

PAPER DETAILS

TITLE: GÜMÜSDAMLA (AYDINTEPE-BAYBURT) SKARN CEVHERLESMESİNİN MINERAL
KİMYASI ÖZELLİKLERİ

AUTHORS: Enver AKARYALI, Ali Hakim KURT

PAGES: 166-197

ORIGINAL PDF URL: <http://jes.ksu.edu.tr/tr/download/article-file/1644509>



Kahramanmaraş Sütçü İmam University

Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi : 17.03.2021
Kabul Tarihi : 26.08.2021

Received Date : 17.03.2021
Accepted Date : 26.08.2021

GÜMÜŞDAMLA (AYDINTEPE-BAYBURT) SKARN CEVHERLEŞMESİNİN MİNERAL KİMYASI ÖZELLİKLERİ

MINERAL CHEMISTRY CHARACTERISTICS OF GÜMÜŞDAMLA (AYDINTEPE-BAYBURT) SKARN MINERALIZATION

Enver AKARYALI^{1*} (ORCID: 0000-0003-1495-9186)
Ali Hakim KURT² (ORCID: 0000-0003-2978-2993)

¹ Gümüşhane Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Gümüşhane, Türkiye

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Enver AKARYALI, eakaryali@gmail.com

ÖZET

İnceleme alanı, Bayburt ilinin kuzeyinde yer alan Aydıntepe İlçesi Gümüşdamla Köyü yakın çevresini kapsamaktadır. Çalışma alanında Kabaköy formasyonunun tortul birimleri ve Kaçkar Granitoidine ait kayalar yüzeyleme vermektedir. Detaylı inceleme yapılan cevherleşme alanı ve yakın çevresi Eosen yaşlı Kaçkar Granitoidi ile Kabaköy formasyonu kontağında bulunmaktadır. Cevherleşmenin parajenezini ağırlıklı olarak manyetit ve hematit az oranda ise pirit ve kalkopirit oluşturmaktadır. Arazide yapılan gözlemler sonucunda hematitleşme, limonitleşme, epidotlaşma ve killeşme türü alterasyonlar tespit edilmiştir. Cevherli örneklerden yapılan mineral kimyası analiz sonuçlarına göre piroksenlerin diyopsit, plajiyoklasların andezin ve anortit, granatların grossular ve andradit bileşiminde olduğu belirlenmiştir. Piroksen ve granatların mineral kimyası değerlerine göre çalışma alanında bulunan skarn cevherleşmesinin Fe-Skarn tipinde olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bayburt, epidot, granat, mineral kimyası, skarn

ABSTRACT

The study area is located in the vicinity of Gümüşdamla Village of Aydıntepe District in the north of Bayburt province. In this study, The sedimentary units of Kabaköy Formation and rocks belonging to Kaçkar Granitoid outcrops in the study area. Detailed investigation of the mineralized area and its immediate surroundings are in the contact of Eocene aged Kaçkar Granitoid with Kabaköy Formation. The paragenesis of the mineralization is composed of intensively magnetite and hematite and to a lesser amount pyrite and chalcopyrite are also found. As a result of field observations, hematitization, limonitization, epidotization and argilitization were determined as the alteration types. According to the results of mineral chemical analysis, it was determined that pyroxene is diopside, plagioclase is andezine and anorthite, granat is grossular and andradite in composition. Considering the mineral chemical values of pyroxene and granat it is concluded that skarn mineralization found in the study area is Fe-Skarn type.

Keywords: Bayburt, epidote, granat, mineral chemistry, skarn

GİRİŞ

Balkanlar'dan Himalayalar'a kadar uzanan yaklaşık 6000 km uzunluğundaki metalojeni kuşağı içinde yer alan Pontidler, Türkiye'nin önemli bir maden yataklarını içerisinde barındırmaktadır. Yaklaşık 700 km uzunluğundaki Doğu Pontid metalojenik provensi (bölge) içinde farklı tiplerde çok sayıda bakır, kurşun, çinko, molibden, demir ve mangan zuhur ve yatakları yer almaktadır. Doğu Karadeniz Bölgesi, özellikle de Gümüşhane kurşun, çinko, bakır ve bunların yanı sıra altın ve gümüş gibi değerli metaller açısından yüksek bir potansiyele sahiptir. Bölgenin jeodinamik evrimi ve cevherleşmelerini meydana getiren magmatizma maden yataklarının yaygın olmasında en önemli rolü oynamaktadır. Başta masif sülfid, porfiri bakır, skarn ve epitermal damar tipi Cu, Pb, Zn, Au ve Ag olmak üzere bölgede konu ile ilgili çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir (Akaryalı & Akbulut 2016; Akaryalı, 2016; Eyüboğlu vd., 2014; Akaryalı & Tüysüz 2013; Akaryalı, 2010; Lermi 2003; Çiftçi, 2000; Tüysüz, 2000; Akçay, vd. 1998). Bu çalışmanın da içerisinde bulunduğu Gümüşhane-Bayburt yöresi ve çevresi, geçmişte olduğu gibi günümüzde de madencilik açısından önemli bir konuma sahiptir. Bölge işletilen, işletilmeyi ve/veya keşfedilmeyi bekleyen pek çok önemli maden yatağını barındırmaktadır. Doğu Pontid Tektonik Birliği'nin hâkim kırık sistemi içerisinde ve dokanaklarında sisteme paralellik sunarak KB-GD ve D-B doğrultulu fay ve kırık sistemlerinde jeotektonik konumu ile uyumlu cevherleşmeler gelişmiştir. Bu çalışma kapsamında incelenen skarn cevherleşmesi de aynı kırık sistemine bağlı olarak alanda yüzeyleyen birimlerin dokanaklarında, Au ve Ag gibi kıymetli metaller içeren Pb, Zn ve Cu cevherleşmeleri ile birlikte ortaya çıkmıştır. Çınar vd. (1982) Gümüşhane ve çevresinde yaptıkları genel jeolojisi ve maden araştırma çalışmalarında Kopuz Köyü cevher zuhurundaki cevherleşmelerin granitoid ile kristalize kireçtaşları arasındaki skarn zonunda geliştiğini belirtmişlerdir. MTA (1985) Gümüşhane ve civarında yapmış oldukları çalışmalar kapsamında, tüm maden yataklarını jeolojik, stratigrafik açıdan incelemişlerdir. Özdoğan (1992), Karadağ ve civarının jeolojisi ve maden zuhurlarının genetik incelemesi sonucu Karadağ ve civarındaki cevherlerin skarn, porfiri tip ve damar tip yataklar olduğunu, skarn yataklarının Malm-Alt Kretase yaşlı Berdiga kireçtaşlarını ve bunları kesen Geç Kretase yaşlı kuvars porfir ve mikrogranitlerin dokanağında oluştuğunu ortaya koymuştur. Skarn cevherleşmeleri üzerine yapılan Saraç (2003), Saraç & Van (2005) ve Sipahi (1996 & 2011) tarafından kısmen kapsamlı çalışmalar yapılmıştır. Saraç (2003) Ordu'dan Artvin'e kadar olan sahada 5 tane demirli skarn yataklarının karşılaştırmalı mineralojik ve jeokimyasal özelliklerini incelemiştir. Saraç & Van (2005) Çambaşı (Ordu) ve Dereli (Giresun) yörelerindeki skarn yataklarının ayrıntılı jeolojisi, mineralojisi ve alterasyonunu inceleyerek birbirleriyle kıyaslamalarını yapmışlardır. Araştırmacılar söz konusu iki cevherleşme sahasında granat-piroksen ve epidot skarn olmak üzere iki zon tespit etmişlerdir. Skarn zonlarının mineralojisi ve mineral kimyaları incelemelerine göre Çambaşı (Ordu) yöresine ait granatların grossular-andradit, Dereli (Giresun) sahasında ise granatların andradit ve andradit-grossular bileşimine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Gümüşhane ili Arnastal mevkiinde skarn cevherleşmesine yönelik mineral kimyası verilerine göre, cevherleşmenin mineral parajenezinin piroksen, granat ve epidot minerallerinden oluştuğunu ve cevherleşmenin Fe-Skarn tipinde olduğunu ortaya koymuştur (Sipahi, 1996 & 2011). Gümüşdamla skarn yatağının oluşmasında ısı kaynağı olarak etkili olan granitoidik ve volkanik kayaçlarla ilgili çalışmaları (Kaygusuz & Selvi, 2020; Kurt, 2018; Kaygusuz & Öztürk, 2015) tarafından gerçekleştirilmiştir. Kaygusuz ve Selvi (2020) Gümüşdamla-Erikdibi (Bayburt) volkanitlerinin mineralojik, petrografik ve mineral kimyasal özellikleri ve termobarometrik özelliklerine göre magmaların sıg ve orta kabuk seviyelerinde susuz ve sulu kristalleşmeler geçirdiğini, Kaygusuz & Öztürk (2015) ise Kılıçkaya ve Kozluk sokulumlarının tüm kaya jeokimyasal ve Sr-Nd-Pb-O izotopik verilerinin yanı sıra U-Pb zirkon yaşları ile elde ettikleri verilerle, Doğu Pontidler'deki erken Senozoyik magmatik aktivitesinin Torit-Anatolit platformu ve Avrasya Plakası arasındaki çarpışma sonrası kabuk kalınlaşması ve delaminasyonla ilişkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Sipahi vd. (2017), Eğrikar (Torul-Gümüşhane) Fe-Cu skarn yatağının mineral parajenezinde birincil cevher minerallerinin manyetit, pirit, hematit, kalkopirit, altın ve nabit bakırdan oluştuğunu, ikincil cevher minerallerinin ise götit, limonit, dijenit, malahit, azurit, bornit ve lepidokrozitten oluştuğunu belirlemişlerdir. Sipahi vd. (2020), Eğrikar Fe-Cu skarn yatağına ait manyetit mineralinin oksijen izotopik özelliklerinden yararlanılarak Doğu Pontidler'de gelişen skarn cevherleşmeleri ve demir oluşumunu / oluşumlarını kontrol eden olası faktörleri tespit etmişlerdir. Çalışma konusunu oluşturan Gümüşdamla (Aydıntepe-Bayburt) skarn cevherleşmesi, Eosen yaşlı Kabaköy formasyonu ve Kaçkar Granitoidi ile ilişkilidir. Bu çalışmada, Doğu Pontidler'in, Güney Zonunda Gümüşdamla Köyü'nde bulunan skarn cevherleşmesinin; jeolojisi, petrografisi, jeokimyası ve mineral kimyası özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

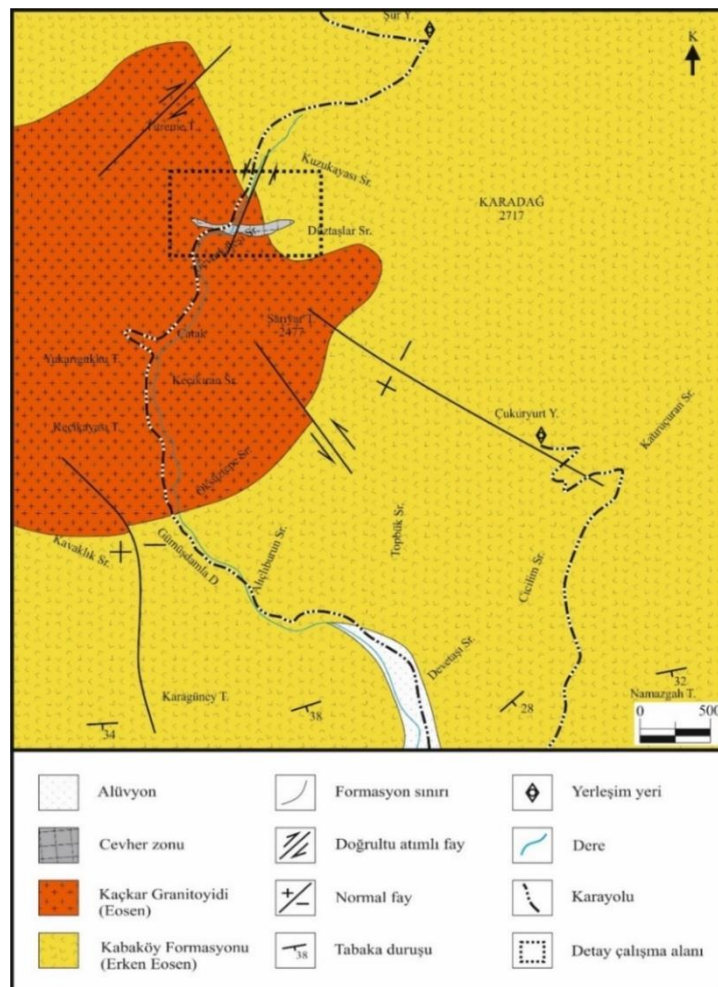
MATERYAL VE METOD

Bu çalışma kapsamında inceleme sahasında yüzeyleyen birimler, stratigrafik adlama kuralları dikkate alınarak ayırtlanmış, seçilen volkanik kayaç ve cevher örneklerinden jeokimyasal analizler yapılmıştır. Arazi çalışmalarının ilk etabı, Gümüşdamla cevherleşmesinin de içinde bulunduğu yaklaşık 30 km²'lik bir alan içinde yaygın olan

birimlerin tanımlanması, stratigrafik özelliklerinin ortaya konması ve yapısal özelliklerinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmaları kapsamaktadır. Gümüşdamla cevherleşmesine ait cevher mineral dizilimini, gang minerallerini ve minerallerin kimyasını ortaya koymak, cevherleşmede mineral zonlanmasını belirlemek için faz farklılıklarını da dikkate alarak örnek derlenmiştir. Ayrıca Gümüşdamla sahasında Gümüşdamla Yayla mevkiinde gözlenen cevherleşmenin bulunduğu alanın 1/2000 ölçekli detay alterasyon haritası oluşturulmuştur. Gümüşdamla cevherleşme sahasından derlenen cevher ve yan kayaç örneklerinden, cevher mineral parajenezini ve dizilimini ortaya çıkarmak için parlak kesitler hazırlanmıştır. Araziden toplanan örnekler, amaca yönelik olarak 2*2*2 cm boyutunda kesilmiştir. Kesilen bu parçalar öncelikle çeşitli boyutlarda aşındırıcılar kullanılarak kaba parlatma işlemine tabi tutulmuş ve son olarak 0.1 mikron boyutunda alüminyum oksit tozuyla uygun yüzeyleri amaca uygun olarak parlatılmıştır. Cevher ve yan kayaç örneklerinden hazırlanan parlak kesitler ise üstten aydınlatmalı cevher mikroskobu ile incelenerek cevherleşmenin mineral parajenezi belirlenmiştir. Hazırlanan ince kesitler ise polarizan mikroskopta incelenerek kayaçların petrografik özellikleri ve alterasyon mineralleri tayin edilmiştir. Gümüşdamla cevherleşme sahasından alınan 4 adet cevherli örnekte gözlenen cevher minerallerinin mikroprob analizleri New Mexico Bureau of Geology & Mineral Resources New Mexico Institute of Mining & Technology KANADA'da elektron mikroprob laboratuvarında CAMECA SX-100 model cihaz ile 20 kV ve 30 nA koşulları altında yapılmıştır.

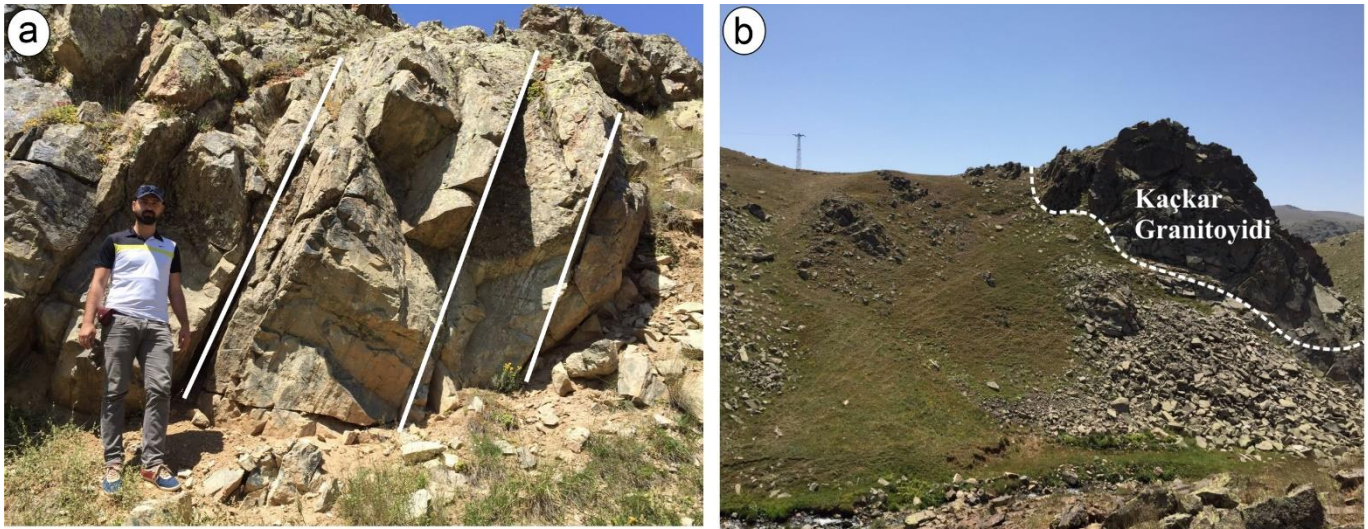
BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışma konusunu oluşturan cevherleşme, Kabaköy formasyonu ile Kaçkar Granitoyidi dokanağında geliştiğinden, bu bölümde cevherleşmeye ev sahipliği yapan birimler detaylı olarak ele alınmıştır. Güven (1993) tarafından adlandırılan Kabaköy formasyonu; andezit-bazalt lav ve piroklastları, andezitik-bazaltik aglomera tüf ve tüfit aralanmasından oluşmaktadır. İnceleme alanının kuzey, kuzeybatı kesimlerinde yüzeylenen granitik kayalar daha önce yapılan çalışmalarda “Kaçkar Granitoyidi” (Güven, 1993) olarak adlandırılmıştır. Kaçkar Granitoyidi inceleme alanının kuzeybatısında Eosen yaşlı Kabaköy formasyonunu keserek yerleşmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma Alanını Kapsayan Bölgenin 1/25000 Ölçekli Genel Jeoloji Haritası.

Kabaköy formasyonu ağırlıklı olarak çalışma alanının güneyinde yayılım göstermekle beraber granitik kayaç ile olan dokanak çalışma alanının kuzeybatı kesimindedir. Cevherleşmenin bulunduğu alanda daha çok andezitik kayaçlar egemen olup birimde yer alan kumtaşı, kumlu kireçtaşı, aglomera ve tuf ardalanmaları granitik kayaç dokanağından daha uzak kesimlerde yüzeylemektedir. Cevherleşme sahasında granitik kayaç dokanağında gözlenen kırıklı ve çatlaklı andezitik kayaçlar (Şekil 2a) koyu gri ve gri renklerde, ayrışmanın yoğun olduğu bölgelerde ise sarımsı renklerde gözlenir. Granitik kayaç ile olan dokanağında, düşük sıcaklıklı kontakt metamorfizmanın etkisinin yanı sıra yüzey sularının da katkısıyla sahada meydana gelen hidrotermal alterasyonlardan kaynaklı oluşan alterasyon ürünleri olarak silisleşme, epidotlaşma, hematitleşme ve killeşme görülmektedir. Alterasyonun daha yoğun olduğu bölgelerde saçınımlı pirit minerallerini de görmek mümkündür. Ayrıca Gavurkalesi Sırtı'nda ve çevresinde andezitik kayaçların kırık ve çatlaklarında manyetit oluşumları gözlenmektedir. Granitik kayaçlar; renk, alterasyon gibi özellikleriyle diğer birimlerden kolayca ayırt edilmektedir. Taze yüzeyleri oldukça sert ve sağlam olup, üst kısmı oldukça ayrışmış ve toprak örtüsüyle kaplanmıştır (Şekil 2b). Çatlak yüzeyleri boyunca kloritleşme, kalsitleşme, silisleşme, killeşme, hematitleşme ve epidotlaşma izlenmektedir. Genellikle gri, koyu gri tonlarda görülen monzogranit bileşimli kayaçlarda makroskobik olarak kuvars, biyotit ve amfibol mineralleri kolaylıkla ayırt edilmektedir. Kaçkar Granitoyidi'nden alınan örneklerin ince kesitleri üzerinde modal analiz yapılmış (Kurt, 2018) ve sonuçlar QAP diyagramına (Streckeisen, 1976) aktarılmıştır. Buna göre granitik kayaçların, kuvars-granitoyid ve monzogranit bileşimli olduğu belirlenmiştir.

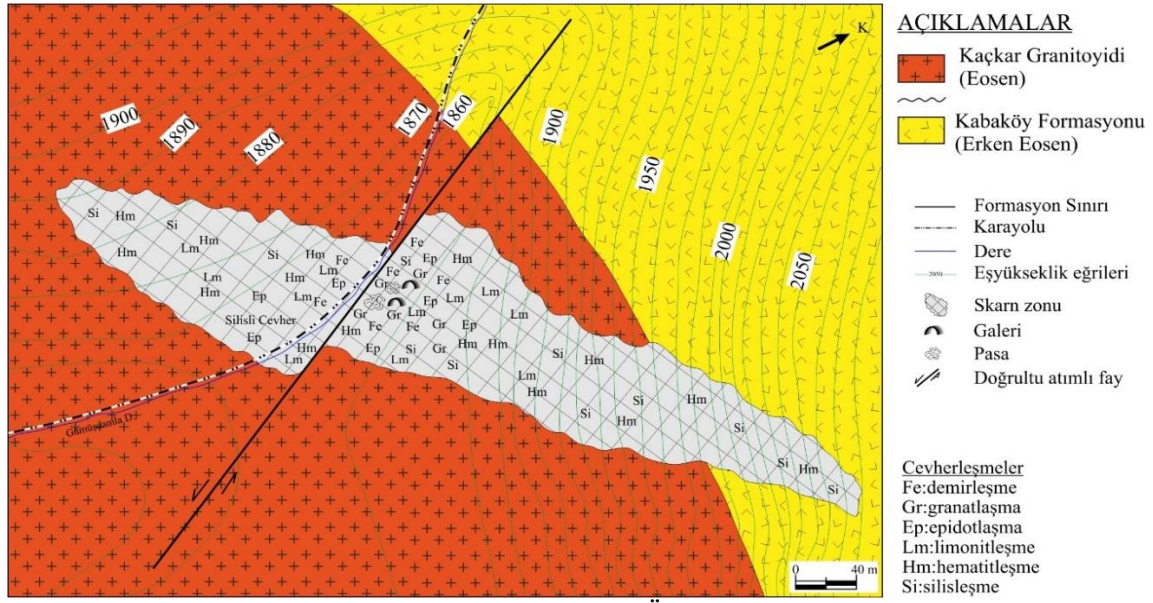


Şekil 2. Cevherleşme Sahasında (a) Kırıklı Yapıdaki Andezitlerin, (b) Granitik Kayaçların Görünümü

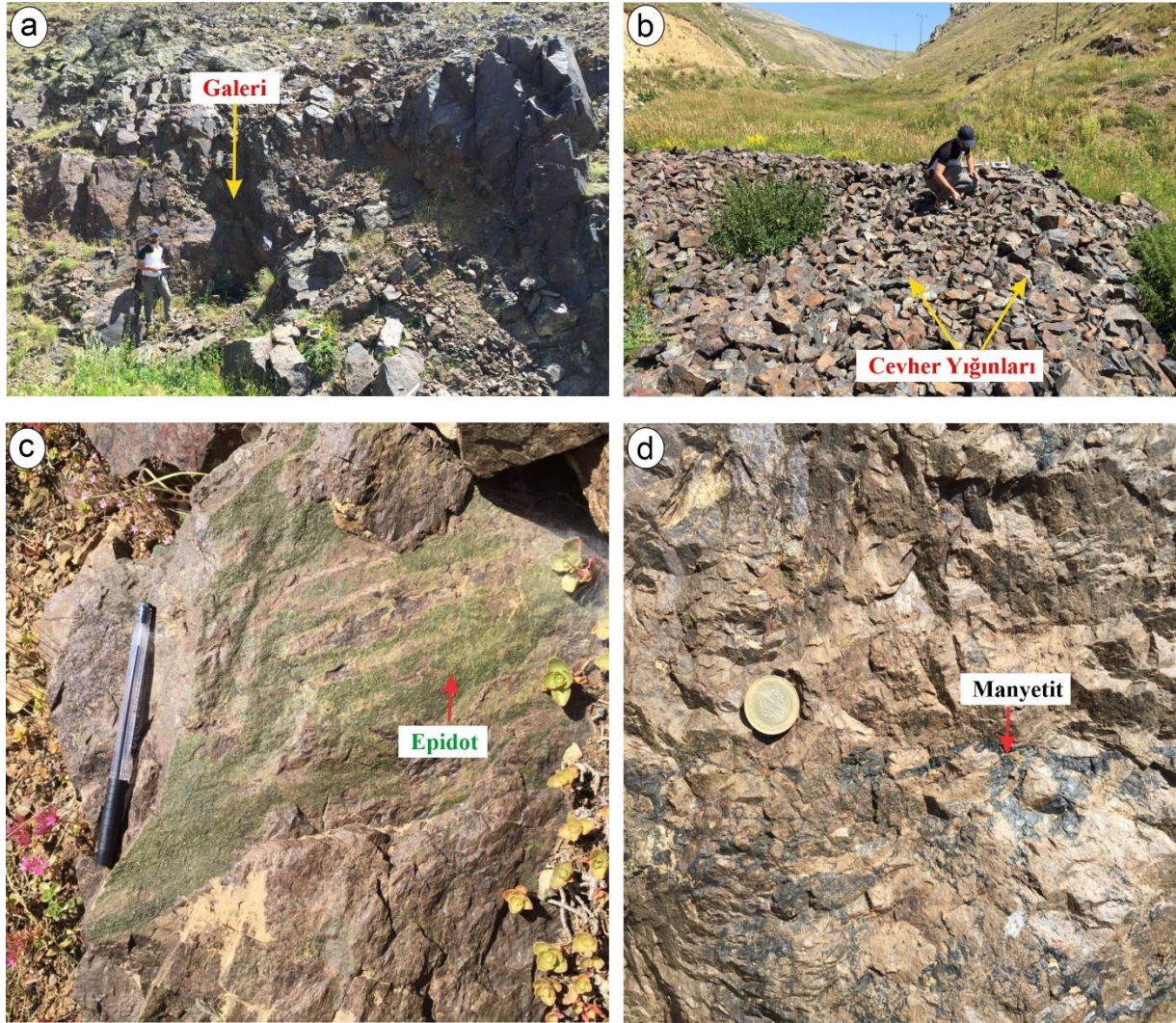
Gümüşdamla Skarn Cevherleşmesi

Skarn yatakları magmatik kayaçların karbonatlı kayaçlar içerisine sokulum yapması sonucunda magmatik kayaktan karbonatlı birime başta Si olmak üzere daha az oranda Al, Mg ve Fe ilave edilmesiyle, karbonatlı minerallerin başlıca Ca silikatlı ve Mg silikatlı minerallere dönüşmesi ile oluşur. Çalışılan sahada skarn yatağı granitik kayaçlar ile andezitik kayaçların dokanağında gelişmiş olup granitik kayaçların karbonatlı kayaçlar ile dokanağı çalışma sahası dışında gözlenmektedir. Özellikle skarn cevherleşmenin gözlemlendiği alanda demirleşme, hematitleşme, limonitleşme granatlaşma, epidotlaşma, silisleşme ve killeşme gibi alterasyonlar bulunmaktadır (Şekil 3).

Skarn cevherleşmesi granitoyidik kayaç içerisinde yer alan K70D doğrultulu kırık hattı ile ilişkilidir. Skarn cevherleşmesinin kalınlığı yaklaşık 40 m, uzunluğu ise 250 m'dir. Söz konusu iki birimin dokanaklarında manyetit, hematit, epidot ve granatla birlikte manyetitlere pirit ve kalkopirit eşlik etmektedir. Çalışma sahasında yapılan detay incelemeler sonucunda, alanda eski işletilmiş galerilerin önünde cevher yığınları ve pasaların bulunduğu, (Şekil 4a ve b), epidot ve manyetit oluşumları tespit edilmiştir (Şekil 4c ve d). Hidrotermal alterasyonun en belirgin ayrışma ürünü olarak hematitleşmeler cevherleşme ve yakın çevresinde gözlemlenmiştir. Terkedilmiş eski galeri girişlerinde ve çevresinde, gözlenen asidik özellikli suların oluşumunda, yüzeysel suların etkisiyle demir içeren manyetit ve hematit minerallerinin ayrışmaları etkili olmuştur.



Şekil 3. Gümüşdamla Yayla Cevherleşme Sahasının 1/2.000 Ölçekli Detay Maden Jeoloji-Alterasyon Haritası.

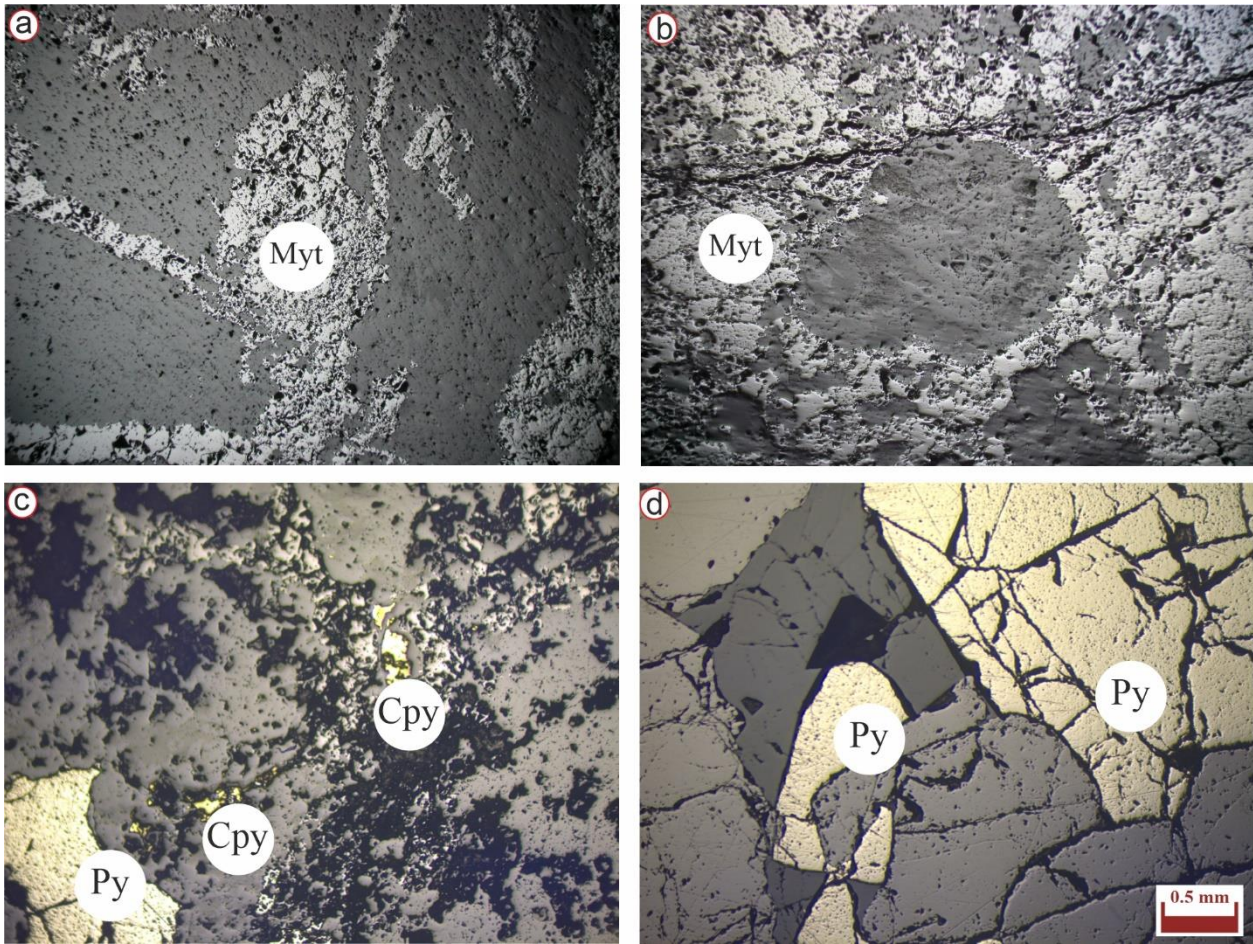


Şekil 4. Gümüşdamla Cevherleşme Sahasında Gözlenen; (a) İşletilmiş Galerinin Girişi, (b) Cevher Yığınları, (c) Skarn Zonunda Epidotlaşmalar, (d) Manyetit Damarcıkları.

Gümüşdamla cevherleşme sahasından alınan cevherli örneklerin cevher mikroskobisi incelemeleri sonucunda yoğun olarak manyetit az oranda da pirit ve kalkopirit tespit edilmiştir. Manyetit, en yaygın gözlemlenen cevher minerali olup, beyazımsı gri rengi karakteristiktir. Parlak kesitlerde yaklaşık %70 oranında, 0.04 mm'den 1 mm'ye değişen boyutlarda yarı özşekilli-öz şekilsiz iri kristallerin yanı sıra gang içerisinde ince kristaller halinde bulunmakta ve kırıklı yapı göstermektedir (Şekil 5a ve b). Birinci evrede oluşan manyetitin hematite dönüştüğü, ikinci evrede oluşan manyetitin ise gang tarafından ornatıldığı tespit edilmiştir. İkinci fazda oluşan manyetit mineralleri ise daha çok öz şekilsiz ve kırıklı olarak gözlenmektedir.

Manyetitten sonra en yaygın mineral pirit olup açık sarı renklere öz şekilsiz ve kısmen de öz şekilli olarak 0.25 mm'ye varan boyutlarda gözlenir. İki farklı evrede pirit oluşumu gerçekleşmiştir. Hem kalkopiritler tarafından ornatılan hem de kalkopiritler içerisinde kapanım halinde gözlenen piritlerin (Şekil 5c ve d) yanı sıra tektonik faaliyetlere bağlı olarak kataklastik doku gösteren piritler de gözlenmektedir.

Kalkopirit ise açık sarı renklere çoğunlukla öz şekilsiz olarak, 0.02 mm'den 0.5 mm arasında değişen boyutlarda, manyetiti içinde kapanımlar halinde iki farklı evrede gözlenir. Piritleri ornatın kalkopiritler bazen de gang içinde parçalanmış küçük taneler şeklinde saçınımlar halinde bulunmaktadır (Şekil 5c). Cevherleşme sahasında ise gang minerali olarak öz şekilli ve yarı öz şekilli kuvars ile öz şekilsiz olarak kalsitler tespit edilmiştir (Şekil 5c ve d).



Şekil 5. Gümüşdamla Cevherleşmesine Ait (a-b) Manyetitlerin, (c-d) Pirit Ve Kalkopiritin Parlak Kesit Görüntüleri Görünümü (Myt: Manyetit, Py: Pirit; Cpy: Kalkopirit)

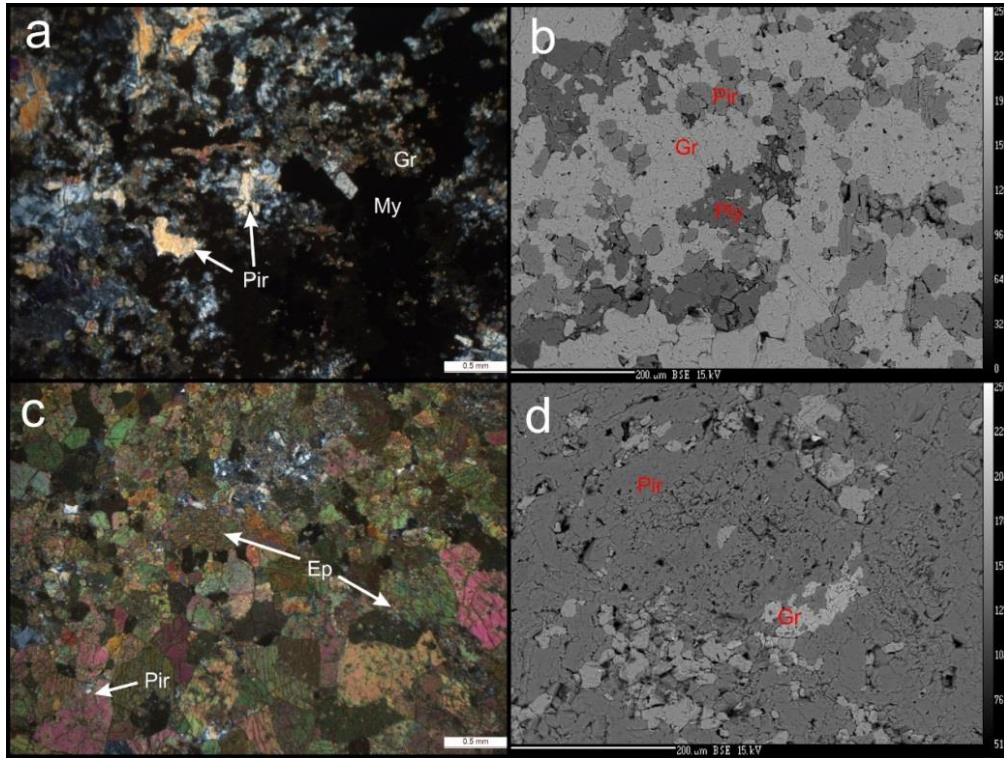
Mineral kimyası

Gümüşdamla skarn cevherleşmesindeki minerallerin türlerini ve cevher minerallerinin kimyasal bileşimini belirlemek amacıyla piroksen, plajiyoklas, epidot ve granat gibi silikat mineralleri ile manyetitlerin mineral kimyası çalışmaları alt başlıklar halinde aşağıda ele alınmıştır. Çalışma sahasında volkanik kayaların dış kısmında endoskarn ve iç kısmına doğru ekzoskarn zonlarının geliştiği tespit edilmiştir. Ekzoskarn zonu 2 alt faza ayrılabilir. Endoskarn zonunda piroksen, granat, epidot, kuvars ve kalsit tespit edilmiştir. Ekzoskarn

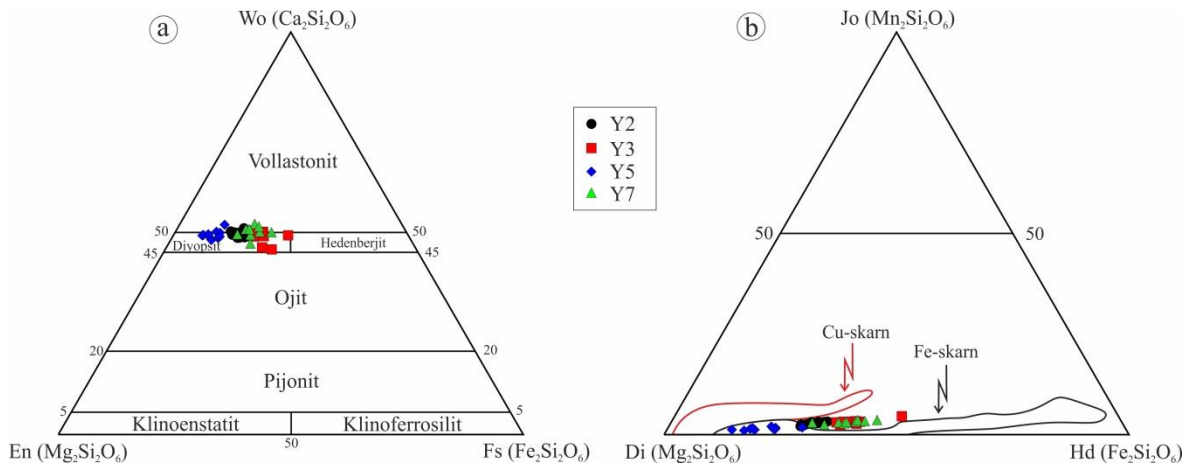
zonunda ise iki faz belirlenmiş olup, birinci fazda granat, manyetit ve epidot; ikinci fazda ise pirit ve kalkopirit gözlenmiştir. Kuvars ve kalsit ise ekzoskarn zonunun her iki fazında da tespit edilmiştir. Hematit ise oksidasyon ürünü olarak belirlenmiştir. Piroksen ve granat gibi susuz ve yüksek sıcaklık minerallerinin prograd evrede olduğu, Epidotun, piroksenlerin bir kısmının yerini almış olmasının ekzoskarn zonuna geçişe işaret ettiği ve epidotların retrograd evrede geliştiği belirlenmiştir. Andezitlerde gözlenen epidot damarlarını Murakami (2005) retrograd evrede minerallerin bazen damarlar şeklinde de geliştiği ile açıklamıştır.

Piroksen

Gümüşdamla skarn cevherleşmesinden alınan örneklerin mikroskobik incelemelerinde piroksenlere manyetit, granat ve epidotun eşlik ettiği tespit edilmiştir (Şekil 6). Piroksenlerin kimyasal analiz sonuçlarına göre (Ek Tablo 1) SiO_2 , CaO ve Na_2O değerleri sırasıyla; % 44.14 – 59.60, % 22.76 – 27.7 ve % 0.02 – 0.33 arasında, MnO değerleri ise % 0.34 – 1.43 arasında değişmektedir. İnce kesitte yer yer hafif yeşilimsi görülen minerallerde TiO_2 içeriği % 0.01-0.22 arasında değişmekte olup, düşük Al_2O_3 (% 0.30-3.47) içeriklerine sahiptir. Bununla birlikte, MgO ve FeO_T değerleri ise sırasıyla % 14.63-15.16 ve % 8.11-8.64 aralığındadır. İncelenen örneklerde, Morimoto vd. (1988)'nin sınıflamasına göre piroksenlerin türleri diyopsit olarak belirlenmiştir (Şekil 7a). Bu mineraller genel olarak $\text{Wo}_{47-53}\text{En}_{25-43}\text{Fs}_{6-24}$ bileşimindedir ve $\text{Mg}/(\text{Mg}^{+}\text{Fe}^{+2})$ oranları 0.51-0.88 (n=45) arasında değişmektedir. Nakano vd. (1994) tarafından yapılan çalışmalarda skarn yataklarında Al_2O_3 bileşiminin genellikle %1'in altında olduğu ifade edilse de inceleme alanındaki piroksenlerin Al_2O_3 konsantrasyonları % 3.47'ye varan değerlere ulaşmaktadır. Johansenit-Diyopsit-Hedenberjit üçgen diyagramında göre ise örneklerin Fe-skarn bölgelerinde yoğunlaştığı ($\text{Jo}_{1-5}\text{Di}_{47-85}\text{Hd}_{14-49}$) tespit edilmiştir (Şekil 7b).



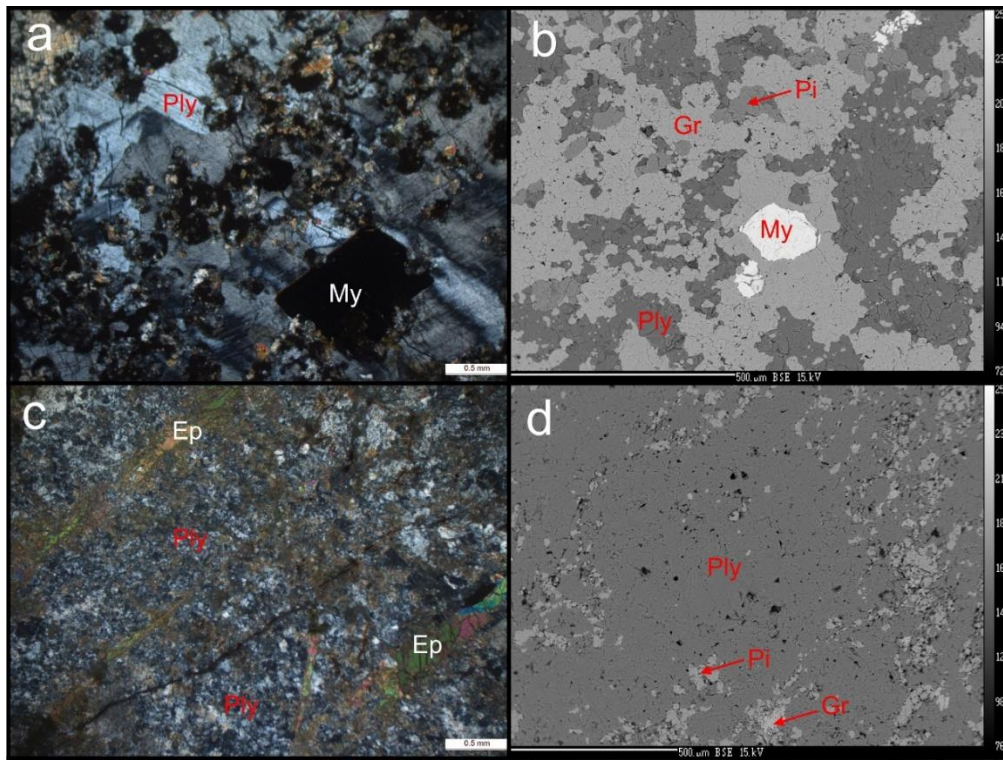
Şekil 6. Gümüşdamla Skarn Yatağında Piroksenlerin Mikroskobik (a ve c) ve BSE (b ve d) Görünümleri (Pir: Piroksen, Ply: Plajiyoklas, Ep: Epidot, Gr: Granat My: Manyetit)



Şekil 7. Gümüşdamla Skarn Yatağındaki Piroksenlerin a) Wo-En-Fs ve b) Johansenit Diyopsit-Hedenberjit Üçgen Diyagramlarındaki Konumu. Cu Ve Fe-Skarn Yatağındaki Piroksen Değerleri Einaudi & Burt (1982)'den alınmıştır.

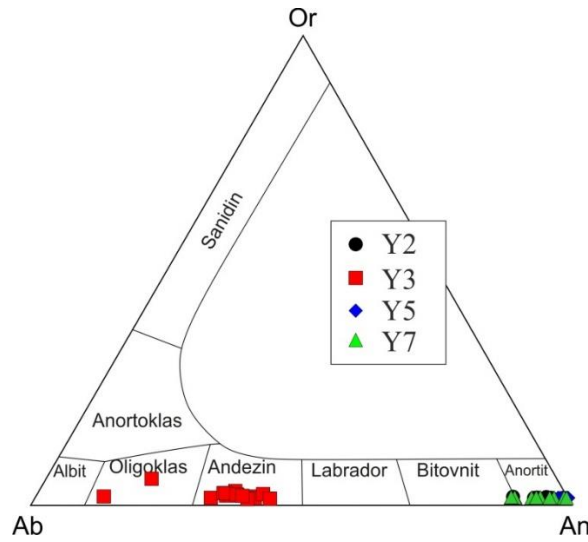
Plajiyoklas

Plajiyoklas Gümüşdamla skarn cevherleşmesinde incelenen örneklerde bir diğer ana mineral türünü oluşturmakta olup öz şekilli ve yarı öz şekilli gelişmiştir. Plajiyoklaslar granat, epidot, piroksen ve manyetitle birlikte bulunmaktadır (Şekil 8).



Şekil 8. Gümüşdamla Cevherleşmesinde Plajiyoklasların Mikroskobik (a, ve c) ve BSE (b ve d) Görünümleri (Ply: Plajiyoklas, Pi: Piroksen, Ep: Epidot, Gr: Granat My: Manyetite)

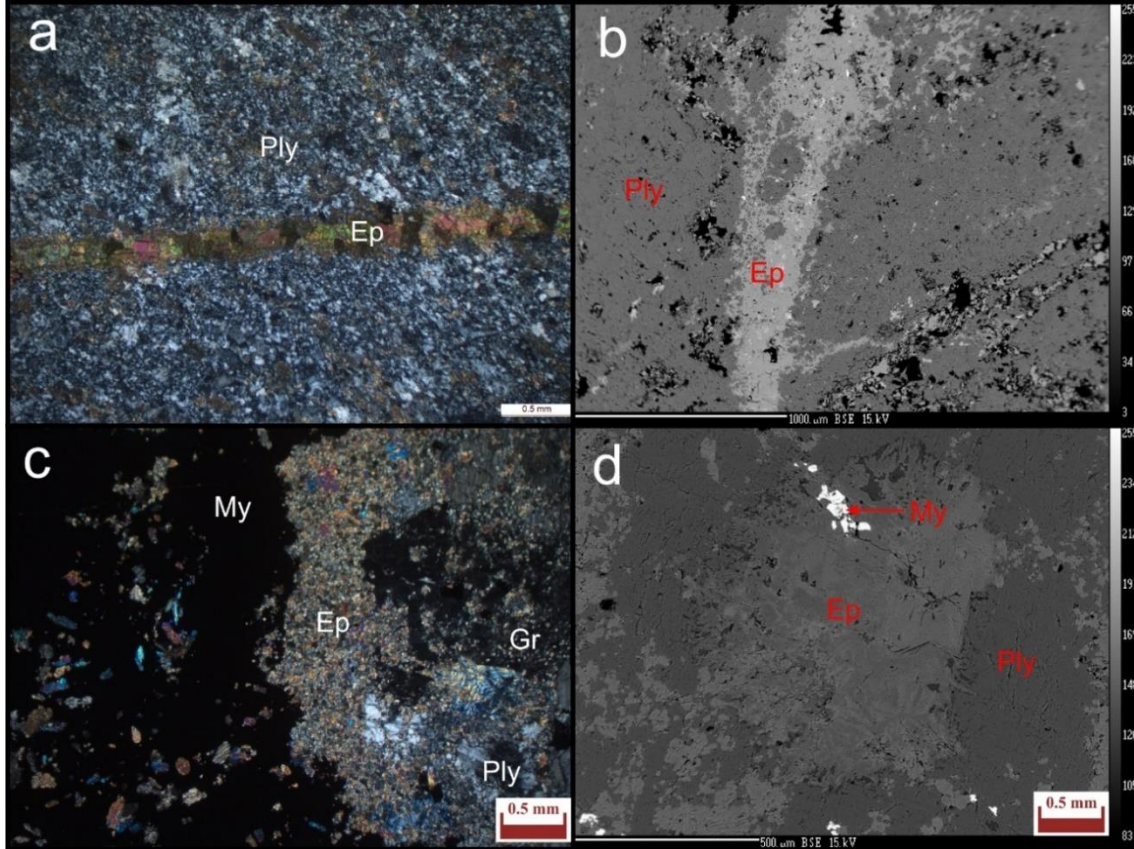
Örneklerden elde edilen kimyasal analiz sonuçları ve yapılan hesaplamalar Ek Tablo 2’de verilmiştir. SiO₂ değerleri %36.89 - 99.86, CaO ve Na₂O içerikleri ise sırasıyla % 0.07 – 21.08 ve % 0.05 – 11.38 arasında değişmektedir. Plajiyoklasların bileşimi An₁₃₋₉₉Ab₀₋₈₆Or₀₋₁₂ aralığında değişmekte olup, sınıflama diyagramında (Einaudi & Burt, 1982) türlerinin andezin ve anortit (iki örnek oligoklas) olduğu belirlenmiştir (Şekil 9). Anortit olarak belirlenen plajiyoklasların, hidrotermal alterasyon etkisi ile An içeriklerinin yükselmiş olabileceği düşünülmektedir. Örnek dağılımları bakımından ise Y3 örneğinin genellikle andezin (An₃₅), diğer örneklerin (Y2, Y5 ve Y7) ise anortit (An₉₆) bileşiminde olduğu saptanmıştır.



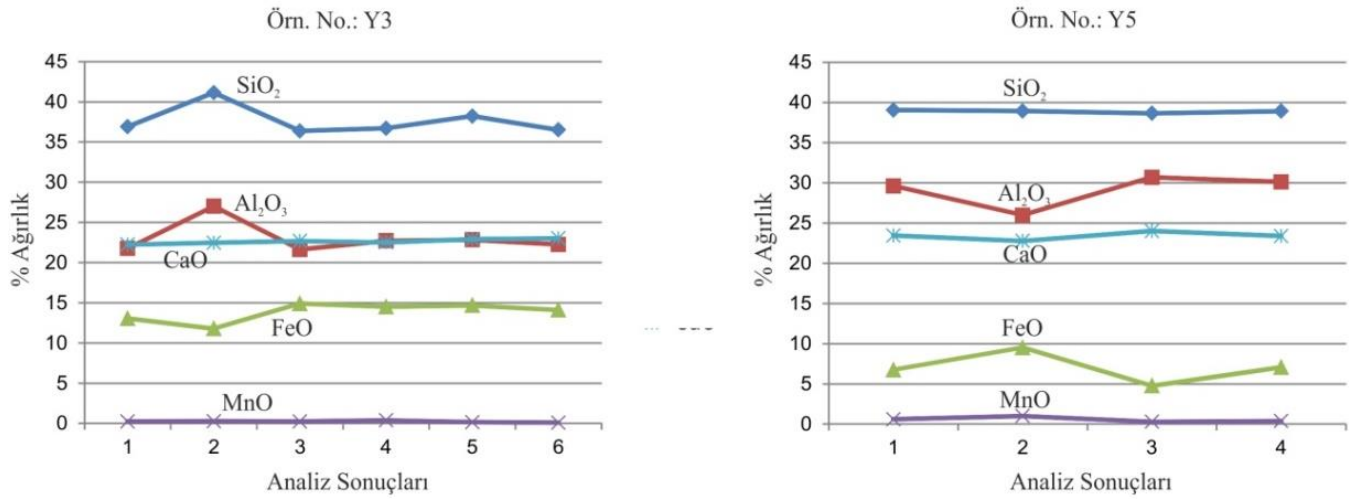
Şekil 9. Gümüşdamla Cevherleşmesinde Plajiyoklasların Albit-Anortit-Ortoklas Üçgen Diyagramında Sınıflandırılması.

Epidot

Gümüşdamla skarn yatağında epidotlar cevhere yakın yerlerde yaygın olarak andezitlerin kırık ve çatlaklarında damarlar halinde, granat ve hematitlerle birlikte daha çok piroksenlerin yerini almış olarak gözlenmektedir (Şekil 10). İncelenen örneklerin kimyasal SiO_2 içerikleri % 32.54 – 50.63 ve Al_2O_3 içerikleri ise % 19.69 – 34.58 arasında değişmektedir (Ek Tablo 3). FeO değerleri % 1.34 – 15.64 arasında değişirken, MnO değerlerindeki değişim % 0.02 – 0.37 gibi dar bir aralıkta dağılım göstermektedir. Epidotların kimyasal içerikleri, merkezden kenara doğru bir istikamette yapılan ölçüm sonuçlarına bağlı olarak incelendiğinde FeO ile Al_2O_3 bileşimleri arasında bileşimsel farklılık (zonlanma vb.) pek gözlenmemiştir (Şekil 11).



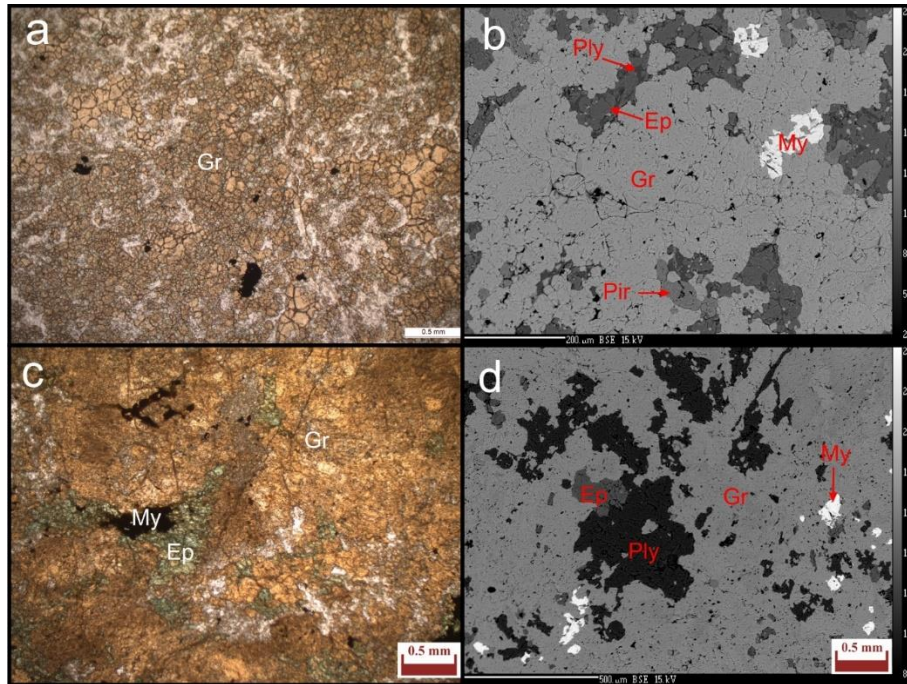
Şekil 10. Gümüşdamla Cevherleşmesinde Epidotların Mikroskobik (a ve c) ve BSE (b ve d) Görünümleri (Ply: Plajiyoklas, Ep: Epidot, Gr: Granat My: Manyetit)



Şekil 11. Gümüşdamla Skarn Yatağında Epidotların Kimyasal İçeriklerinde FeO ile Al₂O₃ değişimleri

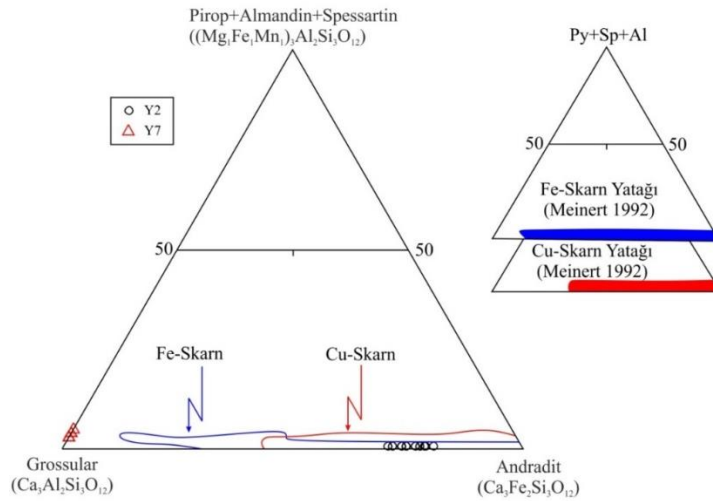
Granat

İncelenen örneklerde granat mineralleri, sarımsı kahverengi ve yuvarlağımsı, kırıklı öz ve yarı öz şekillidir (Şekil 12a). Granatların çatlaklarında kalıntı olarak epidot (Şekil 12c) ve manyetitler gözlenmektedir (Şekil 12b ve d). Granatlarda gerçekleştirilen kimyasal analiz sonuçları Ek Tablo 4’de verilmiştir.



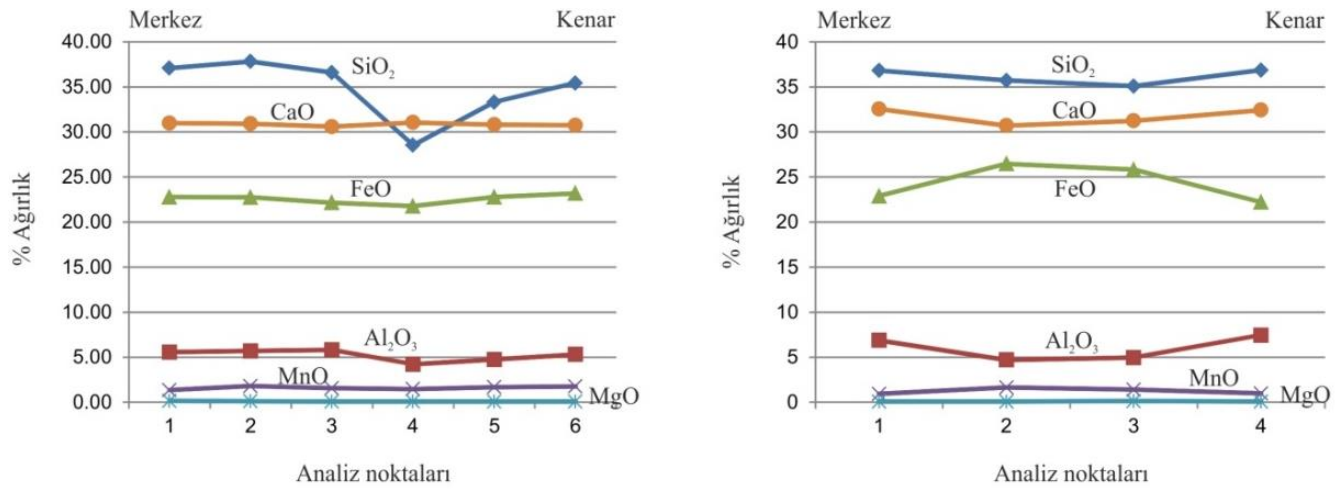
Şekil 12. Granat Minerallerinin Mikroskobik (a ve c) ve BSE (b ve d) Görünümleri (Pir: Piroksen, Ply: Plajiyoklas, Ep: Epidot, Gr: Granat My: Manyetit)

Kimyasal analiz sonuçlarına göre granatların iki farklı bileşimsel özellik sergilediği tespit edilmiştir. I. grup granatlarda (Y2 nolu örnek) FeO_T içerikleri % 20.91-24.37 arasında değişirken, II. grup granatlarda (Y7) ise bu oran % 0.93-1.68 aralığındadır. Benzer durum MnO, MgO ve CaO içeriklerinde de gözlenmekte olup I. grup örneklerde sırasıyla % 1.36-1.84, % 0.07-0.19 ve % 29.44-31.55 arasında değişirken, II. grup örneklerde bu oranlar sırasıyla % 30.33-32.83, % 20.32-27.24 ve % 0.08-0.32 arasındadır. Buna göre I. grup granatlar andradit (Alm₀Grs₁₉₋₂₉Prp₀And₇₀₋₈₀Sps₁) türünde, II. grup granatlar ise grossular (Alm₀Grs₂₉₋₉₇Prp₀₋₁And₀Sps₂₋₄) türündedir (Şekil 13).



Şekil 13. Gümüşdamla Skarn Yatağındaki Granatların Pirop+Almandin+Spessartin–Grossular–Andradit Üçgen Diyagramında Sınıflandırılması. Cu ve Fe Skarn Yatağındaki Piroksen Değerleri Einaudi & Burt (1982)’den alınmıştır.

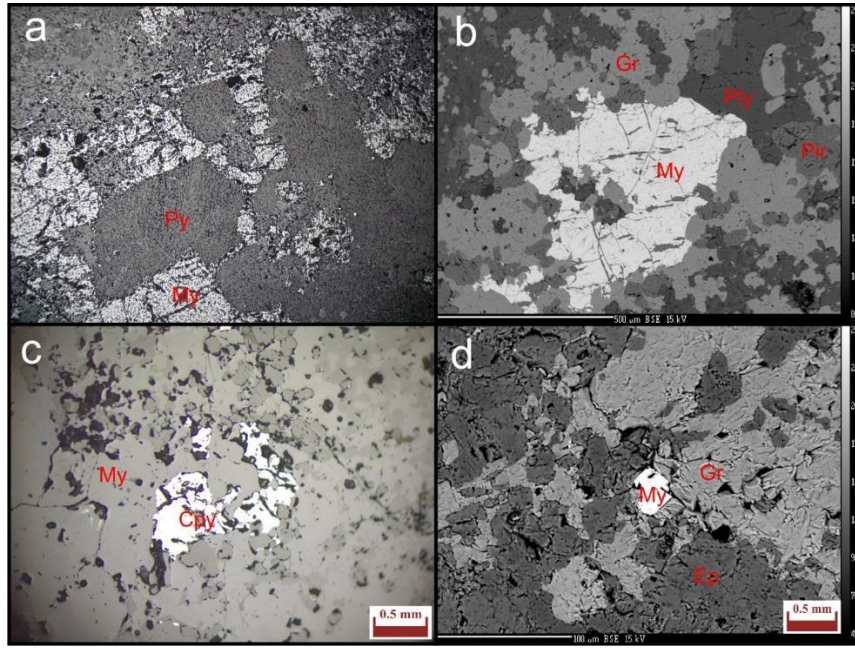
Granatlar üzerinde kimyasal zonlanmayı ortaya çıkarmak amacıyla, iri kristalli granatlarda merkezden kenara doğru alınan profillerden elde edilen bileşimlerin yer yer değişiklik göstermekle birlikte belirgin bir zonlanma göstermediği, ana oksitlerin homojen dağıldığı tespit edilmiştir (Şekil 14). Bu çalışmada granatlardan elde edilen kimyasal bileşimleri, çalışma alanına yakın bölgedeki Fe-skarn yataklarındaki (Arnastal-Gümüşhane Fe-skarn yatağı; Sipahi, 2011) granatların kimyasal bileşimleri ile benzerlik göstermektedir.



Şekil 14. Gümüşdamla Skarn Cevherleşmesinde Granatların FeO ile Al₂O₃ Arasındaki Kimyasal Değişimler

Manyetit

Gümüşdamla skarn cevherleşmesinden alınan örneklerde manyetitlerin genellikle granat, epidot, piroksen az miktarda plajiyoklaslarla birlikte yer aldığı, cevherli örneklerde ise daha çok pirit ve kalkopiritle birlikte gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 15). İncelenen örneklerdeki manyetitelere ait mineral kimyası analiz sonuçları Ek Tablo 5’te verilmiştir. Manyetitler yaklaşık homojen bileşimde ve herhangi bir iz element zenginleşmesi içermemektedir. FeO_T içeriklerinin % 73.10 – 93.20 arasında değiştiği manyetitlerin bazı iri kristalli olanlarında (Y5-51 Y5-56 nolu analiz merkezden kenara doğru TiO₂ ve MnO içeriklerinin arttığı (TiO₂ için; % 0.19-4.08 ve MnO için; % 0.64-3.71) görülmektedir (Ek Tablo 5).



Şekil 15. Gümüşdamla Skarn Cevherleşmesinde Manyetitlerin Mikroskobik (a ve c) ve BSE (b ve d) Görünümleri (Pir: Piroksen, Ply: Plajiyoklas, Ep: Epidot, Gr: Granat My: Manyetit. Cpy: Kalkopirit, Py: Pirit).

Gümüşdamla skarn cevherleşmesine yönelik olarak gerçekleştirilen gerek polarizan mikroskop gerekse cevher mikroskopisi çalışmalarından elde edilen bulgular yardımıyla belirlenen mineral dizilimi (süksesyonu) çalışmasında endoskarn, ekzoskarn ve oksidasyon evresi olmak üzere 3 evre belirlenmiştir (Şekil 16).

Mineraller	Endoskarn	Ekzoskarn		Oksidasyon
		I. Faz	II. Faz	
Piroksen	? - - - - -	- - - - -		
Granat	? - - - - -	- - - - -		
Epidot	? - - - - -	- - - - -		
Manyetit	? - - - - -	- - - - -		
Pirit		- - - - -	- - - - -	
Kalkopirit		- - - - -	- - - - -	
Kuvars	? - - - - -	- - - - -		
Kalsit	? - - - - -	- - - - -		
Hematit			- - - - -	

Şekil 16. Gümüşdamla Fe-Skarn Cevherleşmesinin Mineral Dizilimi (Süksesyonu)

Gümüşdamla Fe-Skarn tip cevherleşmesinde tespit edilen silikat minerallerinden piroksen, epidot ve granatın ilk olarak sokulum kayacın bünyesinde yani endoskarn zonunda daha sonra ekzoskarn zonunda iki farklı evrede oluşumlarının devam ettiği, başlıca cevher minerali olan manyetitin oluşumunun ise endoskarn zonunda başlayıp ekzoskarn zonunda iki farklı evrede gerçekleştiği, pirit ve kalkopiritin ise ekzoskarn zonunda hem birinci hem de ikinci evrede olduğu tespit edilmiştir. Gang minerallerinden kuvars ve kalsitin oluşumları endoskarn zonunda başlayıp ekzoskarn zonunda her iki fazda da devam etmiştir. Hematit ve limonitler ise cevherleşmenin oksidasyon zonu evresinde oluşmuştur. Çalışma kapsamında gerek cevher mikroskopisi gerekse mineral kimyası çalışmaları kapsamında elde edilen verilere bağlı olarak Gümüşdamla skarn cevherleşmesinin Fe-Skarn tipinde olduğu sonucuna varılmıştır. Buna bağlı olarak çalışma sahasına yakın bölgede yer alan ve daha önce çalışılmış olan skarn cevherleşmelerine (Özdil (Trabzon) Fe-Cu skarn (Aslan, 1991; Sadıklar, 1993), Arnastal (Gümüşhane) Fe-skarn (Sipahi, 2011), Eğrikar (Gümüşhane) Fe-Cu Skarn (Sipahi vd. 2017), Kopuz (Gümüşhane) Fe-skarn (Sipahi vd. 2018) ait skarn mineral parajenezi ve mineral kimyası verileri, Gümüşdamla skarn cevherleşmesine ait parajenez, süksesyon ve mineral kimyası verileri ile karşılaştırıldığında önemli benzerlikler göze çarpmaktadır. Söz konusu bu benzerlikler ise çalışılan cevherleşmenin Fe-skarn tip bir cevherleşme olduğu yönünde varılan sonucu destekler niteliktedir.

SONUÇLAR

Gümüşdamla (Aydıntepe-Bayburt) skarn cevherleşme sahasında alterasyon çalışma amacına yönelik olarak yapılan jeokimya, cevher mikroskobisi, alterasyon ve mineral kimyası çalışmaları ile elde edilen önemli sonuçlar şunlardır;

Gümüşdamla skarn cevherleşmesi Eosen yaşlı Kabaköy formasyonu ve Kaçkar Granitoidinin sınırında endoskarn, ekzoskarn ve oksidasyon evrelerinden geçerek gelişmiştir. Gümüşdamla skarn mineralizasyonunda tespit edilen başlıca alterasyon türleri hematitleşme, limonitleşme, epidotlaşma ve killeşmedir. Cevherleşmede birincil mineral parajenezi yaygın gözlenen manyetit ve hematitin yanı sıra az oranda da olsa pirit ve kalkopiritten oluşmaktadır. Mineral kimyası çalışmalarına göre piroksenlerin diyopsit, plajiyoklasların andezin ve anortit, granatların grossular ve andradit bileşiminde olduğu, belirlenmiştir. Piroksen ve granatların mineral kimyası değerlerine göre çalışma alanında bulunan skarn cevherleşmesi Fe-Skarn tipte bir cevherleşmedir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırma, ikinci yazarın yüksek lisans tez çalışmasının bir bölümü olup, Gümüşhane Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörü tarafından (Proje No: 17.F5114.02.03) desteklenmiştir. Yazarlar, çalışmaya katkı sağlayan Dr. Ferkan SİPAHİ, Dr. Mehmet Ali GÜCER ve Öğr. Gör. İbrahim AKPINAR ile arazi çalışmalarındaki katkılarından dolayı, Kadir SÜNNETÇİ ve Fatih ŞAL'a teşekkür eder.

KAYNAKLAR

Akaryalı, E. (2010). Arzular (Gümüşhane KD-Türkiye) altın yatağının jeolojik, mineralojik, jeokimyasal ve kökensel incelenmesi. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 174s.

Akaryalı, E. (2016). Geochemical, fluid inclusion and isotopic (O, H and S) constraints on the origin of Pb–Zn±Au vein-type mineralizations in the Eastern Pontides Orogenic Belt (NE Turkey). *Ore Geology Reviews*, 74, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2015.11.013>

Akaryalı, E., & Akbulut, K. (2016). Constraints of C–O–S isotope compositions and the origin of the Ünlüpinar volcanic-hosted epithermal Pb–Zn±Au deposit, Gümüşhane, NE Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences*, 117, 119–134. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2015.12.012>

Akaryalı, E., & Tüysüz, N. (2013). The genesis of the slab window-related Arzular low- sulfidation epithermal gold mineralization (Eastern Pontides, NE Turkey). *Geoscience Frontiers*, 4-4, 409-421. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2012.12.002>

Akçay, M., Gündüz, Ö., & Çoban, H., (1998). A Multi-phase intrusion around the Gümüşhane Village (Artvin) and associated mineralisation types: A geologic and geochemical approach, *Geosound*, 33, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.chemer.2003.11.001>

Aslan, Z. (1991). Özdil (Yomra-Trabzon) yöresinin petrografisi, skarn oluşukları ve granat-piroksen ritmitleri. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 74s.

Çınar, S., Türk, O., Er, M., Güç, A., Musaoğlu, A., Gümüşel, A., Özdemir, M., & Kurtoğlu, T. (1982). Gümüşhane ili ve güneybatı yöresinin 1:25 000 ölçekli jeolojisi ile maden zuhurlarına ilişkin rapor: MTA Raporu, (yayımlanmamış), Ankara.

Çiftçi, E. (2000). Mineralogy, paragenetic sequence, geochemistry and genesis of the gold and silver bearing upper cretaceous mineral deposits, north eastern Turkey. Ph. D Thesis. University of Missouri-Rolla, Missouri.

Einaui, M.T., & Burt, D.M. (1982). Introduction-terminology, classification and composition of skarn deposits, a special issue devoted to skarn deposits, *Economic Geology*, 77 (4), 745-754. <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.77.4.745>

Eyüboğlu, Y., Santosh, M., Keewook, Y., Tüysüz, N., Korkmaz, S., & Akaryalı, E. (2014). The eastern black sea-type volcanogenic massive sulfide deposits: geochemistry, zircon u–pb geochronology and an overview of the geodynamics of ore genesis, *Ore Geology Reviews*, 59, 29-54. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2013.11.009>

Güven, İ.H. (1993). Doğu Pontidler'in 1/25000 ölçekli kompilasyonu, MTA Genel Müdürlüğü (yayımlanmamış), Ankara.

- Kaygusuz, A., & Selvi, D. (2020). Crystallization conditions and petrography of eocene volcanic rocks in the Gümüşdamla Erikdibi area Bayburt NE Turkey. *Journal of Engineering Research and Applied Science*, 9(2), 1529–1537.
- Kaygusuz, A., & Öztürk, M. (2015). Geochronology, geochemistry, and petrogenesis of the eocene Bayburt intrusions, Eastern Pontide, NE Turkey: implications for lithospheric mantle and lower crustal sources in the high-K calc-alkaline magmatism, *Journal of Asian Earth Sciences*, 108, 97-116. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2015.04.017>
- Kurt, A. H. (2018). Gümüşdamla (Aydıntepe-Bayburt) skarn cevherleşmesinin jeolojik, mineralojik ve kökensel incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gümüşhane, 55s.
- Lermi, A. (2003). Midi (Karamustafa/Gümüşhane, KD Türkiye) Zn-Pb yatağının jeolojik, mineralojik, jeokimyasal ve kökensel incelenmesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 266.
- Morimoto, M. (1988). Nomenclature pyroxenes, *Mineralogical Magazine*, 52, 535-550. <https://doi.org/10.1180/minmag.1988.052.367.15>
- Murakami, H. (2005). “How to study skarn type deposits”, A short term expert seminar, submitted to remote sensing center, MTA (<http://staff.aist.go.jp/hmurakami/skarn.pdf>).
- MTA, (1985) The cooperative mineral exploration of Gümüşhane area, Phase 1, MTA Raporu, No: 334, Ankara.
- Nakano, T., Yoshino, T., Shimazaki, H. & Shimizu, M. (1994). Pyroxene composition as an indicator in the classification of skarn deposits, *Economic Geology*, 89, 1567-1580. <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.89.7.1567>
- Özdoğan, K. (1992). Karadağ (Torul-Gümüşhane) ve yakın çevresinin jeolojisi-mineralojisi-petrografisi ve maden zuhurlarının jenetik incelenmesi. Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Sadıklar, M.B. (1993.) Granat-pyroxene-rhythmite bei Özdil-Trabzon, NE-Türkei. *Chemie der Erde*, 53, 341–353.
- Saraç, S. (2003). Doğu Karadeniz Bölgesi demirli skarn yataklarının karşılaştırmalı mineralojik ve jeokimyasal özellikleri. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 259.
- Saraç, S., & Van, A. (2005). Çambaşı (Ordu) ve Dereli (Giresun) yörelerindeki skarn yataklarının karşılaştırılmalı kimyasal ve mineralojik özellikleri: Doğu Pontid Kuzey Zonu (KD Türkiye), *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 29(2), 27-44.
- Sipahi, F. (1996). Camiboğazi ve Sarıtaş Yaylaları arasındaki bölgenin petrografi ve maden yatakları açısından incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 69s.
- Sipahi, F. 2011. Formation of skarns at Gümüşhane (Northeastern Turkey), *Neues Jahrbuch für Mineralogie-Abhandlungen*, 188 (2), 169-190. <https://doi.org/10.1127/0077-7757/2011/0199>
- Sipahi, F., Akpınar, I., Saydam Eker, Ç., Kaygusuz, A., Vural, A., & Meltem Yılmaz, M. (2017). Formation of the Eğrikar (Gümüşhane) Fe–Cu skarn type mineralization in NE Turkey: U–Pb zircon age, lithogeochemistry, mineral chemistry, fluid inclusion, and O-H-C-S isotopic Compositions. *Journal of Geochemical Exploration*, 182 32-52. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2017.08.006>
- Sipahi, F., Kaygusuz, A., Saydam Eker, Ç., Vural, A., & Akpınar, I. (2018). Late Cretaceous arc igneous activity: the Eğrikar Monzogranite example, *International Geology Review*, 60 (3), 382-400. <https://doi.org/10.1080/00206814.2017.1336120>
- Sipahi, F., Saydam Eker, Ç., & Gücer, M. A. (2020). Geochemical composition of magnetite from different iron skarn mineralizations in NE Turkey: implication for source of ore-forming fluids. *Arabian Journal of Geosciences*, 13-70. <https://doi.org/10.1007/s12517-019-5052-2>
- Streckeisen, A. (1976). To each plutonic rock its proper name, *Earth Science Review*, 12, 1–33,
- Tüysüz, N. (2000). Geology, lithogeochemistry and genesis of the murgul massive sulfide deposit, NE Turkey. *Chemie der Erde*, 60, 231-250.

EKLER

Ek Tablo 1. Gümüşdamla Skarn Örneklerindeki (Y2, Y3, Y5 ve Y7) Piroksenlerin Mikroprob A

Mineral		Piroksen									
Analiz No	Y2-13	Y2-14	Y2-15	Y2-16	Y2-25	Y2-26	Y2-27	Y2-28	Y2-29	Y2-30	Y2-31
Profil (m-k)	m	m	m	k	m	k	m	k	m	k	k
SiO ₂	52,05	53,29	52,01	51,37	52,32	51,40	52,57	51,90	52,39	52,25	52,25
TiO ₂	0,02	0,03	0,03	0,02	0,07	0,05	0,02	0,07	0,02	0,04	0,04
Al ₂ O ₃	0,53	0,36	1,05	0,41	1,25	0,80	0,39	0,91	0,34	0,42	0,42
FeO ^T	9,07	9,44	9,17	10,00	10,72	10,71	9,51	10,10	10,22	9,07	9,07
MnO	0,67	0,74	0,84	0,97	0,96	1,04	0,85	1,02	0,92	0,69	0,69
MgO	12,52	12,64	12,62	11,64	11,91	11,33	12,34	11,69	11,87	12,34	12,34
CaO	24,53	24,43	24,26	24,08	24,10	24,03	24,12	24,22	24,06	24,53	24,53
Na ₂ O	0,20	0,15	0,09	0,11	0,13	0,10	0,11	0,14	0,11	0,19	0,19
Toplam	99,59	101,08	100,07	98,60	101,46	99,46	99,91	100,05	99,93	99,53	99,53
Si	1,961	1,982	1,951	1,968	1,948	1,957	1,981	1,959	1,980	1,972	1,972
Ti	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001
Al	0,024	0,016	0,046	0,019	0,055	0,036	0,017	0,040	0,015	0,019	0,019
Cr	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Fe ⁺³	0,068	0,030	0,056	0,053	0,055	0,054	0,028	0,048	0,031	0,049	0,049
Fe ⁺²	0,218	0,263	0,231	0,268	0,278	0,287	0,271	0,271	0,292	0,237	0,237
Mn	0,021	0,023	0,027	0,031	0,030	0,034	0,027	0,033	0,029	0,022	0,022
Mg	0,703	0,701	0,706	0,665	0,661	0,643	0,693	0,658	0,669	0,694	0,694
Ca	0,990	0,973	0,975	0,988	0,961	0,980	0,974	0,979	0,974	0,992	0,992
Na	0,015	0,011	0,007	0,008	0,009	0,007	0,008	0,010	0,008	0,014	0,014
Toplam	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Mg#	0,76	0,73	0,75	0,71	0,70	0,69	0,72	0,71	0,70	0,75	0,75
En	0,37	0,36	0,37	0,35	0,35	0,34	0,36	0,34	0,35	0,36	0,36
Fs	0,11	0,14	0,12	0,14	0,15	0,15	0,14	0,14	0,15	0,12	0,12
Wo	0,52	0,50	0,51	0,51	0,51	0,51	0,50	0,51	0,50	0,52	0,52

Ek Tablo 1'in devamı,

Mineral		Piroksen								
Analiz No	Y3-05	Y3-08	Y3-09	Y3-10	Y3-31	Y3-32	Y3-33	Y3-34	Y3-57	Y3-58
Profil (m-k)	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k
SiO ₂	51,65	54,31	52,37	50,99	51,68	50,73	51,20	50,46	51,39	51,39
TiO ₂	0,01	0,01	0,02	0,01	0,13	0,13	0,06	0,13	0,06	0,06
Al ₂ O ₃	0,40	0,44	0,32	0,30	0,88	0,97	0,64	0,91	0,62	0,62
FeO ^T	12,46	12,11	11,37	11,46	12,43	12,60	11,90	12,16	15,40	15,40
MnO	0,95	0,79	0,97	0,99	1,03	1,00	0,99	1,02	1,43	1,43
MgO	10,22	11,28	11,02	10,41	10,14	9,78	10,06	9,82	8,23	8,23
CaO	23,61	23,44	23,84	23,92	23,45	23,55	23,41	23,40	23,34	23,34
Na ₂ O	0,24	0,30	0,27	0,24	0,33	0,31	0,23	0,31	0,27	0,27
Toplam	99,54	102,68	100,18	98,32	100,07	99,07	98,49	98,21	100,74	100,74
Si	1,980	2,009	1,984	1,973	1,969	1,956	1,982	1,960	1,975	1,975
Ti	0,000	0,000	0,001	0,000	0,004	0,004	0,002	0,004	0,002	0,002
Al	0,018	0,019	0,014	0,014	0,040	0,044	0,029	0,042	0,028	0,028
Cr	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Fe ⁺³	0,040	0,016	0,037	0,058	0,039	0,061	0,020	0,054	0,038	0,038
Fe ⁺²	0,360	0,390	0,324	0,313	0,358	0,346	0,365	0,341	0,457	0,457
Mn	0,031	0,025	0,031	0,032	0,033	0,033	0,032	0,034	0,047	0,047
Mg	0,584	0,622	0,622	0,600	0,576	0,562	0,581	0,569	0,472	0,472
Ca	0,970	0,929	0,968	0,992	0,957	0,973	0,971	0,974	0,961	0,961
Na	0,018	0,022	0,020	0,018	0,024	0,023	0,017	0,023	0,020	0,020
Toplam	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Mg#	0,62	0,61	0,66	0,66	0,62	0,62	0,61	0,63	0,51	0,51
En	0,31	0,32	0,33	0,32	0,30	0,30	0,30	0,30	0,25	0,25
Fs	0,19	0,20	0,17	0,16	0,19	0,18	0,19	0,18	0,24	0,24
Wo	0,51	0,48	0,51	0,52	0,51	0,52	0,51	0,52	0,51	0,51

Ek Tablo 1'in devamı,

Mineral		Piroksen								
Analiz No	Y5-18	Y5-19	Y5-20	Y5-36	Y5-37	Y5-38	Y5-39	Y5-42	Y5-43	Y5-44
Profil (m-k)	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m
SiO ₂	52,87	53,73	52,91	53,45	49,45	52,99	52,68	52,83	52,35	53,11
TiO ₂	0,03	0,05	0,04	0,03	0,22	0,04	0,05	0,06	0,09	0,08
Al ₂ O ₃	1,25	1,11	0,69	0,59	3,47	1,31	0,78	1,11	1,64	1,11
FeO ^T	5,47	6,33	5,80	4,54	9,03	7,74	7,26	5,95	7,49	11,11
MnO	0,34	0,41	0,47	0,40	0,56	0,48	0,67	0,53	0,47	0,56
MgO	15,13	15,02	14,76	15,46	12,18	14,10	14,01	14,69	13,82	14,11
CaO	24,86	24,71	24,79	25,16	24,32	24,39	24,47	24,88	24,43	23,88
Na ₂ O	0,08	0,04	0,08	0,02	0,11	0,13	0,03	0,07	0,06	0,08
Toplam	100,03	101,40	99,54	99,65	99,34	101,18	99,95	100,12	100,35	100,03
Si	1,948	1,960	1,965	1,973	1,863	1,947	1,961	1,951	1,941	1,948
Ti	0,001	0,001	0,001	0,001	0,006	0,001	0,001	0,002	0,003	0,002
Al	0,054	0,048	0,030	0,026	0,154	0,057	0,034	0,048	0,072	0,054
Cr	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Fe ⁺³	0,054	0,033	0,044	0,028	0,115	0,056	0,043	0,051	0,047	0,054
Fe ⁺²	0,114	0,160	0,136	0,113	0,170	0,182	0,184	0,133	0,186	0,114
Mn	0,011	0,013	0,015	0,013	0,018	0,015	0,021	0,017	0,015	0,011
Mg	0,831	0,817	0,817	0,851	0,684	0,772	0,778	0,809	0,764	0,831
Ca	0,981	0,966	0,986	0,995	0,982	0,960	0,976	0,985	0,970	0,981
Na	0,006	0,003	0,006	0,001	0,008	0,009	0,002	0,005	0,004	0,006
Toplam	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Mg#	0,88	0,84	0,86	0,88	0,80	0,81	0,81	0,86	0,80	0,88
En	0,43	0,42	0,42	0,43	0,37	0,40	0,40	0,42	0,40	0,43
Fs	0,06	0,08	0,07	0,06	0,09	0,10	0,09	0,07	0,10	0,06
Wo	0,51	0,50	0,51	0,51	0,53	0,50	0,50	0,51	0,51	0,51

Ek Tablo 1'in devamı,

Mineral		Piroksen			
Analiz No	Y7-44	Y7-45	Y7-68	Y7-70	Y7-71
Profil (m-k)	m	k	k	m	k
SiO ₂	51,88	49,03	49,49	49,68	49,82
TiO ₂	0,03	0,05	0,17	0,18	0,08
Al ₂ O ₃	1,36	1,35	2,08	2,51	1,84
FeO ^T	9,94	12,38	13,10	12,02	12,06
MnO	0,87	1,03	0,97	0,81	0,91
MgO	12,20	9,85	9,74	10,79	10,61
CaO	24,09	23,79	23,67	22,99	23,58
Na ₂ O	0,11	0,14	0,20	0,14	0,17
Toplam	100,48	97,62	99,42	99,12	99,07
Si	1,944	1,917	1,901	1,902	1,910
Ti	0,001	0,001	0,005	0,005	0,002
Al	0,060	0,062	0,094	0,113	0,083
Cr	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Fe ⁺³	0,059	0,112	0,108	0,084	0,104
Fe ⁺²	0,253	0,292	0,313	0,301	0,283
Mn	0,028	0,034	0,032	0,026	0,030
Mg	0,681	0,574	0,558	0,616	0,606
Ca	0,967	0,996	0,974	0,943	0,969
Na	0,008	0,011	0,015	0,010	0,013
Toplam	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Mg#	0,73	0,66	0,64	0,67	0,68
En	0,36	0,31	0,30	0,33	0,33
Fs	0,13	0,16	0,17	0,16	0,15
Wo	0,51	0,53	0,53	0,51	0,52

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Mg# = Mg/(Mg+Fe⁺²),
Yapısal formüller 6 oksijene göre hesaplanmıştır. m: merkez, k: kenar

Ek Tablo 2. Gümüşdamla Skarn Örneklerindeki (Y2, Y3, Y5 ve Y7) Plajiyoklasların Mikroprob

Mineral		Plajiyoklas									
Analiz No	Y2-07	Y2-08	Y2-19	Y2-21	Y2-23	Y2-39	Y2-40	Y3-01	Y3-02	Y3-04	Y3-18
Profil (m-k)	m	k	m	m	m	m	k	m	k	k	
SiO ₂	43,55	43,10	44,11	44,21	44,38	42,88	43,05	58,73	58,42	56,40	55,92
Al ₂ O ₃	35,75	35,35	34,77	35,22	34,88	34,99	34,51	25,29	26,74	25,72	24,58
CaO	19,00	19,07	18,56	18,95	18,50	19,22	17,86	7,64	8,54	8,46	7,74
FeO ^T	0,54	0,91	0,64	0,65	0,62	0,45	0,52	0,33	0,38	0,39	0,26
SrO	0,07	0,06	0,10	0,04	0,08	0,09	0,09	0,07	0,04	0,07	0,11
BaO	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
Na ₂ O	0,39	0,42	0,67	0,48	0,74	0,49	1,16	7,11	7,06	6,70	7,71
K ₂ O	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,04	0,05	0,42	0,22	0,15	0,26
Toplam	99,34	98,92	98,86	99,56	99,22	98,16	97,24	99,60	101,40	97,89	96,57
Si	2,031	2,025	2,066	2,056	2,070	2,029	2,052	2,643	2,588	2,589	2,609
Al	1,966	1,957	1,920	1,931	1,918	1,951	1,939	1,341	1,396	1,392	1,352
Fe ⁺²	0,021	0,036	0,025	0,025	0,024	0,018	0,021	0,012	0,014	0,015	0,010
Ca	0,950	0,960	0,932	0,944	0,925	0,974	0,912	0,368	0,405	0,416	0,387
Na	0,035	0,038	0,061	0,043	0,067	0,045	0,107	0,620	0,606	0,596	0,698
K	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,003	0,024	0,012	0,009	0,015
Toplam	5,004	5,016	5,005	5,001	5,005	5,019	5,034	5,009	5,023	5,017	5,071
Or	0,06	0,06	0,12	0,12	0,06	0,24	0,30	2,38	1,21	0,86	1,41
Ab	3,58	3,83	6,12	4,38	6,75	4,40	10,49	61,25	59,21	58,39	63,41
An	96,36	96,11	93,76	95,50	93,19	95,36	89,22	36,37	39,58	40,75	35,18

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Yapısal formüller 8 oksijene göre hesaplanmıştır. An, Ab ve Or: sırasıyla An, Ab ve Or toplam Fe olarak alınmıştır. m: merkez, k: kenar.

Ek Tablo 2'nin devamı,

Mineral		Plajiyoklas								
Analiz No	Y3-24	Y3-25	Y3-26	Y3-27	Y3-29	Y3-38	Y3-39	Y3-41	Y5-01	Y5-02
Profil (m-k)	m	k	m	k	k	m	m	m	m	k
SiO ₂	56,68	56,76	59,16	56,99	56,56	58,33	99,86	89,56	42,72	42,72
Al ₂ O ₃	25,43	25,82	25,24	24,77	24,84	26,10	0,37	4,50	35,74	35,74
CaO	8,10	8,52	7,26	7,63	9,34	7,97	0,07	0,63	19,61	19,61
FeO ^T	0,32	0,40	0,38	0,40	0,98	0,38	0,06	0,29	0,17	0,17
SrO	0,04	0,06	0,13	0,13	0,08	0,07	0,04	0,04	0,07	0,07
BaO	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,01	0,01
Na ₂ O	6,79	6,36	7,28	7,01	6,60	6,97	0,15	2,35	0,15	0,15
K ₂ O	0,12	0,30	0,34	0,29	0,14	0,24	0,02	0,05	0,01	0,01
Toplam	97,49	98,24	99,78	97,23	98,53	100,08	100,57	97,42	98,48	99,78
Si	2,607	2,595	2,654	2,631	2,595	2,613	3,981	3,765	2,011	2,011
Al	1,379	1,391	1,335	1,348	1,343	1,378	0,017	0,223	1,983	1,983
Fe ⁺²	0,012	0,015	0,014	0,015	0,038	0,014	0,002	0,010	0,007	0,007
Ca	0,399	0,417	0,349	0,377	0,459	0,383	0,003	0,028	0,989	0,989
Na	0,606	0,564	0,633	0,628	0,587	0,605	0,012	0,192	0,014	0,014
K	0,007	0,017	0,019	0,017	0,008	0,014	0,001	0,003	0,001	0,001
Toplam	5,010	5,000	5,005	5,017	5,031	5,008	4,016	4,221	5,005	5,005
Or	0,70	1,75	1,94	1,67	0,78	1,37	6,52	1,20	0,06	0,06
Ab	59,85	56,46	63,22	61,40	55,68	60,44	74,32	86,05	1,36	0,06
An	39,45	41,79	34,84	36,93	43,54	38,19	19,16	12,75	98,58	99,78

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Yapısal formüller 8 oksijene göre hesaplanmıştır. An, Ab ve Or: sırasıyla Anorthit, Albit ve Ortoklas olarak adlandırılır. m: merkez, k: kenar.

Ek Tablo 2'nin devamı,

Mineral		Plajiyoklas								
Analiz No	Y5-13	Y5-14	Y5-15	Y5-16	Y5-24	Y5-25	Y5-26	Y5-27	Y5-44	Y5-
Profil (m-k)	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k
SiO ₂	43,05	43,20	43,21	43,20	42,56	43,10	43,91	43,55	42,81	42,
Al ₂ O ₃	36,01	36,28	35,86	35,71	35,33	35,58	36,36	35,80	35,55	35,
CaO	19,51	19,57	19,48	19,49	19,34	19,44	19,20	19,02	19,36	19,
FeO ^T	0,16	0,22	0,31	0,38	0,29	0,36	0,46	0,44	0,38	0,
SrO	0,10	0,05	0,11	0,11	0,06	0,08	0,08	0,10	0,11	0,
BaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,
Na ₂ O	0,15	0,07	0,17	0,16	0,19	0,18	0,22	0,25	0,18	0,
K ₂ O	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,
Toplam	98,99	99,39	99,15	99,07	97,79	98,75	100,24	99,17	98,41	98,
Si	2,015	2,012	2,020	2,022	2,018	2,023	2,027	2,033	2,018	2,0
Al	1,986	1,992	1,976	1,970	1,974	1,969	1,979	1,970	1,975	1,9
Fe ⁺²	0,006	0,009	0,012	0,015	0,011	0,014	0,018	0,017	0,015	0,0
Ca	0,978	0,977	0,976	0,978	0,982	0,978	0,950	0,951	0,978	0,9
Na	0,014	0,006	0,015	0,015	0,017	0,016	0,020	0,023	0,016	0,0
K	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,0
Toplam	4,999	4,996	5,000	5,000	5,004	5,000	4,994	4,994	5,003	5,0
Or	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0,00	0,06	0,06	0,06	0,
Ab	1,37	0,64	1,55	1,46	1,75	1,65	2,03	2,32	1,65	1,
An	98,57	99,30	98,39	98,48	98,25	98,35	97,91	97,62	98,29	98,

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Yapısal formüller 8 oksijene göre hesaplanmıştır. An, Ab ve Or: sırasıyla An, Ab ve Or toplam Fe olarak alınmıştır. m: merkez, k: kenar.

Ek Tablo 2'nin devamı,

Mineral		Plajiyoklas								
Analiz No	Y7-04	Y7-05	Y7-06	Y7-07	Y7-08	Y7-46	Y7-47	Y7-54	Y7-55	Y7-
Profil (m-k)	k	m	k	m	k	m	k		merkezden - kenar	
SiO ₂	44,57	43,27	45,10	44,20	43,28	44,24	43,85	42,58	42,42	42,58
Al ₂ O ₃	33,99	34,56	34,17	34,78	34,09	35,06	35,04	35,59	35,50	35,59
CaO	17,41	18,54	17,64	18,27	18,42	18,36	18,37	19,23	19,16	19,23
FeO ^T	0,57	0,48	0,64	0,70	0,74	0,45	0,61	0,35	0,23	0,35
SrO	0,03	0,07	0,12	0,10	0,07	0,10	0,07	0,05	0,10	0,07
BaO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Na ₂ O	1,10	0,60	1,19	0,78	0,69	0,68	0,68	0,13	0,13	0,13
K ₂ O	0,03	0,03	0,04	0,02	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01
Toplam	97,71	97,56	98,89	98,84	97,31	98,90	98,66	97,95	97,55	98,89
Si	2,104	2,054	2,107	2,070	2,063	2,068	2,057	2,014	2,014	2,014
Al	1,891	1,934	1,882	1,920	1,915	1,931	1,938	1,984	1,987	1,987
Fe ⁺²	0,023	0,019	0,025	0,027	0,029	0,018	0,024	0,014	0,009	0,014
Ca	0,881	0,943	0,883	0,917	0,941	0,919	0,923	0,975	0,975	0,975
Na	0,101	0,055	0,108	0,071	0,064	0,062	0,062	0,012	0,012	0,012
K	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001
Toplam	5,001	5,007	5,007	5,006	5,012	4,998	5,006	5,000	4,998	5,000
Or	0,18	0,18	0,24	0,12	0,12	0,06	0,18	0,06	0,06	0,06
Ab	10,24	5,52	10,85	7,16	6,34	6,28	6,27	1,21	1,21	1,21
An	89,57	94,30	88,91	92,72	93,54	93,66	93,55	98,73	98,73	98,73

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Yapısal formüller 8 oksijene göre hesaplanmıştır. An, Ab ve Or: sırasıyla Anorthit, Albit ve Ortoklas olarak alınmıştır. m: merkez, k: kenar.

Ek Tablo 3. Gümüşdamla Skarn Örneklerindeki Epidotların (Y3 ve Y5) Mikroprob Analizleri

Mineral		Epidot								
Analiz No	Y3-45	Y3-47	Y3-49	Y3-50	Y3-51	Y3-52	Y3-63	Y3-64	Y3-65	Y3-66
Profil (m-k)	m	kenardan - kenara				merkezden - kenara				
SiO ₂	39,39	36,89	36,38	36,70	38,22	36,51	37,12	34,75	36,21	34,75
TiO ₂	0,07	0,41	0,10	0,08	0,15	0,22	0,32	0,06	0,17	0,07
Al ₂ O ₃	24,35	21,77	21,63	22,72	22,83	22,26	22,23	20,83	20,87	19,77
CaO	22,34	22,24	22,69	22,51	22,93	23,02	23,03	22,96	22,86	23,02
MnO	0,22	0,24	0,24	0,37	0,15	0,09	0,08	0,15	0,12	0,09
FeO _T	14,63	13,05	14,90	14,51	14,68	14,11	14,36	14,86	15,14	15,14
Na ₂ O	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H ₂ O	1,84	1,73	1,72	1,76	1,80	1,75	1,76	1,67	1,71	1,71
F	0,13	0,08	0,11	0,09	0,10	0,09	0,09	0,11	0,11	0,11
O=F	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05
Toplam	102,92	96,38	97,73	98,72	100,83	98,03	98,96	95,35	97,14	95,35
Si	6,031	6,035	5,892	5,869	5,983	5,883	5,921	5,800	5,911	5,800
Ti	0,008	0,050	0,012	0,010	0,018	0,027	0,038	0,008	0,021	0,008
Al	4,394	4,198	4,129	4,282	4,212	4,228	4,179	4,098	4,015	3,998
Fe ⁺³	1,527	1,631	2,018	1,941	1,787	1,901	1,903	2,074	2,067	2,114
Fe ⁺²	0,346	0,154	0,000	0,000	0,135	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
Mn	0,029	0,033	0,033	0,050	0,020	0,012	0,011	0,021	0,017	0,017
Ni	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ca	3,665	3,898	3,937	3,857	3,846	3,974	3,936	4,106	3,998	4,106
Na	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Toplam	16,000	16,000	16,022	16,012	16,000	16,026	16,000	16,106	16,028	16,028

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir, Yapısal formüller 25 oksijene göre hesaplanmıştır. m: m, k: k

Ek Tablo 3'ün devamı,

Mineral		Epidot								
Analiz No	Y3-70	Y3-71	Y3-72	Y3-73	Y5-21	Y5-22	Y5-57	Y5-58	Y5-59	Y5-
Profil (m-k)	merkezden - kenara				m	k	m	m	m	n
SiO ₂	40,34	32,97	38,49	40,96	39,14	40,06	40,23	39,88	39,12	39,
TiO ₂	0,02	0,04	0,06	0,06	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,
Al ₂ O ₃	27,31	20,92	25,61	25,45	31,08	34,54	34,58	33,53	33,94	29,
CaO	22,01	22,90	23,03	21,48	23,82	23,84	23,94	24,08	23,88	23,
MnO	0,16	0,08	0,28	0,29	0,21	0,68	0,58	0,25	0,79	0,
FeO _T	10,73	12,63	11,61	11,18	4,77	1,34	1,38	2,91	1,94	6,
Na ₂ O	0,03	0,00	0,00	0,43	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,
H ₂ O	1,90	1,62	1,83	1,87	1,91	2,01	2,00	1,99	1,99	1,9
F	0,09	0,08	0,11	0,10	0,09	0,03	0,04	0,03	0,00	0,
O=F	0,04	0,03	0,05	0,04	0,04	0,01	0,02	0,01	0,00	0,
Toplam	102,55	91,21	100,98	101,77	100,97	102,50	102,75	102,68	101,67	101,
Si	6,130	5,747	5,959	6,275	5,938	5,933	5,943	5,916	5,858	5,9
Ti	0,002	0,005	0,007	0,007	0,000	0,001	0,001	0,002	0,001	0,0
Al	4,891	4,298	4,673	4,595	5,557	6,029	6,021	5,862	5,990	5,3
Fe ⁺³	0,853	1,841	1,394	0,969	0,566	0,106	0,094	0,301	0,243	0,8
Fe ⁺²	0,511	0,000	0,109	0,463	0,039	0,060	0,077	0,060	0,000	0,0
Mn	0,021	0,012	0,037	0,038	0,027	0,085	0,073	0,031	0,100	0,0
Ni	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0
Ca	3,584	4,277	3,820	3,526	3,872	3,783	3,789	3,827	3,831	3,8
Na	0,009	0,000	0,000	0,128	0,000	0,003	0,003	0,000	0,000	0,0
Toplam	16,000	16,179	16,000	16,000	16,000	16,000	16,000	16,000	16,024	16,

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Yapısal formüller 25 oksijene göre hesaplanmıştır, m: n

Ek Tablo 4. Gümüşdamla Skarn Örneklerindeki (Y2 ve Y7) Granatların Mikroprob Analizleri

Mineral		Granat								
Analiz No	Y2-09	Y2-10	Y2-11	Y2-12	Y2-31	Y2-32	Y2-33	Y2-34	Y2-35	Y2-36
Profil (m-k)	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k
SiO ₂	37,47	35,66	37,3	38,26	36,49	35,84	35,43	37,16	35,96	35,47
TiO ₂	0,47	0,36	0,32	0,34	0,35	0,35	0,38	0,35	0,45	0,38
Al ₂ O ₃	4,99	5,57	6,42	6,58	5,85	5,58	5,56	5,87	5,11	4,99
FeO ^T	23,46	22,41	21,76	21,74	21,84	22,65	22,21	22,07	23,04	21,76
MnO	1,38	1,63	1,84	1,46	1,6	1,52	1,57	1,73	1,66	1,38
MgO	0,14	0,12	0,15	0,19	0,11	0,15	0,14	0,11	0,09	0,14
CaO	31,51	31,18	31,29	31,55	31,24	29,44	31,51	30,59	31,25	30,59
F	0,05	0,02	0,08	0,06	0,08	0,07	0,06	0,04	0,08	0,05
Toplam	99,46	96,97	99,13	100,16	97,54	95,59	96,83	97,92	97,62	99,46
Si	3,039	2,963	3,018	3,062	3,004	3,021	2,942	3,054	2,970	3,039
Ti	0,029	0,023	0,019	0,020	0,022	0,022	0,024	0,022	0,028	0,029
Al	0,477	0,545	0,612	0,621	0,568	0,554	0,544	0,569	0,497	0,477
Fe ⁺³	1,318	1,395	1,259	1,167	1,319	1,298	1,441	1,220	1,431	1,318
Fe ⁺²	0,274	0,162	0,213	0,288	0,185	0,298	0,102	0,297	0,160	0,274
Mn	0,095	0,115	0,126	0,099	0,112	0,109	0,110	0,120	0,116	0,095
Mg	0,017	0,015	0,018	0,023	0,014	0,019	0,017	0,013	0,011	0,017
Ca	2,738	2,776	2,712	2,705	2,755	2,659	2,803	2,693	2,765	2,738
Toplam	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
And	0,769	0,740	0,706	0,701	0,725	0,742	0,739	0,727	0,762	0,769
Grs	0,222	0,248	0,279	0,286	0,263	0,246	0,250	0,260	0,228	0,222
Sps	0,008	0,010	0,013	0,010	0,011	0,010	0,010	0,012	0,010	0,008
Alm	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Prp	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001
Mg#	0,06	0,08	0,08	0,07	0,07	0,06	0,15	0,04	0,06	0,06

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Yapısal formüller 12 oksijene göre hesaplanmıştır, m: merkez, k: köşe.

Ek Tablo 4'ün devamı,

Mineral		Granat								
Analiz No	Y2-52	Y2-53	Y2-54	Y2-55	Y2-56	Y2-57	Y2-58	Y7-17	Y7-18	Y
Profil (m-k)	k	mk	merkezden - kenara					m	k	
SiO ₂	34,66	37,09	37,83	36,6	28,53	33,31	35,43	35,04	35,43	3
TiO ₂	0,43	0,4	0,37	0,36	0,38	0,38	0,39	0,64	0,49	0
Al ₂ O ₃	4,8	5,56	5,7	5,82	4,22	4,75	5,31	4,72	4,98	4
FeO ^T	22,8	22,78	22,75	22,15	21,77	22,77	23,19	1,46	1,68	
MnO	1,59	1,36	1,8	1,57	1,47	1,69	1,76	31,36	30,52	3
MgO	0,07	0,16	0,12	0,08	0,1	0,09	0,09	26,01	26,23	2
CaO	31,4	30,98	30,91	30,59	31,05	30,81	30,75	0,09	0,09	0
F	0,04	0,09	0,07	0,05	0,08	0,02	0,07	0,06	0,06	0
Toplam	95,77	98,39	99,51	97,19	87,57	93,82	96,99	99,38	99,44	1
Si	2,921	3,032	3,060	3,030	2,626	2,869	2,947	2,925	2,957	2
Ti	0,027	0,025	0,023	0,022	0,026	0,025	0,024	0,040	0,031	0
Al	0,477	0,536	0,543	0,568	0,458	0,482	0,521	0,464	0,490	0
Fe ⁺³	1,526	1,296	1,238	1,266	2,048	1,610	1,454	0,014	0,097	0
Fe ⁺²	0,081	0,261	0,301	0,268	0,372	0,030	0,159	0,014	0,097	0
Mn	0,113	0,094	0,123	0,110	0,115	0,123	0,124	0,103	0,119	0
Mg	0,009	0,019	0,014	0,010	0,014	0,012	0,011	0,011	0,011	0
Ca	2,835	2,713	2,679	2,713	3,062	2,843	2,740	2,805	2,729	2
Toplam	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	6,366	6,353	6
And	0,771	0,744	0,739	0,730	0,785	0,772	0,756	0,000	0,000	0
Grs	0,219	0,246	0,248	0,259	0,206	0,217	0,233	0,961	0,955	0
Sps	0,009	0,009	0,011	0,011	0,008	0,009	0,011	0,035	0,042	0
Alm	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0
Prp	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,004	0,004	0
Mg#	0,10	0,07	0,05	0,04	0,04	0,28	0,07	0,44	0,10	0

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Yapısal formüller 12 oksijene göre hesaplanmıştır. m: merkez, k: kenar

Ek Tablo 4'ün devamı,

Mineral		Granat								
Analiz No	Y7-23	Y7-24	Y7-25	Y7-26	Y7-27	Y7-28	Y7-29	Y7-30	Y7-31	Y7-32
Profil (m-k)	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k
SiO ₂	35,96	36,13	36,02	33,8	36,17	37,03	35,12	34,69	36,2	36,2
TiO ₂	1,17	0,51	1,04	0,82	0,59	0,78	0,62	0,53	0,59	0,59
Al ₂ O ₃	6,6	4,76	7,95	6,9	4,8	7,9	7,55	4,97	4,86	4,86
FeO ^T	1,21	1,6	1,18	1,07	1,56	1,09	1,09	1,19	1,43	1,43
MnO	31,9	30,9	32,46	32,57	30,98	32,31	32,83	31,61	31,27	31,27
MgO	22,68	26,49	20,32	21,05	26,02	20,58	20,94	25,39	26,42	26,42
CaO	0,22	0,09	0,32	0,23	0,1	0,3	0,22	0,13	0,1	0,1
F	0,11	0,05	0,08	0,05	0,05	0,09	0,06	0,08	0,09	0,09
Toplam	99,84	100,52	99,33	96,47	100,25	100,04	98,42	98,57	100,93	99,84
Si	2,948	2,985	2,941	2,856	2,993	3,002	2,901	2,910	2,973	2,973
Ti	0,072	0,032	0,064	0,052	0,037	0,048	0,039	0,033	0,036	0,036
Al	0,638	0,464	0,765	0,687	0,468	0,755	0,735	0,491	0,470	0,470
Fe ⁺³	0,050	0,133	0,003	0,172	0,136	0,086	0,101	0,041	0,099	0,099
Fe ⁺²	0,050	0,133	0,003	0,172	0,136	0,086	0,101	0,041	0,099	0,099
Mn	0,084	0,112	0,082	0,077	0,109	0,075	0,076	0,085	0,099	0,099
Mg	0,027	0,011	0,039	0,029	0,012	0,036	0,027	0,016	0,012	0,012
Ca	2,802	2,735	2,840	2,948	2,747	2,806	2,905	2,840	2,751	2,751
Toplam	6,601	6,353	6,752	6,662	6,380	6,745	6,699	6,398	6,367	6,367
And	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Grs	0,962	0,957	0,959	0,965	0,958	0,962	0,966	0,966	0,961	0,961
Sps	0,029	0,039	0,028	0,025	0,038	0,026	0,025	0,029	0,035	0,035
Alm	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Prp	0,009	0,004	0,013	0,009	0,004	0,012	0,009	0,006	0,004	0,004
Mg#	0,35	0,08	0,93	-0,20	0,08	0,30	-0,37	-0,65	0,11	0,11

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Yapısal formüller 12 oksijene göre hesaplanmıştır, m: merkez, k: k

Ek Tablo 4'ün devamı,

Mineral	Granat			
Analiz No	Y7-50	Y7-51	Y7-52	Y7-53
Profil (m-k)	m	k	m	k
SiO ₂	36,82	35,72	35,09	36,86
TiO ₂	0,03	0,68	0,62	0,03
Al ₂ O ₃	6,88	4,7	4,95	7,45
FeO ^T	0,93	1,64	1,41	0,99
MnO	32,55	30,7	31,23	32,42
MgO	22,88	26,47	25,82	22,21
CaO	0,08	0,08	0,13	0,09
F	0,09	0,05	0,07	0,08
Toplam	100,24	100,02	99,3	100,09
Si	2,999	2,969	2,927	2,999
Ti	0,002	0,043	0,039	0,002
Al	0,660	0,460	0,487	0,714
Fe ⁺³	0,040	0,126	0,022	0,054
Fe ⁺²	0,040	0,126	0,022	0,054
Mn	0,064	0,115	0,100	0,068
Mg	0,010	0,010	0,016	0,011
Ca	2,840	2,734	2,791	2,826
Toplam	6,598	6,345	6,379	6,640
And	0,000	0,000	0,000	0,000
Grs	0,975	0,956	0,960	0,973
Sps	0,022	0,040	0,034	0,023
Alm	0,000	0,000	0,000	0,000
Prp	0,003	0,003	0,006	0,004
Mg#	0,20	0,07	0,43	0,17

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Yapısal formüller 12 oksijene göre hesaplanmıştır. m: merkez, k: kenar.
Mg# = $Mg / (Mg + Fe^{+2})$,

Ek Tablo 5. Gümüşdamla Skarn Örneklerindeki (Y2, Y3, Y5 ve Y7) Manyetitlerin Mikroprob

Mineral		Manyetit								
Analiz No	Y2-01	Y2-02	Y2-03	Y2-04	Y2-05	Y2-06	Y2-17	Y2-18	Y2-37	Y2-
Profil (m-k)	m	k	m	k	m	k	m	k	m	k
SiO ₂	0,03	0,12	0,07	3,05	0,07	0,15	0,05	0,12	0,09	0,0
TiO ₂	0,25	0,11	0,08	0,09	0,12	0,08	0,10	0,15	0,28	0,3
Al ₂ O ₃	0,64	0,09	0,35	1,93	0,30	0,40	0,26	0,23	0,22	0,3
Cr ₂ O ₃	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01	0,02	0,0
FeO	90,59	91,54	92,91	84,95	91,31	91,23	93,20	91,70	91,82	91,3
MnO	0,11	0,05	0,13	0,07	0,10	0,09	0,17	0,21	0,24	0,2
MgO	0,03	0,00	0,01	1,41	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,0
CaO	0,05	0,56	0,03	0,67	0,05	0,23	0,01	0,39	0,05	0,3
Toplam	91,71	92,48	93,60	92,18	91,96	92,24	93,84	92,81	92,73	92,7
Si	0,001	0,005	0,003	0,115	0,003	0,006	0,002	0,005	0,003	0,0
Ti	0,007	0,003	0,002	0,003	0,004	0,002	0,003	0,004	0,008	0,0
Al	0,029	0,004	0,016	0,086	0,014	0,018	0,012	0,010	0,010	0,0
Cr	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001	0,0
Fe ⁺³	1,954	1,980	1,974	1,678	1,973	1,964	1,978	1,971	1,966	1,9
Fe ⁺²	1,001	0,983	0,999	1,009	1,001	0,995	0,998	0,986	1,002	0,9
Mn	0,004	0,002	0,004	0,002	0,003	0,003	0,005	0,007	0,008	0,0
Mg	0,002	0,000	0,001	0,079	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,0
Ca	0,002	0,023	0,001	0,027	0,002	0,010	0,000	0,016	0,002	0,0
Toplam	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,0
Fe#	1,00	1,00	1,00	0,93	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,0

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Yapısal formüller 4 oksijene göre hesaplanmıştır. m: merkez, k: k

Ek Tablo 5'in devamı,

Mineral		Manyetit								
Analiz No	Y3-44	Y3-53	Y3-59	Y3-60	Y3-61	Y5-07	Y5-08	Y5-28	Y5-29	Y5-
Profil (m-k)	m	m	k	k	m	m	k	m	k	m
SiO ₂	2,61	0,48	9,94	2,69	0,59	0,06	0,12	0,06	0,09	0,0
TiO ₂	0,09	0,02	0,07	0,11	0,03	0,09	0,25	0,10	0,33	0,5
Al ₂ O ₃	0,98	0,11	5,65	0,92	0,08	0,25	0,29	0,30	0,46	0,7
Cr ₂ O ₃	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,0
FeO	87,61	90,49	73,10	86,61	89,80	92,91	91,85	91,58	91,25	90,
MnO	0,19	0,10	0,18	0,21	0,15	0,48	0,62	0,46	0,66	0,8
MgO	0,13	0,01	0,03	0,16	0,01	0,12	0,08	0,17	0,16	0,3
CaO	0,71	0,26	4,91	0,97	0,51	0,03	0,17	0,05	0,09	0,0
Toplam	92,34	91,48	93,89	91,69	91,17	93,95	93,41	92,73	93,05	93,
Si	0,100	0,019	0,358	0,104	0,023	0,002	0,005	0,002	0,003	0,0
Ti	0,003	0,001	0,002	0,003	0,001	0,003	0,007	0,003	0,010	0,0
Al	0,044	0,005	0,240	0,042	0,004	0,011	0,013	0,014	0,021	0,0
Cr	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,0
Fe ⁺³	1,750	1,956	1,040	1,744	1,948	1,978	1,963	1,976	1,953	1,9
Fe ⁺²	1,060	1,005	1,163	1,051	0,997	0,981	0,980	0,978	0,979	0,9
Mn	0,006	0,003	0,005	0,007	0,005	0,015	0,020	0,015	0,021	0,0
Mg	0,007	0,001	0,002	0,009	0,001	0,007	0,005	0,010	0,009	0,0
Ca	0,029	0,011	0,190	0,040	0,021	0,001	0,007	0,002	0,004	0,0
Toplam	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,0
Fe#	0,99	1,00	1,00	0,99	1,00	0,99	1,00	0,99	0,99	0,9

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Yapısal formüller 4 oksijene göre hesaplanmıştır. m: merkez, k: k

Ek Tablo 5'in devamı,

Mineral		Manyetit								
Analiz No	Y5-34	Y5-35	Y5-48	Y5-49	Y5-50	Y5-51	Y5-52	Y5-53	Y5-54	Y5-
Profil (m-k)	m	k	m	k	m	merkezden - kenara				
SiO ₂	0,08	0,12	0,09	0,09	0,10	0,06	0,05	0,06	0,10	0,0
TiO ₂	0,14	0,08	0,22	0,19	0,69	0,19	0,08	0,73	0,16	4,0
Al ₂ O ₃	0,27	0,49	0,38	0,46	0,64	0,70	0,31	0,56	0,31	3,3
Cr ₂ O ₃	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,00	0,0
FeO	92,42	91,19	92,63	91,38	90,78	91,50	92,66	91,27	92,21	79,9
MnO	0,57	0,47	0,63	0,57	0,99	0,64	0,56	0,94	0,55	3,3
MgO	0,11	0,16	0,29	0,16	0,43	0,46	0,31	0,31	0,28	1,0
CaO	0,02	0,10	0,01	0,11	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	0,0
Toplam	93,62	92,63	94,25	92,96	93,66	93,58	94,00	93,91	93,65	92,9
Si	0,003	0,005	0,003	0,003	0,004	0,002	0,002	0,002	0,004	0,0
Ti	0,004	0,002	0,006	0,005	0,020	0,005	0,002	0,021	0,005	0,1
Al	0,012	0,022	0,017	0,021	0,029	0,031	0,014	0,025	0,014	0,1
Cr	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,0
Fe ⁺³	1,973	1,964	1,964	1,961	1,924	1,953	1,977	1,929	1,969	1,6
Fe ⁺²	0,982	0,978	0,973	0,977	0,967	0,960	0,968	0,975	0,973	0,9
Mn	0,018	0,015	0,020	0,019	0,032	0,021	0,018	0,030	0,018	0,1
Mg	0,006	0,009	0,016	0,009	0,024	0,026	0,018	0,018	0,016	0,0
Ca	0,001	0,004	0,000	0,005	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,0
Toplam	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,0
Fe#	0,99	0,99	0,98	0,99	0,98	0,97	0,98	0,98	0,98	0,9

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Yapısal formüller 4 oksijene göre hesaplanmıştır. m: merkez, k: k

Ek Tablo 5'in devamı,

Mineral		Manyetit								
Analiz No	Y7-12	Y7-36	Y7-37	Y7-38	Y7-39	Y7-40	Y7-41	Y7-42	Y7-43	Y7-44
Profil (m-k)	k	m	k	m	k	m	k	m	k	m
SiO ₂	0,06	0,09	0,10	0,06	0,05	0,06	0,08	0,07	0,10	0,07
TiO ₂	0,20	0,12	0,06	0,19	0,15	0,16	0,13	0,13	0,09	0,07
Al ₂ O ₃	0,22	0,19	0,04	0,30	0,17	0,12	0,08	0,10	0,04	0,03
Cr ₂ O ₃	0,01	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
FeO	92,30	92,68	91,21	90,71	92,46	91,36	92,07	91,19	91,80	92,30
MnO	0,19	0,20	0,06	0,19	0,17	0,17	0,18	0,19	0,19	0,19
MgO	0,01	0,00	0,02	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,04	0,01
CaO	0,18	0,16	0,25	0,13	0,22	0,24	0,37	0,29	0,46	0,24
Toplam	93,18	93,48	91,75	91,62	93,24	92,13	92,91	91,99	92,71	92,71
Si	0,002	0,003	0,004	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,004	0,002
Ti	0,006	0,003	0,002	0,006	0,004	0,005	0,004	0,004	0,003	0,002
Al	0,010	0,009	0,002	0,014	0,008	0,006	0,004	0,005	0,002	0,002
Cr	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Fe ⁺³	1,974	1,978	1,987	1,970	1,979	1,980	1,982	1,982	1,985	1,974
Fe ⁺²	0,994	0,994	0,992	0,995	0,992	0,991	0,986	0,988	0,979	0,994
Mn	0,006	0,006	0,002	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Mg	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,002	0,001
Ca	0,007	0,007	0,010	0,005	0,009	0,010	0,015	0,012	0,019	0,007
Toplam	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Fe#	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindendir. Yapısal formüller 4 oksijene göre hesaplanmıştır. m: merkez, k: k