46	0,00
Cd	0,63	2,85	0,35	0,25	0,31	0,16	1,67	0,91	0,49	0,00	0,85	0,40	0,31	0,17
In	0,11	0,04	0,07	0,05	0,05	0,05	0,00	0,04	0,12	0,20	0,13	0,13	0,14	0,03
Cs	0,83	1,12	0,20	0,19	0,22	0,29	0,26	0,15	0,12	0,18	0,20	0,16	0,15	0,11
Ba	61,58	19,39	25,75	53,02	23,27	84,19	15,33	42,62	12,52	16,65	16,96	6,06	6,23	0,00
Tl	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pb	7,68	37,85	6,90	7,51	12,20	4,69	30,14	12,82	7,16	3,78	5,15	0,00	0,00	0,00

Tablo 4.2b: Devamı.

Kayaç Türü	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt
Numune adı	K2-37	K2-38	K3-39	K2-43	K2-44	K2-45	K2-46	K2-47	KGD-625	KGD-629	KGD-913A	KGD-913B	KGD-913C	KGD-914
İz Elementler														
U	0,22	0,67	0,40	0,10	0,14	0,06	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,17	0,11	0,01
Au	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
Hf	5,91	6,12	4,87	1,52	1,28	1,92	2,52	1,10	8,09	7,16	8,58	7,67	7,87	2,24
Ir	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,01
Pd	9,46	10,60	8,40	2,45	2,13	3,36	4,92	1,93	0,30	0,42	0,22	0,27	0,32	0,21
Pt	0,05	0,05	0,04	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,07	0,06	0,05	0,07	0,08	0,03
Rh	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,10	0,06	0,03	0,05	0,05	0,03
Ru	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02	0,03	0,04	0,04
Sb	0,19	0,23	0,22	0,18	0,19	3,20	0,15	0,13	1,04	0,18	0,72	0,60	1,86	0,61
Sn	2,80	2,39	1,56	1,05	0,77	0,98	1,13	0,86	3,44	3,08	2,77	1,87	1,94	0,82
Te	0,06	0,22	0,05	0,09	0,04	0,07	0,05	0,05	0,10	0,07	0,03	0,05	0,07	0,04
Ta	0,21	0,30	0,50	0,40	0,12	0,24	0,40	0,39	0,51	0,54	0,31	0,27	0,13	0,22
Nb	7,00	5,00	6,00	4,00	6,00	4,00	3,00	4,00	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	3,00
V	611,00	711,00	599,00	311,00	283,00	296,00	109,00	146,00	659,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zr	231,00	289,00	223,00	78,00	59,00	96,00	109,00	146,00	248,00	241,00	263,00	259,00	249,00	89,00

Tablo 4.2b: Devamı.

Kayaç Türü	Diyabaz	Diyabaz	Diyabaz	Diyabaz	Diyabaz	Andezit	Andezit	Andezit	Diyabaz	Diyabaz	Diyabaz	Diyabaz
Numune adı	K2-60	K2-61	K2-63	K2-64	K2-71	KGD-150	KGD-151	KGD-152	KGD-191	KGD-910C	KGD-910F	KGD-911
İz Elementler												
Sc	74,52	125,74	157,62	111,52	121,79	267,35	231,56	227,00	110,22	73,43	108,23	145,05
Y	21,19	23,86	27,03	18,38	23,60	9,97	8,43	4,71	31,80	15,65	28,89	14,69
Th	0,35	0,20	0,39	0,15	0,43	0,37	0,24	0,21	0,30	0,58	0,48	0,18
Li	9,46	10,54	10,16	11,03	8,61	116,49	75,00	53,63	8,92	7,17	9,16	3,03
Be	0,92	0,82	0,82	0,75	1,03	1,01	0,36	0,37	1,04	0,38	0,73	0,88
Co	39,22	36,84	46,02	27,22	35,40	81,08	42,95	18,12	76,71	46,17	53,54	25,95
Ni	317,76	257,43	165,35	275,51	624,03	131,07	22,74	33,63	84,47	18,82	39,25	22,82
Cu	67,74	216,62	69,22	14,59	65,88	9919,09	21784,50	18788,42	120,90	17040,53	7488,23	21,97
Zn	45,64	81,05	134,66	158,56	68,63	723,22	680,71	607,34	161,18	1695,74	1537,00	0,00
Ga	16,82	14,07	14,67	12,25	16,44	17,86	10,11	6,73	21,46	10,31	15,35	12,06
As	51,45	53,21	63,27	52,60	48,48	63,82	1213,42	144,40	67,09	25,71	33,21	22,78
Se	1,53	0,25	2,66	0,76	1,44	11,67	41,58	51,04	8,89	3,15	5,77	5,00
Rb	1,96	2,07	1,15	1,26	3,68	3,92	2,54	4,01	1,86	0,57	0,71	0,50
Sr	104,68	114,06	92,85	94,44	106,28	61,16	68,84	31,81	124,20	28,63	185,76	18,10
Ag	0,54	0,49	0,51	0,50	0,51	1,64	4,07	6,33	1,40	4,06	2,73	0,00
Cd	0,55	0,43	0,07	0,38	0,95	2,85	5,10	1,57	0,33	2,95	2,14	0,07
In	0,05	0,08	0,05	0,06	0,04	0,04	0,32	1,23	0,10	0,10	0,22	0,00
Cs	0,55	1,64	0,62	0,50	0,24	0,99	0,47	0,79	1,09	0,09	0,05	0,06
Ba	75,82	37,92	26,98	23,50	73,51	255,35	81,10	46,85	32,09	2,02	8,41	0,00
Tl	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,30	0,10	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00
Pb	9,05	9,09	3,91	10,01	12,52	31,30	42,01	36,57	9,76	10,52	0,68	2,70

Tablo 4.2b: Devamı.

Kayaç Türü	Diyabaz	Diyabaz	Diyabaz	Diyabaz	Diyabaz	Andezit	Andezit	Andezit	Diyabaz	Diyabaz	Diyabaz	Diyabaz
Numune adı	K2-60	K2-61	K2-63	K2-64	K2-71	KGD-150	KGD-151	KGD-152	KGD-191	KGD-910C	KGD-910F	KGD-911
İz Elementler												
U	0,18	0,09	1,06	0,09	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	0,02
Au	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,05	0,04	0,09	0,00	0,02	0,02	0,01
Hf	2,08	1,79	2,34	1,35	2,27	0,92	0,57	0,44	2,12	2,62	2,20	0,92
Ir	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00
Pd	3,93	3,39	4,63	2,51	4,10	0,09	0,06	0,05	0,26	0,10	0,47	0,09
Pt	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01
Rh	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,21	0,49	0,47	0,03	0,50	0,18	0,02
Ru	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,04	0,05	0,09	0,02	0,05	0,03
Sb	0,22	0,19	0,25	0,22	0,12	6,22	1,97	4,64	0,28	0,25	0,20	0,44
Sn	1,29	0,82	1,00	1,00	1,11	0,36	0,43	0,76	0,95	1,30	0,77	0,37
Te	0,04	0,04	0,08	0,07	0,06	0,13	0,22	0,74	0,02	0,07	0,08	0,02
Ta	0,33	0,41	0,29	0,54	0,53	0,22	0,32	0,33	0,45	0,44	0,42	0,44
Nb	4,00	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00	4,00	3,00	3,00	3,00	4,00	1,00
V	297,00	382,00	352,00	253,00	382,00	192,00	184,00	199,00	434,00	370,00	483,00	0,00
Zr	96,00	80,00	115,00	51,00	101,00	32,00	26,00	23,00	80,00	100,00	96,00	38,00

Tablo 4.2c: Volkaniklere ait nadir toprak element (ppm) analizleri.

Kayaç Türü	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt	Bazalt
Numune adı	K2-37	K2-38	K3-39	K2-43	K2-44	K2-45	K2-46	K2-47	KGD-625	KGD-629	KGD-913A	KGD-913B	KGD-913C	KGD-914
Nadir Toprak Elementleri														
La	5,54	7,74	5,56	2,14	3,42	3,07	3,18	1,45	12,67	9,34	8,70	10,74	10,61	3,90
Ce	17,94	24,05	17,22	9,12	8,38	9,55	10,95	4,96	29,94	24,61	25,24	36,48	38,08	12,84
Pr	3,02	3,79	2,90	1,32	1,18	1,47	1,68	0,77	7,17	5,74	5,23	6,51	6,75	2,21
Nd	16,26	20,27	15,85	7,83	6,03	8,10	9,26	4,44	31,42	25,48	25,53	35,44	37,01	11,73
Sm	5,54	6,70	5,24	2,71	2,02	2,69	2,94	1,58	11,27	9,18	8,83	12,00	12,58	3,90
Eu	1,86	2,21	1,78	1,10	0,89	0,98	1,15	0,61	3,93	3,19	2,94	3,88	4,11	1,46
Gd	8,03	10,04	7,55	3,96	3,00	3,84	4,11	2,39	15,67	12,70	12,67	17,05	17,73	5,62
Tb	1,39	1,69	1,31	0,69	0,50	0,65	0,68	0,42	3,18	2,62	2,33	2,86	3,04	0,94
Dy	9,09	11,18	8,43	4,46	3,25	4,27	4,37	2,81	17,28	14,22	14,23	18,86	20,02	6,05
Ho	1,90	2,34	1,77	0,91	0,68	0,88	0,91	0,61	4,39	3,51	3,30	3,95	4,21	1,27
Er	5,63	6,88	5,14	2,61	1,98	2,55	2,64	1,78	11,30	8,78	9,21	11,72	12,45	3,66
Tm	0,80	0,97	0,72	0,36	0,28	0,36	0,37	0,25	1,97	1,49	1,41	1,69	1,80	0,53
Yb	5,15	6,06	4,63	2,16	1,74	2,25	2,36	1,60	10,65	7,96	8,42	10,97	11,60	3,25
Lu	0,79	0,90	0,69	0,30	0,26	0,33	0,34	0,24	1,91	1,40	1,36	1,65	1,76	0,48

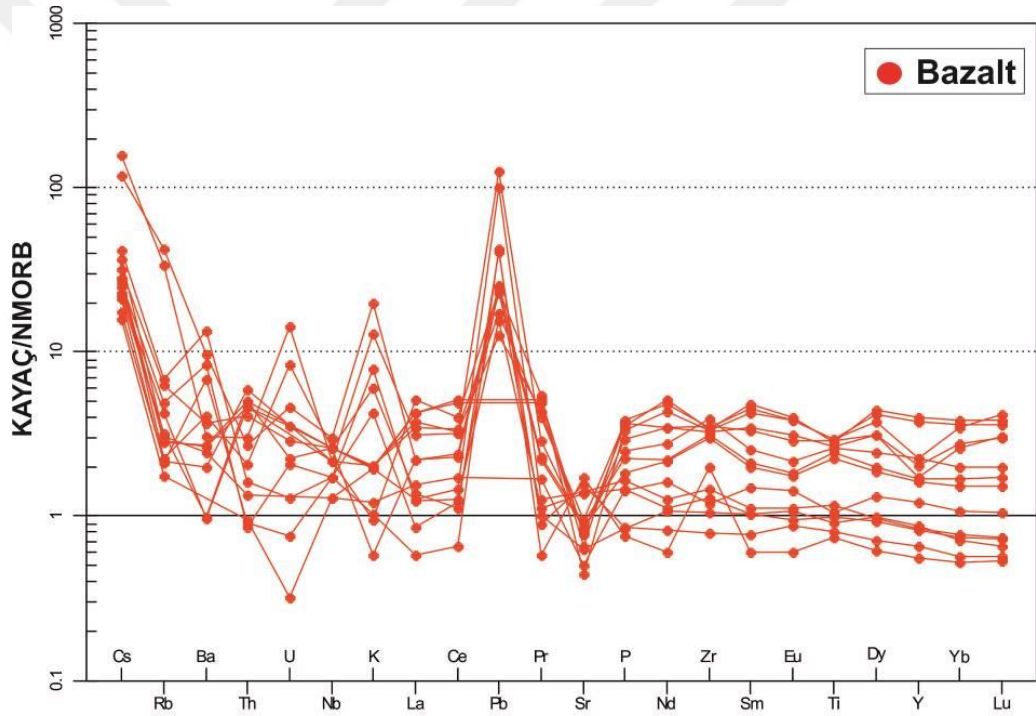
Tablo 4.2c: Devamı.

Kayaç Türü	Diyabaz	Diyabaz	Diyabaz	Diyabaz	Diyabaz	Andezit	Andezit	Andezit	Diyabaz	Diyabaz	Diyabaz	Diyabaz
Numune adı	K2-60	K2-61	K2-63	K2-64	K2-71	KGD-150	KGD-151	KGD-152	KGD-191	KGD-910C	KGD-910F	KGD-911
Nadir Toprak Elementleri												
La	4,56	3,29	4,29	2,39	5,32	1,26	1,30	0,59	3,64	3,62	6,58	3,14
Ce	12,17	9,20	12,81	6,42	14,46	5,02	3,50	2,39	10,53	10,26	16,18	7,35
Pr	1,76	1,42	1,79	0,98	1,99	0,71	0,51	0,32	1,57	1,62	2,32	1,07
Nd	8,77	7,60	9,54	5,14	9,98	4,00	2,68	1,75	8,58	7,34	11,25	5,13
Sm	2,57	2,52	3,08	1,75	3,00	1,40	0,83	0,61	2,85	2,35	3,40	1,58
Eu	0,94	0,97	1,09	0,78	1,03	0,34	0,20	0,15	1,02	0,83	1,36	0,61
Gd	3,59	3,74	4,52	2,68	4,15	1,95	1,34	0,84	4,21	3,05	4,93	2,32
Tb	0,60	0,65	0,76	0,47	0,69	0,30	0,20	0,14	0,70	0,59	0,80	0,40
Dy	3,92	4,32	4,94	3,17	4,43	1,84	1,32	0,89	5,03	3,76	5,12	2,62
Ho	0,82	0,91	1,03	0,69	0,91	0,39	0,31	0,21	1,02	0,86	1,07	0,59
Er	2,40	2,65	2,97	2,05	2,61	1,17	0,83	0,58	3,18	2,37	3,07	1,69
Tm	0,34	0,37	0,41	0,29	0,36	0,16	0,12	0,09	0,44	0,37	0,42	0,25
Yb	2,18	2,34	2,56	1,92	2,28	1,05	0,68	0,54	2,96	2,25	2,70	1,54
Lu	0,33	0,35	0,38	0,30	0,33	0,16	0,10	0,09	0,42	0,34	0,38	0,24

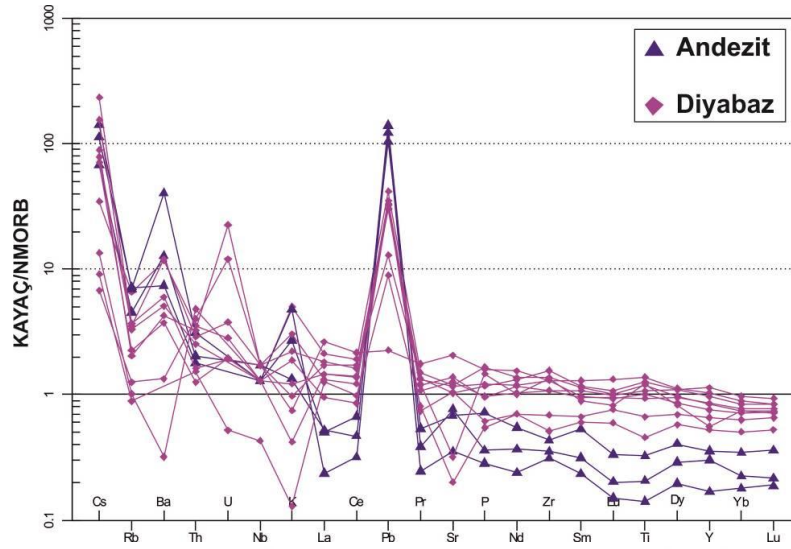
4.4.2.2. Uyumsuz Elementler

Saraycık formasyonuna ait volkanik kayaların N-MORB'a göre normalize edilmiş iz element örümcek (spider) diyagramı (Sun ve McDonough, 1989) hazırlanmıştır (Şekil 4.65-66). Değerlendirmenin anlamlı olması bakımından bazaltlar ile andezit ve diyabazlara ait iz elementlerin örümcek (spider) diyagramları ayrı ayrı hazırlanmıştır.

Hazırlanan diyagramlarda büyük iyon yarıçaplı litofil elementlerce (LILE; Ba, Th, U) zenginleşmenin olduğu görülmektedir. Davranış kalıcılığı yüksek elementlerce ise (HFSE; Nb, Ti, Zr, Hf, Y) fakirleşme görülmektedir. Kayaçlarda pozitif Pb anomali göze çarpmaktadır.



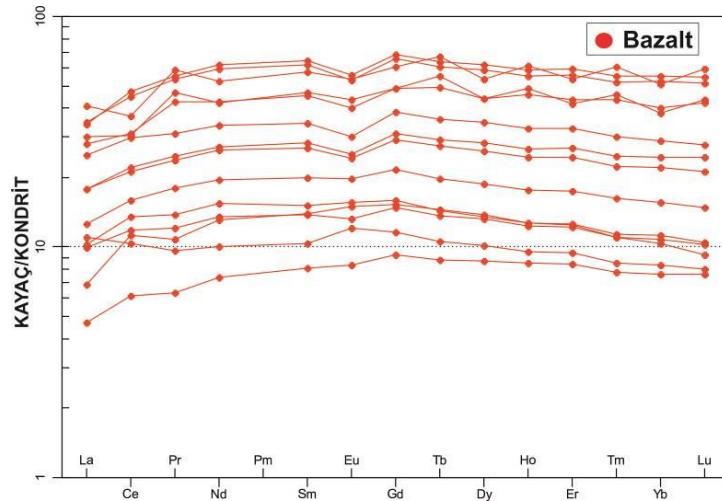
Şekil 4.65: Bazaltların N-MORB'a göre normalize edilmiş iz element örümcek (spider) diyagramı (Sun ve McDonough, 1989).



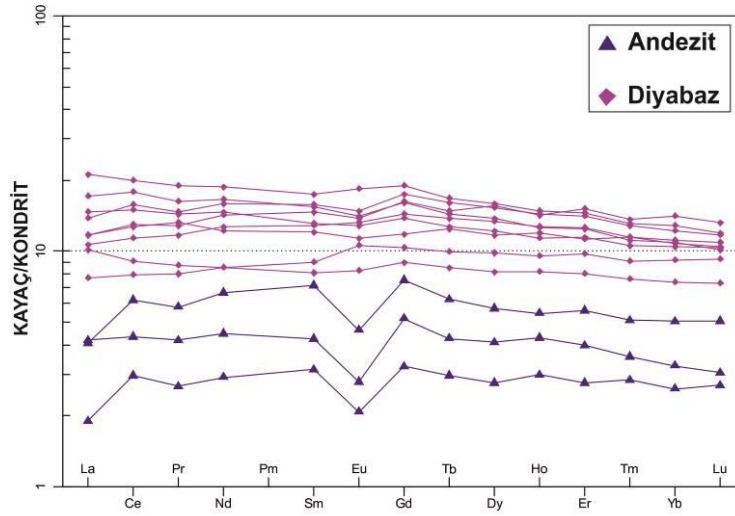
Şekil 4.66: Andezit ve diyabazların N-MORB'a göre normalize edilmiş iz element örümcek (spider) diyagramı (Sun ve McDonough, 1989).

4.4.2.3. Nadir Toprak Elementler

Bazalt ve andezit ile diyabazların Kondrit'e göre normalize edilmiş Nadir Toprak Element (NTE) örümcek (spider) diyagramları (Boynton, 1984) ayrı ayrı hazırlanmıştır (Şekil 4.67-68). Hafif Nadir Toprak Elementlerce (LREE; La, Ce, Pr, Nd) zenginleşme, Ağır Nadir Toprak Elementlerce (HREE; Er, Tm, Yb, Lu) ise yatay ve yataya yakın dağılım gözlenmiştir.



Şekil 4.67: Bazaltların Kondrit'e göre normalize edilmiş Nadir Toprak Element (NTE) örümcek (spider) diyagramı (Boynton, 1984).



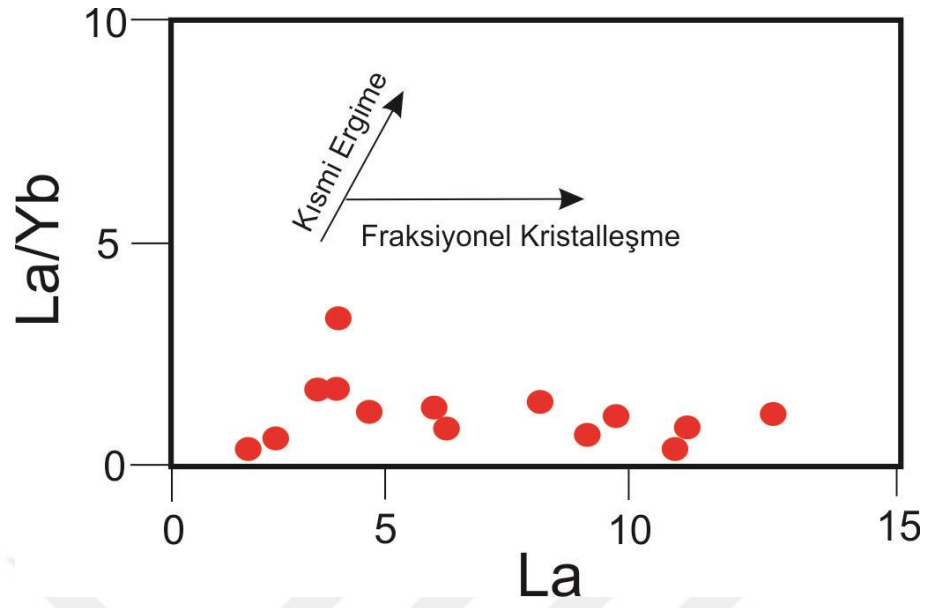
Şekil 4.68: Diyabaz ve andezitlerin Kondrit'e göre normalize edilmiş Nadir Toprak Element (NTE) örümcek (spider) diyagramı (Boynton, 1984).

Saraycık formasyonuna ait volkanik kayaların N-MORB'a göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramında hafif nadir toprak elementlerden (LREE) ağır nadir toprak elementlere (HREE) doğru gidildikçe elementlerin uyumsuzluk dereceleri ve hareketliliği azalmaktadır (Wilson, 1989). Her iki diyagramda da bazalt, andezit ve diyabaz verileri paralellik sunmaktadır.

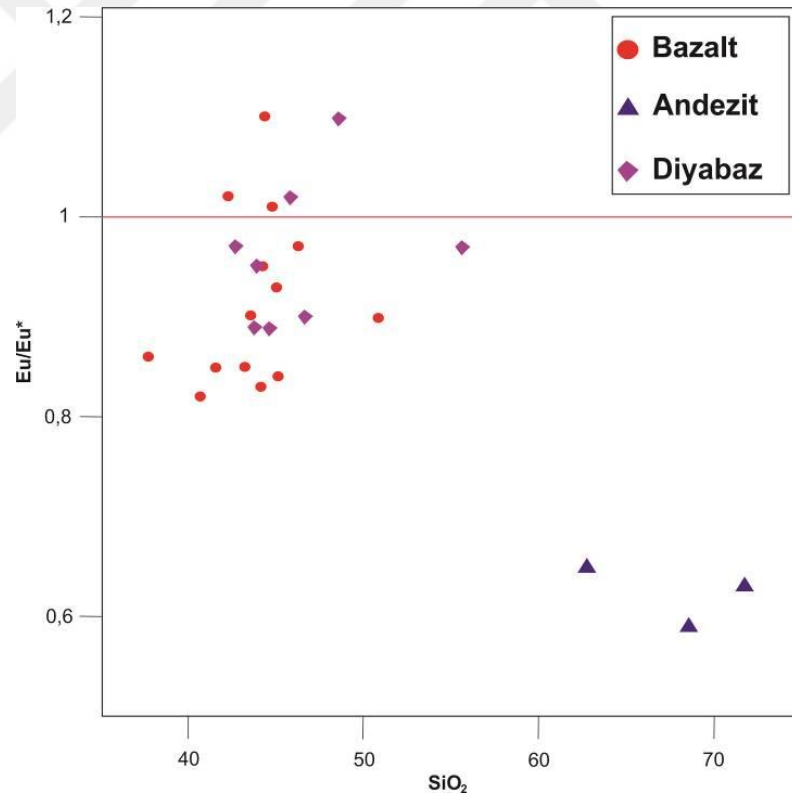
La-La/Yb diyagramı, kısmi ergime derecesinin hassas olarak belirlenmesinde önemli bir göstergedir (Huang ve diğ. 2012). Bu sebeple bazaltlara ait La-La/Yb diyagramı hazırlanmıştır (Şekil 4.69). Bu diyagrama göre bazaltların oluşumu esnasında fraksiyonel kristalleşme eğiliminde oldukları görülmektedir.

Volkanik kayaların Eu/Eu* oranları 0.59 ile 1.10 arasında değişmektedir. İncelenen 26 adet örnekten 5 adedi 1'den fazla olması sebebiyle pozitif Eu anomalisi göstermektedir. 21 adet örnek ise 1'den az olması sebebiyle negatif Eu anomalisi göstermektedir. Özellikle diyabaz örneklerinin Eu/Eu* oranlarının diğer volkanik kayalara göre çok daha az olduğu tespit edilmiştir.

Eu/Eu* oranlarının SiO₂'ye karşı değişimini ortaya koyabilmek amacıyla diyagram hazırlanmıştır (Şekil 4.70). Bazı örneklerde gözlenen negatif Eu anomalisi feldispat mineralinin veya kayacın kısmi ergimesi sırasında feldispat mineralinin kayaktan uzaklaşmasının bir sonucu olabilir (Rollinson, 1993).



Şekil 4.69: Bazaltların fraksiyonel kristallenme eğilimlerini gösteren La-La/Yb diyagramı (Huang ve diğ. 2012).

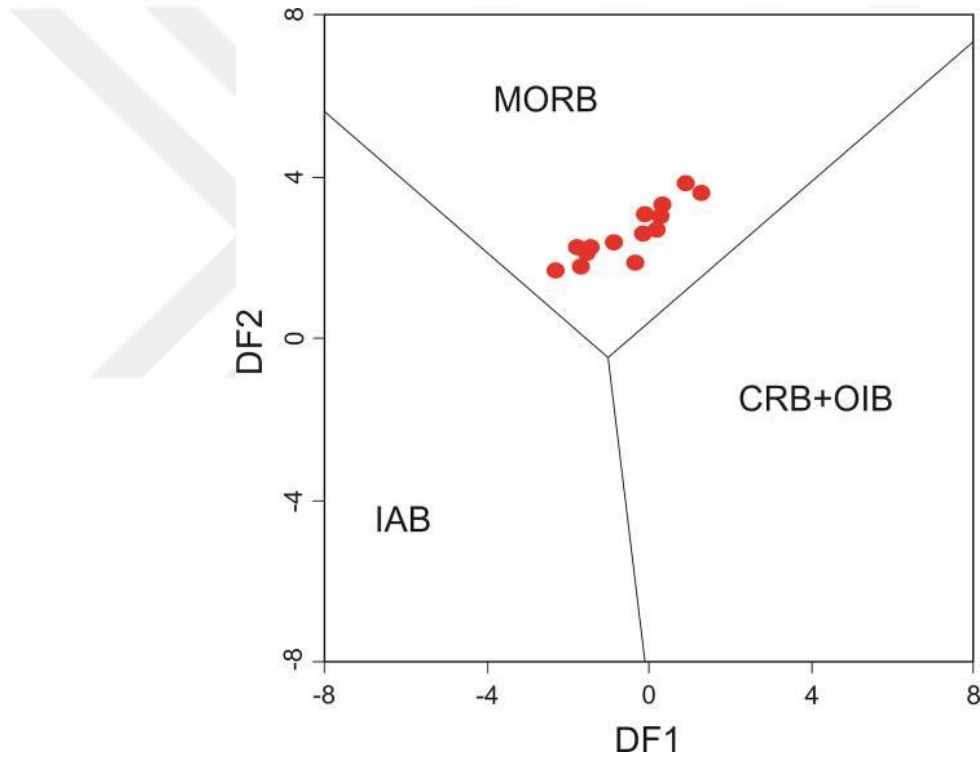


Şekil 4.70: Volkanik kayaçların Eu/Eu*-SiO₂ diyagramı, $Eu/Eu^* = Eu(N) / \sqrt{(Sm(N) \cdot Gd(N))}$ (Taylor ve McLennan, 1985).

4.4.2.4. Jeodinamik Ortam

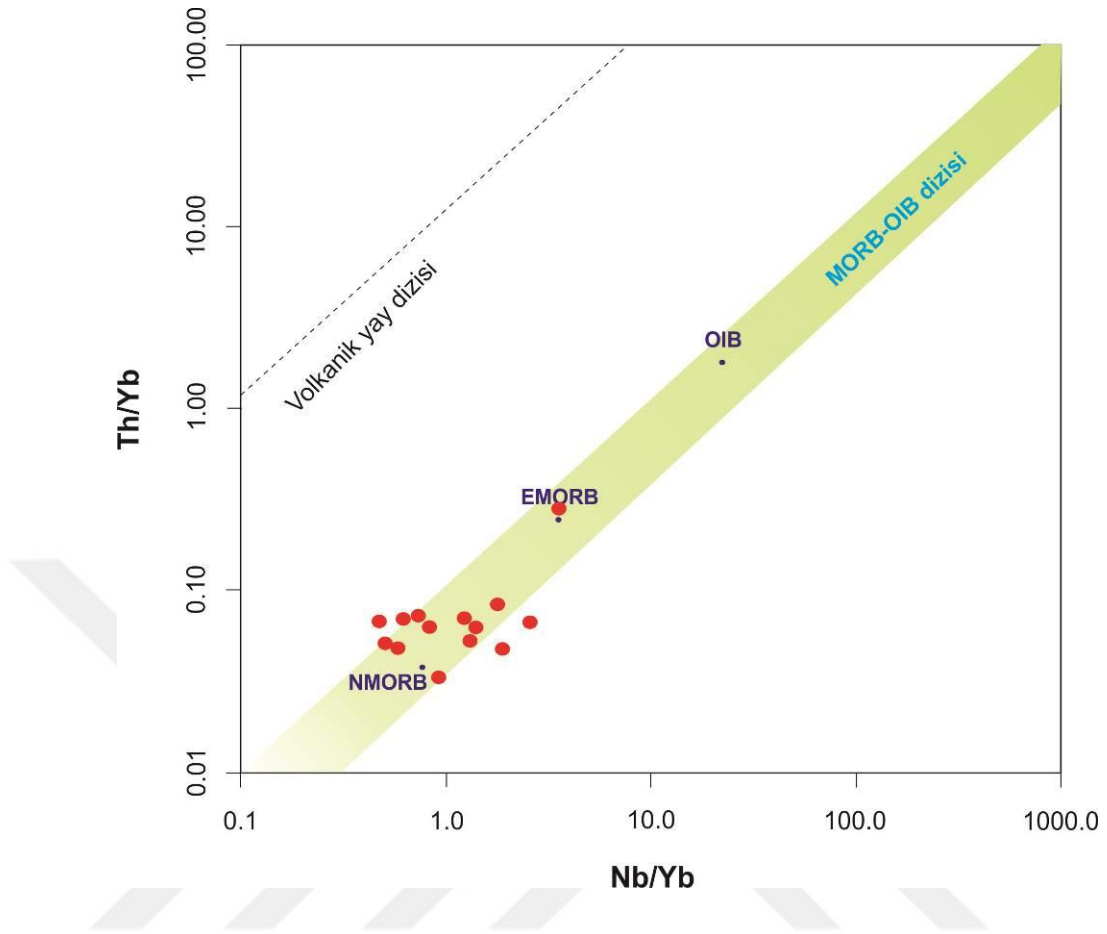
Volkanik kayaçların jeotektonik ortamını incelemek için farklı araştırmacılar tarafından önerilen diyagramlar kullanılmıştır. Diyagram oluştururken bazaltların verileri kullanılmıştır.

Agrawal ve diğ. (2008) tarafından geliştirilen istatistiksel ve logaritmik hesaplamalarla hareketsiz elementlere La, Sm, Yb, Nb, Th dayanarak oluşturulan DF1-DF2 diyagramına göre örneklerin okyanus ortası sırtı bazaltı (MORB) alanına düştüğü tespit edilmiştir (Şekil 4.71).



Şekil 4.71: Bazaltların DF1-DF2 tektonik ayırım diyagramındaki (Agrawal ve diğ. 2008) konumları.

Pearce (2008) tarafından geliştirilen Th/Yb-Nb/Yb diyagramında ise bazalt örneklerinin normal okyanus ortası sırtı bazaltı (NMORB) alanında yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 4.72).



Şekil 4.72: Bazaltların Th/Yb-Nb/Yb diyagramı (Pearce 2008).

4.4.3. Allokton Kumtaşlarının Jeokimyası

İnceleme alanında allokton konumlu Alt Tektonik Dilime ait Çalarasın formasyonu içerisindeki farklı seviyelerde kumtaşları yer almaktadır. Petrografik çalışmalarda kumtaşlarının yoğun olarak volkanik kayaç parçacıklarından oluştuğu ve karbonat çimentolu olduğu tespit edilmiştir. Alt Tektonik Dilimin en üst seviyelerini temsil eden Çalarasın formasyonu içerisindeki kumtaşlarından derlenen 7 adet örneğin jeokimyasal analizleri yapılmıştır (Tablo 4.3a-b-c). Elde edilen analiz sonuçları diyagramlarda değerlendirilmiştir.

4.4.3.1. Kumtaşlarının Ana Oksit ve İz Element Değişimleri

Yapılan analiz sonucunda Çalarasın formasyonu içerisinde yer alan kumtaşlarının %SiO₂ değişimleri 26,46-71,78 arasındadır. Düşük SiO₂ içeriği olan örneğin karbonatça zengin karbonatlı kumtaşı olduğu görülmektedir. Petrografi çalışmalarında

kumtaşlarının genel olarak karbonat çimentolu olduğu ve volkanik kayaç parçacığı bakımından zengin olduğu belirtilmiştir.

Al_2O_3 değerleri % 5,22-10,86 arasında, Fe_2O_3 değerleri % 2,89-7,11 arasında ve CaO değerleri % 6,13-36,02 arasında değişmektedir. Na_2O , K_2O , P_2O_5 , TiO_2 ve MnO açısından örneklerde belirgin bir farklılık bulunmamaktadır.

İz elementler değerlendirildiğinde örneklerin Ba, Sc ve Sr oranlarının yüksek olduğu görülmektedir. Ba içeriğinin 541,86 ppm'e kadar ulaştığı görülmektedir. Sc içeriği 76,13-201,03 ppm arasında ve Sr içeriği 97,19-298,92 ppm arasında değişmektedir.

Tablo 4.3a: Kumtaşlarına ait ana element (% ağırlık) analizleri.

Kayaç Türü	Kumtaşı	Kumtaşı	Kumtaşı	Kumtaşı	Kumtaşı	Kumtaşı	Kumtaşı
Numune adı	KGD-9	KGD-10	KGD-12	KGD-13	KGD-14	KGD-15	KGD-20
Enlem ($^{\circ}K$)	34.630	34.600	34.606	34.630	34.630	34.630	34.606
Boylam ($^{\circ}D$)	58.020	57.990	57.990	58.020	58.020	58.020	57.970
Ana Oksitler (%)							
SiO_2	71,78	52,72	62,91	26,46	69,02	56,34	62,86
Al_2O_3	9,22	6,45	10,18	6,71	5,22	7,10	10,86
Fe_2O_3	2,89	3,13	5,55	1,77	3,55	3,45	7,11
MgO	1,09	0,89	1,86	0,76	0,77	1,15	2,67
CaO	6,13	20,43	9,55	36,02	13,22	18,52	6,80
Na_2O	3,28	1,54	2,68	0,69	0,55	2,12	2,76
K_2O	0,60	0,70	0,75	1,18	0,76	0,56	0,90
TiO_2	0,27	0,26	0,35	0,32	0,30	0,22	0,59
P_2O_5	0,09	0,10	0,10	0,06	0,09	0,05	0,08
MnO	0,05	0,37	0,09	0,07	0,05	0,24	0,11
Cr_2O_3	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
LOI	4,41	13,2	5,82	25,76	6,34	10,05	5,03
Toplam	99,82	99,78	99,84	99,81	99,98	99,81	99,76

Tablo 4.3b: Kumtaşlarına ait iz element (ppm) analizleri.

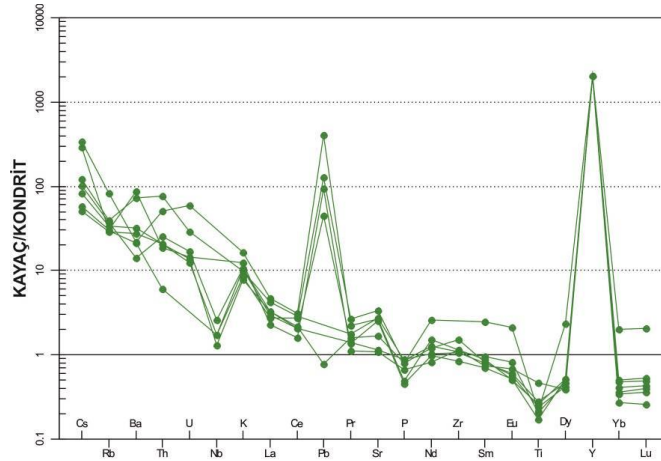
Kayaç Türü	Kumtaşı	Kumtaşı	Kumtaşı	Kumtaşı	Kumtaşı	Kumtaşı	Kumtaşı
Numune adı	KGD-9	KGD-10	KGD-12	KGD-13	KGD-14	KGD-15	KGD-20
İz Elementler							
Sc	201,03	149,44	167,43	76,13	198,97	115,85	131,56
Y	55,11	11,76	11,47	15,83	10,01	14,16	9,54
Th	0,73	9,26	2,48	6,03	3,01	2,48	2,22
Li	23,88	38,81	35,14	11,65	27,72	27,40	40,02
Be	1,57	0,89	0,85	1,90	1,09	1,52	1,31
Co	39,98	13,49	15,60	30,59	12,25	18,18	15,39
Ni	61,88	61,27	27,48	35,99	18,85	36,41	51,95
Cu	69,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zn	369,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ga	22,50	20,06	14,66	11,97	7,78	11,77	24,71
As	39,93	42,54	37,15	42,72	32,58	32,89	33,02
Se	16,15	38,02	4,41	18,96	0,00	10,46	0,00
Rb	16,38	21,70	18,69	46,46	20,66	16,13	17,17
Sr	298,92	246,47	101,17	237,35	148,96	224,09	97,19
Ag	8,71	3,26	0,76	0,81	0,51	0,49	0,85
Cd	0,51	0,18	0,00	0,46	0,03	0,09	0,00
In	0,42	0,60	0,20	0,15	0,07	0,00	0,08
Cs	2,03	0,85	0,57	2,37	0,71	0,35	0,41
Ba	134,32	461,23	199,42	137,94	89,08	171,43	541,86
Tl	0,24	0,03	0,08	0,26	0,04	0,05	0,03
Pb	37,88	0,00	0,00	120,80	0,23	13,49	28,00
U	0,00	1,36	0,58	2,79	0,79	0,64	0,68
Au	0,09	0,02	0,04	0,06	0,03	0,03	0,02
Hf	8,57	1,29	0,99	0,23	0,81	0,81	1,17
Ir	0,07	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02	0,02
Pd	1,09	2,61	1,83	0,57	1,84	1,47	2,29
Pt	0,12	0,02	0,02	0,00	0,01	0,04	0,02
Rh	0,07	0,05	0,03	0,05	0,04	0,05	0,04
Ru	0,06	0,23	0,18	0,15	0,21	0,23	0,22
Sb	0,50	3,14	0,86	2,07	0,86	2,90	3,58
Sn	1,73	1,16	1,07	1,52	1,03	0,92	1,14
Te	0,01	0,07	0,12	0,04	0,05	0,06	0,09

Tablo 4.3c: Kumtaşlarına ait nadir toprak element (ppm) analizleri.

Kayaç Türü	Kumtaşı	Kumtaşı	Kumtaşı	Kumtaşı	Kumtaşı	Kumtaşı	Kumtaşı
Numune adı	KGD-9	KGD-10	KGD-12	KGD-13	KGD-14	KGD-15	KGD-20
Nadir Toprak Elementleri							
La	6,81	10,56	7,42	11,69	8,05	8,11	5,61
Ce	20,59	21,24	15,32	22,89	16,30	15,24	11,92
Pr	3,50	2,34	1,85	2,89	2,11	1,78	1,46
Nd	18,88	9,23	7,43	11,03	8,63	7,18	5,99
Sm	6,44	2,47	2,06	2,33	2,12	1,85	1,92
Eu	2,15	0,83	0,60	0,51	0,57	0,52	0,68
Gd	9,72	3,14	2,73	2,81	2,85	2,62	2,20
Tb	1,62	0,38	0,36	0,37	0,35	0,36	0,30
Dy	10,71	2,11	2,10	2,30	1,87	2,30	1,75
Ho	2,26	0,42	0,45	0,50	0,38	0,50	0,38
Er	6,79	1,14	1,27	1,59	1,00	1,50	1,11
Tm	0,97	0,16	0,19	0,23	0,13	0,22	0,16
Yb	6,14	1,03	1,23	1,54	0,82	1,44	1,08
Lu	0,92	0,16	0,20	0,24	0,12	0,22	0,18

4.4.3.2. Uyumsuz Elementler

Kumtaşlarının kondrite normalize edilmiş iz element örümcek (spider) diyagramı (Sun ve McDonough, 1989) hazırlanmıştır (Şekil 4.73).

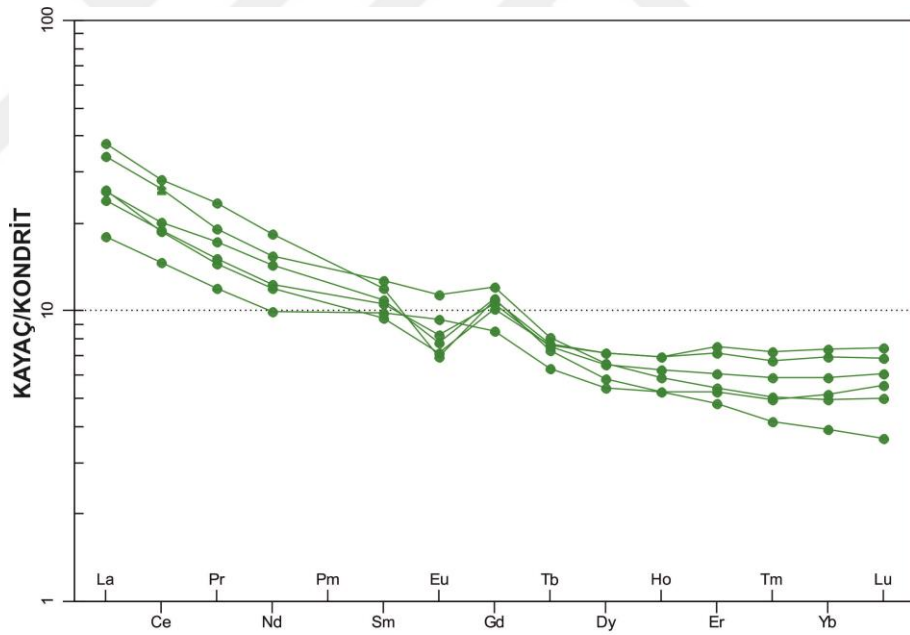


Şekil 4.73: Kumtaşlarının kondrite göre normalize edilmiş iz element örümcek (spider) diyagramı (Sun ve McDonough, 1989).

Hazırlanan diyagramlarda büyük iyon yarıçaplı litofil elementlerce (LILE; Ba, Th, U) zenginleşmenin olduğu görülmektedir. Davranış kalıcılığı yüksek elementlerce ise (HFSE; Nb, Ti, Zr) fakirleşme görülmektedir. Kayaçlarda pozitif Pb ve Y anomalisi göze çarpmaktadır. Eu ve P açısından negatif anomali gözlenmektedir. Th açısından zenginleşme, Th içeren ağır minerallerin volkanik kayaç parçacığı içerisinde yer aldıklarını göstermektedir.

4.4.3.3. Nadir Toprak Elementler

Allokton metakumtaşlarının Kondrit'e göre normalize edilmiş Nadir Toprak Element (NTE) örümcek (spider) diyagramı (Boynton, 1984) hazırlanmıştır (Şekil 4.74). Hafif Nadir Toprak Elementlerce (LREE; La, Ce, Pr, Nd) zenginleşme, Ağır Nadir Toprak Elementlerce (HREE; Er, Tm, Yb, Lu) ise yatay ve yataya yakın dağılım gözlenmiştir. Eu içeriği açısından negatif anomali göze çarpmaktadır.

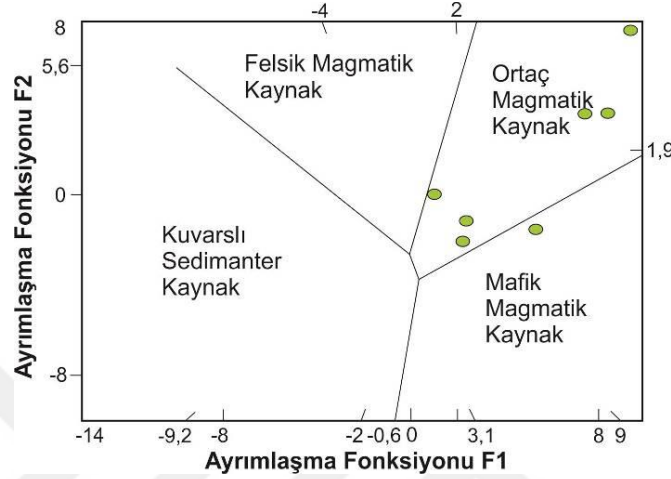


Şekil 4.74: Kumtaşlarının kondrit'e göre normalize edilmiş Nadir Toprak Element (NTE) örümcek (spider) diyagramı (Boynton, 1984).

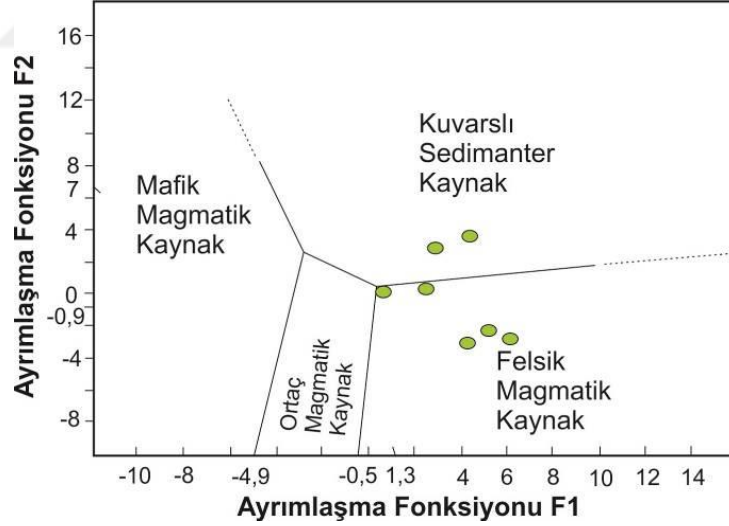
4.4.3.4. Provenans

Kumtaşlarının provenans izlerini ortaya koyabilmek amacıyla ana oksit değerleri kullanılarak diyagramlar hazırlanmıştır (Roser ve Korch, 1988). Bu diyagramların

ilkinde kumtaşları ortaç magmatik kaynak alanına düşmektedir (Şekil 4.75). 1 örnek ise mafik magmatik kaynak alanına düşmektedir. İkinci diyagramda ise kumtaşları felsik magmatik kaynak alanına düşmektedir (Şekil 4.76). 2 örnek ise kuvarslı sedimanter kaynak alanına düşmektedir.



Şekil 4.75: Kumtaşlarının ana elementlere göre provenansı için jeotektonik ayırtman diyagramı (Roser ve Korch, 1988).

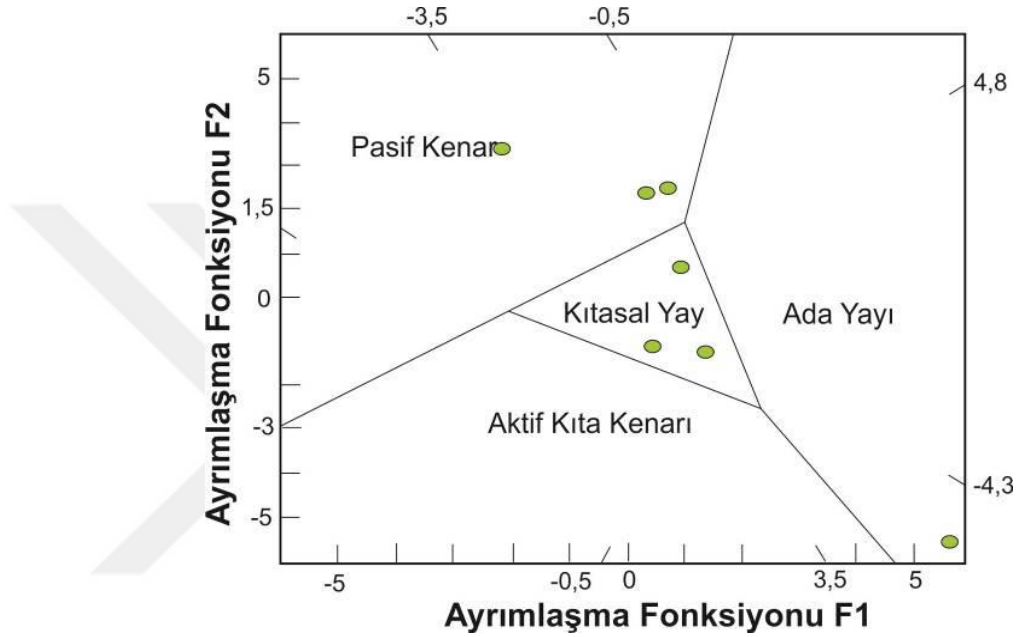


Şekil 4.76: Kumtaşlarının ana elementlere göre provenansı için jeotektonik ayırtman diyagramı (Roser ve Korch, 1988).

Petrografik ve jeokimyasal çalışmalar sonucunda kumtaşlarının magmatik bir kökenden beslendiği görülmektedir. Bazı örneklerin kuvarslı sedimanter kaynağı yansıtması, ikincil silisleşmelerden kaynaklanabilir.

4.4.3.5. Jeodinamik Ortam

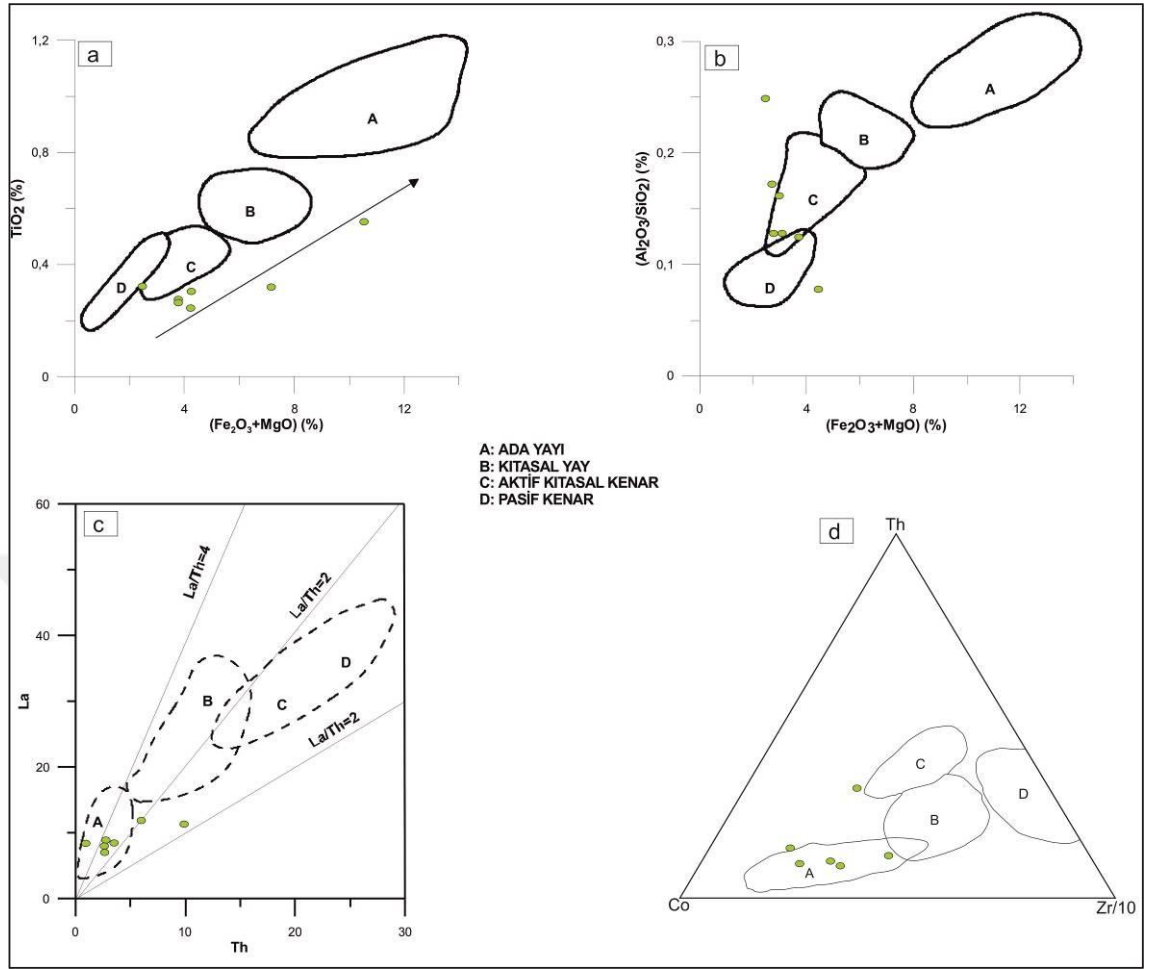
Kumtaşlarının jeotektonik ortamını belirlemek amacıyla Bhatia (1983) tarafından önerilen birinci ve ikinci ayrımlaşma fonksiyonlarını esas alan değişim diyagramı hazırlanmıştır (Şekil 4.77). Hazırlanan diyagrama göre örneklerin 3 tanesi pasif kenar alanına, 3 tanesi kıtasal yay alanına ve 1 tanesi de ada yayı alanına düşmektedir.



Şekil 4.77: Kumtaşlarının F1-F2 ayrımlaşma fonksiyonu diyagramı (Bhatia, 1983).

Kumtaşları için $(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO})-\text{TiO}_2$ diyagramında (Bhatia, 1983) incelenen örneklerin çoğu tanımlanan alanların dışında dağılım göstermektedir (Şekil 4.78a). Sadece bir örnek aktif kıtasal kenar alanında yer almaktadır. $(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO})-(\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2)$ diyagramında ise (Bhatia, 1983) birçok örnek aktif kıtasal kenar alanına düşmektedir (Şekil 4.78b).

Bhatia ve Crook (1986) tarafından geliştirilen La/Th değişim diyagramında örnekler ada yayı alanına (Şekil 4.78c), Th-Co-Zr/10 diyagramında (Şekil 4.78d) da ada yayı alanına düşmektedir.



Şekil 4.78: Kumtaşlarının jeotektonik değişim diyagramları, a) $(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO})$ – TiO_2 diyagramı (Bhatia, 1983), b) $(\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO})$ – $(\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2)$ diyagramı (Bhatia, 1983), c) La/Th diyagramı (Bhatia ve Crook, 1986), d) $\text{Th-Co-Zr}/10$ diyagramı (Bhatia ve Crook, 1986).

5. MADEN YATAKLARI

Türkiye'nin Pontid kuşağı boyunca çeşitli volkanojenik masif sülfür (VMS) yatakları gelişmiştir. Bunlardan Murgul (Artvin), Çayeli (Rize), Lahanos (Giresun) ve Kutlular yatakları (Trabzon) Kuroko tipi Cu-Zn yatak sınıfında (Çağatay, 1993; Aslaner ve diğ. 1995; Gökçe ve Spiro, 2002), Küre yatağı ise (Kastamonu) ise Kıbrıs tipi Cu yatağı (Çakır, 1995, Ustaömer ve Robertson, 1994) veya Besshi tipi (Koç ve diğ. 1995) yatak sınıfında kabul edilmektedir.

Son yıllarda özel şirketler ve MTA tarafından inceleme alanının 54 km kuzeyinde Kastamonu Hanönü'nde tespit edilen "Hanönü Masif Sülfür Yatağı"nın şistler içerisinde geliştiği ve yatağın Besshi tipi olabileceğini belirtilmiştir (Dönmez ve diğ. 2013).

Çorum ili Kargı ilçesinin doğusundaki Gökçedoğan köyü ve civarında farklı litostratigrafik birimler içerisinde Cu±Zn ve Fe±Cu cevherleşmeleri bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında 9 lokasyonda tespit edilen cevherleşmeler incelenmiştir. Bunlar;

- 1- Stratiform Cu-Zn cevherleşmeleri (Kömürlükdere ve Göçükdibi),
- 2- Damar tipi hidrotermal Cu±Zn cevherleşmeleri (Dedeninyurdur, Yergen, Fındıklıyar ve Ahmet Ağanın Yeri),
- 3- Damar tipi hidrotermal Fe±Cu cevherleşmeleri (Gökçedoğan, Tavşantepe, Devebağırdığı) cevherleşmeleridir.

Stratiform özellikteki Cu±Zn cevherleşmeleri otokton olan Bekirli formasyonu jeolojik konumuna göre kuzeyde yer alan Hanönü (Kastamonu) bakır yatağına benzerlik göstermektedir. Cevherleşmede metamorfizma izleri de gözlenmektedir. Yan kayaç ile uyumlu olan ve yan kaya ile olasılıkla benzer metamorfizma geçmişine sahip olması bu cevherleşmelerin sinsedimanter/sinjenetik kökenli olacağına işaret etmektedir.

Damar tipi $\text{Cu}\pm\text{Zn}$ cevherleşmeleri alloktan Kargı Ofiyolitik Melanjı içerisinde gelişmiştir. Ofiyolitik melanj içerisinde yer alan volkanik kayalar içerisinde damar tipi cevherleşmeler yer almaktadır. Cevher konumları ve yapısal unsurlar değerlendirildiğinde Yergen, Dedeninyurdu ve Fındıklıyar cevherleşmelerinin belli bir yapısal hat üzerinde geliştiği düşünülmektedir. Dolayısı ile bu cevherleşmelerin yapısal kontrollü olduğu değerlendirilmektedir.

Damar tipi $\text{Fe}\pm\text{Cu}$ cevherleşmeleri hem otokton hem de alloktan birimler içerisinde bulunmaktadır. Otokton Bekirli formasyonu içerisinde yer alan metabazitler ve alloktan Saraycık formasyonu içerisinde yer alan yastık yapılı bazaltlar içerisinde gelişmiştir. Bu cevherleşmeler; Tavşantepe, Devebağırdığı ve Gökçedoğan cevherleşmeleridir (Ek-1). Tavşantepe ve Gökçedoğan cevherleşmeleri inceleme alanının güney kısımlarında Otokton Bekirli formasyonuna ait litolojiler içerisinde yer almaktadır. Devebağırdığı cevherleşmesi Neotetis ofiyolitinin üst kısımlarını temsil eden alloktan nitelikli ve alt tektonik dilim içerisindeki Saraycık formasyonuna ait bazaltlar içerisinde yer almaktadır. Cevher zonu aynı zamanda Saraycık formasyonunun Bekirli formasyonuna bindirdiği düzleme yakın bir alanda bulunmaktadır. Bu cevherleşmeler tez kapsamı dışında olduğundan dolayı detaylı incelenmemiştir.

İncelenen cevher zonlarının özellikleri Tablo 5.1’de özetlenmiştir. Bu farklı özellikteki cevherleşmelerin jeolojik konumu, yan kayaç ilişkileri, cevherleşmenin yapısal ve litolojik ilişkileri, cevher içyapısı, cevher ve yan kayaç jeokimyası, cevher parajenezi, cevherleşmeye neden olan çözeltilerin karakterleri ve kökeni, cevherleşmede bulunan metallerin (Cu, Zn, S) kaynağı araştırılarak bu cevherleşmelerin oluşum kökeni ortaya konulmaya çalışılmıştır. Yapılan çalışma ile özellikle otokton konumlu Bekirli formasyonu içerisindeki metabazitler ile ilişkili gelişmiş Cu-Zn cevherleşmelerinin hangi jeotektonik ortamda, hangi tipte ve modelde oluştuğu ilk kez ortaya konulmuştur.

5.1. STRATİFORM Cu-Zn CEVHERLEŞMELERİ

Bu cevherleşmeler, bölgenin temelini oluşturan otokton konumlu Bekirli formasyonu içerisinde bulunmaktadır. Cevherleşme Bekirli formasyonu içerisindeki metabazit ve kuvarşist aralanmalı seviyelerde şistoziteye paralel olarak gözlenmektedir. Bu

cevherleşmeler inceleme alanında Kömürlükdere ve Şahin Deresi batısında yüzlek vermektedir (Ek-1).

Tablo 5.1: İnceleme alanındaki cevherleşmelerin genel özellikleri.

Yatak Adı	Yatak Şekli	Tektono-stratigrafik konum	Litoloji	Cevher Mineralleri	Doğrultu-Eğim	Uzunluk (m)	Ortalama Kalınlık (m)
Kömürlükdere	Stratiform	Otokton	Metabazit	Kalkopirit, Sfalerit, Magnetit, Hematit, Kovellit, Pirit	N75E, 40SE	400	15
Göçükdibi	Stratiform	Otokton	Metabazit	Kalkopirit, Sfalerit, Magnetit, Hematit, Pirit	N80E, 52SE	250	7
Dedeninyurdu	Damar Tipi	Allokon	Metadiyabaz	Kalkopirit, Sfalerit, Hematit, Bornit, Kovellit, Pirit	N75E, 50SE	150	2
Yergen	Damar Tipi	Allokon	Metadiyabaz	Kalkopirit, Sfalerit, Magnetit, Hematit, Bornit, Kovellit, Kalkosit, Pirit	N75E, 45SE	8	1
Fındıklıyar	Damar Tipi	Allokon	Metadiyabaz	Kalkopirit, Pirit, Sfalerit	NS, 50E	5	1
Ahmet Ağanın Yeri	Damar Tipi	Allokon	Metabazalt	Kalkopirit, Pirrotin, Sfalerit, Markazit, Pirit	N10E, 45SE	5	1

5.1.1. Kömürlükdere Cu-Zn Cevherleşmesi

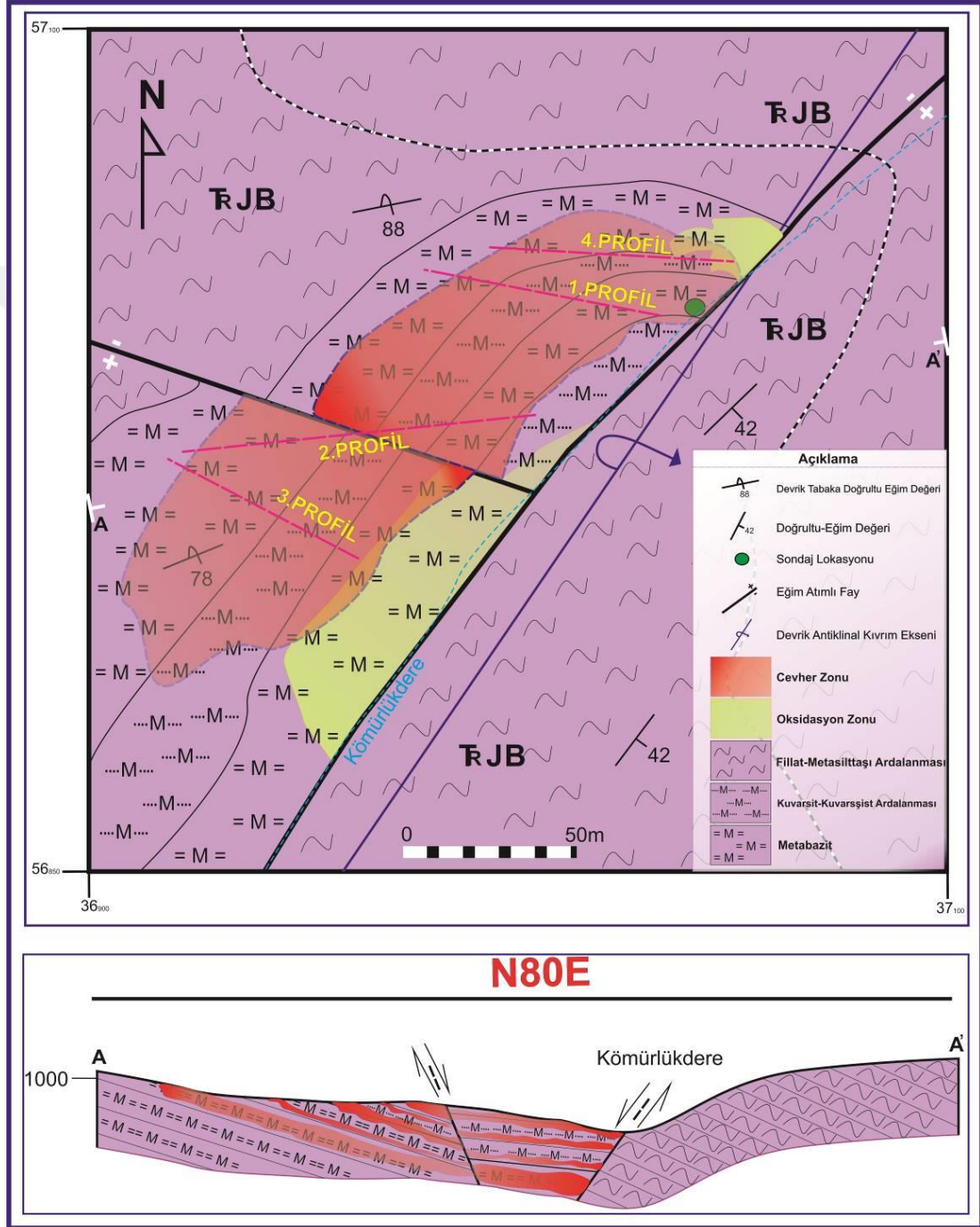
Kömürlükdere Cu-Zn cevherleşmesi, inceleme alanının güneyindeki Kömürlük derenin batı yamacında (Ek-1) yer almaktadır (Şekil 5.1). Cevherleşme bölgesinde Bekirli formasyonuna ait metabazit, kuvarsit ve kuvarşistler yaygın olarak mostra vermektedir.

Bekirli formasyonunun taban seviyelerin temsil eden metabazitlerin yüksek basınç koşullarında metamorfizmaya uğradığı belirtilmiştir (Ustaömer ve diğ. 2005). Tüysüz (1985, 1986) ise metabazitlerin epidot-amfibolit fasiyesinde metamorfizma geçirdiği belirtilmiştir.

Kömürlükdereden geçen devrik antiklinal eksenini boyunca kuzeydoğu güneybatı uzanımlı bir fay bulunmaktadır (Ek-1). Fayın düşen bloğu aynı zamanda devrik antiklinalin devrik kanadını oluşturmaktadır. Cevherleşme bu devrik kanat içerisinde bulunmaktadır (Şekil 5.2).

Cevher zonu yaklaşık 400 m uzunluğunda ve 10-20 m genişliğinde olup şistoziteye paralel bir şekilde gözlenmektedir. Metabazit ve kuvarşist aralanmalı istif içerisinde şistoziteye paralel olarak gözlenen cevherleşme sinjenetik karakterlidir (Şekil 5.3). Cevher zonu içerisinde birbirine paralel bantlar şeklinde gelişen cevher bantlarının kalınlığı 1-5 cm arasında değişmektedir.

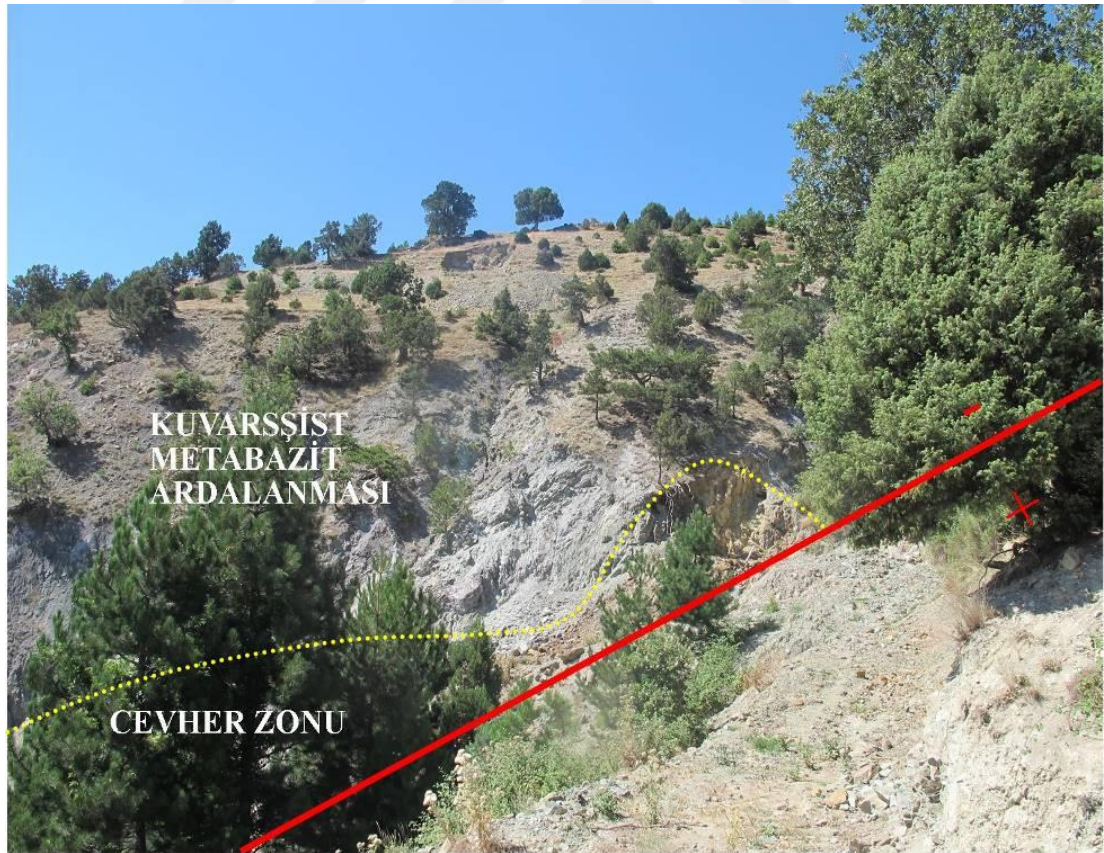
Cevher parajenezinde başlıca kalkopirit, sfalerit, magnetit, hematit, kovellit ve pirit mineralleri bulunmaktadır. Kalkopirit ve magnetit mineralleri genellikle milimetreden daha küçük boyutlarda ve saçınımlıdır. Bol miktarda bulunan pirit mineralleri ise genellikle özşekilli ve iri kristallidir.



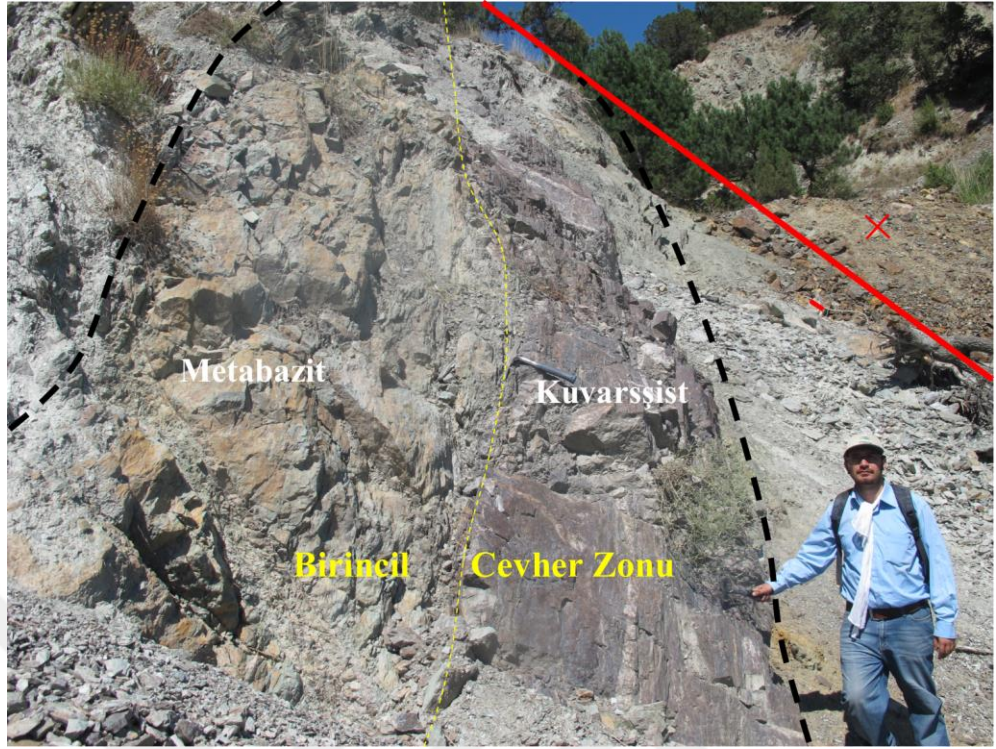
Şekil 5.1: Kömürlükdere Cu-Zn cevherleşmesinin sketch jeoloji haritası ve enine kesiti.

Birincil cevher zonu süperjen alterasyondan etkilenmiştir (Şekil 5.4). Bu süreçte süperjen alterasyon zonunda gelişen kükürt ve limonit yaygın olarak gözlenmekte (Şekil 5.5a) ve bazı seviyelerde sıvama şeklinde malakit oluşumları da gelişmiştir (Şekil 5.5b-c). İkincil olarak gelişen malakit sıvalamaları bazı seviyelerde görülmektedir. Süperjen alterasyon zonunda kükürt ve limonit yaygın olarak gözlenmektedir. Limonitli zonlar yer yer ince-uzun şeritler halinde yer yer ise şistler içinde ardalanmalı halde görülmektedir. Bu alterasyon zonu hem laminalar arasında hem de kırık ve çatlak yüzeylerinde izlenmektedir. Süperjen alterasyondan etkilenmeyen zonlarda ise metabazitler içerisinde kalkopirit içeren bantlı pirit seviyeleri şistoziteye paralel olarak bulunmaktadır (Şekil 5.5d).

Bölgedeki faylanma nedeniyle kayalar bol kırık, çatlak ve eklemler içermektedir. Dere boyunca uzanan fayın etkisiyle cevherde breşik dokular gelişmiştir. Deformasyondan kayalarla beraber cevher mineralleri de etkilenmiştir.



Şekil 5.2: Cevher zonunun genel görünümü (Güneydoğudan Kuzeybatıya bakış).



Şekil 5.3: Metabazit ve kuarşşist ardalanmalı istif içerisinde gelişen birincil cevher zonunun görünümü (Güneybatıdan Kuzeydoğuya bakış).

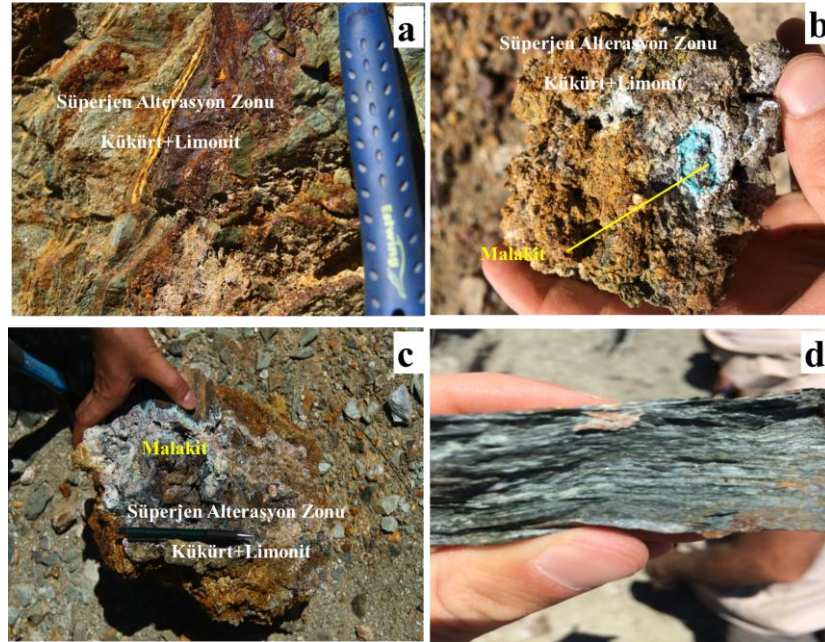


Şekil 5.4: Metabazit ve kuarşşist ardalanmaları istif içerisinde gelişen birincil cevher zonu ve süperjen alterasyon zonunun görünümü (Güneyden Kuzeye bakış).

Kömürlükdere cevherleşmesi boyunca gözlenen Bekirli formasyonuna ait klorit şistlerin petrografik incelemelerinde kayacın lepidoblastik dokulu olduğu görülmektedir (Şekil 5.6a-b). Kayaçta yönlenmiş klorit mineralleri ile birlikte kuvars ve kalsit mineralleri bulunmaktadır. Kuvarslı ve biyotitli seviyeler yer yer ikincil kuvars damarları tarafından kesilmiştir (Şekil 5.6c-d). Alterasyona uğrayan zonda ise epidot mineralleri ile birlikte yönlenmiş opak mineraller gözlenmektedir (Şekil 5.6e-f).

Kuvars damarları tarafından kesilen bazı örneklerde Fe-oksit görülmektedir (Şekil 5.7a-b). Opak mineraller kuvars ardalanmalı klorit seviyelerinde gözlenmektedir (Şekil 5.7c-d-e-f). Sınırlı olacak şekilde kuvarslı alanlarda da ornatma şeklinde opak mineraller bulunmaktadır.

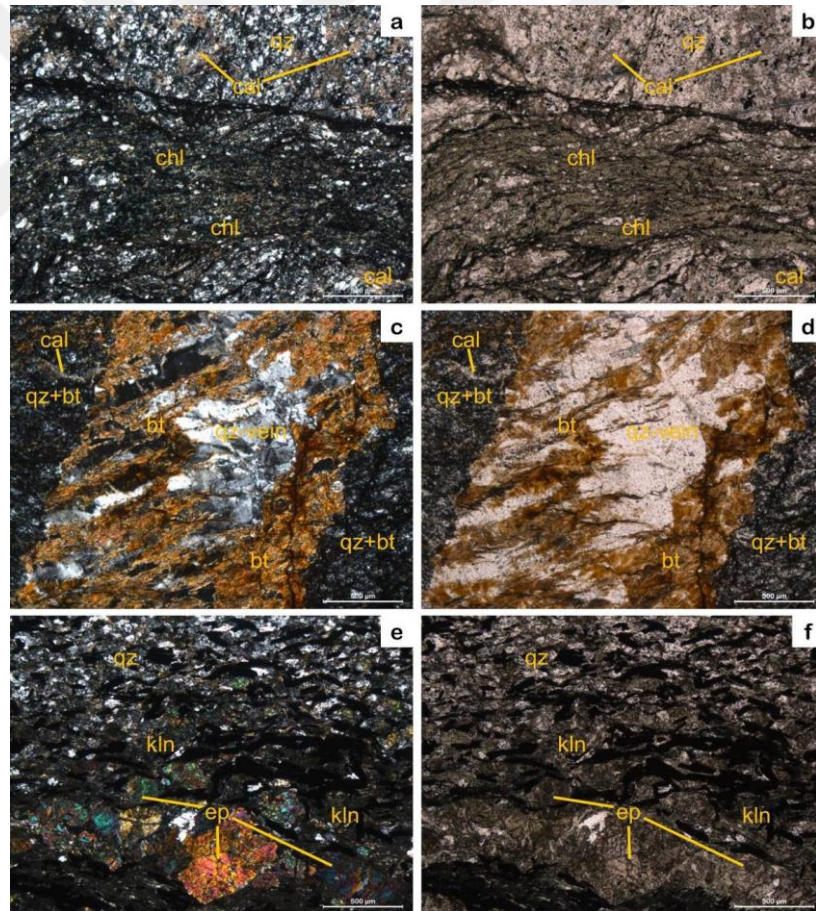
Metabazitlerin petrografik incelemelerinde ise kayacın nematoblastik dokulu olduğu (Şekil 5.8), başlıca aktinolit, klorit ve kuvars mineralleri ile birlikte yönlenmeye paralel konumda olan opak mineraller içerdiği tespit edilmiştir. Metabazitler içerisinde kuvarslar ardalanmalı ve ikincil damarlar şeklinde gözlenmektedir. Kayaçta yer yer altere plajioklaslar, serisit ve kaolinit ile birlikte kırık ve çatlaklarda gelişen ikincil kuvars, kalsit ve demiroksitler gelişmiştir.



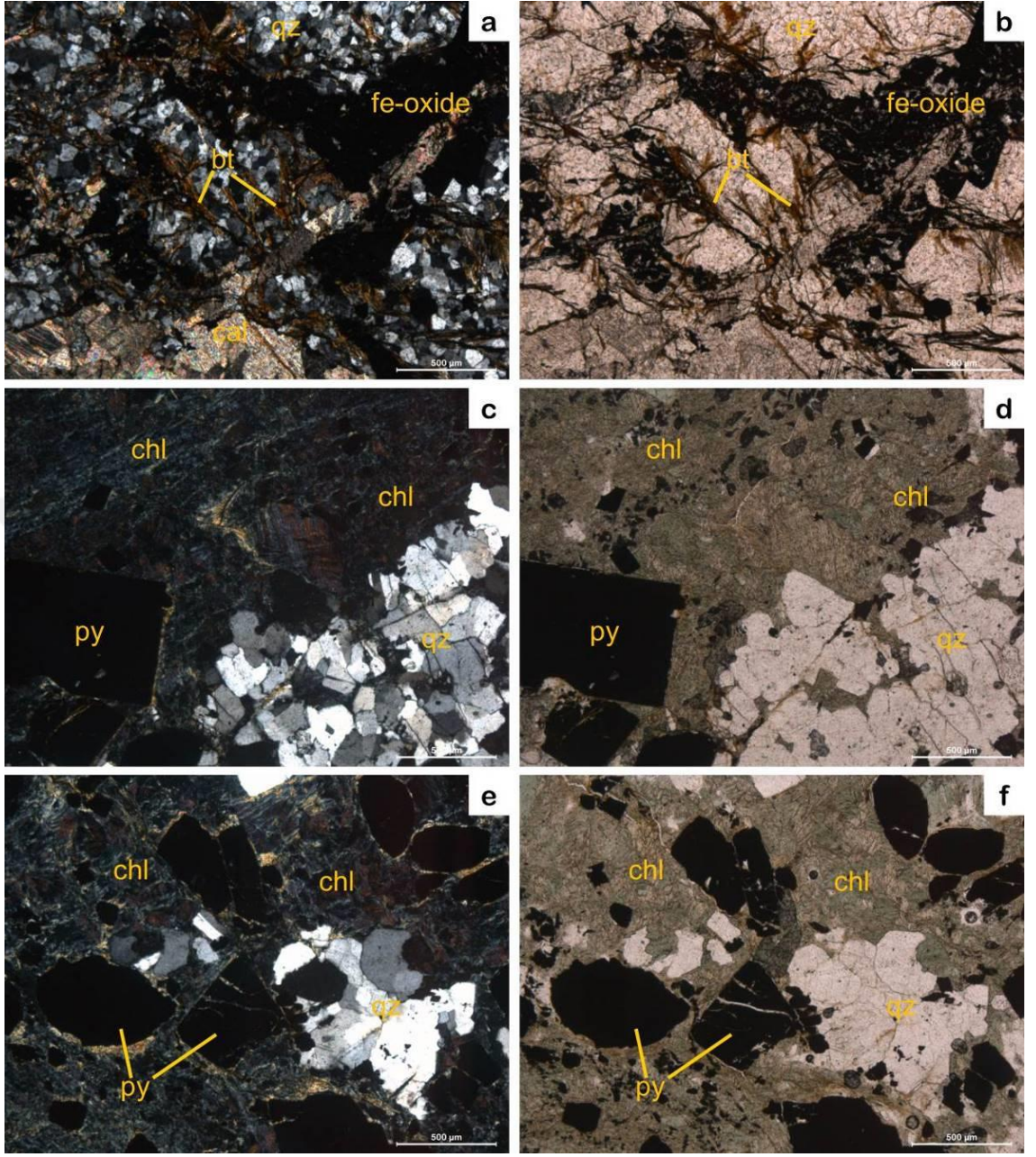
Şekil 5.5: (a). Cevher zonu boyunca gözlenen alterasyon zonu, (b,c), ikincil olarak gelişen malakit ve (d) bantlı pirit seviyelerinin görünümü.

Kömürlükdere cevherleşmesine ait cevher örneklerinde başlıca kalkopirit, sfalerit, magnetit, hematit, kovellit, pirit, malakit, limonit ve götit mineralleri tespit edilmiştir (Şekil 5.9). Cevher petrografisi çalışmasında, kuvars gangi içerisinde ile iç içe gelişmiş kalkopirit (ccp) minerali ve iri pirit (py) kristalleri gözlenmiştir. Sfalerit mineralleri ise pirit içerisinde kapanım şeklinde görülmektedir.

Bazı örneklerde kalkopirit (ccp) mineralleri ile birlikte magnetit (mag) hematit (hem) dönüşümü ($\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} = 3\text{Fe}_2\text{O}_3 + (\text{OH})_2$) gözlenmektedir. Cevher zonunda meydana gelmiş faylar sonucunda breşleşmiş magnetit mineralleri gözlenmiştir. Metamorfizma sonucunda şistoziteye paralel olarak yönelen pirit mineralleri basınç yönüne dik olacak şekilde lineasyon göstermektedir. Lineasyon bantlı bir görünümü oluşturmaktadır (Şekil 5.10).

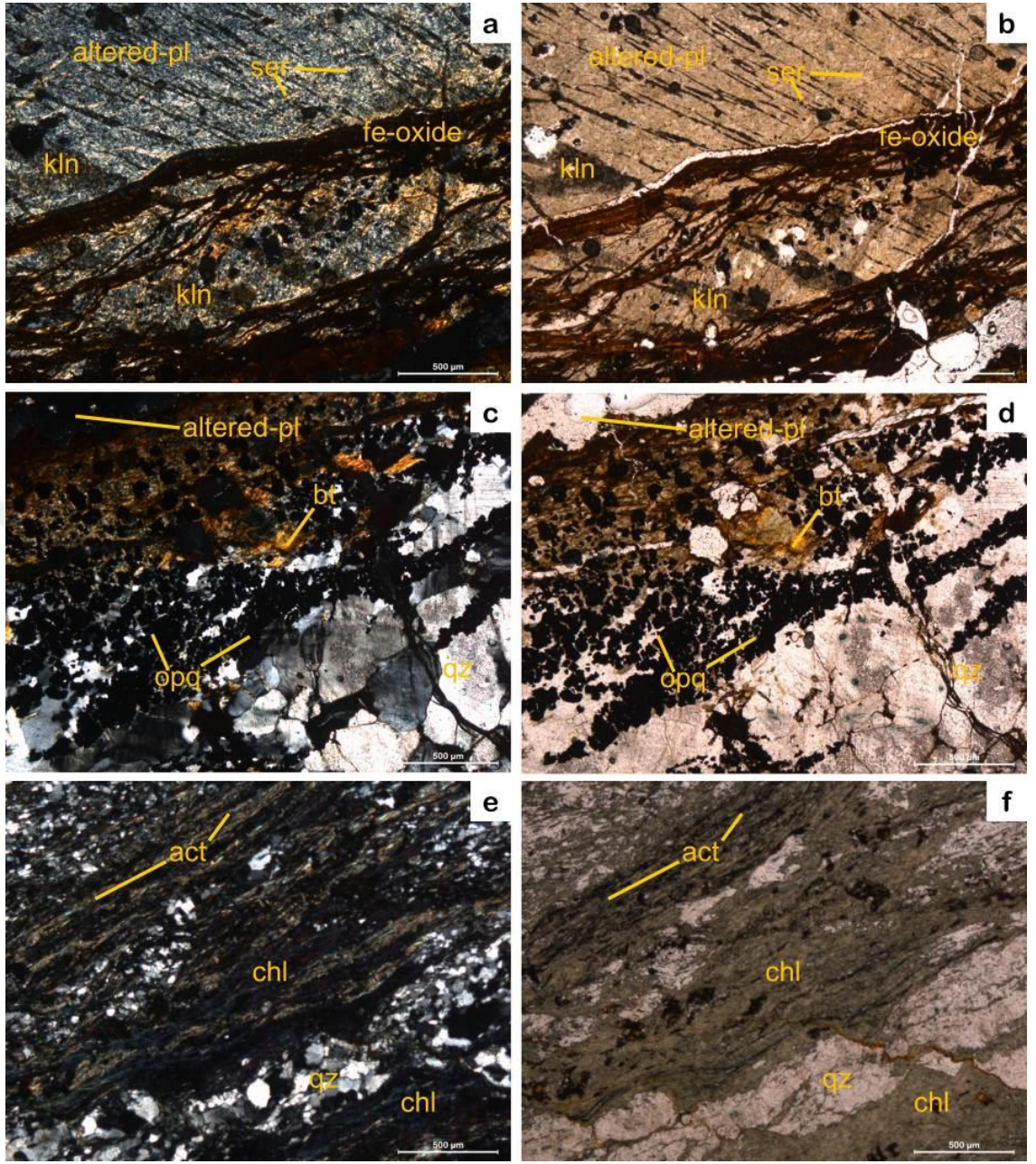


Şekil 5.6: Kömürlükdere cevherleşmesinin yan kayaçlarına ait örneklerin polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b,c,d) Klortışist, (e,f) Altere kayaç, Kısaltmalar: (bt) biyotit, (cal) kalsit, (chl) klorit, (ep) epidot, (kln) kaolen, (qz) kuvars, (qz-vein) kuvars damarı.



Şekil 5.7: Kömürlükdere cevherleşmesinin yan kayaçlarına ait örneklerin polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b) Cevherli kuvars damarı, (c,d) Klorit st, (e,f) Altere kayaç, Kısaltmalar: (bt) biyotit, (cal) kalsit, (chl) klorit, (fe-oxide) demiroksit, (py) pirit, (qz) kuvars.

Süperjen alterasyon zonundan derlenen örneğin parlak kesit incelemesinde ise kalkopiritlerin oksidasyonla kolloform yapıda kovellite d n  t    tespit edilmiştir ( ekil 5.11).



Şekil 5.8: Kömürlükdere cevherleşmesinin yan kayaçlarına ait örneklerin polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b,c,d,e,f) Metabazit. Kısaltmalar: (act) aktinolit, (altered-pl) altere plajiyoklas, (bt) biyotit, (chl) klorit, (fe-oxide) demiroksit, (kln) kaolen, (opq) opak mineral, (ser) serisit, (qz) kuvars.

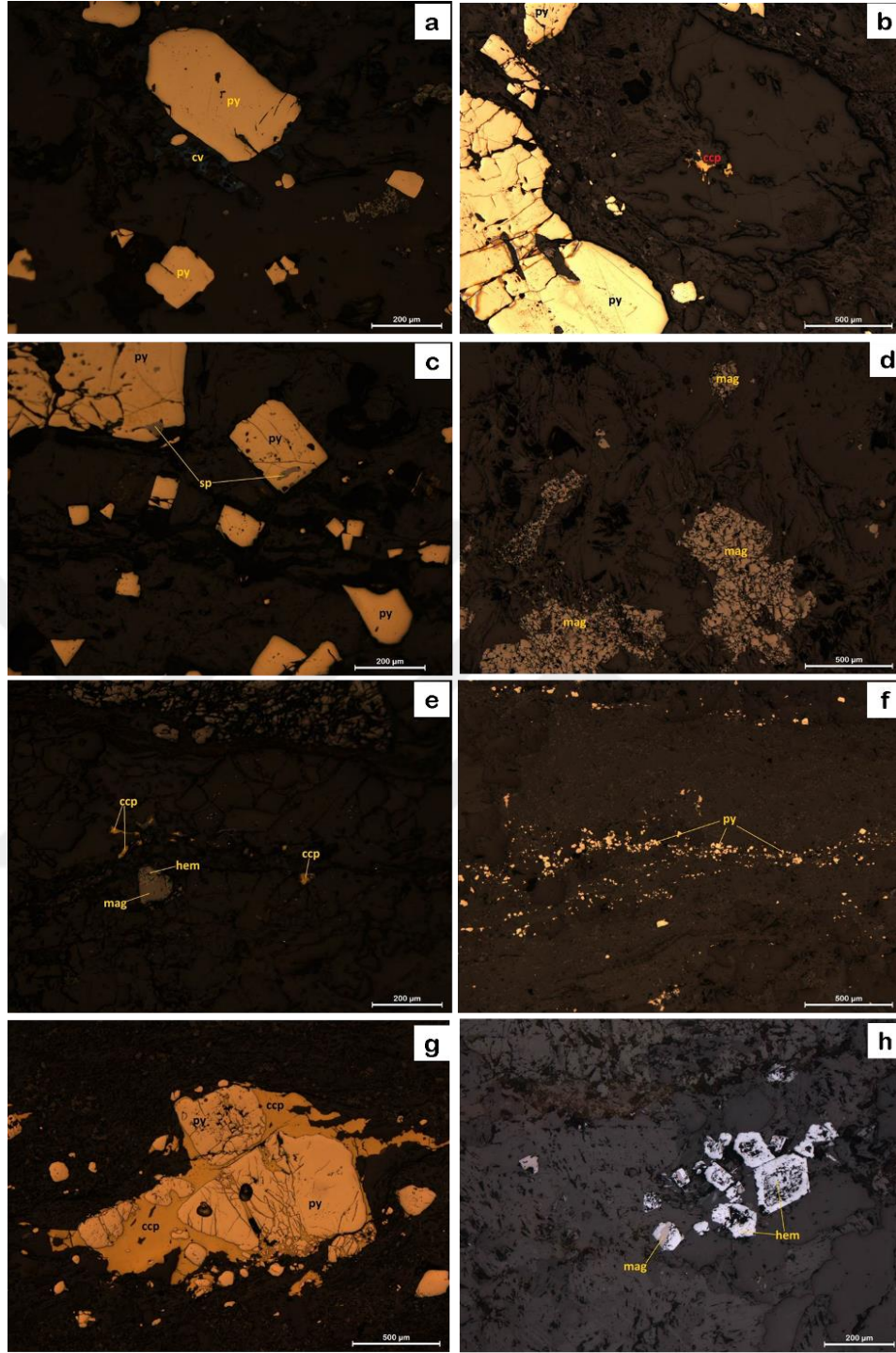
Mineraller	Cevher Minerallerinin Oluştığı Evre	Süperjen Evre
Pirit		
Sfalerit		
Kalkopirit		
Manyetit		
Kovellit		
Limonit		
Malakit		
Hematit		
Götit		

Şekil 5.9: Kömürlükdere cevherleşmesinin mineral parajenezi ve süksesyonu.

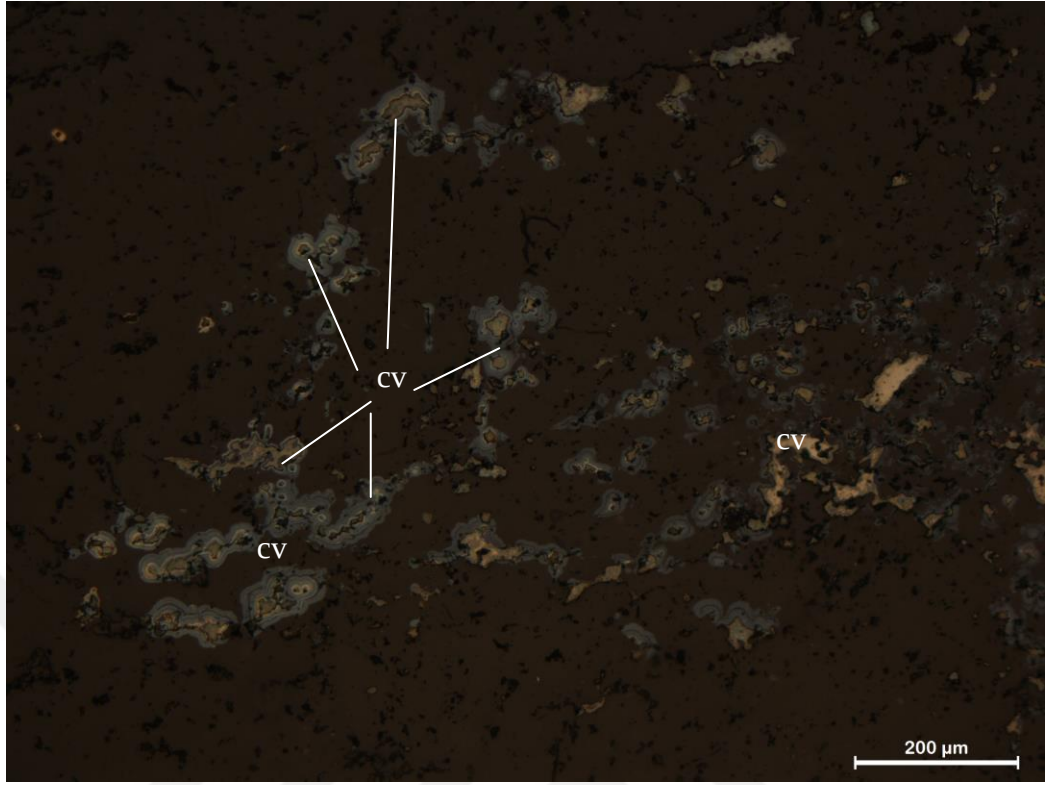
Cevher zonu boyunca 4 lokasyonda cevher doğrultusuna dik sistematik örnekleme yapılmıştır. Fakat bazı alanlarda yanaldaki değişimi tespit edebilmek amacıyla cevherleşmeye paralel örneklendirme de gerçekleştirilmiştir.

Kömürlükdere Cu-Zn cevherleşmesinde numune ismi KGD 401-444 aralığında olan 44 adet numune alınmış ve bu numunelerin ana oksit, iz element ve NTE (Nadir Toprak Elementleri) analizleri XRF ve ICP-MS cihazlarıyla İTÜ JAL laboratuvarında yapılmıştır.

Metabazitlerle ilişkili cevher zonunda birincil cevherleşme zonu ve süperjen alterasyon zonu gözlenmektedir. Bazı seviyelerde metabazitlerle birlikte kuvarsit ve kuvarssist aralanmaları bulunmaktadır. Bu sebeple yankayaç dâhil tüm zonlardan örnekleme yapılarak jeokimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Jeolojik yapı göz önünde bulundurularak, 1. profilde N20E doğrultulu örneklemede 15 adet ve N40W doğrultulu örneklemede ise 6 adet örnekleme gerçekleştirilmiştir (Şekil 5.12). Örnekleme ana oksit (%), iz element (ppm) ve nadir toprak element (ppm) analizleri Tablo 5.2’de verilmiştir.



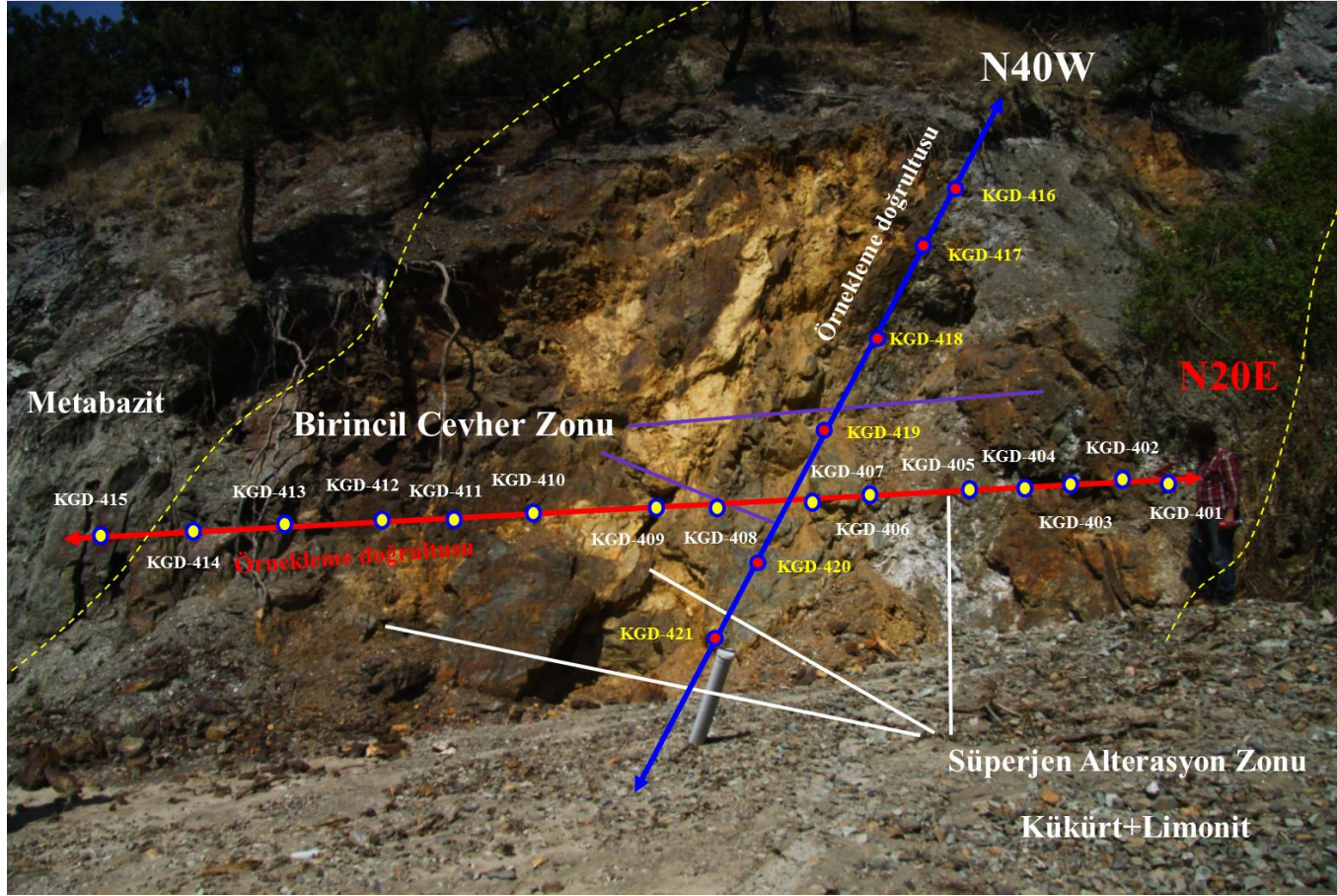
Şekil 5.10: Kömürlükdere cevherleşmesine ait cevher örneklerinden tespit edilen, (a). Kovellit (cv) ve pirit (py) minerallerinin görünümü, (b). Kuvars gangı içerisinde gelişmiş kalkopirit (ccp) ve iri pirit (py) minerallerinin görünümü, (c). Pirit içerisinde gelişmiş sfalerit (sp) kapanımları, (d). Breşleşmiş magnetit (mag) mineralleri, (e). Kısmen korunmuş kalkopirit (ccp) mineralleri ve magnetit (mag)-hematit (hem) dönüşümü, (f). Şistoziteye paralel gözlenen pirit (py) mineralleri, (g). Pirit (py) ve kalkopirit (ccp) minerallerinin görünümü, (h). Magnetit (mag) ve hematit (hem) minerallerinin görünümü.



Şekil 5.11: Süperjen alterasyon sonucunda kalkopiritlerin kolloform yapılı (cv) kovellite dönüşümü.

Sistematik örneklemenin yapıldığı 2. profilde ise 10 adet (KGD 422-431) örnek alınmış ve örneklerin jeokimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir (Tablo 5.3a-b-c). Bu zonda fillit, metrabazit ve kuvarşistler yaygın olarak mostra vermektedir. N50E doğrultusu boyunca gerçekleştirilen örneklemede birincil cevher zonunun faylarla kesildiği görülmektedir (Şekil 5.13). Cevherleşmenin daha çok metabazitler ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Örnekleme ana oksit (%), iz element (ppm) ve nadir toprak element (ppm) analizleri Tablo 5.3’de verilmiştir.

3. profilde metabazit kuvarşist ardalı istif içerisinde birincil cevher zonu bulunmaktadır. Kuvarşistler içerisinde ikincil kuvarş damarları yaygın olarak gözlenmektedir. Bu istif içerisinde N70W doğrultulu örnekleme gerçekleştirilmiştir (Şekil 5.14). Numune ismi KGD 432-436 aralığında 5 adet örnekleme yapılmış ve örneklerin jeokimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir (Tablo 5.4a-b-c). Örneklerin ana oksit (%), iz element (ppm) ve nadir toprak element (ppm) analizleri Tablo 5.4’de verilmiştir.



Şekil 5.12: Kömürlükdere cevherleşmesine ait 1. profilin görünümü ve örnek noktaları (Güneydoğudan Kuzeybatıya Bakış).

Tablo 5.2a: 1. profilde derlenen örneklerin ana element (% ağırlık) analizleri.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	KGD 401	KGD 402	KGD 403	KGD 404	KGD 405	KGD 406	KGD 407	KGD 408	KGD 409	KGD 410	KGD 411
Enlem (⁰ K)	36.987	36.987	36.987	36.987	36.987	36.987	36.987	36.987	36.987	36.987	36.987
Boylam (⁰ D)	56.938	56.938	56.938	56.938	56.938	56.938	56.938	56.938	56.938	56.938	56.938
Ana Oksitler (%)											
SiO ₂	19,57	23,51	10,88	24,94	25,43	25,40	41,17	39,01	22,59	32,04	40,60
Al ₂ O ₃	0,67	4,94	11,19	9,36	12,20	3,56	10,16	14,04	7,53	13,42	12,77
Fe ₂ O ₃	11,10	28,13	10,08	29,61	15,10	5,51	19,82	22,67	21,72	22,98	21,07
MgO	0,19	4,08	3,04	7,52	9,91	4,08	7,17	10,00	4,24	9,30	10,39
CaO	20,94	3,71	18,05	2,83	12,21	37,25	9,37	3,58	10,27	1,41	1,63
Na ₂ O	0,14	0,01	0,00	0,00	0,56	0,03	1,46	1,72	0,88	1,06	0,15
K ₂ O	0,25	0,34	0,15	0,09	0,03	0,03	0,31	0,11	0,09	0,15	0,12
TiO ₂	0,14	0,96	0,50	0,99	1,58	0,43	1,43	2,09	1,44	1,87	1,89
P ₂ O ₅	0,02	0,10	0,08	0,08	0,16	0,07	0,29	0,31	0,21	0,12	0,47
MnO	0,03	0,07	0,73	0,11	0,70	0,35	0,39	0,26	0,11	0,16	0,07
Cr ₂ O ₃	0,00	0,02	0,01	0,02	0,02	0,00	0,03	0,04	0,00	0,00	0,00
SO ₃	35,21	12,31	27,90	8,10	8,61	0,00	0,00	0,00	18,16	6,70	2,51
LOI	11,55	21,22	14,93	14,80	10,87	22,99	8,08	5,50	12,47	10,15	8,09
Toplam	99,81	99,99	98,89	99,37	99,16	99,71	99,68	99,85	99,98	99,78	99,75

Tablo 5.2a: Devamı.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Kuvarşist	Kuvarşist	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	KGD 412	KGD 413	KGD 414	KGD 415	KGD 416	KGD 417	KGD 418	KGD 419	KGD 420	KGD 421
Enlem (⁰ K)	36987	36987	36987	36987	36987	36987	36987	36987	36987	36987
Boylam (⁰ D)	56938	56938	56938	56938	56938	56938	56938	56938	56938	56938
Ana Oksitler (%)										
SiO ₂	30,96	47,85	47,20	49,40	60,98	62,52	36,53	20,04	20,83	26,66
Al ₂ O ₃	11,02	13,31	12,87	10,35	1,41	1,78	13,43	7,00	10,64	9,51
Fe ₂ O ₃	25,60	17,91	19,24	19,62	20,14	22,15	23,24	8,06	23,86	13,72
MgO	5,71	10,10	9,52	8,80	0,89	1,29	8,84	5,18	9,80	7,43
CaO	0,97	0,53	0,91	1,27	7,07	6,25	5,23	28,19	12,59	23,31
Na ₂ O	1,42	0,98	0,88	0,08	0,25	0,15	2,21	0,28	0,31	1,50
K ₂ O	0,49	1,97	1,73	0,05	0,29	0,24	0,11	0,04	0,04	0,08
TiO ₂	1,49	0,49	0,51	1,32	0,05	0,05	1,65	0,72	1,87	1,49
P ₂ O ₅	0,15	0,06	0,07	0,50	0,21	0,23	0,27	0,07	0,17	0,14
MnO	0,09	0,00	0,00	0,05	0,58	0,56	0,62	0,66	0,56	0,37
Cr ₂ O ₃	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00
SO ₃	8,76	0,00	0,00	0,00	3,34	0,00	0,00	10,30	6,80	0,00
LOI	12,62	6,15	6,15	6,48	4,61	3,80	6,49	18,11	11,84	14,17
Toplam	99,32	99,34	99,08	97,92	99,81	99,01	98,64	98,67	99,33	98,40

Tablo 5.2b: 1. profilde derlenen örneklerin iz element (ppm) analizleri.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	KGD 401	KGD 402	KGD 403	KGD 404	KGD 405	KGD 406	KGD 407	KGD 408	KGD 409	KGD 410	KGD 411
İz Elementler											
Sc	67,78	81,79	97,41	91,07	123,56	87,47	127,23	121,09	115,74	121,86	105,27
Y	3,20	6,77	33,05	7,62	50,69	8,62	20,64	40,32	14,87	31,88	40,04
Th	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18
Li	2,43	23,76	36,05	42,15	58,20	13,11	32,57	45,43	28,58	46,59	65,13
Be	0,88	0,90	1,12	0,77	1,03	0,38	1,04	0,95	1,22	1,05	0,67
Fe	76235,51	202148,90	49990,06	200405,08	64702,51	19062,29	94424,93	100123,02	108802,38	131125,75	105823,29
Co	9,93	94,37	323,02	135,82	255,51	26,86	31,19	43,77	29,40	122,83	59,27
Ni	51,57	55,90	95,74	74,87	122,08	55,21	95,07	322,33	144,61	43,95	64,64
Cu	220,72	2518,53	7099,66	2616,06	7285,60	97,82	483,96	719,25	686,55	2136,28	864,93
Zn	122,46	1167,41	6275,48	976,95	4424,84	150,06	477,43	742,30	265,21	656,41	616,19
Ga	9,01	23,32	8,84	17,41	11,90	4,64	14,15	16,13	14,53	17,46	19,95
As	37,66	43,31	30,89	40,14	29,17	28,05	26,37	15,47	29,61	38,07	21,81
Se	5,29	23,79	0,00	7,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rb	5,97	8,78	5,04	2,16	0,69	0,74	4,61	2,28	1,27	1,96	1,71
Sr	220,08	57,63	204,25	31,38	135,53	469,04	127,95	34,31	86,10	11,22	12,71
Ag	12,66	3,26	0,85	1,16	0,64	0,44	0,58	0,50	0,50	1,19	1,79
Cd	1,15	0,61	21,64	0,27	19,05	0,89	0,00	1,15	0,30	0,00	0,13
In	0,41	0,57	0,08	0,17	0,01	0,00	0,02	0,00	0,06	0,10	0,05
Cs	0,68	3,00	2,40	1,08	0,55	0,63	1,12	0,74	0,38	0,49	0,39
Ba	185,22	85,84	14,98	9,07	10,25	42,72	37,80	17,07	28,24	15,72	25,67
Tl	1,58	0,48	0,10	0,03	0,02	0,00	0,09	0,02	0,01	0,04	0,04
Pb	399,97	31,24	2,75	6,63	3,13	13,80	3,19	17,76	2,97	7,09	4,08

Tablo 5.2b: Devamı.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	KGD 401	KGD 402	KGD 403	KGD 404	KGD 405	KGD 406	KGD 407	KGD 408	KGD 409	KGD 410	KGD 411
İz Elementler											
U	1,08	1,78	0,99	1,52	0,94	0,16	0,46	0,50	0,45	0,96	0,72
Au	0,87	0,29	0,02	0,07	0,01	0,01	0,01	0	0,01	0,09	0,03
Hf	0,64	2,06	0,98	1,73	1,50	0,34	1,06	1,51	1,54	3,85	5,01
Ir	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pd	0,60	1,42	0,64	1,17	1,07	0,34	0,85	1,00	1,20	2,37	3,18
Pt	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
Rh	0,05	0,07	0,10	0,05	0,10	0,03	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02
Ru	0,17	0,14	0,09	0,05	0,08	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01
Sb	9,04	5,60	0,49	4,10	3,56	1,57	0,77	0,51	0,89	1,59	0,49
Sn	3,50	3,36	0,96	1,95	1,25	0,76	4,10	1,63	1,10	2,04	2,23
Te	5,18	4,74	0,05	1,32	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01	0,72	0,26
V	1937	15372	2296	14808	5272	685	517	16792	7735	13247	286
Zr	40	72	43	72	87	33	81	112	83	176	287

Tablo 5.2b: Devamı.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Kuvarşşist	Kuvarşşist	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	KGD 412	KGD 413	KGD 414	KGD 415	KGD 416	KGD 417	KGD 418	KGD 419	KGD 420	KGD 421
İz Elementler										
Sc	113,18	167,79	104,17	131,24	93,26	112,83	115,28	85,92	86,84	95,65
Y	19,25	24,36	37,07	38,27	5,05	7,06	26,18	44,43	28,81	24,55
Th	0,00	0,38	0,71	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Li	27,39	66,01	67,89	47,69	2,30	5,93	38,74	43,08	53,60	34,49
Be	1,07	1,44	1,11	0,71	0,85	0,93	1,06	1,14	0,99	0,79
Fe	164444,64	83743,94	93276,77	96191,60	140455,72	171320,98	123529,01	40849,72	145772,16	64544,36
Co	138,79	47,14	47,64	41,49	24,73	30,95	71,42	149,81	150,86	66,09
Ni	98,95	117,96	66,56	70,04	91,10	202,89	138,06	101,62	121,62	83,59
Cu	3179,72	51,57	51,82	655,69	445,68	513,40	1061,60	6241,68	1873,43	702,23
Zn	599,92	38,02	56,59	573,47	198,76	286,04	1272,34	1846,54	1150,39	652,91
Ga	18,19	21,17	21,03	17,26	8,78	9,72	18,96	8,45	20,37	12,17
As	38,27	35,18	20,66	27,10	29,36	33,31	27,15	25,54	30,04	27,09
Se	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rb	6,20	13,80	10,84	0,94	3,93	4,32	2,06	0,87	1,04	1,56
Sr	13,51	12,51	13,10	18,90	98,81	69,95	66,41	379,73	176,58	354,83
Ag	1,64	1,79	1,57	1,48	1,25	0,67	1,09	1,06	1,61	1,59
Cd	0,19	0,38	0,35	0,30	0,11	0,00	1,39	5,99	3,20	1,70
In	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,10	0,02	0,18
Cs	0,69	1,28	1,24	0,25	3,04	3,01	1,71	0,87	0,51	1,11
Ba	43,02	49,28	59,07	39,38	175,67	124,42	52,41	32,50	19,02	55,20
Tl	0,12	0,11	0,12	0,01	0,01	0,00	0,04	0,03	0,00	0,03
Pb	6,04	3,11	4,54	9,69	3,67	2,57	6,51	8,40	4,51	15,53

Tablo 5.2b: Devamı.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Kuvarssist	Kuvarssist	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	KGD 412	KGD 413	KGD 414	KGD 415	KGD 416	KGD 417	KGD 418	KGD 419	KGD 420	KGD 421
İz Elementler										
U	0,97	0,62	1,15	1,02	0,06	0,23	0,80	0,59	1,08	1,33
Au	0,08	0,03	0,02	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02
Hf	1,38	5,52	5,52	5,80	0,11	0,11	1,61	0,83	2,16	1,67
Ir	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pd	0,82	3,79	3,42	3,77	0,22	0,21	1,07	0,57	1,59	1,13
Pt	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02
Rh	0,05	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,07	0,04	0,03
Ru	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
Sb	0,92	0,48	0,72	0,60	0,25	0,23	0,66	0,37	0,43	0,50
Sn	1,65	2,95	3,03	2,08	0,89	0,48	2,01	1,04	1,90	1,45
Te	0,59	0,06	0,09	0,28	0,03	0,04	0,03	0,04	0,46	0,31
V	404	304	242	0	152	150	536	0	405	421
Zr	72	385	386	277	8	11	91	99	158	153

Tablo 5.2c: 1. profilde derlenen örneklerin nadir toprak element (ppm) analizleri.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	KGD 401	KGD 402	KGD 403	KGD 404	KGD 405	KGD 406	KGD 407	KGD 408	KGD 409	KGD 410	KGD 411
Nadir Toprak Elementleri											
La	6,51	4,43	4,41	4,06	6,66	1,36	1,98	4,64	4,66	8,57	12,17
Ce	10,40	8,89	10,86	7,80	15,32	3,02	5,47	11,58	11,22	20,09	31,39
Pr	1,59	1,24	1,74	1,08	2,53	0,48	0,97	1,84	1,72	2,70	4,34
Nd	6,85	5,55	9,55	4,99	13,07	2,43	5,67	10,17	8,50	12,85	20,41
Sm	1,50	1,35	3,72	1,25	4,56	0,74	2,14	3,61	2,42	3,86	5,42
Eu	0,39	0,36	1,16	0,30	1,61	0,27	0,78	1,22	0,70	0,93	1,04
Gd	1,47	1,65	5,78	1,61	7,66	1,12	3,30	5,87	3,27	5,82	7,70
Tb	0,15	0,22	0,97	0,23	1,34	0,19	0,57	1,02	0,49	0,93	1,20
Dy	0,73	1,32	6,29	1,51	9,25	1,26	3,94	7,07	3,03	6,17	7,94
Ho	0,13	0,27	1,25	0,32	1,96	0,30	0,83	1,54	0,61	1,27	1,68
Er	0,41	0,88	3,55	1,04	5,74	0,95	2,44	4,64	1,76	3,84	5,19
Tm	0,05	0,13	0,46	0,16	0,79	0,14	0,34	0,65	0,23	0,54	0,76
Yb	0,35	0,99	2,86	1,12	4,83	0,97	2,13	4,10	1,40	3,59	5,15
Lu	0,06	0,19	0,41	0,20	0,63	0,16	0,26	0,52	0,16	0,46	0,65

Tablo 5.2c: Devamı.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Kuvarşist	Kuvarşist	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	KGD 412	KGD 413	KGD 414	KGD 415	KGD 416	KGD 417	KGD 418	KGD 419	KGD 420	KGD 421
Nadir Toprak Elementleri										
La	4,83	11,45	13,22	13,69	5,92	10,97	4,71	4,25	4,60	3,94
Ce	11,98	30,59	34,78	33,48	3,84	6,30	11,19	9,17	11,61	8,88
Pr	1,70	4,19	4,75	4,58	1,30	2,17	1,75	1,84	1,78	1,39
Nd	8,38	19,17	22,37	20,94	5,74	8,95	8,78	10,03	8,99	7,21
Sm	2,44	4,60	5,60	5,55	1,37	1,78	3,00	3,64	2,81	2,39
Eu	0,71	0,89	1,28	1,26	0,37	0,45	1,12	1,13	0,56	0,86
Gd	3,63	6,07	7,68	7,96	1,54	2,18	4,69	6,31	4,37	3,90
Tb	0,56	0,83	1,13	1,18	0,19	0,29	0,78	1,08	0,73	0,66
Dy	3,75	5,35	7,37	7,82	1,10	1,55	5,29	7,50	5,24	4,65
Ho	0,78	1,18	1,61	1,63	0,22	0,30	1,09	1,65	1,16	0,99
Er	2,31	3,59	5,14	4,90	0,65	0,84	3,18	4,79	3,57	3,04
Tm	0,31	0,54	0,77	0,70	0,09	0,11	0,44	0,66	0,53	0,45
Yb	2,09	3,95	5,70	4,50	0,59	0,68	2,71	3,98	3,42	2,88
Lu	0,27	0,50	0,78	0,56	0,10	0,09	0,33	0,53	0,45	0,43

Tablo 5.3a: 2. profilde derlenen örneklerin ana element (% ağırlık) analizleri.

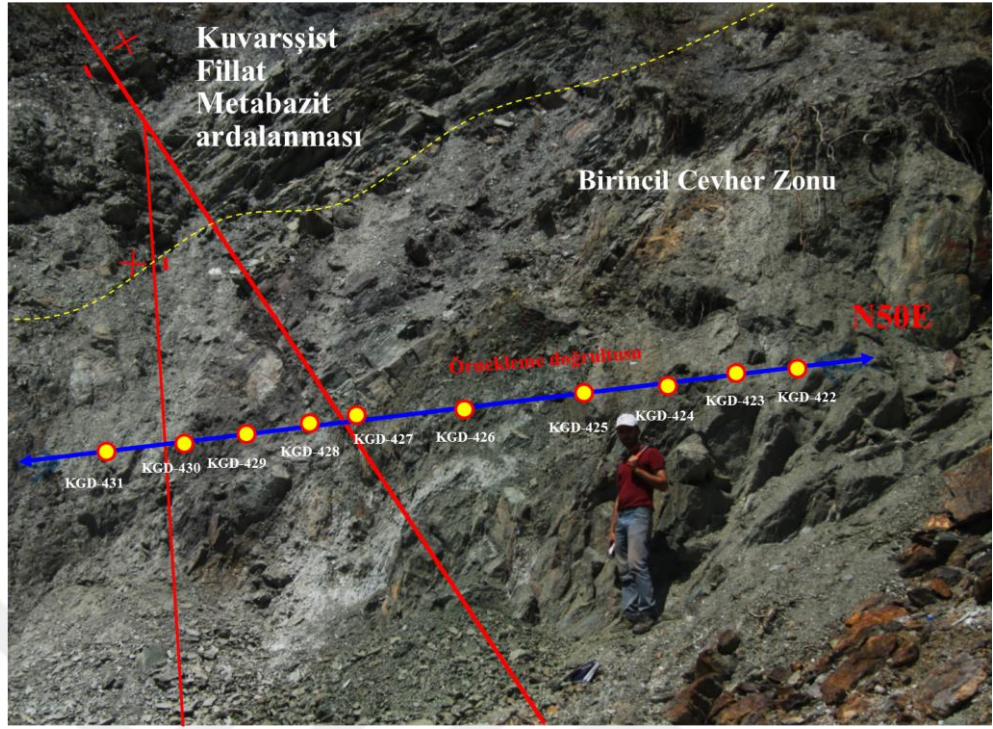
Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Kuvarşşist	Kuvarşşist	Metabazit
Numune adı	KGD 422	KGD 423	KGD 424	KGD 425	KGD 426	KGD 427	KGD 428	KGD 429	KGD 430	KGD 431
Enlem (⁰ K)	36.987	36.987	36.987	36.987	36.987	36.987	36.987	36.987	36.987	36.987
Boylam (⁰ D)	56.938	56.938	56.938	56.938	56.938	56.938	56.938	56.938	56.938	56.938
Ana Oksitler (%)										
SiO ₂	44,38	44,89	42,66	44,38	35,87	55,21	35,41	61,64	65,16	37,43
Al ₂ O ₃	13,21	14,11	13,54	13,55	14,28	9,09	13,17	11,35	6,35	9,96
Fe ₂ O ₃	22,04	19,61	21,62	19,09	24,37	11,73	18,09	9,39	6,51	28,03
MgO	10,48	10,85	11,29	11,93	14,02	7,86	10,19	4,51	1,24	5,57
CaO	1,43	1,44	1,96	2,05	1,87	6,59	5,90	3,36	9,93	4,09
Na ₂ O	0,08	1,05	0,82	0,59	0,31	1,28	0,27	2,38	3,01	2,18
K ₂ O	0,25	0,12	0,11	0,14	0,25	0,25	1,41	1,38	0,12	0,73
TiO ₂	1,50	1,92	1,97	2,05	2,16	1,21	1,98	0,89	0,11	0,58
P ₂ O ₅	0,49	0,41	0,41	0,50	0,25	0,15	0,18	0,21	0,07	0,45
MnO	0,08	0,08	0,10	0,08	0,11	0,32	0,18	0,54	1,97	6,64
Cr ₂ O ₃	0,00	0,00	0,01	0,00	0,04	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01
LOI	5,56	5,00	5,26	5,13	6,21	5,92	12,62	3,82	4,69	3,82
Toplam	99,66	99,50	99,76	99,49	99,98	99,82	99,53	99,76	99,18	99,48

Tablo 5.3b: 2. profilde derlenen örneklerin iz element (ppm) analizleri.

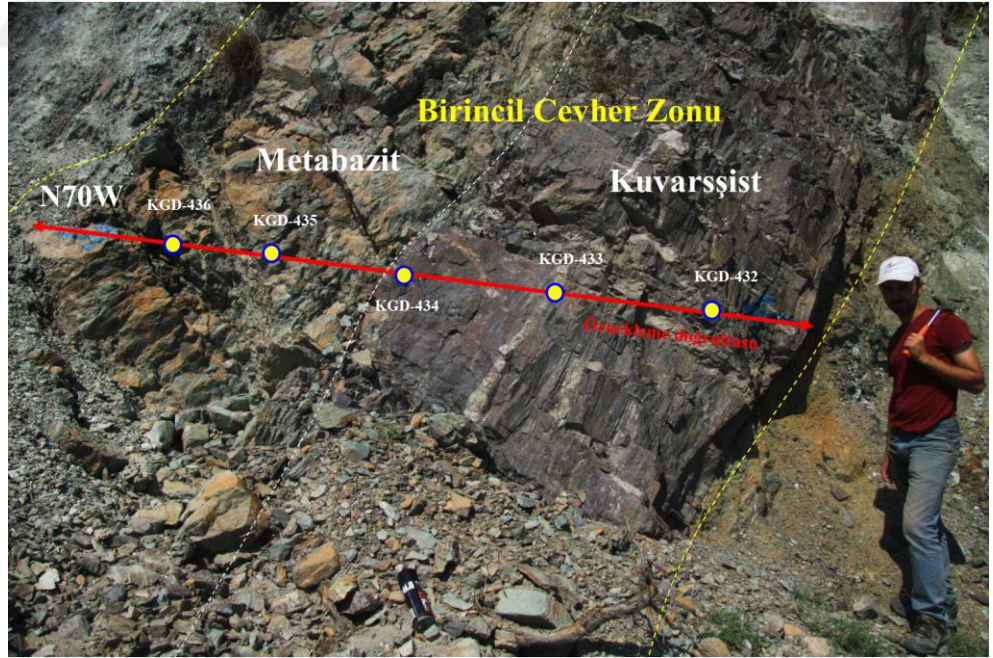
Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Kuvarşist	Kuvarşist	Metabazit
Numune adı	KGD 422	KGD 423	KGD 424	KGD 425	KGD 426	KGD 427	KGD 428	KGD 429	KGD 430	KGD 431
İz Elementler										
Sc	135,05	122,67	112,64	120,95	132,56	156,37	110,11	136,72	140,32	35,65
Y	64,78	66,99	65,73	59,47	41,00	16,81	28,54	15,11	15,04	57,42
Th	0,72	0,71	0,37	0,17	0,00	0,00	0,82	6,01	0,00	8,67
Li	78,44	70,84	67,59	70,33	75,03	34,54	50,95	40,01	10,00	14,53
Be	0,82	0,84	1,00	0,81	1,42	0,86	1,52	1,73	1,20	1,20
Fe	100646,26	104995,04	102767,31	84481,76	126036,91	56503,30	83390,48	39219,83	24337,94	143368,10
Co	45,25	49,33	49,07	49,17	64,15	45,41	49,09	32,70	20,22	67,64
Ni	27,75	32,68	28,82	37,48	61,26	62,10	65,01	108,14	49,12	236,04
Cu	83,70	494,71	99,81	617,95	138,06	61,42	123,91	143,66	2825,61	720,18
Zn	192,60	359,72	66,06	454,45	58,84	107,96	115,04	231,23	1169,02	415,53
Ga	21,40	25,19	21,99	18,44	20,00	12,29	17,06	13,31	6,04	18,57
As	24,51	31,91	28,44	27,58	25,53	28,40	32,57	29,66	24,46	43,54
Se	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rb	3,75	1,30	1,00	1,74	3,68	2,82	22,08	22,85	1,38	12,73
Sr	14,59	22,26	19,93	16,10	11,73	75,87	56,70	36,55	81,09	199,41
Ag	1,59	1,95	1,82	1,94	1,21	1,21	1,62	0,72	0,52	0,70
Cd	1,30	1,21	1,14	2,01	1,35	0,96	1,33	1,12	0,85	0,01
In	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,00	0,18
Cs	0,57	0,30	0,32	0,32	0,52	0,61	7,96	1,93	0,25	4,40
Ba	15,38	36,70	9,09	16,51	27,29	65,54	71,91	69,47	32,53	462,36
Tl	0,01	0,02	0,00	0,01	0,05	0,04	0,18	0,21	0,03	0,09
Pb	9,01	13,50	7,55	19,16	9,76	13,93	20,10	23,04	18,57	49,30
U	0,68	1,12	1,01	0,47	0,41	0,18	0,83	0,57	0,18	1,39
Au	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01
Hf	8,88	4,79	7,54	4,13	2,62	0,84	1,33	0,98	0,13	0,39
Ir	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pd	6,47	3,72	6,19	3,61	2,01	0,69	0,88	0,70	0,21	0,65
Pt	0,03	0,02	0,03	0,02	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,04
Rh	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,03	0,05
Ru	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,03
Sb	0,74	1,43	0,55	1,02	0,67	2,22	1,70	1,60	1,12	2,54
Sn	2,24	3,48	2,94	2,91	1,98	1,26	1,77	2,95	0,72	3,29
Te	0,03	0,05	0,04	0,07	0,04	0,04	0,08	0,73	0,24	1,20
V	9172	6899	7719	7612	14249	7260	10613	3933	1448	366
Zr	341	365	346	302	169	70	130	178	33	153

Tablo 5.3c: 2. profilde derlenen örneklerin nadir toprak element (ppm) analizleri.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Kuvarssist	Kuvarssist	Metabazit
Numune adı	KGD 422	KGD 423	KGD 424	KGD 425	KGD 426	KGD 427	KGD 428	KGD 429	KGD 430	KGD 431
Nadir Toprak Elementleri										
La	14,06	19,56	15,41	12,35	8,04	6,54	7,17	26,57	14,61	47,93
Ce	36,46	48,59	39,93	34,38	20,15	10,12	17,52	52,70	7,87	38,56
Pr	5,23	6,70	5,66	4,87	2,89	1,99	2,37	6,15	3,08	15,69
Nd	25,73	31,04	26,80	23,70	14,43	9,01	11,14	23,81	12,71	55,56
Sm	7,54	8,53	8,05	7,15	4,74	2,57	3,30	4,67	2,71	14,61
Eu	1,78	2,33	2,03	1,84	1,40	0,78	1,07	1,09	0,67	3,79
Gd	11,51	13,50	12,66	11,00	7,44	3,64	5,17	6,43	3,61	16,77
Tb	1,88	2,09	2,02	1,77	1,22	0,56	0,82	0,69	0,53	2,73
Dy	12,65	14,02	13,80	11,88	8,28	3,66	5,57	3,74	3,37	14,94
Ho	2,68	2,90	2,85	2,53	1,76	0,76	1,17	0,68	0,67	3,47
Er	8,18	8,57	8,45	7,59	5,21	2,24	3,55	1,97	1,95	9,22
Tm	1,15	1,17	1,15	1,04	0,72	0,31	0,48	0,24	0,25	1,43
Yb	7,82	7,49	7,27	6,58	4,78	1,88	3,00	1,45	1,55	7,83
Lu	0,92	0,82	0,76	0,70	0,52	0,23	0,38	0,19	0,21	1,23



Şekil 5.13: Kömürlükdere cevherleşmesine ait 2. profilin görünümü ve örnek noktaları (Güneydoğudan Kuzeybatıya Bakış).



Şekil 5.14: Kömürlükdere cevherleşmesine ait 3. profilin görünümü ve örnek noktaları (Güneyden Kuzeye Bakış).

Tablo 5.4a: 3. profilde derlenen örneklerin ana element (% ağırlık) analizleri.

Kayaç Türü	Kuvarşist	Kuvarşist	Kuvarşist	Metabazit	Metabazit
Numune adı	KGD 432	KGD 433	KGD 434	KGD 435	KGD 436
Enlem (⁰ K)	36.987	36.987	36.987	36.987	36.987
Boylam (⁰ D)	56.938	56.938	56.938	56.938	56.938
Ana Oksitler (%)					
SiO ₂	69,80	86,44	78,26	39,07	52,08
Al ₂ O ₃	4,23	3,72	1,85	12,57	10,54
Fe ₂ O ₃	9,95	0,98	9,82	9,02	12,59
MgO	3,34	1,32	0,88	6,51	6,26
CaO	3,80	2,53	5,33	16,41	6,78
Na ₂ O	0,98	2,05	0,26	1,70	1,72
K ₂ O	0,58	0,12	0,43	3,14	2,09
TiO ₂	0,26	0,03	0,08	0,84	1,07
P ₂ O ₅	0,11	0,04	0,08	0,12	0,15
MnO	2,60	0,47	0,24	0,18	1,26
Cr ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,05	0,21
LOI	4,05	1,98	2,48	9,57	4,75
Toplam	99,71	99,99	99,90	99,77	99,76

4. profilde metabazit, kuvarşist ve fillit yaygın olarak mostra vermektedir. Metabazit kuvarşist ardalanmalı istif içerisinde birincil cevher zonu bulunmaktadır. Cevher zonu içerisinde süperjen alterasyonlar gelişmiştir (Limonit+kükürt). Fay zonuna yakın bir alan olan 4. profilde alterasyonlar daha yoğun olarak gözlenmektedir. Bu istif içerisinde EW doğrultulu örnekleme gerçekleştirilmiştir (Şekil 5.15). Numune ismi KGD 437-444 aralığında 8 adet örneklendirme yapılmış ve örneklerin jeokimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir (Tablo 5.5a-b-c). Örnekleme majör oksit (%), iz element (ppm) ve nadir toprak element (ppm) analizleri Tablo 5.5’de verilmiştir.

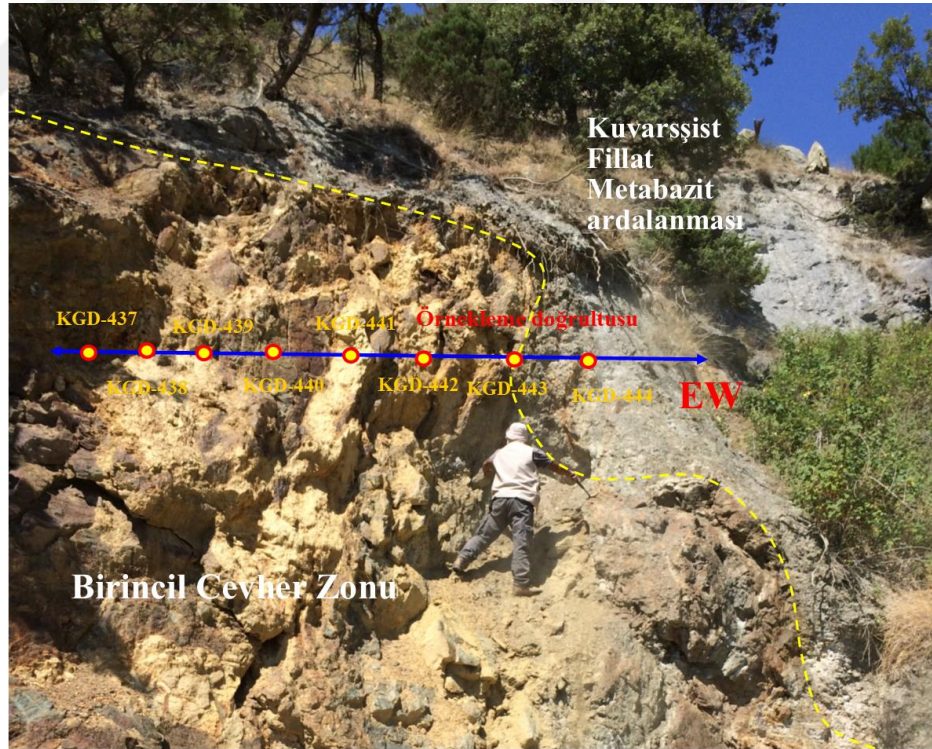
Kömürlükdere cevherleşmesi boyunca derlenen ve kimyasal analizi yapılan 44 adet örneğin bazı anaoksit ve iz elementlerinin karşılaştırılması için korelasyon matrisi hazırlanmıştır (Tablo 5.6). Cu ile Co, Zn ve Cd elementleri çok yüksek korelasyon göstermektedir. Ayrıca Pb, Au ve Ag arasında da çok yüksek korelasyon görülmektedir.

Tablo 5.4b: 3. profilde derlenen örneklerin iz element (ppm) analizleri.

Kayaç Türü	Kuvarşist	Kuvarşist	Kuvarşist	Metabazit	Metabazit
Numune adı	KGD 432	KGD 433	KGD 434	KGD 435	KGD 436
İz Elementler					
Sc	132,59	166,22	149,90	113,46	138,33
Y	25,57	2,30	3,63	16,01	28,32
Th	1,84	0,00	0,00	0,00	1,10
Li	12,80	7,62	9,94	24,97	25,53
Be	1,96	1,73	0,95	1,32	1,33
Fe	58620,41	3962,54	51337,93	48714,21	75197,89
Co	39,33	30,41	27,47	41,91	40,41
Ni	115,15	45,78	54,78	111,93	97,73
Cu	310,12	90,00	37,11	626,78	632,91
Zn	269,84	91,01	91,41	492,20	456,77
Ga	19,09	5,42	4,42	16,99	19,39
As	38,79	26,31	30,27	28,52	29,22
Se	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rb	8,68	1,13	5,70	39,62	26,41
Sr	111,17	29,67	43,90	329,09	111,13
Ag	1,42	0,60	0,49	0,50	0,78
Cd	1,13	1,88	1,35	1,53	1,52
In	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Cs	3,24	0,55	0,66	2,85	2,80
Ba	389,89	54,80	44,12	177,27	217,28
Tl	0,10	0,01	0,04	0,25	0,11
Pb	25,02	17,35	19,96	36,68	23,71
U	0,48	0,05	0,18	0,09	0,39
Au	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hf	0,33	0,01	0,11	0,41	0,64
Ir	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pd	0,43	0,08	0,14	0,27	0,61
Pt	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Rh	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02
Ru	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02
Sb	1,47	0,74	0,63	1,79	0,97
Sn	1,68	0,46	0,62	0,79	1,43
Te	0,13	0,06	0,15	0,07	0,10
V	2273	717	6167	4404	6133
Zr	58	16	26	49	92

Tablo 5.4c: 3. profilde derlenen örneklerin nadir toprak element (ppm) analizleri.

Kayaç Türü	Kuvarşsist	Kuvarşsist	Kuvarşsist	Metabazit	Metabazit
Numune adı	KGD 432	KGD 433	KGD 434	KGD 435	KGD 436
Nadir Toprak Elementleri					
La	37,47	1,47	4,11	2,06	22,91
Ce	23,70	1,07	4,89	4,92	19,78
Pr	8,64	0,32	1,02	0,80	5,74
Nd	35,48	1,46	4,20	4,19	24,32
Sm	7,74	0,39	0,93	1,54	5,76
Eu	1,93	0,13	0,24	0,68	1,61
Gd	8,97	0,57	1,16	2,35	7,41
Tb	1,16	0,08	0,14	0,39	1,09
Dy	6,26	0,48	0,78	2,74	6,48
Ho	1,17	0,10	0,15	0,62	1,26
Er	3,40	0,25	0,44	1,88	3,64
Tm	0,43	0,03	0,06	0,27	0,47
Yb	2,75	0,18	0,42	1,75	2,97
Lu	0,37	0,03	0,07	0,26	0,41

**Şekil 5.15:** Kömürlükdere cevher zonunda 4. profil ve örnek noktalarının konumu (Güneyden Kuzeye Bakış).

Tablo 5.5a: Kömürlükdere cevher zonunda 4. profilde alınan örneklerin ana element (% ağırlık) analizleri.

Kayaç Türü	Kuvarşşist	Metabazit	Kuvarşşist	Metabazit	Metabazit	Kuvarşşist	Metabazit	Kuvarşşist
Numune adı	KGD 437	KGD 438	KGD 439	KGD 440	KGD 441	KGD 442	KGD 443	KGD 444
Enlem (⁰ K)	36.970	36.970	36.970	36.970	36.970	36.970	36.970	36.970
Boylam (⁰ D)	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000	57.000
Ana Oksitler (%)								
SiO ₂	63,54	47,27	61,50	36,94	42,53	80,46	55,81	43,46
Al ₂ O ₃	10,35	20,33	2,38	14,09	13,02	4,09	19,73	13,48
Fe ₂ O ₃	2,27	12,16	4,90	9,40	13,94	2,03	6,05	13,12
MgO	3,88	1,16	4,57	4,25	7,90	1,64	1,41	8,57
CaO	9,79	2,65	11,35	12,89	10,52	4,46	1,31	9,23
Na ₂ O	6,15	5,03	0,14	1,89	1,66	1,65	0,61	2,10
K ₂ O	0,07	0,39	0,48	2,94	0,61	0,28	4,33	0,26
TiO ₂	0,01	1,19	0,27	0,59	1,91	0,02	0,87	1,36
P ₂ O ₅	0,11	0,68	0,08	0,16	0,20	0,06	0,16	0,17
MnO	0,60	0,26	0,80	0,32	0,17	0,43	0,22	0,16
Cr ₂ O ₃	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03	0,00	0,01	0,11
LOI	2,15	7,77	13,33	16,33	6,98	4,58	8,46	5,97
Toplam	99,32	99,22	99,78	99,93	99,78	99,70	99,78	99,80

Tablo 5.5b: Kömürlükdere cevher zonunda 4. profilde alınan örneklerin iz element (ppm) analizleri.

Kayaç Türü	Kuvarşşist	Metabazit	Kuvarşşist	Metabazit	Metabazit	Kuvarşşist	Metabazit	Kuvarşşist
Numune adı	KGD 437	KGD 438	KGD 439	KGD 440	KGD 441	KGD 442	KGD 443	KGD 444
İz Elementler								
Sc	58,00	83,93	101,14	45,33	141,59	173,86	124,45	156,66
Y	17,62	18,17	6,44	14,02	26,95	2,92	12,13	21,85
Th	0,29	9,18	0,34	5,07	0,00	0,00	12,19	0,00
Li	3,37	25,04	3,56	9,55	41,48	12,81	21,22	54,19
Be	1,52	1,23	1,55	1,63	0,86	1,20	3,03	1,31
Fe	10421,87	55248,83	24151,06	46670,83	67447,58	9987,46	31132,88	26157,85
Co	28,99	28,37	34,12	29,90	35,37	36,32	20,50	45,13
Ni	26,29	65,56	17,84	135,66	97,18	64,34	90,60	153,54
Cu	45,60	603,18	10,00	537,33	634,54	20,12	423,53	101,65
Zn	70,40	432,72	50,76	391,70	429,49	36,27	324,43	174,24
Ga	9,23	19,66	2,48	15,73	115,69	2,87	26,89	15,15
As	19,94	24,41	23,14	37,79	27,72	30,92	77,64	33,86
Se	7,39	0,00	1,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rb	0,54	11,67	8,45	65,65	9,88	3,77	80,74	4,52
Sr	120,08	183,22	165,42	222,13	163,58	31,10	49,73	129,47
Ag	0,43	0,73	0,37	0,75	0,87	0,56	1,05	0,63
Cd	0,44	0,17	0,02	1,33	1,36	1,63	2,09	1,82
In	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03
Cs	0,08	0,81	0,47	2,66	0,88	0,18	4,60	1,19
Ba	38,41	233,54	37,19	152,23	18,67	15,00	216,01	41,20
Tl	0,00	0,07	0,03	0,36	0,05	0,01	0,37	0,02
Pb	11,23	47,19	109,76	27,08	21,05	32,20	42,26	25,80

Tablo 5.5b: Devamı.

Kayaç Türü	Kuvarşşist	Metabazit	Kuvarşşist	Metabazit	Metabazit	Kuvarşşist	Metabazit	Kuvarşşist
Numune adı	KGD 437	KGD 438	KGD 439	KGD 440	KGD 441	KGD 442	KGD 443	KGD 444
İz Elementler								
U	1,02	2,73	0,38	0,57	1,12	0,08	1,49	0,07
Au	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Hf	0,32	4,05	0,74	0,42	1,17	0,02	2,49	0,85
Ir	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pd	0,41	0,64	0,62	0,39	1,07	0,10	1,58	0,71
Pt	0,01	0,04	0,01	0,03	0,01	0,00	0,01	0,01
Rh	0,02	0,04	0,04	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02
Ru	0,03	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03
Sb	0,59	0,84	0,77	2,22	1,46	0,73	3,12	1,34
Sn	0,36	1,93	0,69	1,57	1,22	0,64	3,63	1,05
Te	0,16	0,06	0,37	0,08	0,04	0,05	0,17	0,03
V	0	336	0	4724	7418	407	11493	8426
Zr	17	119	119	97	106	17	189	82

Tablo 5.5c: 4. Kömürlükdere cevher zonunda 4. profilde alınan örneklerin nadir toprak element (ppm) analizleri.

Kayaç Türü	Kuvarşşist	Metabazit	Kuvarşşist	Metabazit	Metabazit	Kuvarşşist	Metabazit	Kuvarşşist
Numune adı	KGD 437	KGD 438	KGD 439	KGD 440	KGD 441	KGD 442	KGD 443	KGD 444
Nadir Toprak Elementleri								
La	19,33	26,24	1,97	20,91	5,72	0,82	31,30	4,70
Ce	17,97	44,72	5,04	45,37	14,42	1,99	69,55	11,11
Pr	5,92	8,34	0,61	4,68	2,11	0,23	7,22	1,64
Nd	22,62	33,83	2,77	18,20	10,55	1,08	27,56	8,17
Sm	5,68	7,25	0,88	3,88	3,32	0,35	5,53	2,55
Eu	1,43	2,08	0,35	1,10	1,13	0,15	1,28	0,92
Gd	5,89	7,79	1,57	5,27	5,16	0,57	6,98	3,92
Tb	0,84	1,06	0,24	0,59	0,84	0,09	0,70	0,64
Dy	3,82	5,16	1,38	3,13	5,44	0,55	3,29	4,25
Ho	0,77	1,10	0,27	0,55	1,15	0,12	0,55	0,90
Er	1,77	2,87	0,62	1,56	3,28	0,30	1,71	2,73
Tm	0,24	0,44	0,08	0,20	0,44	0,04	0,23	0,37
Yb	1,19	2,52	0,47	1,23	3,01	0,33	1,65	2,49
Lu	0,18	0,43	0,07	0,17	0,38	0,05	0,25	0,34

Tablo 5.6: Kömürlükdere cevherleşmesinden derlenen örneklerin bazı anaoksit ve iz elementlerinin korelasyon katsayıları.

Çok Yüksek	0,9-1
Yüksek	0,7-0,9
Orta	0,5-0,7
Zayıf	0-0,5

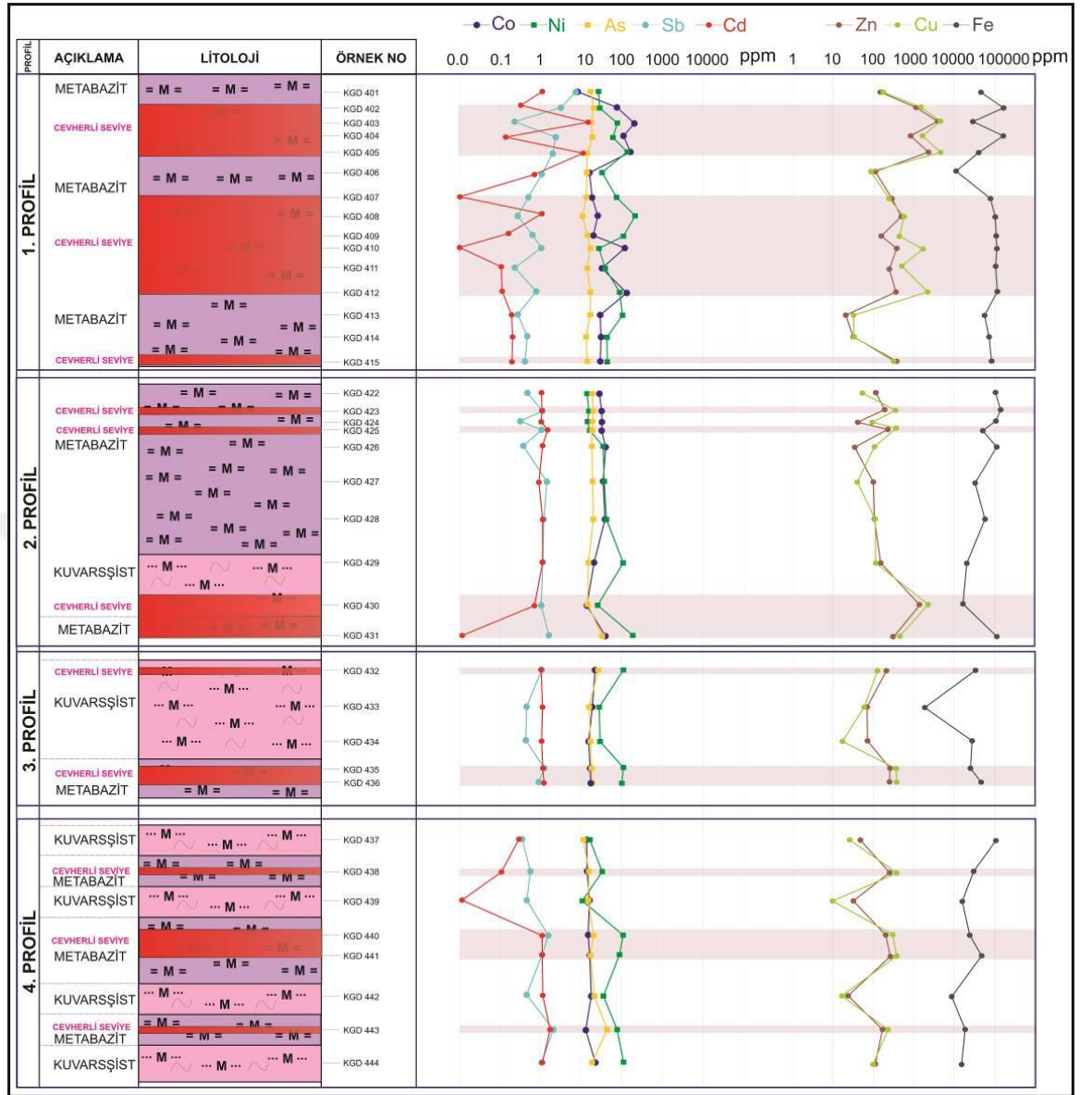
Kömürlükdere cevherleşmesinin farklı stratigrafik seviyelerinde cevherleşme ve yan kayaç ilişkisinin ortaya konulması ve bazı iz elementlerin davranışlarının ortaya konulması amacıyla jeokimyasal stratigrafi diyagramı hazırlanmıştır (Şekil 5.16). Cevher zonlarında cevher ve yan kayaçlardan alınan örneklerin yapılan jeokimyasal analizleri sonucunda cevherleşme bölgesindeki farklı litostratigrafik seviyelerin element konsantrasyonları ve davranışları ortaya konulmuştur.

Diyagram incelendiğinde cevherleşmenin metabazitler ile ilişkili olduğu görülmektedir. İstifin kuvarşist seviyelerinde ise cevherleşmenin az olduğu ve Fe oranının yüksek olduğu görülmektedir. İstif boyunca Cu, Zn ve Fe elementlerinin cevherli ve cevhersiz seviyelerde benzer hareket ettiği görülmektedir. Cu ve Zn’ce zengin seviyelerde Co, Ni ve Cd elementlerinin pozitif korelasyon gösterdiği ve yan kayaçlarda azalan Cu ve Zn değerleri ile birlikte Co, Ni ve Cd elementlerinin azaldığı görülmektedir.

Cevher oluşturan elementler ile Sb elementinin de negatif korelasyon gösterdiği As elementinin davranışının ise yan kayaç ve cevherli seviyelerde çok farklılık göstermediği görülmektedir.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda cevher oluşturan çözeltilerin silikatça fakir ve Co, Ni ve Cd elementlerince zengin olduğu tespit edilmiştir. Cevherli çözeltilerin ise S ve O’ca zengin oldukları tespit edilmiştir. Cevherli seviyelerin metabazitlerle ilişkili olması ve element konsantrasyon ve davranışlarının değerlendirilmesi sonucunda cevher çökeliminin bazik karakterli çözeltiler ile ilişkili olduğu görülmektedir.

Kömürlükdere cevherleşmesinde daha önce özel bir firma tarafından Kömürlükderenin batı yamacında ve Kömürlükdereden geçen eğim atımlı fayın düşen bloğunda 152 m’lik sondaj (Şekil 5.1) gerçekleştirilmiştir. Sondaj numunelerinde yer alan cevher seviyeleri ve yan kayaçlardan numune ismi So-1 ve So-17 aralığında 17 adet örneklendirme yapılmış ve örneklerin XRF ve ICP-MS analizleri İTÜ JAL laboratuvarında yapılmıştır.



Şekil 5.16: Kömürlükdere cevherleşmesinin jeokimyasal stratigrafi diyagramı.

Sondaj yapılan bölgede hakim litolojiyi metabazit kuvarssışt ardalanması oluşturmaktadır (Şekil 5.17). Dere boyunca uzanan fay boyunca ise litolojilerde ezik zonlar gelişmiş, breşik ve milonitik yapılar meydana gelmiştir.

Yapılan sondajda Bekirli formasyonuna ait birimlerin farklı seviyeleri kesilmiştir. Bantlı pirit-metabazit ardalanması ile başlayan istifte cevherli düzeylerin 77 metreye kadar farklı seviyelerde olduğu belirlenmiştir. Cevherli seviyelerin metabazitlerle ilişkili olduğu görülmektedir. Cevher kalınlığı en fazla 32. metrede 4 metreye kadar ulaşmaktadır. Yapılan sondajda 3 ayrı seviyede fay zonu kesilmiş ve buralardan

derlenen cevherli örneklerin breşik dokuda olduğu tespit edilmiştir. 82 metreden sonra ise fillit, kloritşist, kuvarşist, kalkşist ve mermerler görülmektedir. Bu seviyelerde herhangi bir cevherleşmeye rastlanılmamıştır.

Yaş	Metre	LİTOLOJİ	AÇIKLAMA
TRİYAS-LİYAS			Metabazit-Bantlı Pirit Ardalanması Cevherli Seviye
	10		Kuvarşit-Metabazit Ardalanması Cevherli Seviye
	20		Cevherli Seviye Metabazit Cevherli Seviye
	30		Fillat Fay Zonu Cevherli Seviye
	40		Cevherli Seviye Metabazit Cevherli Seviye
	50		Cevherli Seviye Metabazit Cevherli Seviye
	60		Cevherli Seviye Metabazit Cevherli Seviye
	70		Fay Zonu Fillat
	80		Metabazit Cevherli Seviye
	90		Fillat Fay Zonu
	100		Kuvarşit Epidotlu Kloritşist
	110		Kalkşist
	120		Mermer
	130		Kalkşist
	140		Mermer
	151		Kalkşist Mermer

Şekil 5.17: Kömürlükderede yapılan sondaja ait dikme kesit.

Yüzeyden itibaren 77 m'lik zonda kalınlıkları 5 cm ile 2 m arasında değişen 9 cevher bantı (seviye) tespit edilmiştir. Bu 9 cevher bantının toplam kalınlığı 10 m olup ortalama 2947 ppm Cu ve 4096 ppm Zn içermektedir.

Cevherli seviyelerden derlenen örneklerin cevher mikroskobisi çalışmalarında başlıca kalkopirit, sfalerit ve pirit mineralleri tespit edilmiştir. Cevher mineralleri tektonizmadan etkilenerek breşik doku halini almıştır. Fay zonundan uzak cevher seviyelerinde ise kalkopirit (ccp), sfalerit (spy) ve pirit (py) mineralleri ardalanmalı bir şekilde görülmektedir. Metamorfizma sonucunda ise kalkopirit ve sfalerit minerallerinin aynı yöne doğru yönlendirilerek bantlı bir görünüm sergilemektedir (Şekil 5.18).

Sondaj için numune ismi So-1 ve So-17 aralığında 17 adet örnekleştirme yapılmış ve örneklerin jeokimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir (Tablo 5.7a-b-c). Örneklemlerin ana oksit (%), iz element (ppm) ve nadir toprak element (ppm) analizleri Tablo 5.7'de verilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda metabazitler ile ilişkili Cu-Zn cevherleşmesi tespit edilmiştir. Cu maksimum %2,24'e, Zn ise maksimum % 4'e ulaşmaktadır. Bantlı pirit seviyelerinin olduğu yerlerde ise Fe'nin yüksek değerlere ulaştığı görülmektedir. Kömürlükdere cevherleşmesi boyunca derlenen yüzey örneklerinde Pb ve Au anomalilerine rastlanılmamıştır. Ancak sondaj örneklerinde Au 2,76 ppm'e kadar ulaşmaktadır. Pb ise maksimum 954,12 ppm'e ulaşmaktadır. Cu, Zn, Pb ve Au ile birlikte Fe oranı sondajın 0,5 metre seviyesinde maksimum değere ulaşmaktadır.

Sondaj örneklerine ait bazı anaoksit ve iz elementlerinin karşılaştırılması için korelasyon matrisi hazırlanmıştır (Tablo 5.8). Cu ile birlikte Zn, Ag ve Cd arasında çok yüksek korelasyon görülmektedir. Cu'nun Ba, Pb, Au ve Sn ile de yüksek korelasyon gösterdiği belirlenmiştir.

Sondaj örneklerinin cevherleşme ve yan kayaç ilişkisinin ortaya konulması ve bazı iz elementlerin davranışlarının ortaya konulması amacıyla jeokimyasal stratigrafi diyagramı hazırlanmıştır (Şekil 5.19). Cevher ve yan kayaçlardan alınan örneklerin farklı litostratigrafik seviyelerde element konsantrasyonları ve davranışları ortaya konulmuştur.

Tablo 5.7a: Sondajdan derlenen örneklerin ana element (% ağırlık) analizleri.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	So 1	So 2	So 3	So 4	So 5	So 6	So 7	So 8	So 9	So 10
Ana Oksitler (%)										
SiO ₂	18,57	40,16	3,22	36,59	42,18	44,87	37,49	47,01	45,45	35,87
Al ₂ O ₃	2,18	11,06	0,21	9,58	12,10	16,02	11,92	10,34	11,56	14,28
Fe ₂ O ₃	19,41	13,32	21,67	22,50	18,05	8,73	15,02	13,08	15,08	24,37
MgO	1,24	6,94	0,19	10,41	8,62	3,25	7,16	11,79	5,52	14,02
CaO	7,55	15,19	6,39	9,50	11,46	9,44	17,21	10,97	13,06	1,87
Na ₂ O	0,02	2,86	0,35	1,34	2,58	1,61	3,13	1,91	3,84	0,31
K ₂ O	0,27	0,29	0,02	0,23	0,10	1,88	0,07	0,11	0,16	0,25
TiO ₂	0,24	1,67	0,01	4,56	1,43	1,77	1,23	1,21	1,15	2,16
P ₂ O ₅	0,24	0,19	0,04	0,45	0,22	0,59	0,15	0,08	0,19	0,25
MnO	0,44	0,21	0,08	0,30	0,28	0,15	0,26	0,23	0,25	0,11
Cr ₂ O ₃	0,00	0,41	0,00	0,21	0,00	0,02	0,53	0,05	0,00	0,04
LOI	18,22	7,51	27,48	3,90	2,77	11,46	5,60	2,89	3,21	6,21
Toplam	99,81	99,80	99,99	99,57	99,89	99,79	99,85	99,68	99,92	99,98

Tablo 5.7a: Devamı.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	So 11	So 12	So 13	So 14	So 15	So 16	So 17
Ana Oksitler (%)							
SiO ₂	41,59	44,49	44,14	44,38	39,07	43,09	42,66
Al ₂ O ₃	12,46	12,07	14,57	13,21	12,57	12,44	13,54
Fe ₂ O ₃	18,37	13,93	13,94	22,04	9,02	15,35	21,62
MgO	7,66	9,21	7,97	10,48	6,51	8,31	11,29
CaO	11,62	10,86	10,74	1,43	16,41	10,99	1,96
Na ₂ O	2,88	2,74	3,32	0,08	1,70	3,27	0,82
K ₂ O	0,10	0,08	0,07	0,25	3,14	0,06	0,11
TiO ₂	1,60	1,64	1,22	1,50	0,84	1,48	1,97
P ₂ O ₅	0,22	0,14	0,17	0,49	0,12	0,14	0,41
MnO	0,28	0,21	0,22	0,08	0,18	0,23	0,10
Cr ₂ O ₃	0,00	0,03	0,04	0,00	0,05	0,39	0,01
LOI	2,62	3,48	3,28	5,56	9,57	4,14	5,26
Toplam	99,90	98,88	99,87	99,66	99,77	99,92	99,76

Tablo 5.7b: Sondajdan derlenen örneklerin iz element (ppm) analizleri.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	So 1	So 2	So 3	So 4	So 5	So 6	So 7	So 8	So 9	So 10
İz Elementler										
Sc	55,43	98,35	26,48	140,68	126,03	87,79	101,43	120,95	124,77	132,56
Y	20,86	27,47	2,39	22,48	34,61	20,81	21,53	59,47	24,70	41,00
Th	0,00	0,57	0,00	1,42	0,00	3,96	0,00	0,17	0,00	0,00
Li	4,81	10,38	1,56	9,52	21,92	5,30	21,69	5,40	20,18	75,03
Be	0,33	1,30	0,52	1,35	0,96	2,40	0,53	2,20	0,52	1,42
Fe	135787,87	31132,88	151531,93	185131,23	126255,40	126036,91	105066,30	84481,76	105494,35	84481,76
Co	34,19	49,08	19,15	45,25	51,81	64,15	37,92	49,17	37,35	49,17
Ni	18,21	0,00	19,07	27,75	49,23	61,26	46,21	37,48	30,73	37,48
Cu	22389,73	6,26	21663,10	83,70	834,78	138,06	962,23	117,95	676,35	117,95
Zn	39792,98	61,98	24852,49	192,60	686,73	58,84	670,24	154,45	337,24	154,45
Ga	36,27	17,44	5,54	21,40	19,00	20,00	13,24	18,44	12,86	18,44
As	112,51	42,09	157,12	24,51	57,48	25,53	57,76	27,58	57,61	27,58
Se	17,48	15,30	8,19	0,00	0,00	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00
Rb	4,11	9,03	0,65	3,75	0,93	3,68	0,76	1,74	1,63	1,74
Sr	42,80	113,64	21,42	14,59	261,14	11,73	197,49	16,10	80,50	16,10
Ag	47,96	1,33	53,25	1,59	0,92	1,21	0,35	1,94	0,43	1,94
Cd	168,84	0,45	61,09	1,30	0,27	1,35	0,21	2,01	0,01	2,01
In	8,64	0,10	4,20	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cs	0,45	0,90	0,29	0,57	0,51	0,52	0,37	0,32	0,70	0,32
Ba	655,15	13,88	52,03	15,38	19,48	27,29	14,69	16,51	67,32	16,51
V	236,85	7486,00	173,94	9172,00	523,79	14249,00	382,03	7612,31	379,93	123,32
Tl	1,15	0,00	1,19	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01

Tablo 5.7b: Devamı.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	So 1	So 2	So 3	So 4	So 5	So 6	So 7	So 8	So 9	So 10
İz Elementler										
Pb	954,12	0,00	304,75	9,01	101,97	9,76	100,99	19,16	101,86	19,16
U	1,26	0,11	1,70	0,68	0,05	0,41	0,00	0,47	0,00	0,47
Au	2,76	0,08	0,56	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01
Hf	0,52	0,96	0,14	8,88	1,20	2,62	0,81	4,13	0,83	4,13
Ir	0,05	0,01	0,03	0,01	0,03	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00
Pd	0,12	0,57	0,04	6,47	0,73	2,01	0,49	3,61	0,43	3,61
Pt	0,01	0,02	0,00	0,03	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,02
Rh	0,55	0,05	0,42	0,02	0,07	0,02	0,04	0,03	0,03	0,03
Ru	0,57	0,04	0,24	0,02	0,07	0,01	0,06	0,01	0,05	0,01
Sb	18,17	1,64	7,12	0,74	28,04	0,67	10,12	1,02	3,84	1,02
Sn	14,07	1,10	7,17	2,24	3,74	1,98	3,49	2,91	3,00	2,91
Te	1,34	0,07	0,94	0,03	0,05	0,04	0,04	0,07	0,03	0,07
Ta	1,12	1,20	0,54	0,00	0,71	0,10	0,49	0,32	0,54	0,12
Cl	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Zr	66,00	72,00	19,00	106,00	109,00	301,00	83,00	302,10	83,00	13,00
Nb	4,92	3,80	0,58	18,00	8,62	40,00	5,50	4,70	6,62	7,20

Tablo 5.7b: Devamı.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	So 11	So 12	So 13	So 14	So 15	So 16	So 17
İz Elementler							
Sc	121,36	110,11	120,75	112,64	167,79	115,78	127,23
Y	34,03	28,54	23,89	65,73	24,36	27,33	20,64
Th	0,00	0,82	0,00	0,37	0,38	0,00	0,00
Li	21,80	50,95	25,37	67,59	66,01	24,08	32,57
Be	1,05	1,52	0,69	1,00	1,44	1,08	1,04
Fe	128501,95	83390,48	97485,23	102767,31	83743,94	107374,40	94424,93
Co	51,45	49,09	54,84	49,07	47,14	39,87	31,19
Ni	49,42	65,01	70,97	28,82	117,96	49,14	95,07
Cu	1027,47	123,91	801,59	99,81	51,57	927,29	83,96
Zn	943,06	115,04	660,06	66,06	38,02	813,51	47,43
Ga	16,10	17,06	18,95	21,99	21,17	15,87	14,15
As	59,71	32,57	74,88	28,44	35,18	46,78	26,37
Se	4,03	0,00	3,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Rb	0,95	22,08	1,25	1,00	13,80	0,64	4,61
Sr	155,92	56,70	265,69	19,93	12,51	170,93	127,95
Ag	0,46	1,62	0,49	1,82	1,79	0,29	0,58
Cd	0,10	1,33	0,28	1,14	0,38	0,14	0,00
In	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Cs	0,64	7,96	1,28	0,32	1,28	0,45	1,12
Ba	19,54	71,91	16,25	9,09	49,28	14,26	37,80
V	533,59	14061,00	474,04	344,23	123,00	444,23	11,12
Tl	0,01	0,18	0,03	0,00	0,11	0,01	0,09

Tablo 5.7b: Devamı.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	So 11	So 12	So 13	So 14	So 15	So 16	So 17
İz Elementler							
Pb	102,38	20,10	103,23	7,55	3,11	101,17	3,19
U	0,07	0,83	0,00	1,01	0,62	0,01	0,46
Au	0,02	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01
Hf	1,38	1,33	0,77	7,54	5,52	0,89	1,06
Ir	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
Pd	0,70	0,88	0,37	6,19	3,79	0,42	0,85
Pt	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02	0,00	0,01
Rh	0,04	0,02	0,04	0,02	0,02	0,03	0,02
Ru	0,05	0,02	0,04	0,01	0,01	0,04	0,03
Sb	6,23	1,70	8,61	0,55	0,48	9,39	0,77
Sn	3,70	1,77	3,61	2,94	2,95	5,08	4,10
Te	0,05	0,08	0,03	0,04	0,06	0,02	0,02
Ta	0,61	0,32	0,48	0,12	0,10	0,59	0,01
Cl	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Zr	117,00	45,00	91,00	12,00	23,00	109,00	17,00
Nb	8,19	3,42	6,49	4,32	5,10	8,11	4,23

Tablo 5.7c: Sondajdan derlenen örneklerin nadir toprak element (ppm) analizleri.

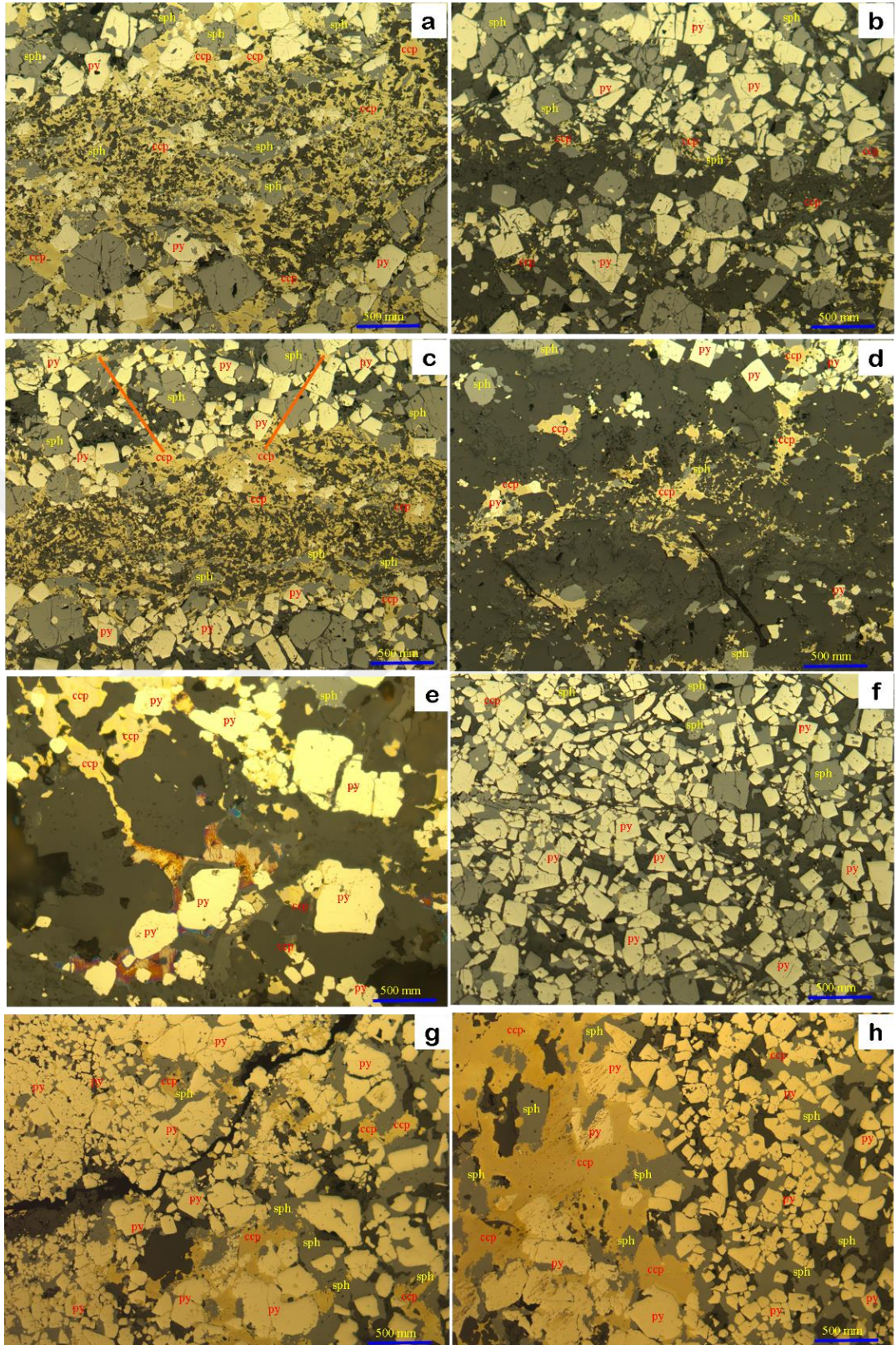
Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	So 1	So 2	So 3	So 4	So 5	So 6	So 7	So 8	So 9
Nadir Toprak Elementleri									
La	7,18	6,62	1,03	17,95	7,67	27,64	3,95	3,58	6,16
Ce	13,54	17,08	1,49	39,86	19,29	57,63	10,50	9,55	15,85
Pr	2,06	2,33	0,27	5,14	2,93	6,44	1,59	1,73	2,35
Nd	9,80	11,59	1,36	23,09	14,58	25,62	8,24	8,28	11,93
Sm	2,82	3,41	0,42	5,52	4,24	5,09	2,52	2,92	3,49
Eu	1,25	1,17	0,19	2,02	1,45	1,21	0,88	1,14	1,22
Gd	3,30	4,87	0,45	6,83	6,02	5,84	3,71	4,24	4,74
Tb	0,48	0,78	0,03	0,88	0,98	0,56	0,57	0,82	0,74
Dy	3,23	5,17	0,36	4,85	6,38	2,65	3,82	4,89	4,84
Ho	0,67	1,06	0,04	0,88	1,28	0,50	0,79	1,17	0,95
Er	2,09	3,05	0,19	2,39	3,82	1,53	2,25	3,12	2,68
Tm	0,25	0,41	0,00	0,29	0,48	0,21	0,29	0,50	0,32
Yb	1,89	2,50	0,14	1,75	3,15	1,43	2,07	2,91	2,01
Lu	0,21	0,33	0,00	0,23	0,39	0,22	0,23	0,45	0,20

Tablo 5.7c: Devamı.

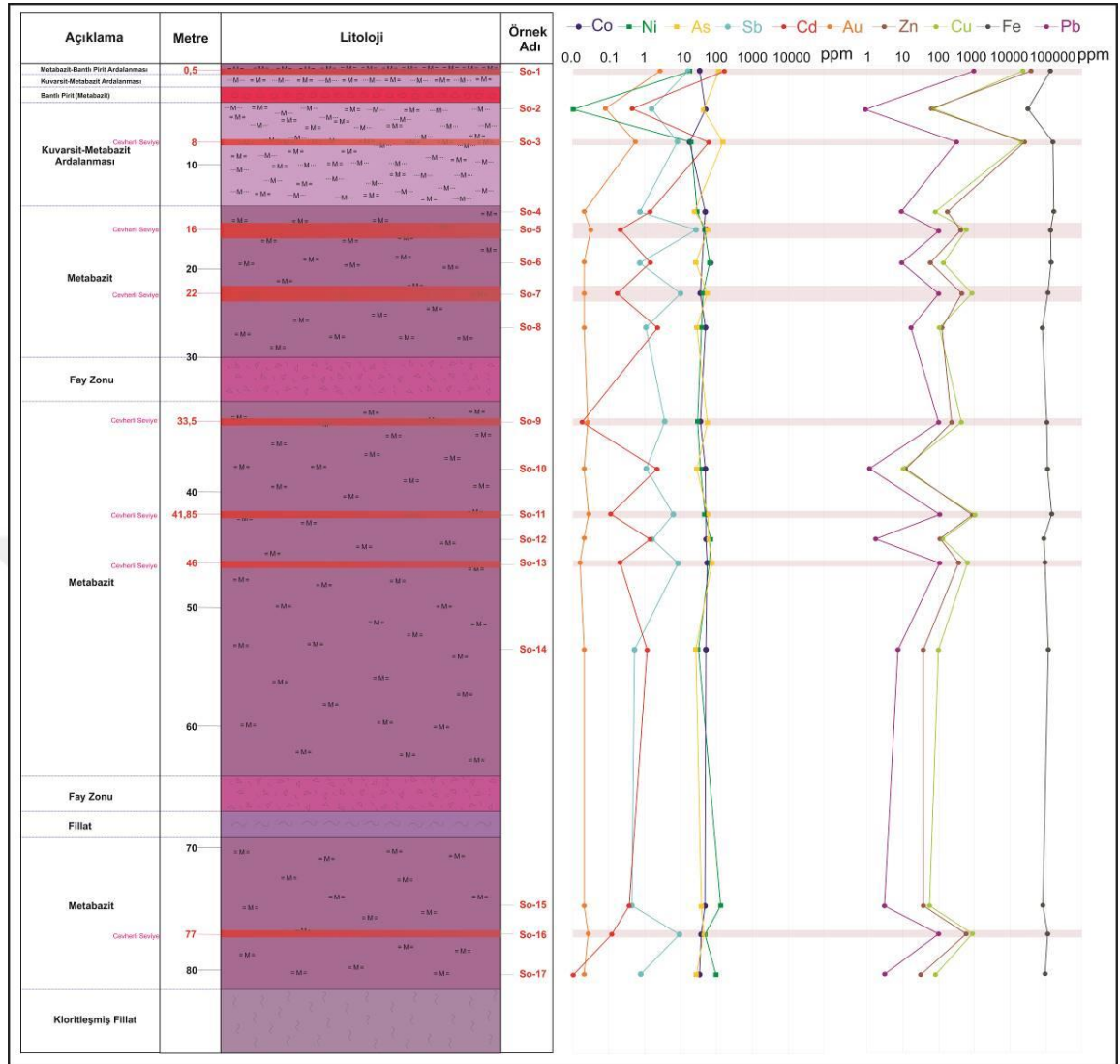
Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	So 10	So 11	So 12	So 13	So 14	So 15	So 16	So 17
Nadir Toprak Elementleri								
La	1,26	6,95	1,67	4,99	1,45	2,38	5,32	18,24
Ce	4,51	17,70	5,67	12,77	4,70	6,83	14,34	44,65
Pr	0,95	2,69	0,89	1,92	0,95	1,29	2,23	6,12
Nd	4,98	13,19	5,17	9,71	5,09	6,62	11,25	27,95
Sm	1,90	4,21	1,84	2,93	2,15	2,46	3,53	7,84
Eu	0,83	1,50	0,75	1,04	0,88	1,05	1,29	2,41
Gd	2,84	5,69	3,02	4,03	3,36	3,80	4,80	10,18
Tb	0,55	0,93	0,52	0,64	0,70	0,77	0,78	1,51
Dy	3,31	6,34	3,72	4,35	4,45	4,76	5,25	9,28
Ho	0,81	1,27	0,80	0,89	1,07	1,14	1,02	1,93
Er	2,15	3,80	2,37	2,53	2,94	3,07	3,01	5,84
Tm	0,35	0,48	0,34	0,32	0,48	0,50	0,39	0,81
Yb	1,96	3,06	2,27	2,22	2,68	2,79	2,62	5,09
Lu	0,32	0,35	0,33	0,29	0,43	0,45	0,31	0,65

Tablo 5.8: Sondajdan derlenen örneklerin bazı anaoksit ve iz elementlerinin korelasyon katsayıları.

Çok Yüksek	0,9-1
Yüksek	0,7-0,9
Orta	0,5-0,7
Zayıf	0-0,5



Şekil 5.18: Sondajdan derlenen cevherli örneklerin cevher mikroskobisi görüntüleri, (ccp) kalkopirit, (sph) sfalerit, (py) pirit.



Şekil 5.19: Sondajdan derlenen örneklerin jeokimyasal stratigrafi diyagramı.

Jeokimyasal stratigrafi diyagram incelendiğinde cevherleşmenin metabazitler ile ilişkili olduğu görülmektedir. İstifin kuvarşist-metabazit ardalı seviyesinde cevherleşmenin az olduğu ve Fe oranının yüksek olduğu görülmektedir. İstif boyunca Cu, Zn, Pb, Au ve Fe elementlerinin cevherli ve cevhersiz seviyelerde benzer hareket ettiği görülmektedir. Cu, Zn ve Pb'ce zengin seviyelerde Co, Sb elementleri negatif korelasyon Ni, As, Cd elementleri de pozitif korelasyon göstermektedir. Cd ve Sb elementleri ise negatif korelasyon göstermektedir. Sondajın yüzeye yakın kesimlerinde Cu, Zn, Pb, Au ve Fe elementlerinin maksimum değere ulaştığı derine doğru ise değerlerin azaldığı görülmektedir.

Co elementinin davranışının yan kayaç ve cevherli seviyelerde çok farklılık göstermediği görülmektedir.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda cevher oluşturan çözeltinin silikat ve oksijence fakir ve S, As, Ni ve Cd elementlerince zengin olduğu tespit edilmiştir. Cevherli seviyelerin metabazitlerle ilişkili olması ve element konsantrasyon ve davranışlarının değerlendirilmesi sonucunda cevher çökeliminin bazik karakterli çözeltiler ile ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır. Metabazit-kuvarsit araldanması da sedimantasyon esnasında bazik volkanizmanın bölgeye yerleştiğini göstermektedir. Saha ve laboratuvar sonuçlarına göre cevher minerallerinin şistoziteye uyumlu olması ve bazı alanlarda bantlı pirit seviyelerin varlığı cevherleşmenin köken olarak ilksel olduğunu göstermektedir. Sedimantasyon esnasında bölgeye yerleşen bazik volkanikler sülfürlü eriyikleri çökelme ortamına bırakmış ve cevher çökelimi gerçekleşmiştir. Bu cevherleşme ilksel olarak volkano-sedimanter (VMS) tipi bir yataktır. Daha sonra bölgenin geçirmiş olduğu metamorfizma ve tektonizmadan dolayı kayaçları oluşturan minerallerde yönlenme gerçekleşmiş ve fay zonlarında da ezik zonlar gelişmiştir. İlksel olarak oluşan cevher mineralleri de yan kayaçlarla beraber metamorfizmadan etkilenmiş ve fayların etkisiyle deforme olmuştur. Bu ezik zonlar boyunca da alterasyon zonları meydana gelmiştir.

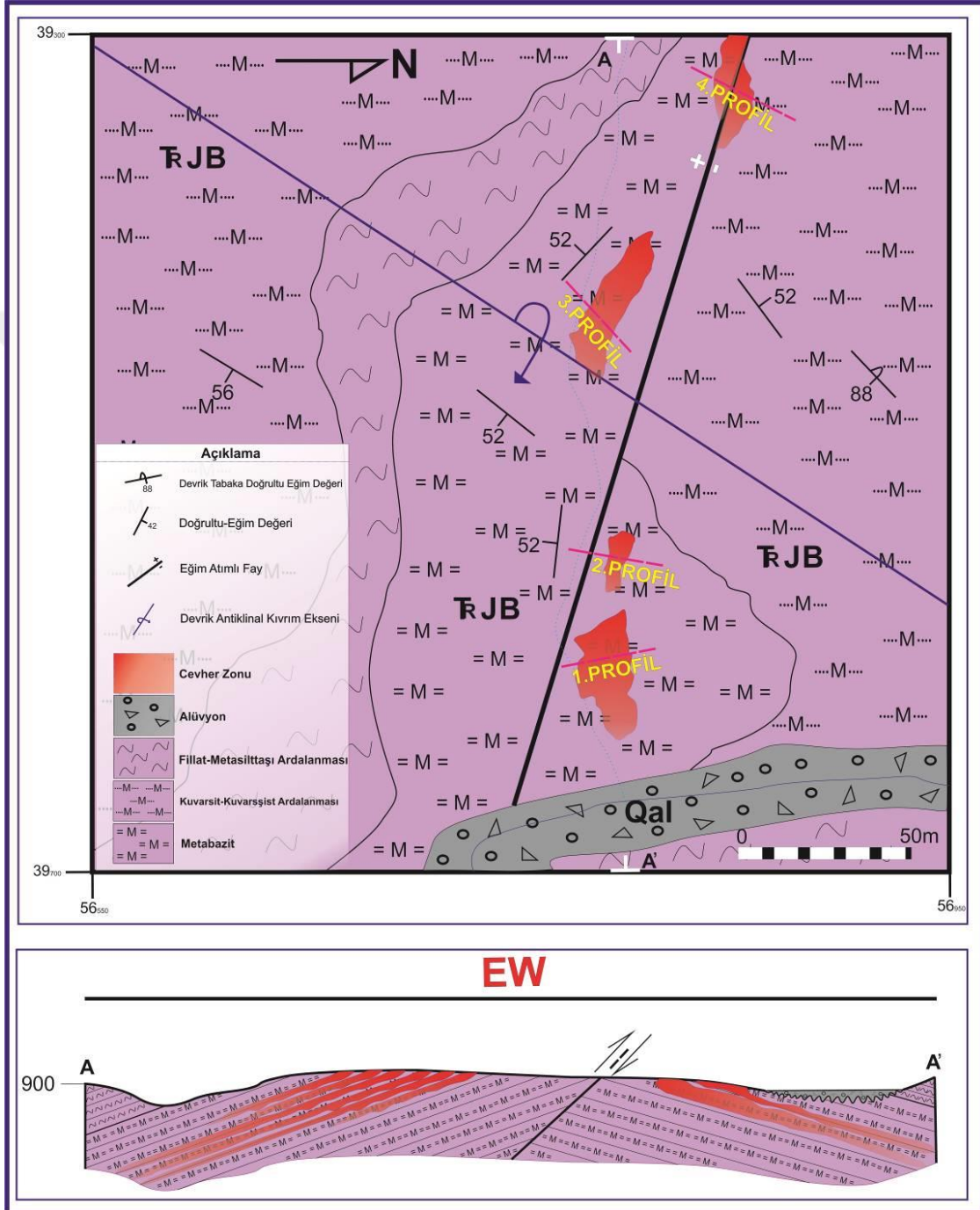
5.1.2. Göçükdibi Cu-Zn Cevherleşmesi

Göçükdibi Cu-Zn cevherleşmesi, inceleme alanının güneyinde Tabyeri Tepenin yaklaşık 500 metre kuzeybatısında Şahin Dere ile birleşenkuru dere ve civarında (Ek-1) yer almaktadır (Şekil 5.20). Cevherleşme bölgesinde Bekirli formasyonuna ait metabazit, klorit şist, kuvarşşist, grafitşist ve fillitler yaygın olarak mostra vermektedir (Şekil 5.21).

Bekirli formasyonunun taban seviyelerini temsil eden metabazitlerin yüksek basınç koşullarında veya epidot-amfibolit fasiyesinde metamorfizma geçirdiği belirtilmiştir. (Ustaömer ve diğ. 2005, Tüysüz 1985, 1986).

Cevher zonunun uzunluğu yaklaşık 250 m uzunluğunda genişliği ise 5-15 m arasında olup şistoziteye paralel bir şekilde gözlenmektedir. Metabazit ve kuvarşşist araldanmalı

istif içerisinde şistoziteye paralel olarak bulunan cevherleşme sinjenetik karakterlidir. Cevherleşme ortalama 7 m'lik zon içerisinde, kalınlıkları 1-5 cm arasında değişen bantlar şeklinde olup metabazit seviyeleriyle ilişkilidir.



Şekil 5.20: Göçükdibi Cu-Zn cevherleşmesinin sketch jeoloji haritası ve enine kesiti.

Cevher zonunda başlıca kalkopirit, sfalerit, magnetit, hematit ve pirit mineralleri tespit edilmiştir. Kalkopirit ve magnetit mineralleri genellikle milimetreden daha küçük

boyutlarda ve saçınımlıdır. Bol miktarda bulunan pirit mineralleri ise genellikle özşekli ve iri kristallidir.

Bölgede deformasyona neden olan tektonik etkiler nedeniyle birimler kendi içinde kırılmış ve kıvrımlanmıştır. Bazı alanlarda klivaj düzlemleri boyunca mikro kıvrımlar gelişmiştir. Sıkışma ve kırılma zonlarında oksidasyon etkisiyle sıvama şeklinde gelişen malakit ve azurit mineralleri gözlenmektedir.

Birincil cevher zonunda süperjen alterasyon sonucunda kükürt ve ikincil mineraller olan limonit ve jips gelişmiştir (Şekil 5.22, 5.23a-b-c-d-e-f). Oksitlenme yerli yerinde geliştiği için limonitli zonlar ince-uzun şeritler şeklinde şistler ile ardalanmalı halde görülmektedir. Dere içerisinde geçen faya yakın zonlarda ise jips kristalleri gözlenmektedir. Oksidasyon ürünü olan malakit sıvalamaları kırık ve çatlaklarda görülmektedir.

Metabazitler içerisinde piritin egemen olduğu bantlı seviyeler şistoziteye paralel olarak gözlenmektedir.

Bölgede etkin olan tektonizma nedeniyle kayalar bol kırık, çatlak ve eklemli bir yapı kazanmıştır. Dere boyunca uzanan fayın etkisiyle breşik ve milonitik dokular gelişmiştir. Deformasyondan kayalarla beraber cevher mineralleri de etkilenmiştir.

Cevher zonu boyunca gözlenen Bekirli formasyonuna ait metabazitlerin mineralojik-petrografik incelemelerinde kayacın nematoblastik dokulu olduğu görülmektedir (Şekil 5.24a-b). Kayaçta başlıca aktinolit, muskovit, klorit ve kuvars mineralleri ile birlikte yönlenmeye paralel konumda opak mineraller bulunmaktadır. Muskovitlerin hâkim olduğu düzeylerde ise lepidoblastik dokular gelişmiştir. Metabazitler içerisinde kuvarslar ardalanmalı bir şekilde ve ikincil damarlar şeklinde gözlenmektedir. Kayaçta yer yer klinopiroksen ve epidot ile birlikte kırık ve çatlaklarda gelişen ikincil kuvars, kalsit ve demiroksit damarları gözlenmektedir (Şekil 5.24c-d-e-f).



Şekil 5.21: Göçükdibi cevherleşmesinde birincil cevher zonunun genel görünümü (Doğudan Batıya Bakış).

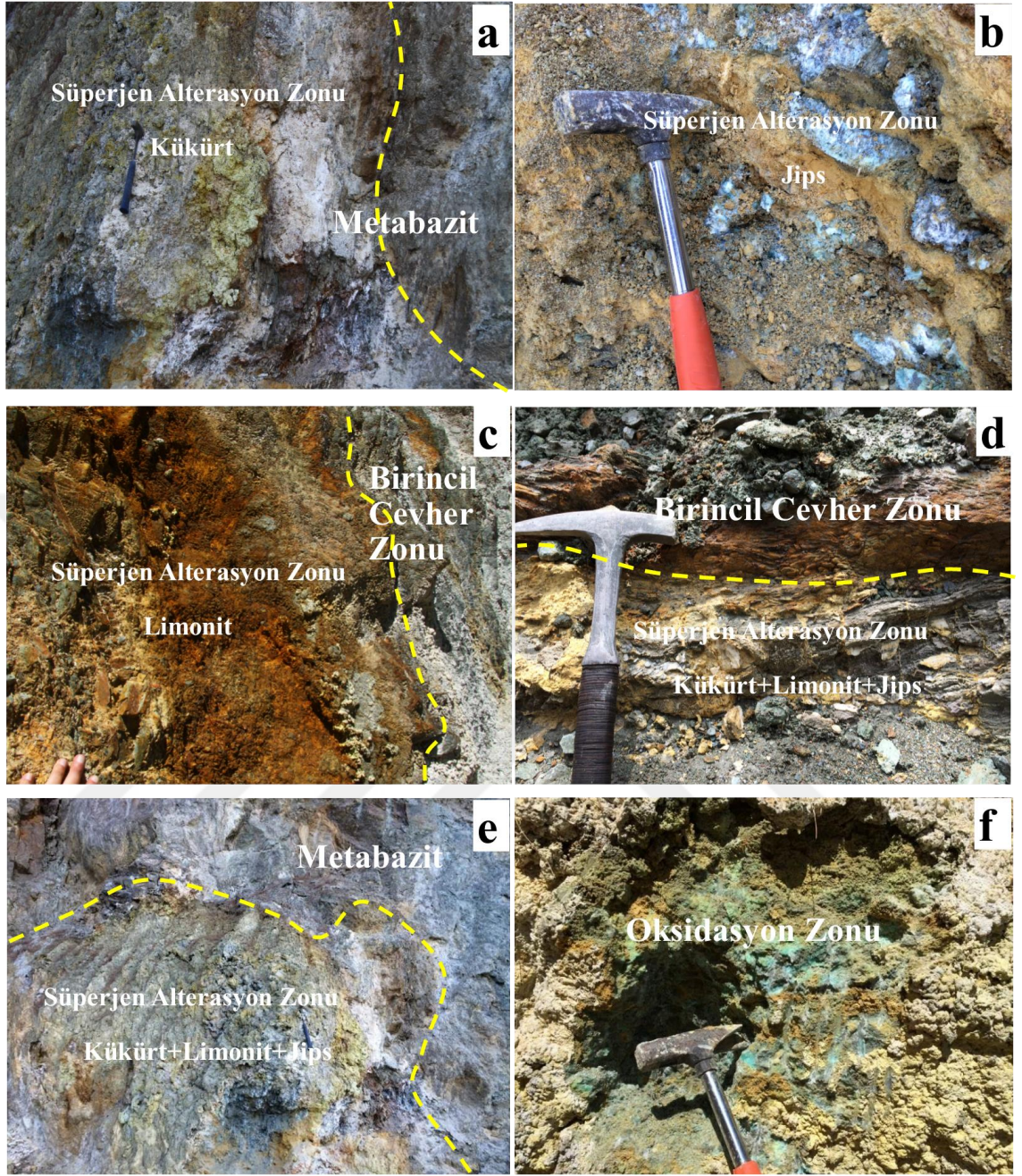


Şekil 5.22: Göçükdibi cevherleşmesinde birincil cevher zonu ve süperjen alterasyon zonunun genel görünümü (Kuzeybatıdan Güneydoğuya Bakış).

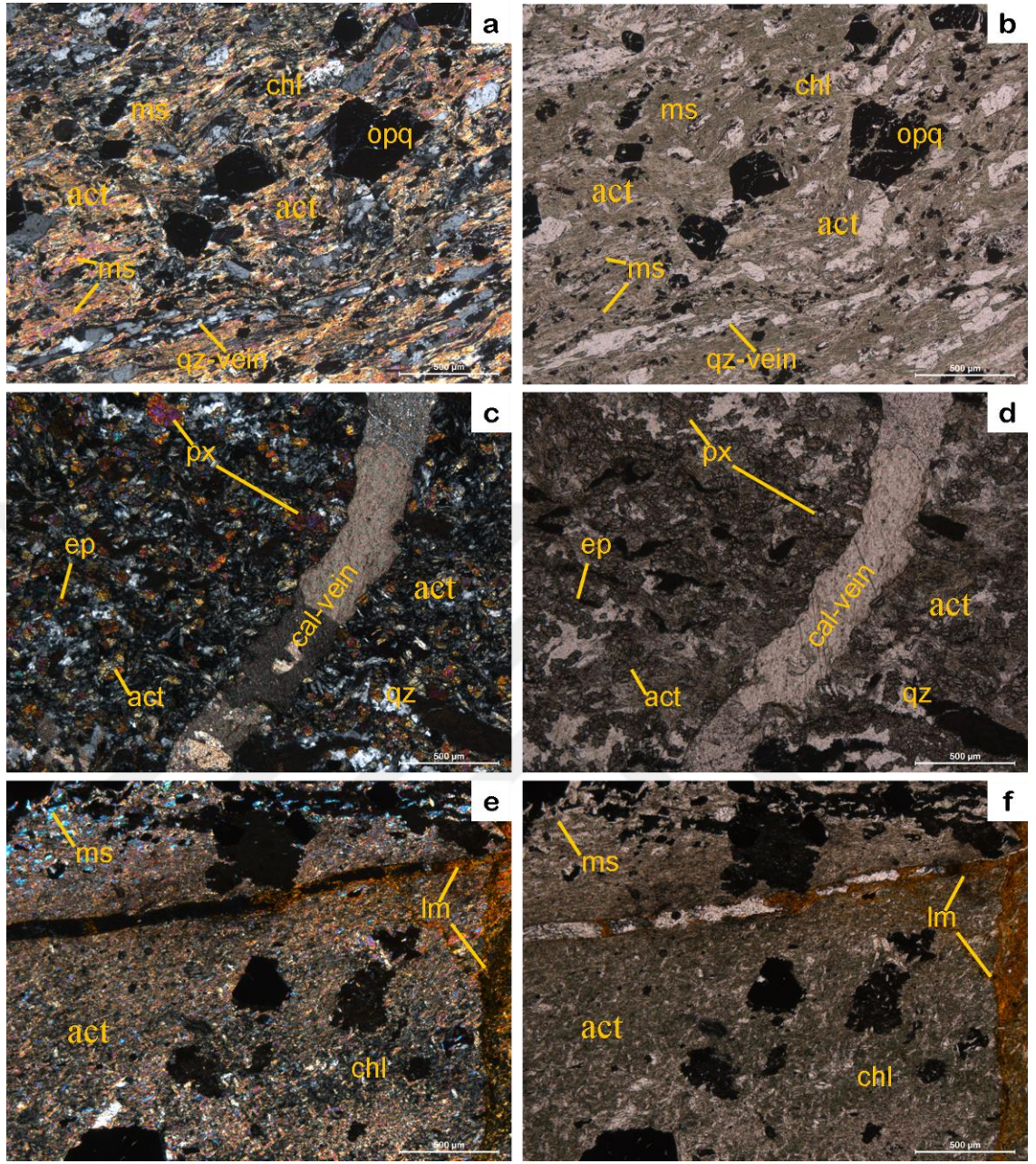
Cevher petrografisi incelemelerinde, pirit ve kalkopiritlerin sfalerit tarafından ornatıldığı (Şekil 5.25a) ve pirit minerali içerisinde kalkopirit kapanımlarının bulunduğu (Şekil 5.25b) görülmektedir. Metamorfizma etkisiyle muhtemelen ilksel piritlerden dönüşen hematitlerin ($2\text{FeS}_2 + 5.5\text{O}_2 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{SO}_2$) şistoziteye paralel bir şekilde speküler hematite dönüştükleri görülmektedir (Şekil 5.25c). Tektonizma etkisiyle kayaçlarda oluşan kırık ve çatlaklarda ikincil piritler gelişmiş ve bunlar da daha sonra götite dönüşmüştür (Şekil 5.25d).

Göçükdibi cevherleşmesinde yapılan saha ve cevher petrografisi çalışmaları cevher parajenezinde kalkopirit, magnetit, hematit, sfalerit, pirit, limonit, götit ve malakit minerallerinin olduğu ortaya koyulmuştur.

Petrografik incelemeler cevher süksesyonunun pirit, kalkopirit, manyetit, sfalerit, götit, hematit, malakit ve limonit şeklinde olduğunu göstermektedir (Şekil 5.26).



Şekil 5.23: Göçükdibi cevherleşmesinde birincil cevher zonu boyunca gözlenen süperjen alterasyon ve oksidasyon zonu görünüşleri.



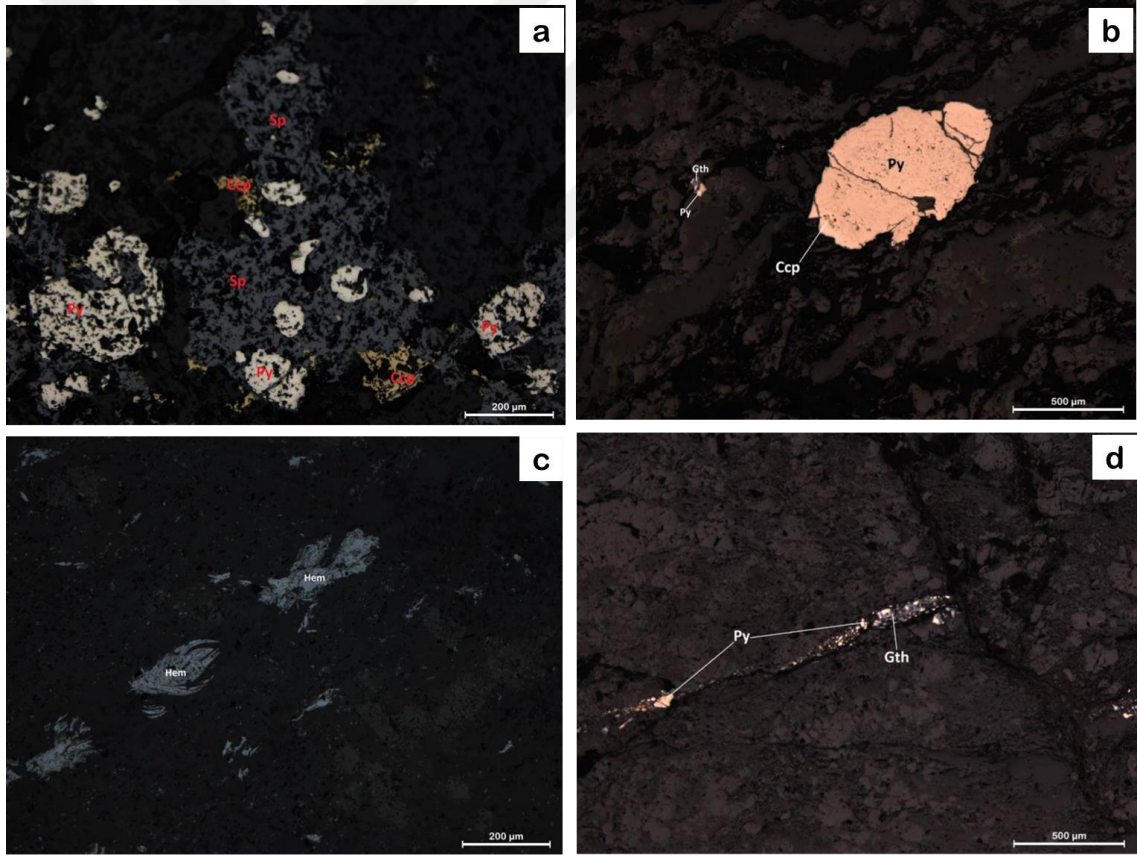
Şekil 5.24: Göçükdibi cevherleşmesine ait metabazitlerin ait polarizan mikroskop görüntüleri, Kısaltmalar: (act) aktinolit, (cal-vein) kalsit damarı, (chl) klorit, (ep) epidot, (lm) limonit, (ms) muskovit, (opq) opak mineral, (px) piroksen, (qz) kuvars, (qz-vein) kuvars damarı.

Cevher zonu boyunca 4 profilde sistematik örnekleme yapılmıştır. Örnekleme mümkün olduğunca cevherleşme doğrultusuna dik olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Fakat bazı alanlarda cevher doğrultusu boyunca değişimi tespit edebilmek amacıyla doğrultuya paralel örnekleme de yapılmıştır.

Göçükdibi Cu±Zn cevherleşmesinde numune ismi KGD 200-209 aralığında olan 10 adet ve KGD 301-336 aralığında olan 36 adet olacak şekilde toplamda 46 adet numune

alınmış ve bu numunelerin XRF ve ICP-MS analizleri İTÜ JAL laboratuvarında yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda metabazitler ile ilişkili Cu-Zn cevherleşmesi tespit edilmiştir. Cu maksimum % 0,8'e, Zn ise maksimum % 7'ye ulaşmaktadır.

Metabazitlerle ilişkili cevher zonunda birincil cevherleşme zonu ve süperjen alterasyon zonu gözlenmektedir. Bazı seviyelerde metabazitlerle birlikte kuvarsit ve kuvarssist aralanmaları bulunmaktadır. Bu sebeple yankayaç dâhil tüm zonlardan örnekleme yapılarak jeokimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Jeolojik yapı göz önünde bulundurularak, 1. profilde N70E doğrultulu 6 adet örnekleme gerçekleştirilmiştir (Şekil 5.27). Örneklemelerin ana oksit (%), iz element (ppm) ve nadir toprak element (ppm) analizleri Tablo 5.9'da verilmiştir.



Şekil 5.25: Göçükdibi cevherleşmesinden derlenen cevherli örneklerin cevher mikroskobisi görüntüleri, (ccp) kalkopirit, (sph) sfalerit, (mag) manyetit, (hem) hematit, (Gth) götit, (py) pirit.

Mineraller	Cevher Minerallerinin Oluştığı Evre	Süperjen Evre
Pirit		
Sfalerit		
Kalkopirit		
Manyetit		
Kovellit		
Limonit		
Malakit		
Hematit		
Götit		

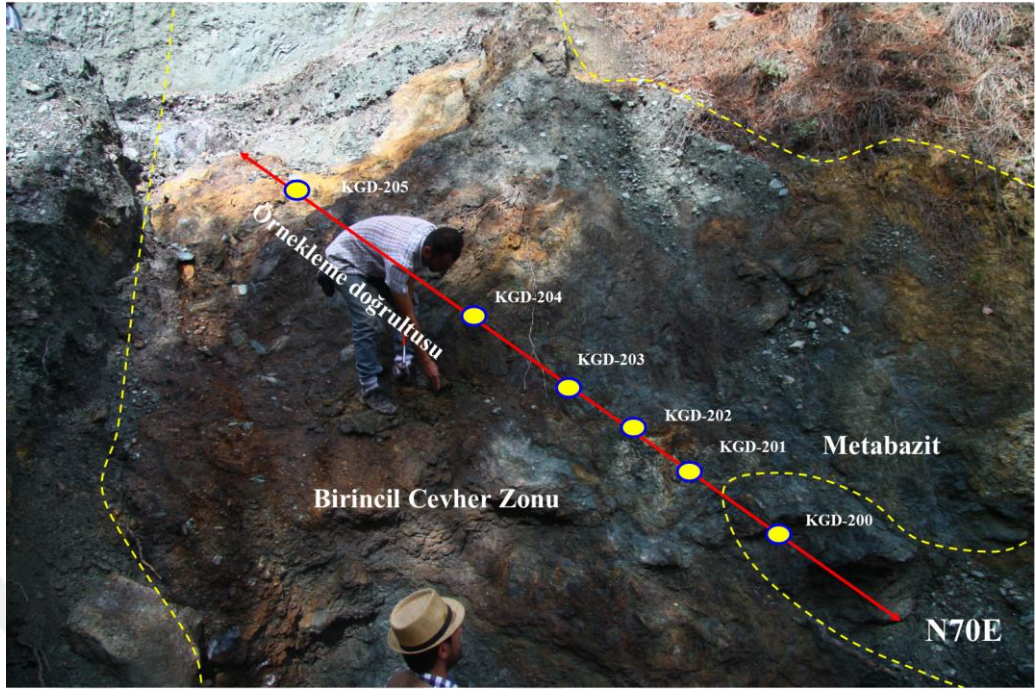
Şekil 5.26: Göçükdibi cevherleşmesinin parajenezi ve süksesyonu.

2. profilde ise süperjen alterasyon ürünlerinin ardalı seviyelerinde N28W doğrultusu boyunca 4 adet örnekleme gerçekleştirilmiştir (Şekil 5.28). Örneklerin majör oksit (%), iz element (ppm) ve nadir toprak element (ppm) analizleri Tablo 5.10'da verilmiştir.

3. profilde ise doğrultusu N15W olan 13 adet ve doğrultusu N10E olan 5 adet örnekleme gerçekleştirilmiştir (Şekil 5.29). Kayaçlarda meydana gelen kırılmalar nedeniyle birincil cevher zonu ve süperjen alterasyon zonu boyunca 2 farklı yönde örneklendirme yapılmıştır. Örneklerin majör oksit (%), iz element (ppm) ve nadir toprak element (ppm) analizleri Tablo 5.11'de verilmiştir.

4. profilde ise doğrultusu N20E olan 18 adet örnekleme gerçekleştirilmiştir (Şekil 5.30). Fay zonu boyunca kayaçlarda ezik zonlar gelişmiştir.

Bu zona ait örneklerin ana oksit (%), iz element (ppm) ve nadir toprak element (ppm) analizleri Tablo 5.12'de verilmiştir.



Şekil 5.27: Göçükdibi cevherleşmesine ait 1. profilin görünümü ve örnek noktaları (Güneyden Kuzeye Bakış).

Tablo 5.9a: 1. profilde derlenen örneklerin ana element (% ağırlık) analizleri.

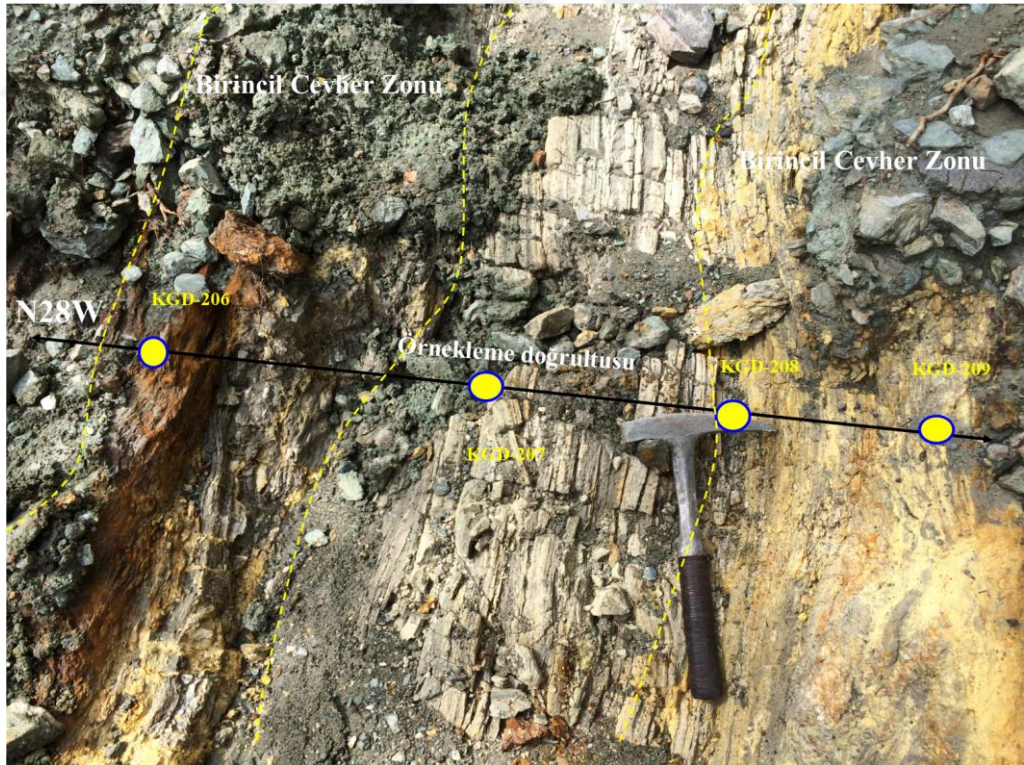
Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	KGD 200	KGD 201	KGD 202	KGD 203	KGD 204	KGD 205
Enlem ($^{\circ}$ K)	39.550	39.550	39.550	39.550	39.550	39.550
Boylam ($^{\circ}$ D)	56.986	56.986	56.986	56.986	56.986	56.986
Ana Oksitler (%)						
SiO ₂	40,67	31,37	36,47	24,22	44,10	32,74
Al ₂ O ₃	11,99	9,15	9,27	9,68	6,66	15,52
Fe ₂ O ₃	21,20	14,72	18,56	17,17	20,82	19,92
MgO	5,99	2,06	2,05	1,65	1,40	6,47
CaO	8,72	9,34	6,67	11,11	3,59	3,46
Na ₂ O	2,19	1,20	0,51	0,22	2,22	1,84
K ₂ O	0,94	0,95	1,27	1,56	0,52	1,70
TiO ₂	3,28	0,96	0,97	1,04	2,05	2,67
P ₂ O ₅	0,29	0,22	0,31	0,43	0,21	0,72
MnO	0,20	0,22	0,08	0,07	0,03	0,73
Cr ₂ O ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SO ₃	0,00	14,23	10,81	18,83	9,07	5,69
LOI	3,07	13,06	12,15	13,02	9,11	8,01
Toplam	99,81	99,33	99,12	99,00	99,78	99,47

Tablo 5.9b: 1. profilde derlenen örneklerin iz element (ppm) analizleri.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	KGD 200	KGD 201	KGD 202	KGD 203	KGD 204	KGD 205
İz Elementler						
Sc	22,48	111,62	194,34	175,83	37,79	234,50
Y	3,37	55,66	40,04	29,58	32,44	88,43
Th	0,04	1,67	2,12	2,31	2,30	2,81
Li	78,44	70,84	67,59	70,33	75,03	34,54
Be	0,82	0,84	1,00	0,81	1,42	0,86
Fe	6128,06	792040,30	108051,78	100338,40	62158,97	121175,37
Co	1,93	39,49	24,03	13,08	14,19	44,78
Ni	0,00	331,85	13,19	9,56	96,71	17,97
Cu	0,00	3831,71	1257,47	831,62	332,35	383,65
Zn	0,00	13612,62	2577,78	2476,28	343,38	1382,31
Ga	28,20	23,28	53,87	104,08	31,95	33,47
As	35,94	23,45	27,78	27,17	42,96	34,86
Se	7,32	0,00	4,27	5,35	0,00	3,47
Rb	0,54	15,53	21,11	27,67	7,38	28,66
Sr	143,53	41,83	193,89	159,50	24,41	161,35
Ag	5,36	2,28	1,12	1,91	1,08	4,56
Cd	1,82	52,04	4,09	6,41	0,67	4,28
In	0,04	0,24	0,91	0,22	0,66	0,20
Cs	0,00	0,45	1,32	1,18	0,53	1,57
Ba	765,32	316,52	1148,28	2580,61	101,58	280,70
Tl	0,30	0,23	0,62	2,08	0,15	0,46
Pb	0,00	44,91	65,51	108,51	19,15	63,89
U	0,35	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00
Au	1,96	0,05	0,07	0,07	0,02	0,18
Hf	0,14	3,87	0,49	0,63	0,23	2,04
Ir	0,00	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02
Pd	0,91	2,55	0,26	0,70	0,11	0,28
Pt	0,02	0,02	0,01	0,01	0,04	0,03
Rh	0,04	0,06	0,05	0,07	0,02	0,05
Ru	0,02	0,14	0,04	0,05	0,02	0,04
Sb	1,06	0,37	0,40	0,76	1,80	3,43
Sn	2,10	3,57	2,11	2,83	2,72	5,37
Te	0,01	0,20	0,00	0,00	0,23	0,00
V	0	0	0	0	0	408
Zr	231	235	267	285	462	70
Nb	0	13	12	10	14	26
W	0	69	79	0	0	0

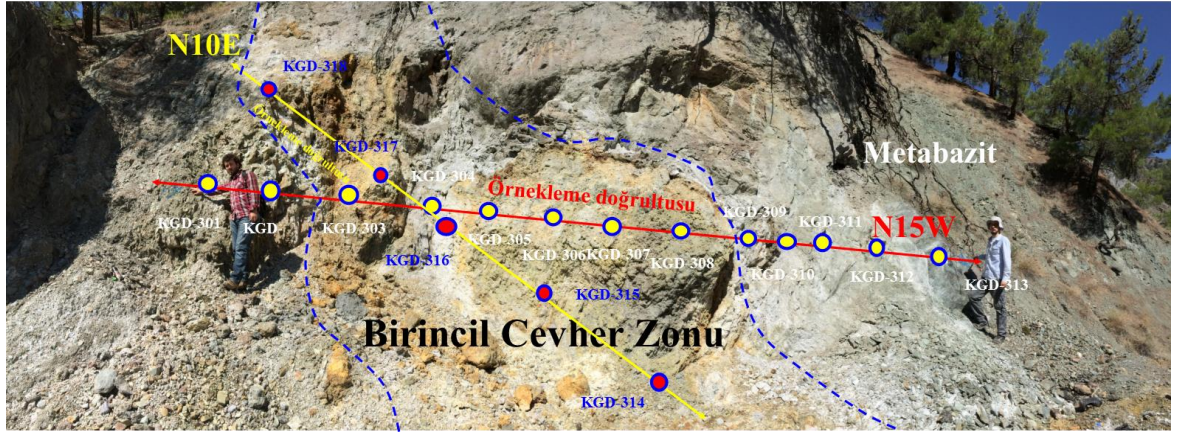
Tablo 5.9c: 1. profilde derlenen örneklerin nadir toprak element (ppm) analizleri.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	KGD 200	KGD 201	KGD 202	KGD 203	KGD 204	KGD 205
Nadir Toprak Elementleri						
La	6,92	19,83	13,45	21,33	13,39	28,98
Ce	11,46	51,90	33,35	49,72	26,76	66,10
Pr	1,82	7,46	4,86	6,85	5,18	9,35
Nd	8,07	36,75	24,20	33,53	22,24	43,22
Sm	2,72	11,29	8,69	11,71	6,42	11,57
Eu	1,97	3,23	2,82	4,21	1,82	3,29
Gd	2,21	14,48	10,33	11,60	8,57	16,48
Tb	0,24	1,98	1,45	1,41	1,58	2,48
Dy	1,10	11,17	8,22	7,31	9,04	15,75
Ho	0,13	2,12	1,51	1,32	2,13	3,15
Er	0,31	6,16	4,18	3,69	5,36	9,08
Tm	0,04	0,86	0,55	0,48	0,75	1,17
Yb	0,19	5,87	3,22	2,91	3,80	6,62
Lu	0,05	0,74	0,44	0,44	0,44	0,72

**Şekil 5.28:** Göçükdibi cevherleşmesine ait 2. örnekleme zonunun görünümü ve örnek noktaları (Güneybatıdan Kuzeydoğuya Bakış).

Tablo 5.10a: 2. profilde derlenen örneklerin ana element (% ağırlık) analizleri.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	KGD 206	KGD 207	KGD 208	KGD 209
Enlem ($^{\circ}$ K)	39.532	39.532	39.532	39.532
Boylam ($^{\circ}$ D)	56.982	56.982	56.982	56.982
Ana Oksitler (%)				
SiO ₂	28,67	27,53	38,61	51,07
Al ₂ O ₃	5,25	2,75	13,29	13,81
Fe ₂ O ₃	17,64	12,49	16,37	13,06
MgO	0,82	0,30	2,36	2,20
CaO	10,80	9,03	4,62	6,72
Na ₂ O	0,86	1,43	0,71	1,09
K ₂ O	1,21	1,23	2,26	3,60
TiO ₂	1,25	0,94	1,28	1,32
P ₂ O ₅	0,14	0,06	0,31	0,39
MnO	0,01	0,00	0,19	0,25
Cr ₂ O ₃	0,00	0,01	0,00	0,00
SO ₃	19,00	23,58	8,22	0,00
LOI	13,90	20,50	11,00	5,03
Toplam	99,55	99,86	99,20	98,89

**Şekil 5.29:** Göçükdibi cevherleşmesine ait 3. profilin görünümü ve örnek noktaları (Kuzeydoğudan Güneybatıya Bakış).

Tablo 5.10b: 2. profilden derlenen örneklerin iz element (ppm) analizleri.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	KGD 206	KGD 207	KGD 208	KGD 209
İz Elementler				
Sc	198,79	174,79	269,72	224,38
Y	8,20	2,83	59,67	54,40
Th	0,41	0,44	2,97	1,97
Li	9,04	2,25	22,41	24,76
Be	0,74	0,44	1,52	1,65
Fe	139960,18	105310,79	105521,76	99975,11
Co	8,67	7,76	38,07	27,74
Ni	21,80	7,89	12,05	16,02
Cu	772,18	96,18	738,07	537,96
Zn	1022,45	102,03	1854,27	1220,93
Ga	57,62	28,91	90,36	54,94
As	91,72	53,20	30,98	29,81
Se	7,35	5,83	2,78	4,24
Rb	27,39	35,01	40,52	48,96
Sr	131,78	91,44	42,81	55,16
Ag	1,69	27,10	5,51	4,07
Cd	1,22	0,38	14,02	5,87
In	0,74	4,16	0,09	0,19
Cs	2,02	1,03	1,08	1,44
Ba	1319,66	664,74	1991,11	1094,47
Tl	1,66	4,82	2,07	0,97
Pb	31,11	19,00	27,17	30,52
U	0,00	0,00	0,00	0,00
Au	0,12	0,07	0,13	0,11
Hf	0,61	0,76	1,52	1,45
Ir	0,01	0,00	0,02	0,02
Pd	0,41	0,51	0,34	0,36
Pt	0,02	0,01	0,03	0,02
Rh	0,05	0,04	0,05	0,05
Ru	0,04	0,02	0,05	0,05
Sb	1,42	2,46	1,94	1,04
Sn	2,38	4,13	4,49	3,84
Te	0,00	0,00	0,00	0,00
V	368,00	0,00	0,00	0,00
Zr	63,00	68,00	360,00	312,00
Nb	5,00	6,00	16,00	15,00
W	0,00	0,00	0,00	71,00

Tablo 5.10c: 2. profilden derlenen örneklerin nadir toprak element (ppm) analizleri.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	KGD 206	KGD 207	KGD 208	KGD 209
Nadir Toprak Elementleri				
La	3,23	4,98	23,50	20,34
Ce	7,99	9,01	57,89	47,97
Pr	1,22	1,02	7,88	6,62
Nd	6,15	4,25	36,87	31,73
Sm	2,90	1,53	12,86	10,07
Eu	1,54	0,77	4,70	3,07
Gd	2,18	1,16	14,98	13,03
Tb	0,30	0,12	2,14	1,82
Dy	1,77	0,66	12,52	10,88
Ho	0,34	0,12	2,44	2,14
Er	0,97	0,36	7,03	6,10
Tm	0,13	0,05	0,94	0,80
Yb	0,77	0,31	5,60	4,67
Lu	0,13	0,06	0,77	0,63

Göçükdibi cevherleşmesi boyunca 4 farklı alanda mostra ver cevher zonlarından derlenen ve kimyasal analizi yapılan 46 adet örneğin bazı anaoksit ve iz elementlerinin karşılaştırılması için korelasyon matrisi hazırlanmıştır (Tablo 5.13).

Cu ile birlikte Zn, As, Ag, Cd, Ba, Pb, Sn ve SO₃'ün pozitif korelasyon göstermesi bu elementlerin S iyonları ile beraber hareket ettiklerini ayrıca SiO₂'nin ise negatif korelasyon göstermesi metalleri taşıyan ergiyiğin silikatça fakir olduğunu göstermektedir.

Göçükdibi cevherleşmesinin farklı stratigrafik seviyelerinde cevherleşme ve yan kayaç ilişkisinin ortaya konulması ve bazı iz elementlerin davranışlarının ortaya konulması amacıyla jeokimyasal stratigrafi diyagramı hazırlanmıştır (Şekil 5.31). Cevher zonlarında cevher ve yan kayalardan alınan örneklerin yapılan jeokimyasal analizleri sonucunda cevherleşme bölgesindeki farklı litostratigrafik seviyelerin element konsantrasyonları ve davranışları ortaya konulmuştur.

Tablo 5.11a: 3. profilde derlenen örneklerin ana element (% ağırlık) analizleri.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Kuvarsit
Numune adı	KGD 301	KGD 302	KGD 303	KGD 304	KGD 305	KGD 306	KGD 307	KGD 308	KGD 309	KGD 310
Enlem (⁰ K)	39.430	39.430	39.430	39.430	39.430	39.430	39.430	39.430	39.430	39.430
Boylam (⁰ D)	56.910	56.910	56.910	56.910	56.910	56.910	56.910	56.910	56.910	56.910
Ana Oksitler (%)										
SiO ₂	45,79	40,46	44,18	30,80	5,31	14,90	1,56	2,99	30,80	60,77
Al ₂ O ₃	10,65	13,40	11,62	8,96	0,10	11,58	1,22	1,27	9,14	9,89
Fe ₂ O ₃	12,71	15,28	13,61	11,36	16,19	19,55	12,86	19,92	10,90	9,03
MgO	9,66	8,31	10,18	7,08	0,92	1,75	0,42	0,10	2,52	3,25
CaO	12,38	13,15	11,87	25,51	4,09	0,91	1,30	0,55	9,81	7,03
Na ₂ O	2,29	1,91	2,46	1,54	0,23	0,00	0,61	0,30	0,53	1,87
K ₂ O	0,48	0,40	0,05	0,07	0,01	2,23	0,27	0,03	1,55	1,60
TiO ₂	1,19	2,02	1,32	1,20	0,00	0,95	0,08	0,10	0,48	1,51
P ₂ O ₅	0,08	0,21	0,15	0,10	0,00	0,35	0,03	0,00	0,17	0,41
MnO	0,22	0,23	0,22	0,23	0,10	0,09	0,02	0,02	0,55	0,19
Cr ₂ O ₃	0,04	0,05	0,05	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SO ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	31,99	18,07	26,2	27,8	15,75	0
LOI	3,68	4,23	3,24	12,81	38,24	19,98	49,95	45,95	0	4,11
Toplam	99,76	99,65	99,68	99,91	97,18	90,36	94,52	99,02	92,20	99,66

Tablo 5.11a: Devamı.

Kayaç Türü	Kuvarsit	Kuvarsit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Kuvarsit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	KGD 311	KGD 312	KGD 313	KGD 314	KGD 315	KGD 316	KGD 317	KGD 318
Enlem ($^{\circ}$ K)	39.430	39.430	39.430	39.430	39.430	39.430	39.430	39.430
Boylam ($^{\circ}$ D)	56.910	56.910	56.910	56.910	56.910	56.910	56.910	56.910
Ana Oksitler (%)								
SiO ₂	58,95	64,90	43,67	34,33	45,34	73,46	13,62	20,95
Al ₂ O ₃	10,60	6,32	12,86	7,25	13,44	3,64	3,50	3,43
Fe ₂ O ₃	12,58	9,91	12,96	15,43	14,40	11,14	26,68	30,83
MgO	4,23	2,04	9,56	1,65	3,81	2,74	0,42	1,31
CaO	3,93	6,75	10,56	8,29	3,20	2,03	0,04	7,31
Na ₂ O	2,26	0,87	1,94	1,61	0,67	0,05	0,93	0,78
K ₂ O	1,10	0,89	1,47	0,26	3,82	0,11	1,17	0,62
TiO ₂	1,82	0,21	1,29	0,27	2,18	0,20	0,71	0,88
P ₂ O ₅	0,45	0,04	0,15	0,26	0,58	0,08	0,14	0,07
MnO	0,22	3,38	0,20	1,74	0,24	2,52	0,02	0,04
Cr ₂ O ₃	0,00	0,00	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01
SO ₃	0,00	0,00	0,00	14,20	5,39	0,00	16,66	14,24
LOI	3,41	4,42	4,00	11,02	6,55	2,09	35,03	19,22
Toplam	99,56	99,74	99,79	96,33	99,62	98,74	98,92	99,70

Tablo 5.11b: 3. profilde derlenen örneklerin iz element (ppm) analizleri.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Kuvarsit
Numune adı	KGD 301	KGD 302	KGD 303	KGD 304	KGD 305	KGD 306	KGD 307	KGD 308	KGD 309	KGD 310
İz Elementler										
Sc	193,13	274,12	141,79	129,69	16,14	74,35	18,49	38,93	131,35	195,25
Y	24,08	38,02	23,38	19,75	3,48	60,28	2,96	6,15	82,48	44,49
Th	0,19	0,68	0,45	0,34	0,03	2,05	0,31	0,41	2,43	1,52
Li	11,32	16,63	12,47	11,36	1,19	8,05	0,64	0,00	8,31	7,96
Be	0,58	0,64	0,90	0,74	0,33	1,73	0,55	0,64	1,03	1,41
Fe	142035,08	82305,60	137715,54	105328,54	110661,63	498715,28	84255,05	527061,23	137030,61	108511,35
Co	44,16	43,24	41,74	27,31	44,22	13,29	15,51	6,23	27,65	19,04
Ni	0,00	70,90	0,00	0,00	113,72	0,00	93,96	0,00	0,00	0,00
Cu	3,62	72,10	5,85	0,00	9213,80	8378,18	6790,47	3205,79	8381,10	33,38
Zn	0,00	223,70	166,86	7,03	16987,58	61176,53	45916,92	8039,30	39147,73	203,20
Ga	14,58	20,09	14,01	11,50	1,47	68,72	159,46	13,88	45,11	24,66
As	33,39	30,66	34,82	26,30	142,91	46,37	50,64	73,61	29,16	34,67
Se	0,00	3,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rb	5,41	5,44	0,19	0,73	0,49	32,43	7,67	0,31	19,85	18,77
Sr	135,55	253,41	133,62	134,38	8,04	21,18	81,96	9,10	54,57	40,95
Ag	1,25	0,90	1,01	0,65	27,97	24,26	24,30	18,23	2,41	2,66
Cd	0,41	0,59	0,86	0,45	23,17	218,45	169,92	12,57	119,69	1,06
In	0,07	0,03	0,07	0,03	0,54	7,16	1,64	0,07	0,05	0,10
Cs	0,35	0,43	0,00	0,00	0,08	1,09	0,59	0,00	0,00	0,35
Ba	38,49	36,19	0,00	11,51	31,00	718,11	4668,40	396,77	1129,36	449,73
Tl	0,04	0,09	0,00	0,00	1,57	2,17	1,00	0,78	0,44	0,20
Pb	0,00	3,71	0,00	0,00	206,38	404,45	261,41	68,82	4,07	24,27

Tablo 5.11b: Devamı

[illegible]

Tablo 5.11b: Devamı.

Kayaç Türü	Kuvarsit	Kuvarsit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Kuvarsit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	KGD 311	KGD 312	KGD 313	KGD 314	KGD 315	KGD 316	KGD 317	KGD 318
İz Elementler								
Sc	152,41	208,70	138,81	33,88	182,48	209,79	78,85	43,31
Y	66,55	52,95	23,44	52,35	51,76	33,38	13,59	6,09
Th	2,09	3,23	0,20	7,70	2,41	2,62	2,12	0,77
Li	12,70	8,42	12,00	7,59	12,64	6,40	5,16	2,33
Be	1,33	1,52	1,07	1,01	1,67	0,80	1,09	0,94
Fe	156371,03	115910,25	138863,26	91800,54	182566,29	128627,79	493252,88	158227,95
Co	23,27	27,77	43,59	69,23	18,88	29,38	5,66	10,80
Ni	0,00	0,00	0,00	187,60	0,00	0,00	0,00	94,08
Cu	49,71	20,00	2,69	781,40	127,97	75,92	1260,44	654,47
Zn	56,81	20,11	3,36	16207,60	990,47	529,17	7351,94	581,35
Ga	28,72	11,27	13,10	10,55	33,94	8,23	58,44	27,13
As	34,08	31,70	33,84	44,11	28,40	34,24	95,13	47,16
Se	0,00	0,00	0,00	9,74	0,00	0,00	11,17	3,85
Rb	14,05	14,06	14,61	4,88	55,44	0,88	28,40	11,11
Sr	25,75	41,63	77,27	39,20	25,47	26,97	112,85	69,28
Ag	2,36	0,96	1,34	1,30	1,73	1,42	3,01	1,80
Cd	2,88	1,00	0,74	61,94	1,97	2,43	24,24	1,71
In	0,12	0,09	0,05	0,20	0,17	0,14	2,17	2,95
Cs	0,37	0,63	0,84	0,50	2,81	0,08	1,48	1,09
Ba	486,21	146,11	9,72	174,91	562,73	82,66	1164,01	398,02
Tl	0,10	0,16	0,05	0,03	0,68	0,00	0,86	0,32
Pb	30,16	8,37	0,00	10,39	16,07	0,76	32,10	36,38

Tablo 5.11b: Devamı.

Kayaç Türü	Kuvarsit	Kuvarsit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Kuvarsit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	KGD 311	KGD 312	KGD 313	KGD 314	KGD 315	KGD 316	KGD 317	KGD 318
İz Elementler								
U	0,33	0,35	0,13	0,37	0,42	0,42	0,36	0,21
Au	0,10	0,03	0,02	0,34	0,10	0,45	0,04	0,04
Hf	2,72	0,36	0,70	0,24	2,49	0,32	2,23	0,39
Ir	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,03	0,01
Pd	0,22	0,29	0,50	0,42	0,22	0,27	0,55	0,25
Pt	0,04	0,01	0,01	0,04	0,07	0,21	0,24	0,04
Rh	0,04	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04	0,07	0,04
Ru	0,04	0,05	0,04	0,17	0,04	0,06	0,09	0,04
Sb	1,60	1,94	9,52	1,62	2,46	2,40	1,24	1,87
Sn	3,10	1,53	0,75	1,57	3,59	1,21	3,79	1,45
Te	0,14	0,09	0,08	0,32	0,14	0,28	0,14	0,23
V	4925,00	2272,00	7121,00	0,00	4769,00	2791,00	13145,00	248,00
Zr	300,00	53,00	62,00	85,00	436,00	53,00	193,00	73,00
Nb	17,00	5,00	3,00	9,00	18,00	3,00	8,00	3,00
W	115,00	146,00	0,00	0,00	0,00	120,00	0,00	0,00

Tablo 5.11c: 3. profilde derlenen örneklerin nadir toprak element (ppm) analizleri.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Kuvarsit
Numune adı	KGD 301	KGD 302	KGD 303	KGD 304	KGD 305	KGD 306	KGD 307	KGD 308	KGD 309	KGD 310
Nadir Toprak Elementleri										
La	2,73	9,10	5,64	4,55	1,56	17,34	3,94	1,83	24,99	12,87
Ce	7,77	21,51	14,16	11,42	4,47	43,18	8,52	4,57	63,07	32,43
Pr	1,24	3,16	2,05	1,63	0,93	5,94	1,34	0,61	9,10	4,44
Nd	6,57	15,59	9,96	7,82	4,70	27,75	5,46	2,81	43,56	20,99
Sm	2,30	4,82	2,95	2,30	1,53	8,18	7,16	1,18	13,73	6,46
Eu	0,90	1,81	1,10	0,86	0,57	3,99	4,84	0,76	4,54	1,83
Gd	3,51	7,26	4,34	3,43	1,43	11,27	1,50	1,03	18,31	8,49
Tb	0,61	1,11	0,67	0,54	0,22	1,69	0,19	0,16	2,55	1,28
Dy	4,09	7,06	4,22	3,38	0,98	10,58	0,95	1,01	14,17	7,95
Ho	0,87	1,41	0,87	0,70	0,17	2,25	0,20	0,22	2,80	1,68
Er	2,58	4,01	2,45	2,03	0,35	7,19	0,50	0,71	7,87	4,78
Tm	0,37	0,52	0,33	0,28	0,04	1,06	0,11	0,12	1,03	0,63
Yb	2,38	3,05	2,09	1,80	0,18	7,03	0,60	0,81	6,23	3,92
Lu	0,34	0,40	0,29	0,25	0,02	1,07	0,33	0,14	0,84	0,44

Tablo 5.11c: Devamı.

Kayaç Türü	Kuvarsit	Kuvarsit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Kuvarsit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	KGD 311	KGD 312	KGD 313	KGD 314	KGD 315	KGD 316	KGD 317	KGD 318
Nadir Toprak Elementleri								
La	17,54	41,08	2,71	44,36	18,24	48,48	3,73	2,53
Ce	43,40	26,74	7,39	40,65	44,65	24,13	7,02	5,81
Pr	5,93	10,05	1,20	16,06	6,12	11,37	0,71	0,84
Nd	27,75	43,04	6,63	59,24	27,95	45,84	2,70	3,51
Sm	8,36	10,75	2,26	17,70	7,84	9,89	1,92	1,21
Eu	2,40	2,65	0,86	5,24	2,41	2,18	1,15	0,53
Gd	11,76	14,34	3,47	19,96	10,18	11,50	1,45	1,11
Tb	1,81	2,07	0,59	3,07	1,51	1,57	0,27	0,19
Dy	11,73	11,18	3,99	15,14	9,28	7,94	2,03	1,07
Ho	2,44	1,97	0,85	3,36	1,93	1,46	0,47	0,25
Er	7,13	5,18	2,47	8,71	5,84	4,27	1,51	0,63
Tm	0,97	0,63	0,34	1,30	0,81	0,54	0,24	0,10
Yb	6,20	3,94	2,13	6,98	5,09	3,37	1,74	0,53
Lu	0,72	0,52	0,30	1,09	0,65	0,46	0,27	0,10



Şekil 5.30: Göçükdibi cevherleşmesine ait 4. profilin görünümü ve örnek noktaları (Güneydoğudan Kuzeybatıya Bakış).

Tablo 5.12a: 4. profilde derlenen örneklerin ana element (% ağırlık) analizleri.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Kuvarsit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	KGD 319	KGD 320	KGD 321	KGD 322	KGD 323	KGD 324	KGD 325	KGD 326	KGD 327	KGD 328
Enlem (⁰ K)	39.374	39.374	39.374	39.374	39.374	39.374	39.374	39.374	39.374	39.374
Boylam (⁰ D)	56.885	56.885	56.885	56.885	56.885	56.885	56.885	56.885	56.885	56.885
Ana Oksitler (%)										
SiO ₂	35,86	39,23	24,87	3,40	57,95	71,18	56,11	40,58	38,44	43,59
Al ₂ O ₃	14,73	12,75	12,54	4,16	12,34	1,12	7,21	17,05	12,39	13,17
Fe ₂ O ₃	17,06	13,65	13,88	12,00	7,75	0,96	15,36	10,36	8,66	10,29
MgO	8,07	7,19	0,93	1,56	2,17	1,32	2,54	9,88	11,29	11,71
CaO	10,30	12,86	3,15	0,55	5,95	15,19	5,64	5,38	16,09	10,17
Na ₂ O	1,47	2,10	0,88	0,30	2,91	0,06	1,59	1,59	2,25	2,86
K ₂ O	0,63	0,09	2,25	0,26	1,84	0,09	0,34	1,95	0,58	0,51
TiO ₂	2,01	1,58	1,20	0,13	1,11	0,03	0,32	0,83	0,80	0,84
P ₂ O ₅	0,16	0,11	0,41	0,13	0,45	0,02	0,33	0,05	0,04	0,04
MnO	0,19	0,21	0,15	0,07	0,16	0,54	2,27	0,21	0,18	0,18
Cr ₂ O ₃	0,07	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,06	0,05	0,06
SO ₃	0,00	0,00	13,13	26,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LOI	8,30	8,68	13,80	50,08	7,13	7,04	6,85	11,84	9,06	6,3
Toplam	99,75	98,50	98,03	98,65	99,75	98,50	99,09	99,77	99,83	99,72

Tablo 5.12a: Devamı.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	KGD 329	KGD 330	KGD 331	KGD 332	KGD 333	KGD 334	KGD 335	KGD 336
Enlem (⁰ K)	39.374	39.374	39.374	39.374	39.374	39.374	39.374	39.374
Boylam (⁰ D)	56.885	56.885	56.885	56.885	56.885	56.885	56.885	56.885
Ana Oksitler (%)								
SiO ₂	47,01	43,48	41,81	42,91	45,56	46,51	47,59	47,59
Al ₂ O ₃	10,34	10,51	11,67	10,79	10,59	11,20	10,59	10,59
Fe ₂ O ₃	13,08	13,32	12,47	12,10	13,44	13,00	13,24	13,24
MgO	11,79	10,89	8,26	9,94	9,71	9,31	10,52	10,52
CaO	10,97	13,13	12,18	13,55	13,00	11,69	10,66	10,66
Na ₂ O	1,91	2,13	1,93	2,47	2,24	2,62	2,72	2,72
K ₂ O	0,11	0,11	0,22	0,36	0,15	0,44	0,07	0,07
TiO ₂	1,21	1,14	1,12	1,27	1,36	1,27	0,94	0,94
P ₂ O ₅	0,08	0,08	0,08	0,12	0,08	0,10	0,05	0,05
MnO	0,23	0,23	0,19	0,21	0,21	0,21	0,23	0,23
Cr ₂ O ₃	0,05	0,05	0,04	0,03	0,02	0,04	0,00	0,00
SO ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LOI	2,89	4,56	9,80	6,00	3,05	3,41	3,07	3,07
Toplam	99,68	99,63	99,78	99,76	99,78	99,79	99,68	99,68

Tablo 5.12b: 4. profilde derlenen örneklerin iz element (ppm) analizleri.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Kuvarsit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	KGD 319	KGD 320	KGD 321	KGD 322	KGD 323	KGD 324	KGD 325	KGD 326	KGD 327	KGD 328
İz Elementler										
Sc	160,51	96,61	63,65	25,33	83,66	104,89	88,60	86,91	78,88	88,77
Y	29,13	24,35	38,53	7,36	31,09	7,29	20,53	12,51	19,08	19,11
Th	0,44	0,37	2,71	0,76	2,26	0,09	5,38	0,08	0,08	0,07
Li	23,73	22,68	15,19	1,89	21,69	7,03	44,86	39,39	22,29	26,16
Be	0,98	1,07	1,96	0,43	1,16	1,03	1,09	1,18	0,63	1,26
Fe	184669,72	71241,10	115120,40	179637,83	4497,13	4518,44	94190,31	5533,96	4672,20	5608,72
Co	49,08	45,36	31,06	27,07	17,02	20,11	56,16	51,60	38,36	45,72
Ni	0,00	97,98	11,25	12,87	6,92	7,52	102,14	181,77	143,45	158,52
Cu	6,26	73,29	8967,45	2719,07	421,88	14,35	45,92	66,63	52,96	75,10
Zn	61,98	150,11	69614,74	17088,06	416,47	134,45	263,90	124,10	119,37	112,63
Ga	17,44	15,45	118,38	22,16	18,57	1,25	8,45	14,76	11,72	12,16
As	42,09	30,66	39,67	83,83	27,59	19,83	33,73	31,49	19,76	21,58
Se	15,30	2,84	13,63	1,48	0,12	11,38	5,40	0,77	8,51	4,62
Rb	9,03	2,04	39,39	8,98	25,84	1,01	5,39	28,80	6,92	6,37
Sr	113,64	153,68	32,62	15,09	43,88	55,87	79,53	61,00	77,37	80,56
Ag	1,33	1,74	13,90	7,44	2,44	0,70	1,04	0,79	0,49	0,64
Cd	0,45	0,53	368,90	66,12	1,21	0,62	0,41	0,15	0,48	0,59
In	0,10	0,10	10,48	0,34	0,08	0,00	0,11	0,03	0,05	0,03
Cs	0,90	0,34	1,38	0,45	1,04	0,06	0,87	3,72	0,44	0,36
Ba	13,88	26,39	3683,25	829,68	354,76	14,92	29,05	53,81	26,27	23,71
Tl	0,00	0,00	2,82	2,99	0,35	0,00	0,02	0,28	0,00	0,02
Pb	0,00	9,86	54,41	110,19	30,41	13,30	23,16	9,65	7,67	8,74

Tablo 5.12b: Devamı.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Kuvarsit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	KGD 319	KGD 320	KGD 321	KGD 322	KGD 323	KGD 324	KGD 325	KGD 326	KGD 327	KGD 328
İz Elementler										
U	0,11	0,35	1,30	1,29	0,45	0,02	0,92	0,20	0,11	0,10
Au	0,08	0,02	0,51	0,17	0,12	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00
Hf	0,96	1,36	9,26	1,71	3,54	0,39	0,92	0,84	0,72	0,78
Ir	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pd	0,57	0,44	1,31	0,26	0,16	0,21	0,22	0,19	0,26	0,25
Pt	0,02	0,01	0,06	0,02	0,03	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
Rh	0,05	0,04	0,35	0,09	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Ru	0,04	0,02	0,35	0,13	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03
Sb	1,64	1,04	3,65	1,99	4,31	0,65	2,03	2,86	1,60	1,05
Sn	1,10	1,06	27,08	5,47	3,09	0,42	2,02	0,75	0,73	0,70
Te	0,07	0,04	0,18	0,54	0,05	0,06	0,19	0,08	0,08	0,06
V	7486,00	442,00	0,00	0,00	0,00	0,00	237,00	283,00	192,00	205,00
Zr	88,00	71,00	219,00	80,00	321,00	18,00	82,00	58,00	51,00	54,00
Nb	7,00	3,00	0,00	4,00	16,00	2,00	6,00	2,00	2,00	3,00
W	0,00	0,00	0,00	0,00	103,00	268,00	155,00	0,00	0,00	0,00

Tablo 5.12b: Devamı.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	KGD 329	KGD 330	KGD 331	KGD 332	KGD 333	KGD 334	KGD 335	KGD 336
İz Elementler								
Sc	100,67	89,13	134,77	65,91	193,31	171,78	90,96	97,10
Y	24,34	21,63	20,33	24,45	24,67	27,19	22,77	23,16
Th	0,24	0,16	0,00	0,21	0,16	0,17	0,21	0,10
Li	10,38	12,97	32,87	13,88	9,52	12,88	8,74	9,91
Be	1,30	0,85	0,90	0,93	0,61	0,86	0,94	0,24
Fe	5221,43	6198,36	65829,06	5504,47	146757,03	15008,54	5674,20	5809,88
Co	35,63	40,82	49,67	43,80	42,61	41,63	35,19	43,48
Ni	84,42	103,87	488,75	153,90	0,00	0,00	77,58	72,06
Cu	50,64	74,30	89,63	69,13	0,00	0,00	54,49	77,99
Zn	71,77	80,88	145,18	80,16	0,00	0,00	48,73	51,73
Ga	11,02	13,58	15,89	10,98	14,41	15,03	13,09	11,98
As	21,00	22,42	38,79	26,54	32,79	34,87	18,41	17,96
Se	8,02	8,23	0,00	3,58	8,28	5,19	4,24	0,61
Rb	1,11	1,11	4,07	3,09	1,67	3,83	4,04	0,58
Sr	106,02	103,11	117,76	80,01	101,55	88,72	95,99	81,26
Ag	0,27	0,86	1,24	0,68	1,13	1,04	0,76	0,53
Cd	0,00	0,42	2,63	0,20	0,49	0,00	0,33	0,13
In	0,02	0,03	0,01	0,04	0,04	0,08	0,03	0,04
Cs	0,14	0,10	0,32	0,15	0,02	0,12	0,13	0,10
Ba	3,83	15,52	18,08	7,52	0,00	0,00	11,06	1,40
Tl	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pb	4,59	8,54	36,20	9,02	0,00	0,00	3,30	4,76

Tablo 5.12b: Devamı.

[illegible]

Tablo 5.12c: 4. profilde derlenen örneklerin nadir toprak element (ppm) analizleri.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Kuvarsit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	KGD 319	KGD 320	KGD 321	KGD 322	KGD 323	KGD 324	KGD 325	KGD 326	KGD 327	KGD 328
Nadir Toprak Elementleri										
La	4,69	3,58	17,50	5,05	20,40	0,84	30,97	1,26	1,10	1,15
Ce	12,38	9,55	30,97	11,43	37,72	1,43	28,03	4,51	3,99	4,36
Pr	1,92	1,73	7,27	1,87	7,71	0,27	9,37	0,95	0,88	0,93
Nd	9,90	8,28	33,74	7,66	33,52	1,20	33,40	4,98	4,84	5,16
Sm	3,18	2,92	11,07	2,42	9,31	0,39	7,73	1,90	1,91	2,09
Eu	1,17	1,14	3,41	0,97	1,56	0,14	1,78	0,83	0,86	0,89
Gd	4,95	4,24	10,26	2,16	10,48	0,62	8,14	2,84	2,85	3,05
Tb	0,80	0,82	1,79	0,34	1,42	0,12	1,24	0,55	0,57	0,61
Dy	5,20	4,89	7,35	1,82	9,64	0,68	4,98	3,31	3,45	3,68
Ho	1,11	1,17	1,72	0,42	1,80	0,24	1,33	0,81	0,84	0,88
Er	3,21	3,12	4,85	1,17	6,08	0,66	2,84	2,15	2,20	2,34
Tm	0,45	0,50	1,38	0,20	1,01	0,12	0,51	0,35	0,36	0,37
Yb	2,85	2,91	6,68	1,19	4,48	0,79	2,89	1,96	2,08	2,11
Lu	0,40	0,45	1,48	0,23	0,77	0,18	0,47	0,32	0,35	0,34

Tablo 5.12c: Devamı.

Kayaç Türü	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit	Metabazit
Numune adı	KGD 329	KGD 330	KGD 331	KGD 332	KGD 333	KGD 334	KGD 335	KGD 336
Nadir Toprak Elementleri								
La	2,38	2,08	1,67	2,75	2,11	2,27	3,24	1,45
Ce	6,83	5,99	5,67	7,86	6,50	7,14	8,19	4,70
Pr	1,29	1,13	0,89	1,44	1,11	1,23	1,44	0,95
Nd	6,62	5,72	5,17	7,12	6,25	6,84	6,93	5,09
Sm	2,46	2,20	1,84	2,63	2,23	2,53	2,42	2,15
Eu	1,05	0,91	0,75	1,05	0,89	0,96	0,99	0,88
Gd	3,80	3,32	3,02	3,86	3,54	3,91	3,60	3,36
Tb	0,77	0,68	0,52	0,77	0,62	0,69	0,72	0,70
Dy	4,76	4,21	3,72	4,63	4,21	4,53	4,30	4,45
Ho	1,14	1,00	0,80	1,11	0,91	0,99	1,03	1,07
Er	3,07	2,68	2,37	2,93	2,67	2,90	2,79	2,94
Tm	0,50	0,43	0,34	0,45	0,38	0,41	0,44	0,48
Yb	2,79	2,37	2,27	2,46	2,40	2,59	2,41	2,68
Lu	0,45	0,38	0,33	0,37	0,34	0,35	0,38	0,43

Tablo 5.13: Göçükdibi cevherleşmesinden derlenen örneklerin bazı anaoksit ve iz elementlerinin korelasyon katsayıları.

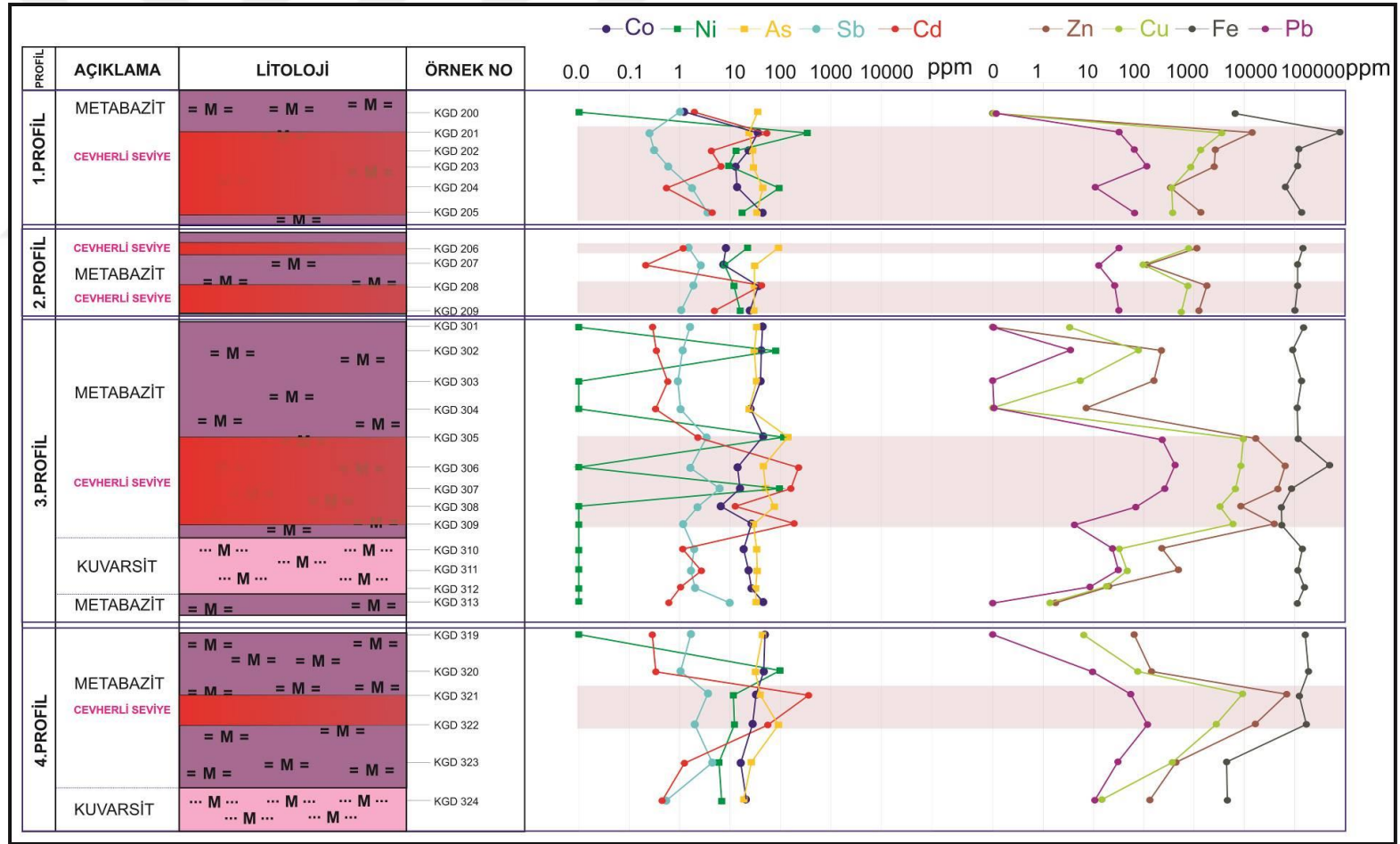
%	Cu																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
---	----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Diyagram incelendiğinde cevherleşmenin metabazitler ile ilişkili olduğu görülmektedir. Sınırlı sayıda alanda kuvarsit seviyeleri ile ilişkili cevherleşmeler de görülmektedir. İstif boyunca Cu, Zn, Pb ve Fe elementlerinin cevherli ve cevhersiz seviyelerde benzer hareket ettiği görülmektedir. Cu ve Zn’ce zengin seviyelerde Co, Ni ve Cd elementlerinin pozitif korelasyon gösterdiği ve yan kayaçlarda azalan Cu ve Zn değerleri ile birlikte Co, Ni ve Cd elementlerinin azaldığı, Ni’nin bazı seviyelerde ise tamamen olmadığı görülmektedir.

Cevher oluşturan elementler ile Sb elementinin de negatif korelasyon gösterdiği As elementinin davranışının ise yan kayaç ve cevherli seviyelerde çok farklılık göstermediği görülmektedir.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda Göçükdibi cevherleşmesinin Kömürlükdere cevherleşmesine benzer bir yapıda olduğu görülmektedir. Cevheri oluşturan çözeltinin silikatça fakir ve S içeriği bakımından zengin olduğu tespit edilmiştir. Cevherleşmede Cu, Zn, Pb ve Fe elementlerinin davranışları benzerlik göstermektedir. Cevherli seviyelerin metabazitlerle ilişkili olması ve element konsantrasyon ve davranışlarının değerlendirilmesi sonucunda cevher çökeliminin bazik karakterli çözeltiler ile ilişkili olduğu görülmektedir.

Metabazit-kuvarsit ardalanması sedimantasyon esnasında bazik volkanizmanın bölgeye yerleştiğini göstermektedir. Saha ve laboratuvar sonuçlarına göre cevher minerallerinin şistoziteye uyumlu olması ve bazı alanlarda bantlı pirit seviyelerin varlığı cevherleşmenin köken olarak ilksel olduğunu göstermektedir. Sedimantasyon esnasında bölgeye yerleşen bazik volkanikler sülfürlü eriyikleri çökelme ortamına bırakmış ve cevher çökelişi gerçekleşmiştir. Bu cevherleşme ilksel olarak volkano-sedimenter (VMS) tipi yatağı karakterize etmektedir. Daha sonra bölgenin geçirmiş olduğu metamorfizma ve tektonizmadan dolayı kayaçları oluşturan minerallerde yönelme gerçekleşmiş ve fay zonlarında da ezik zonlar gelişmiştir. İlksel olarak oluşan cevher mineralleri de yan kayaçlarla beraber metamorfizmadan etkilenmiş ve fayların etkisiyle deforme olmuştur. Bu ezik zonlar boyunca da alterasyon zonları meydana gelmiştir. Süperjen alterasyon zonları Göçükdibi cevherleşmesinde Kömürlükdere cevherleşmesine nispeten daha geniş alanlarda gözlenmektedir.



Şekil 5.31: Göçükdibi cevherleşmesine ait jeokimyasal stratigrafi diyagramı.

5.2. DAMAR TİPİ $\text{Cu}\pm\text{Zn}$ CEVHERLEŞMELERİ

İnceleme alanında alt tektonik dilime ait allokon nitelikli ofiyolitik kayalar ile ilişkili damar tipi $\text{Cu}\pm\text{Zn}$ cevherleşmeleri bulunmaktadır. Dört ayrı bölgede gelişen bu cevherleşmeler Neotetis ofiyolitine ait Kargı ofiyoliti ve Saraycık formasyonu içerisinde yer almaktadır (Ek-1). Bu cevherleşmeler; Dedeninyurdu, Yergen, Fındıklıyar ve Ahmet Ağanın Yeri cevherleşmeleridir. Dedeninyurdu, Yergen ve Fındıklıyar cevherleşmeleri Saraycık formasyonuna ait metadiyabazlar içerisinde Ahmet Ağanın Yeri cevherleşmesi ise Kargı ofiyolitine ait porfiri metabazaltlar içerisinde yer almaktadır.

Dedeninyurdu ve Yergen cevherleşmeleri Saraycık formasyonuna ait metadiyabazlar içerisinde yaklaşık olarak N75E uzantılı bir kırık hattı boyunca gözlenmektedir. Bölgede meydana gelmiş NW-SE yönlü açılma sonucunda NE-SW uzanımlı eğim atımlı normal faylar gelişmiş ve bu hatlar boyunca hidrotermal sular damar tipi $\text{Cu}\pm\text{Zn}$ cevherleşmelerini bu fay zonları içerisine bırakmıştır (Ek-1).

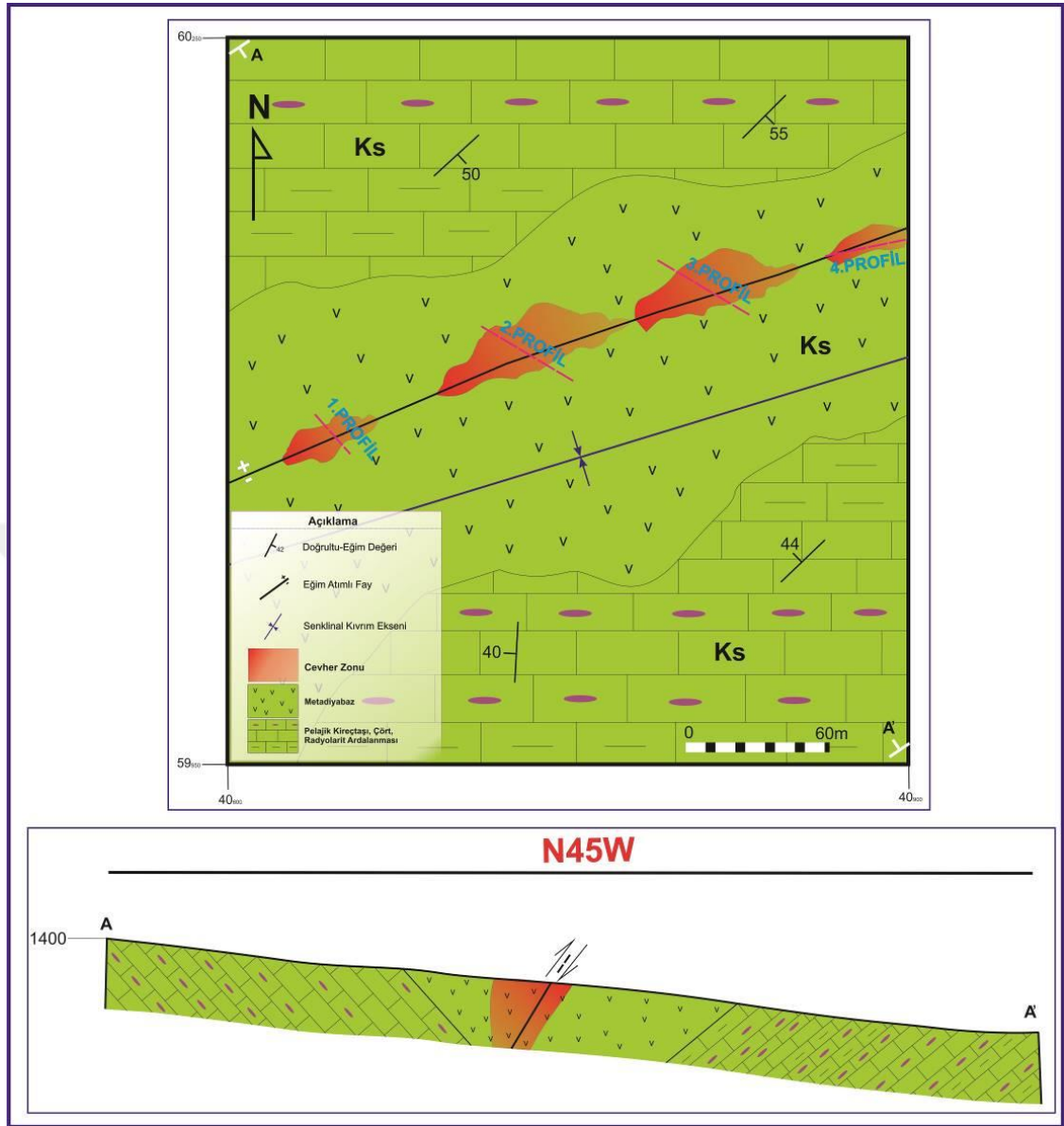
Fındıklıyar cevherleşmesi ise Saraycık formasyonuna ait metadiyabazlar içerisindeki bir fay zonu boyunca sınırlı alanda gelişmiştir (Ek-1).

Ahmet Ağanın Yeri cevherleşmesi ise Kargı ofiyolitine ait porfiri metabazaltlar içerisinde gelişmiş fay zonunda gözlenmektedir (Ek-1).

5.2.1. Dedeninyurdu $\text{Cu}\pm\text{Zn}$ Cevherleşmesi

Dedeninyurdu $\text{Cu}\pm\text{Zn}$ cevherleşmesi Korkut dağı kuzeydoğusunda Saraycık formasyonu içerisinde yer almaktadır (Ek-1). Cevherleşme bölgesinde Saraycık formasyonuna ait metadiyabaz, radyolarit, çört ve pelajik kireçtaşları yer almaktadır. Cevherleşme metadiyabaz ve bu birimi kesen fayla ilişkilidir (Şekil 5.32).

Cevher zonu yaklaşık 100-150 m uzunluğunda ve 1-10 m genişliğinde olup belli bir yapısal hattı takip etmektedir. Cevherleşme Saraycık formasyonu içerisinde yer alan metadiyabazlarla ilişkili damar tipi şeklindedir (Şekil 5.33). N75E doğrultulu bir zon boyunca 4 ayrı profilde cevher damarları gözlenmektedir. Cevher damarı N75E doğrultulu ve 50°SE eğimlidir. Cevher damarının kalınlığı ise zon boyunca 30 cm-1 m arasında değişmektedir (Şekil 5.34).



Şekil 5.32: Dedeninyurdu Cu±Zn cevherleşmesinin sketch jeoloji haritası ve enine kesiti.

Cevher zonunda başlıca kalkopirit, sfalerit, hematit, bornit, kovellit, götit ve pirit mineralleri bulunmaktadır. Cevher mineralleri genellikle milimetreden daha küçük boyutlarda ve saçınımlıdır. Bol miktarda bulunan pirit mineralleri ise genellikle özşekli ve iri kristallidir. El örneğinde kalkopirit, pirit ve bornit mineralleri gözle görülebilmektedir.

Metadiyabazlar tektonizma etkisi ile bol kırıklı ve çatlaklı bir yapıya sahiptir. tektonizma etkisiyle cevherleşmede oluşan kırık ve çatlaklarda sirküle olan yüzey suları ilksel piritlerin bozuşmasına ve çözünme boşluklarının oluşmasına sebep olmuştur.

Daha çok altere örneklerin bulunduğu metadiyabazlar boyunca hidrotermal alterasyonlara (fillik) rastlanmıştır.



Şekil 5.33: Dedeninyurdu Cu±Zn cevherleşmesinin genel görünümü (Güneybatıdan Kuzeydoğuya Bakış).

Cevher zonundaki metadiyabazlar içerisinde ikincil kuvars damarları yaygındır. Bu damarlar içerisinde piritler oksitlenmeden kalmıştır. Bazı bölgelerde ise piritler kısmen ya da tamamen demiroksit minerallerine dönüşmüştür. Süperjen alterasyon sonucunda cevher zonunda limonitleşme ve hematitleşme görülmektedir. Cevher zonu boyunca malakit sıvamaları da yaygın olarak gözlenmektedir (Şekil 5.35).

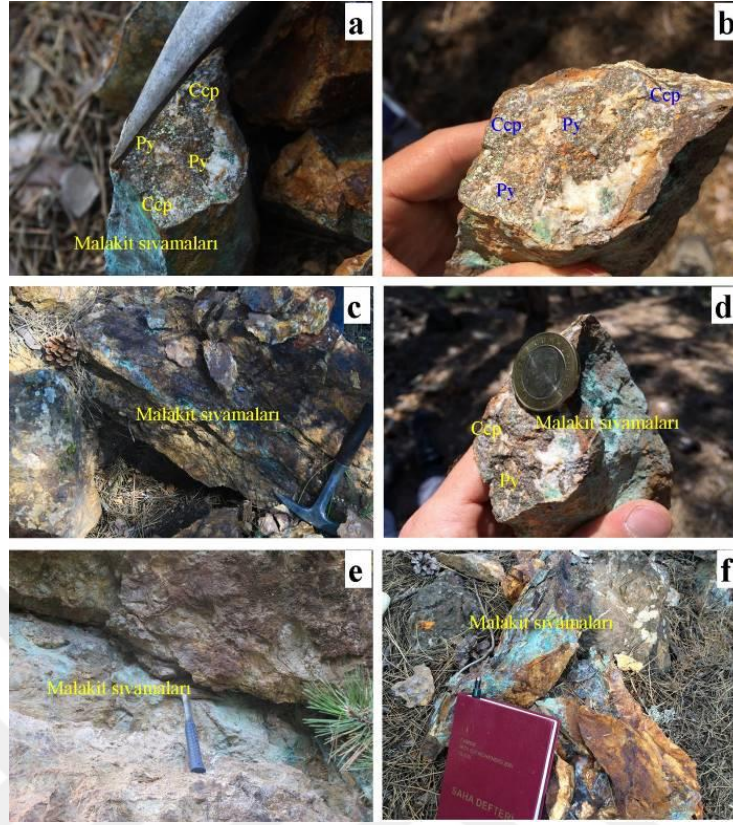
Cevher zonu boyunca gözlenen Saraycık formasyonuna ait metadiyabazların polarizan mikroskop incelemesinde ise kayacın oldukça altere olduğu görülmektedir. Kayaçta başlıca biyotit, feldispat, kuvars ve opak mineraller ile birlikte kaolinit, serisit ve limonit gözlenmektedir. Kayaç içerisinde ikincil kuvars damarları yaygın olarak gözlenmektedir (Şekil 5.36). Bu damarlar yer yer birbirlerini kesmektedir.



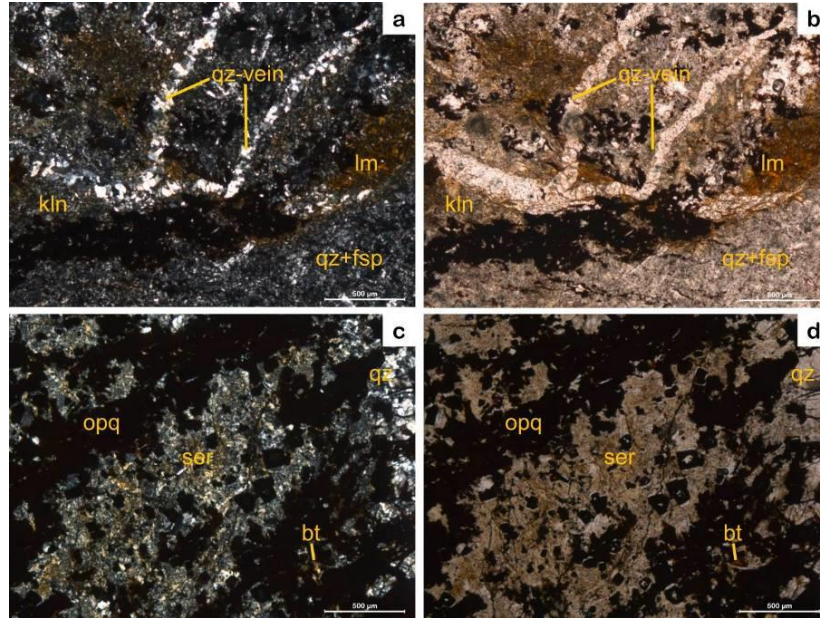
Şekil 5.34: Dedeninyurdu $\text{Cu}\pm\text{Zn}$ cevherleşmesinde birincil cevher zonu ile oksidasyon zonu genel görünümü (Güneyden Kuzeye Bakış).

Yapılan petrografi çalışmaları sonucunda pirit, serisit ve kaolenin yaygın olarak geliştiği ve alterasyonun fillik alterasyon olduğu değerlendirilmiştir.

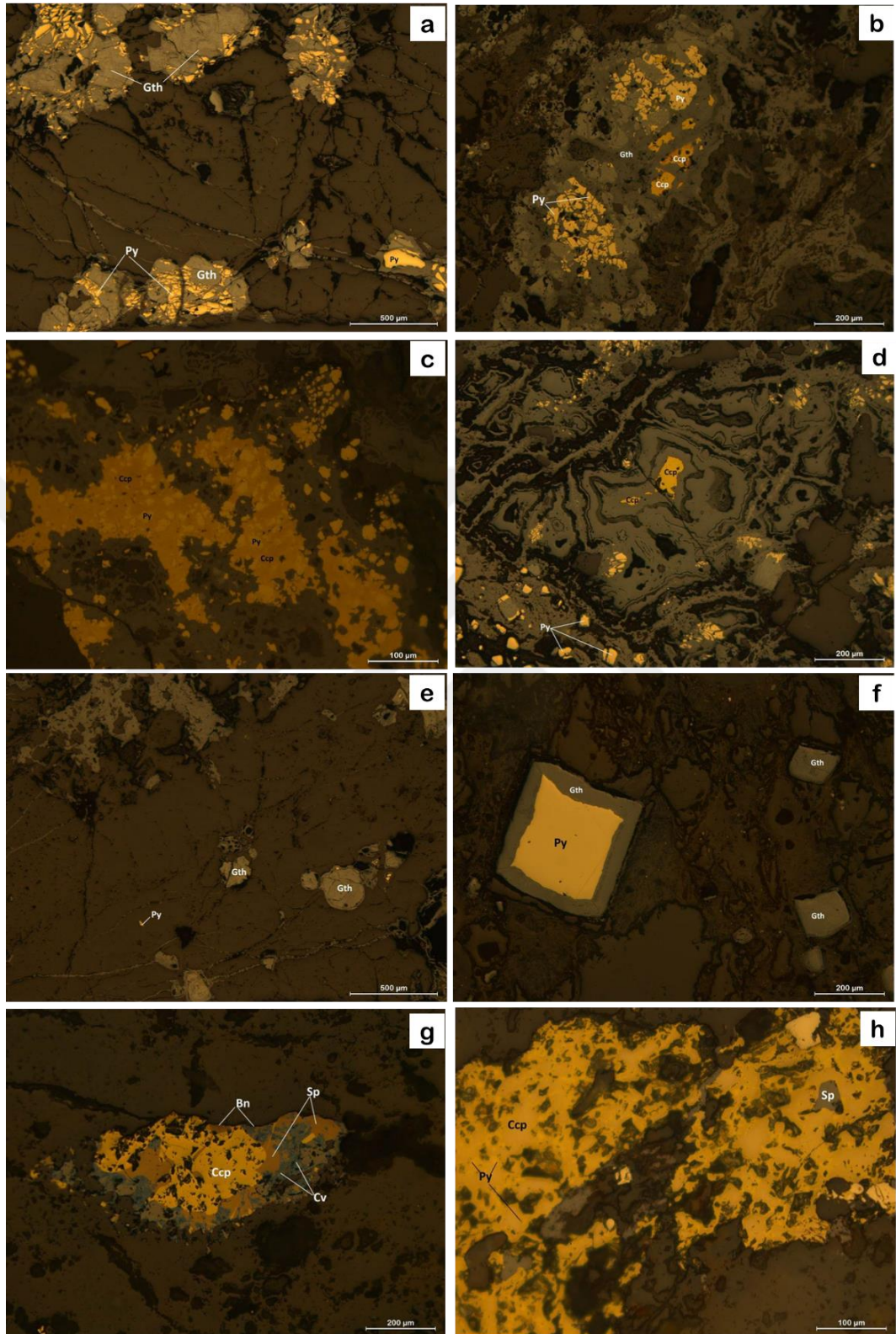
Cevher mikroskobisi çalışmalarında başlıca kalkopirit, sfalerit, hematit, bornit, kovellit, götit ve pirit mineralleri görülmektedir. Hematit ve götit mineralleri eser miktarda görülmektedir. Pirit minerali kaynaklı çözünme boşlukları ve primer pirit minerallerinin geç evre kalkopirit mineralleri tarafından ornatılması ve daha sonra her ikisinin oksitlenerek götit mineraline dönüştüğü tespit edilmiştir. Sfalerit kalkopirit içerisinde kapanım şeklinde gözlenmektedir. Kalkopirit minerali içerisinde bazı kısımlarda bornit ve kovellite dönüşüm görülmektedir (Şekil 5.37).



Şekil 5.35: Dedeninyurdu Cu±Zn cevherleşmesinde (a-b) ilksel cevher zonu ve (c-e) ikincil malakit sıvımalarının genel görünümü.



Şekil 5.36: Dedeninyurdu cevherleşmesine ait metadiyabaz örneğinin polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b) Altere metadiyabaz, (c,d) Altere kayaç, Kısaltmalar: (bt) biyotit, (fsp) feldispat, (kln) kaolen, (lm) limonit, (opq) opak mineral, (ser) serisit, (qz) kuvars, (qz-vein) kuvars damarı.



Şekil 5.37: Dedeninyurdu cevherleşmesine ait cevher mikroskobisi görüntüleri, (ccp) kalkopirit, (sph) sfalerit, (Bn) bornit, (cv) kovellit, (hem) hematit, (Gth) götit, (py) pirit.

Dedeninyurdu cevherleşmesinde yapılan saha ve cevher petrografisi çalışmalarında parajenezde kalkopirit, sfalerit, hematit, bornit, kovellit, götit, pirit, malakit ve limonit mineralleri tespit edilmiştir (Şekil 5.38).

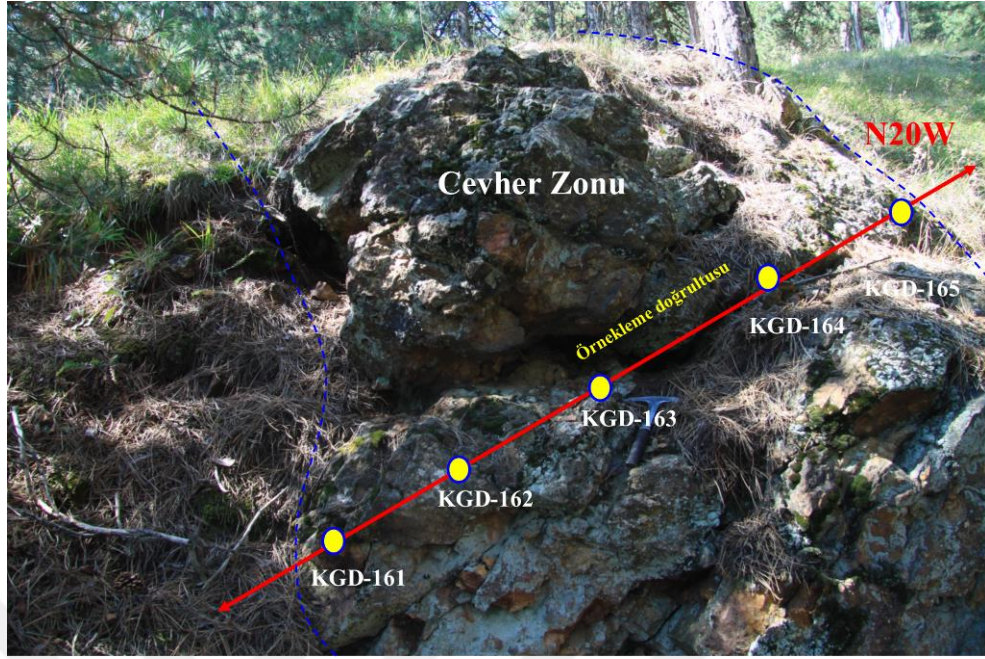
Mineraller	Cevher Minerallerinin Oluştığı Evre	Süperjen Evre
Pirit		
Kalkopirit		
Sfalerit		
Kovellit		
Bornit		
Limonit		
Malakit		
Hematit		
Götit		

Şekil 5.38: Dedeninyurdu cevherleşmesinin parajenezi ve süksesyonu.

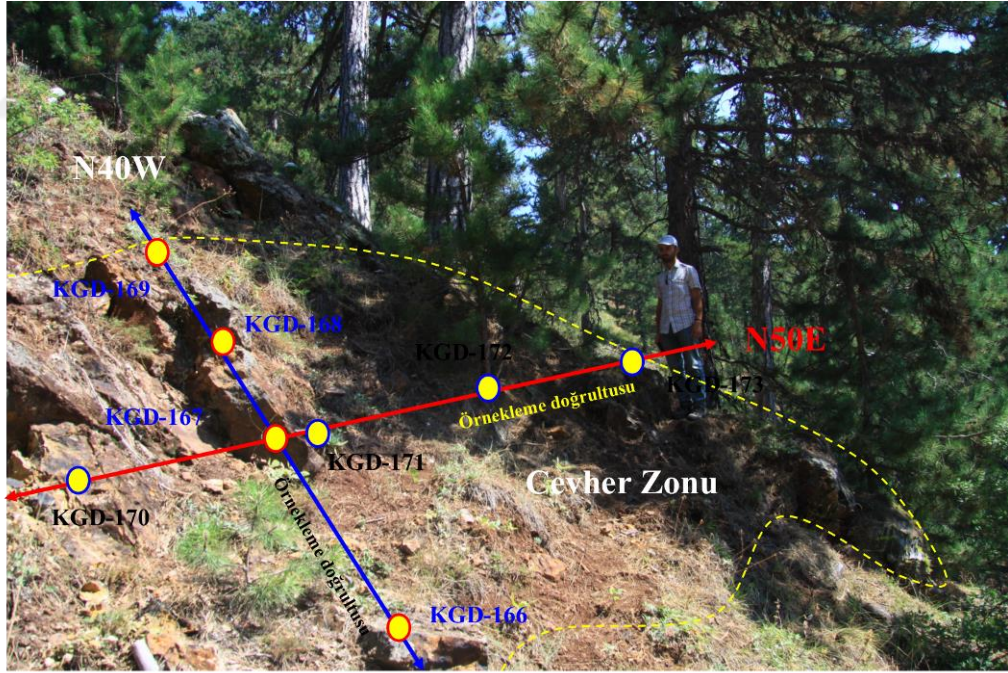
Cevher zonu boyunca 4 ayrı profilde sistematik örnekleme yapılmıştır. Genellikle cevherleşme doğrultusuna dik örnekleme gerçekleştirilmiştir. Fakat bazı alanlarda yanaldaki değişimi tespit edebilmek amacıyla cevherleşmeye paralel örneklendirme de gerçekleştirilmiştir. Dedeninyurdu Cu±Zn cevherleşmesinde numune ismi KGD 161-189 aralığında olan 29 adet numune alınmış ve bu numunelerin XRF ve ICP-MS analizleri İTÜ JAL laboratuvarında yapılmıştır.

Metadiyabazlar içerisinde bir kırık hatında gelişen cevherleşmede cevher ve yan kayadaki jeokimyasal değişimlerin anlaşılması için örneklemler yapılmıştır.

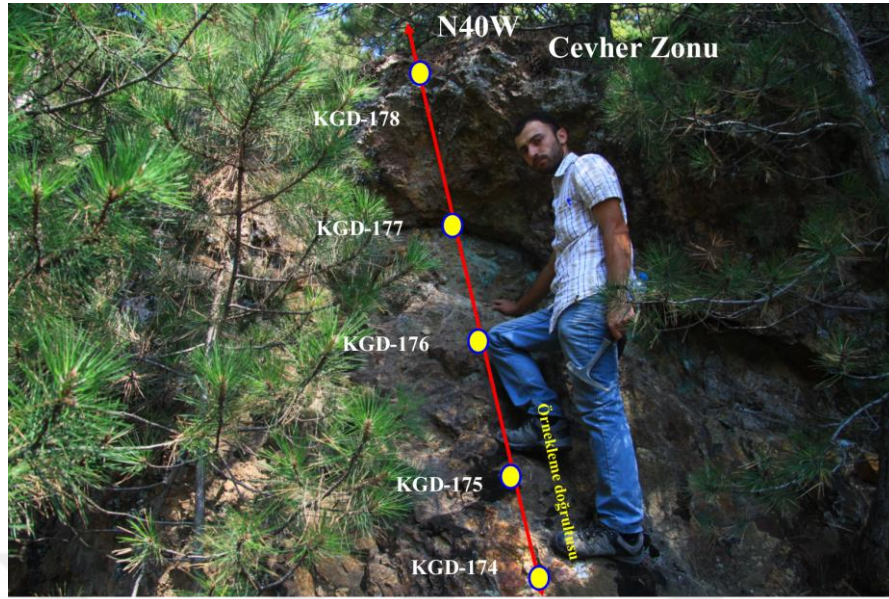
Cevher zonunun kalınlığı ve uzunluğu dikkate alınarak 4 profil boyunca örnekleme yapılmıştır. 1. profilde N20W doğrultulu bir hat boyunca 5 adet örnek (Şekil 5.39), 2. profilde N40W ve devamında N50E doğrultuları boyunca toplam 8 örnek (Şekil 5.40), 3. profilde N40W doğrultulu bir hat boyunca 5 örnek (Şekil 5.41), 4. profilde ise N70W doğrultusu boyunca 11 örnek alınmıştır (Şekil 5.42). Profillerden alınan örneklerin jeokimyasal analizleri Tablo 5.14, 5.15, 5.16 ve 5.17’de verilmiştir.



Şekil 5.39: Dedeninyurdu cevherleşmesine ait 1. profilin görünümü ve örnek noktaları (Doğudan Batıya Bakış).



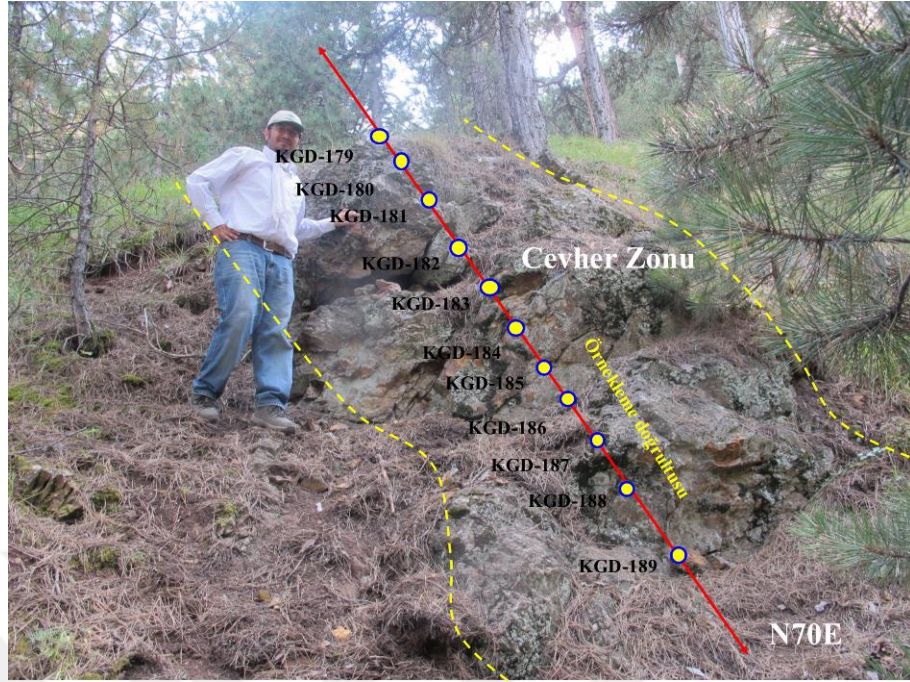
Şekil 5.40: Dedeninyurdu cevherleşmesine ait 2. Profilin görünümü ve örnek noktaları (Güneydoğudan Kuzeybatıya Bakış).



Şekil 5.41: Dedeninyurdu cevherleşmesine ait 3. profilin görünümü ve örnek noktaları (Güneydoğudan Kuzeybatıya Bakış).

Tablo 5.14a: 1. profilden derlenen örneklerin ana element (% ağırlık) analizleri.

Kayaç Türü	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz
Numune adı	KGD 161	KGD 162	KGD 163	KGD 164	KGD 165
Enlem ($^{\circ}$ K)	40.676	40.676	40.676	40.676	40.676
Boylam ($^{\circ}$ D)	60.006	60.006	60.006	60.006	60.006
Ana Oksitler (%)					
SiO ₂	62,82	61,33	67,96	62,23	54,60
Al ₂ O ₃	12,58	14,30	11,52	14,66	9,80
Fe ₂ O ₃	10,70	9,46	8,73	10,48	15,76
MgO	3,89	4,95	2,67	3,22	5,39
CaO	0,10	0,15	0,12	0,10	0,09
Na ₂ O	0,20	1,90	1,70	0,99	0,63
K ₂ O	0,35	0,52	0,34	0,60	0,17
TiO ₂	0,50	0,60	0,43	0,56	0,38
P ₂ O ₅	0,09	0,09	0,07	0,04	0,09
MnO	0,14	0,13	0,15	0,04	0,33
Cr ₂ O ₃	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02
CuO	2,14	0,00	0,00	0,00	3,91
LOI	5,83	5,34	4,67	6,22	7,63
Toplam	99,36	98,81	98,38	99,17	98,80



Şekil 5.42: Dedeninyurdu cevherleşmesine ait 4. profilin görünümü ve örnek noktaları (Kuzeydoğudan Güneybatıya Bakış).

Tablo 5.14b: 1. profilden derlenen örneklerin iz element (ppm) analizleri.

Kayaç Türü	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz
Numune adı	KGD 161	KGD 162	KGD 163	KGD 164	KGD 165
İz Elementler					
Fe	57067,93	54567,07	48849,42	69061,88	120654,00
Co	29,41	19,65	49,50	25,57	73,16
Ni	26,97	26,69	17,16	23,34	61,68
Cu	14060,94	5105,11	7591,30	1466,57	32467,50
Zn	1635,63	1030,76	422,52	273,32	710,94
Ga	7,97	9,90	7,14	19,20	11,18
As	62,82	30,83	68,82	86,57	238,48
Se	12,76	4,67	16,18	39,83	59,60
Ag	0,00	0,00	1,11	56,01	8,83
Cd	1,65	2,52	2,55	0,32	3,44
Ba	26,87	72,48	41,42	72,89	29,69
Pb	12,81	15,08	19,79	17,65	24,06
Sb	0,89	0,68	94,24	3,17	32,82
Sn	0,64	0,53	0,50	1,17	1,41
Te	0,12	0,05	0,15	0,38	0,38
V	279,00	241,00	236,00	249,00	207,00
Zr	29,00	30,00	21,00	41,00	34,00
Mo	18,00	37,00	15,00	25,00	9,00
W	147,00	71,00	75,00	0,00	114,00

Tablo 5.15a: 2. profilden derlenen örneklerin ana element (% ağırlık) analizleri.

Kayaç Türü	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz
Numune adı	KGD 166	KGD 167	KGD 168	KGD 169	KGD 170	KGD 171	KGD 172	KGD 173
Enlem (⁰ K)	40.700	40.700	40.700	40.700	40.700	40.700	40.700	40.700
Boylam (⁰ D)	60.006	60.006	60.006	60.006	60.006	60.006	60.006	60.006
Ana Oksitler (%)								
SiO ₂	63,36	70,52	25,28	54,08	49,80	65,73	70,15	60,90
Al ₂ O ₃	15,94	12,74	5,82	20,69	17,04	11,78	12,21	14,82
Fe ₂ O ₃	10,66	9,75	8,76	14,48	14,95	12,46	10,38	15,78
MgO	0,19	0,08	1,11	0,09	6,69	0,18	0,10	0,08
CaO	0,18	0,08	19,46	0,11	0,10	0,09	0,08	0,12
Na ₂ O	0,01	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K ₂ O	0,16	0,03	0,15	0,13	0,13	0,14	0,08	0,05
TiO ₂	0,62	0,38	0,04	0,81	0,77	0,41	0,37	0,48
P ₂ O ₅	0,08	0,05	0,06	0,04	0,09	0,06	0,06	0,09
MnO	0,69	0,20	1,94	0,56	0,60	0,22	0,03	0,25
Cr ₂ O ₃	0,03	0,02	0,00	0,03	0,04	0,16	0,02	0,03
CuO	0,00	0,00	4,26	0,00	0,00	1,52	0,00	0,00
LOI	6,88	5,52	12,41	8,52	8,41	6,34	5,65	6,76
Toplam	98,81	99,36	99,79	99,53	98,61	99,10	99,13	99,36

Tablo 5.15b: 2. profilden derlenen örneklerin iz element (ppm) analizleri.

Kayaç Türü	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz
Numune adı	KGD 166	KGD 167	KGD 168	KGD 169	KGD 170	KGD 171	KGD 172	KGD 173
İz Elementler								
Fe	7230,54	7019,42	5472,03	111741,30	96934,19	88358,21	70388,83	1127
Co	89,95	95,24	231,63	93,58	66,31	79,77	41,77	94,96
Ni	74,07	57,31	71,75	94,02	133,50	53,33	39,47	93,90
Cu	4643,21	2041,30	577,90	1219,90	6301,10	12587,07	3422,73	1766,50
Zn	615,75	492,75	344,71	574,62	641,76	566,16	401,69	562,66
Ga	17,07	14,03	22,99	22,42	19,68	12,13	10,27	20,04
As	632,39	1593,42	69,15	926,59	82,88	1561,08	1052,28	1073,07
Se	16,67	16,90	15,05	11,53	9,17	26,32	20,49	25,72
Ag	184,90	2,01	3,81	1,54	0,69	2,61	1,95	2,32
Cd	2,55	3,06	2,40	0,86	4,49	5,40	0,95	1,04
Ba	50,86	34,87	481,89	65,55	66,42	25,80	13,77	69,89
Pb	9,78	16,39	6,92	14,48	9,14	13,90	8,75	20,55
Sb	10,73	5,31	0,52	22,66	5,15	2,30	2,23	22,88
Sn	1,24	0,90	1,04	1,16	0,83	0,77	0,96	1,90
Te	0,30	0,54	0,00	0,21	0,33	0,34	0,47	0,83
V	281,00	193,00	75,00	334,00	452,00	229,00	266,00	301,00
Zr	40,00	18,00	32,00	52,00	50,00	31,00	29,00	24,00
Mo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	0,00	0,00
W	0,00	266,00	0,00	0,00	0,00	161,00	147,00	109,00

Tablo 5.16a: 3. profilden derlenen örneklerin ana element (% ağırlık) analizleri.

Kayaç Türü	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz
Numune adı	KGD 174	KGD 175	KGD 176	KGD 177	KGD 178
Enlem ($^{\circ}$ K)	40.730	40.750	40.750	40.761	40.740
Boylam ($^{\circ}$ D)	60.015	60.040	60.040	60.017	60.018
Ana Oksitler (%)					
SiO ₂	68,72	66,03	68,85	49,58	75,66
Al ₂ O ₃	5,63	5,69	9,65	6,27	8,51
Fe ₂ O ₃	16,77	15,38	10,13	11,97	6,21
MgO	0,12	0,12	3,23	0,13	0,12
CaO	0,20	0,11	0,13	0,06	0,08
Na ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K ₂ O	0,19	0,17	0,06	0,06	0,06
TiO ₂	0,21	0,20	0,31	0,16	0,30
P ₂ O ₅	0,04	0,03	0,07	0,05	0,07
MnO	0,01	0,02	0,34	0,09	0,07
Cr ₂ O ₃	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
CuO	1,41	1,26	0,00	6,11	0,00
LOI	5,56	10,35	5,26	9,07	5,04
Toplam	98,87	99,38	98,04	99,50	98,85

Tablo 5.16b: 3. profilden derlenen örneklerin iz element (ppm) analizleri.

Kayaç Türü	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz
Numune adı	KGD 174	KGD 175	KGD 176	KGD 177	KGD 178
İz Elementler					
Fe	11605,00	265952,00	761988,00	126472,00	512213,00
Co	43,25	72,38	73,49	69,45	63,47
Ni	28,54	32,25	59,85	51,54	43,58
Cu	11450,00	8100,70	5004,89	75074,90	10319,04
Zn	239,70	314,10	490,98	1820,37	303,06
Ga	9,07	15,66	10,24	10,53	34,76
As	1409,78	393,35	349,83	2112,79	99,30
Se	38,37	75,97	18,46	120,76	20,84
Ag	3,71	4,60	0,65	9,79	0,43
Cd	0,61	0,67	10,07	23,93	3,31
Ba	28,71	29,59	19,62	55,64	676,46
Pb	12,73	27,68	13,51	109,34	8,87
Sb	5,64	0,00	2,71	6,12	0,56
Sn	1,12	0,00	0,78	1,31	0,72
Te	0,48	0,18	0,40	0,45	0,00
V	155,00	152,00	202,00	0,00	0,00
Zr	21,00	31,00	27,00	22,00	26,00
Mo	0,00	41,00	0,00	0,00	0,00
W	180,00	168,00	154,00	143,00	145,00

Tablo 5.17a: 4. profilden derlenen örneklerin ana element (% ağırlık) analizleri.

Kayaç Türü	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz
Numune adı	KGD 179	KGD 180	KGD 181	KGD 182	KGD 183	KGD 184	KGD 185	KGD 186	KGD 187	KGD 188	KGD 189
Enlem (⁰ K)	40.756	40.756	40.767	40.772	40.820	40.825	40.842	40.837	40.837	40.873	40.876
Boylam (⁰ D)	60.031	60.031	60.032	60.026	60.037	60.068	60.066	60.068	60.068	60.107	60.112
Ana Oksitler (%)											
SiO ₂	82,30	40,91	57,58	21,44	37,30	65,10	36,10	36,22	37,65	67,47	48,22
Al ₂ O ₃	7,17	6,20	11,86	2,06	10,25	12,17	7,05	7,03	4,32	1,30	9,31
Fe ₂ O ₃	5,13	37,18	14,85	62,85	7,31	14,48	5,18	5,81	6,28	1,05	4,27
MgO	0,09	0,18	5,59	0,16	11,21	0,31	3,97	8,21	3,93	5,36	1,07
CaO	0,04	0,16	0,02	0,09	9,18	0,22	24,00	8,11	21,59	12,50	18,93
Na ₂ O	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,05	0,04	0,00
K ₂ O	0,30	0,51	0,08	0,36	0,03	1,35	0,39	0,08	0,09	0,12	0,46
TiO ₂	0,20	0,33	0,51	0,26	0,38	0,54	0,29	0,34	0,09	0,04	0,24
P ₂ O ₅	0,04	0,06	0,04	0,11	0,04	0,04	0,09	0,04	0,02	0,10	0,09
MnO	0,00	0,02	0,14	0,02	0,16	0,04	0,18	0,18	0,14	0,07	0,22
Cr ₂ O ₃	0,01	0,02	0,03	0,17	0,09	0,02	0,02	0,18	0,19	0,00	0,00
CuO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LOI	3,54	11,40	7,35	11,12	23,89	4,90	22,56	33,56	25,38	11,86	17,12
Toplam	98,87	99,73	98,05	98,64	99,83	99,34	99,83	99,76	99,73	99,89	99,92

Tablo 5.17b: 4. profilden derlenen örneklerin iz element (ppm) analizleri.

Kayaç Türü	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz
Numune adı	KGD 179	KGD 180	KGD 181	KGD 182	KGD 183	KGD 184	KGD 185	KGD 186	KGD 187	KGD 188	KGD 189
İz Elementler											
Fe	0,03	0,28	0,11	0,42	0,05	0,10	0,03	0,05	0,05	0,01	0,03
Co	63,90	25,38	32,76	8,66	72,03	21,93	65,54	77,41	89,17	44,04	54,55
Ni	19,60	19,65	34,92	8,24	750,09	15,33	384,64	916,12	1503,68	56,89	59,82
Cu	1277,22	1326,02	1430,71	2551,40	73,70	1228,70	76,89	21,43	48,66	85,42	71,22
Zn	116,07	292,07	161,91	46,51	53,36	177,75	54,24	81,79	108,93	33,45	101,28
Ga	10,20	22,84	16,13	17,31	10,88	27,10	13,12	8,38	187,28	11,87	14,79
As	1450,40	87,66	44,88	1822,79	76,15	1796,95	150,09	72,78	159,05	65,44	86,97
Se	38,22	12,71	10,34	45,29	5,17	21,20	6,47	17,24	6,37	12,88	8,95
Ag	1,36	0,95	0,74	1,31	0,35	3,44	0,74	1,41	0,30	0,60	1,04
Cd	0,16	0,20	0,14	0,43	0,13	0,28	0,25	0,47	0,17	0,21	0,42
Ba	71,29	164,45	29,57	83,85	45,11	410,90	105,16	29,92	6294,67	158,39	95,70
Pb	11,58	17,45	7,39	20,76	5,99	20,20	11,20	20,82	6,85	15,92	30,79
Sb	2,50	2,23	1,87	3,53	0,63	29,42	2,61	2,50	1,82	0,75	1,71
Sn	0,73	1,73	0,99	0,83	1,22	1,95	1,21	1,18	0,51	0,58	1,12
Te	0,14	0,15	0,18	1,71	0,00	0,00	0,04	0,07	0,00	0,00	0,03
V	139,00	308,00	222,00	542,00	0,00	201,00	0,00	0,00	59,00	318,00	735,00
Zr	23,00	30,00	39,00	50,00	51,00	25,00	64,00	46,00	23,00	20,00	89,00
Mo	15,00	47,00	0,00	0,00	0,00	16,00	4,00	0,00	2,00	0,00	0,00
W	332,00	0,00	90,00	0,00	0,00	109,00	0,00	175,00	0,00	178,00	76,00

Yapılan alışmalar sonucunda Dedeninyurdu cevherleşmesi damar tipi hidrotermal bir yatağı işaret etmektedir. Ayrıca cevherleşmenin belli bir yapısal hat boyunca damar şeklinde olması yapısal kontrollü olduğunu göstermektedir. Cu değeri maksimum 75074 ppm'e Zn değeri ise 1820 ppm'e kadar ulaşmaktadır.

5.2.2. Yergen Cu±Zn Cevherleşmesi

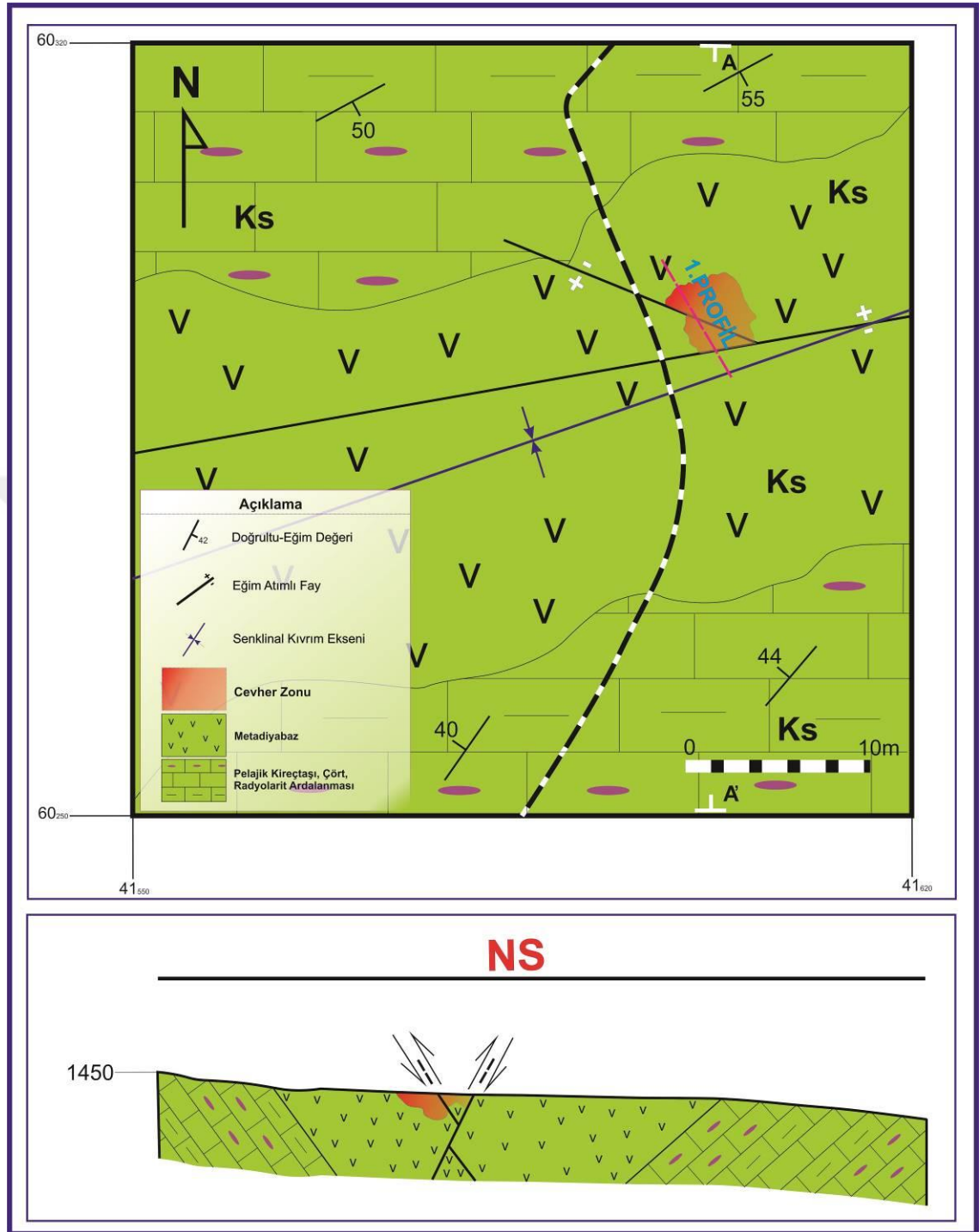
Yergen Cu±Zn Cevherleşmesi Yergen tepesi civarında Saraycık formasyonu içerisinde yer almaktadır (Ek-1). Cevherleşme bölgesinde Saraycık formasyonuna ait metadiyabaz, radyolarit, rt ve pelajik kireçtaşları yer almaktadır (şekil 5.43). Cevherleşme metadiyabaz içerisinde (şekil 5.44) ve bu birimi kesen N75-80E doğrultulu fay ile ilişkilidir. Dedeninyurdu cevherleşmesi ile aynı yapısal hat üzerinde bulunan Yergen cevherleşmesi benzer özelliklere sahiptir.

Cevher zonu yaklaşık 8 m uzunluğunda ve 3 m genişliğindedir. Cevherleşme N75-80E doğrultulu fay hattında gelişmiş damar tipi olup, zon içerisinde cevher damarının kalınlığı 10 cm-30 cm arasında değişmektedir. Cevherleşme N80E doğrultulu ve 45°SE eğimlidir.

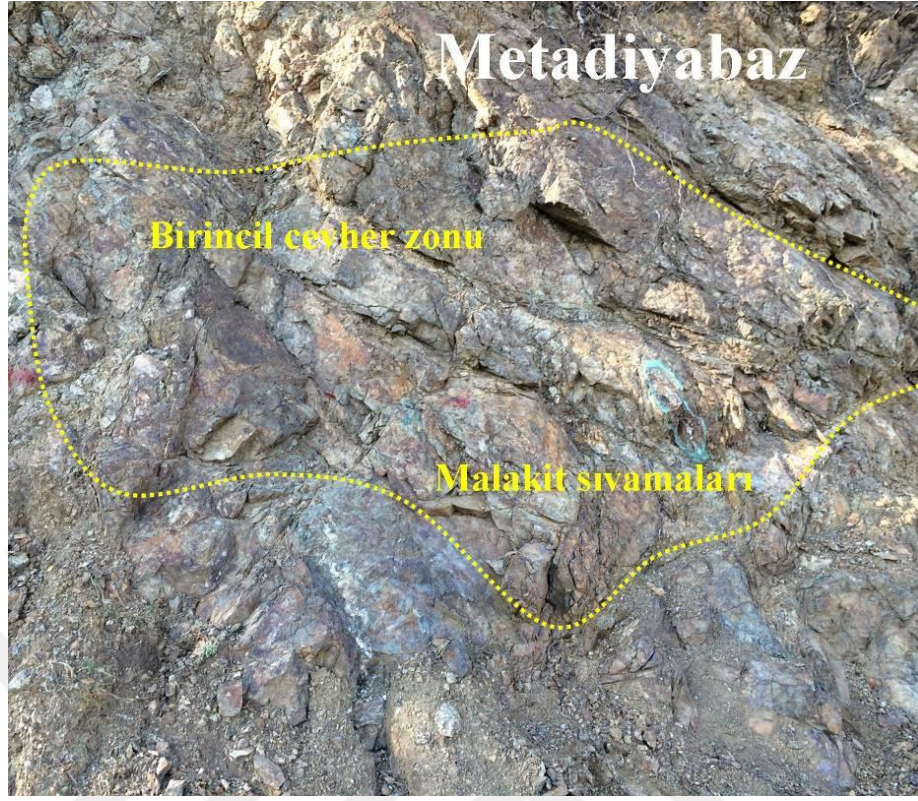
Cevher zonunda başlıca kalkopirit, pirit hematit, bornit ile ikincil malakit mineralleri bulunmaktadır. Cevher mineralleri çoğunlukla saçınımlı halde gelişmiş pirit ve kalkopiritler halindedir, piritler genellikle bozuşmuş kısmen ya da tamamen götite dönüşmüştür. Bunun yanı sıra pirit-götit dönüşümünden kaynaklı çözünme boşlukları bulunmaktadır. Malakit sıvamaları cevher zonunda yaygın olarak gözlenmektedir (şekil 5.45).

Cevher zonu boyunca gözlenen Saraycık formasyonuna ait metadiyabazların polarizan mikroskop incelemesinde kayacın subofitik dokulu olduğu görülmektedir. Kayaçta başlıca plajioklas, aktinolit, klorit, piroksen mineralleri ve opak mineraller gözlenmektedir (şekil 5.46). Kayaçta meydana gelen alterasyon sonucunda klorit, biyotit ve altere plajiojklaslar ile birlikte kırık ve çatlaklarda ikincil kuvars ve kalsit mineralleri bulunmaktadır.

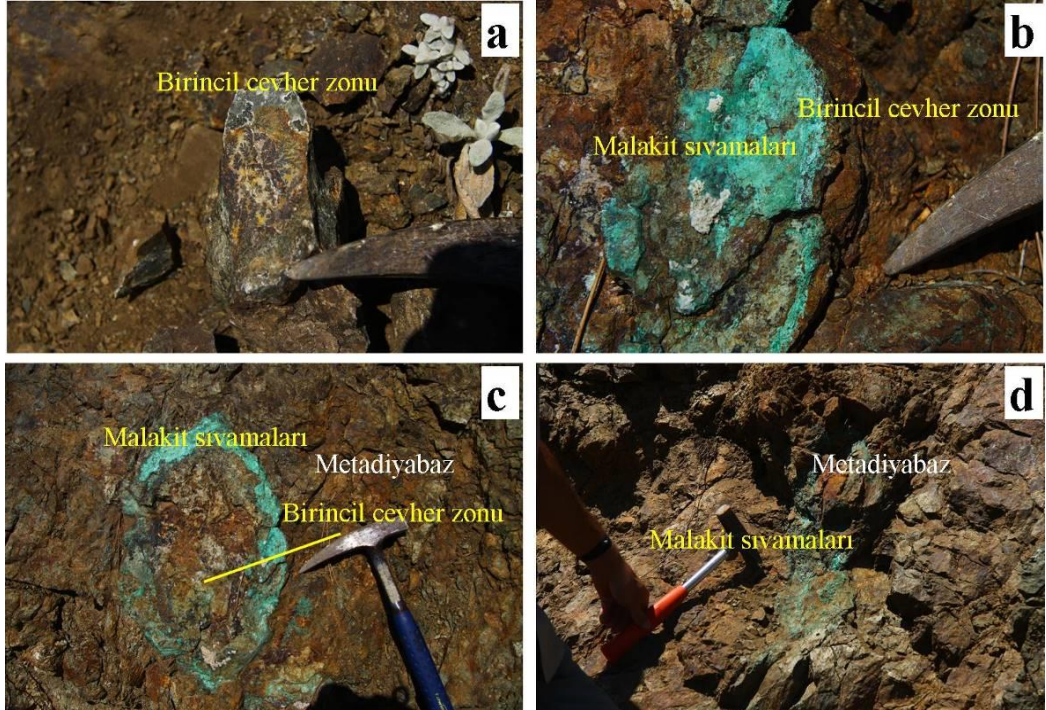
Yapılan petrografi çalışmaları sonucunda sonucunda pirit, serisit ve kaolenin yaygın olarak geliştiği ve alterasyonun fillik alterasyon olduğu değerlendirilmiştir.



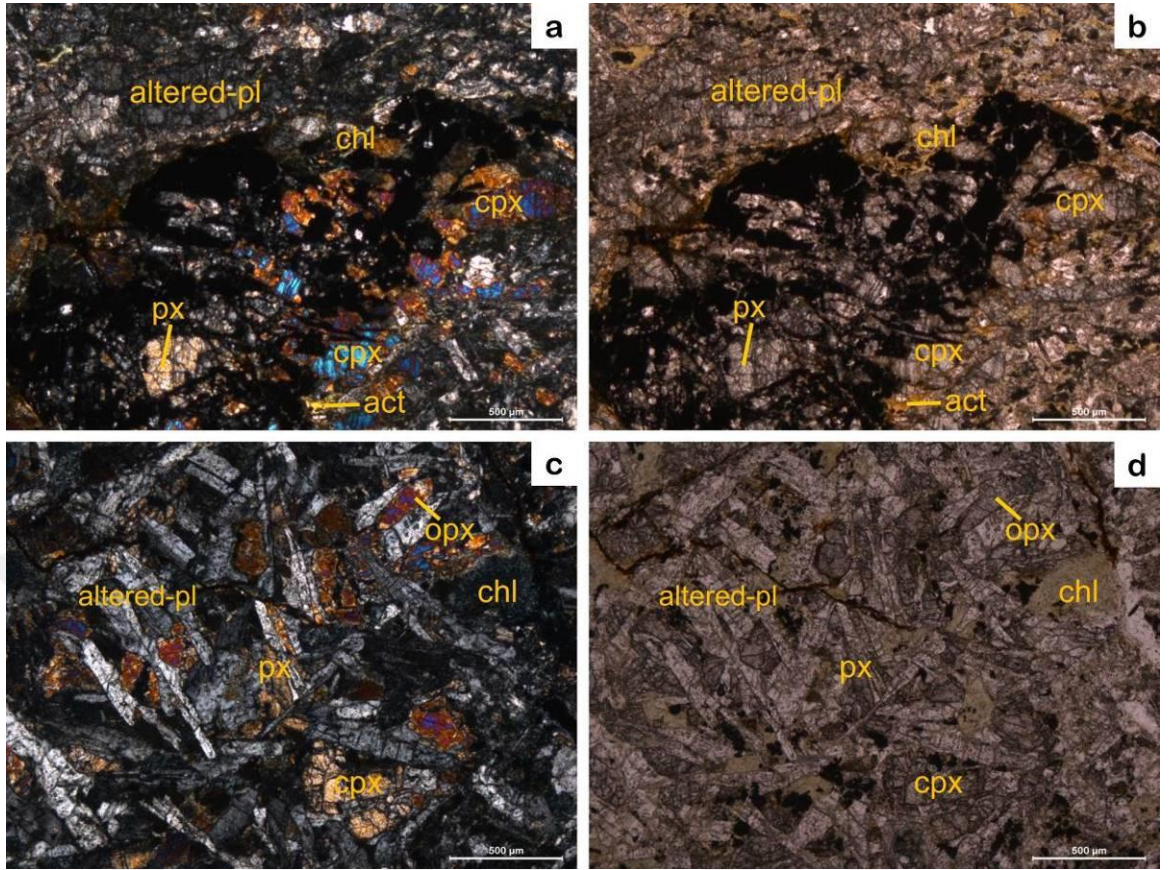
Şekil 5.43: Yergen Cu±Zn cevherleşmesinin sketch jeoloji haritası ve enine kesiti.



Şekil 5.44: Yergen Cu±Zn cevherleşmesinin genel görünümü (Batıdan Doğuya Bakış).



Şekil 5.45: Yergen Cu±Zn cevherleşmesine ait birincil cevher zonu ve malakit sıvımalarının görünümü.



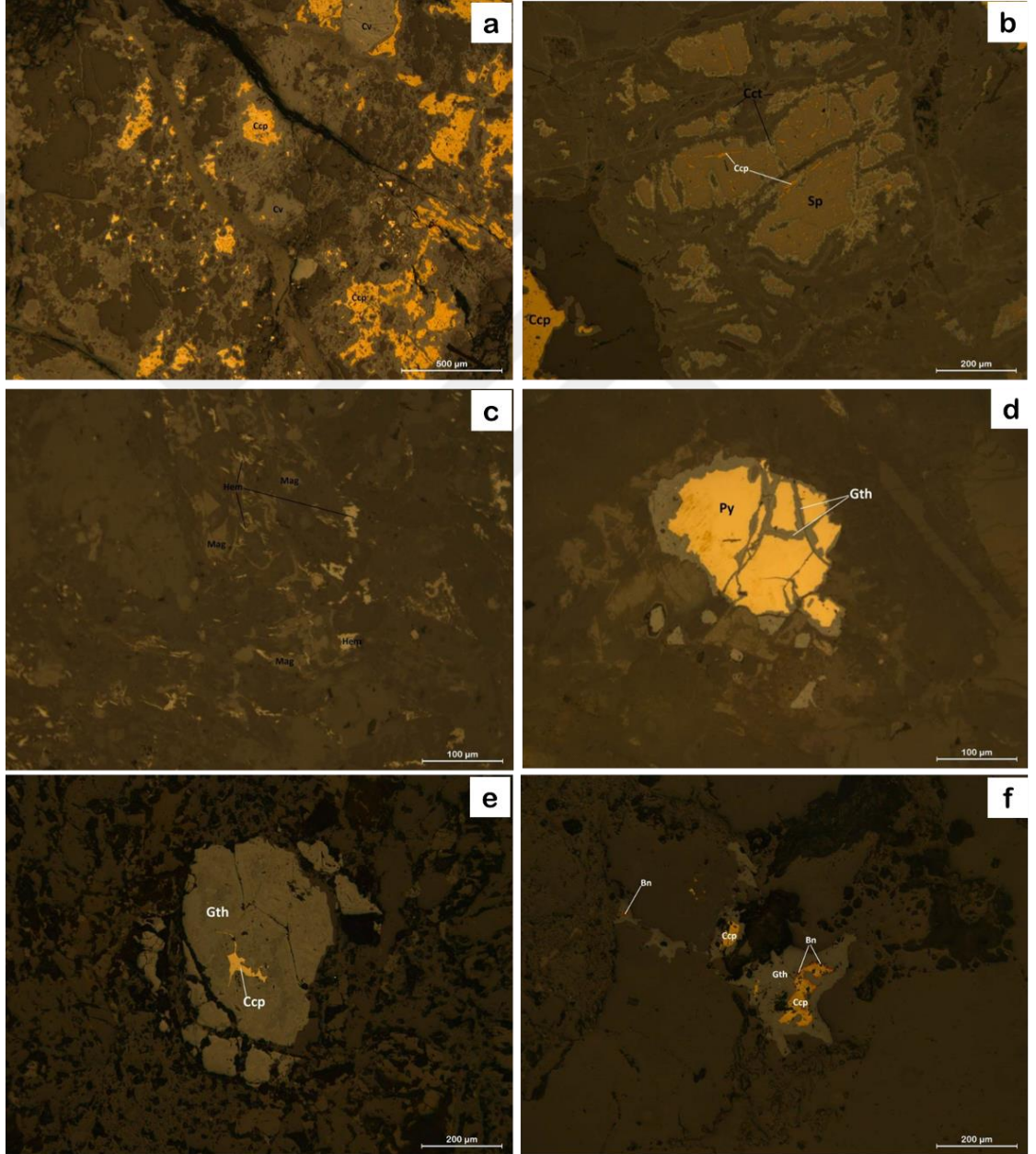
Şekil 5.46: Yergen Cevherleşmesinin yan kayaçlarına ait örneklerin polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b) Metadiyabaz, (c,d) Metadiyabaz Kısıltmalar: (act) aktinolit, (altered-pl) altere plajyoklas, (chl) klorit, (cpx) klinopiroksen, (opx) ortopiroksen, (px) piroksen.

Cevher mikroskobisi çalışmalarında başlıca kalkopirit, sfalerit, magnetit, hematit, bornit, kovellit, götit, kalkosit ve pirit mineralleri görülmektedir. Kalkopirit mineralinin kovellit ve bornit mineraline dönüştüğü gözlenmektedir. Kırık ve çatlaklara kovellit mineralinin yerleştiği ve bazı kırık çatlaklarda ise pirit mineralinin götite dönüştüğü tespit edilmiştir. Hematit ve manyetit mineralleri eser miktarda latalar şeklinde görülmektedir. Oksidasyon sonucunda manyetit hemeatit dönüşümleri gözlenmektedir. Kalkopiritin (ccp) sfalerit (sp) tarafından replase edilmesiyle etrafında kalkosit mineralleri gelişmiştir (Şekil 5.47).

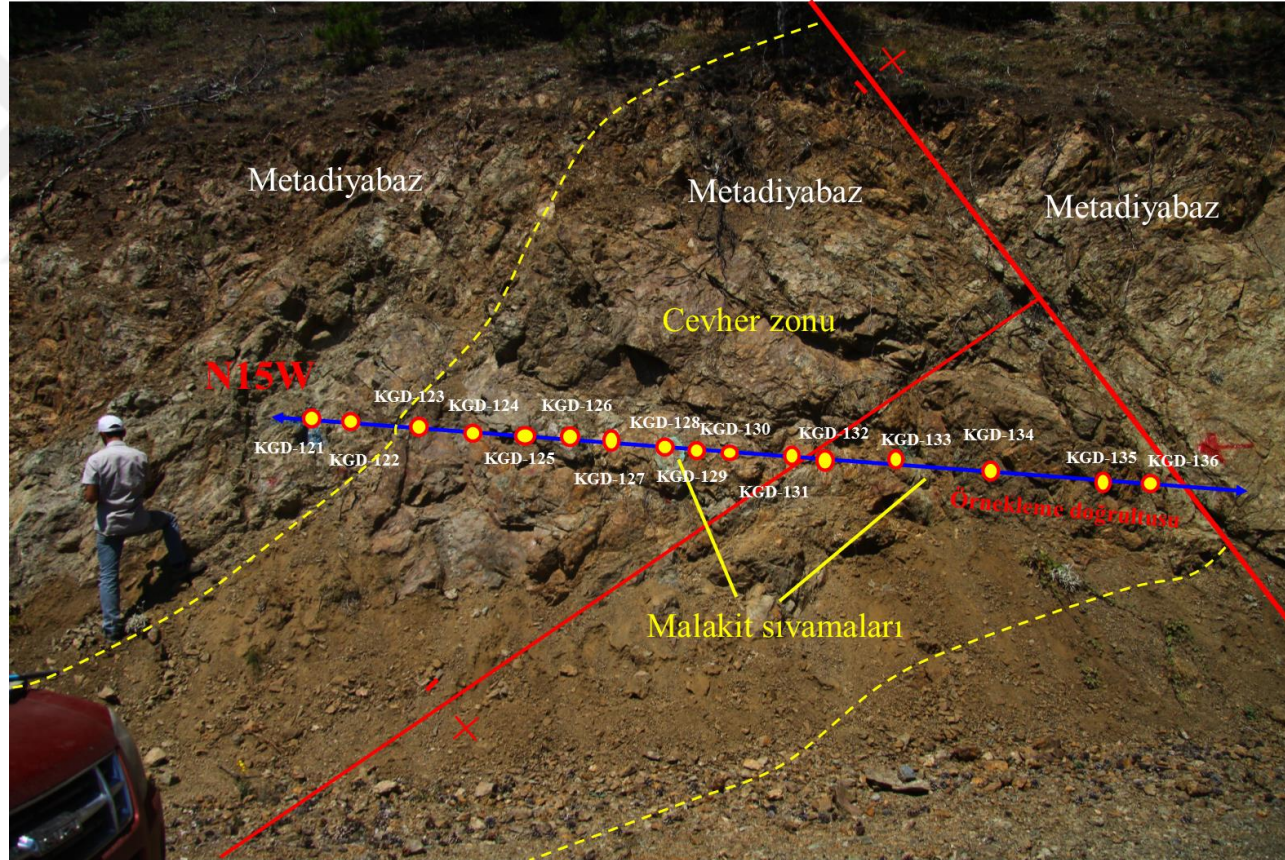
Metadiyabazlar içerisinde bir kırık hatında gelişen cevherleşmede cevher ve yan kayadaki jeokimyasal değişimlerin anlaşılması için örneklemeler yapılmıştır.

Cevher zonunun kalınlığı ve uzunluğu dikkate alınarak N15W doğrultulu bir hat boyunca 16 adet örnek (Şekil 5.48) alınmıştır. Örneklerin jeokimyasal analizleri Tablo 5.18’de verilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda ise Cu değeri maksimum 56.884 ppm’e Zn değeri ise 1.814 ppm’e kadar ulaşmaktadır.



Şekil 5.47: Yergen cevherleşmesine ait cevher mikroskobisi görüntüleri, (ccp) kalkopirit, (sph) sfalerit, (Gth) götit, (py) pirit.



Şekil 5.48: Yergen cevherleşmesine ait örnekleme zonunun görünümü ve örnek noktaları (Güneybatıdan Kuzeydoğuya Bakış).

Tablo 5.18a: Yergen cevherleşmesinden derlenen örneklerin ana element (% ağırlık) analizleri.

Kayaç Türü	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz
Numune adı	KGD 121	KGD 122	KGD 123	KGD 124	KGD 125	KGD 126	KGD 127	KGD 128
Enlem (⁰ K)	41.009	41.631	41.631	41.631	41.631	41.631	41.631	41.631
Boylam (⁰ D)	60.281	60.311	60.311	60.311	60.311	60.311	60.311	60.311
Ana Oksitler (%)								
SiO ₂	34,63	42,81	42,49	40,39	43,03	44,37	50,22	78,27
Al ₂ O ₃	12,65	14,97	13,98	13,22	14,78	14,28	12,03	3,47
Fe ₂ O ₃	12,34	10,59	10,39	11,46	10,91	11,67	11,36	6,89
MgO	7,32	9,61	8,96	9,39	8,87	9,85	9,95	2,17
CaO	17,64	10,70	13,70	14,17	11,18	9,07	6,59	0,66
Na ₂ O	2,81	3,17	2,49	2,42	2,88	3,34	2,14	0,38
K ₂ O	0,27	0,22	0,05	0,12	0,38	0,10	0,04	0,04
TiO ₂	1,31	1,28	1,23	1,40	1,36	1,15	1,17	0,29
P ₂ O ₅	0,19	0,17	0,18	0,17	0,17	0,15	0,14	0,03
MnO	0,20	0,21	0,20	0,22	0,21	0,25	0,27	0,07
Cr ₂ O ₃	0,42	0,06	0,06	0,06	0,05	0,02	0,05	0,01
CuO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50
LOI	10,00	6,05	6,14	6,76	5,89	5,59	5,78	3,32
Toplam	99,78	99,83	99,87	99,80	99,72	99,84	99,74	98,08

Tablo 5.18a: Devamı.

Kayaç Türü	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz
Numune adı	KGD 129	KGD 130	KGD 131	KGD 132	KGD 133	KGD 134	KGD 135	KGD 136
Enlem (⁰ K)	41.631	41.631	41.631	41.631	41.631	41.631	41.631	41.631
Boylam (⁰ D)	60.311	60.311	60.311	60.311	60.311	60.311	60.311	60.311
Ana Oksitler (%)								
SiO ₂	79,28	78,78	43,95	47,21	43,95	46,75	47,23	43,89
Al ₂ O ₃	3,76	2,21	8,40	14,31	14,55	13,70	14,43	14,42
Fe ₂ O ₃	5,08	11,86	20,77	11,26	13,28	13,96	11,78	12,88
MgO	2,39	1,12	5,21	10,41	9,52	8,71	9,67	9,40
CaO	1,55	0,29	2,13	6,88	3,39	6,49	6,23	9,39
Na ₂ O	0,52	0,00	0,47	2,98	2,90	3,98	3,60	3,05
K ₂ O	0,04	0,03	0,02	0,28	0,11	0,06	0,05	0,36
TiO ₂	0,30	0,20	0,84	1,37	1,54	1,61	1,55	1,52
P ₂ O ₅	0,05	0,05	0,10	0,18	0,17	0,16	0,22	0,20
MnO	0,06	0,04	0,26	0,36	0,36	0,28	0,27	0,30
Cr ₂ O ₃	0,01	0,00	0,02	0,05	0,04	0,00	0,02	0,05
CuO	2,07	1,61	8,15	0,00	3,72	0,00	0,00	0,00
LOI	3,47	3,39	7,06	4,44	6,09	3,77	4,72	4,09
Toplam	98,58	99,59	97,37	99,73	99,62	99,67	99,77	98,08

Tablo 5.18b: Yergen cevherleşmesinden derlenen örneklerin iz element (ppm) analizleri.

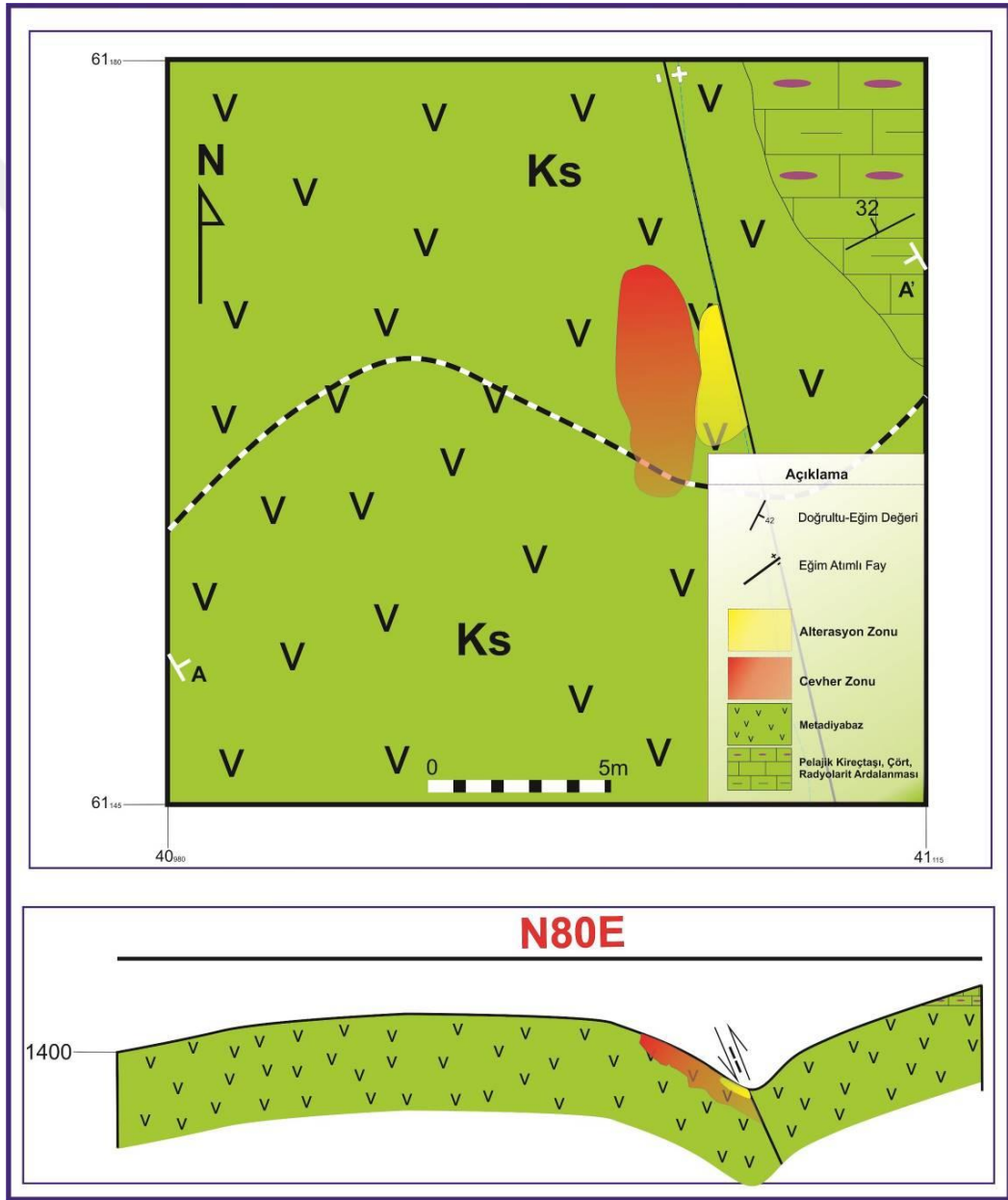
[illegible]

Tablo 5.18b: Devamı.

Kayaç Türü	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz	Metadiyabaz
Numune adı	KGD 129	KGD 130	KGD 131	KGD 132	KGD 133	KGD 134	KGD 135	KGD 136
İz Elementler								
Fe	30234,88	63009,44	111454,18	57717,28	73538,96	82260,50	65325,00	53241,00
Co	40,26	36,46	85,49	33,72	109,55	51,40	37,02	35,40
Ni	16,70	6,52	32,59	88,58	63,14	57,57	53,24	624,03
Cu	15042,48	12288,77	56884,96	324,68	23601,40	63,40	3062,50	65,88
Zn	510,05	1060,52	1814,15	559,07	880,25	256,15	315,65	68,63
Ga	5,75	4,12	11,15	15,13	13,07	20,57	14,01	16,44
As	20,18	45,17	43,29	18,80	18,64	45,06	19,02	48,48
Se	8,84	42,11	33,00	4,13	5,35	8,65	5,11	1,44
Ag	17,00	24,12	42,08	1,48	0,00	1,47	3,79	0,51
Cd	1,63	0,86	3,81	1,92	2,28	0,58	0,59	0,95
Ba	48,01	15,33	10,98	53,43	25,88	39,84	23,63	73,51
Pb	194,37	11,37	29,98	2,21	4,05	7,78	3,05	12,52
Sb	0,59	0,41	0,22	0,29	1,20	0,42	0,39	0,12
Sn	0,29	0,54	0,78	1,05	1,01	1,54	1,14	1,11
Te	0,04	0,15	0,18	0,00	0,03	0,00	0,00	0,06
V	130,00	113,00	283,00	323,00	368,00	436,00	373,00	382,00
Zr	16,00	22,00	63,00	96,00	103,00	96,00	113,00	101,00
Mo	2,00	9,00	8,00	0,00	0,00	0,00	8,00	0,00
W	275,00	198,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

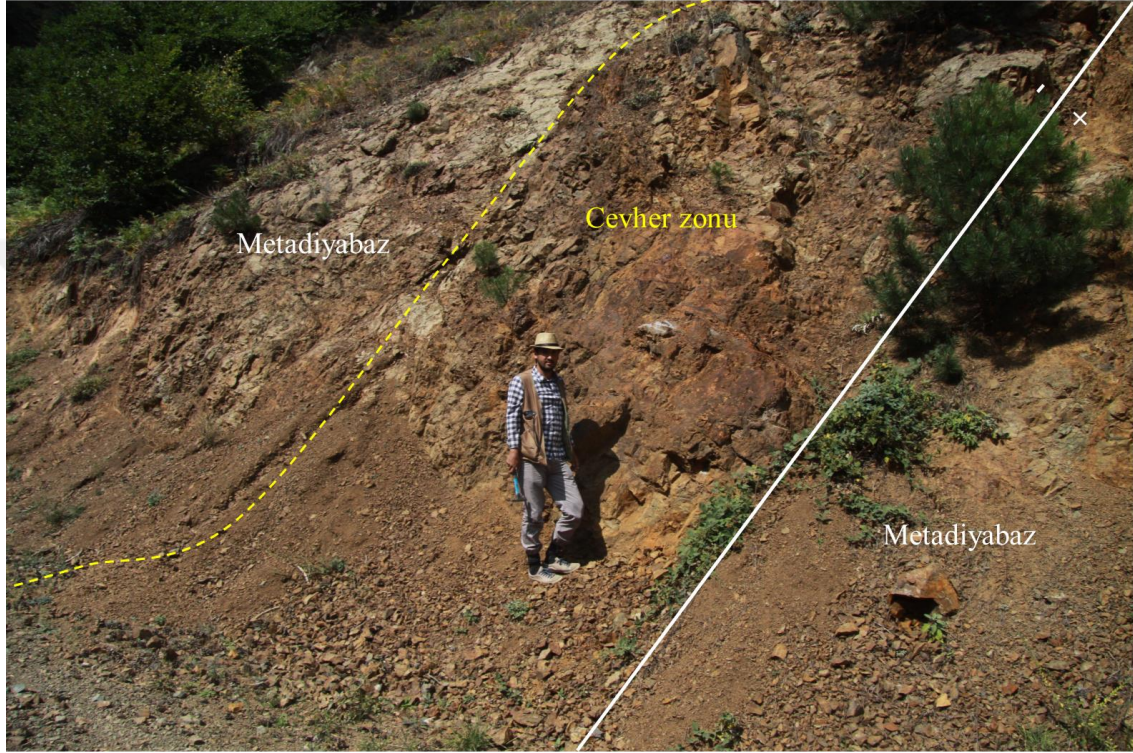
5.2.3. Fındıklıyar Cu±Zn Cevherleşmesi

Fındıklıyar Cu±Zn Cevherleşmesi Sakarteke sırtının yaklaşık olarak 500 metre doğusunda Saraycık formasyonu içerisinde yer almaktadır (Ek-1). Cevherleşme bölgesinde Saraycık formasyonuna ait metadiyabaz, radyolarit, çört ve pelajik kireçtaşları yer almaktadır. Cevherleşme metadiyabaz ve bu birimi kesen fayla ilişkilidir (Şekil 5.49).



Şekil 5.49: Fındıklıyar Cu±Zn cevherleşmesinin jeoloji haritası ve enine kesiti.

Cevher zonu yaklaşık 4-6 m uzunluğunda ve 1-2 m genişliğinde olup belli bir yapısal hattı takip etmektedir. Cevherleşme Saraycık formasyonu içerisinde yer alan metadiyabazlarla ilişkili damar tipi şeklindedir (Şekil 5.50). Cevherleşme NS doğrultulu ve 50°E eğimlidir. Cevherleşmede cevher damarının kalınlığı ise 10 cm- 30 cm aralığında değişmektedir.

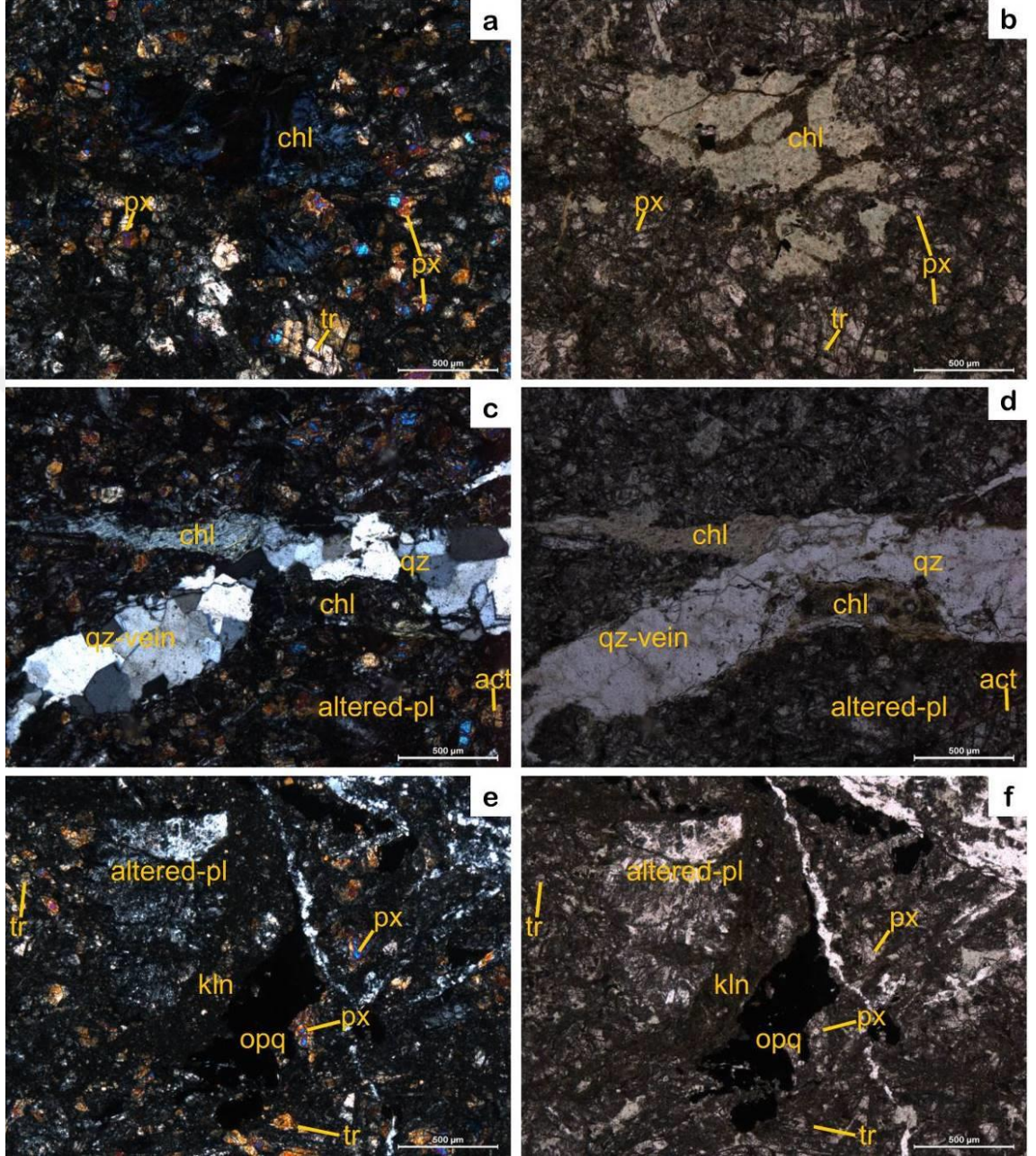


Şekil 5.50: Fındıklıyar Cu±Zn cevherleşmesinin genel görünümü (Güneydoğudan Kuzeybatıya Bakış).

Cevher zonunda başlıca kalkopirit, pirit, sfalerit ve götit bulunmaktadır. Kalkopirit minerallerinin pirit minerallerine nazaran daha az olduğu görülmüştür. Piritlerin tane boyları değişkendir. Belli yerlerde kümelenme halinde olan piritler öz şekilli ve yarı öz şekilli olarak bulunmakta olup saçınımlı halde izlenmiştir. Çok azı bozunmadan korunabilmiş olan pirit mineralleri ağırlıklı bozunmuş ve çözünme boşlukları bırakmıştır.

Cevher zonu boyunca gözlenen Saraycık formasyonuna ait metadiyabazların polarizan mikroskop incelemesinde kayacın porfirik dokulu olduğu görülmektedir. Kayaçta başlıca aktinolit, altere plajioklas, klorit, kaolinit, opak mineral, piroksen ve kuvars görülmektedir. Kayaçta meydana gelen alterasyon sonucunda kaolen, altere plajioklas

ve klorit ile birlikte kırık ve çatlaklarda ikincil kuvars mineralleri bulunmaktadır (Şekil 5.51).

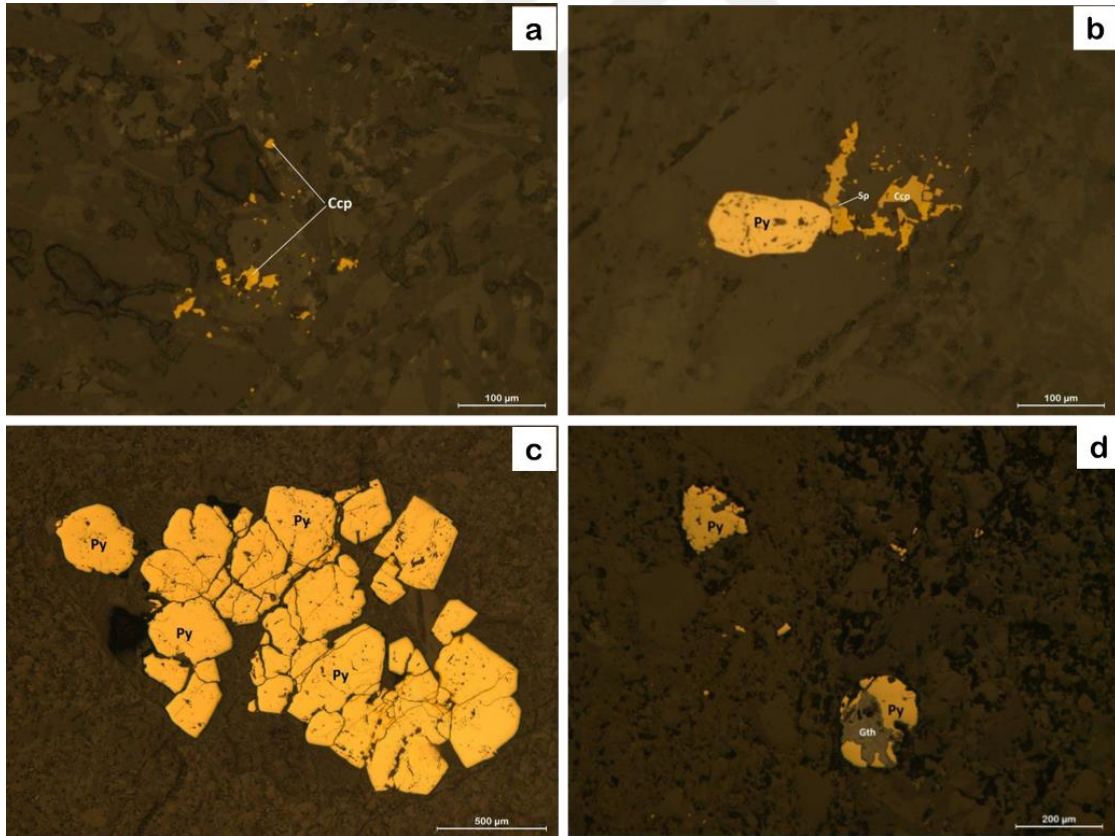


Şekil 5.51: Fındıklı yar cevherleşmesinin yak kayaçlarına ait örneklerin polarizan mikroskop görüntüleri, (a,b) Metadiyabaz, (c,d) Metadiyabaz, (e,f) Metadiyabaz, Kısaltmalar: (act) aktinolit, (altered-pl) altere plajioklas, (chl) klorit, (kln) kaolen, (opq) opak mineral, (px) piroksen, (tr) tremolit, (qz) kuvars, (qz-vein) kuvars damarı.

Yapılan petrografi çalışmaları sonucunda sonucunda pirit, serisit ve kaolenin yaygın olarak geliştiği ve alterasyonun fillik alterasyon olduğu değerlendirilmiştir.

Cevher mikroskobisi çalışmalarında başlıca saçınımlı kalkopirit mineralleri ile birlikte pirit, götit ve sfalerit mineralleri görülmektedir. Kalkopirit ve sfalerit eser miktarda bulunmaktadır. Genel olarak saçınımlı gözlenen kalkopiritler içerisinde sfalerti kapanımları yer yer gözlenmektedir. Pirit mineralinin bozuşmasından kaynaklanan çözünme boşlukları birçok örnekte bulunmaktadır. Oksidasyon sonucunda pirit mineralinin bozuşarak götit mineraline dönüşmüştür. Kayaçlarda genel olarak saçınımlı pirit minerallerinin yayılım gösterdiği belirlenmiştir. Bozunmayan piritler özşekilli veya yarı özşekilli olarak bulunmaktadır (Şekil 5.52).

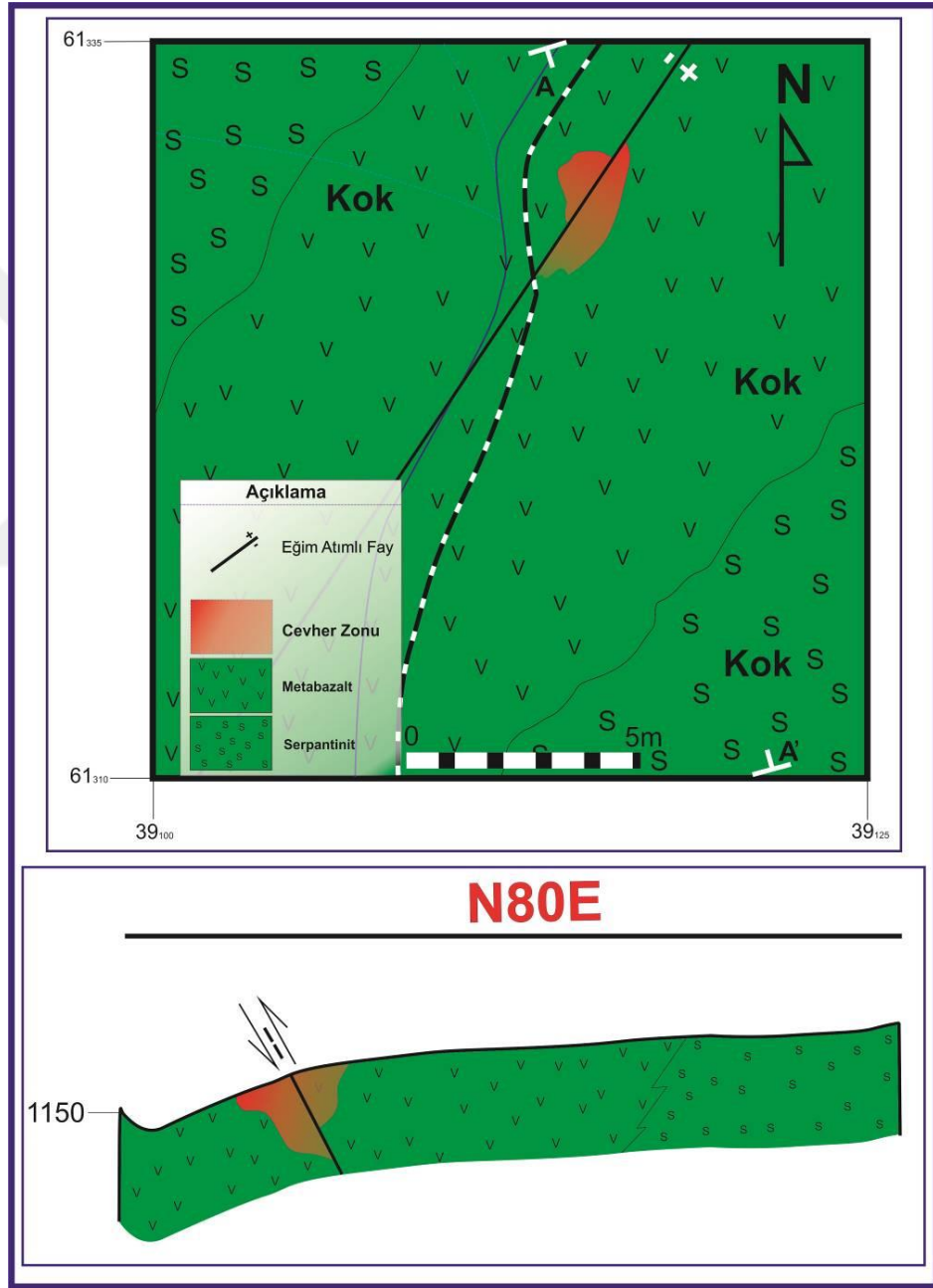
Yapılan çalışmalar sonucunda Fındıklıyar cevherleşmesi metadiyabazlar içerisinde faylanma ile ilişkili damar tipi hidrotermal bir yatağı karakterize etmektedir.



Şekil 5.52: Fındıklıyar cevherleşmesine ait cevher mikroskobisi görüntüleri, (ccp) kalkopirit, (Gth) götit, (py) pirit.

5.2.4. Ahmet Ağanın Yeri Cu±Zn Cevherleşmesi

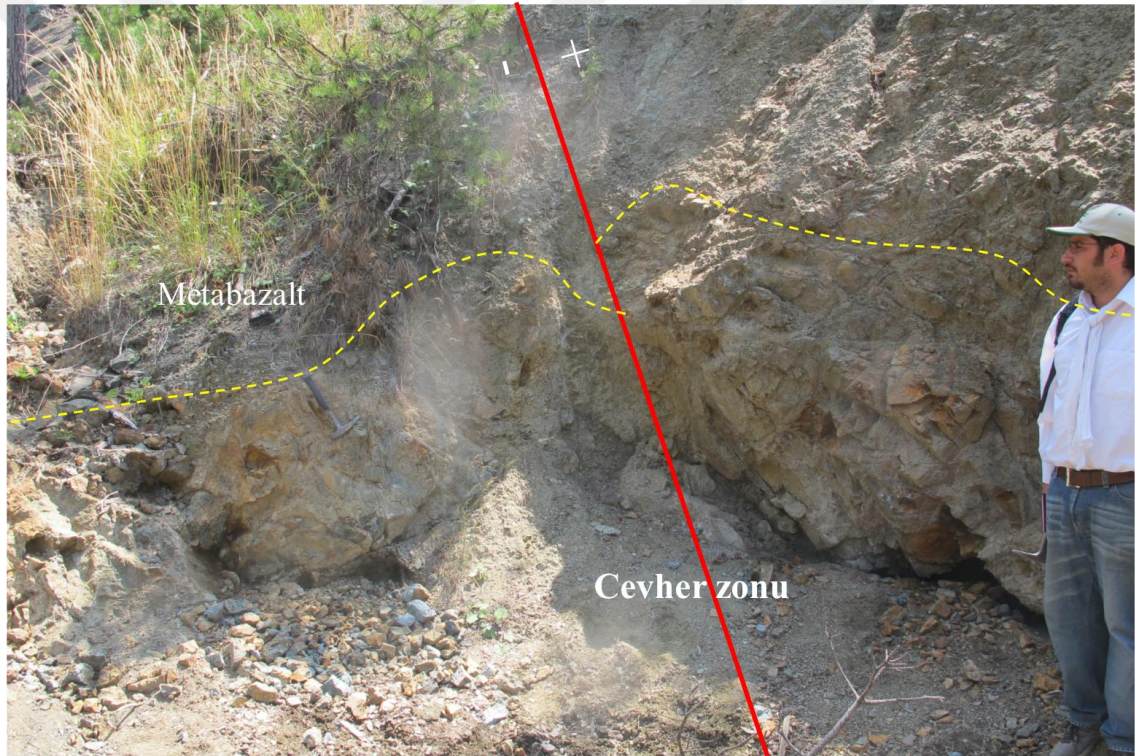
Ahmet Ağanın Yeri Cu±Zn Cevherleşmesi Alantarla kuzeybatısında Öbek Deresi civarında Kargı ofiyoliti içerisinde yer almaktadır (Ek-1). Cevherleşme bölgesinde Kargı ofiyolitine ait serpantinit ve metabazaltlar yer almaktadır. Cevherleşme metabazalt ve bu birimi kesen fayla ilişkilidir (Şekil 5.53).



Şekil 5.53: Ahmet Ağanın Yeri Cu±Zn cevherleşmesinin jeoloji haritası ve enine kesiti.

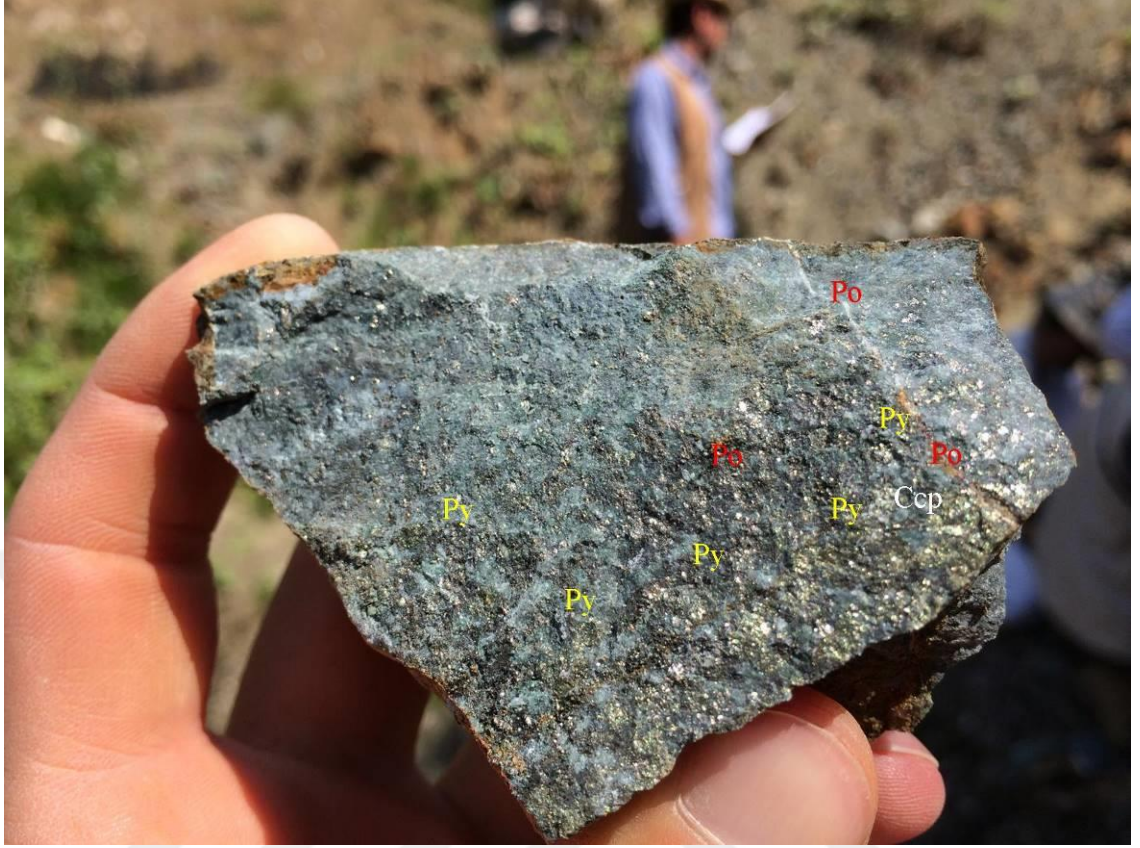
Cevher zonu yaklaşık 5 m uzunluğunda ve 2-3 m genişliğinde olup NE-SW uzanımlı eğim atımlı fay tarafından kesilmektedir. Cevherleşme Kargı ofiyoliti içerisinde yer alan metabazaltlar ile ilişkili damar tipi şeklindedir (Şekil 5.54). Fay zonu ile ilişkili olan cevherleşmede cevher damarının kalınlığı ise 5 cm- 50 cm aralığında değişmektedir. Cevherleşmenin doğrultusu, eğimi ve eğim yönü N10E, 45SE şeklindedir. Cevher zonu alterasyonlar ve ayrışma sebebiyle kırıntılı ve tutturulmamış birimler tarafından örtülmüştür.

Cevher zonuna ait el örneğinde başlıca kalkopirit, pirit ve pirrotin bulunmaktadır (Şekil 5.55). Cevher saçınımlı ve bazen sıvama şeklinde gözlenmektedir.



Şekil 5.54: Ahmet Ağanın Yeri Cu±Zn cevherleşmesinin genel görünümü (Güneybatıdan Kuzeydoğuya Bakış).

Cevher zonu ve civarında meydana gelen faylanmalar sonucunda kayalarda deformasyonlar görülmektedir. Bu zonda kayalar kırıklı ve çatlaklı bir yapıya sahiptir. Çoğu kırık çatlak sistemlerinde pirit, bazı kırık çatlaklarda ise kalkopirit mineralleri gözlenmiştir. Piritler nadiren olsada iri taneli olarak bulunmaktadır.



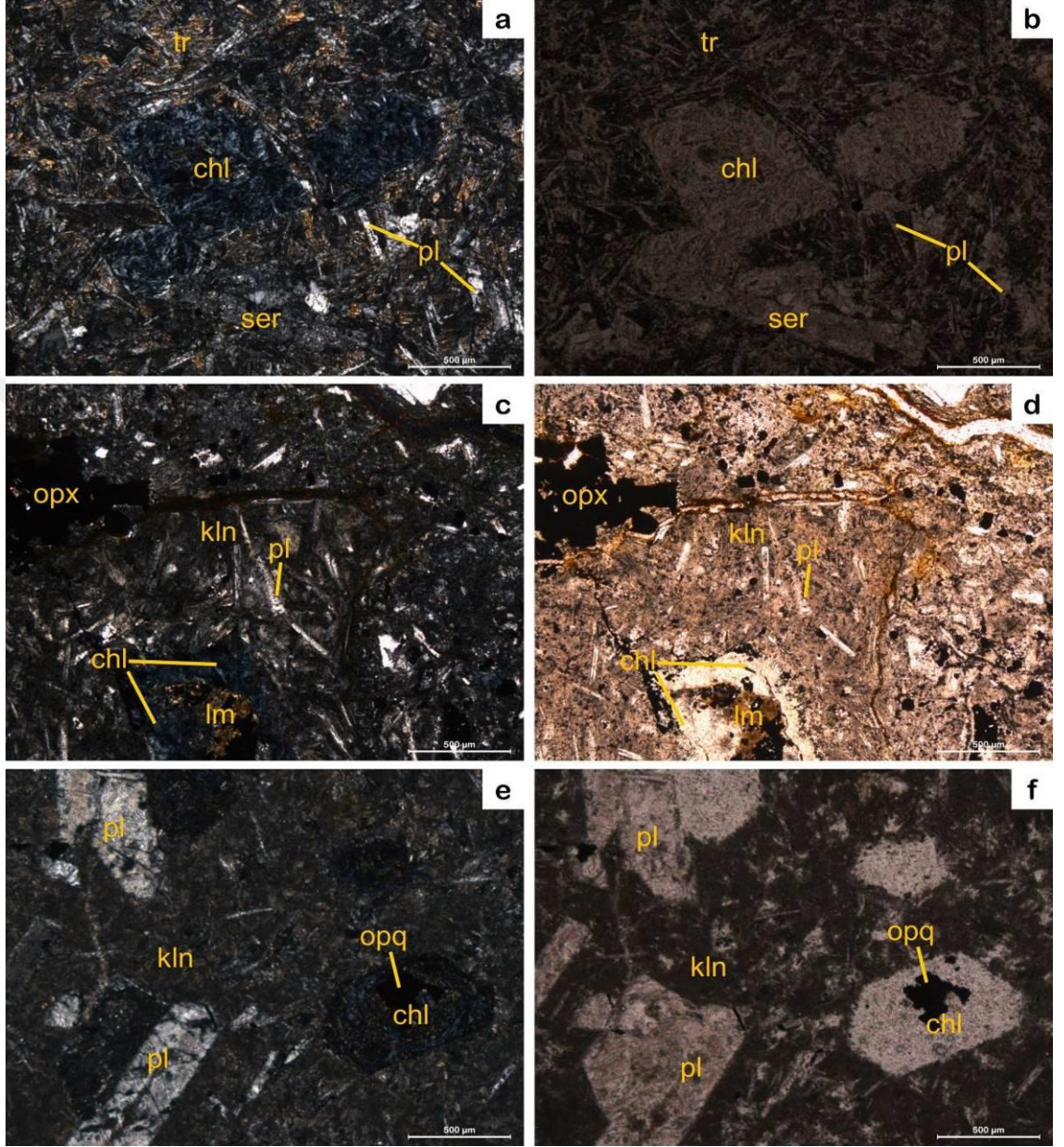
Şekil 5.55: Ahmet Ağanın Yeri Cu±Zn cevherleşmesine ait el örneğinin görünümü, (py) pirit, (Po) pirrotin, (Ccp) kalkopirit. Yan kayaç: Metabazalt.

Cevher zonu boyunca gözlenen Kargı ofiyolitine ait metabazaltların polarizan mikroskop incelemesinde kayaçta yaygın olarak porfirik doku gözlenmektedir. Kayaçta başlıca piroksen mineralleri, opak mineraller, kaolinit, tremolit, klorit, limonit ve plajiolklas görülmektedir. Hidrotermal alterasyon sonucunda feldispat mineralleri serisite dönüşmüştür. Bunun dışında kayaçta kloritleşme ve kaolenleşme görülmektedir. Süperjen alterasyon sonucunda ise limonitler gelişmiştir (Şekil 5.56).

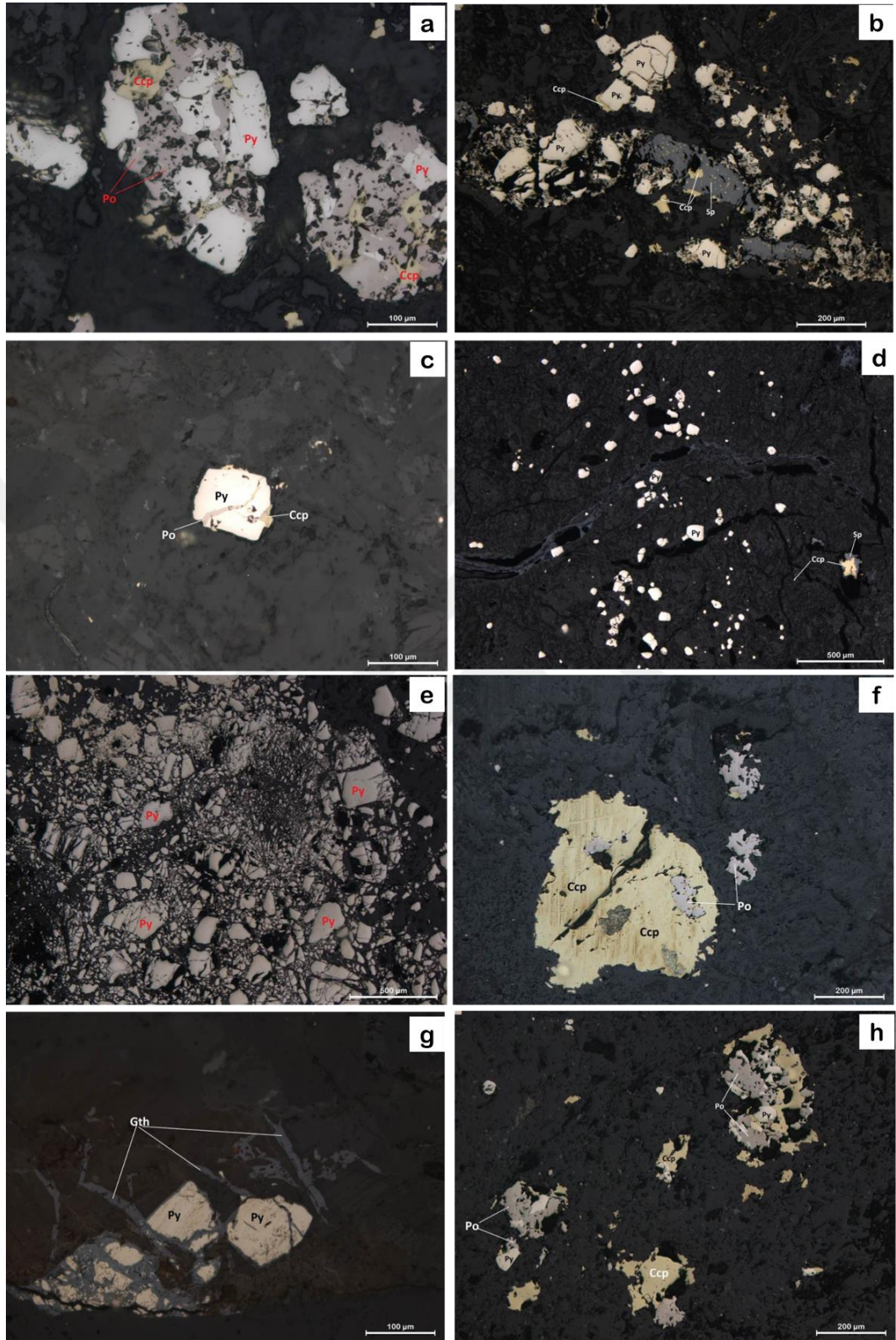
Yapılan petrografi çalışmaları sonucunda sonucunda pirit, serisit ve kaolenin yaygın olarak geliştiği ve alterasyonun fillik alterasyon olduğu değerlendirilmiştir.

Cevher mikroskobisi çalışmalarında başlıca pirit, kalkopirit, pirrotin, sfalerit, götit ve oksidasyon sonucu götitleden markazit mineralleri bulunmaktadır. Pirit ve kalkopirit mineralleri pirrotin tarafından ornatılmıştır. Silikatlı matriks ve kalkopirit (ccp) minerali içerisinde pirrotin (Po) mineralleri gelişmiştir. Tektonizmadan etkilenen alanlarda kataklazma sonucunda breşik dokuların da geliştiği görülmektedir. Oksidasyon

sonucunda yarı özşekli pirit (Py) minerallerinin bozularak götit (Gth) mineraline dönüşmüştür. Bazı kırık ve çatlaklar götit minerali ile doldurulmuştur. (Şekil 5.56).



Şekil 5.56: Ahmet Ağanın Yeri Cu±Zn cevherleşmesine ait yan kayaç örneklerinin polarizan mikroskop görüntüleri, Porfiri metabazalt, Kısaltmalar: (chl) klorit, (kln) kaolen, (lm) limonit, (opq) opak mineral, (opx) ortopiroksen, (pl) plajioklas, (ser) serisit, (tr) tremolit.



Şekil 5.57: Ahmet Ağanın Yeri cevherleşmesine ait cevher mikroskobisi görüntüleri. , (ccp) kalkopirit, (po) pirrotin, (sph) sfalerit, (Gth) götüt, (py) pirit.

5.4. İZOTOP JEOKİMYASI

Duraylı izotop jeokimyası çalışmaları jeolojik problemlerin çözümünde sıkça başvurulan bir yöntemdir. Jeolojik çalışmalarda başlıca kullanılan duraylı izotoplar C, O, H ve S olup bu çalışmalar ile cevherleşmeyi oluşturan çözeltilerin kökeni, cevherleşmenin oluşumunda etkin olan ait fiziko-kimyasal koşullar ile yan kayaç-çözelti etkileşimi hakkında önemli bilgiler elde edilebilmektedir (Bowman, 1998; Gökçe, 2006).

Bu çalışma kapsamında incelenen Cu-Zn cevherleşmelerinde parajenezde bulunan sülfürlü minerallerden pirit ve kalkopiritten duraylı kükürt izotopu analizleri yapılarak sülfürün olası kaynağı tespit edilmeye çalışılmıştır.

Doğada en çok bulunan kükürt izotopları ^{36}S , ^{34}S , ^{33}S , ^{32}S izotoplarıdır. Kükürt izotop bileşimi $\delta^{34}\text{S}$ şeklinde gösterilmekte olup jeolojik çalışmalarda doğada bol olarak bulunan ^{34}S ve ^{33}S izotopları kullanılmaktadır (Akçay, 2002).

İnceleme alanında 6'sı stratiform Cu-Zn, 6'sı da damar tipi Cu±Zn olmak üzere toplam 12 farklı cevher zonundan derlenen pirit ve kalkopirit örneğinden ^{34}S izotop analizleri gerçekleştirilmiştir (Tablo 5.19). İzotop analizi İngiltere'de ISO-ANALYTICAL laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Stratiform tip Kömürlükdere ve Göçükdibi Cu-Zn cevherleşmelerine ait bantlı pirit seviyelerine ait piritlerin $\delta^{34}\text{S}$ değerlerinin ‰ 2,06-5,34 aralığında olduğu (ortalama ‰ 3,90) görülmektedir (Tablo 5.19). Damar tipi Fındıklıyar, Dedeninyurdu ve Ahmet Ağanın Yeri Cu±Zn cevherleşmelerine ait pirit örneklerinin $\delta^{34}\text{S}$ değerleri ise ‰ 2,77-7,02 arasında değişmektedir. Ahmet Ağanın Yeri cevherleşmesine ait bir adet kalkopiritin $\delta^{34}\text{S}$ değeri ise ‰ 2,70 olarak ölçülmüştür.

Elde edilen analiz sonuçlar Hoefs (1987) tarafından ortaya konulan farklı jeolojik ortam ve kayaç türlerinin $\delta^{34}\text{S}$ (‰) izotop bileşimlerindeki değişimlerinin gösterildiği diyagramda değerlendirilmiştir (Şekil 5.58).

Yapılan çalışmalar sonucunda Kömürlükdere ve Göçükdibi stratiform Cu-Zn cevherleşmelerinin metabazitler ile ilişkili sinsedimanter bir oluşum olduğu tespit

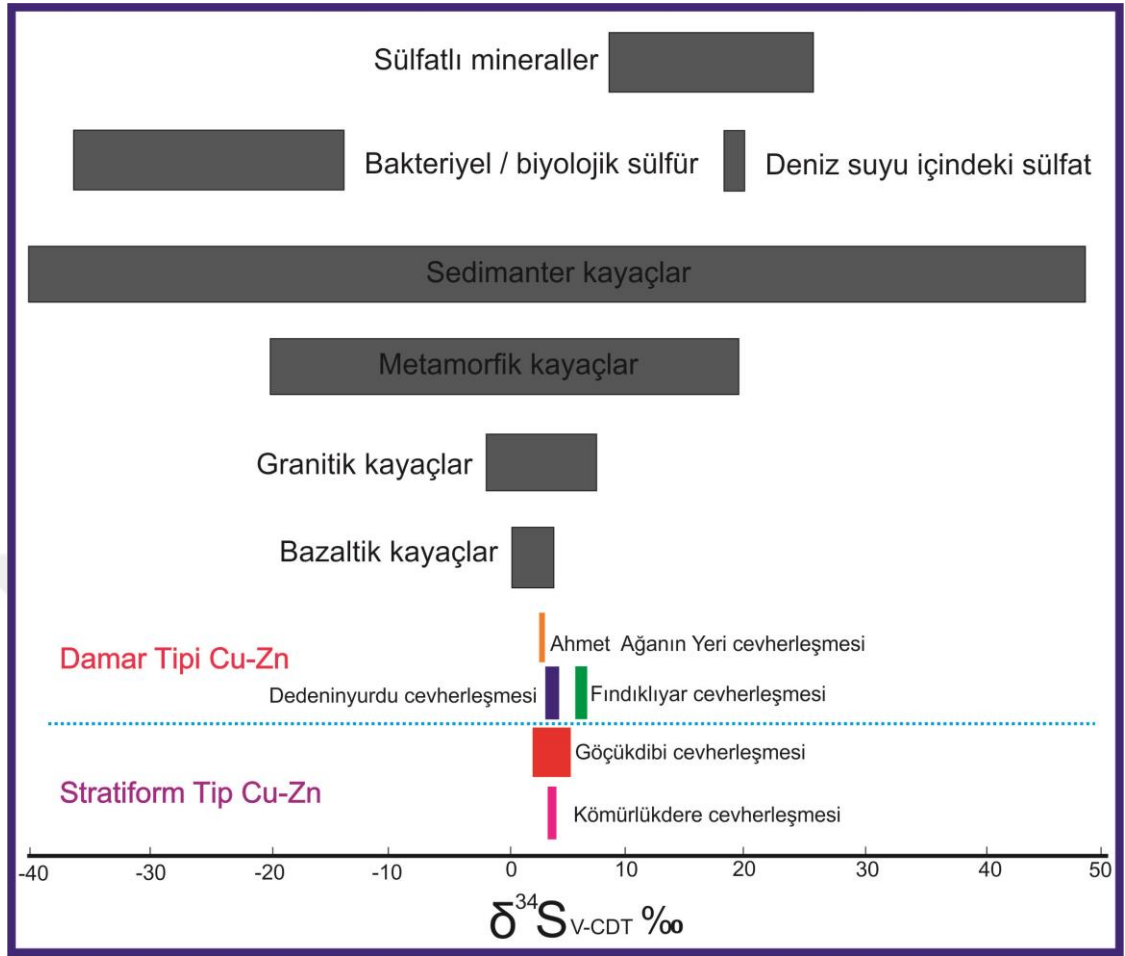
edilmiştir. Bu zonda yer alan örnekler Hoefs (1987) diyagramında bazaltik kayaçlar aralığına düşmektedir.

Tablo 5.19: Cevherleşme bölgelerinden elde edilen sülfürlü minerallerin $\delta^{34}\text{S}$ izotop analizi sonuçları.

Örnek Numarası	Cevherleşme	Mineral	$\delta^{34}\text{S}_{\text{V-CDT}}$
			(‰)
K1	Göçükdibi	Pirit (FeS_2)	4,34
K2	Göçükdibi	Pirit (FeS_2)	2,06
K3	Göçükdibi	Pirit (FeS_2)	5,34
K11	Kömürlükdere	Pirit (FeS_2)	3,86
K12	Kömürlükdere	Pirit (FeS_2)	3,85
K13	Kömürlükdere	Pirit (FeS_2)	3,96
K7	Fındıklıyar	Pirit (FeS_2)	5,52
K8	Fındıklıyar	Pirit (FeS_2)	7,02
K14	Dedeninyurdu	Pirit (FeS_2)	3,43
K15	Dedeninyurdu	Pirit (FeS_2)	3,96
K9	Ahmet Ağanın Yeri	Pirit (FeS_2)	2,77
K10	Ahmet Ağanın Yeri	Kalkopirit (CuFeS_2)	2,70

Cu-Zn cevherleşmelerinin $\delta^{34}\text{S}$ (‰) değerleri sülfürün magmatik kökene işaret ettiğini göstermektedir.

Damar tipi Cu±Zn cevherleşmelerin görüldüğü Dedeninyurdu cevherleşmesinin oluşumunun yapısal kontrollü damar tipi hidrotermal cevherleşme olduğu belirlenmiştir. Metadiyabazlar içerisinde gelişen kırık hattı boyunca hidrotermal suların bölgede cevherleşmeye neden oldukları yapılan çalışmada ortaya konulmuştur. Bu zondan alınan pirit örneklerinin izotop analizi sonucunda cevherleşmede kükürtün magmatik kökene işaret ettiği görülmektedir.



Şekil 5.58: İnceleme alanında cevher zonlarından derlenen sülfürlü minerallerin farklı jeolojik ortam ve kayaç türlerinin $\delta^{34}\text{S}$ (‰) izotop bileşimlerindeki değişimlerini gösteren diyagramdaki (Hoefs, 1987) konumları.

Dedeninyurdu cevherleşmesi ile aynı tektonik dilim içerisinde yer alan Ahmet Ağanın Yeri cevherleşmesi de bazik kayaçlar içerisinde gelişen fay ile ilişkili damar tipi hidrotermal bir cevherleşmedir. Bu cevher zonundan alınan pirit ve kalkopirit örneklerinin $\delta^{34}\text{S}$ değerleri çok dar bir aralıkta seyretmekte olup birbirine çok yakındır. Bu değerler de kükürtün magmatik kökene işaret ettiğini göstermektedir.

Fındıklıyar cevherleşmesi metadiyabazlar ile ilişkili fay zonunda damar tipi şeklinde gözlenmektedir. Bu zondan alınan pirit örneklerine ait $\delta^{34}\text{S}$ değerleri çok dar bir aralıkta seyretmekte (‰ 5,52-7,02) ve olasılıkla magmatik kaynak ile kıtasal kaynağın karıştığına işaret etmektedir.

5.4. SIVI KAPANIMI ÇALIŞMALARI

Cevherleşmelerin oluşumunda etkin olan çözeltilerin köken ve karakterinin ortaya konulması için sıvı kapanımı çalışmaları yapılmıştır. Cevherleşme ile ilişkili oluşan minerallerden (kuvars, sfalerit) sıvı kapanımı ölçümleri için örnekler hazırlanarak mikrotermometrik ölçümler gerçekleştirilmiştir. Sıvı kapanım ölçümleri İstanbul Teknik Üniversitesi Cevher Mikroskobisi Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Yapılan ölçümlerden her bir kapanım için elde edilen ergime sıcaklıkları Bodnar (1993)'ün eşitliğinden yararlanılarak kapanıma ait % NaCl tuzluluk eşdeğerleri hesaplanmıştır. Stratiform tip Cu-Zn cevherleşmesinin görüldüğü Kömürlükdere ve Göçükdibi cevherleşmelerine ait mikrotermometrik veriler ve % NaCl tuzluluk eşdeğeri Tablo 5.20'de, Damar tipi Cu±Zn cevherleşmelerine (Dedeninyurdu ve Yergen) ait mikrotermometrik veriler ve % NaCl tuzluluk eşdeğerleri Tablo 5.21'de verilmiştir.

5.4.1. Sıvı Kapanımı Petrografisi

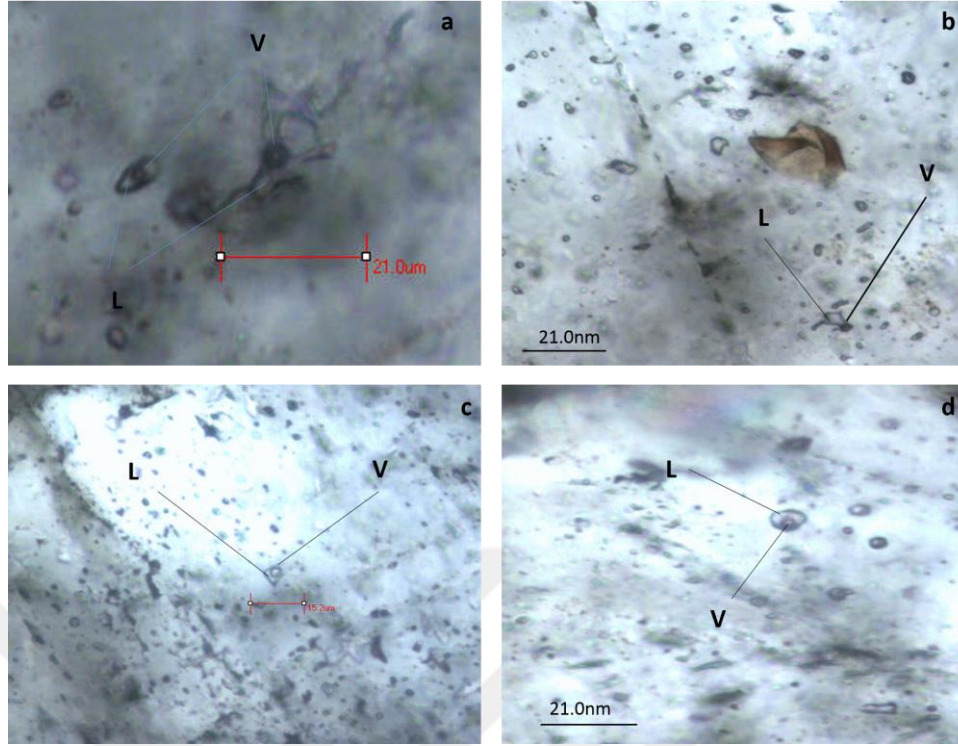
Cevher zonlarından derlenen sfalerit ve kuvars minerallerinde tespit edilen sıvı kapanımlar Roedder (1984) ile Van den Kerkhof ve Hein (2001) tarafından belirtilen kriterler göz önüne alınarak petrografisi yapılmıştır. Birincil kapanımlar mineralin oluşumu sırasında, ikincil kapanımlar ise mineralin oluşumu sonrası mikro kırıklar veya kristalin büyüme zonlarının sonlandığı kısımlarda oluşmaktadır (Roedder, 1984; Shepherd ve diğ. 1985). Birincil ve ikincil kapanımların görüldüğü örneklerde genel olarak iki fazlı kapanımlar (sıvı-gaz) gözlenmektedir (Şekil 5.59). Mikrotermometrik ölçümler ise sfalerit ve kuvars minerallerinde belirlenen birincil kapanımlardan yapılmıştır.

5.4.2. Sıvı-Gaz İçeren Sıvı Kapanımlar (LV Tip)

Stratiform Cu-Zn ve damar tipi Cu±Zn cevherleşmelerine ait sıvı kapanımı çalışmalarında genel olarak sıvı-gaz içeren (LV Tipi) kapanımlar bulunmaktadır. Sıvı faz gaz fazdan hacimsel olarak daha büyük ve baskındır. Isıtma işlemleri sonucunda ise LV-Tip kapanımlar sıvı fazda homojenleşmiştir. Yapılan ölçümlerde homojenleşmeden önce çökme olayı (decrepitation) gerçekleşmemiştir.

Tablo 5.20: Stratiform Cu-Zn cevherleşmesine ait sıvı kapanımların mikrotermometrik özellikleri

Cevherleşme	Örnek No	Mineral	Kapanım Tipi	Ötektik Sıcaklık (Te°C)	Son Buz Ergime Sıcaklığı (Tm-ice°C)	Homojenleşme Sıcaklığı (Th°C)	%NaCl Tuzluluk
Kömürlükdere	442	Kuvars	LV	-72,3	-8,3	268	12,05
	442	Kuvars	LV	-60	-7,5	220	11,10
	442	Kuvars	LV	-53,3	-3,8	268	6,16
	1001	Kuvars	LV	-65,5	-3,8	196	6,16
	1001	Kuvars	LV	-78,6	-4	410	6,45
	1001	Kuvars	LV	-	-4,5	-	7,17
	1001	Kuvars	LV	-60,4	-2,5	205,8	4,18
	1001	Kuvars	LV	-43,6	-3,4	359	5,56
	1001	Kuvars	LV	-64,6	-3,4	171	5,56
	1001	Kuvars	LV	-58,6	-1,7	199	2,9
	1001	Kuvars	LV	-51,7	-6,7	263	10,11
	1001	Kuvars	LV	-70	-4,6	322	7,32
	1001	Kuvars	LV	-49	-2,6	342	4,34
	1001	Kuvars	LV	-44,3	-7,6	406	11,22
	1001	Kuvars	LV	-32	-6,4	410	9,73
	1005	Kuvars	LV	-71	-7,4	185	10,98
	1005	Sfalerit	LV	-73,7	-6	276	9,21
	1005	Sfalerit	LV	-70,9	-5	268	7,86
	1005	Sfalerit	LV	-60	-5,6	207	8,68
	1005	Sfalerit	LV	-49,9	-3,8	201,1	6,16
	1005	Kuvars	LV	-66,7	-6,1	204,1	9,34
Göçükdibi	310	Kuvars	LV	-59,3	-6,4	297	9,73
	310	Kuvars	LV	-60,7	-5,3	401	8,28
	310	Kuvars	LV	-57,5	-5,3	304	8,28
	310	Kuvars	LV	-58,6	-5,9	219,8	9,08
	310	Kuvars	LV	-59,7	-5,1	451	8,0
	310	Kuvars	LV	-53,4	-5	404	7,86
	310	Kuvars	LV	-57,3	-4,8	410	7,59
	310	Kuvars	LV	-68	-5,6	331	8,68
	310	Kuvars	LV	-65,8	-1,3	402	2,24
	310	Kuvars	LV	-57,3	-6,1	328	9,34
	310	Kuvars	LV	-48,7	-3,9	298	6,3
	310	Kuvars	LV	-59,1	-4,6	365	7,31
	1013	Kuvars	LV	-56,1	-7,8	385	11,46
	1013	Kuvars	LV	-59,7	-6,9	442	10,36
	1013	Kuvars	LV	-34,4	-3	424	4,96
	1013	Kuvars	LV	-56,8	-4,2	412	6,74
	1013	Kuvars	LV	-49,6	-1,2	336	2,07
	1013	Kuvars	LV	-61,9	-6,3	314	9,6



Şekil 5.59: Sıvı kapanımı çalışmalarında gözlenen sıvı-gaz (LV-Tipi) fazlarının görünümü.

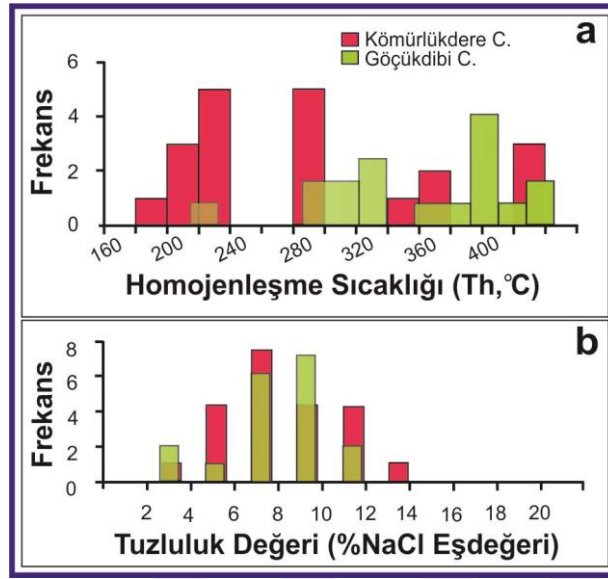
Tablo 5.21: Damar Tipi Cu-Zn cevherleşmesine ait sıvı kapanımların mikrotermometrik özellikleri.

Cevherleşme	Örnek No	Mineral	Kapanım Tipi	Ötektik Sıcaklık (Te°C)	Son Buz Ergime Sıcaklığı (Tm-ice°C)	Homojenleşme Sıcaklığı (Th°C)	%NaCl Tuzluluk
Dedeninyurdu	178	Kuvars	LV	-57,3	-16,2	160,2	19,6
	178	Kuvars	LV	-69,4	-10,6	182,2	14,57
	178	Kuvars	LV	-70,2	-10,2	142,2	14,15
	178	Kuvars	LV	-67,6	-10,2	185,3	14,15
	178	Kuvars	LV	-57,6	-6,2	167,3	9,47
	178	Kuvars	LV	-63,1	-7,2	149,3	10,73
	178	Kuvars	LV	-63,1	-7,2	149,3	10,73
Yergen	909	Kuvars	LV	-54,9	-9,3	192,7	13,18
	909	Kuvars	LV	-55,8	-9,9	182,5	13,83
	912	Kuvars	LV	-50,3	-10	136,9	13,94
	912	Kuvars	LV	-54,8	-7,4	194,3	10,98
	912	Kuvars	LV	-62,1	-11	194,6	14,97
	912	Kuvars	LV	-63,4	-10,6	189,3	14,57

5.4.3. Mikrotermometrik Ölçümler, Çözelti Sistemi ve Tuzluluk Hesaplamaları

Cevher zonlarında cevherleşme ile ilişkili saydam minerallerin mikrotermometrik ölçümleri (Ötektik Sıcaklık (T_e °C), Son Buz Ergime Sıcaklığı (T_{m-ice} °C) ve Homojenleşme Sıcaklıkları (T_h °C) gerçekleştirilmiştir (Tablo 5.33, 5.34). Sfalerit ve Kuvars minerallerinde gerçekleştirilen sıvı kapanımı ölçümlerinde sıvı fazda homojenleşmeler görülmektedir. Sfaleritten ölçüm sadece Kömürlükdere cevherleşmesinde yapılmıştır. Diğer cevher zonlarında kuvars minerallerinden ölçümler yapılmıştır.

Stratiform tipi Cu-Zn cevherleşmelerinin görüldüğü Kömürlükdere cevherleşmesinde yer alan sfalerit ve kuvars örneklerindeki LV-tipi kapanımlarda yapılan ölçümlerde T_{m-ice} değerlerinin -1,7 ile -8,3 °C arasında olduğu tespit edilmiştir. Göçükdibi cevherleşmesinde yer alan kuvars örneklerindeki LV-tipi kapanımlarda yapılan ölçümlerde ise T_{m-ice} değerlerinin -1,2 ile -7,8 °C arasında olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen son buz ergime sıcaklıkları (T_{m-ice}) Bodnar'ın (1993) eşitliğine göre değerlendirilmiş ve % NaCl tuzluluk eşdeğerleri olacak şekilde hesaplanmıştır (Tablo 5.33). Kömürlükdere cevherleşmesinin % NaCl tuzluluk eşdeğerleri 2,9-12,05 arasında ve Göçükdibi cevherleşmesinin ise 2,07-11,46 arasında olduğu tespit edilmiştir. Homojenleşme sıcaklıkları (T_h , °C) ise Kömürlükdere cevherleşmesinde 171-410 °C arasında, Göçükdibi cevherleşmesinde de 219,8-451 °C arasında değişmektedir. Kömürlükdere cevherleşmesi ile ilişkili bir örnekte ise sıvı CO₂ içeren kapanım bulunmaktadır. Bu kapanımda yapılan ölçümlerde T_e -65,3 °C, T_h 286,8 °C, $T_{clathrate}$ 7,2 °C ve T_{CO_2} ise -55,7 °C olarak belirlenmiştir. Kömürlükdere ve Göçükdibi cevherleşmelerine ait homojenleşme ve % NaCl tuzluluk eşdeğerleri için frekans histogramı hazırlanmıştır (Şekil 5.60). Her iki cevherleşmede homojenleşme sıcaklıkları geniş aralıklarda görülürken (Şekil 5.60a) % NaCl tuzluluk eşdeğerleri benzer bir dağılım göstermektedir (Şekil 5.60b).



Şekil 5.60: Stratiform Cu-Zn cevherleşmelerine ait Homojenleşme Sıcaklığı (T_h , °C) ve Tuzluluk Değerlerinin (%NaCl Eşdeğeri) frekans histogramları.

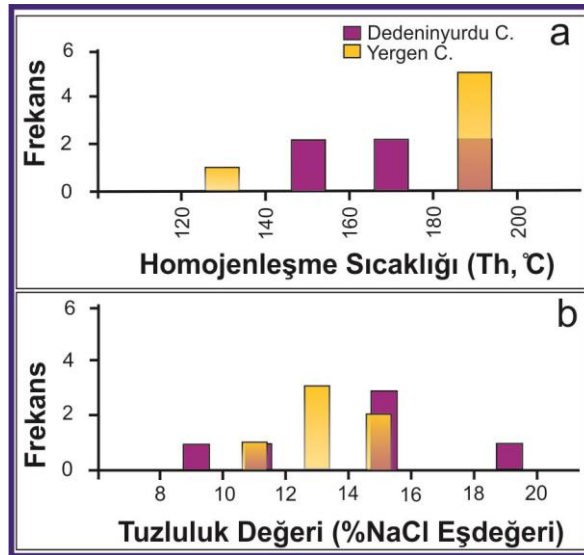
Damar tipi Cu±Zn cevherleşmelerinin görüldüğü Dedeninyurdu cevherleşmesinde yer alan kuvars örneklerindeki LV-tipi kapanımlarda yapılan ölçümlerde $T_{m_{ice}}$ değerlerinin -6,2 ile -22 °C arasında olduğu tespit edilmiştir. Yergen cevherleşmesinde yer alan kuvars örneklerindeki LV-tipi kapanımlarda yapılan ölçümlerde ise $T_{m_{ice}}$ değerlerinin -7,4 ile -11 °C arasında olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen son buz ergime sıcaklıkları ($T_{m_{ice}}$) Bodnar'ın (1993) eşitliğine göre değerlendirilmiş ve % NaCl tuzluluk eşdeğerleri olacak şekilde hesaplanmıştır (Tablo 5.34). Dedeninyurdu cevherleşmesinin % NaCl tuzluluk eşdeğerleri 9,47-19,6 arasında ve Yergen cevherleşmesinin ise 10,98-14,97 arasında olduğu tespit edilmiştir. Homojenleşme sıcaklıkları (T_h , °C) ise Dedeninyurdu cevherleşmesinde 142,2-185,3 °C arasında, Yergen cevherleşmesinde de 136,9-194,6 °C arasında değişmektedir. Dedeninyurdu cevherleşmesi ile ilişkili bir örnekte ise sıvı CO₂ içeren kapanım bulunmaktadır. Bu kapanımda yapılan ölçümlerde T_e -62,1 °C, T_h 200 °C, $T_{clathrate}$ 15 °C ve T_{CO_2} ise -56 °C olarak belirlenmiştir. Dedeninyurdu ve Yergen cevherleşmelerine ait homojenleşme ve % NaCl tuzluluk eşdeğerleri için frekans histogramı hazırlanmıştır (Şekil 5.61). Dedeninyurdu cevherleşmesinin homojenleşme sıcaklıkları ile Yergen cevherleşmesinin homojenleşme sıcaklıkları hemen hemen benzer aralıklarda görülmektedir (Şekil 5.61a). % NaCl tuzluluk eşdeğerlerinde Dedeninyurdu cevherleşmesinin geniş bir dağılım gösterdiği

Yergen cevherleşmesinin ise dar bir alanda dağılım gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 5.61b).

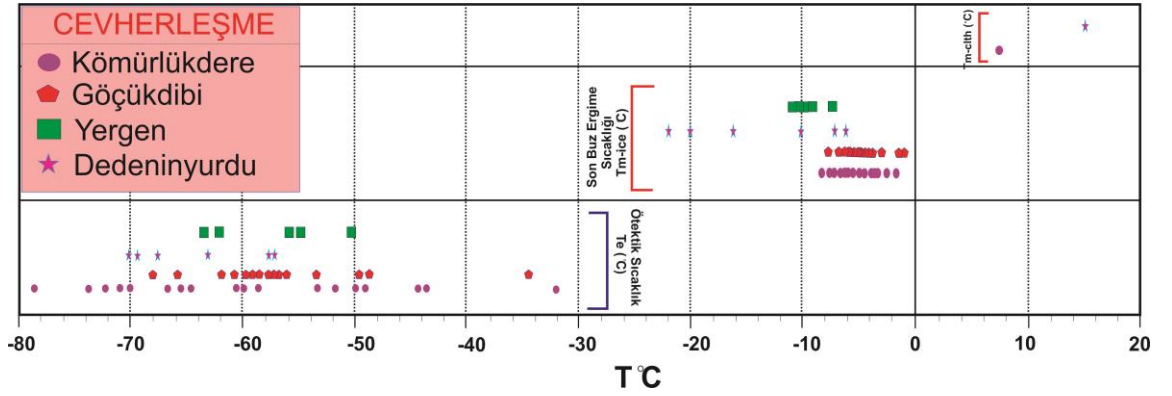
Cevher zonlarından derlenen örneklerin sıvı kapanımı çalışmalarında ölçülen Ötektik Sıcaklık değerlerinin (T_e °C) geniş aralıklarda olduğu Son Buz Ergime Sıcaklık değerlerinin ise nispeten ($T_{m_{ice}}$ °C) daha dar aralıklarda olduğu görülmektedir (Şekil 5.62).

Homojenleşme Sıcaklığı (T_h) ve Tuzluluk (%NaCl Eşdeğeri) değerleri beraber değerlendirildiğinde Damar tipi Cu±Zn cevherleşmelerinin görüldüğü Dedeninyurdu ve Yergen cevherleşmelerinin tuzluluk değerlerinin Stratiform tipi Cu-Zn cevherleşmelerine göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 5.63). Tuzluluk değeri ise 9,47-19,6 olacak şekilde geniş bir aralıkta gözlenmektedir.

Stratiform Cu-Zn cevherleşmelerinde ise her iki cevher zonunda tespit edilen homojenleşme sıcaklığı ve tuzluluk değerleri benzer bir şekilde dağılım göstermektedir. Tuzluluk değeri ise 2,07-12,05 olacak şekilde geniş bir aralıkta gözlenmektedir (Şekil 5.64). Göçükdibi ve Kömürlükdere cevherleşmelerinin sıvı kapanımı değerlerinin benzer özellikler göstermesi cevher oluşumlarının her iki bölgede de aynı sistem ile oluştuğunu göstermektedir.

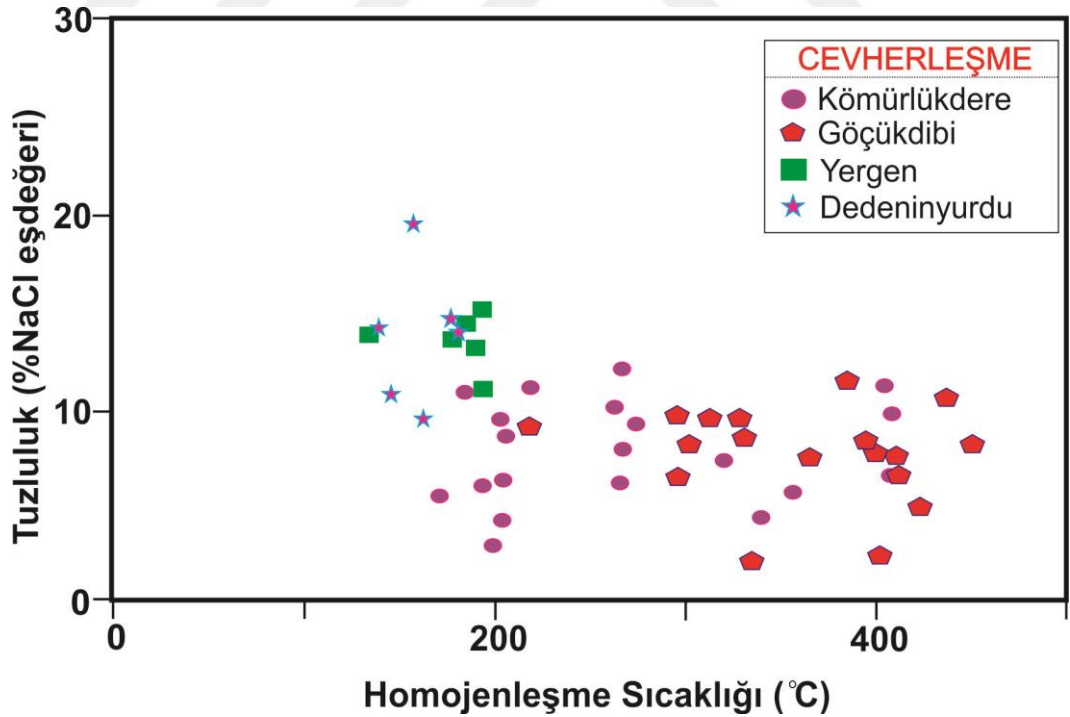


Şekil 5.61: Damar tipi Cu±Zn cevherleşmelerine ait Homojenleşme Sıcaklığı (T_h , °C) ve Tuzluluk Değerlerinin (%NaCl Eşdeğeri) frekans histogramları.



Şekil 5.62: Cevher zonlarında tespit edilen mikrotermometrik değerlerin dağılımı.

Stratiform Cu-Zn cevherleşmelerinin Homojenleşme Sıcaklığı-Tuzluluk ilişkisi değerlendirildiğinde sıcaklık artışıyla tuzluluğun belli aralıklarda arttığı ancak sıcaklığın tekrar artması ve artışa bağlı olarak tuzluluğun azalması ortama meteorik suyun girdiğini göstermektedir. Bu durum birkaç kez tekrarlanmış ve son olarak ise sıcaklığın artışına bağlı tuzluluk artışının gözlemlendiği görülmektedir. Bu değişken tuzluluk verileri cevherli çözeltinin çökelişi esnasında bir sedimentasyonun olduğunu işaret etmektedir.



Şekil 5.63: Cevher zonlarına ait Homojenleşme Sıcaklığı-Tuzluluk diyagramı.

Damar tipi $\text{Cu}\pm\text{Zn}$ cevherleşmelerinin Homojenleşme Sıcaklığı-Tuzluluk ilişkisi değerlendirildiğinde ise Dedeninyurdu cevherleşmesinde sıcaklığın çok değişmediği aralıklarda tuzluluğun artış gösterdiği görülmektedir. Yergen cevherleşmesinde ise sıcaklık artışına bağlı olarak tuzluluk değerlerinde önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Damar tipi $\text{Cu}\pm\text{Zn}$ cevherleşmelerinin yüksek tuzluluk oranları cevherleşmeye etkin olan çözeltinin magmatik kökenli olduğuna işaret etmektedir.

Cevherleşme bölgelerinde tespit edilen mikrotermometrik ölçüm değerleri Rooedder (1979) ve Shephard ve diğ. (1985) tarafından geliştirilen tablolara göre değerlendirilmiştir.

Stratiform Cu-Zn cevherleşmelerinde tespit edilen T_e değerleri -32 ve $-72,3$ °C arasında yer almaktadır. Kömürlükdere ve Göçükdibi cevherleşmelerinde 3 ana ötektik sıcaklıkları tespit edilmiştir. Bunlar -32 ve $-53,4$ °C arasında yer alan değerler, $-57,5$ ve $-56,6$ °C arasında yer alan değerler ve $-53,4$ ve $-78,6$ °C arasında yer alan değerlerdir.

-32 ve $-53,4$ °C arasında yer alan değerler çözeltinin CaCl_2 , MgCl ve FeCl_2 açısından zengin olduğunu işaret etmektedir (Crawford, 1981; Roedder, 1984). $-57,5$ ve $-56,6$ °C arasında yer alan değerler ile CO_2 'ce zengin kapanımdan elde edilen değerler çözeltinin CO_2 içerdiğini göstermektedir. $-53,4$ ve $-78,6$ °C arasında yer alan değerler yankayaç-sıvı etkileşimi sebebiyle Li, K ve Br'nin Ca'ca zengin çözeltiye eklendiğini göstermektedir. $-58,6$ ile $-61,9$ arasındaki değerlerin çok olması çözeltinin CaCl_2 açısından oldukça zengin olduğunu göstermektedir. Bu durum metallerin klor kompleksleriyle taşındığını işaret etmektedir.

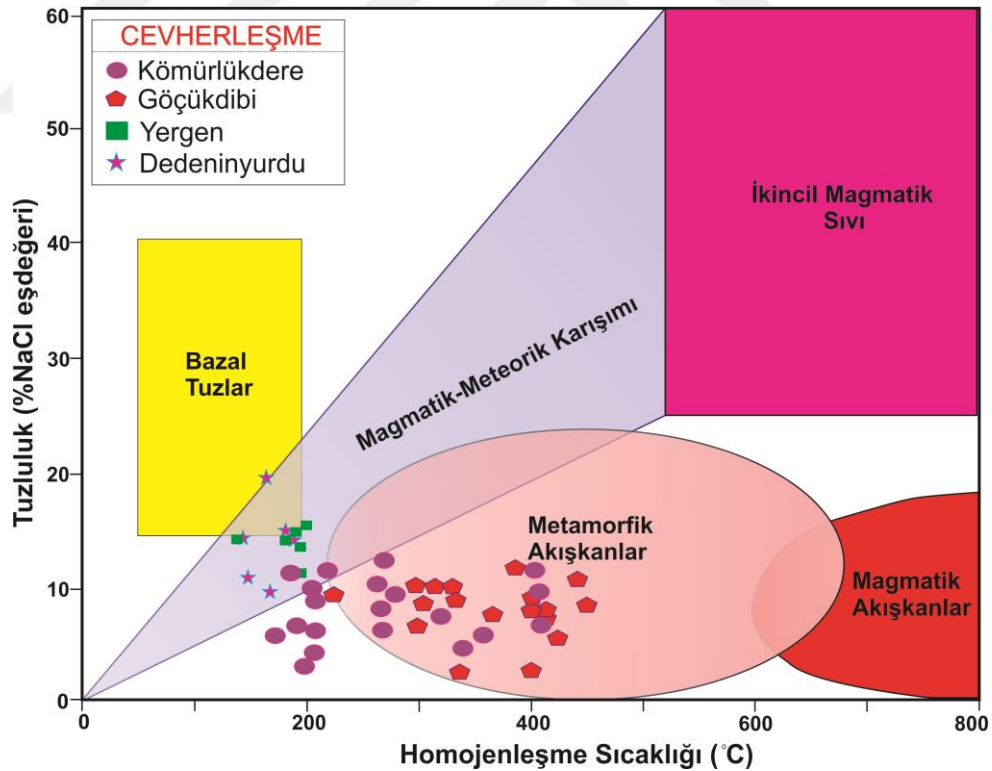
Damar tipi $\text{Cu}\pm\text{Zn}$ cevherleşmelerinde tespit edilen T_e değerleri $-50,3$ ve $-70,2$ °C arasında yer almaktadır. Bunlar $-62,1$ ve $-70,2$ °C arasında yer alan değerlerin baskın olması çözeltinin CaCl_2 açısından oldukça zengin olduğunu ve yankayaç-sıvı etkileşimi sebebiyle de çözeltiye Li, K ve Br'nin eklendiğini işaret etmektedir (Crawford, 1981; Roedder, 1984). Dedeninyurdu ve Yergen cevherleşmelerini oluşturan çözeltide metallerin klor iyonlarıyla taşındığı görülmektedir.

Cevherleşme bölgelerinden elde edilen mikrotermometrik ölçümlerden elde edilen homojenleşme sıcaklığı ve tuzluluk değerleri Bodnar (1999) tarafından hazırlanan farklı

kökene sahip akışkanlar için ortalama sıcaklık-tuzluluk dağılımlarının gösterildiği diyagramda değerlendirilmiştir (Şekil 5.64).

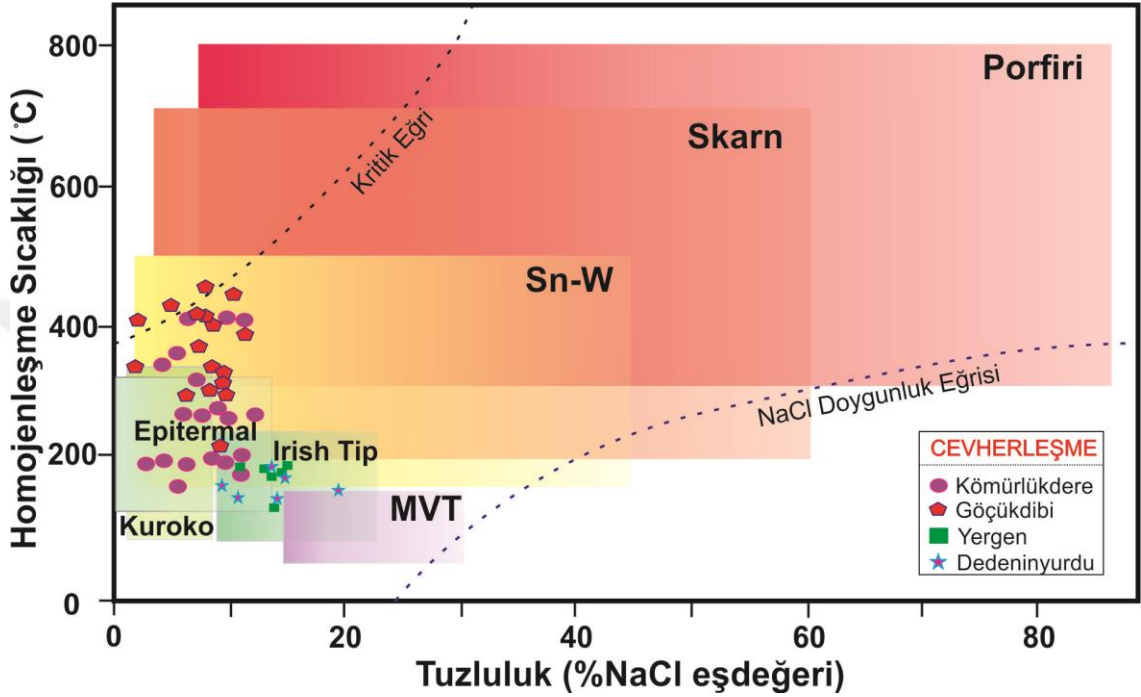
Stratiform Cu-Zn cevherleşmelerinin genel olarak metamorfik akışkanlarda bir kısmı ise magmatik-meteorik karışımı alanlarına düştüğü görülmektedir (Şekil 5.64). Cevherleşmede esas olarak magmatik bir aktivitenin olduğu aynı zamanda ise meteorik karışımın olması magmatik aktivite ile eş zamanlı sedimantasyon ortamını da işaret etmektedir. Metamorfik alanda kümelenen değerler ise çözeltinin CO₂'ce zengin olduğunu göstermektedir.

Damar tipi Cu±Zn cevherleşmeler ise genel olarak magmatik kökeni işaret etmektedir (Şekil 5.64). Magmatik-Meteorik karışımı alanında kümelenen cevherleşmelerde magmatik çözeltilerin meteorik çözeltiler ile karşılaştığı görülmektedir. Kırık hattı boyunca cevherleşmelerin görüldüğü bu zonlarda hidrotermal suların kırık hatlarından süzülen meteorik sularla karşılaştığını söylemek mümkündür.



Şekil 5.64: Cevher zonlarında tespit edilen Homojenleşme Sıcaklığı-Tuzluluk değerlerinin dağılımı (Bodnar, 1999).

Cevher zonlarında elde edilen mikrotermometrik veriler, dünyadaki çeşitli yataklarda elde edilen veriler ile karşılaştırılmıştır (Şekil 5.65). Stratiform Cu-Zn cevherleşmeleri genel olarak Kuroko ve Epitermal alanlarda yoğunlaşmakta, Damar tipi Cu±Zn cevherleşmeleri ise Epitermal ve Irish Tipi alanlarında yoğunlaşmaktadır.



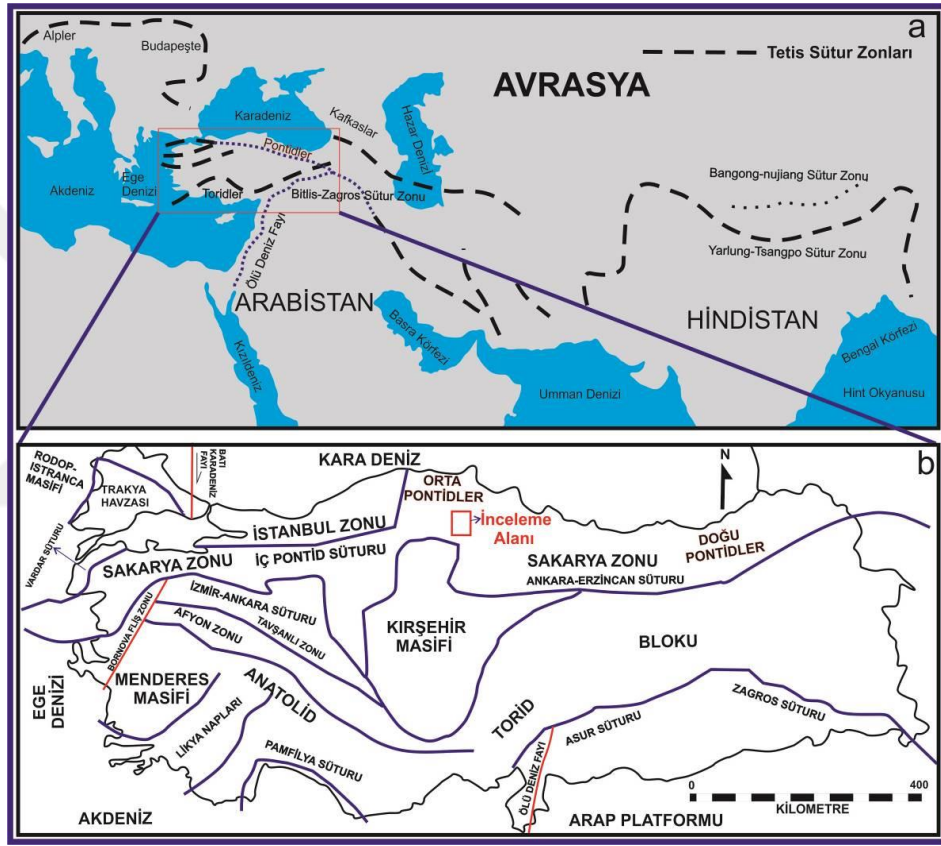
Şekil 5.65: Cevher zonlarında tespit edilen Homojenleşme Sıcaklığı-Tuzluluk değerlerinin dünyadaki çeşitli yataklarla karşılaştırılması (Wilkinson, 2001).

5.5. JEODİNAMİK EVRİM

İnceleme alanı Pontid kuşağında yer almaktadır. Pontidler Ketin (1966) tarafından Alp-Himalaya kuşağının 1500 km uzunluğunda olan bir parçası olarak kabul edilmiştir. Okay ve diğ. (1994) tarafından ise Pontidler İstanbul, Istranca ve Sakarya zonlarına ayrılmıştır. Şengör ve Yılmaz (1981) tarafından Rodop-Pontid levhasının parçası olarak tanımlanan bu alanda Alt Mesozoyik'te yok olan Paleotetis ofiyoliti ile Üst Mesozoyik'te tüketilmeye başlayan Neotetis ofiyoliti olduğu vurgulanmıştır (Tüysüz, 1985).

İnceleme alanı Orta Pontidlerin Sakarya zonunda yer almaktadır (Şekil 5.66). Bu alan Kargı doğusunda yaklaşık 204 km²'lik alanı kapsamaktadır. İnceleme alanının boyutları dikkate alındığında, sadece bu çalışmada elde edilen bulgularla, çalışma alanının

jeolojik evrimi ve paleocoğrafik değişimlerini yorumlamanın, yetersiz veya hatalı değerlendirmelere yol açabileceği söylenebilir. Bu nedenle inceleme alanı ve civarında daha önce yapılan çalışmalar dikkate alınarak değerlendirmeler yapılmıştır. Özellikle Tüysüz (1985) ile Yılmaz ve Tüysüz'ün (1988) çalışmalarında bölgeye çok yakın konumda bulunan Ilgaz ve Kargı masiflerinde iki farklı okyanus ortamının kalıntılarının var olduğu belirtilmiş, bunlardan daha yaşlı olanının Malm öncesinde, genç olanının ise Geç Kretase sonu-Paleosen de bölgeye yerleştiği iddia edilmiştir.



Şekil 5.66: a. Alp-Himalaya kuşağında yer alan Tetis Sütur Zonları (Dilek ve Flower, 2003'den değiştirilerek alınmıştır), b. İnceleme alanının Türkiye'deki yapısal kuşaklardaki konumu (Okay ve Tüysüz, 1999'dan değiştirilerek alınmıştır).

Orta Pontidlerde Paleotetis ve Neotetis okyanuslarının kapanması ile oluşan 'sütur zonları' boyunca farklı kökenli litostratigrafik birimlerin yan yana geldiği belirtilmiştir (Robertson, 2002, 2004; Robertson ve diğerleri, 2006; Okay ve diğerleri, 2006; Parlak ve diğerleri, 2009, 2012). Orta Pontidlerin güneyindeki geniş alanlarda yüzlek veren metamorfik kayaç grupları (Jura öncesi) ve ofiyolitik kayaç grupları Paleotetis ve Neotetis okyanuslarının kapanması ile gelişen bir yitim-yığılma kompleksinin

ürünleridir (Okay ve diğ. 2006, 2013; Marroni ve diğ. 2014; Aygöl ve diğ. 2015a, b, 2016; Çelik ve diğ. 2016). Orta Jura ve Kretase yığışım prizmasının olduğu bu alanlar Orta Pontidler Süperkompleksi olarak da adlandırılmıştır (Okay ve Nikishin, 2015).

İlk kez Bingöl ve diğerleri (1975) tarafından Pontidlerde adlandırılan Karakaya formasyonu daha sonra Brinkmann (1971) tarafından da detaylı incelenmiş ve Paleozoyik yaşlı klastik ve volkanik kayalar içerisinde Karbonifer ve Permiyen yaşlı kireçtaşı olistolitlerinin yer aldığı belirtilmiştir. Bingöl ve diğ. (1975) Karakaya formasyonu içerisinde yer alan Permo-Karbonifer yaşlı kireçtaşlarının kıta içi riftleşme ile ilişkili sedimantasyon ortamına düştüğünü (olistolit) iddia etmiştir. Fakat Tekeli (1981) ise aynı birimler için Kuzey Andolu Süturu adını kullanmış ve birimlerin Geç Paleozoyik-Erken Mesozoyik yaşlı yığışım prizmasını temsil ettiğini belirtmiştir. Daha sonra ise birimleri Alt ve Üst Karakaya Kompleksi olmak üzere iki ayrı bölüme ayırmıştır. Şengör ve diğ. (1984) ise Karakaya formasyonunu Karakaya Kompleksi olacak şekilde yeniden adlamıştır.

Bazı araştırmacılar ise [Yılmaz ve Boztuğ, (1986), Boztuğ (1988a), Şengün ve diğ. (1990), Ustaömer ve diğ. (1991), Boztuğ, (1992) ve Ustaömer ve Robertson, (1993)] Pontidler'in, iki okyanusun (Paleotetis ve Neotetis) ürünlerinin karışımının Neotetis'in retro-şaryajlarla progresif olarak tüketilmesi sonucu meydana geldiğini belirtmişlerdir. Yılmaz ve Tüysüz (1984) Geç Kretasede okyanusal litosferin kuzeye doğru dalması esnasında kuzey uçta yer alan Atlantik tipi kıta kenarına ait dilimlerin güneye doğru hareket ettiğini ve daha sonra da Paleosen-Erken Eosen döneminde güneydeki sıkışma nedeniyle retro-şaryajın hareket yönünün kuzeye doğru olduğunu belirtmiştir.

İnceleme alanında gözlenen litostratigrafik birimler çok genel olarak otokton, allokton ve örtü birimleri olmak üzere üç şekilde gruplandırılmıştır (Ek-1, 3). Allokton nitelikli kayalar grupları ise kendilerine özgü dilimler oluşturduğundan tektonik dilimlere ayrılmıştır. Yapısal konumu göz önüne alındığında allokton kayalar alt ve üst tektonik dilim olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Alt tektonik dilimde Neotetis ofiyolitine ait kayalar toplulukları yer almaktadır. Üst tektonik dilimde ise iki farklı dilim tespit edilmiş ve yapısal konum ve stratigrafik dizilimlerine göre Pelitözü ve Gököy tektonik dilimleri tanımlanmıştır. Bu dilimleri ise örtü birimleri olarak adlandırılan daha genç yaşlı litostratigrafik birimler açısal uyumsuzlukla örtmektedir.

İnceleme alanında Paleozoyik ile Kuvaterner yaş aralığında gelişmiş farklı türden kayaç grupları görülmektedir. Bu kayaç grupları yapısal ve stratigrafik dokanaklar halinde arazide görülmektedir. Dolayısıyla bölgede Geç Paleozoyik'ten günümüze kadar uzanan bir jeolojik evrim söz konusudur.

Bölgenin temelini oluşturan görece otokton konumlu Bekirli formasyonu başlıca metabazit, fillit, mermer ve şistlerden oluşmaktadır. Alt Karakaya kompleksi içerisinde yer alan bu birimler Kretase ve Eosen dönemindeki Alpin orojenezinden oldukça etkilenmiş ve Neotetis ofiyolitinin yitim zonunda yığılma prizmasını oluşturmuştur. Bu birimler diğer birimlerle imbrikasyon yapısı oluşturmuştur (Rojay 1995; Bozkurt ve diğ. 1997; Göncüoğlu ve diğ. 2000; Okay ve diğ. 2002). Metamorfik birimler üzerinde görülen Permiyen yaşlı mermerler ise olistolit veya bindirme şeklinde gözlenmektedir. Bekirli formasyonu üzerinde görülen bu birime ait dilim kendine özgü bir stratigrafik dizilim sunduğundan bu çalışmada bu dilime Pelitözü Tektonik Dilimi adı verilmiştir. Permiyen döneminde kuzey alanlarda Paleotetis ve güney alanlarda ise kıtasal temel yer almaktadır. Bu temelin okyanus tarafında sığ alanlarda gelişen karbonat platformlarında Permiyen yaşlı kireçtaşları oluşmuştur (Yılmaz ve Tüysüz, 1988).

Denizel ortamda oluşan Bekirli formasyonuna ait birimler Geç Jura öncesinde Avrasya'nın güney kenarı boyunca yerleşmiş, kenar havza karmaşıkları olarak da yorumlanmaktadır (Ustaömer ve Robertson, 1997, 1999; Robertson, 2002). Şengör (1984)'e göre Paleotetis okyanusu Lavrasya'nın güney kenarında yer almaktadır. Stocklin (1974)'e göre güneye doğru Kimmerid kıtasına dalan okyanusal litosferin hareketi nedeniyle yay ardı havzada Karakaya havzası ve Kimmerid kıtasında kıta içi riftleşme gerçekleşmiştir. Riftleşen bu kıtasal temel içerisinde hızla derinleşen havzada bazaltik volkanizma gelişmiştir (Yılmaz 1981). Karakaya havzası Erken Jura döneminde kapanmıştır. Kimmerid kıtası ve Lavrasya'nın çarpışması ise Geç Jura döneminde tamamlanmıştır. Robert ve Dixon (1984)'e göre ise Geç Paleozoyik-Erken Mesozoyik döneminde Paleotetis okyanusal kabuğunun Avrasya kıtası boyunca kuzeye doğru daldığını ve bu yitim sonrası kıta içinde gerçekleşen gerilme kuvvetleri sebebiyle kıtada riftleşme meydana geldiği ve Kızıldeniz tipi yeni bir okyanus havzasının (Neotetis) ortaya çıktığı belirtilmiştir.

Paleotetis okyanusal litosferinin güneye doğru dalması sonrasında Kimmerid kıtasının kuzey ucunda yitim zonu boyunca çökelme havzası meydana gelmiş, havza hem kıtasal kırıntılı malzemelerden hem de sedimantasyon ile eş zamanlı gelişen bazik volkanizmadan beslenerek bugünkü Bekirli formasyonu oluşmuştur. Ayrıca yitim sonucunda kıtasal tarafta açılmaya bağlı olarak yine bazik volkanizmanın geliştiği belirtilmiştir (Yılmaz, 1981). Denizel ortamda oluşan Bekirli formasyonuna ait birimler Geç Jura öncesinde Avrasya'nın güney kenarı boyunca yerleşmiş, kenar havza karmaşıkları olarak da yorumlanmaktadır (Ustaömer ve Robertson, 1997, 1999; Robertson, 2002). Yitim zonu ile ilişkili yığışım prizması alanında Bekirli formasyonuna ait birimler konumlanmıştır. Yapılan jeokimyasal çalışmalar sonucunda havzada meydana gelen volkanizmanın toleyitik karakterli ve levha içi bazalt ile MORB niteliğinde olduğu tespit edilmiştir.

Sedimantasyon ile eş zamanlı olarak gerçekleşen bazik magmatik aktivite sonucunda bölgedeki Cu-Zn cevherleşmeleri gerçekleşmiş olmalıdır. Yığışım prizması ürünleri şeklinde tanımlanan Bekirli formasyonu Tetis ofiyolitlerinin üzerine yerleşmesi ile genel olarak yeşilşist fasiyesinde metamorfizma geçirmiştir (Okay ve Göncüoğlu 2004). Yığışım prizmasına ait birimler Albian döneminde yüksek basınç düşük sıcaklık şartlarında (HP, LT) metamorfizma geçirmiştir (Okay ve diğ. 2017). Bölgede, Bekirli formasyonuna benzer birimlerde ise eklojit, mavişist ve yeşilşist fasiyesini karakterize eden metamorfizma izleri gözlenmektedir (Okay ve diğ. 2006, 2013, 2017; Aygül ve diğ. 2015a,b, 2016). Ustaömer ve Robertson (1999) bölgede Domuzdağ-Saraycıkdağı kompleksi adını verdikleri istifte yer alan metamorfik kayaların mavişist fasiyesinde ve gerileyen yeşilşist fasiyesinde metamorfizmaya uğradıklarını belirtmiştir. Bekirli formasyonunun taban seviyelerinin yüksek basınç koşullarında, istifin üst seviyelerinin ise düşük-orta basınç koşullarında glokofanlı yeşil şist fasiyesinde metamorfizmaya uğradığı belirtilmiştir (Ustaömer ve diğ. 2005). Metamorfizma izleri metabazitler ile ilişkili olarak meydana gelen Cu-Zn cevherleşmelerinde de görülmektedir. İlkelde bantlı pirit, kalkopirit ve sfalerit içeren cevher seviyeleri metamorfizmadan etkilenerek şistoziteye paralel dizilmiş ve kıvrımlanmıştır. Ayrıca cevher zonlarına ait piritlerin $\delta^{34}\text{S}$ değerleri kükürtün magmatik kökenine işaret ettiği dolayısıyla bazik bileşimli magmatitlerle ilişkili olduğunu göstermektedir.

Bölgede Jura döneminde başlayan transgresyon sonucunda Pontidlerde yaygın bir karbonat platformu gelişmiştir. Bu platformun ürünleri Üst Jura-Alt Kretase yaşlı İnaltı formasyonuna ait kireçtaşlarıdır (Ketin ve Gümüş, 1963; Tüysüz, 1985). Bu birimler hem Neotetis ofiyolitine ait birimler hem de Otokton nitelikli Bekirli formasyonu üzerinde bindirme dokanağı ile görülmektedir. Bu kendine özgü tektonostratigrafik dizilim sunan dilime bu çalışmada Gölköy Tektonik Dilimi adı verilmiştir.

Tetis ofiyolitini temsil eden Kargı Ofiyolitik Melanjı, düzenli bir ofiyolit kesim ile ofiyolitik melanjdan oluşmaktadır. Birim Bekirli ve Beşpınar formasyonu üzerinde tektonik dokanakla yer almakta ve oluşan bu istif Alt Tektonik Dilimi oluşturmaktadır. Birim başlıca serpantinleşmiş ultramafit, serpantinit, gabro, diyabaz, spilit, pelajik kireçtaşı, çört ve fliš tipi çökellerle temsil edilir. Tetis okyanusunun ürünleri bölgede geniş alanlarda tektonik dokanaklar halinde görülmektedir. Üst Kretase döneminde kapanan ofiyolite ait birimler karalar üzerine itilmiştir. Yitim zonunda yığışım prizması üzerine bindirme ile gelen ofiyolitik melanjlar Ustaömer ve Robertson (1999) tarafından Domuzdağ-Saraycıkdağı kompleksi adı altında adlandırılmıştır. Önceki çalışmalar ve bu çalışmada elde edilen bulgularla Bekirli formasyonunun yığışım prizmasını, Kargı ofiyolitik melanjına ait birimlerin ise yitim olayı ile ilişkili çarpışma zonlarını temsil ettiği görülmektedir.

Ofiyolitik melanjların bindirme dokanağı ile bölgeye yerleşmesi sonrasında bölgede gelişen iki farklı deformasyon evresi tanımlanmıştır. Bunlar; NE-SW uzanımlı sıkışma ve NE-SW uzanımlı açılma evreleridir. Özellikle bölgede gelişen ikinci deformasyon evresindeki açılma sebebiyle yapısal kontrollü damar tipi $Cu\pm Zn$ cevherleşmeleri gerçekleşmiştir. Yapısal kontrollü olarak gelişen bu cevherleşmeler damar tipi hidrotermal cevherleşme şeklindedir.

Beşpınar formasyonu, ortam olarak denizaltı yelpaze çökellerini yansıtmaktadır. Üst Kretase-Alt Eosen yaş aralığı ile temsil olunan bu birim Tetis okyanusunun kapanma döneminin son evrelerinde gelişmiştir. Pontidler ile Torid-Anatolid ve Kırşehir blokları arasındaki uzaklık muhtemelen Paleosen'de azalmış ve Erken-Orta Eosen'e kadar sürmüştür (Okay ve diğ. 2017).

Bölgede görülen daha genç yaşlı örtü birimleri de farklı dönemlerdeki sedimanter ortamları yansıtmaktadır.

Orta Pontidlerde bindirme fayları Geç Eosen döneminde başlamış ve devam etmiştir (Kaymakçı ve diğ. 2009; Espurt ve diğ. 2014; Hippolyte ve diğ. 2016). Yılmaz ve Tüysüz (1984) Geç Kretasede okyanusal litosferin kuzeye doğru dalması esnasında kuzey uçta yer alan Atlantik tipi kıta kenarına ait dilimlerin güneye doğru hareket ettiğini ve daha sonra da Paleosen-Erken Eosen döneminde güneydeki sıkışma nedeniyle retro-şaryajın hareket yönünün kuzeye doğru olduğunu belirtmiştir.

İnceleme alanının hemen güneyinden geçen ve bölgeyi etkileyen önemli bir yapı olan Kuzey Anadolu Fayıdır (KAF). Çalışma alanına çok yakın olması nedeniyle KAF'ın bölgedeki deformasyonlar üzerinde etkisi olduğu ve özellikle Miyosen sonrası birimler üzerinde deformasyonların etkisi görülmektedir.

Önceki çalışmalar ve bu tez çalışması sonucunda elde edilen bulgulara göre bölgenin Geç Paleozoyik'den Orta Eosen dönemine kadar geçirdiği jeodinamik evrimi ortaya konulmaya çalışılmıştır (Şekil 5.67). Son yıllarda genel olarak kabul gören Tetis okyanusal kabuğunun güneyden kuzeye doğru daldığı görüşü benimsenerek diğer aşamalar yorumlanmıştır. Zaman içinde ise ilk kez bu çalışmada tanımlanan Tektonik Dilimlerin gelişimi de ortaya konulmuştur. Günümüzdeki konumu ise Şekil 5.68'de belirtilmiştir.

Bu çalışmada ortaya konulan modelde; Tetis okyanusal kabuğunun kuzeye doğru dalması ile Avrasya güney kenarında hendeğe yakın alanlarda çökme ve bazik volkanizma gelişmiştir (Şekil 5.67a). Bekirli formasyonuna ait kalın sedimanter istif ve bazik volkanikler denizel ortamda Avrasya güney kenarı ucunda oluşmuştur (Şekil 5.67a). Havza karadan klastik malzeme ve Permiyen karbonatlarından beslenirken havza tabanında volkanizma gelişmiştir. Sedimentasyona eşlik eden bu volkanizmanın bazik ve toleyitik karakterli olduğu tespit edilmiştir. Volkanizma esnasında ise tabakalanmaya paralel olarak stratiform Cu-Zn cevherleşmeleri gerçekleşmiştir. Yitim olayının devamı sonrası deniz seviyesinin düşmesi ile havza dışında kalan bu birimler yığışım prizmasının olduğu alanları temsil etmektedir.

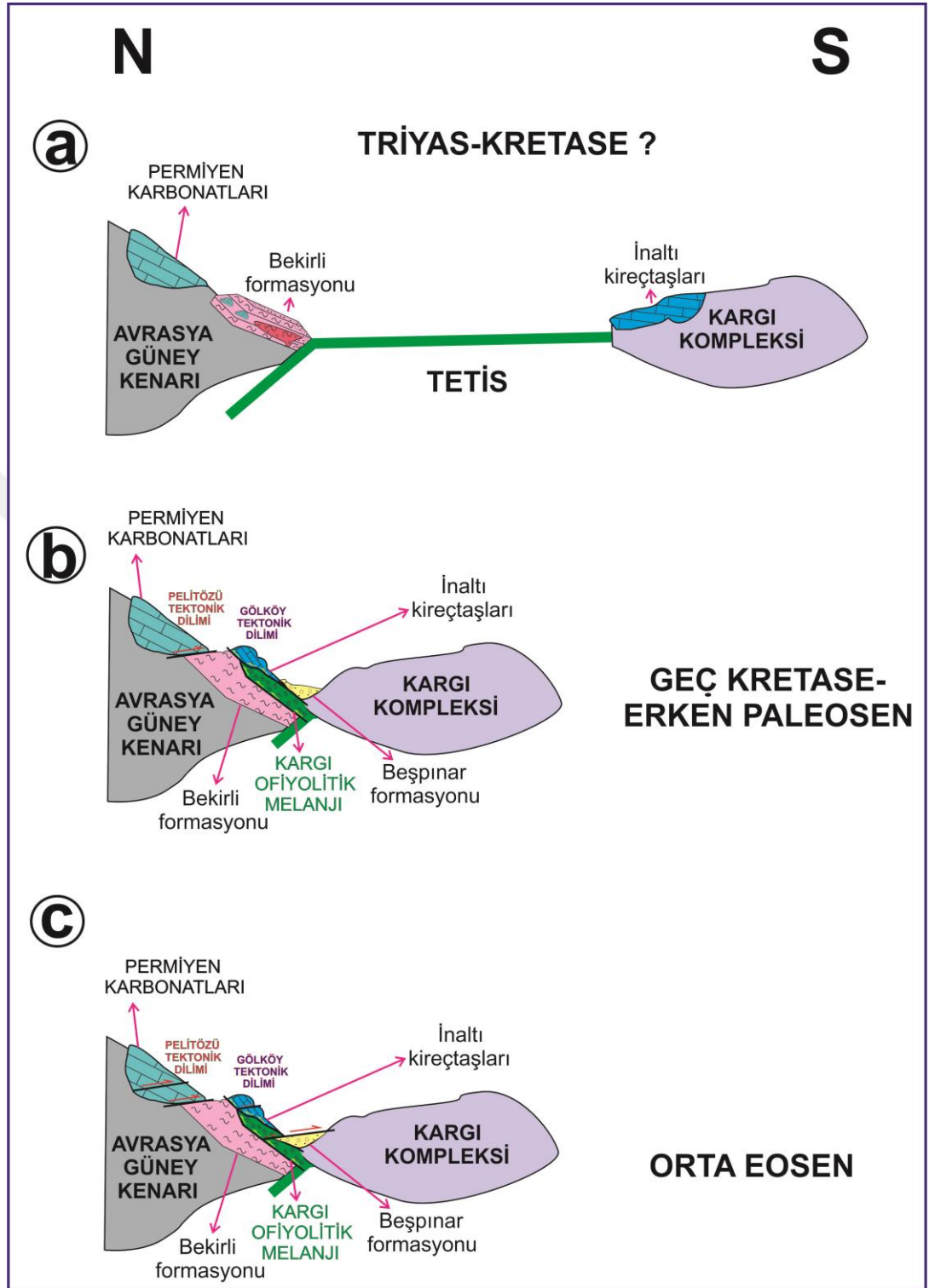
Tetis okyanusal kabuğunun yitiminin devamı sonrasında okyanusun kenarlarında transgresyon sonucunda kireçtaşları çökelmiştir (İnaltı kireçtaşları). Tetis okyanusal kabuğunun kuzeye doğru dalması sonucunda ise kireçtaşları karalar üzerine itilmiştir (Şekil 5.67b). Tetisin yitimi ile Kargı Ofiyolitik melanjına ait birimler kara üzerine ilerlemiş ve tektonik dilimler gelişmiştir. Kuzey uçta yer alan Bekirli formasyonu üzerine İnaltı kireçtaşları ile beraber yürümüştür (Şekil 5.67b). Sıkışma rejiminin hakim olduğu bu dönemde yığılma prizması zonunu yansıtan Bekirli formasyonu tabanda ve Kargı Ofiyolitik Melanjına ait birimler ise tabanın üzerinde bindirme dokanağı ile yer almaktadır. Bu dilimin üzerinde ise İnaltı kireçtaşları tektonik dokanaklarla yer almıştır. Bu tektonostratigrafik dilim bu çalışmada Gölköy tektonik dilimi olarak adlandırılmıştır (Şekil 5.67b).

Yitimin devam etmesi ve okyanusun son kalıntılarının olduğu dönemde havzada Beşpınar formasyonuna ait birimler çökelmiştir (Şekil 5.67b). Denizel yelpaze alanları ile temsil olunan birim deniz seviyesinin düşmesi ile birlikte havza dışına çıkmıştır.

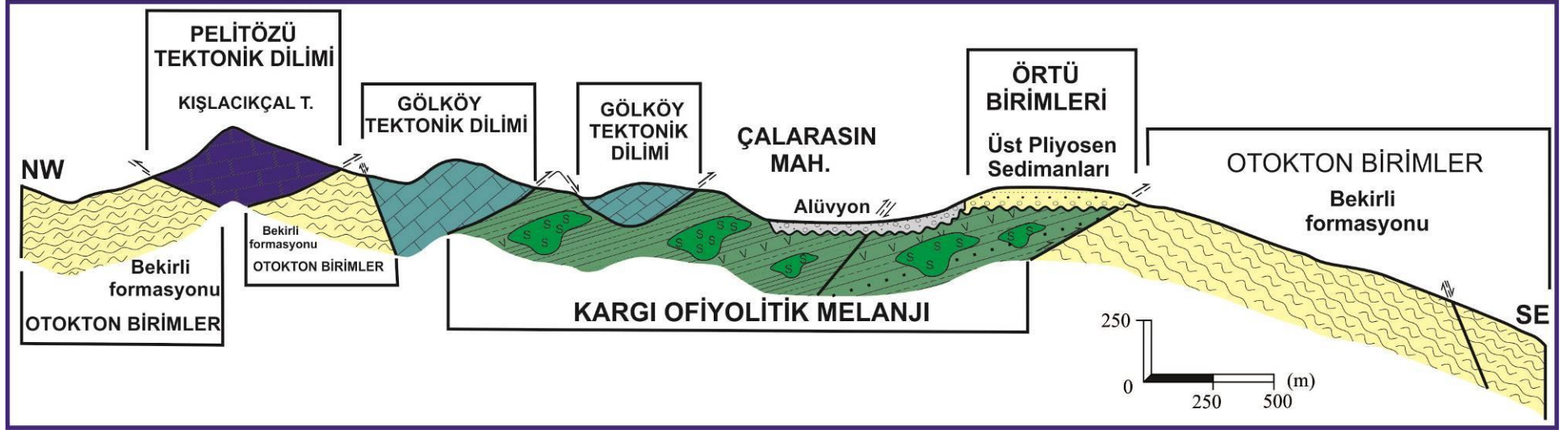
Çarpışmanın başlaması ile kuzeyden güneye doğru bindirme kuşakları meydana gelmiş ve kuzey uçta yer alan Permien karbonatları yığılma prizması niteliğindeki Bekirli formasyonuna ait birimlere bindirmiştir. Bu bindirme sonucunda oluşan dilim bu çalışmada Pelitözü Tektonik Dilimi olarak adlandırılmıştır (Şekil 5.67b).

İnaltı ve Kargı ofiyolitik melanjinin güneye doğru bindirmesi sonucunda ise Kargı Ofiyolitik Melanjı Beşpınar formasyonu üzerine itilmiştir (Şekil 5.67c). Güneye doğru bu itilme olayları sonrasında Paleosen-Erken Eosen döneminde güneydeki sıkışma nedeniyle retro-şaryajın hareket yönünün kuzeye doğru olması (Yılmaz ve Tüysüz, 1984) yeni bindirme kuşaklarını ortaya çıkarmıştır (Şekil 5.67c).

Daha sonra ise bölgede çeşitli zamanlarda örtü birimleri çökelmiş ve KAF'ın etkisiyle de özellikle Miyosen döneminde bölgede şiddetli deformasyonlar meydana gelmiştir.



Şekil 5.67: İnceleme alanında gözlenen birimlerin Geç Paleozoyik'den Orta Eosen'e kadar geçirdiği evrim aşamaları.



Şekil 5.68: İnceleme alanındaki tektonik dilimlerin günümüzdeki konumu.

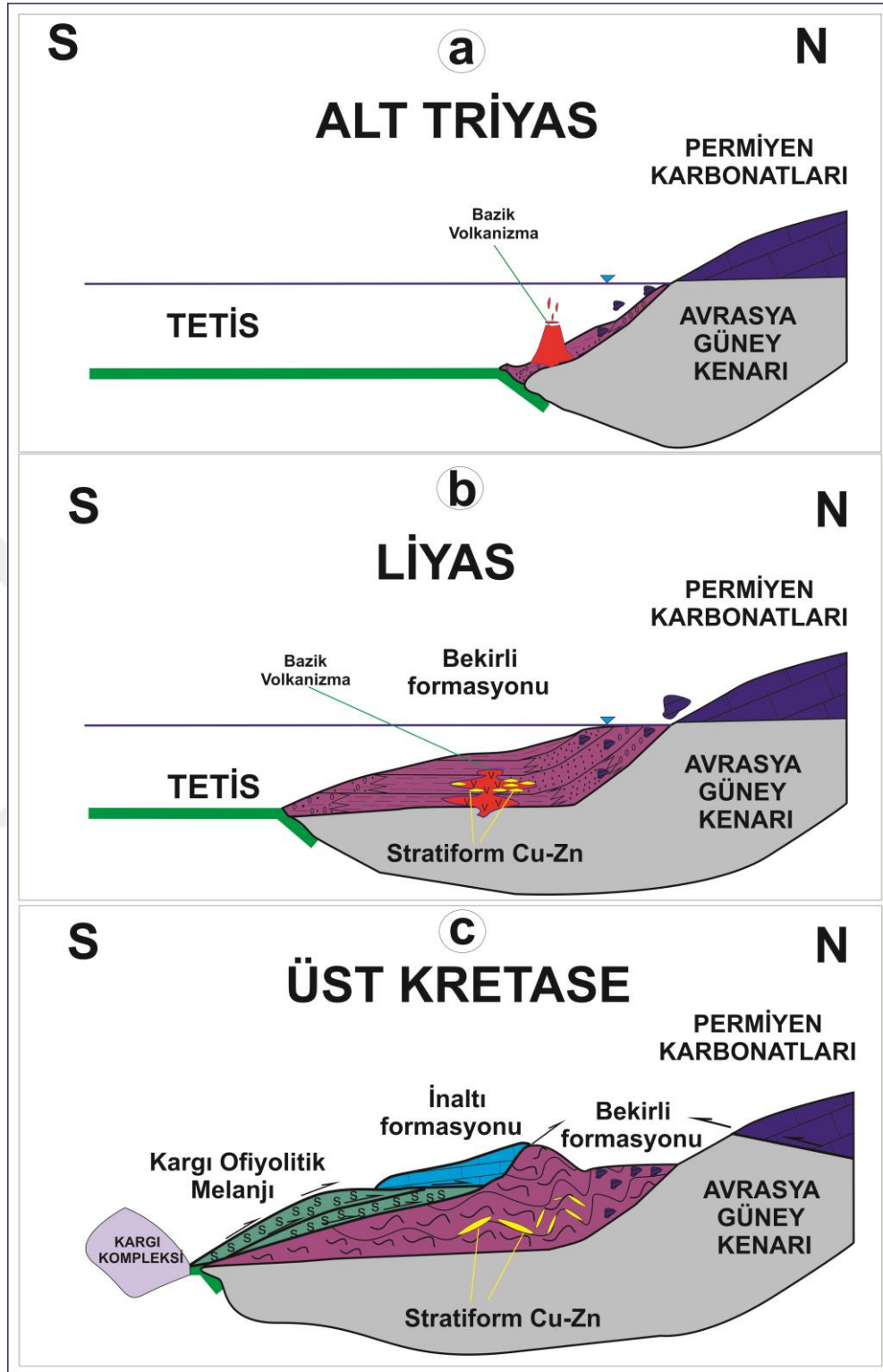
5.6. CEVHERLEŞME-JEODİNAMİK EVRİM İLİŞKİSİ

İnceleme alanında gözlenen stratiform Cu-Zn cevherleşmeleri yığışım prizmasını temsil eden Bekirli formasyonu içerisinde, damar tipi $\text{Cu}\pm\text{Zn}$ cevherleşmeleri ise yitim zone ile ilişkili Kargı Ofiyolitik Melanjına ait birimler içerisinde gelişmiştir.

İnceleme alanındaki cevherleşmeler içerisinde en önemli olanı metabazitler ile ilişkili stratiform Cu-Zn cevherleşmeleridir. Bu cevherleşmeler sinjenetik karakterli volkano-sedimanter (VMS) tiptedir. Cevher zonunun yan kayaçlarla ilişkisi, cevher-yan kayaç petrografisi ve jeokimyası cevherleşmenin bazik volkanizmanın eşlik ettiği sedimantasyon ile eş zamanlı olarak geliştiğini göstermektedir.

Bekirli formasyonu içerisinde gözlenen stratiform karakterli Kömürlükdere ve Göçükdibi cevherleşmelerinin jeodinamik evrim ile ilişkisi Şekil 5.69'da şematize edilmiştir.

Bekirli formasyonuna ait birimlerin Tetis okyanusunun kuzeye dalması sonucunda kuzeydeki kıtanın güney ucunda yer alan denizel ortam ile ilişkili olduğu görülmektedir. Alt Triyas döneminde bölgede bazik volkanizma gelişmiştir (Şekil 5.69a). Havzada meydana gelen bazik volkanizma sedimantasyona eşlik etmiş ve metalce zengin (Zn, Cu, Fe) çözeltiler okyanusa boşaltılmış ve cevher çökelişi gerçekleşmiştir (Şekil 5.69b). Daha sonra ise bölgede Tetis okyanusunun yitimi sonrasında cevher zonuna ait birimler üzerine çarpışma öncesi ve sonrasında ofiyolitik birimler ve karbonatlı kayaçlar bindirmiştir (Şekil 5.69c). Tektonik konum olarak yığışım prizmasını yansıtan bu formasyona ait cevherli birimler ve yan kayaçlar bindirmenin de etkisiyle yüksek basınç, düşük sıcaklık (HP, LT) şartlarında metamorfizma geçirmiştir. Önceki çalışmalar ve bu çalışmadaki veriler değerlendirildiğinde kayaçların yeşilist fasiyesinde metamorfizma geçirdikleri söylenebilir. Metamorfizma sonucunda cevherli birimler şistoziteye paralel olacak şekilde yönelmiştir. Cevher zonunda ve yapılan sondajlarda şistoziteye paralel olarak gelişen bantlı pirit seviyeleri metamorfizmanın izlerini yansıtmaktadır.



Şekil 5.69: Stratiform Cu-Zn cevherleşmelerinin jeotektonik konumları ve evrimi.

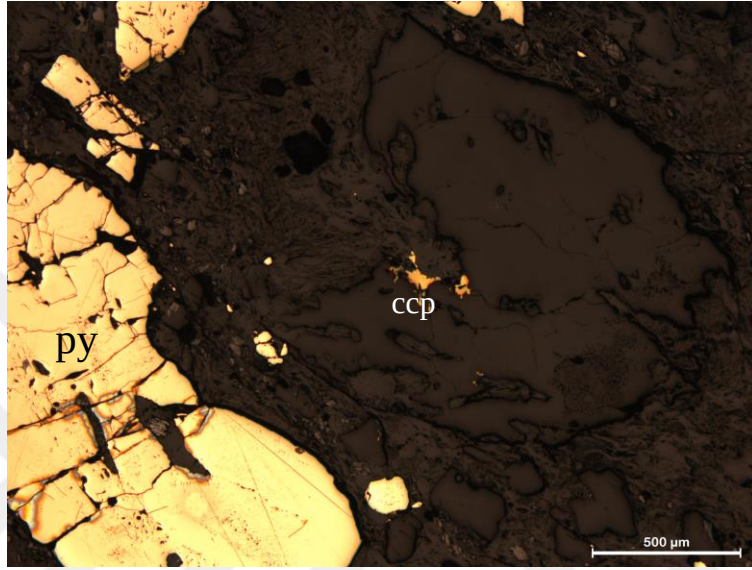
5.6.1. Cevher Zonunda Metamorfizma ve Deformasyonların Etkileri

Cevher termal (kontakt), dinamik ve bölgesel metamorfizmalardan etkilenebilmektedir (Spear, 1993). Tektonik kuvvetlerin etkisiyle oluşan bölgesel metamorfizma geniş alanlarda etkili olmaktadır. Özellikle orojenik kuşaklarda metamorfizma izleri kayaçlarda şiddetli bir şekilde görülmektedir. Yan kayaçlar içerisinde yer alan cevher zonlarının mineralojisi ve dokusu da izokimyasal prosesler ile metamorfizma şartlarında değişmektedir (Marshall ve diğ., 2000b, Mukherjee ve Bhattacharya, 1977, Stanton, 1972, Vokes, 2000). Metamorfizma sonucunda cevher zonunda rekristalizasyon, mobilizasyon ve remobilizasyon olayları gerçekleşmektedir (Tomkins ve diğ. 2007). Ancak genel olarak metamorfizma derecesine göre cevher zonunda deformasyon izleri, yeniden kristallenme, yeni mineral oluşumu ve mobilizasyon veya remobilizasyon olayları gerçekleşmektedir. Sülfürlü cevher zonlarında metamorfizma esnasında çok fazla yeni mineral oluşumlarına rastlanmaz. Metamorfizma esnasında daha çok piritlerin pirrotin ve manyetite dönüştüğü metamorfizmanın derecesinin artmasına bağlı olarak da pirrotin/pirit oranının artacağı düşünülmektedir. Bu süreçte açığa çıkan sülfürün ise yan kayaçlar içerisine girerek metallerin çözülmesini kolaylaştırdığı ve yeni sülfürlü minerallerin oluşmasına neden olduğu kabul edilmektedir (Gökçe, 2006).

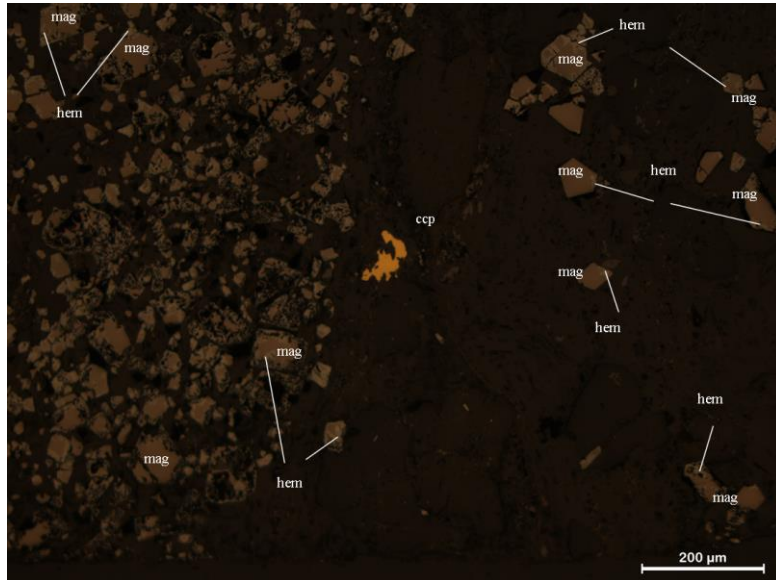
İnceleme alanında yeşilşist fasiyesinde metamorfizma geçiren stratiform karakterli Cu-Zn cevherleşmelerinde (Kömürlükdere ve Göçükdibi) bantlı pirit seviyeleri görülmektedir. Piritlerin rekristalizasyonu sonrasında çok iri pirit kristalleri oluşmuştur (Şekil 5.70). Bunun yanında muhtemelen ilksel piritlerin önce hematite dönüştüğü ($2\text{FeS}_2 + 5.5\text{O}_2 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 4\text{SO}_2$) ve metamorfizma sürecinde ise manyetite dönüştüğü (muşketovitleşme) cevher mikroskobisi çalışmalarında tespit edilmiştir (Şekil 5.71). Hematitin manyetite dönüşüm reaksiyonu $3\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2 = 2\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O}$ şeklindedir.

Stratiform karakterli Cu-Zn cevherleşmelerinde (Kömürlükdere ve Göçükdibi) Cevher mineralleri şistoziteye uyumlu bir şekilde yönlenme göstermektedir. Matriks içerisinde cevher mineralleri aralanmalı bir şekilde görülmektedir. Metamorfizma esnasında ortaya çıkan akışkanlar gelişen kırık ve çatlaklarda kuvars damarlarının oluşumuna sebep olmuştur. Bununla birlikte deformasyon etkileri hem kayaçlarda hem de cevher zonlarında hem makroskobik hem de mikroskobik olarak görülmektedir. Mikrokıvrımlar, minerallerin oryantasyonu, cevher minerallerinde kırık ve çatlaklar ile

basınç gölgeleri metamorfizma esnasında gerçekleşen diğer deformasyon yapılarıdır. Cevher zonunda gözlenen metamorfizma izlerine göre Bekirli formasyonu düşük dereceli metamorfizma geçirmiştir. Levha hareketlerine bağlı olarak Bekirli formasyonunda gerçekleşen metamorfizma sürecinde jeodinamik evrimin etkili olduğu görülmektedir.



Şekil 5.70: Rekristalizasyon sonucunda gelişen iri pirit minerallerinin görünümü, (py) pirit, (ccp) kalkopirit.



Şekil 5.71: İlksel piritlerden dönüşen hematitlerin metamorfizma sürecinde manyetite dönüşümü (müşketovitleşme), (mag) manyetit, (hem) hematit, (ccp) kalkopirit.

Sonuç olarak Bekirli formasyonu içerisindeki stratiform Cu-Zn cevherleşmelerinin yapısı ve dokusunda metamorfizma ve deformasyon esnasında değişiklikler gerçekleşmiştir. Cevherleşmede tespit edilen bu değişiklikler cevherleşmenin metamorfizma geçirmiş bir sülfür yatağı olduğunu (Vokes 1969, 1971, 1995, 2000 a, b, Marshall ve Giligan, 1987 a, b, Craig ve Vokes 1993, Vokes ve Craig, 1993, Marshall ve Spry 2000, Marshall ve diğ. 1999, 2000b) ve dolayısıyla Kömürlükdere ile Göçükdibi Cu-Zn cevherleşmelerinin metamorfizma öncesi oluştuğunu göstermektedir.

5.6.2. Stratiform Kömürlükdere ve Göçükdibi Cu-Zn Cevherleşmelerinin Diğer Masif Sülfür Yatakları ile Karşılaştırılması

Volkanik veya volkanosedimanter yataklar cevher taşıyan hidrotermal çözülemlerin ürünlerini sulu ortamlara bırakmaları sonucunda gelişen yataklardır. Volkanik faaliyetlerle eş zamanlı sedimantasyon sonucunda gelişen cevherleşmeler volkanosedimanter, volkanik aktivitenin olmadığı sedimantasyonun etkili olduğu cevherleşmeler ise eksalatif sedimanter (SEDEX) yataklar olarak bilinmektedir.

Franklin ve diğ. (1981) bu yatakları ayrıntılı inceleyerek jeolojik özellikler ve jeotektonik konuma göre sınıflandırma yapmıştır. Bu yataklar Besshi/Kieslager tipi, Kuroko tipi Primitif tip ve Kıbrıs tipi yataklardır.

Japonya'da Besshi bölgesinde yer alan bakırlı demir sülfür yatağının özellikleri Kochibe (1892) ve Nakajima (1893) tarafından incelenmiş ve Watanabe (1996) tarafından sedimanter kökenli uyumlu bakır-pirit yatağı olarak yayınlanmıştır. Kato (1937) tarafından ise Besshi tipi yatak ifadesi kullanılmıştır (Kanehira ve Tatsumi, 1970). Kato tarafından ortaya konulan Besshi tipi yatak ifadesi Mitchell ve Bell (1973) tarafından benimsenmiş ve batı literatürüne masif sülfür yatağının özel bir tipi olarak tanıtılmıştır. Çalışmalarında Besshi tipi yatakların tipik olarak derin deniz ortamında yer alan karbonatça zengin çamurtaşları, klastik kireçtaşları, kuvarsça zengin sediman ve klastik volkanik kayalarla beraber mafik bazik kayaların yer aldığını belirtmişlerdir. Mitchell ve Bell (1973) bu litostratigrafik birimlerin kökeni için yaklaşan levha hareketleri sonucunda ortaya çıkan ada yaylarının hemen yanı olacak şekilde değerlendirmede bulunmuştur.

Sawkins (1976) ise Besshi tipi yatakların gerilmeli (tansiyon) kuvvetlerin etkisiyle geliştiğini belirtmiştir. Derkmann ve Klemm (1977) metasedimanter kayaçlar ile yeşiltaş kayaçlarının bulunduğu istifin içerisindeki Alpin tipi bakır-pirit oluşumlarının Kieslager tipi bir yatak olduğunu belirtmiştir. Hutchinson (1973) Besshi/Kieslager tipi yatakların yay önü bölgelerde veya hendekte eksalatif volkanojenik kayaçlarla ilişkili olduğunu belirtmiştir. Frenklin ve diğ. (1981) ise Kıbrıs tipi yatakların görüldüğü ofiyolitik kayaçalardan daha uzaktaki ofiyolitik kayaçların Besshi tipi yataklarla ilişkili olduğunu iddia etmiştir.

Fox (1984) Kaliforniya körfezinin jeoloji, metal içerikleri, kurşun izotopları ve özelliklerini detaylı olarak incelemiş ve ilk defa Besshi tipi yatakların detaylı özelliklerini tanımlamıştır. Koski (1985) kuzeydoğu Pasifik'te yer alan sedimanter masif sülfür yatakları ile Sanbagawa metamorfik kuşağında yer alan Besshi tipi yatak ve Hidaka kuşağındaki Shimokawa (Japonya) yatağını karşılaştırmıştır. Slack (1993) ise Dünya'daki Besshi tipi yatakların genel özelliklerini kapsamlı bir şekilde inceleyerek bütünleştirmiş ve oluşum modelini tanımlamıştır.

Besshi tipi yataklarda stratiform, stratabound, uyumlu ve örtü benzeri masif pirit tabakaları ile birlikte kalkopirit, sfalerit, pirrotin ve nadiren de galenit mineralleri bulunmaktadır. Esas cevher minerali kalkopirittir. Cu ile birlikte Zn, Co, Ag ve Au zenginleşmeleri de görülebilir. Besshi tipi cevherleşmelerde Co/Ni oranı yüksektir (Fox 1984). Az miktarda galenit bulunabilir ancak dikkate değer bir oluşum değildir. Cevher zonunda Ag içeriği yüksek olabilir (Slack 1990). Cevher metamorfizma geçirmiş denizel ortama ait bazik volkanik aktiviteye eşlik eden kalın sedimanter istiflerin arasında gelişmiştir. Genel olarak mafik bileşimli kayaçlar hacimsel olarak sedimanter istiftten daha küçüktür. Felsik bileşimli volkanizma ise nadiren görülmektedir (Peter ve Scott 1999).

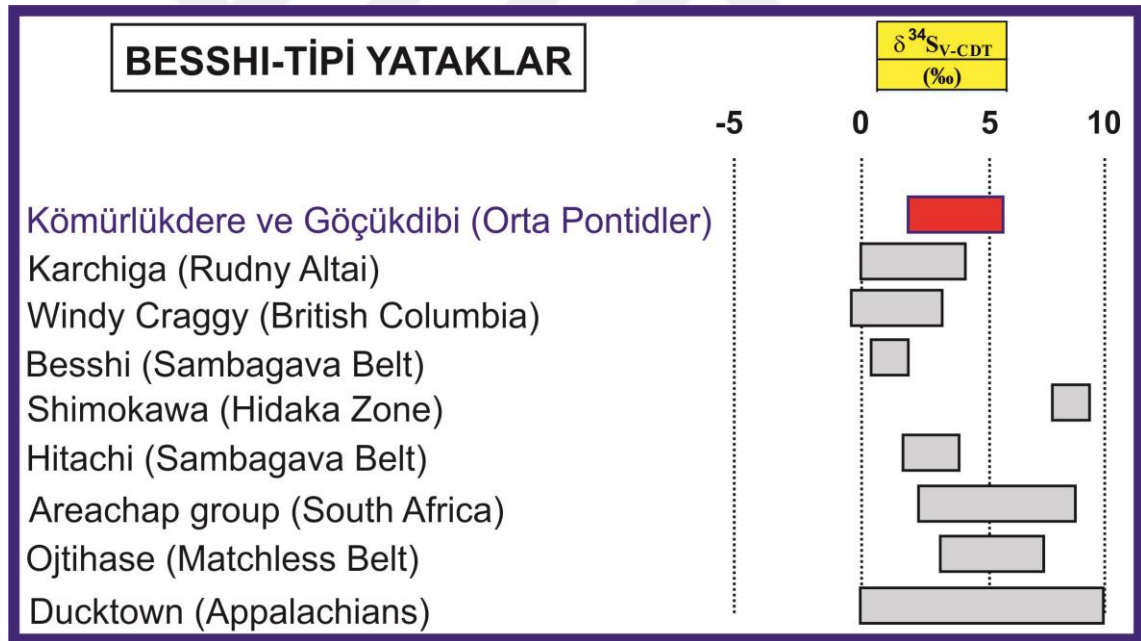
Besshi tipi yataklar birçok jeotektonik ortamda gelişebilir. Bunlar; yay ardı havzalar, riftlermiş kıta kenarları, kıta içi riftleşme ortamı, yay önü havzalar, okyanus ortası sırtlar ve kıta kenarları şeklindedir (Fox 1984, Slack 1993, Maiden 1993b, Mukherjee ve Bhattacharya 1997).

İnceleme alanındaki Kömürlükdere ve Göçükdibi Cu-Zn cevherleşmeleri Besshi tipi yataklara benzer nitelikler göstermektedir. Cevherleşme metamorfizma geçirmiş kalın kırıntılı sedimanter istif içerisinde gelişmiş bazik volkanitlerle ilişkilidir. Metabazitler ile ilişkili olan cevherleşmede metabazitler metamorfizma öncesi toleyitik karakterli bazik volkanizmayı temsil etmektedir. Stratiform tip ve sinjenetik karakterli cevher zonu pirit, kalkopirit ve sfalerit mineralleri bakımından zengin galenitçe fakirdir. Cevherli seviyelerde Co/Ni oranı 0,62'dir. Cevher zonunda yapılan sondajlarda cevherleşmeye eşlik eden Au'nun 2,76 ppme kadar ulaştığı belirlenmiştir. İlksel olarak kıta kenarında gelişen cevher zonu Neotetis ofiyolitinin kapanmasına bağlı olarak gelişen bindirme zonlarının etkisiyle yığışım prizması alanına dönüşmüş ve tektonik kuvvetler etkisiyle hem metamorfizma hem de deformasyon geçirmiştir. Yapısal ve dokusal özellikler dikkate alındığında cevherleşmenin Besshi tipinde olduğu belirlenmiştir.

Dünya'da Besshi tipi yatak olarak kabul edilen belli başlı yataklar ile Kömürlükdere ve Göçükdibi cevherleşmelerinin $\delta^{34}\text{S}$ izotop değerleri karşılaştırıldığında (Şekil 5.72) birbirine benzediklerini göstermektedir. Bu benzerlik cevherleşmenin Besshi tipi olduğu görüşünü desteklemektedir.

Dünyada kabul görmüş VMS yataklarının içerdiği baz metal konsantrasyonlarına göre (Pb+Cu+Zn) üçgen diyagramı hazırlanmış ve yatak tipi sınıflandırılmıştır (Lobanov vd., 2014). VMS ve SEDEX cevherleşme sınırı ise Franklin ve diğ. 1981'den alınmıştır. Yatak tipleri; Kıbrıs Tipi, Besshi Tipi, Kuroko Tipi ve Ural Tipi şeklindedir. Dünyadaki diğer karakteristik masif sülfür yataklarının üçgen diyagramdaki konumları ile Kömürlükdere ve Göçükdibi cevherleşmelerinin konumları karşılaştırılmış ve değerlendirilmiştir (Şekil 5.73). Buna göre Cu'ca zengin Kömürlükdere cevherleşmesinin Besshi Tipi sınıfında konumlandığı görülmektedir (Şekil 5.73). Benzer cevherleşmenin görüldüğü Göçükdibi cevherleşmesinde ise yüksek Zn değerleri nedeniyle cevherleşmenin Ural Tipi alanında konumlandığı görülmektedir (Şekil 5.73). Bu farklılık muhtemelen metamorfizma olayı sırasında gerçekleşen remobilizasyon olayı ile ilişkili olabilir. Bu veriler Stratiform Cu-Zn cevherleşmelerinin Besshi tipinde olduğu görüşünü desteklemektedir.

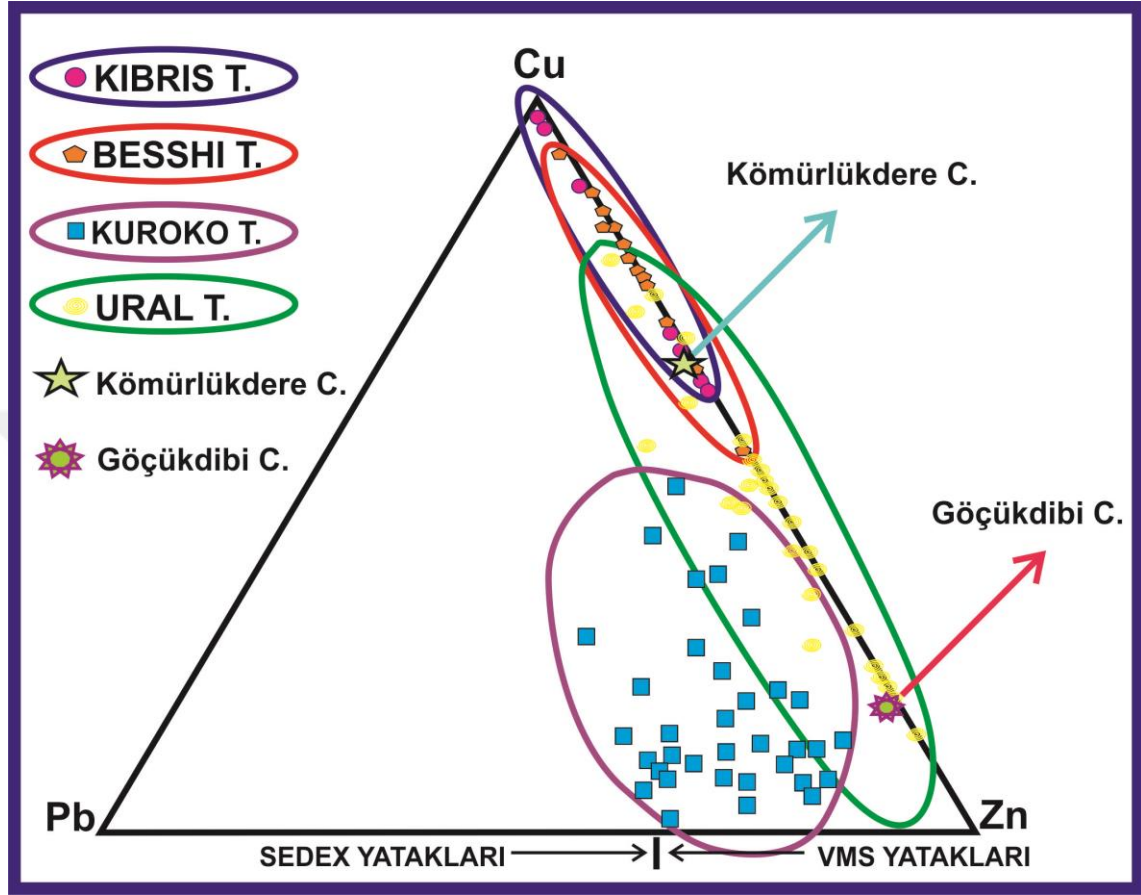
Bölgede yer alan diğer cevherleşme ise damar tipi $\text{Cu}\pm\text{Zn}$ cevherleşmeleridir. Neotetis ofiyolitine ait melanj içerisinde gelişen deformasyonlar sonucunda bölgede bir takım faylar gelişmiştir. Önceki çalışmalar ve arazi gözlemleri sonucunda ofiyolitlerin bindirme sonrasında iki farklı deformasyon evresi geçirdiği görülmektedir (Ek-3). Yapısal elemanlar incelendiğinde bölgede NW-SE yönlü sıkışma ve sonrasında ise NW-SE yönlü açılma meydana gelmiştir. Çarpışma kuşağı boyunca sıkışan bölgede naplar gelişmiş ve daha sonrasında ise Kargı ofiyolitik melanjinin büyük bir senklinal kıvrım oluşturduğu görülmektedir. Sıkışmaya bağlı olarak ise NW-SE uzanımlı eğim atımlı faylar da meydana gelmiştir (Ek-3). Bu sistemi kesen ikinci deformasyon evresinde NE-SW uzanımlı birçok eğim atımlı faylar meydana gelmiştir. Bu fay zonları içerisinde dolaşan hidrotermal çözeltiler ise uygun alanlarda taşıdıkları metalleri çökeltirerek damar tipi $\text{Cu}\pm\text{Zn}$ cevherleşmelerini oluşturmuştur. Bu cevherli zonlar fay kontrollü olduğundan bölgenin yapısal özellikleri ile doğrudan ilişkilidir.



Şekil 5.72: Kömürlükdere ve Göçükdibi cevherleşmelerinin dünyadaki diğer Besshi tipi yataklar ile $\delta^{34}\text{S}$ izotop değerlerinin karşılaştırılması (Huston, 1999; Peter ve Scott, 1999; Vikentiev ve diğ. 2008; Bailie ve diğ. 2010; Lobanov ve diğ. 2014'ten veriler alınmıştır).

Dedeninyurdu ve Yergen cevherleşmesi N75-80E uzanımlı eğim atımlı fay boyunca görülmektedir. Budinaj şeklinde görülen Dedenin yurdu cevherleşmesi kırık hattı boyunca kuzeydoğuya doğru devam etmekte ve Yergen tepesine kadar uzanmaktadır. Bu iki cevher zonu aynı kırık hattının uzantılarıdır.

Ayrıca Ahmet Ağanın Yeri ve Fındıklıyar cevherleşmeleri de fay zonları boyunca gözlenmektedir.



Şekil 5.73: Dünyada kabul gören VMS yataklarının baz metal içeriklerine göre sınıflaması ve karakteristik yatakların konumları ile Kömürlükdere ve Göçükdibi cevherleşmelerinin konumları (Lobanov vd. 2014'den değiştirilerek alınmıştır, Yataklar Besshi Tipi: Windy Craggy, Outokumpu, Vuonos, Besshi, Hitachi, Sazare, Shimokawa, Otjijase, Duchess, Ducktown, Mainskoye, Altin-Tepe, Karchiga, Vavilonskoye, Granduc; Ural Tipi: Sibai, Uchaly, Yubileinoe, Chebachie, Molodezhnoe, Ozeroye, Talgan, Uzel'ga, Blyava, Avangard, Limannoye, Priorskoye, Makan, Maysk, Oktyabrskoye, Ozeroye West, Podolsk, Podolsk East, Podolsk North, Semenov East, Dzhusinskoye, Gai, Komsomolskoye, Britannia, Ecstall, Point Leamington, Lockport, Shasta King, Mammoth, Crandon, Lynne, Pelican River).

6. TARTIŞMA VE SONUÇ

Türkiye'nin Pontid kuşağı boyunca çeşitli volkanojenik masif sülfür (VMS) yatakları gelişmiştir. Bunlardan Murgul Cu-Zn (Artvin), Çayeli Cu-Zn (Rize), Lahanos Cu-Zn (Giresun) ve Kutlular Cu-Zn yatakları (Trabzon) Kuroko tipi yatak sınıfında (Çağatay, 1993; Aslaner ve diğ. 1994; Gökçe ve Spiro, 2002). Küre Cu yatağı (Kastamonu) ise Kıbrıs tipi (Ustaömer ve Robertson, 1994; Çakır, 1995) veya Besshi tipi (Koç ve diğ. 1995) yatak sınıfında kabul edilmektedir.

Ülkemizde özellikle Kastamonu Küre bölgesinde bulunan Kıbrıs tipi bakır oluşumları iyi bilinmektedir. Son yıllarda ise özel şirketler ve MTA tarafından yapılan çalışmalarda Kastamonu Küre yataklarının güneyinde ve inceleme alanının 54 km kuzeyinde yer alan Hanönü (Kastamonu) “Hanönü Masif Sülfür Yatağı” ortaya konulmuştur. Şistler içerisinde gelişen Cu yataklarının ise olasılıkla Besshi tipi sınıfında olabileceği düşünülmektedir.

Kargı (Çorum) doğusunda altın içeren bakır, çinko ve demir maden oluşumları ilk kez çalışılmıştır. Çalışma sonucunda bölgedeki en önemli oluşumun Besshi Tipi olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca inceleme alanında yapısal kontrollü damar tipi Cu±Zn cevherleşmeleri de gelişmiştir.

İnceleme alanına komşu alanlarda gözlenen Küre ve Hanönü Cu cevherleşmelerinin oluşum modellerinin karşılaştırılması büyük önem arz etmektedir.

Küre masif sülfür yatağı (VMS) Kastamonu ilinin 60 km kuzeyinde yer almaktadır. Orta Pontidlerin merkezinde yer alan (Yılmaz ve Tüysüz, 1984) Cu yatağının kökeni konusunda birçok çalışma gerçekleştirilmiş ve yatağın kökeninin hidrotermal metasomatizmayı işaret ettiği iddia edilmiştir (Kovenko, 1944; Pieniazek, 1945, Pollak, 1964; Bailey ve diğ. 1966; Güner 1980). Daha sonra yapılan çalışmalarda Küre cevherleşmesinin bazaltik volkanik kayalar ve sedimanter kayalar ile ilişkili Kıbrıs Tipi masif sülfür cevherleşmesi olduğu ortaya konulmuştur (Toktaş, 1969; Kamitani ve Çamaşırcıoğlu, 1976; Kılıç ve diğ. 1977; Güleç ve Erler, 1983; Pehlivanoglu, 1985;

Ediger ve Erler, 1990). Mizumoto ve diğ. (1993) ise Küre cevherleşmesinin Kıbrıs Tipi ve hemen yanında olan Taşköprü cevherleşmesinin ise Besshi Tipi olduğunu iddia etmiştir. Ustaömer ve Robertson (1994) Geç Paleozoyik’de Paleotetis okyanusal kabuğunun kuzeye doğru dalması sonucunda kenar havzada Küre kompleksinin açılma ile oluştuğunu ve bu havzada gelişen Küre ofiyolitlerinin geliştiğini belirterek cevherleşmenin Küre ofiyoliti ile ilişkili Kıbrıs Tipi cevherleşme olduğunu önermiştir. Başka bir çalışmada ise Koç ve diğ. (1995) cevherleşmenin Kıbrıs Tipi olmadığını ve Kieslager tipi (Besshi) olabileceğini öne sürmüştür. Cevherleşmenin görüldüğü Küre kompleksine ait bazaltların jeotektonik konumunun okyanus ortası sırtların aksine kıtaya yakın alanları temsil ettiğini belirterek Kıbrıs tipi ve Kuroko tipi arasında olan Besshi tipi olabileceğini iddia etmiştir.

İnceleme alanının 54 km kuzeyinde yer alan Hanönü Masif Sülür yatağı ise son yıllarda MTA ve özel firmalar tarafından yapılan çalışmalar ile ortaya çıkmıştır. Cevherleşme Çangaldağ kompleksi içerisinde yer alan Akgöl formasyonu içerisinde gelişmiştir. Volkanik-subvolkanik ve sedimanter kayaç ardalanmalı istifin metamorfizma geçirdiği Akgöl formasyonunda masif, bantlı ve saçınımlı cevher mineralleri gözlenmektedir (Dönmez ve diğ. 2013). Cevherleşme şist ve yeşilşistlerin içerisinde şistoziteye paralel bir şekilde bantlı veya masif kütleler halinde görülmektedir. Başlıca cevher mineralleri pirit, pirotin, kalkopirit, sfalerit ve manyetit şeklindedir.

İnceleme alanına yakın civarda gözlenen bu iki önemli yatağın Orta Pontid’lerde yer alması benzer jeodinamik süreçlerden etkilendiklerini göstermektedir. Oluşum tipi bakımından ise Hanönü cevherleşmesi Kömürlükdere ve Göçükdibi stratiform Cu-Zn cevherleşmelerine benzerlik sunmaktadır. Şistoziteye paralel şekilde gözlenen cevher zonlarında bantlı pirit seviyeleri her iki yatakta da karakteristiktir. Metamorfize olmuş volkano-sedimanter istif içerisinde Cu zenginleşmeleri görülmektedir. Besshi tipi olarak tanımlanan Kömürlükdere ve Göçükdibi cevherleşmelerine benzer özellikler sunan Hanönü cevherleşmesinin de Besshi tipi sınıfında olabileceği düşünülmektedir.

İnceleme alanında gözlenen diğ. bir cevherleşme ise damar tipi Cu±Zn cevherleşmeleridir. Bu cevherleşmelerde fay sistemlerinin etkisi görülmekte ve

stratiform Cu-Zn karşılaştırıldığında oluşum şartlarının benzerlik göstermediği görülmektedir.

Bu doktora tezi çalışması kapsamında, 1/25.000 ölçekli Sinop-F33-d1 ve d2 paftasının kapsadığı yaklaşık 204 km²'lik bir alanda yapılan jeolojik çalışmalar ile aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- 1- İnceleme alanının detaylı 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası, tektonik dilimler ve yapısal elemanlar haritası hazırlanarak jeoloji enine kesitleri alınmıştır. Buna göre;

Paleozoyik-Kuvaterner yaş aralığında olan kayaç toplulukları ayırtılarak dokanak ilişkileri ortaya konulmuştur. Bu kayaç grupları bölgedeki tektonik kuvvetlerin etkisiyle ilksel konumlarını kaybetmiş ve bindirme kuşakları boyunca itilmiştir. Bu sebeple bölgedeki kayaçlar 3 ana başlık altında olacak şekilde gruplandırılmıştır. Bunlar allokton, otokton ve örtü birimleridir.

- 2- Stratigrafik dizilimi kontrol eden tektonik kuvvetler neticesinde bölgede kendilerine özgü stratigrafik dizilim sunan dilimler meydana gelmiştir. Bu dilimler genel olarak yapısal konumuna göre Üst Tektonik Dilim ve Alt Tektonik Dilim olacak şekilde 2 gruba ayrılmıştır. Üst tektonik dilim içerisinde ise Gököy ve Pelitözü tektonik dilimleri ilk kez bu çalışmada ortaya konulmuştur. Bu dilime ait birimler hem Bekirli hem de Kargı Ofiyolitik Melanjı üzerine tektonik dokanak ile gelmektedir. Alt Tektonik Dilimde ise Kargı Ofiyolitik Melanjına ait birimler görülmektedir. Allokton nitelikli bu kayaç grupları Otokton nitelikli Bekirli formasyonu ve Beşpınar formasyonu üzerine bindirme dokanağı ile gelmektedir.

- 3- Bölgenin temelini Triyas-Liyas yaşlı Bekirli formasyonuna ait birimler oluşturmaktadır. Bu birim üzerine Üst-Kretase Alt-Eosen yaşlı Beşpınar formasyonu açısız uyumsuzlukla gelmektedir. Bu iki birim üzerine ise allokton nitelikli kayaç grupları bindirme ile gelmektedir. Allokton birimler yaşlıdan gence doğru Çamdağ formasyonu, İnaltı formasyonu ve Kargı Ofiyolitik Melanjı şeklindedir. Kargı Ofiyolitik Melanjı ise tabandan tavana doğru Kargı ofiyoliti, Saraycık formasyonu ve Çalarasın formasyonundan oluşmaktadır. Tüm

birimleri ise yaşıdan gence doğru örtü birimleri olarak nitelendirilen Yedikır, Ilgaz ve Kuvaterner yaşlı çökeller açısız uyumsuzlukla örtmektedir.

- 4- Bindirmeler sonrasında bölgedeki yapısal unsurlar değerlendirildiğinde iki farklı deformasyon evresi tanımlanmıştır. Bunlar NW-SE yönlü sıkışma ve NW-SE yönlü açılma şeklindedir.
- 5- İnceleme alanının yakın güneyinden geçen KAF'ın etkisiyle de özellikle Miyosen döneminde bölgede şiddetli deformasyonlar meydana gelmiştir.
- 6- Bölgede yer alan kayaç gruplarından derlenen örneklerden petrografi ve kayaç jeokimyası çalışmaları yapılarak kayaçların jeodinamik ortam yorumları yapılmıştır. Buna göre; Otokton nitelikli Bekirli formasyonuna ait metabazitlerin kökensel olarak bazik volkaniklerden türediğı ve daha sonra metamorfizma geçirdiğı belirlenmiştir. Bazik volkanik kayacın toleyitik karakterli olduğı ve jeotektonik konum olarak ise hem MORB hem de Levha içi bazaltları işaret ettiğı tespit edilmiştir. Kargı ofiyolitik melanjına ait bazaltların ise toleyitik karakterli olduğı ve diyagramda MORB alanlarına düştüğü tespit edilmiştir. Yine Neotetis ofiyolitinin üst kısımlarını temsil eden kumtaşlarından ise provenans ve jeotektonik konum amaçlı diyagramlar hazırlanmıştır. Bazik volkanik malzemeden oldukça fazla beslenen kumtaşları yer yer sedimanter kökenli malzemelerden de beslenmiştir.
- 7- Bölgede 2 farklı tipte cevherleşme tespit edilmiştir. Bunlar; stratiform karakterli Kömürlükdere ve Göçükdibi Cu-Zn cevherleşmeleri ile damar tipi Cu±Zn cevherleşmeleridir (Dedeninyurdu, Yergen, Fındıklıyar ve Ahmet Ağanın Yeri).
- 8- Bekirli formasyonunda yer alan stratiform karakterli Cu-Zn cevherleşmelerinin sinjenetik karakterde ve metabazitler ile ilişkili olduğı tespit edilmiştir. Şistoziteye paralel olarak gelişen cevher seviyelerinde pirit, kalkopirit ve sfalerit mineralleri tespit edilmiştir. İlksel olarak volkano-sedimanter yatak (VMS) olan cevherleşmeler daha sonra yeşilşist fasiyesinde metamorfizma geçirmiştir. Metamorfizma sonrasında kıvrımlanan ve yönlenen kayaç dokusuna cevher mineralleri uyumlu bir şekilde dizilim sunmaktadır. Devrik antiklinalin olduğı

alanlarda bir takım faylar gelişmiştir. Cevher zonlarında faylanmaya bağlı breşik dokular gelişmiştir.

- 9- Kömürlükdere cevherleşmesine ait jeokimyasal-stratigrafi çalışması sonucunda Cu, Zn ve Fe elementlerinin cevherli ve cevhersiz seviyelerde benzer hareket ettiği tespit edilmiştir. Cu ve Zn'ce zengin seviyelerde Co, Ni ve Cd elementlerinin pozitif korelasyon gösterdiği ve yan kayaçlarda azalan Cu ve Zn değerleri ile birlikte Co, Ni ve Cd elementlerinin azaldığı tespit edilmiştir.
- 10-Göçükdibi cevherleşmesine ait jeokimyasal-stratigrafi çalışması sonucunda Cu, Zn, Pb ve Fe elementlerinin cevherli ve cevhersiz seviyelerde benzer hareket ettiği tespit edilmiştir. Cu ve Zn'ce zengin seviyelerde Co, Ni ve Cd elementlerinin pozitif korelasyon gösterdiği ve yan kayaçlarda azalan Cu ve Zn değerleri ile birlikte Co, Ni ve Cd elementlerinin azaldığı, Ni'nin bazı seviyelerde ise tamamen olmadığı tespit edilmiştir.
- 11-Kömürlükdere cevherleşmesine ait sondaj örneklerinin jeokimyasal analizleri ve petrografik özellikleri ortaya konulmuştur. Sondaj örneklerinde Au'nun 2,76 ppme kadar ulaştığı görülmektedir. Cu ve Zn cevherleşmelerine Au cevherleşmesi de eşlik etmiştir.
- 12-Sondaj örneklerinin jeokimyasal stratigrafi diyagramı değerlendirildiğinde cevherleşmenin metabazitler ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. İstifin kuvarşist-metabazit ardalı seviyesinde cevherleşmenin az olduğu ve Fe oranının yüksek olduğu, istif boyunca Cu, Zn, Pb, Au ve Fe elementlerinin cevherli ve cevhersiz seviyelerde benzer hareket ettiği tespit edilmiştir. Cu, Zn ve Pb'ce zengin seviyelerde Co elementi negatif korelasyon Sb, Ni, As, Cd elementleri de pozitif korelasyon gösterdiği belirlenmiştir. Sondajın yüzeye yakın kesimlerinde Cu, Zn, Pb, Au ve Fe elementlerinin maksimum değere ulaştığı derine doğru ise konsantrasyon değerlerinin azaldığı belirlenmiştir.
- 13-İkinci deformasyon evresinde bölgede gelişen NW-SE yönlü açılmanın sonucunda NE-SW uzanımlı eğim atımlı fay takımları gelişmiştir. Damar Tipi Cu±Zn cevherleşmeleri de Kargı ofiyolitik melanji içerisinde gelişen yapısal hat üzerinde yer almaktadır Dedeninyurdu ve Yergen cevherleşmeleri Saraycık

formasyonu içerisinde gelişen yaklaşık N75E uzanımlı eğim atımlı fayın kontrolünde gelişmiştir. Kırık hatındaki Dedeninyurdu cevherleşmesine ait damarların budinaj şeklinde görüldüğü ve Yergen cevherleşmesinin de bu damarların devamı niteliğinde olduğu tespit edilmiştir.

14- Fındıklıyar ve Ahmet Ağanın Yeri cevherleşmelerinin faylarla ilişkili olduğu tespit edilmiştir. İkincil faylardan etkilenen bu cevherleşmelerde yer yer breşik dokuların geliştiği belirlenmiştir.

15-Damar tipi $\text{Cu}\pm\text{Zn}$ cevherleşmelerinde genel olarak fillik alterasyonlar gözlenmiştir.

16-Cevher zonlarına ait pirit ve kalkopiritlerin $\delta^{34}\text{S}$ izotop değerleri Hoefs (1987) diyagramında değerlendirilmiştir. Buna göre; stratiform karakterli Kömürlükdere ve Göçükdibi Cu-Zn cevherleşmelerinin $\delta^{34}\text{S}$ değerleri ‰ 2,06-5,34 aralığında değişmekte, Damar tipi $\text{Cu}\pm\text{Zn}$ (Fındıklıyar, Dedeninyurdu ve Ahmet Ağanın Yeri) cevherleşmelerine ait pirit örneklerinin $\delta^{34}\text{S}$ değerleri ise ‰ 2,77-7,02 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Ahmet Ağanın Yeri cevherleşmesine ait kalkopiritin $\delta^{34}\text{S}$ değeri ise ‰ 2,70 şeklinde belirlenmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda Stratiform Cu-Zn cevherleşmesinde kükürtün kökensel olarak bazaltik kayalara ait değer aralığında olduğu ve bu da cevherleşmenin magmatik kökene işaret ettiğini göstermektedir.

17-Dedenin yurdu cevherleşmesinden derlenen pirit örneklerinin izotop analizi sonucunda cevherleşmede kükürtün kökensel olarak bazaltik kayaları işaret ettiği tespit edilmiştir. Dedeninyurdu cevherleşmesi ile aynı tektonik dilim içerisinde yer alan Ahmet Ağanın Yeri cevherleşmesinden derlenen pirit ve kalkopirit örneklerinin $\delta^{34}\text{S}$ değerleri çok dar bir aralıkta seyretmekte olup birbirine çok yakındır. Bu değerlere göre kükürütün kökeninin yine bazaltik kayalar ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Fındıklıyar cevherleşmesinden derlenen pirit örneklerine ait $\delta^{34}\text{S}$ değerleri çok dar bir aralıkta seyretmektedir (5,52-7,02). Bu değerler sonucunda kükürtün kökeni granitik kayaları işaret etmektedir.

18-Cevher zonlarından derlenen örneklerden sıvı kapanımı amaçlı mikrotermometrik ölçümler gerçekleştirilmiştir. Genel olarak iki fazlı (LV tipi) olarak görünen kapanımlarda elde edilen ergime sıcaklıkları Bodnar (1993)'ün eşitliğinden yararlanılmış ve kapanıma ait % NaCl eşdeğerleri hesaplanmıştır. Stratiform tip Cu-Zn cevherleşmesinin görüldüğü Kömürlükdere ve Göçükdibi cevherleşmelerine ait % NaCl eşdeğerlerinin yapısal kontrollü Damar tipi Cu±Zn cevherleşmesinin görüldüğü Dedeninyurdu ve Yergen cevherleşmelerine ait % NaCl eşdeğerlerinden daha az olduğu tespit edilmiştir. Damar tipi hidrotermal cevherleşmelerinin çözelti tuzluluğunun nispeten daha fazla olduğu olduğu tespit edilmiştir.

19-Stratiform Cu-Zn cevherleşmelerinde her iki cevher zonunda tespit edilen homojenleşme sıcaklığı ve tuzluluk değerleri benzer bir şekilde dağılım göstermektedir. Tuzluluk değeri ise 2,07-12,05 olacak şekilde geniş bir aralıkta gözlenen Göçükdibi ve Kömürlükdere cevherleşmelerinin sıvı kapanımı değerlerinin benzer özellikler göstermesi cevher oluşumlarının her iki bölgede de aynı sistem ile oluştuğunu göstermektedir.

20-Damar tipi Cu±Zn cevherleşmelerinin görüldüğü Dedeninyurdu ve Yergen cevherleşmelerinin tuzluluk değerleri 9,47-19,6 arasındadır.

21-Stratiform Cu-Zn cevherleşmelerinin Homojenleşme Sıcaklığı-Tuzluluk ilişkisi değerlendirildiğinde sıcaklık artışıyla tuzluluğun belli aralıklarda arttığı ancak sıcaklığın tekrar artması ve artışa bağlı olarak tuzluluğun azalması ortama meteorik suyun girdiğini göstermektedir. Bu durum birkaç kez tekrarlanmış ve son olarak ise sıcaklığın artışına bağlı tuzluluk artışının gözlemlendiği görülmektedir. Bu değişken tuzluluk verileri cevherli çözeltinin çökelişi esnasında bir sedimantasyonun olduğunu işaret etmektedir.

22-Dedeninyurdu cevherleşmesinin homojenleşme sıcaklıkları ile Yergen cevherleşmesinin homojenleşme sıcaklıkları hemen hemen benzer aralıklarda olduğu belirlenmiştir. % NaCl tuzluluk eşdeğerlerinde Dedeninyurdu cevherleşmesinin geniş bir dağılım gösterdiği Yergen cevherleşmesinin ise dar bir alanda dağılım gösterdiği tespit edilmiştir.

23-Cevherleşme bölgelerinden elde edilen mikrotermometrik ölçümlerden elde edilen homojenleşme sıcaklığı ve tuzluluk değerleri Bodnar (1999) tarafından hazırlanan farklı kökene sahip akışkanlar için ortalama sıcaklık-tuzluluk dağılımlarının gösterildiği diyagramda değerlendirilmiştir. Stratiform Cu-Zn cevherleşmelerinin genel olarak metamorfik akışkanlar ve magmatik-meteorik karışımı alanlarına düştüğü tespit edilmiştir. Cevherleşmede esas olarak magmatik bir aktivitenin olduğu aynı zamanda ise meteorik karışımın olması magmatik aktivite ile eş zamanlı sedimantasyon ortamını da işaret etmektedir. Metamorfik alanda kümelenen değerler ise çözeltinin CO₂'ce zengin olduğunu göstermektedir.

24-Damar tipi Cu±Zn cevherleşmeler ise genel olarak magmatik kökeni işaret etmektedir. Magmatik-Meteorik karışımı alanında kümelenen cevherleşmelerde magmatik çözeltilerin meteorik çözeltiler ile karşılaştığı görülmektedir. Kırık hattı boyunca cevherleşmelerin görüldüğü bu zonlarda hidrotermal suların kırık hatlarından süzülen meteorik sularla karşılaştığını söylemek mümkündür.

25-Önceki çalışmalar ve bu tez çalışması sonucunda elde edilen bulgulara göre bölgenin jeodinamik evrimini ortaya konulmuştur. Son yıllarda kabul gören Tetis okyanusal kabuğunun yitim yönünün güneyden kuzeye doğru olduğu görüşü benimsenerek diğer aşamalar yorumlanmıştır. Evrim sürecinde ilk kez bu çalışmada tanımlanan Tektonik Dilimlerin gelişimi de ortaya konulmuştur. Bu modellemelere göre Bekirli formasyonunun yitim zonunda yığılma prizmasının olduğu jeotektonik ortamı temsil ettiği belirlenmiştir. Kargı ofiyolitik melanjinin ise Tetis okyanusunun kapanması sürecinde karalar üzerine itildiği görülmektedir.

26-Yeşilşist fasiyesinde metamorfizma geçiren stratiform karakterli Cu-Zn cevherleşmelerinde (Kömürlükdere ve Göçükdibi) bantlı pirit seviyeleri görülmektedir. Piritlerin rekristalizasyonu sonrasında çok iri pirit kristalleri oluşmuştur. Bunun yanında muhtemelen ilksel piritlerin önce hematite dönüştüğü ve metamorfizma sürecinde ise manyetite dönüştüğü (musketovitleşme) cevher mikroskobisi çalışmalarında tespit edilmiştir. Cevher mineralleri şistoziteye uyumlu bir şekilde yönelme göstermektedir. Matriks

içerisinde cevher mineralleri ardalanmalı bir şekilde görülmektedir. Metamorfizma esnasında ortaya çıkan akışkanların gelişen kırık ve çatlaklarda kuvars damarları oluşturduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte deformasyon etkileri de hem kayalarda hem de cevher seviyelerinde makroskobik hem de mikroskobik olarak görülmektedir. Mikrokıvrımlar, minerallerin oryantasyonu, cevher minerallerinde kırık ve çatlaklar ile basınç gölgeleri metamorfizma esnasında gerçekleşen diğer deformasyon yapılarıdır. Cevher zonunda gözlenen metamorfizma izlerine göre Bekirli formasyonu düşük dereceli metamorfizma geçirmiştir. Levha hareketlerine bağlı olarak Bekirli formasyonunda gerçekleşen metamorfizma sürecinde jeodinamik evrimin etkili olduğu görülmektedir.

27-Bekirli formasyonu içerisindeki stratiform Cu-Zn cevherleşmelerinin yapısı ve dokusunda metamorfizma ve deformasyon esnasında değişiklikler gerçekleşmiştir. Cevherleşmede tespit edilen bu değişiklikler cevherleşmenin metamorfizma geçirmiş bir sülfür yatağı olduğunu ve dolayısıyla Kömürlükdere ile Göçükdibi Cu-Zn cevherleşmelerinin metamorfizma öncesi oluştuğunu göstermektedir

28-Stratiform Cu-Zn cevherleşmeleri Besshi tipi yatlara benzer nitelikler göstermektedir. Cevherleşme metamorfizma geçirmiş kalın sedimanter istif içerisinde gelişmiş bazik volkanitlerle ilişkilidir. Metabazitler ile ilişkili olan cevherleşmede metabazitler metamorfizma öncesi toleyitik karakterli bazik volkanizmayı temsil etmektedir. Felsik volkanik aktivite izleri yoktur. Stratiform tip ve sinjenetik karakterli cevher zonu pirit ve kalkopirit mineralleri bakımından zengin galenitçe fakirdir. Cevherli seviyelerde Co/Ni oranı yüksektir. Cevher zonunda yapılan sondajlarda cevherleşmeye eşlik eden Au'nun 2,76 ppme kadar ulaştığı belirlenmiştir. İlksel olarak kıta kenarı denizel ortamda gelişen cevher zonu Neotetis ofiyolitinin kapanmasına bağlı olarak gelişen bindirme zonlarının etkisiyle yığılma prizması alanına dönüşmüş ve tektonik kuvvetler etkisiyle hem metamorfizma hem de deformasyon geçirmiştir. Yapısal ve dokusal özellikler dikkate alındığında cevherleşmenin Besshi tipinde olduğu belirlenmiştir.

- 29-Dünya’da başlıca bulunan Besshi tipi yatakların $\delta^{34}\text{S}$ izotop sonuçları ile Stratiform tipi Cu-Zn cevherleşmelerinin $\delta^{34}\text{S}$ izotop sonuçlarının benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.
- 30-Dünyada kabul görmüş VMS yataklarının içerdiği baz metal konsantrasyonlarına göre (Pb+Cu+Zn) üçgen diyagramı hazırlanmış ve yatak tipi sınıflandırılmıştır (Lobanov vd., 2014). VMS ve SEDEX cevherleşme sınırı ise Franklin vd., 1981’den alınmıştır. Yatak tipleri; Kıbrıs Tipi, Besshi Tipi, Kuroko Tipi ve Ural Tipi şeklindedir. Dünyadaki diğer karakteristik masif sülfür yataklarının üçgen diyagramdaki konumları ile Kömürlükdere ve Göçükdibi cevherleşmelerinin konumları aynı anda karşılaştırılmış ve değerlendirilmiştir (Şekil 5.73). Yapılan değerlendirmede Cu’ca zengin Kömürlükdere cevherleşmesinin Besshi Tipi sınıfında konumlandığı görülmektedir. Benzer cevherleşmenin görüldüğü Göçükdibi cevherleşmesinde ise yüksek Zn değerleri nedeniyle cevherleşmenin Ural Tipi alanında konumlandığı görülmektedir. Bu farklılık muhtemelen metamorfizma olayı sırasında gerçekleşen remobilizasyon olayı ile ilişkili olabilir. Bu veriler Stratiform Cu- Zn cevherleşmelerinin Besshi tipinde olduğu görüşünü desteklemektedir.
- 31- Dedeninyurdu ve Yergen cevherleşmesi ikinci deformasyon evresinde etkili olan NW-SE yönlü açılmanın etkisiyle meydana gelen N75-80E uzanımlı eğim atımlı fay boyunca görülmektedir. Budinaj şeklinde görülen Dedenin yurdu cevherleşmesi kırık hattı boyunca kuzeydoğuya doğru devam etmekte ve Yergen tepesine kadar uzanmaktadır. Bu iki cevher zonu aynı kırık hattının uzantılarıdır. Yapısal kontrolün en rahat görüldüğü bu cevherleşmelerde alterasyon şiddetli bir şekilde arazide gözlenmektedir.
- 32-Bölgede cevherleşmelerin Otokton nitelikli Bekirli formasyonu ve Allohton nitelikli Kargı Ofiyolitik Melanjı içerisinde geliştiği tespit edilmiştir. İnceleme alanındaki tüm cevherleşmelerde yapısal kontrolün ve jeodinamik evrimin etkili olduğu görülmektedir.
- 33-İnceleme alanına yakın iki önemli masif sülfür yatağı bulunmaktadır. Bunlar Kıbrıs tipi veya Besshi tipi olarak belirlenen Küre Cu yatağı ve Hanönü masif

sulfür yatağıdır. Orta Pontidlerde yer alan bu cevher zonları benzer jeodinamik süreçlerden geçmiştir. Oluşum tipi açısından değerlendirildiğinde ise Besshi tipi olarak belirlenen Kömürlükdere ve Göçükdibi Staratiform cevherleşmesi ile Hanönü masif sulfür yatağının benzer özellikler sunduğu belirlenmiştir.



KAYNAKLAR

- Agrawal, S., Guevara, M., Verma, S.P., 2008, Tectonic discrimination of basic and ultrabasic volcanic rocks through log-transformed ratios of immobile trace elements, *International Geology Review*, 50, 1057-1079.
- Akarsu, İ., 1958, Çorum bölgesinin jeolojisi, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 7(1): 19-29.
- Akçay, M., 2002., *Jeokimya: Temel kavramlar ve uygulamaya aktarımları*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Yayınları, Trabzon.
- Arpat, E., ve Şaroğlu, F., 1975, Türkiye'deki bazı önemli genç tektonik olaylar, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 18 (1), 91-101.
- Aslan, N. S. R., 2006, *İl Çevre Durum Raporu*, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çorum.
- Aslaner, M., Van, A., and Yalçınalp, B., 1995, General features of the Pontide Metallogenic Belt. In: Erler, A., Ercan, T., Bingöl, E., and Örcen, S., (eds), *Geology of the Black Sea Region, General Directorate of Mineral Research and Exploration and Chamber of Geological Engineers*, Ankara, 209–213.
- Aygül, M., Okay, A. I., Oberhänsli, R., Schmidt, A., and Sudo, M., 2015, Late Cretaceous infant intra-oceanic arc volcanism, the Central Pontides, Turkey: Petrogenetic and tectonic implications, *Journal of Asian Earth Sciences*, 111, 312-327.
- Aygül, M., Okay, A. I., Oberhänsli, R., and Ziemann, M. A., 2015, Thermal structure of low-grade accreted Lower Cretaceous distal turbidites, the Central Pontides, Turkey: insights for tectonic thickening of an accretionary wedge, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 24 (5), 461-474.
- Aygül, M., Okay, A. I., Oberhänsli, R., and Sudo, M., 2016, Pre-collisional accretionary growth of the southern Laurasian active margin, Central Pontides, Turkey, *Tectonophysics*, 671, 218-234.
- Bailie, R., Gutzmer, J., Strauss, H., Stucken, E., and McClung, C., 2010, Sulfur isotope characteristics of metamorphosed Zn-Cu volcanogenic massive sulfides in the Areachap Group, Northern Cape Province, South Africa: *Mineralium Deposita*, 45, p. 481–496.
- Bailey, E.H., Barnes, J.W., Kupfer, D.H., 1966, Geology and ore deposit of the Küre District, Kastamonu Province, Turkey. *CENTO Summer Training Program in Geological Mapping Techniques*, 1, p. 17–73.
- Bhatia, M.R., 1983, Plate Tectonics and Geochemical Composition of Sandstones, *The Journal of Geology*, 91 (6), 611-627.

- Bhatia, M.R., and Crook, K.A.W., 1986, Trace element characteristics of graywackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basins, *Mineralogy&Petrology*, 92 (2), 181–193.
- Bingöl, E., Akyürek, B., & Korkmazer, B., 1975, Geology of the Biga Peninsula and some characteristics of the Karakaya blocky series, *Proceedings of the Congress of Earth Sciences for the 50th Anniversary of the Republic of Turkey*, 17-19 December 1973 Ankara, Mineral Resource and Exploration Institute (MTA) Publications, 70-77.
- Bodnar, R. J., 1993, Revised equation and table for determining the freezing point depression of H₂O-NaCl solutions, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 57, p. 683–684.
- Bodnar, R. J., 1999, *Hydrothermal solutions. in encyclopedia of geochemistry*, C.P. Marshall and Fairbridge eds., Kluwer Academic Publishers, Lancaster, 333-337.
- Boynton, W.V., 1984, *Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies*, Rare Earth Element Geochemistry. Ed: Henderson, P. Amsterdam, Elsevier, 63-114.
- Bowman, J. R., 1998, Stable-isotope systematics of skarns. Mineralized intrusion-related skarn system, *Mineralogical Association of Canada, Short Course Series*, 26, 99-145.
- Bozkurt, E., Holdsworth, B. K., and Koçyiğit, A., 1997, Implications of Jurassic hert identified in the Tokat Complex, northern Turkey, *Geological Magazine*, 134 (1), 91-97.
- Boztug, D., 1988, *Daday-Devrekani masifi güneybatı kesiminin mineralojik-petrografik ve jeokimyasal incelenmesi*, Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi.
- Boztuğ, D., 1992, Lithostratigraphic units and tectonics of the southwestern part of Daday–Devrekani massif, western Pontides, Turkey, *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 114, 1-22.
- Brinkmann, R., 1971, Kuzeybatı Anadolu'daki genç Paleozoik ve eski Mesozoik. *M.T.A. Derg.*, 76, 61-74.
- Craig J. R., and Vokes. F. M., 1993, The metamorphism of pyrite and pyrite ores: An overview, *Mineralogical Magazine*, 57, 3-18.
- Crawford, R. L., 1981, *Lignin biodegradation and transformation*, John Wiley and Sons, USA.
- Çağatay, M. N., 1993, Hydrothermal alteration associated with volcanogenic massive sulfide deposits; examples from Turkey, *Economic Geology*, 88 (3), 606-621.
- Çakır, Ü., 1995, Geological characteristics of the Aşıköy-Toykondü (Küre-Kastamonu) massive sulfide deposits, *Bull. Mineral Res. Explor.*, 117, 29–40.

- Çelik, Ö. F., Chiaridia, M., Marzoli, A., Özkan, M., Billor, Z., and Topuz, G., 2016, Jurassic metabasic rocks in the Kızılırmak accretionary complex (Kargı region, Central Pontides, Northern Turkey), *Tectonophysics*, 672–673, 34–49.
- Derkmann, K., and Klemm, D. D., 1977, *Strata-bound kies-ore deposits in ophiolitic rocks of the “Tauernfenster” (Eastern Alps, Austria/Italy)*, Time-and strata-bound ore deposits, Ed: Klemm, D.D., Schneider Hans-Jochen, Heidelberg, Springer, 305-313.
- Dewey, J.F., and Şengör, A.M.C., 1979, Aegean and surrounding regions complex multiplate and continuum tectonics in a convergent zone, *Geol. Soc. Am. Bull.*, 90, 84-92.
- Dilek Y. ve Flower, M.F.J., 2003, Arc-trench rollback and forearc accretion: 2. A model template for ophiolites in Albania, Cyprus, and Oman, *Geological Society London*, Special Publications, 218, 43-68.
- Dönmez, C., Günay, K., Yıldız, H., Şahin, Ş., 2013, Gökırmak ve Devrettepe -Hanönü (Kastamonu) Cu Cevherleşmesi, *MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni*, 16, 127-135.
- Dunham, R.J., 1962, *Classification of carbonate rocks according to depositional textures*, Classification of carbonate rocks in W.R. ham. (ed), AAPG, Memoirs, 1, 108-121.
- Ediger, V. Ş., Erler, A., 1990, *Palynology, Geochemistry, and Thermal History of the Shales Associated with the Küre Massive Sulfide Deposits (Northern Turkey)*, Palynology of Ore Deposits, In: E.I. Robbins, ed., *Ore Geology Reviews*, 5, 461–468.
- Erkan, E.N., 1999, *Paleontoloji Raporu*, MTA, Jeoloji Etütleri Daire Başkanlığı, Rapor No: 1999/3, Ankara.
- Espurt, N., Hippolyte, J. C., Kaymakçı, N., and Sangu, E., 2014, Lithospheric structural control on inversion of the southern margin of the Black Sea Basin, Central Pontides, Turkey, *Lithosphere*, 6 (1), 26-34.
- Folk, R. L., 1962, *Spectral subdivision of limestone types in classification of carbonate rocks*, W.E. ham. (ed), AAPG Bull., 1, 62-82.
- Fox, J.S., 1984, Besshi-type volcanogenic massive sulphide deposits: a review, *Canadian Institute of Mining and Metallurgy Bulletin*, 77, 57-68.
- Franklin. J.M., Lydon, J.W., and Sangster, D.F., 1981, Volcanic- associated massive sulfide deposits, *Econ Geol.*, 75 th. Anniversary Vol, 485-627.
- Genç, Ş., Kurt, Z., Küçükmen, Ö., Cevher, F., Saraç, G., Acar, Ş., Bilgi, C., Şenay, M., ve Poyraz, N., 1991, *Merzifon (Amasya) dolayının jeolojisi*, MTA Derleme Raporu, No, 9527.

- Gökçe, A., 2006, *Maden yatakları*, Cumhuriyet Üniversitesi Yayınları, Sivas.
- Gökçe, A., and Spiro, B., 2002, Fluid-related characteristics of the Çakmakçaya and Damarköy copper deposits, Northeast Turkey, *International Geology Review*, 44 (8), 744-754.
- Göncüoğlu, M. C., Turhan, N., Şentürk, K., Özcan, A., Uysal, Ş., and Yaliniz, M. K., 2000, A geotraverse across northwestern Turkey: tectonic units of the Central Sakarya region and their tectonic evolution, *Geological Society London, Special Publications*, 173 (1), 139-161.
- Güleç, N., ve Erler, A., 1983, Masif sülfid yataklarındaki piritlerin karakteristik iz element içerikleri, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 26 (2), 145-152.
- Gümüştü, M., 1980, *Amasya ili, Merzifon ve Suluova İlçeleri kömür jeolojisi*, MTA Derleme Rapor No. 7063, Ankara.
- Güner, M., 1980, Küre civarının masif sülfid yatakları ve jeolojisi pontidler (Kuzey Türkiye), *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 93, 65-109.
- Hakyemez, Y., Barkurt, M.Y., Bilginer, E., Pehlivan, Ş., Can, B., Dağ, Z., ve Sözeri, B., 1986, *Yapraklı-İlgaz-Çankırı-Çandır dolayının jeolojisi*, MTA Yayınları (MTA Raporu), Ankara, (Yayımlanmamış).
- Hippolyte, J. C., Espurt, N., Kaymakçı, N., Sangu, E., and MÜLLER, C., 2016, Cross-sectional anatomy and geodynamic evolution of the Central Pontide orogenic belt (northern Turkey), *International Journal of Earth Sciences*, 105, 81–106.
- Hoefs, J., 1987, *Stable Isotope Geochemistry*, Springer-Verlag, Berlin.
- Huang, H., Zhang, Z., Kusky, T., Santosh, M., Zhang, S., Zhang, D., Liu, J., Zhao, Z., 2012, Continental vertical growth in the transitional zone between South Tianshan and Tarim, western Xinjiang, NW China: insight from the Permian Halajun A1-type granitic magmatism, *Lithos*, 155, 49–66.
- Huston, D.L., 1999, Stable isotopes and their significance for understanding the genesis of volcanic-hosted massive sulfide deposits, *Reviews in Economic Geology*, 8, 157–179.
- Hutchinson, R.W., 1973, Volcanogenic sulfide deposits and their metallogenic significance, *Econ. Geol.*, 68, 1223-1246.
- Kamitani, M. ve Çamaşırçioğlu, A., 1976, *Kastamonu Küre'nin batı kısımlarındaki cevherleşme ve jeolojisi*, MTA Rap., 1335, (yayımlanmamış), Ankara.
- Kanehira and Tatsumi, T., 1970, *Bedded cupriferous iron sulphide deposits in Japan, a review*, Volcanism and Ore Genesis, Tatsumi, T., (ed), Unu Tokyo Press, Tokyo, 51-76.
- Kato, T., 1937, *Geology of Ore Deposits*, Fuzambo new edition, Tokyo (in Japanese).

- Kaymakçı, N., Özçelik, Y., White, S. H., and Van Dijk, P. M., 2009, Tectono-stratigraphy of the Çankırı Basin: late Cretaceous to early Miocene evolution of the Neotethyan suture zone in Turkey. *Geological Society London, Special Publications*, 311 (1), 67-106.
- Ketin, İ., 1948, Son on yılda Türkiye'de vukuu gelen büyük depremlerin tektonik ve mekanik neticeleri hakkında, *TJK Bülteni*, 2(1), 1-13.
- Ketin, İ., ve Gümüş, A., 1963, *Sinop-Ayancık arasında III. Bölgeye dahil sahaların jeolojisi*, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (Rapor), Ankara.
- Kılıç, M., Tüfekçi, Ş., Çamaşırcıoğlu, A., Tezel, N., Çetinkaya, N., ve Biçer, Z., 1977, *Kastamonu-Küre bakırlı pirit aramaları jeoloji ön raporu (MTA raporu)*, MTA Gen.Md. Maden Etüd Dairesi, Ankara, (yayımlanmamış).
- Kochibe, T., 1892, The Besshi cupriferous iron sulphide deposits, *Jour. Geogr.*, 4, 541-543.
- Koç, Ş., Ünsal, A., ve Kadioğlu, Y., 1995, Küre (Kastamonu) cevherleşmelerini içeren volkanitlerin jeolojisi, jeokimyası ve jeotektonik konumu, *MTA Derg*, 117, s.41-54.
- Koçbay, A., 1997, Mecitözü-Konaklı (Çorum) çevresinin hidrojeolojisi ve yeraltısuyu kalitesi, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 51, 17-24.
- Koçbay, A., ve Kılıç, R., 2006, Engineering geological assessment of the Obruk dam site (Çorum, Turkey), *Engineering Geology*, 87 (3-4), 141-148.
- Koçyiğit, A., and Tokay, M., 1985, *Çatalçam (Zevker)-Erzincan arasında Kuzey Anadolu Fay Kuşağı'nın sismo-tektonik incelemesi: Fay Kuşağı'nın tektono-stratigrafisi, sistematigi ve Neotektonik özellikleri (Proje Raporu)*, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Teknik Araş. ve Uyg. Gn. Müd, Ankara.
- Koski, R.A., Lonsdale, P.F., Shanks, W.C., III, Berndt, M.E., and Howe, S.S., 1985, Mineralogy and geochemistry of a sediment-hosted hydrothermal sulfide deposit from the Southern Trough of Guaymas Basin, Gulf of California, *Journal of Geophysical Research*, 90, 6695-6707.
- Kovenko, V., 1944, Province metallogenique de Guleman-Ergani Madeni, *MTA Mecm*, 1 (31), 47-65.
- Le Bas, M.J., Le Maitre, R. W., Streckeisen, A., Zanettin, B., 1986, A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram, *Journal of Petrology*, 27 (3), 745-750.
- Lobanov, K., Yakubchuk A., Creaser, R.A., 2014, Besshi-type VMS deposits of the Rudny Altai (Central Asia), *Economic Geology*, 109, 1403-1430.
- Maiden, K., 1993b, Exploration models for Besshi-type deposits, *Res. Geol. Spec. Issue*, 17, 324-330.

- Marroni, M., Frassi, C., et al, 2014, Late Jurassic amphibolite facies metamorphism in the Intra-Pontide Suture Zone (Turkey): an eastward extension of the Vardar Ocean from the Balkans into Anatolia, *Journal of the Geological Society*, London, 171, 605–608, [https:// doi.org/10.1144/jgs2013-104](https://doi.org/10.1144/jgs2013-104).
- Marshall, B., and Gilligan, L. B., 1987, Mechanical and chemical (re)mobilization of metalliferous mineralization, *Ore Geol. Rev.* 2, 1–86.
- Marshall, B., Larocque, A. C. L., and Vokes, F. M., 1999, *Extensive remobilisation in massive sulphide deposits: A fluid affair!*, Mineral deposits: Processes to processing, In: Stanley et al. (ed), Balkema, Rotterdam, 955–958.
- Marshall, B., and Spry, P. G., 2000, Discriminating between regional metamorphic remobilization and syntectonic emplacement in the genesis of massive sulfide ores, *Rev. Econ. Geol.* 11, 39-79.
- McKenzie, D., 1972, Active tectonics of the Mediterranean region, *Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society*, 30, 109-185.
- McKenzie, D., 1976, The East Anatolian fault: a major structure in eastern Turkey, *Earth and Planetary Science Letters*, 29, 189-193.
- Mitchell, A. H., and Bell, J. D., 1973, Island-arc evolution and related mineral deposits, *The Journal of Geology*, 81 (4), 381-405.
- Mizumoto, H., Unsal. A., Matano, Y., Yiğit, L., Şato, K., Çelik. N., Sugawane, K., Öztürk. M., Yoshizawa, M., Akkuş, T., Takahashi, İ., Ersöz, O., and Sugiyama. S., 1992, *The Republic of Turkey Report on the Mineral Exploration of Küre Area: Phase L*, 335.
- Mukherjee, A. D., and Bhattacharya, H. N., 1997, Strata-bound pyritic copper mineralization in a fore-arc setting in Northwestern India, a Proterozoic Besshi-type deposit, *Trans. Instn. Min. Metall. (sect. B: Appl. Earth Sci)*, 106, 45–52.
- Nakajima, K., 1893, Sulfide ore beds in the outer zone of the South part of Japan, *Bull. Imp. Geol. Surv. Japan*, 1, 1-101.
- Okay, A.I., Şengör, A.M.C., and Görür, N., 1994, Kinematic history of the opening of the Black Sea and its effect on the surrounding regions, *Geology*, 22 (3), 267-270.
- Okay, A.I., and Tüysüz, O., 1999, Tethyan sutures of northern Turkey, *Geological Society*, London, Special Publications, 156, 475-515.
- Okay, A. İ., Görür, N., Demirbağ, E., Boztepe-Güney, A., Kaşlılar-Özcan, A., Okay, N., and Kuşçu, İ., 1999, Marmara’da birden fazla aktif fay var, *Cumhuriyet Bilim ve Teknik*, 653, 14-16.
- Okay, A.İ., Kaşlılar-Özcan, A., Boztepe-Güney, A., ve Kuşçu, İ., 1999, Marmara Denizi’nde İstanbul’u tehdit eden kırıklar, *Cumhuriyet Bilim ve Teknik*, 649, 8-10.

- Okay, A. I., Monod, O., and Monié, P., 2002, Triassic blueschists and eclogites from northwest Turkey: vestiges of the Paleo-Tethyan subduction, *Lithos*, 64 (3), 155-178.
- Okay, A.İ., and Göncüoğlu, M.C., 2004, The Karakaya Complex: a review of data and concepts, *Turkish Journal of Earth Sciences*, 13 (2), 75-95.
- Okay, A.I., Şatır, M., and Siebel, W., 2006, Pre-Alpide Palaeozoic and Mesozoic orogenic events in the Eastern Mediterranean region, *Geological Society*, London, Memoirs, 32, 389-405.
- Okay, A. İ., Sunal, G., Sherlock, S., Altın, D., Tüysüz, O., Kylander-Clark, A. R., and Aygöl, M., 2013, Early Cretaceous sedimentation and orogeny on the active margin of Eurasia: Southern Central Pontides, Turkey, *Tectonics*, 32 (5), 1247-1271.
- Okay, A. İ., and Nikishin, A. M., 2015, Tectonic evolution of the southern margin of Laurasia in the Black Sea region, *International Geology Review*, 57 (5-8), 1051-1076.
- Okay, A.İ., Altın, D., Sunal, G., Aygöl, M., Akdoğan, R., Altın, S., Simmons, M., 2017, The Geological Evolution Of The Central Pontides, *Geological Society*, London, Special Publications, SP464.3, <http://dx.doi.org/10.1144/SP464.3>.
- Özgöl, N., Turşucu, A., Özyardımcı, N., Şenol, M., Bingöl, İ., ve Uysal, Ş., 1981, *Munzur dağlarının jeolojisi*, MTA Rapor, No: 6995, 136 s. (yayımlanmamış), Ankara.
- Parlak O., Rızaoğlu T., Bağcı U., Karaoğlu F., Hoeck V., 2009, Tectonic significance of the geochemistry and petrology of ophiolites in southeast Anatolia, Turkey, *Tectonophysics*, 473, 173-187.
- Pearce, J. A., 1982, *Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries*, Andesites: Orogenic Andesites and Related Rocks, In: Thorpe R.S. (ed.), John Wiley & Sons, Chichester, 525-548, ISBN 0 471 28034 8.
- Pearce, J. A., 1996, *A user's guide to basalt discrimination diagrams*, Trace Element Geochemistry of Volcanic Rocks: Applications for Massive Sulphide Exploration, In: Wyman, D. A. (ed.), Geological Association of Canada, Short Course Notes 12, 79-113.
- Pearce, J. A., 2008, Geochemical fingerprinting of oceanic basalts with applications to ophiolite classification and the search for Archean oceanic crust, *Lithos*, 100, 14-48.
- Pehlivanoğlu, H., 1985, *Kastamonu-Küre piritli bakır yatakları (Bakibaba, Aşıköy) ve çevresinin jeoloji raporu (MTA raporu)*, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.

- Peter, J. M., and Scott, S. D., 1999, *Windy Craggy, Northwestern British Columbia: The world's largest Besshi-type deposit*, Volcanic-associated massive sulfide deposits. Processes and examples in modern and ancient settings, In: Barrie, C. T., and Hannington, M. D., (eds.), *Rev. Econ. Geol.* 8, 261–295.
- Pieniazek, J., 1945, *Küre araştırmaları kati raporu (Etibank işletme raporu)*, Etibank Küre Bakırlı Pirit İşletmesi Müessesesi (Yayınlanmamış), Ankara.
- Pollak, A., 1964, *Küre pirit- bakır yatağı hakkında rapor (MTA raporu)*, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (Yayınlanmamış), Ankara.
- Robertson, A.H.F., 2002, Overview of the genesis and emplacement of Mesozoic ophiolites in the Eastern Mediterranean Tethyan Region, *Lithos*, 65, 1-67.
- Robertson A.H.F., Ustaömer T., Parlak O., Ünlügenç Ü.C., Taslı K., İnan N., 2006, The Berit transect of the Tauride thrust belt, S Turkey: Late Cretaceous-Early Cenozoic accretionary/collisional processes related to closure of the Southern Neotethys, *Journal of Asian Earth Sciences*, 27, 108-145.
- Roedder, E., 1984, *Fluid inclusions*, Reviews in mineralogy, Ed: Ribbe, P.H., Mineralogical society of America, USA.
- Rojay, B., 1995., Post-Triassic evolution of Central Pontides: evidence from Amasya region, northern Anatolia, *Geologica Romana*, 31, 329-350.
- Roser, B. P., and Korsch, R.J., 1988, Provenance signatures of sandstone-mudstone suites determined using discriminant function analysis of major-element data, *Chemical Geology*, 67(1–2), 119-139.
- Sawkins, F. J., 1976, *Massive sulphide deposits in relation to geotectonics*, Metallogeny and Plate Tectonics, Geological Association of Canada, Spec. Paper, 14, 221-240.
- Slack, J. F., 1990, Geologic features of Besshi-type massive sulphide deposits, *8th IAGOD Symp.*, Program with Abstracts, Ottawa, 191-192.
- Slack, J. F., 1993, *Descriptive and grade-tonnage models for Besshi-type massive sulfide deposits*, Mineral deposit modeling, In: Kirkham, R. V., Sinclar, W. D., Thorpe, R. I., Duke, J. M. (eds.), Geological Association of Canada, Special Paper 40, 343-371.
- Spear, F. S., 1993, *Metamorphic Phase Equilibria and Pressure–Temperature–Time Paths*, Mineralogical Society of America Monograph, Mineralogical Society of America, Washington, DC.
- Shepherd, T. J., Miller, M. F., Scrivener, R. C., and Darbyshire, D. P. F, 1985, In High heat production (HHP) granites, hydrothermal circulation and ore genesis, *Instn. Mining Metall.*, London, 345-64.
- Stanton, R.L., 1972, *Ore Petrology*, McGraw-Hill, New York.

- Sun, S. S., and McDonough, W.F., 1989, Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes, *Geological Society*, London, Special Publications, 42, 313-345.
- Sütçü, Y.F., Barkurt, M.Y., Bilginer, E., Kurt, Z., Pehlivan, Ş., 1994, *Boyabat-Vezirköprü arasındaki jeolojisi*, MTA Genel Müd. Rapor No. 9884, Ankara.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö., ve Boray, A., 1987, *Türkiye'nin diri fayları ve depremsellikleri*, MTA Raporu, MTA Yayınları, Ankara.
- Şaroğlu, F., Herece, E., Sariaslan, M., ve Emre, Ö., 1995, *Yeniçağa-Gerede-Eskipazar arasındaki jeolojisi ve Kuzey Anadolu Fayı'nın genel özellikleri*, MTA Raporu, MTA Yayınları, Ankara.
- Şengör, A. M. C., 1979, The North Anatolian Transform Fault, Its age offset and tectonic significance, *J. Geol. Soc. Lond*, 136, 269-282.
- Şengör, A.M.C., 1984, The Cimmeride orogenic system and the tectonics of Eurasia, *Geological Society of America Special Papers*, 195, 1-74.
- Şengör, A.M.C., and Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach, *Tectonophysics*, 75, 181 - 241.
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., ve Ketin, İ., 1982, Remnants of a pre-late Jurassic ocean in northern Turkey, Fragments of Permian-Triassic Paleo-Tethys? Reply, *Geol. Soc. America Bull.*, 93, 932-936.
- Şengör, A. M. C., Şatır, M., and Akkök, R., 1984, Timing of tectonic events in the Menderes Massif, western Turkey: implications for tectonic evolution and evidence for Pan-African basement in Turkey, *Tectonics*, 3 (7), 693-707.
- Şengör, A.M.C., Görür, N., ve Şaroğlu, F., 1985, Strike-Slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. Strike-Slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation (Eds: KT. Biddle ve N. Christie-Blick), *Soc. Econ. Paleont. Min. Spec. Pub.*, 37, 227-264.
- Şengün, M., Keskin, H., Akçören, F., Altun, İ., Sevin, M., Akat, U., Armağan, F., ve Acar, Ş., 1990, Kastamonu yöresinin jeolojisi ve Paleotetis'in evrimine ilişkin jeolojik sınırlamalar, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 33, 1-16.
- Taylor, S.R., McLennan, S.M., 1985, *The continental crust: Its composition and evolution*, Blackwell Scientific Pub, USA.
- Tekeli, O., 1981, Subduction complex of pre-Jurassic age, northern Anatolia, Turkey, *Geology*, 9 (2), 68-72.
- Tepecik, A., 2007, *Bayat (Çankırı- Çorum Havzası) Dolaylarının Jeolojisi ve Tuz-Petrol İlişkilerinin İncelenmesi*, Y. Lisans Tezi, Ank. Üniv. Jeol. Müh. Böl.

- Tomkins, A.G., Pattison, D.R.M., and Frost, B.R., 2007, On the initiation of metamorphic sulfide anatexis, *Journal of Petrology*, 48, 511-535.
- Türkecan, A., Hepşen, N., Papak, I., Akbaş, B., Dinçel, A., Karataş, S., Özgür, B.I., Akay, E. Bedi, V., Sevin, M., Mudu, G., Sevin, D., Ünay, E ve Saraç, G., 1991, *Seben-Gerede (BOLU)-Güdüil-Beypazarı (Ankara) ve Çerkeş-Orta-Kurşunlu (Çankırı) yörelerinin (Köroğlu dağları) jeolojisi ve Volkanik kayaçların petrolojisi*, MTA Genel Müd. Jeoloji Etüdları dairesi, Rapor No: 9193, Ankara, (yayımlanmamış).
- Tüysüz, O., 1985, *Kargı Masifi ve dolayındaki tektonik birliklerin ayırıcı ve araştırılması (petrolojik inceleme) (Monografi)*, İstanbul Üniversitesi Matb., İstanbul, Türkiye.
- Tüysüz, O., 1986, Kuzey Anadolu'da iki farklı ofiyolit topluluğu: Eski ve Yeni Tetisin artıkları, *Doğa, Tr. Müh. and Çev*, 10 (2), 172-179.
- Tüysüz, O., 2017, Cretaceous geological evolution of the Pontides, *Geological Society*, London, Special Publications, 464, <https://doi.org/10.1144/SP464.9>.
- Uğuz. M.F., ve Sevin. M., 2009, *1/100.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları*, No.115, Jeoloji Etütleri Daire Başkanlığı, MTA, Ankara.
- Ustaömer, T., and Robertson, A.H., 1993, A Late Palaeozoic-Early Mesozoic marginal basin along the active southern continental margin of Eurasia: Evidence from the central Pontides (Turkey) and adjacent regions, *Geological journal*, 28 (3-4), 219-238.
- Ustaömer, T., and Robertson, A. H. F., 1994., Late Palaeozoic marginal basin and subduction-accretion: the Palaeotethyan Küre complex, central Pontides, northern Turkey, *Journal of the Geological Society*, 151(2), 291-305.
- Ustaömer T., Robertson A.H., 1997, *Tectonic-Sedimentary Evolution Of The North-Tethyan Active Margin In The Central Pontides Of Northern Turkey*, in: *Regional and Petroleum Geology of the Black Sea Region*, American Association of Petroleum Geologists, Andrew G. Robinson, (eds.), New York, 245-290.
- Ustaömer, T., and Robertson, A.H.F., 1999, Geochemical evidence used to test alternative plate tectonic models for pre-Upper Jurassic (Palaeotethyan) units in the Central Pontides, N Turkey, *Geological Journal*, 34, 25-53.
- Ustaömer T., Robertson A.H., 2005, Reply to discussion contribution by A. Elmas and E. Yiğitbaş on "Tectonic evolution of the Intra-Pontide suture zone in the Armutlu Peninsula by A.H.F. Robertson and T. Ustaömer [Tectonophysics, 381 (2004), 175-209], *Tectonophysics*, 405, 223-231.
- Sharp I., Ustaömer T., Tethyan Workshop 1991, *Journal Of The Geological Society*, 148, 1141-1143.

- Van den Kerkhof, A. M., and Hein, U. F., 2001, Fluid inclusion petrography, *Lithos*, 55 (1), 27-47.
- Vokes, F. M., 1969, A review of the metamorphism of sulphide deposits, *Earth-Science Reviews*, 5 (2), 99-143.
- Vokes, F. M., 1971, Some aspects of the regional metamorphic mobilization of preexisting sulphide deposits, *Mineralium Deposita*, 6 (2), 122-129.
- Vokes, F.M., 1995., *Metamorphosed ores – A retrospective overview*, Mineral deposits, In: Stanley et al. (eds.), Balkema, Rotterdam, 917–920.
- Vokes, F.M., 2000a, Ores and metamorphism: Introduction and historical perspectives, *Rev. Econ. Geol.*, 11, 1-18.
- Vokes, F.M., 2000b, *Textural aspects of metamorphosed sulphide ores*, MSF Mini-symposium Extended Abstracts, In: Kojonen, K. et al. (eds.), Espoo, Finland, 509, 97–101.
- Vokes, F. M., and Craig, J. R., 1993, Post-recrystallisation mobilisation phenomena in metamorphosed stratabound sulphide ores, *Mineralogical Magazine London*, 57, 19-19.
- Watanabe, M., 1996, *Archean volcanogenic massive sulfide deposits in Australia.*, Gekkan (Monthly)-Chikyu, 16, 107-113 (in Japanese).
- Willkinson, J.J., 2001, Fluid inclusions in hydrothermal ore deposits, *Lithos*, 55 229 – 272.
- Yılmaz, Y., 1979, Söğüt-Bilecik bölgesinde polimetamorfizma ve bunların jeotektonik anlamı, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 22, 85-100.
- Yılmaz, Y., 1981, Atlantik tip bir kıta kenarının Pasifik tip bir kıta kenarına dönüşümüne Türkiye’den örnek, *Türkiye Jeoloji Kurultayı Konf. Ser.*, 27, 1981, Ankara.
- Yılmaz, Y., Gözübol, A. M., and Tüysüz, O., 1981, Geology of an area in and around the Northern Anatolian transform fault zone between Bolu and Akyazı, *Multidisciplinary Approach to Earthquake Prediction: Earthquake Prediction Research*, 2, 45-66.
- Yılmaz, Y., ve Tüysüz, O., 1984, *Kastamonu-Boyabat-Vezirköprü-Tosya arasındaki bölgenin jeolojisi (İlgaz-Kargı masiflerinin etüdü)*, MTA Raporu, MTA Yayınları, Ankara.
- Yılmaz, O., and Boztuğ, D., 1986, Kastamonu granitoid belt of northern Turkey: First arc plutonism product related to the subduction of the paleo-Tethys, *Geology*, 14 (2), 179-183.

Yılmaz, Y., and Tüysüz, O., 1988, Kargı masifi ve dolaylarında Mezozoyik tektonik birliklerin düzenlemeleri sorununa bir yaklaşım, *TAPG Bül*, 1 (1), 73-86.

Zengin, M., 2006, *Osmancık (Çorum) Kuzeydoğusunda Yer Alan Volkaniklerin Epitermal Cevherleşme Potansiyeli Ve Mavi Kalsedon Oluşumu*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.



EKLER

Ek-1. Gökçedoğan-Örencik-Pelitözü-Akbelen Yaylası (Kargı-ÇORUM) Dolayının 1/25.000 Ölçekli Jeoloji Haritası.

Ek-2. Gökçedoğan-Örencik-Pelitözü-Akbelen Yaylası (Kargı-ÇORUM) Dolayının Jeoloji Enine Kesitleri.

Ek-3. Gökçedoğan-Örencik-Pelitözü-Akbelen Yaylası (Kargı-ÇORUM) Dolayının 1/25.000 Ölçekli Tektonik Dilimler ve Yapısal Elemanlar Haritası.

Ek-4. Gökçedoğan-Örencik-Pelitözü-Akbelen Yaylası (Kargı-ÇORUM) Dolayının Tektonik Dilimler Enine Kesitleri.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	CİHAN YALÇIN
Doğum Yeri	ADİYAMAN
Doğum Tarihi	27.12.1985
Uyruğu	☒ T.C. ☐ Diğer:
Telefon	0 535 773 05 73
E-Posta Adresi	cihan.yalcin@sanayi.gov.tr
Web Adresi	-



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Selçuk Üniversitesi
Fakülte	Mühendislik-Mimarlık
Bölümü	Jeoloji Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	12.06.2009

Yüksek Lisans	
Üniversite	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Jeoloji Mühendisliği
Programı	Jeoloji Mühendisliği
Mezuniyet Tarihi	25.09.2012

Doktora	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Jeoloji Mühendisliği
Programı	Jeoloji Mühendisliği
Mezuniyet Tarihi	17.01.2018

Makale ve Bildiriler	
Sabah, L., Yücedağ, İ., Yalçın, C., 2017, Earthquake Hazard Analysis for Districts of Düzce Via AHP and Fuzzy Logic Methods, <i>The Journal Of Cognitive Systems</i> , 2 (1), 43-47, ISSN 2548 – 0650.	
Yalçın, C., Sabah, L., 2017, CBS Tabanlı Bulanık Mantık Ve AHP Yöntemleri	

- Kullanılarak Çanakkale Sanayi İşletmelerinin Deprem Tehlike Analizinin Oluşturulması, *Kalkınmada Anahtar Verimlilik Dergisi*, 29, (348), 28-34, ISSN 1300-2414.
- Yalçın, C., Sabah, L., 2017, Açık Kaynak Kodlu CBS ve Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi (AHP) Kullanılarak Edirne Sanayisinin Deprem Tehlikesi Analizi, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5 (2), 524-537, e-ISSN 2148-2446.
- Yalçın, C., 2017, Tematik Coğrafi Haritalar İle Edirne'nin Sanayi ve Ar-Ge Yetenek Envanterinin Oluşturulması, *Verimlilik Dergisi*, 2017/2, 121-133, ISSN 1013-1388.
- Yalçın, C., Sabah, L., 2016, İl Geneline Mobil Uygulamalar İle Oluşturulan Sanayi Envanterinin Analiz Çalışmalarında Açık Kaynak Kodlu Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanımı: Kırklareli Örneği, *Kalkınmada Anahtar Verimlilik Dergisi*, 28 (336), 39-42, ISSN 1300-2414.
- Yalçın, C., 2016, Edirne Sanayisinin Bölgenin Jeolojik Yapısı ile İlişkilendirilmesi, *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4 (7), 21-30, ISSN:2148-2683.
- Kop, A., Ezer, M., Bodur, M.N., Darbaş, G., Inan, S., Ergintav, S., Seyis, C., Yalçın, C., 2013, Geochemical Monitoring Along the Türkoğlu (Kahramanmaraş)-Gölbaşı (Adıyaman) Segments of the East Anatolian Fault System, *Arabian Journal for Science and Engineering*, doi: 10.1007/s13369-013-0912-7.
- Yalçın, C., Yıldırım D.K., Kumral, M., Döner, Z., Aydoğan, M.S., Budakoğlu, M., 2017, The Bekirli metamorphic rocks-hosted stratiform Cu-Zn mineralization in the Kömürlükdere area, eastern Pontides, Turkey, *Society of Economic Geologists (SEG 2017 Conference)*, 101, 17-20 September, Beijing, China.
- Kaya M., Kumral, M., Yalçın, C., Haniççi, N., Tanç., B., 2017, Geochemical properties of high magnetism basalts of Saraycık formation, Kargı-Çorum, Turkey, *Geological Society of America (GSA 2017)*, Vol. 49, No. 6 doi: 10.1130/abs/2017AM-301153, 22-25 October 2017, Seattle, Washington, USA.
- Yalçın, C., Haniççi, N., Kumral, M., Tanç, B., Kaya M., 2017, Preliminary Findings on Formation of the Gökçedogan Region Cu-Zn Metal Mineralization, Kargı-Çorum, Turkey, *Geological Society of America (GSA 2017)*, Vol. 49, No. 6 doi: 10.1130/abs/2017AM-301166, 22-25 October 2017, Seattle, Washington, USA.
- Yalçın, C., Sabah, L., Kaya M., 2017, Earthquake Hazard Analyses of Çanakkale's Industrial firms via GIS-based Analytical Hierarchy Process, *Geological Society of America (GSA 2017)*, Vol. 49, No. 6 doi: 10.1130/abs/2017AM-301201, 22-25 October 2017, Seattle, Washington, USA.
- Yalçın, C., Sabah, L., 2017, Earthquake Hazard Analysis of Çanakkale's Industrial Enterprises Via GIS-based Fuzzy Logic Method, *International Symposium on GIS Applications in Geography and Geosciences (ISGGG)*, Abstract Book, ISBN : 978-605-4222-55-1, 26, October 18-21 2017, Çanakkale, TURKEY.
- Yalçın, C., Sabah, L., 2017, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) Kullanılarak Burdur'un Deprem Tehlike Analizinin Oluşturulması, *17. Ulusal Bölge Bilimi ve Bölge Planlama Kongresi*, Bildiri Özetleri Kitabı, 16, 12-14 Ekim 2017, Burdur.
- Yalçın, C., Sabah, L., 2017, Çanakkale Sanayi İşletmelerinin Deprem Tehlikesi Analizi, *17. Ulusal Bölge Bilimi ve Bölge Planlama Kongresi*, Bildiri Özetleri Kitabı, 7, 12-14 Ekim 2017, Burdur.
- Yalçın, C., Sabah, L., 2017, Sanayi Ve Ar-Ge Yetenek Envanteri Çalışmalarında Arayüz Yazılımı Ve Veri tabanı Tasarımı, *4. Ulusal Meslek Yüksekokulları Sosyal ve Teknik Bilimler Kongresi (MESTEK 2017)*, e-bildiri kitabı, 727-734,

- 11-13 Mayıs 2017, Burdur.
- Kumral M., Hanilçi N., Yalçın C., Aydoğan M.S., 2016, Preliminary Findings on Formation of the Gökçedogan Region Cu-Zn-Pb Base Metal Mineralization, Kargi-Çorum, Turkey, *Tethyan Tectonics and Metallogeny*, vol.1, no.1, pp.1-1, 23-28 Ekim, İzmir, Türkiye.
- Yalçın, C., Sabah, L., 2016, The Use of Open Source Coded Geographic Information Systems on Analysis Studies of Relationship between Seismicity and Industry: Case of Edirne – Turkey, *4th International Geography Symposium*, Book of Proceedings, 699-712, ISBN 978-605-66576-1-0, 23-26 May 2016, Kemer, Antalya, TURKEY.
- Yalçın, C., Sabah, L., 2016, Introducing the Risk Analysis of Çanakkale Industry with the Thematic Maps According to Earthquake Data, *4th International Geography Symposium*, Book of Proceedings, 713-729, ISBN 978-605-66576-1-0, 23-26 May, 2016, Kemer, Antalya, TURKEY.
- Yalçın, C., Hanilçi, N., Kumral, M., Abdelnasser A., 2016, Geology of the Göçükdibi Cu-Pb-Zn Mineralization, Gökçedoğan, Çorum (Turkey): Preliminary Findings on Its Formation, *EGU 2016*, Geophysical Research Abstracts 18-13301, Vienna, Austria.
- Gümüş, L., Öztürk, S., Yalçın, C., Abdelnasser A., Hanilçi, N., Kumral, M., 2016, Alteration geochemistry of the volcanic-hosted Dedeninyurdu, Yergen and Fındıklıyar Fe-Cu mineralization at Gökçedoğan, Çorum-Kargi region, Turkey, *EGU 2016*, Geophysical Research Abstracts, 18-13564-1, Vienna, Austria.
- Öztürk, S., Gümüş, L., Abdelnasser A., Yalçın, C., Kumral, M., Hanilçi, N., 2016, Alteration geochemistry of the volcanic-hosted Dedeninyurdu, Yergen and Fındıklıyar Cu-Fe mineralization, Northern part of Gökçedoğan Village, Çorum-Kargi Region, Turkey: Implications for the rare earth elements, geochemical characteristics, *EGU 2016*, Geophysical Research Abstracts, 18-13540, Vienna, Austria.
- Kumral, M., Hanilçi, N., Yalçın, C., Kaya, M., Budakoğlu, M., 2015, Structural Controls On Volcanic-Hosted Cu-Mineralization: A Case Study From Yergen And Dedeninyurdu, Çorum, Turkey, *GSA Annual Meeting in Baltimore*, 206-20, Maryland, USA.
- Kaya, M., Kumral, M., Hanilçi, N., Aydoğan, M.S., Yalçın, C., Abdelnasser A., 2015, Characteristics of Ophiolite-Hosted Massive Sulfide Deposits: A Case Study From Çorum-Kargi Region (North Gökçedoğan Village), *12th International Congress for Applied Mineralogy (ICAM)*, 38, 10-12 August, İstanbul, Turkey.
- Samast, H., Kumral, M., Hanilçi, N., Yalçın, C., Abdelnasser A., Budakoğlu, M., 2015, Investigation of the nature of volcanogenic massive sulfide (VMS) deposits at the north of Gökçedoğan, Çorum-Kargi region, *12th International Congress for Applied Mineralogy (ICAM)*, 53, 10-12 August, İstanbul, Turkey.
- Yalçın, C., Bişar, E., Yalçın S., Sabah, L., 2015, Tematik Coğrafi Haritaların Verimlilik Açısından Değerlendirilmesi, *5. Ulusal Verimlilik Kongresi*, Bildiriler Kitabı, 217, 6-7 Ekim 2015, Ankara.
- Sabah, L., Keser, K., Bişar, E., Yalçın, C., 2015, İl Geneline Mobil Uygulamalar İle Oluşturulan Sanayi Ve Ar-Ge Envanterinin Analiz Çalışmalarında Açık Kaynak Kodlu Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Kullanımı: Edirne Örneği, *VIII. TUFUAB Teknik Sempozyumu*, Bildiri Kitabı, 66, Haziran 2015, Konya.