

KARGI OFİYOLİTİK MELANJİ İÇERİSİNDEKİ FAY ZONLARINDA GÖZLENEN DAMAR TİPİ $Cu \pm Zn$ CEVHERLEŞMELERİNİN JEOLOJİSİ VE OLUŞUMU

Mustafa KAYA¹ (ORCID: 0000-0003-0694-9754)
Cihan YALÇIN² (ORCID: 0000-0002-0510-2992)*
Mustafa KUMRAL¹ (ORCID: 0000-0001-7827-8721)

¹*Istanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye*

²*Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Burdur İl Müdürlüğü, Burdur, Türkiye*

Geliş / Received: 04.04.2018
Kabul / Accepted: 30.04.2018

ÖZ

Orta Pontidlerde yer alan Kargı (Çorum) doğusu ve civarında farklı kökenli litostratigrafik birimler yer almaktadır. Bölgenin temelini metamorfik kayalar ile temsil olunan Bekirli formasyonu oluşturmaktadır. Bu temel üzerine Tetis okyanusunun kapanması sonucunda ofiyolitik birimler bindirme ile gelmektedir. Yığılım Kompleksi olarak da adlandırılan bu alanda ofiyolitik birimler yanal düşey geçişli olarak bulunmaktadır. Kargı Ofiyolitik Melanjına ait metadiyabaz ve metabazaltların içerisinde gelişmiş fay zonlarında damar tipi $Cu \pm Zn$ cevherleşmeleri gözlenmektedir. Hidrotermal alterasyonun da görüldüğü cevher zonlarında parajenezde kalkopirit, sfalerit, pirrotin ve pirit mineralleri yer almaktadır. Saçınımlı ve sıvama şeklinde gözlenen cevher damarlarının kalınlığı 5-50 cm arasında değişmektedir. Jeokimyasal analizlerde Cu maksimum 1162 ppm'e ve Zn ise maksimum 1753 ppm'e kadar ulaşmaktadır. Pirit ve kalkopirit örneklerinin ³⁴S izotop analizleri % 2,70-7,02 aralığında olup sülfürün magmatik kökene işaret ettiğini göstermektedir. Sıvı kapanımı çalışmalarında % NaCl tuzluluk eşdeğerleri 4,96-18,22 arasında, homojenleşme sıcaklıkları (Th, °C) ise 113-233 °C arasında değişmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda Kargı Ofiyolitik Melanji içerisinde gözlenen cevherleşmelerin faylanma ile ilişkili damar tipi hidrotermal bir yatağı karakterize ettiği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Yığılım kompleksi, Kargı Ofiyolitik Melanji, damar tipi hidrotermal $Cu \pm Zn$ cevherleşmeleri, orta pontidler, Kargı (Çorum)

GEOLOGY AND FORMATION OF VEIN TYPE $Cu \pm Zn$ MINERALIZATIONS WHICH OBSERVED IN FAULT ZONES IN THE KARGI OPHIOLITIC MELANGE

ABSTRACT

The lithostratigraphic units of different origin are located to the east of and around of Kargı (Corum) in the Central Pontides. The Bekirli formation, which is represented by metamorphic rocks, forms the basis of the region. On this basis, ophiolitic units come to overthrust as a result of the closure of the Tethys ocean. In this area, which is also known as the Accretionary Complex, the ophiolitic units are transitively designated as lateral and vertical units. Vein-type $Cu \pm Zn$ mineralizations are observed in fault zones, which developed within metadiabase and metabasalt belonging to Kargı Ophiolitic Melange. The paragenesis includes chalcopyrite, sphalerite, pyrrhotite, and pyrite minerals, where hydrothermal alteration is also observed in the ore zones. The thickness of the ore veins, which are observed as scattered and plastered, varies between 5 and 50 cm. In the geochemical analysis, Cu reached a maximum of 1162 ppm, and Zn reached a maximum of 1753 ppm. The ³⁴S

*Corresponding author / Sorumlu yazar. Tel.: +90 535 773 05 73 ; e-posta: cihanyalcinjeo@gmail.com

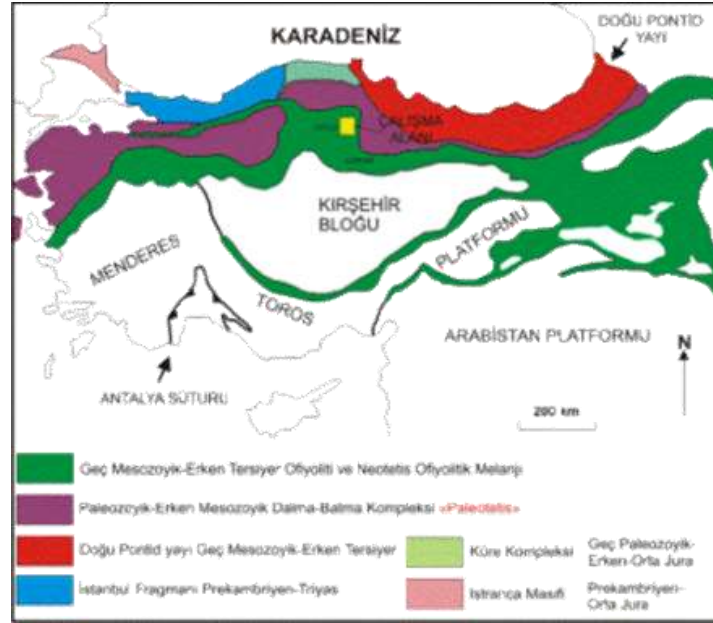
M. KAYA, C. YALÇIN, M. KUMRAL

isotope analyzes of pyrite and chalcopyrite specimens are in the range of 2.70–7.02 ‰, indicating that the sulfide indicates a magmatic root. In liquid inclusion studies, percent NaCl salinity equivalents ranged from 4.96 to 18.22 and homogenization temperatures (Th, °C) ranged from 113 to 233 °C. Based on our findings, it was determined that mineralizations observed in the Kargı Ophiolitic Melange cause a vein type hydrothermal bed that is associated with faulting.

Keywords: Accretionary complex, Kargı Ophiolitic Melange, vein type hydrothermal Cu±Zn mineralizations, central pontides, Kargı (Corum).

1. GİRİŞ

Çorum İlinin kuzeyinde yer alan Kargı ilçesinin doğusu Orta Pontidlerde Şengör ve diğ. [1] tarafından tanımlanan Rodop-Pontid levhasında yer almaktadır (Şekil 1). Bu alanda Alt Mesozoyik'te yok olan Paleotetis ofiyoliti ile Üst Mesozoyik'te tüketilmeye başlayan Neotetis ofiyolitinin olduğu belirtilmiştir [2]. Orta Pontidlerde Paleotetis ve Neotetis okyanuslarının kapanması ile oluşan 'sütur zonları' boyunca farklı kökenli litostratigrafik birimlerin yan yana geldiği ve bu sebeple geniş alanlarda yüzlek veren metamorfik kayaç grupları (Jura öncesi) ile ofiyolitik kayaç gruplarının bir yitim-yığışım kompleksinin ürünleri olduğu ifade edilmiştir [3-9].



Şekil 1. İnceleme alanının konumu (Şengör ve diğ. [1]'den değiştirilerek alınmıştır)

Pontid kuşağı boyunca ise çeşitli volkanojenik masif sülfid (VMS) yataklarının geliştiği ve bu yataklardan Murgul Cu-Zn (Artvin), Çayeli Cu-Zn (Rize), Lahanos Cu-Zn (Giresun) ve Kutlular Cu-Zn yatakları (Trabzon) Kuroko tipi yatak sınıfında [10-12], Küre Cu yatağı (Kastamonu) ise Kıbrıs tipi [13,14] veya Besshi tipi [15] yatak sınıfında ve Kargı doğusunda Kömürlükdere ve Göçükdibi bölgelerinde metamorfik kayaçlar içerisinde gözlenen stratiform Cu-Zn cevherleşmesinin Besshi tipi sınıfında olduğu belirtilmiştir [16]. Yine Yalçın [16] Kargı doğusunda gözlenen damar tipi hidrotermal Cu±Zn cevherleşmelerin yapısal kontrollü olarak geliştiğini ortaya koymuştur.

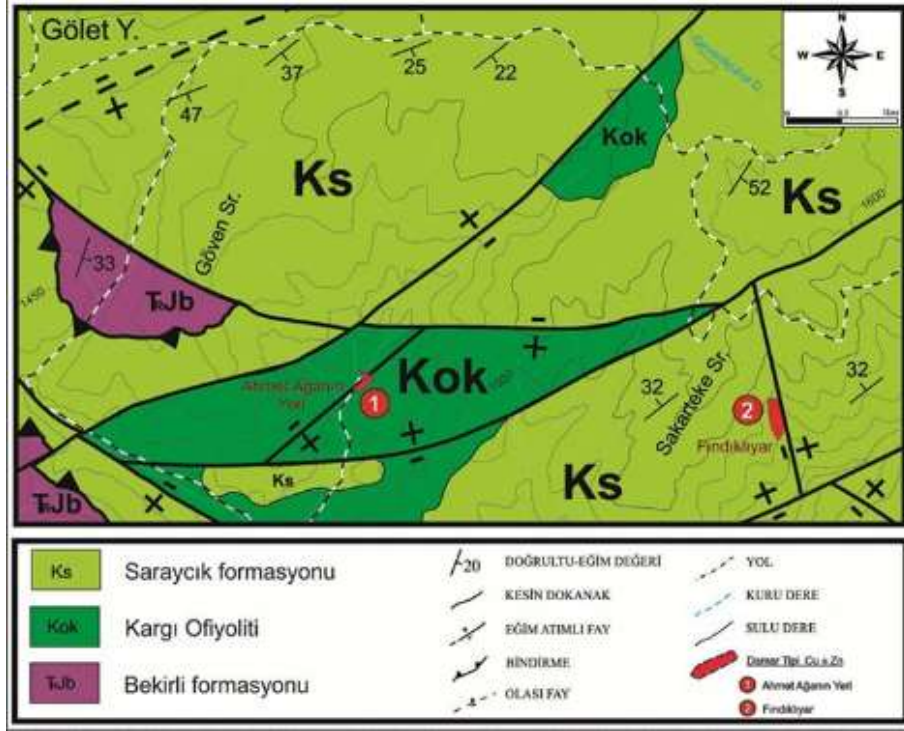
2. MATERYAL VE METOT

İnceleme alanı Kargı doğusunda Gölet yaylası ve civarını kapsamaktadır. Bu bölgede, Triyas-Alt Jura yaşlı metamorfik kayaçlar ile bu birimleri tektonik dokanak ile üzerleyen Üst Kretase yaşlı Kargı Ofiyolitik Melanjına ait birimler bulunmaktadır. Bu birimleri, bindirme dokanağı ve NW-SE uzanımlı eğim atınlı fayları NE-SW

KARGI OFİYOLİTİK MELANJİ İÇERİSİNDEKİ FAY ZONLARINDA GÖZLENEN DAMAR TİPİ CU±ZN CEVHERLEŞMELERİNİN JEOLJİSİ VE OLUŞUMU

uzanımlı eğim atımlı fay sistemleri kesmektedir (Şekil 2). Bölgede Ahmet Ağanın Yeri ve Fındıklıyar bölgelerinde gözlenen yapısal süreksizler ile ilişkili damar tipi Cu±Zn cevherleşmeleri gözlenmektedir (Şekil 2). Pontid kuşağında yer alan cevher zonlarının ülkemizde önemli bir yatak olan Küre Cu yatağına (Kastamonu) yakın olması, kökensel araştırmanın önemini artırmaktadır.

Bu sebeple cevher zonu ve civarının jeoloji haritası hazırlanmış ve cevher dokanaklarında sistematik örnekleme yapılmıştır. Genel olarak damar doğrultusuna dik olarak alınan örneklerin petrografi çalışmaları yapılmış ve örneklerin iz element değerleri İstanbul Teknik Üniversitesi Jeokimya Laboratuvarında (İTÜ-JAL) ICP-MS kullanılarak elde edilmiştir. Daha sonra ise cevher sonlarında kükürt içeren pirit ve kalkopirit örneklerinden izotop çalışması için örnekler hazırlanmıştır. Son olarak ise kırık hattında gözlenen ve cevherleşme ile ilişkili kuvars örneklerinden sıvı kapanımı amaçlı örnekler hazırlanmıştır.



Şekil 2. İnceleme alanının jeoloji haritası (Yalçın [16]'den değiştirilerek alınmıştır)

2.1. Genel Jeoloji

İnceleme alanının temelini Bekirli formasyonu oluşturmaktadır. Metamorfik kayalardan oluşan bu birim üzerine Tetis Okyanusal Kabuğuna ait Ofiyolitik birimler bindirme ile gelmektedir. Kargı Ofiyolitik Melanjı tabanda Kargı ofiyoliti ve üzerinde ise Saraycık formasyonundan oluşmaktadır (Şekil 2). Bu birimler içerisinde ise eğim atımlı normal faylar gelişmiştir.

2.1.1. Bekirli Formasyonu (TRJb)

Yılmaz ve Tüysüz [17] tarafından adlandırılan Bekirli formasyonu başlıca kuvars ve mikaca zengin metakumtaşı, kuvarssist, fillat, metabazit, mikaşist, gnays, mermer, amfibolşist ve metaçörtlerden oluşmaktadır. Göven sırtı güneyinde mostra veren bu birim Saraycık formasyonu tarafından tektonik dokanakla üzerlenmektedir. Formasyonun yaşı Sütçü ve diğ. [18] tarafından Triyas-Liyas olarak belirlenmiştir.

2.1.2. Kargı Ofiyoliti (Kok)

Genel olarak Ahmet Ağanın Yeri ve civarında yaygın olduğu gözlenen ofiyolitik birimler; genel olarak siyahımsı yeşil, yeşil renkli yağsı parlaklıkta ve kaygan yüzeyli serpantinitle gabbro, diyabaz ve

M. KAYA, C. YALÇIN, M. KUMRAL

metabazaltlardan oluşmaktadır. Birimin dokanak ilişkisi birçok alanda Saraycık formasyonu ile yer yer tektonik yer yer ise geçişlidir.

2.1.3. Saraycık Formasyonu (Ks)

Yılmaz ve Tüysüz [17] tarafından adlandırılan bu birim çalışma alanının büyük bir bölümünde gözlenmektedir. Genel olarak olarak spilitik lav, metadiyabaz, metabazalt, radyolarit, çört, çamurtaşı ve pelajik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Kargı ofiyoliti ile yanal düşey geçişli olan birim metamorfik kayalar üzerine bindirme dokanağı ile gelmektedir. Yılmaz ve Tüysüz [17] tarafından bu birimin yaşı Üst Kretase olarak belirlenmiştir.

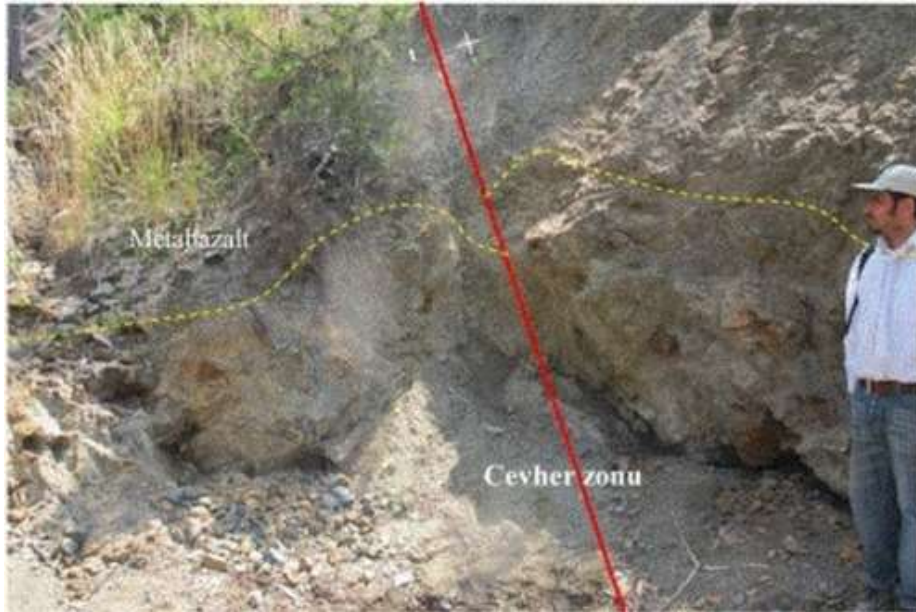
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

İnceleme alanında damar tipi Cu±Zn cevherleşmeleri Kargı Ofiyolitik Melanjı içerisinde gelişmiştir. Ofiyolitik melanj içerisinde yer alan volkanik kayalar içerisinde meydana gelen fay zonları boyunca Ahmet Ağanın Yeri ve Fındıklıyar Cu±Zn cevherleşmeleri meydana gelmiştir. Cevherleşmelerin belli bir yapısal hat üzerinde gelişmesi bu cevherleşmelerin yapısal kontrollü olduğu göstermektedir.

3.1. Ahmet Ağanın Yeri Cevherleşmesi

Ahmet Ağanın Yeri Cu±Zn Cevherleşmesi Göven sırtı güneydoğusunda Kargı ofiyoliti içerisinde yer almaktadır (Şekil 2). Cevherleşme bölgesinde Kargı ofiyolitine ait serpantin ve metabazaltlar yer almaktadır. Cevherleşme metabazalt ve bu birimi kesen fayla ilişkilidir (Şekil 3). Cevher zonu yaklaşık 5 m uzunluğunda ve 2-3 m genişliğinde olup cevher damarının kalınlığı ise 5 cm-50 cm aralığında değişmektedir. Cevherleşmenin doğrultusu, eğimi ve eğim yönü N10E, 45°SE şeklindedir. Cevher zonuna ait el örneğinde başlıca saçınımlı ve bazen sıvama şeklinde kalkopirit, pirit ve pirrotin bulunmaktadır (Şekil 4).

Cevher zonu boyunca gözlenen Kargı ofiyolitine ait metabazaltların polarizan mikroskop incelemesinde kayada yaygın olarak porfirik doku gözlenmektedir. Kayada başlıca piroksen mineralleri, opak mineraller, kaolinit, tremolit, klorit, limonit ve plajyoklas görülmektedir. Hidrotermal alterasyon sonucunda feldispat mineralleri serisite dönüşmüştür. Kayada kloritleşme ve kaolenleşme ile süperjen alterasyon sonucunda limonitleşme görülmektedir (Şekil 5). Pirit, serisit ve kaolenin yaygın olarak gözlenmesi hidrotermal alterasyonun fillik alterasyon olduğunu göstermektedir.



Şekil 3. Ahmet Ağanın Yeri Cu±Zn cevherleşmesinin genel görünümü (Güneybatıdan Kuzeydoğuya Bakış)

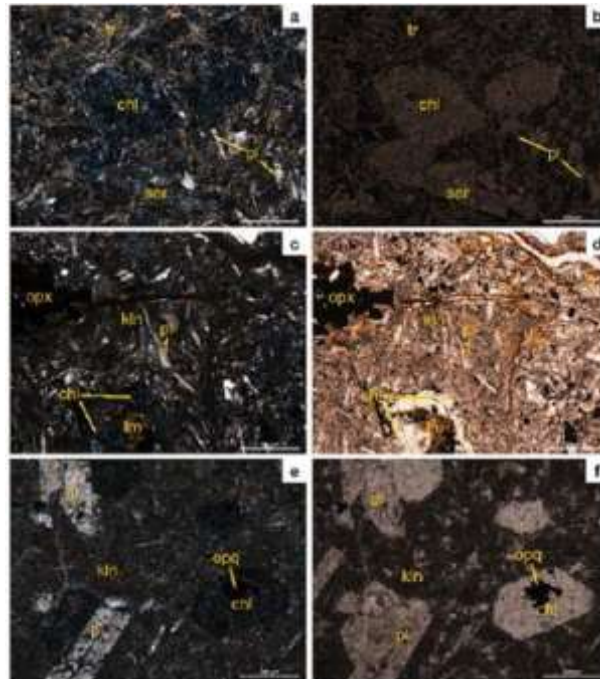
KARGI OFİYOLİTİK MELANJİ İÇERİSİNDEKİ FAY ZONLARINDA GÖZLENEN DAMAR TİPİ CU±ZN CEVHERLEŞMELERİNİN JEOLJİSİ VE OLUŞUMU



Şekil 4. Ahmet Ağanın Yeri Cu±Zn cevherleşmesine ait el örneğinin görünümü, (py) pirit, (Po) pirrotin, (Ccp) kalkopirit. Yan kayaç: Metabazalt

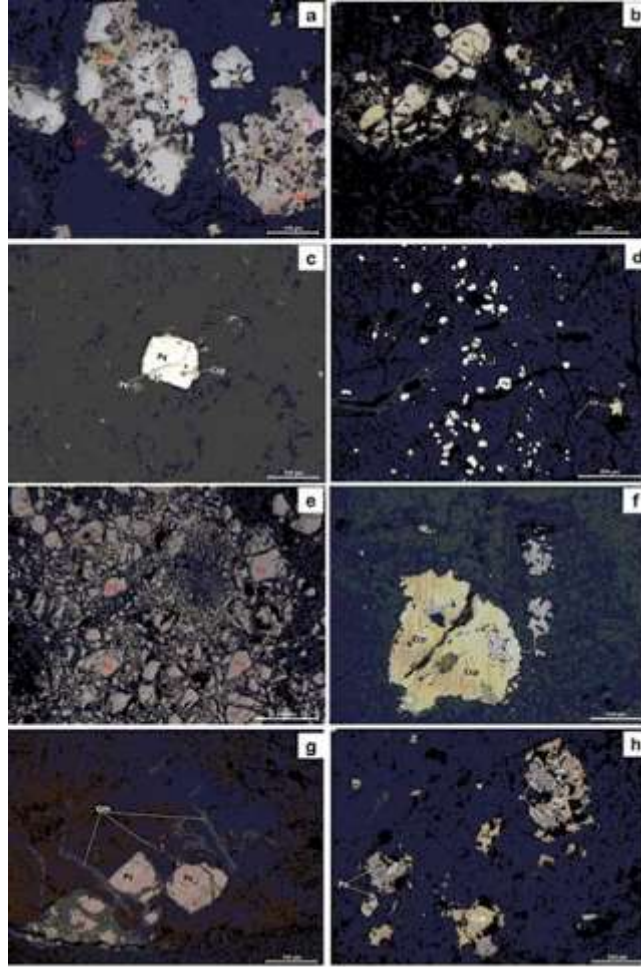
Cevher mikroskobisi çalışmalarında başlıca pirit, kalkopirit, pirrotin, sfalerit, götit ve oksidasyon sonucu götitleden markazit mineralleri bulunmaktadır. Pirit ve kalkopirit mineralleri pirrotin tarafından ornatılmıştır. Silikatlı matriks ve kalkopirit (ccp) minerali içerisinde pirrotin (Po) mineralleri gelişmiştir. Tektonizmadan etkilenen alanlarda kataklazma sonucunda breşik dokuların da geliştiği görülmektedir. Oksidasyon sonucunda yarı özşekilli pirit (Py) minerallerinin bozularak götit (Gth) mineraline dönüşmüştür. Bazı kırık ve çatlaklar götit minerali ile doldurulmuştur (Şekil 6).

Cevher zonunda EW ve N10E doğrultulu örnekleme gerçekleştirilmiştir (Şekil 7). Örneklemlerin bazı iz element (ppm) değerleri Tablo 1’de verilmiştir. Cu değeri maksimum 1.092 ppm’e ulaşırken Zn değeri ise 1.753 ppm’e kadar ulaşmaktadır.



Şekil 5. Ahmet Ağanın Yeri Cu±Zn cevherleşmesine ait porfiri metabazaltların polarizan mikroskop görüntüleri, (chl) klorit, (kln) kaolen, (lm) limonit, (opq) opak mineral, (opx) ortopiroksen, (pl) plajiolklas, (ser) serisit, (tr) tremolit

M. KAYA, C. YALÇIN, M. KUMRAL



Şekil 6. Ahmet Ağanın Yeri cevherleşmesine ait cevher mikroskobisi görüntüleri, (cp) kalkopirit, (po) pirrotin, (sph) sfalerit, (Gth) götit, (py) pirit



Şekil 7. Ahmet Ağanın Yeri cevherleşmesine ait N10E ve EW doğrultulu örnekleme zonunun görünümü ve örnek noktaları (Güneydoğudan Kuzeybatıya Bakış)

KARGI OFİYOLİTİK MELANJİ İÇERİSİNDEKİ FAY ZONLARINDA GÖZLENEN DAMAR TİPİ CU±ZN CEVHERLEŞMELERİNİN JEOLJİSİ VE OLUŞUMU

Tablo 1. Ahmet Ağanın Yeri cevherleşmesinden derlenen örneklerin bazı iz element (ppm) analizleri

Numune adı	KGD	KGD	KGD	KGD	KGD	KGD	KGD	KGD	KGD	KGD	KGD	KGD	KGD	KGD	KGD	KGD
İz Element	51	52	53	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
Co	36,06	38,93	40,82	42,35	37,13	35,87	47,03	40,39	33,68	37,72	34,46	55,35	59,20	46,33	32,62	45,95
Ni	222,27	114,12	177,19	113,27	82,65	111,79	180,53	138,02	84,72	106,62	138,35	128,54	127,55	246,61	0,00	214,38
Cu	59,59	72,52	64,32	600,52	54,61	191,26	200,89	56,18	122,18	1092,0	114,50	33,77	729,34	198,33	201,98	84,91
Zn	79,23	63,68	82,36	1753,5	126,74	118,93	549,34	156,08	122,99	153,08	95,44	265,46	169,09	144,05	150,80	109,64
As	16,58	18,22	16,80	15,66	12,95	16,48	33,40	16,26	10,67	13,14	14,58	30,34	11,81	33,18	28,84	32,63
Rb	3,98	5,70	3,83	5,32	6,38	8,13	9,19	15,07	2,51	5,61	10,09	7,27	2,35	8,30	5,14	16,44
Sr	239,45	562,18	393,99	387,38	422,02	343,37	605,90	258,73	119,15	196,17	565,49	485,77	122,58	166,50	297,32	288,75
Ag	3,30	2,46	2,66	2,90	2,18	1,47	2,45	1,83	1,24	2,16	1,57	1,37	1,76	1,17	1,35	0,74
Ba	48,85	29,87	15,50	39,72	49,25	95,10	103,24	39,90	16,81	13,84	168,71	175,86	12,20	24,52	20,29	60,41
Tl	0,02	0,04	0,00	0,06	0,00	0,02	0,06	0,03	0,06	0,00	0,00	0,14	0,07	0,12	0,00	0,07
Pb	7,59	5,52	6,16	9,64	9,11	8,00	22,16	6,49	10,59	6,33	7,04	47,78	7,90	4,85	4,13	5,10

3.2. Fındıklıyar Cevherleşmesi

Fındıklıyar Cu±Zn Cevherleşmesi Sakarteke sırtının yaklaşık olarak 500 metre doğusunda Saraycık formasyonu içerisinde yer almaktadır (Şekil 2). 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 8). NS doğrultulu ve 50°E eğimli cevher damarının kalınlığı ise 10 cm- 30 cm aralığında değişmektedir. Cevher zonunda kalkopirit, pirit, sfalerit ve götüt saçınımlı halde izlenmektedir.

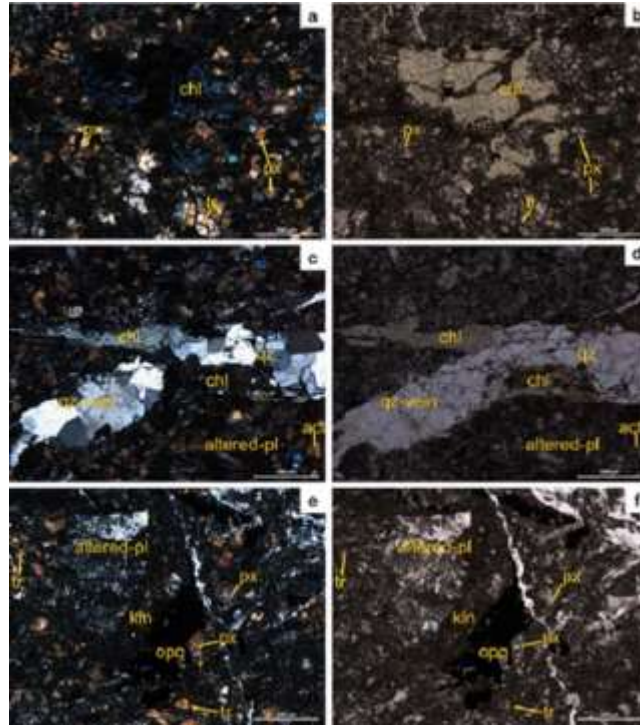


Şekil 8. Fındıklıyar Cu±Zn cevherleşmesinin genel görünümü (Güneydoğudan Kuzeybatıya Bakış)

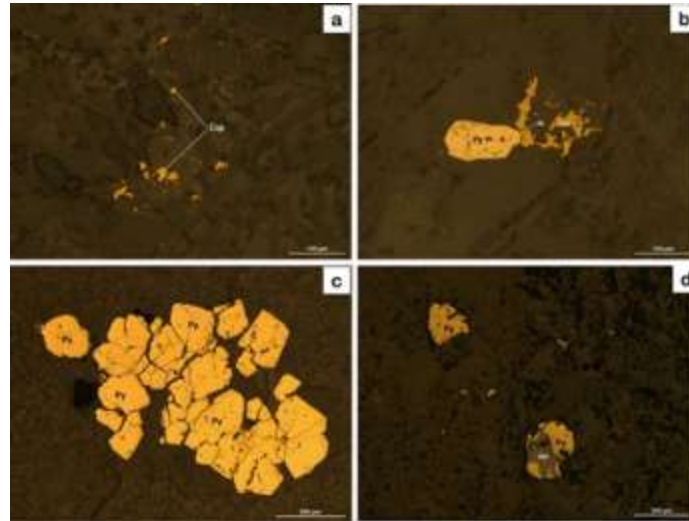
Cevher zonu boyunca gözlenen Saraycık formasyonuna ait metadiyabazların polarizan mikroskop incelemesinde kayacın porfirik dokulu olduğu ve başlıca aktinolit, altere plajyoklas, klorit, kaolinit, opak mineral, piroksen ve kuvars minerallerinin olduğu görülmektedir. Kayaçta meydana gelen alterasyon sonucunda kaolen, altere plajyoklas ve klorit ile birlikte kırık ve çatlaklarda ikincil kuvars mineralleri bulunmaktadır (Şekil 9). Pirit, serisit ve kaolenin yaygın olarak görülmesi alterasyonun fillik alterasyon olduğunu göstermektedir.

Cevher mikroskobisi çalışmalarında başlıca saçınımlı kalkopirit mineralleri ile birlikte pirit, götüt ve sfalerit mineralleri görülmektedir. Genel olarak saçınımlı gözlenen kalkopiritler içerisinde sfalerit kapanımları yer yer gözlenmektedir. Pirit mineralinin bozuşmasından kaynaklanan çözünme boşlukları ve oksidasyon sonucunda ise pirit mineralinin bozularak götüt mineraline dönüştüğü belirlenmiştir. (Şekil 10).

M. KAYA, C. YALÇIN, M. KUMRAL



Şekil 9. 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 plajiolklas, (chl) klorit, (kln) kaolen, (opq) opak mineral, (px) piroksen, (tr) tremolit, (qz) kuvars, (qz-vein) kuvars damarı



Şekil 10. Fındıklıyar cevherleşmesine ait cevher mikroskopisi görüntüleri, (ccp) kalkopirit, (Gth) götit, (py) pirit

Jeolojik yapı göz önünde bulundurularak cevher zonunda EW doğrultulu örnekleme gerçekleştirilmiştir (Şekil 11). Derlenen örneklerin iz element içerikleri İTÜ-JAL laboratuvarında ICP-MS kullanılarak elde edilmiştir. Örnekleme bazılarının bazı iz element (ppm) değerleri Tablo 2’de verilmiştir. Cu değeri maksimum 1.162 ppm’e ulaşırken Zn değeri ise 1.472 ppm’e kadar ulaşmaktadır.

KARGI OFİYOLİTİK MELANJİ İÇERİSİNDEKİ FAY ZONLARINDA GÖZLENEN DAMAR TİPİ CU±ZN CEVHERLEŞMELERİNİN JEOLojİSİ VE OLUŞUMU



Şekil 11. Fındıklıyar cevherleşmesine ait EW (Doğu-Batı) doğrultulu örnekleme zonunun görünümü ve örnek noktaları (Güneydoğudan Kuzeybatıya Bakış)

Tablo 2. Fındıklıyar cevherleşmesinden derlenen örneklerin bazı iz element (ppm) analizleri

Numune adı	KGD 190	KGD 191	KGD 192	KGD 193	KGD 194	KGD 195
İz Elementler						
Co	71,64	76,71	81,23	690,30	58,43	74,91
Ni	122,72	84,47	155,62	1162,47	75,04	122,31
Cu	131,00	120,90	146,85	1162,47	114,39	121,50
Zn	182,86	161,18	130,64	1472,52	232,33	186,71
As	68,69	67,09	69,69	514,34	51,67	65,77
Rb	3,28	1,86	4,58	35,49	3,22	4,48
Sr	74,49	124,20	84,98	714,98	90,45	105,77
Ag	0,90	1,40	0,95	22,28	1,08	0,71
Cd	0,36	0,33	0,17	1,85	0,55	0,34
Ba	31,48	32,09	186,52	328,82	37,89	34,38
Tl	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01
Pb	8,60	9,76	4,75	40,69	10,20	10,04

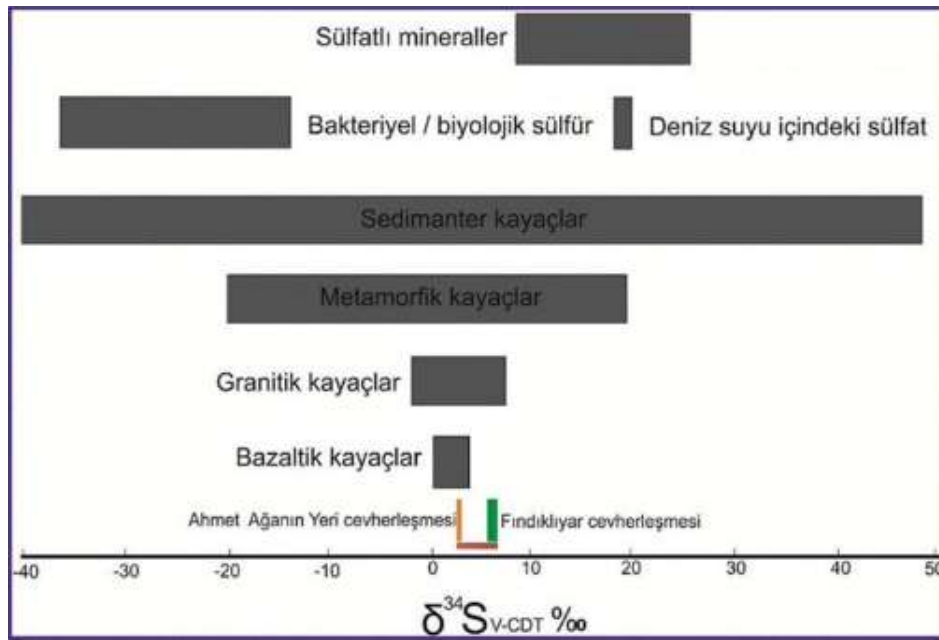
4. İZOTOP JEOKİMYASI

Cevher zonlarında parajenezde bulunan sülfürlü minerallerden (pirit ve kalkopirit) 34S izotop analizleri gerçekleştirilmiştir (Tablo 3). Her iki cevher zonundan derlenen 4 örneğin izotop analizi İngiltere’de ISO-Analytical Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Yapılan analiz sonucunda Fındıklıyar ve Ahmet Ağanın Yeri Cu±Zn cevherleşmelerine ait pirit ve kalkopirit örneklerinin 834S değerlerinin ‰ 2,70-7,02 arasında olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3. Fındıklıyar cevherleşmesinden derlenen örneklerin bazı element (ppm) analizleri

Örnek Numarası	Cevherleşme	Mineral	$\delta^{34}\text{S}_{\text{V-CDT}}$
			(‰)
K7	Fındıklı yar	Pirit (FeS_2)	5,52
K8	Fındıklı yar	Pirit (FeS_2)	7,02
K9	Ahmet Ağanın Yeri	Pirit (FeS_2)	2,77
K10	Ahmet Ağanın Yeri	Kalkopirit (CuFeS_2)	2,70

Bu sonuçlara göre cevherleşmede kükürtün magmatik kökene işaret ettiği ve yüksek değerlerin ise olasılıkla magmatik kaynak ile kıtasal kaynağın karıştığına işaret ettiği görülmektedir (Şekil 12).



Şekil 12. Cevher zonlarından derlenen sülfürlü minerallerin farklı jeolojik ortam ve kayaç türlerinin $\delta^{34}\text{S}$ (‰) izotop bileşimindeki değişimlerini gösteren diyagramdaki [19] konumları.

5. SIVI KAPANIMI

İnceleme alanında cevherleşmelerde etkili olan çözeltilerin kökensel araştırmaları için sıvı kapanımı çalışması yapılmıştır. Cevher damarı ile ilişkili 10 adet kuvars mineralinde tespit edilen sıvı kapanımların Roedder [20] ile Van den Kerkhof ve Hein [21] tarafından belirtilen kriterler göz önüne alınarak petrografisi yapılmıştır. Genel olarak sıvı-gaz içeren (LV Tipi) kapanımlardan İstanbul Teknik Üniversitesi Cevher Mikroskopisi Laboratuvarında mikrotermometrik ölçümler gerçekleştirilmiştir. Her bir kapanım için elde edilen ergime sıcaklıkları Bodnar [22]'ün eşitliğinden yararlanılarak kapanıma ait % NaCl tuzluluk eşdeğerleri hesaplanmıştır. Mikrotermometrik veriler ve % NaCl tuzluluk eşdeğeri Tablo 4'de verilmiştir.

Yapılan ölçümlerde T_e °C değerleri -40,5 ile -79, T_m ice değerleri -3 ile -0,7 °C arasında, % NaCl tuzluluk eşdeğerleri 4,96-18,22, homojenleşme sıcaklıkları (T_h , °C) ise 113-233,1 °C arasındadır.

Homojenleşme Sıcaklığı (T_h) ve Tuzluluk (%NaCl Eşdeğeri) değerleri beraber değerlendirildiğinde her iki cevher zonu benzer dağılım göstermektedir (Şekil 13).

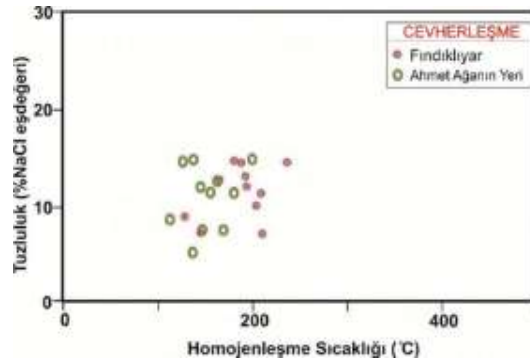
KARGI OFİYOLİTİK MELANJİ İÇERİSİNDEKİ FAY ZONLARINDA GÖZLENEN DAMAR TİPİ CU±ZN CEVHERLEŞMELERİNİN JEOLJİSİ VE OLUŞUMU

Tablo 4. Cevherleşmelere ait sıvı kapanımların mikrotermometrik özellikleri

Cevherleşme	Örnek No	Ötektik Sıcaklık (Te°C)	Son Buz Ergime Sıcaklığı (Tm-ice°C)	Homojenleşme Sıcaklığı (Th°C)	%NaCl Tuzluluk
Ahmet Ağanın Yeri	284	-56,9	-7,8	156,8	11,46
	284	-69,4	-4,6	149,2	7,31
	284	-80	-10,8	201,8	14,77
	284	-68,1	-3	137,8	4,96
	284	-79	-4,7	170,7	7,45
	284	-76	-8,6	164,4	12,39
	284	-77,1	-7,6	182,8	11,22
	284	-72,7	-8	147,3	11,70
	284	-67,3	-10,6	127,9	14,57
	284	-70,5	-10,7	138,6	14,67
	284	-61,2	-5,4	113	8,41
	284	-74,6	-14,5	180	18,22
	284	-57,2	-10,3	160,2	14,25
Fındıklıyar	904	-40,5	-4,4	142,2	7,02
	904	-59,4	-8	190,1	11,70
	904	-62,2	-10,2	233,1	14,15
	904	-63,5	-10,3	178	14,25
	904	-63,5	-5,6	126,4	8,68
	904	-62,5	-8,6	162,1	12,39
	904	-75,4	-8,9	189	12,73
	904	-77,4	-10,2	183	14,15
	904	-71,3	-4,3	206,9	6,88
	904	-70,6	-7,4	205,4	10,98
	904	-74,3	-6,4	200	9,73

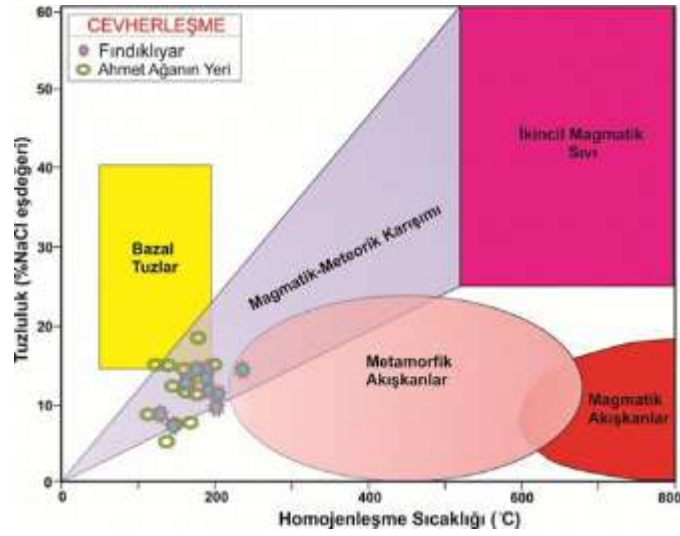
Bodnar [23] tarafından hazırlanan farklı kökene sahip akışkanlar için ortalama sıcaklık-tuzluluk dağılımlarının gösterildiği diyagramda cevher zonlarının Magmatik-Meteorik karışımı alanında kümelenildiği görülmektedir (Şekil 14).

Dünyadaki çeşitli yataklarda elde edilen Homojenleşme Sıcaklığı-Tuzluluk değerlerine [24] göre ise cevherleşmeler Epitermal alanlarında yoğunlaşmaktadır (Şekil 15).

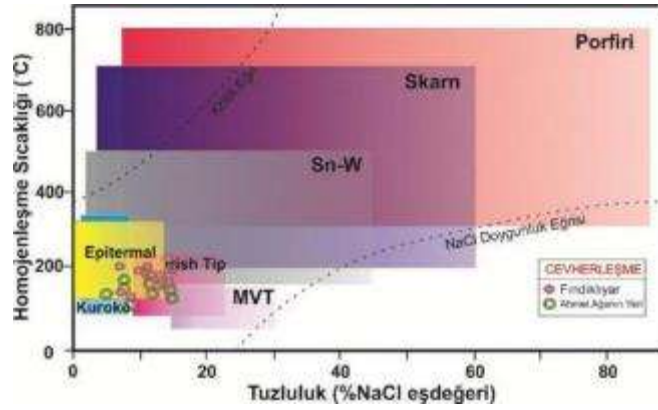


Şekil 13. Cevher zonlarına ait Homojenleşme Sıcaklığı-Tuzluluk diyagramı

M. KAYA, C. YALÇIN, M. KUMRAL



Şekil 14. Cevher zonlarında tespit edilen Homojenleşme Sıcaklığı-Tuzluluk değerlerinin farklı kökene sahip akışkanlar için gösterilen diyagramdaki [23] dağılımı



Şekil 15. Cevher zonlarında tespit edilen Homojenleşme Sıcaklığı-Tuzluluk değerlerinin dünyadaki çeşitli yataklarla karşılaştırılması [24]

6. SONUÇLAR

Küre Cu yatağına yakın bir alanda olması sebebiyle önemli bir alan olan inceleme alanında farklı kökenli litostratigrafik birimler bulunmaktadır. Metamorfik temel üzerinde tektonik dokanakla yer alan Kargı Ofiyolitik Melanjı içerisinde farklı alanlarda gözlenen cevherleşmeler ayrıntılı olarak incelenmiştir. Yapılan saha ve laboratuvar çalışmaları sonucunda cevherleşmede yapısal kontrolün etkili olduğu ve bu süreksizliklerde damar tipi hidrotermal Cu±Zn cevherleşmelerinin meydana geldiği belirlenmiştir. Yapılan jeokimyasal analizler sonucunda bölgede önemli derecede zenginleşmenin olmadığı, Cu'nun maksimum 1162 ppm'e ve Zn'nin ise maksimum 1753 ppm'e kadar ulaştığı, 34S izotop analizleri sonucunda sülfürün magmatik kökene işaret ettiği, sıvı kapanımı çalışmalarında homojenleşme sıcaklıklarının (Th, °C) 113-233 °C arasında değiştiği, petrografi çalışmalarında alterasyon türünün fillik alterasyon olması ve yapısal unsurların bulunması sebebiyle Kargı Ofiyolitik Melanjı içerisinde gözlenen cevherleşmelerin faylanma ile ilişkili damar tipi hidrotermal bir yatağı karakterize ettiği belirlenmiştir.

KARGI OFİYOLİTİK MELANJİ İÇERİSİNDEKİ FAY ZONLARINDA GÖZLENEN DAMAR TİPİ CU±ZN CEVHERLEŞMELERİNİN JEOLJİSİ VE OLUŞUMU**TEŞEKKÜR**

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

KAYNAKLAR

- [1] ŞENGÖR, A.M.C., YILMAZ, Y., KETİN, İ., “Remnants of a Pre-late Jurassic Ocean in Northern Turkey, Fragments of Permian-Triassic Paleo-Tethys? Reply”, *Geol. Soc. America Bull.*, 93, 932-936, 1982.
- [2] TÜYSÜZ, O., “Kargı Masifi ve Dolayındaki Tektonik Birliklerin Ayrıldı ve Araştırılması (Petrolojik İnceleme)” İstanbul Üniversitesi Matb., İstanbul, Türkiye, 1985.
- [3] ROBERTSON, A.H.F., “Overview of The Genesis and Emplacement of Mesozoic Ophiolites in the Eastern Mediterranean Tethyan Region”, *Lithos*, 65, 1-67, 2002.
- [4] ROBERTSON, A.H.F., “Development of Concepts Concerning the Genesis and Emplacement of Tethyan Ophiolites in the Eastern Mediterranean and Oman Regions”, *Earth-Science Reviews*, 66, 331-387, 2004.
- [5] ROBERTSON A.H.F., USTAÖMER T., PARLAK O., ÜNLÜGENÇ Ü.C., TASLI K., İNAN N., “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, 2006.
- [6] OKAY, A.I., ŞATIR, M., SIEBEL, W., “Pre-Alpide Palaeozoic and Mesozoic Orogenic Events in the Eastern Mediterranean Region”, *Geological Society London, Memoirs*, 32, 389-405, 2006.
- [7] OKAY, A. İ., SUNAL, G., SHERLOCK, S., ALTINER, D., TUYSUZ, O., KYLANDER-CLARK, A. R., and AYGÜL, M., “Early Cretaceous Sedimentation and Orogeny on the Active Margin of Eurasia: Southern Central Pontides, Turkey”, *Tectonics*, 32 (5), 1247-1271, 2013.
- [8] PARLAK O., RIZAOĞLU T., BAĞCI U., KARAOĞLAN F., HOECK V., “Tectonic Significance of the Geochemistry and Petrology of Ophiolites in Southeast Anatolia, Turkey”, *Tectonophysics*, 473, 173-187, 2009.
- [9] MARRONI, M., FRASSI, C., et al, “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), 2014.
- [10] ÇAĞATAY, M. N., “Hydrothermal Alteration Associated with Volcanogenic Massive Sulfide Deposits; Examples From Turkey”, *Economic Geology*, 88 (3), 606-621, 1993.
- [11] ASLANER, M., VAN, A., YALÇINALP, B., General Features of the Pontide Metallogenic Belt. In: ERLER, A., ERCAN, T., BİNGÖL, E., and ÖRÇEN, S., (eds), *Geology of the Black Sea Region*, General Directorate of Mineral Research and Exploration and Chamber of Geological Engineers, Ankara, 209–213, 1995.
- [12] GÖKÇE, A., SPIRO, B., “Fluid-Related Characteristics of the Çakmakçaya and Damarköy Copper Deposits, Northeast Turkey”, *International Geology Review*, 44 (8), 744-754, 2002.
- [13] USTAÖMER, T., ROBERTSON, A. H. F., “Late Palaeozoic Marginal Basin and Subduction-Accretion: The Palaeotethyan Küre Complex, Central Pontides, Northern Turkey”, *Journal of the Geological Society*, 151(2), 291-305, 1994.
- [14] ÇAKIR, Ü., “Geological Characteristics of the Aşıköy-Toykondu (Küre-Kastamonu) Massive Sulfide Deposits”, *Bull. Mineral Res. Explor.*, 117, 29–40, 1995.
- [15] KOÇ, Ş., ÜNSAL, A., KADIOĞLU, Y., “Küre (Kastamonu) Cevherleşmelerini İçeren Volkanitlerin Jeolojisi, Jeokimyası ve Jeotektonik Konumu”, *MTA Derg*, 117, s.41-54, 1995.
- [16] YALÇIN, C., Gökçedoğan (Kargı-Çorum) Cu±Zn Cevherleşmesinin Jeolojisi ve Oluşumu, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi (yayınlanmamış), 301. s, 2018.
- [17] YILMAZ, Y., TÜYSÜZ, O., “Kastamonu-Boyabat-Vezirköprü-Tosya Arasındaki Bölgenin Jeolojisi (İlgaz-Kargı Masiflerinin Etüdü)”, *MTA Raporu*, MTA Yayınları, Ankara, 1984.
- [18] SÜTÇÜ, Y.F., BARKURT, M.Y., BİLGİNER, E., KURT, Z., PEHLİVAN, Ş., “Boyabat-Vezirköprü Arasının Jeolojisi”, *MTA Genel Müd. Rapor No. 9884*, Ankara, 1994.
- [19] HOEFS, J., , “Stable Isotope Geochemistry”, Springer-Verlag, Berlin, 1987.
- [20] ROEDDER, E., “Fluid Inclusions, Reviews In Mineralogy”, Ed: RIBBE, P.H., Mineralogical Society Of America, USA, 1984.
- [21] VAN DEN KERKHOFF, A. M., HEIN, U. F., “Fluid Inclusion Petrography”, *Lithos*, 55 (1), 27-47, 2001.
- [22] BODNAR, R. J., “Revised Equation and Table for Determining the Freezing Point Depression of H₂O-

M. KAYA, C. YALÇIN, M. KUMRAL

- NaCl Solutions, *Geochimica Et Cosmochimica Acta*, 57, 683–684, 1993.
- [23] BODNAR, R. J., “Hydrothermal Solutions. In *Encyclopedia of Geochemistry*”, C.P. MARSHALL and FAIRBRIDGE eds., Kluwer Academic Publishers, Lancaster, 333-337, 1999.
- [24] WILLKINSON, J.J., “Fluid Inclusions in Hyrdrothermal Ore Deposits”, *Lithos*, 55, 229 – 272, 2001.