



Gümüşler (Niğde) Antimon (Sb) Cevherleşmesinin Mineralojik ve Jeokimyasal Araştırılması

Mineralogy and Geochemistry Investigations of Gümüşler (Nigde) Antimony (Sb) Mineralization

Ali TÜMÜKLÜ^{1*}, Okan TOSUNBAŞ²

¹Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 51240, Niğde

²Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği ABD, 51240, Niğde

Anahtar Kelimeler

Gümüşler
Jeokimya
Stibnit
Zinober
Metazinober
Nabit Altın

Özet

Gümüşler Sb cevherleşmesi Niğde metamorfikleri içerisinde yapısal kontrollü olarak iki farklı tipte cevherleşme sunmaktadır. Birinci tip cevherleşme metamorfiklerin şistozite yüzeyine paralel konumda kuvars bantları içerisinde. İkinci tip cevherleşme fay düzlemleri içerisinde breşik zonda yer almaktadır. Her iki cevher tipinin ana gang minerali kuvars olup, baritt minerali de bulunmaktadır. Antimon cevherinin ana minerali stibnit olup, süperjen ortamlarda alterasyonu sonucu ikincil antimon oksit minerallerine dönüşmüştür. Şistozite yüzeylerinin arasındaki cevherleşme süt kuvars içerisinde. Breşik zondaki cevherler ise Niğde metamorfiklerine ait breş parçaları ile birlikte bulunmaktadır. Antimon cevheri ile birlikte Hg cevherleşmesinin ana cevher minerali zinoberdir. Zinoberler yüzey sularının introzyondan kaynaklanan ısınması sonucu metazinobere dönüşmüştür. Kuvars kristalleri içerisinde nabit altın taneleri bulunmaktadır. Jeokimyasal analiz sonuçlarının ikili diyagramlarında Sb-Cu, Sb-Zn ve Sb-Mo element çiftlerinin arasında negatif ve Sb-As, Sb-Pb ve Sb-Ba arasında pozitif bir bağlantı bulunmaktadır. Elementler arasındaki bu ilişki korelasyon matriksinde de tespit edilmiştir.

Keywords

Gumusler
Geochemistry
Stibnite
Cinnober
Metacinnober
Native Gold

Abstract

Gümüşler Sb mineralization represents two different types of structurally controlled mineralization within the Niğde metamorphics. The first type of mineralization is in quartz bands parallel to the schistosity surface of metamorphics. The second type of mineralization is located in the brecciated zone within the fault planes. The main gangue mineral of both ore types is quartz and barite is also present. The main mineral of antimony ore is stibnite and it has been transformed into secondary antimony oxide minerals as a result of alteration in supergene environments. The mineralization between the schistosity surfaces coexists with milk quartz. The ores as a result of the heating of surface waters due to intrusion. There are native gold grains in quartz crystals. In the binary diagrams of the geochemical analysis results, there is a negative correlation between Sb-Cu, Sb-Zn and Sb-Mo element pairs and a positive correlation between Sb-As, Sb-Pb and Sb-Ba. This relationship between elements was also found in the correlation matrix.

Alıntı / Cite

Tümüklü, A., & Tosunbaş, O. (2021). Gümüşler (Niğde) Antimon (Sb) Cevherleşmesinin Mineralojik ve Jeokimyasal Araştırılması. *GU J Sci, Part A*, 8(1), 166-188.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)

A. Tumuklu, 0000-0003-1215-8748
O. Tosunbas, 0000-0001-5313-2435

Makale Süreci / Article Process

Başvuru Tarihi / Submission Date 28.02.2021
Revizyon Tarihi / Revision Date 09.03.2021
Kabul Tarihi / Accepted Date 25.03.2021
Yayın Tarihi / Published Date 29.03.2021

1. GİRİŞ

Antimon (Sb) cevherlemesinin yatak oluşum modellemesi, mineraloji-petrografi ve jeokimyasal özelliklerinin araştırma alımaları, Au, Hg, W ve Bi gibi kıymetli metallerin kökenleri ve yataklanma şekilleri ile benzer olan hidrotermal sistemlerde bulunması ve benzer parajenez göstermesi ile son yıllarda bilim insanlarının önem verdiği cevherlemelerdir. Antimon rezervleri Dünya üzerinde başta in olmak üzere Bolivya, Kanada, Meksika, Rusya, Güney Afrika, Tacikistan ve Türkiye'de bulunmaktadır (Seal vd., 2017). Türkiye'de; Balıkesir, Hatay, İzmir, Kütahya, Manisa, Niğe, Tokat illerinde antimon rezervleri bulunmaktadır (Yücel, 2020). Günümüzde bu yatakların önemli bir bölümünde Sb cevheri olan stibnit (Sb_2S_3) retimi yapılmaktadır. Niğe ili güneydoğusunda yer alan Çamardı ilçeleri arasında birçok Sb, Au, Sn, Hg, Cu, W, Pb/Zn ve Fe yatak ve mostraları yer almaktadır. Bunlardan Celaller Sn (kasiterit, SnO_2) yatağının işletme tarihleri Bronz ağına kadar tarihlenebilmektedir. Bölgedeki diğer birçok yatak (Üçkapılı Au, Tandırlı Sırtı Pb/Zn, Gmler Sb ve Hg) ise Osmanlı imparatorluğu ve daha önceki uygarlıklar tarafından işletildiği ile ilgili bazı veriler eski ocak kalıntılarında rastlanılmaktadır. Bölgede birçok eski madencilik çalışmaları ile ilgili galeri, yarma, kuyu ve açık ocak işletme alanı gibi kalıntılar mevcuttur. Gmler (Niğe) Sb işletme kalıntıları da bunlardan birisidir. Cevherlemeler yaklaşık doğu-batı uzanımlı olan aplitik ve mikropegmatitik dayklarla yakın bir ilişki gösterir (Akçay, 1995). Günümüzde Çamardı (Niğe) ilçesinin batı ve kuzey kesiminde Pb/Zn ve Sb retimi yapılmasına rağmen bazı ocaklar terk edilmiş durumda bulunmaktadır.

Niğe masifini konu alan birçok akademik çalışma bulunmaktadır. Bu alımalar genel jeoloji ve mineraloji-petrografi ağırlıklı olup, maden yatakları ile ilgili olanları ise daha az sayıdadır. Blumenthal (1941; 1963), Tromp (1942), Okay (1955), Kleyn (1970), Dennis (1970) ve İleri'nin (1975) alımalarında Niğe masifinin temel jeolojik unsurları ortaya konulmuştur. Daha sonraki süreçte Göncüoğlu (1977; 1981a, b; 1986), zgneyli (1978) ve Oygür vd.'nin (1984) alımaları yer almıştır. Son 20 yılda ise bölge özellikle yabancı araştırmacıların ilgisini çekmiştir. Bunlar arasında Whitney & Dilek (1998), Whitney vd. (2001; 2003), Gautier vd. (2002), Fayon & Whitney (2007) ve inku vd. (2016) sayılabilir. Bu alımalarda Niğe masifini oluşturan Gmler, Kaleboynu ve Aığediği litodemlerini oluşturan mika ve granatlı ist, amfibolit ve kuvarsitlerin ayrıntılı mineralojik-petrografik, tektonizma ve metramorfizma ilişkilerini açıklamışlardır. Bölgedeki maden yatakları ve jeokimya ile ilgili olarak, Kuu vd. (1993), Akçay (1995), Yalçın & Yaman (1996), Yalçın (1998), Altuncu vd. (2018a, b) ve Tümüklü vd. (2018) alımaları sayılabilir. Yapılan bu çalışmalarda cevherlemelerin mineraloji-petrografi ve jeokimyasal özellikleri birlikte incelenmemiştir.

Bu araştırmada Niğe ili ve Çamardı (Niğe) ilçesi arasında yer alan Niğe Masifinin kuzeybatısındaki Gmler bölgesi Sb cevherlemesi konu edilmiştir. Bu kapsamda inceleme alanındaki eski işletme kalıntıları olan yarmalar ile mostralardan alınan örnekler üzerinde mineraloji-petrografi ve jeokimya ile maden jeolojisi özellikleri incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Gmler (Niğe) güney bölgesinde bulunan eski işletme alanlarındaki cevher ve yan kayaçlardan toplamda 25 adet örnek alımı yapılmıştır. Alınan kayaç örneklerinden ince kesit ve cevher örneklerinden ise parlak kesitleri yapılmıştır. Kesitler Niğe Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji mühendisliği bölümü mineraloji-petrografi laboratuvarında incelenerek mikroskobik yapı, dokuları ile cevher parajenezleri belirlenmiştir.

Mikroskop alımaları sonucu 6 adet örnek jeokimyasal analiz amaçlı belirlenmiştir. Jeokimyasal analiz için, cevher numuneleri Niğe Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği laboratuvarlarında pulverizatrle 80 mesh (177 μ) boyutunda ğtlmtir. Homojen ğtlemeyen örnekler agat havan kullanılarak homojenletirilmi ve 15 gramlık kilitli plastik poetlere konulup analize hazır hale getirilmiştir. Örnekler 950°C'de ısıtarak kızdırma kayıpları tespit edilmiştir. Jeokimyasal analizler Aksaray Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde dalga boyu dağılımlı X Işını Floresans Spektrometersi (WD-XRF) yöntemi ana oksit ve iz element oranları belirlenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Genel Jeoloji

Çalışma alanı ve civarında tabandan tavana doğru Niğde metamorfik Masifi, Üçkaplı Granodiyoriti, ofiyolitik ve volkanik kayalar ile tüm bu birimlerden türeyen güncel tutturulmamış alüvyal birimler yer almaktadır. Niğde Metamorfik masifindeki metamorfik kayalar topluca Niğde grubu olarak adlandırılır ve litolojik özelliklerine göre Gümüşler, Kaleboynu ve Aşığediği Litodemlerinden oluşmaktadır (Şekil 1). Masif ve üzerindeki ofiyolitik kayaları Alt Senomiyen yaşlı Üçkaplı granodiyoriti pegmatitik daykları ve apitleri tarafından kesilmiş ve kontakt metamorfizmaya uğratılmıştır (Göncüoğlu, 1977; 1981a, b). Çalışma alanı içerisindeki Miyosen-Erken Pliyosen yaşlı (4,9-5,5±0,2 milyon yıl) (Ercan, 1986) volkanik kayalar ile alüvyonlarda dayk sistemi gözlenmemiştir.

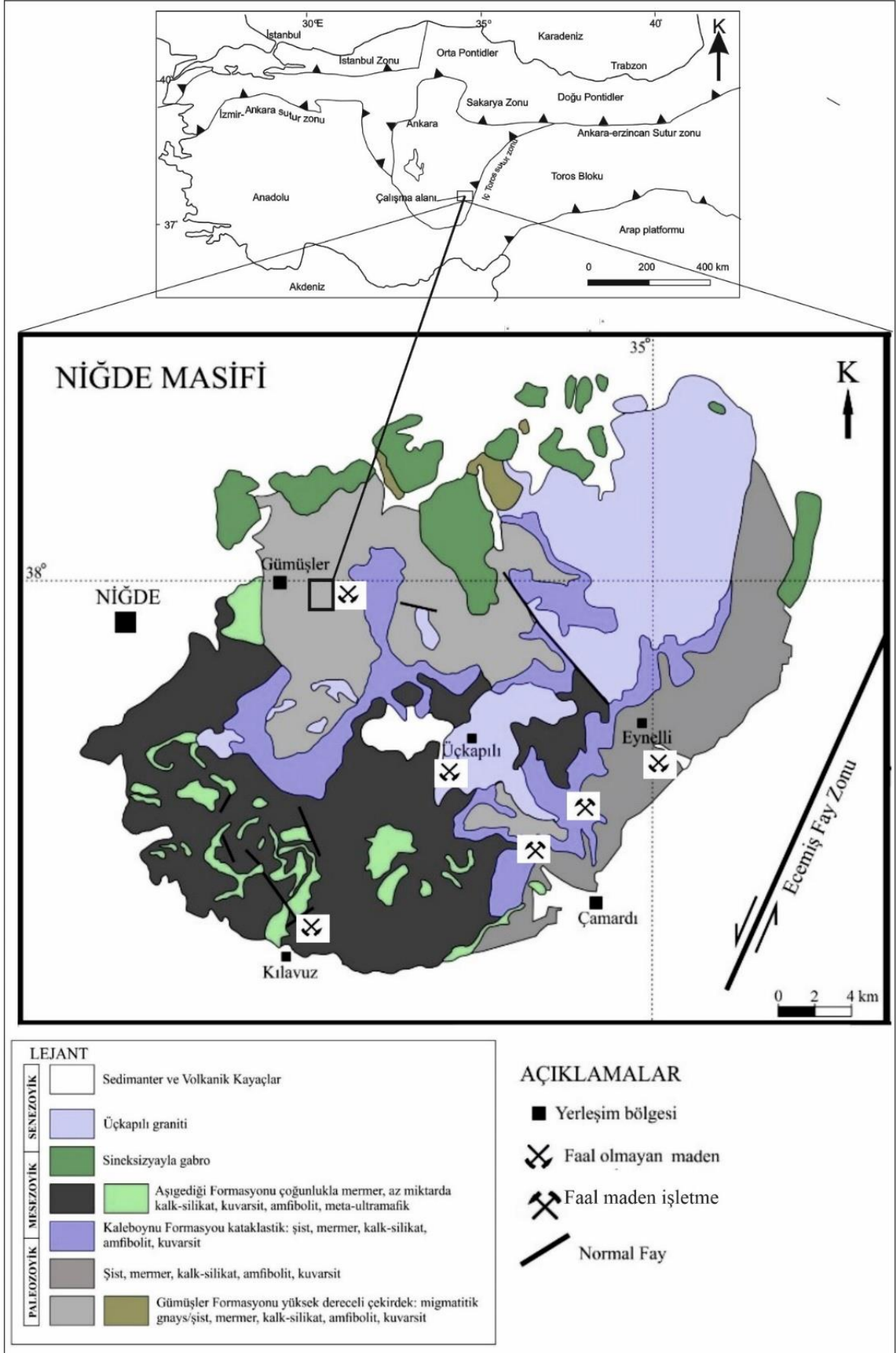
Çalışma alanı içerisinde Gümüşler Litodemi, Üçkaplı Granodiyoritine ait pegmatitik dayklar apitler, volkanik kayalar ve çukur alanları dolduran tutturulmamış alüvyonlar yer almaktadır (Şekil 2). Niğde masifinin temelini oluşturan Gümüşler Litodemi, Gümüşler köyünün doğu ve güneydoğusunda yüzeylenir ve Gümüşler domunun çekirdeğini oluşturur, tabanı görülmez ve görünen kalınlığı 600 metredir (Viljoen & İleri, 1973). Litodem Paleozik yaşlı olup içinde biri doğu, biri güneydoğu ve bir diğeri de merkez (Gümüşler civarı) olmak üzere 3 dilimden oluşmaktadır. Her bir dilimin metamorfizma derecesi ve içerdiği mineraller birbirinden farklıdır. Doğu ve merkez dilimlerde migmatitleşmiş kayalar gözlenirken güneydoğu dilimde migmatitleşme gözlenmez (Gautier vd., 2002).

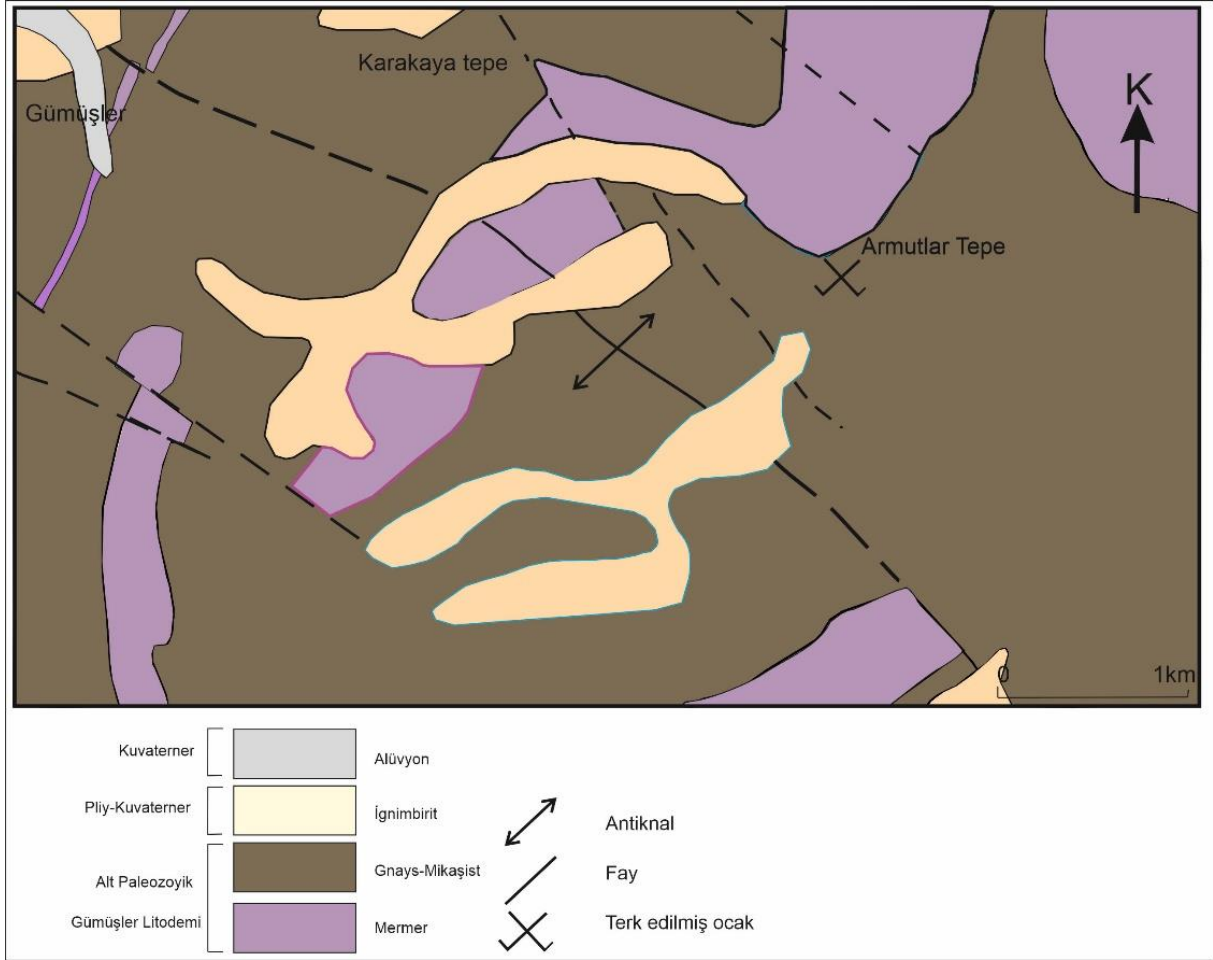
Bu litodemin %70'ten fazlasını çeşitli gnayslar oluşturmaktadır. Gnayslar içinde amfibolit, mermer, kuvarsit ve migmatitik kayalar arabantlı olarak gözlenir. Geri kalan kısımları ise, merceksel konumlu mermerler, kuvarsitler ve amfibolitler oluşturmaktadır (Atabey & Ayhan, 1986). Kaleboynu Litodemi, tarafından uyumlu olarak örtülür.

Bölgede çok sayıda pegmatitik dayk ve apitleri bulunmaktadır. Dayklar 0,5-10 m kalınlığında olup mostra uzunlukları 500 metreye yaklaşanları mevcuttur. Dayklar Gümüşler Litodeme ait kayalar guruplarını farklı açılarla keserler (Şekil 3a) Antimon cevherleşmesi Gautier vd. (2002) tarafından adlandırılan merkez dilim içerisinde yer alır. Gümüşler köyünün güneydoğusunda yer alan bir antiknalın zirve bölümleri ile antiknal etrafında meydana gelmiş kayma düzlemlerine bağlı süreksizlik zonlarında cevherleşme görülür. Cevherleşmeler şistozite düzlemleri arasında, mermer-şist-gnays tabaka düzlemlerinde ve tektonik süreksizliklerde yer almaktadır. Metamorfik kayaların şistozite düzlemleri arasındaki cevherleşmeler genel olarak 5-10 cm ile 50 cm arasında kalınlığa sahip kuvars damarları içerisinde yer almaktadır. Cevherli kuvars damarları ile metamorfik kayalar arasındaki sınır net olarak ayırt edilmekte olup, çok az kesimde şistler içerisinde 25-30 cm uzunluk ve birkaç mm kalınlığa sahip damarlar da görülmektedir. Mermer-gnays-şist tabaka düzlemleri arasında da şistler içerisindeki kuvarslı cevher damarları benzer özelliktedir.

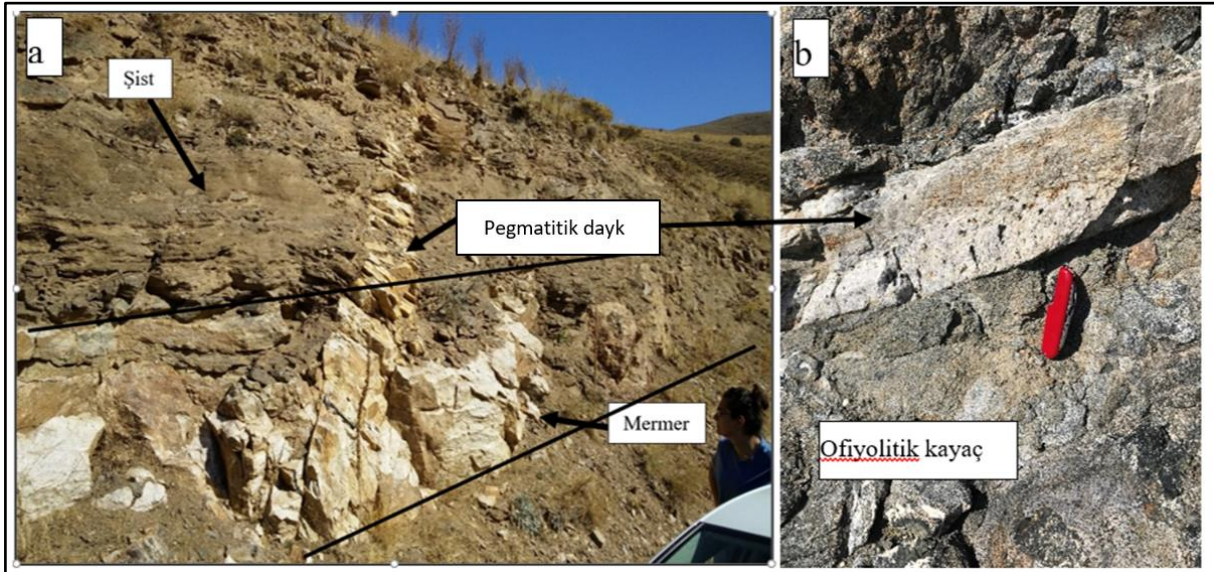
3.2. Eski İşletme ve Ocaklar

Gümüşler kasabası civarında 1970'li yılların sonuna kadar Gümüşler Litodeme ait şist, mermer ve fay zonlarında yer alan Sb cevheri (stibnit) ve Hg (zinober) cevheri üretimi yapılmıştır. Bölgede bulunan yer altı ve yer üstü ocaklarından çıkarılan yüksek tenörlü Sb cevheri tüvenan olarak değerlendirilmiştir. Çıkarılan cevherde zinober tenörü yüksek olanlar ise damıtma tesisinde cıva üretimi için kullanılmıştır. Bölgedeki cıva madenciliğinin tarihi Romalılar dönemine kadar uzanmaktadır. 1965'in sonlarına doğru, %0,5-1,0 tenörlü ayrılmış cıva cevheri parçalarını işlemek için üç çift eğimli imbik yöntemi kullanılarak cıva üretimi yapılmıştır (Yıldız & Bailey, 1978). Bölgedeki eski tesis kalıntıları ve resimlerinden elde edilen sonuçlara göre, yüksek tenörlü (%0,5<) tüvenan cıva cevherinin (zinober) ısıtılması yöntemi ile hızlıca buhar fazına geçmesi sağlanmakta, sonraki süreçte imbikten geçirilerek soğuması nedeniyle cıva elementi sıvı fazda elde edilmiştir. Bölgede çok sayıda eski üretim galerisi bulunmaktadır. Eski üretim tesis civarında ısıtma işlem görmüş atıklar (cüruf) ve az miktarda düşük tenörlü cevher stoku bulunmaktadır (Şekil 4a-f).

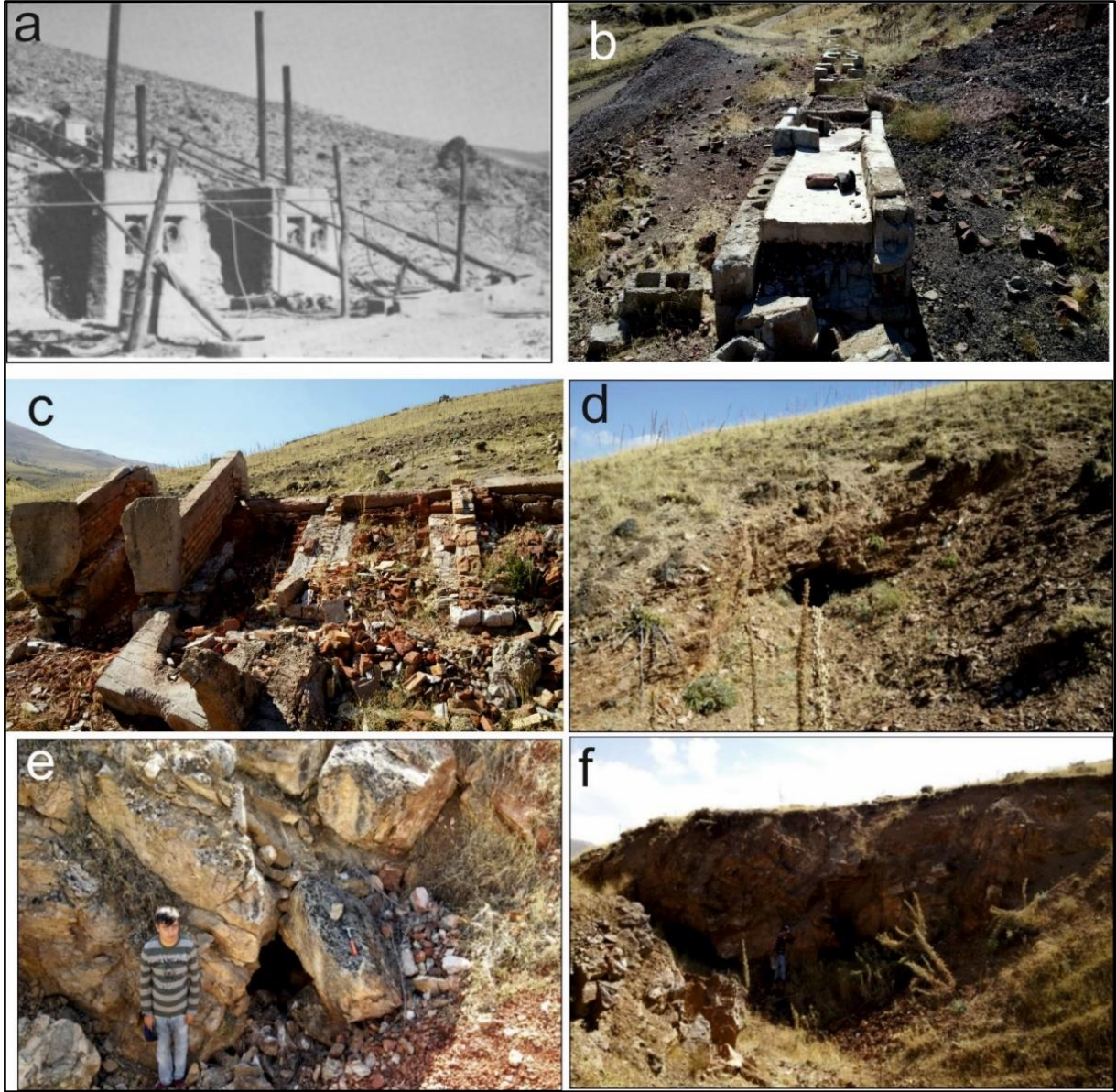




Şekil 2. Çalışma Alanı Genel Jeoloji Haritası



Şekil 3. Üçkapılı Granodiyoritine ait Dayklar,
a) Gümüşler Doğu Kesimi Mermer ve Őistleri Kesen Pegmatitik Dayk,
b) Ofiyolitik Kayaçları Kesen Aplit (Gümüşler Barajı Civarı, alıŐma Alanı Batı Kesimi)



Şekil 4. Gümüşler Bölgesinde 1970'li Yıllara Kadar alıŐmıŐ Olan Ocaklar ve Hg ZenginleŐtirme (Damıtma) Tesisinin Görünümü,
a) Tesisin alıŐma Zamanına ait Görünüm (Fotoğraf: Yıldız & Bailey'den (1978) alınmıŐtır),
b), c) Tesisin Günümüzdeki Atıl Durumu, d), e), f) Eski retim Galerileri

3.3. Cevherleşme

Gümüşler bölgesi cevherleŐmeleri Gümüşler Litodemine ait mermer, gnays ve Şistler içerisinde, Őistoziye paralel staratabaound damar ile ve fay düzlemlerindeki breşik yapı içerisindeki cevher olmak üzere iki farklı yapısal özellikte bulunmaktadır. Eski ocakların içerisindeki cevherli zonlar ile mostraların takibinde cevherli zonlar 1 km mesafeye kadar takip edilebilmektedir. Bu zonlar genel anlamda D-B yönünde uzanmakta ve 35-45° ile K ve KB yönünde eğimleri mevcuttur. Kalınlıkları ise birkaç cm leğinden yer yer 1 metreye kadar çıkabilmektedir. Breşik zonda bulunan birincil cevher mineralleri, stibnit, zinober, hematit ve realgar'dan oluşmaktadır. Stibnit mineralleri 2-3 mm boyutunda kümeler veya izole iğnemsı kristaller Őeklinindedir. Zinoberler 2-3 mm boyutunda yuvarlağımsı yapıda izole kristal kümeleri veya iğnemsı ubuklar Őeklinindedir. Hematit, breş içerisinde en çok bulunan cevher mineralleŐmesini oluŐurmaktadır. Hematitler mm leğinden baŐlayarak 20 cm'ye ulaşan yuvarlak kümeler veya bantlar Őeklinindedir. Realgar, kremite-kırmızımsı renklerde, breşik zonda genelde 3-5 mm ölçeğinde küçük kümeler Şeklinde bulunmaktadır. Birincil cevher mineralleri alterasyon sonucu, stibnitler antimon oksite, hematit limonite ve realgar ise orpimente dönüşmüştür. Breşik zonda gang minerallerini, Gümüşler litodemine

ait mermer, ist, kuvarsit ve amfibolit parçaları oluşturmaktadır. Bre parçaları mm boyutundan 20-25 cm boyutuna kadar çıkabilmektedir. Brein tamamına yakını kseli kenarlara sahiptir (ekil 5a-f).

Staratabaound stibnit cevheri Gmler litodemine ait istler içerisinde kuvars damarları ile birlikte yer almaktadır. Kuvars ve stibnitden oluşan damarlar istlerin yapraklanma düzeyine paralel bir yapıda 2-3 cm ile 20-25 cm arasında değişen kalınlığa sahip damarlar ekindedir. Cevherin (stibnit) taze yüzeyi, parlak elik grisi ve daha az oranda parlak mavimsi rengi ve iğnemsiz yapısıyla karakteristiktir. Ana cevher minerali olarak stibnit ve çok az oranda (yaklaşık %1-2) pirit ve kalkopirit mineralleri içermektedir. Stibnit cevherlemesi kuvars damarları içerisinde mm ölçeğinde kılcal ve 8-10 cm kalındığında devamsız damarlar veya yığıımlar ekindedir. Bu stibnit damarları ve yığıımları kendi içerisinde masif yapıya sahiptir. Masif yapıda bulunan bu tip cevher içerisinde cm boyutlarında, pudramsı yapıda ve sarı rengiyle karakteristik realgar minerallemesi mevcuttur. Kuvars damarlarının yan kayaç ile olan dokunağına yakın bantların taban ve tavan kesimlerinde stibnitler kuvarslar içerisinde saımsız cevher tipine benzer yapıdadır. Breik zonda yaygın olarak görülen hematit, zinober ve realgar minerallemesi masif yapıdaki cevherleşme içerisinde yaygınlığı kısıtlıdır. Gang minerali olarak içerisinde yer aldığı kuvars bulunmaktadır. Kuvars kristalleri süt beyazı rengindedir. Stibnit minerallemesinin alterasyon rengi tipik toprağımsı renkte ve alterasyonun yoğun olduğu alanlarda koyu kırmızı-algam renkli okr'lar meydana gelmiştir. Yüzeyde veya kırıklar boyunca oksitlenerek oluşan antimon oksitler-okr'lar 2-3 mm kalınlığına çıkabilmektedir (ekil 6a-e, ekil 7a, b).

3.4. Mineraloji-Petrografi

Çalışma alanı içerisinde mostra, eski açık ve kapalı ocak işletme alanlarından alınan cevher örneklerinden yapılan parlak kesitlerinin incelenmesi sonucunda parajenezde ana cevher minerali stibnittir. Stibnite eşlik eden eşlik eden diğer cevher mineralleri ise orpiment, zinober, metazinober, pirit, kalkopirit, malahit, hematit, limonit ve nabit altın'dır. Cevherlemenin ana gang minerali kuvars olup, barit ve kalsit de bulunmaktadır.

Stibnit (Sb_2S_3), mineralleri anizotrop özellikte olup genelde çubuksu bir yapıda öz şekilli ve yarı öz şekilli olarak, kuvars kristalleri arasını ve kristal içerisinde yer alan kırık, çatlak ve boşlukları doldurmuştur. Yer yer kuvarsların arasında çatlak dolgusu amorf yapıda da rastlanır. z şekilli kristaller özellikle masif cevher yapısında sık olarak rastlanır ve kristalleri oluşturan çubukları 2,5-3 mm uzunluğunda ve 25-30 μm kadar genişliğindedir. Bu ubuklar birbirine paralel yapıda olup çubuk demetleri şeklinde bir arada bulunmaktadır. ubuklardan tekil olanına rastlanılmamıştır. Kristal ubuk demetleri ile gang minerali olan kuvars dokanıkları keskin bir sınıra sahip olmayıp girinti-çıkıntılı olarak kristaller birbirine kenetlidir. Stibnitler, küçük ($>0,1$ mm) kuvars tanelerinin çevreler konumudur. Kristaller içerisinde 0,1-0,2 mm çaplarında düzensiz yapıda kayaç yapıcı mineraller, çapları 50 μm 'yi geçmeyen orpiment yığıım/kristal minerallemesi bulunmaktadır. Stibnit kristal kümeleri içerisinde güçlü portakal renkli i yansıması ile orpiment minerallemesi yaygın olarak bulunmaktadır. Ayrıca kristaller içerisinde pirit ve kalkopirit minerallerine rastlanılmaktadır. Masif cevherde göreceli olarak kuvars kristallerinin daha az bulunduğu kesitlerde stibnit kristal kümelerinin arasını zinober doldurmuştur. Bazı kesitlerde stibnit kristallerini arasını mikro ölçekte breik zonlu yapıya benzer yapılar tespit edilmiştir. Bu breik yapıya benzeyen yapı içerisinde büyüklükleri 0,1 mm'den küçük kristal ve/veya amorf yapıda oluşumlar bulunmaktadır. Bunlardan cevher mikroskopunda tespit edilenler barit ve malahitdir. Bunun ile birlikte mikroskop tayini net olamayan kristal ve/veya amorf yapılar mevcuttur. Stibnit kristallerin arasını kriptonkristalin veya amorf yapıda Sb_2S_3 'nin alterasyonu (oksitlenmesi) sonucu ikincil alterasyon minerallemesi bulunmaktadır. Bunların tayini mikroskopta yapılamamıştır. Fakat bu alterasyon minerallerinin servanit ($Sb^{+3}Sb^{+5}O_4$) ve seramonit (Sb_2O_3) kriptonkristalinleri olduğu düşünülmektedir. Bu alterasyon mineralleri makro cevher örneklerinde de net olarak tespit edilmiştir. Bazı kesitlerde stibnit kristallerinde eğilme-bükülme gösteren basınç ikizlenmesi mevcuttur. Basınç sonucu eğilme-bükülme gösteren çubukların eğilme-bükülme açıları 5-20 derece arasında değişmektedir. Basınçların iki farklı yönde, yaklaşık birbirine paralel ve zıt yönde çubukları etkilediği tespit edilmiştir. Basınç sonucu stibnit çubuklarında kırılma ve kamburumsu yapılar oluşmuştur (ekil 8 ve 9).

Orpiment (As_2S_3), mineralleşmesi, boyutları maksimum 150-200 µm civarında saçınımlar şeklinde stibnit ve zinober minerallerinin içinde, kenar kısımlarında ve boşluklarda yer almaktadır. Mikroskop altında belirlenen stibnit içindeki tüm orpimentlerin kenarları boyunca 20 µm kadar izotropik koyu renkli kuşak şeklinde altere kil/minerallere dönüşmüştür. Bu yapının cevher mikroskopunda tespiti mümkün olmamıştır. Orpimentler, makro cevher örneklerinde cm bazında tespit edilen realgar kümelerinin alterasyonu sonucu ikincil olarak oluşmuştur (Şekil 9).

Zinober (HgS), kan kırmızı rengiyle karakteristik olan zinober mineralleri kuvars ve amorf silika içerisinde yaygındır. Breşik zonda bulunan cevherleşmede yaygın olarak bulunur. Fakat stratarabound masif cevherleşme de ise yaygınlığı breşik zona göre fazla değildir. Her iki tip cevherleşme içerisinde zinober mineralleri iki farklı yapısal özelliktedir. Birincisi 2-3 mm boyutunda yuvarlak saçınım kütleleri şeklindedir. Zinoberlerin ikinci bulunuş şekli, ince uzun boru biçimli şekillendirme olarak adlandırılabilir. İkinci tip bu zinober minerallerinin uzunlukları 1 mm'ye kadar çıkabilmektedir. Cevher mikroskopunda 10x ve daha büyük mercekte altında bu boru yapısındaki zinober minerallerinin uzun eksenleri boyunca homojen bir yapıda bulunmayıp orta kesimlerin boşluklu olduğu belirlenmiştir. Yuvarlak kütleli zinoberler içerisinde 0,1 mm kadar çapında realgarlar bulunmaktadır (Şekil 10a-e).

Metazinober (HgS), zinober minerallerin kenarları boyunca grimsi siyah anizotropik yapısı, grimsi siyah rengi ve lamelli yapısıyla yer almaktadır. Metazinoberleri oluşturan lameller 50 µm civarında kalınlığa ve 0,4-0,5 mm kadar uzunluğa sahiptirler. Metazinoberi oluşturan lameller zinober haricinde diğer cevher minerallerinde rastlanılmamıştır. (Şekil 10a).

Hematit (Fe_2O_3), breşik yapıda cevherleşmenin ana cevher mineralidir. Kırık ve çatlaklar boyunca düzensiz yapı ve ana gang minerali olan kuvars içerisinde kapanımlar olarak bulunur. Kenarların itibaren limonite dönüşmüştür (Şekil 11a).

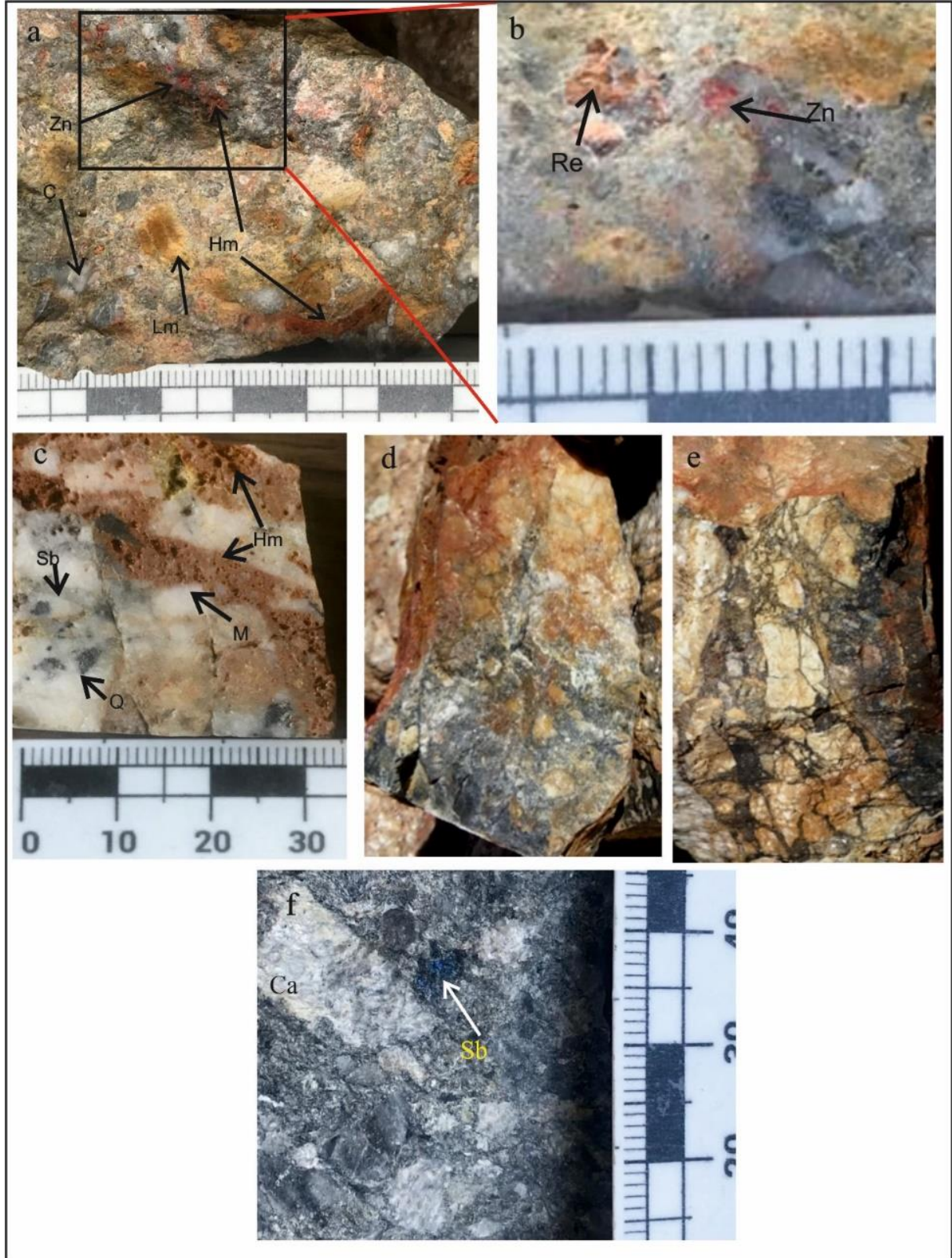
Limonit [$FeO(OH) \cdot nH_2O$], kırık ve çatlaklar boyunca yaygın olarak düzensiz iç yapısı ve limon sarısı rengiyle yer almaktadır. Hematitlerin alterasyonu sonucu oluşmuştur. Limonitler genel olarak diğer alterasyon minerali olan malahit ile birlikte bulunmaktadır. Limonit kümelerinin içerisinde yer yer hematit kalıntıları bulunmaktadır (Şekil 11b).

Pirit (FeS_2), yapılan tüm kesitlerde yaklaşık 0,1 mm'den küçük saçınımlar olarak bulunmaktadır. En fazla stibnit kristalleri içerisinde tespit edilmiştir. Kristalleri yarı özşekilli ve özşekilsiz olarak bulunmaktadır (Şekil 11c).

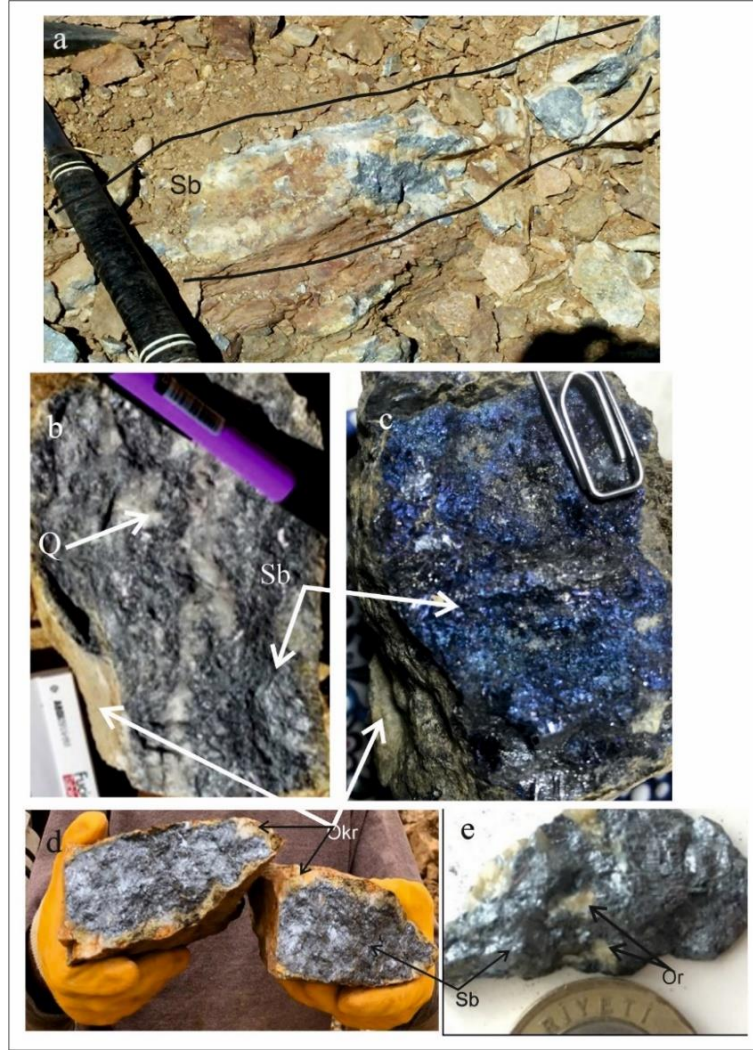
Kalkopirit ($CuFeS_2$), yeşilimsi sarı rengi ve mavimsi anizotropik rengiyle malahitlerin içerisinde çok az olarak da izole taneler olarak tespit edilmiştir. Kalkopiritler alterasyon sonucu malahite dönüşmüştür (Şekil 11d).

Malahit (Cu_2CO_3), lifsi kümeler düzensiz iç yapısı ve tipik yeşil rengiyle karakteristiktir. Malahit kalkopiritin alterasyonu sonucu oluşmuştur. Bazı kesitlerde malahit kümeleri içerisinde kalkopirit kalıntıları yer almaktadır. Alterasyonun yoğun olduğu kesitlerde Cu elementi hareketlilik kazanarak kırık ve çatlaklarda malahite dönüşmüş ve limonit ile birlikte görülür (Şekil 11a, b, d).

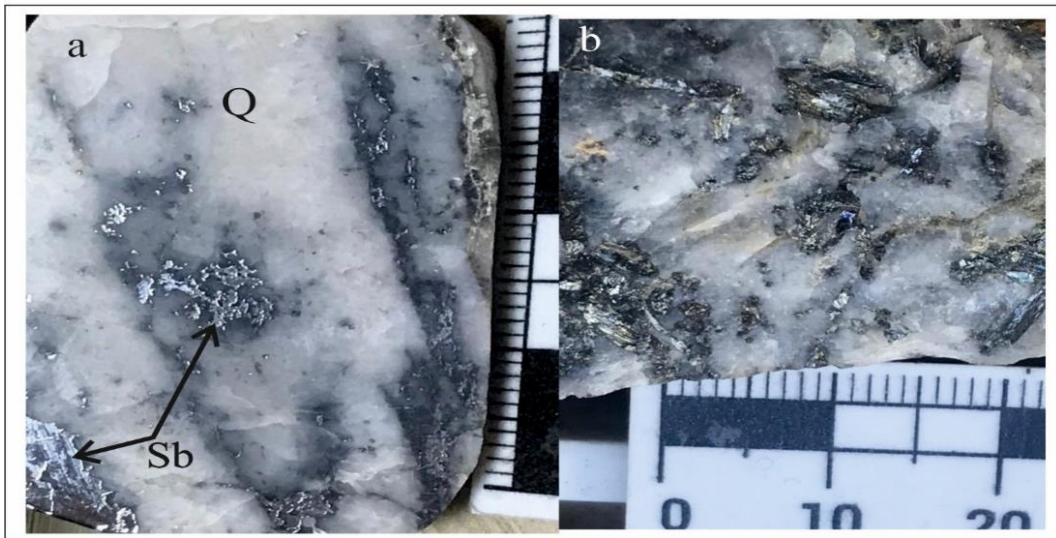
Nabit Altın (Au), yüksek iç yansıması ve kenarları boyunca oksitlenme göstermemesi ile karakteristiktir. Nabit altın taneleri 70 µm boyutuna ulaşan izole taneler şeklinde kuvars içerisinde yer almaktadır. Cevher mineralleri içerisinde altın tanesine rastlanılmamıştır (Şekil 12a, b).



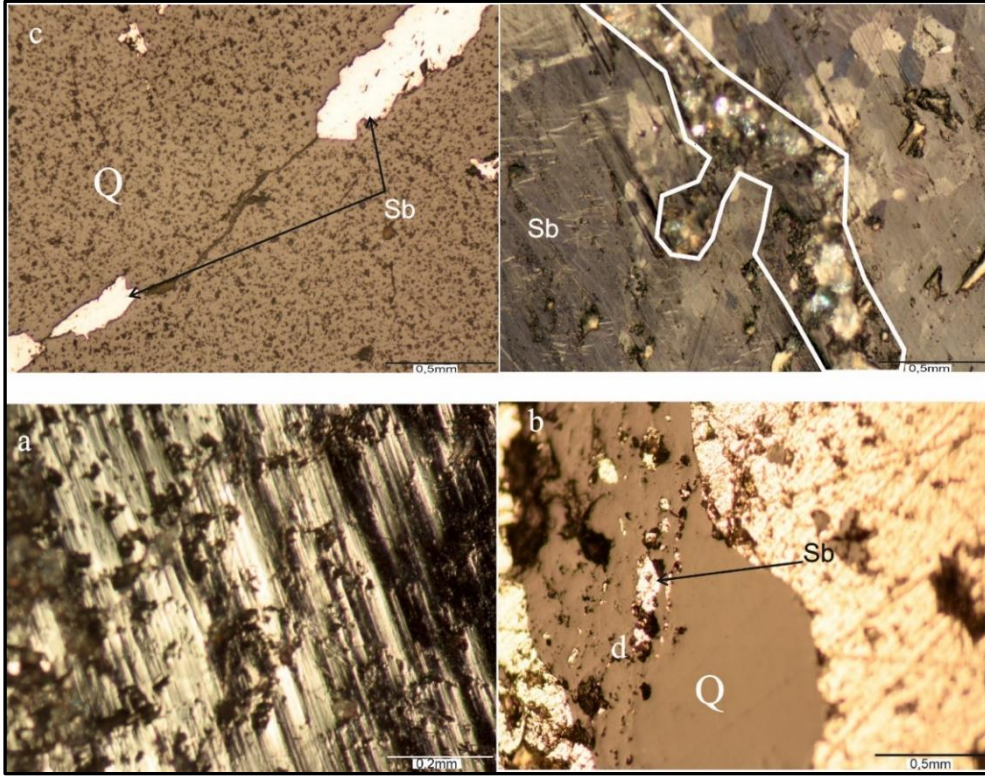
Şekil 5. Fay Düzlemleri İçerisinde Breşik Cevherleşmeler,
a) Breşik Yapı İçerisinde Zinober, Hematit, Limonit Mineralleşmesi ve akıl Parçaları,
b) a'nın Detay Görünümünde Realgar ve Zinober Mineralleşmesi,
c) Breşik Yapı İçerisinde Stibnit ve Hematit, **d), e)** KöŐeli BreŐlerin Genel Grnm,
f) Breşik Yapı İçerisinde Mavi Renkli Stibnit



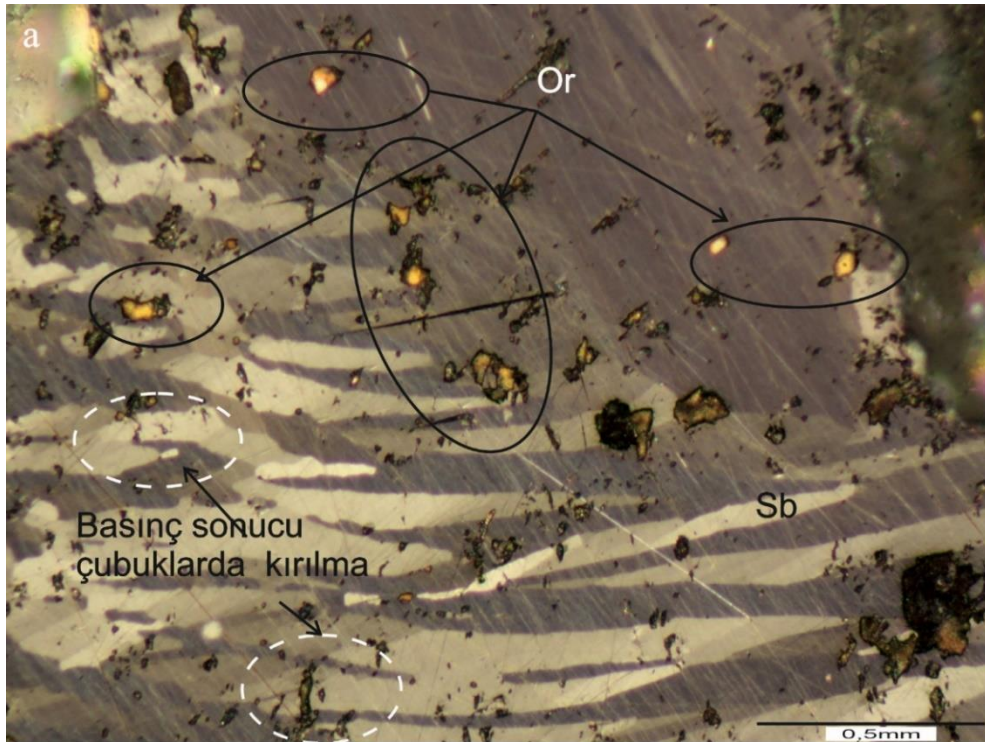
Şekil 6. Staratabaound Tipte Stibnit Cevherleşmesi,
a) Şistler İçerisinde Şistoziteye Paralel Kuvars Damarları ve Stibnit Cevherleşmesi,
b) Kuvars ile birlikte Stibnit, **c)** Mavi Stibnit, **d)** Stibnitlerin Dış Kesimlerinde Meydana Gelen Alterasyon,
e) Stibnit İçerisinde Orpiment (Sb:Stibnit, Or:Orpiment, Q:Kuvars)



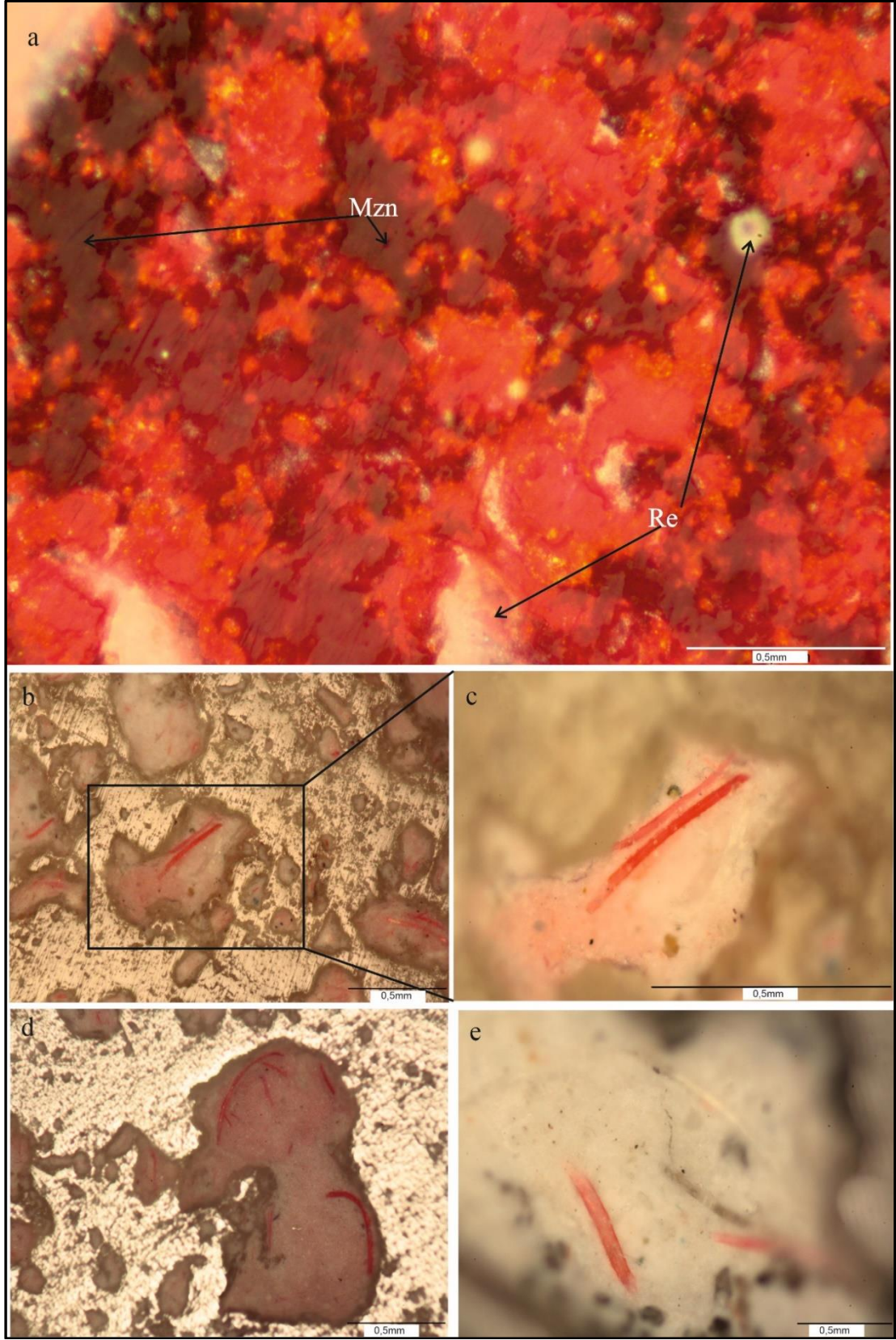
Şekil 7. a), b) Stt Kuvars İçerisinde Stibnit Kristalleri (Q:Kuvars, Sb:Stibnit)



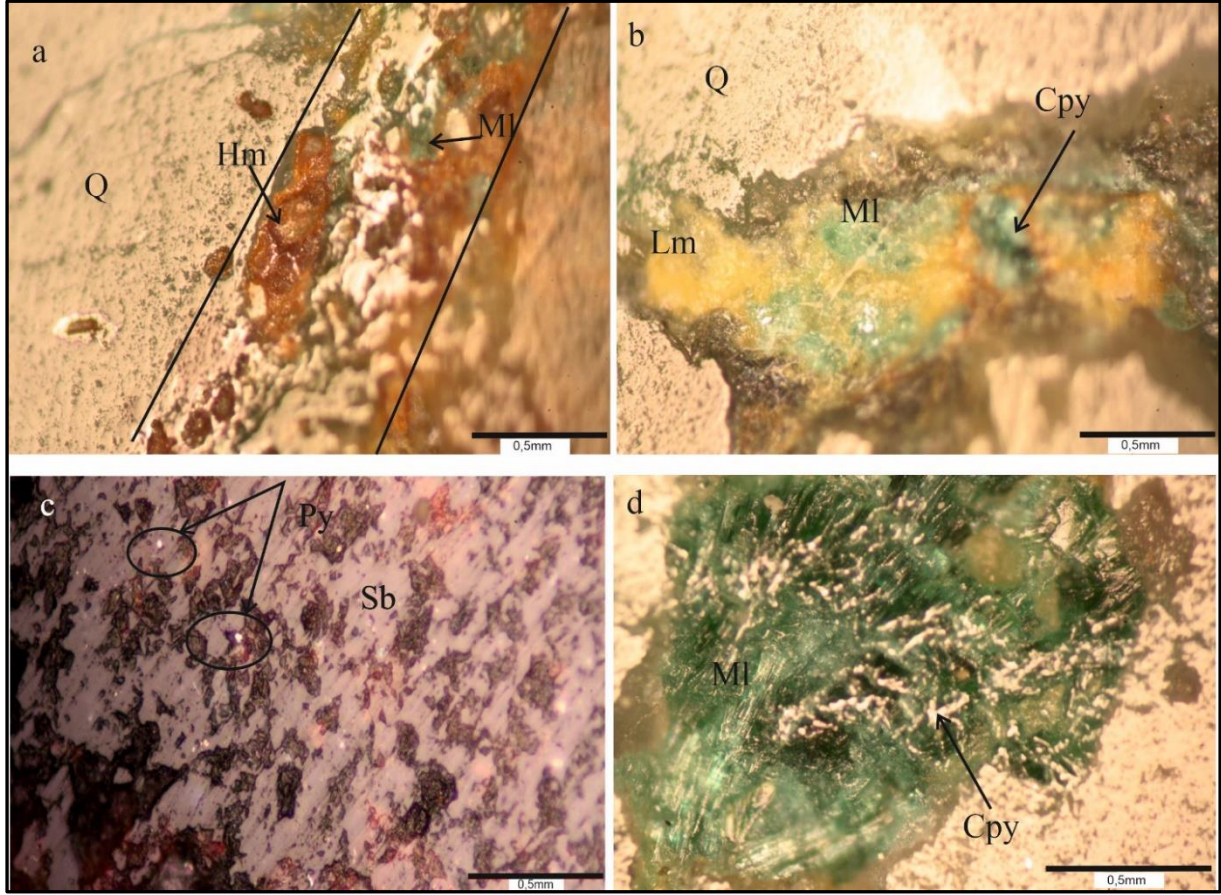
Şekil 8. Çalışma Alanı İçerisindeki Stibnit Cevher Mikroskop Görüntüleri, **a)** Anizotrop Stibnitleri Oluşturan Çubuklar, **b)** Ana Gang Mineralini Oluşturan Kuvars Kristalleri İçerisinde, Kırık ve Çatlak ile Boşluklarda Bulunan Stibnit, **c)** Kırıklarda Görülen Amorf Yapıda Stibnit, **d)** Stibnitler Arasını Dolduran Breşik Yapı (Q: Kuvars, Sb: Stibnit)



Şekil 9. Stibnit İçerisinde Orpiment Mineralleşmesi ve Stibnit Çubuklarında Meydana Gelen Eğilme-Bükülme ve Kırıklar (Sb: Stibnit, Or: Orpiment)



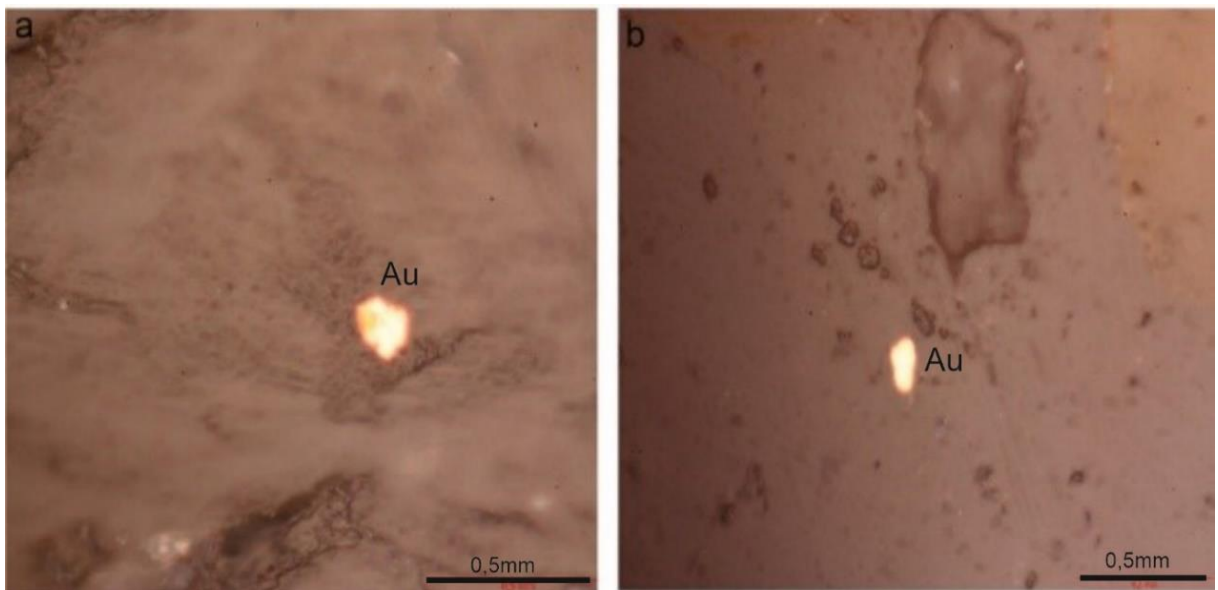
Şekil 10. alıma Alanı İçerisindeki Zinoberlerin Cevher Mikropkopik Görünümleri,
a) Kan Kırmızı Rengiyle Karakteristik Zinober, İçerisinde Lamelli Metazinober ve Canlı Sarı Rengiyle
 Orpiment, **b), c), d), e)** Amorf Silika İçerisinde Boru Şekil Yapısında Zinober, (c resmi b'nin ayrıntısıdır)



Şekil 11. Cevherleşmenin Ana Gang Minerali İÇerisindeki Malahit, Hematit, Limonit, Kalkopirit ve Pirit,

- a) Kuvars Kristalleri Arasında Hematit ve Limonit,
 b) Kristaller Arasının Dolduran Limonit, Malahit ve Kalkopirit,
 c) ÖzŐeklisiz Stibnit İÇerisinde Pirit Taneleri,
 d) Kuvars Kristalleri Arasında Malahite Dönüşmüş Kalkopirit

(Hm:Hematit, Lm:Limonit, Ml: Malahit,Sb:Xstibnit, Cpy: Kalkopirit.Py: Pirit, Q: Kuvars)



Şekil 12. a), b) Gang Minerali Olan Kuvars İÇerisinde Nabit Au

3.5. Jeokimyasal Analizler

Toplam 6 adet antimon cevher örneğinin ana oksit ve iz element değerleri tespit edilmiştir. Elde edilen değerler Tablo 1’de görülmektedir. Analiz sonuçlarından elde edilen minimum ve maksimum ana oksit değerleri (%); SiO₂: 6,21-53,47; SO₃: 18,61-29,97; Fe₂O₃: 0,5-1,61; Al₂O₃: 0,31-4,37; P₂O₅: 0,1-0,13; K₂O: 0,02-1,93; CaO: 0,19-0,44; Cr₂O₃: 0,03-0,09; Na₂O: 0,01-0,1; MgO: 0,01-0,29; TiO₂: 0-0,31’dir. Analiz sonuçlarından elde edilen minimum ve maksimum iz element değerleri (ppm) ise; Sb (%): 23,02-43,13; Pb (%): 0,27-0,57; Cl: 39,1-72,1; Sc: 85,7-658,8; Ba: 15369-15824,2; Th: 999,4-1442,8; Ni: 21-98,3; Cu: 83,8-290,1; Zn: 18,8-1141,8; Ga: 9,3-11,6; Ge: 0-1,2; As: 346,1-823,4; Y: 307,1-497,7; Zr: 5,2-18,3; Nb: 4,4-5,7; Mo: 23,1-39,3; Gd: 0,8-3,7; V: 0-8,9; Co: 0,2-3,4; Sm: 0-0,2 ve Hf: 0-3,9 değerindedir. Örnekler de kızırdırma kaybı %1,7-20,4 arasında değişmektedir. Kızırdırma kaybının yüksek çıkan örneklerde yüksek ısıda buharlaşan içeriğinde H₂O ve uçuşu mineral içeriğinden kaynaklanmaktadır.

Tüm kayaç jeokimyasına ait sonuçlar ikili diyagramlarda karılatırılmıtır. İkili diyagramlarda Sb-Cu, Sb-Zn, Sb-Mo arasında negatif bir ilişki bulunmaktadır. Negatif ilişkilerin R² değerleri Sb-Cu: 0,685, Sb-Zn: 0,6605 ve Sb-Mo: 0,5419 olarak tespit edilmiştir. Negatif ilişkilerin R² değerleri oldukça birbirine yakındır. İkili diyagramlarda Sb-As, Sb-Pb ve Sb-Ba arasında pozitif yönde ilişki bulunmaktadır. Pozitif ilişkilerin R² değerleri Sb-As:0,2591, Sb-Pb:0,0486, Sb-Ba: 0,9242 olarak tespit edilmiştir. İkili diyagramlarda en anlamlı değer pozitif ilişkide Sb-Ba arasında olarak tespit edilmiştir (ekil 13a-f).

İstatistiksel analiz yapmak için, öncelikle kimyasal analiz sonuçlarında normallik testinin yapılması gerekmektedir. Bu kapsamda ‘‘Shapiro-Wilk’’ ve ‘‘Kolmogorov-Smirnov’’ analizleri kontrol edilmelidir. Ayrıca, basıklık- arpıklık (skewness- kurtosis) değerleri de incelenmelidir. Bu değerlendirmelerden sonra, çok değişkenli istatistik yöntemler uygulanmalıdır (Yalçın & İlhan, 2008; Yalçın vd., 2013; 2019; Yalçın vd., 2016). Kimyasal analiz sonuçlarına uygulanan ‘‘Kolmogorov-Smirnov’’ ve ‘‘Shapiro-Wilk’’ testleri uygulanmıştır. Bazı değerlerin ‘‘0’’ çıkması nedeniyle kimyasal analiz sonuçlarına ‘‘Spearman’’ korelasyon uygulanmıştır. Jeokimyasal analiz sonuçlarına, tanımlayıcı istatistiksel analiz ile birlikte çok değişkenli istatistiksel analizlerden ‘‘korelasyon’’ (Spearman) analizi uygulanmıştır (Tablo 2 ve Tablo 3). Çarpıklık analizi sonuçlarına göre elde edilen değerler (- 1, +1) değerlerinden daha farklı sonuçlar verdiği için, normal dağılımlı değildir. Örneklerden pozitif olanlar sivri ve negatif olanlar basıktır. Çalışma konusu olan Sb ile Ba, Y arasında yüksek pozitif korelasyon ilişkisi vardır. Ancak, Sb ile Sc arasında yüksek negative korelasyon ilişkisi vardır (Tablo 2). İkili korelasyon ilişkileri ile SPSS korelasyon ilişkisi ile benzer çıkmıştır. Çok değişkenli istatistiksel analizlerden korelasyon analizi, seçilmiş elementler arasındaki ikili korelasyon ilişkilerinin çıkarılmasına göre, incelenen elementlerin tamamının görülmesi açısından daha avantajlı olmuştur.

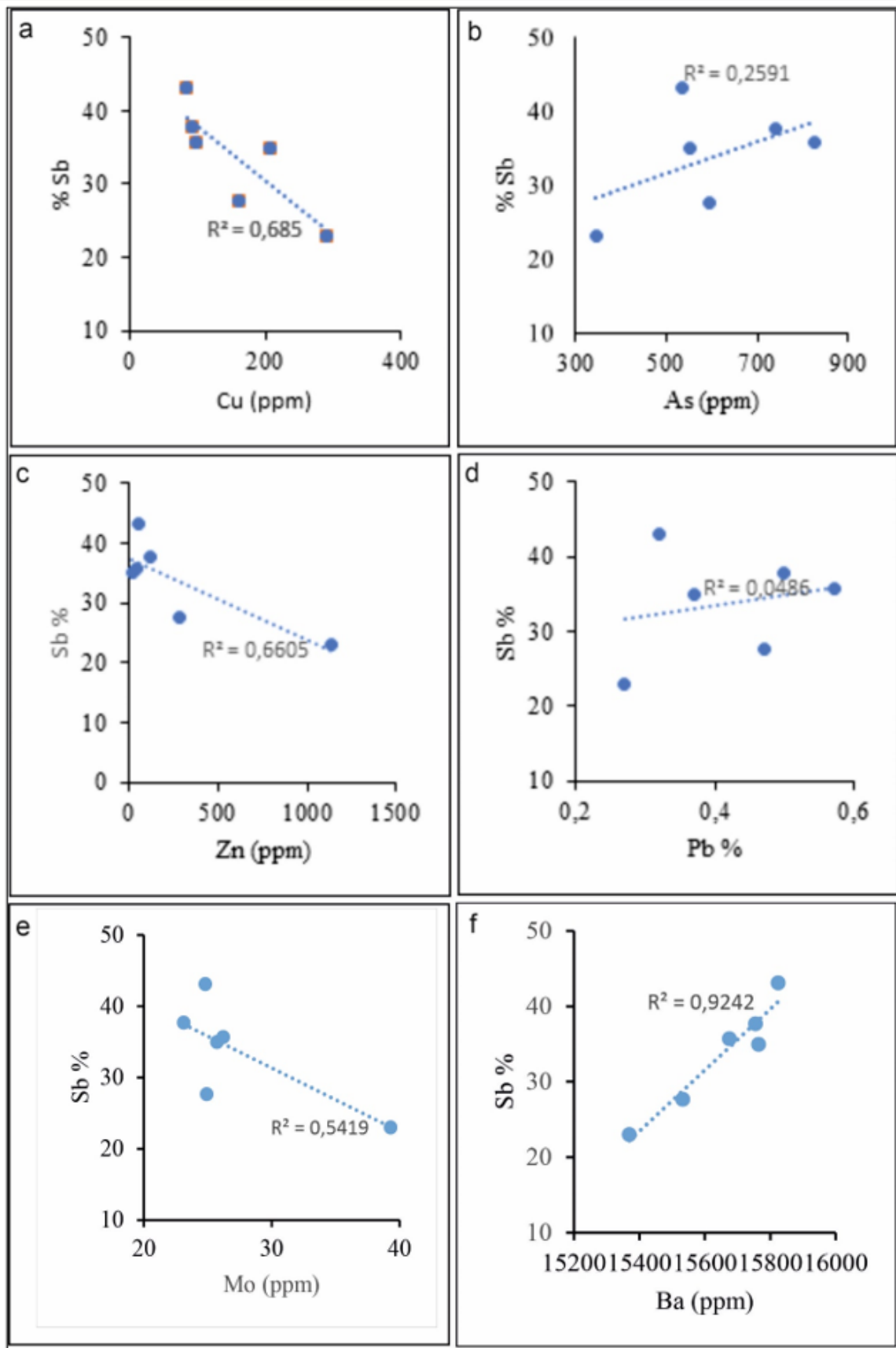
4. TARTIŞMA

Çalışma alanı olan Gmler (Niğde) kasabası civarında birçok eski madencilik çalışmasına ait terk edilmiş ocak ve tesis kalıntıları ile mostralar mevcuttur. Bu tesis kalıntıları ve ocaklarda yapılan gözlemler sonucu bu alanlarda 1980’li yılların balarına kadar önemli miktarda Sb ve Hg cevher üretimi yapılmıştır. Bölgede tespit edilen cevher mineralleri Akçay (1995) ve Yalçın & Yaman (1996) alımalarındaki mineralleri ile birlikte Tablo 4’te verilmiştir. Tablo 4’te görüleceği üzere Gmler bölgesinde tespit edilen cevher mineralleri sülfürler: stibnit, orpiment, zinober, metazinober, Őeelit, arsenopirit, sfalerit, galen ve markazit, oksitler; hematit, limonit, Sb-oksitler (okr), ve Zn oksit, karbonatlar; malahit ve Zn-karbonat, nabit; Altın, amorf Sb ve sülfo tzlerdir.

Gmler bölgesi cevherlemesinin ana cevher minerali stibnittir. Stibnit cevherlemesi, tipik olarak epidermal sistemlerin çevresel kısımlarında okelir (Morteani vd., 2011; Schwarz-Schampera, 2014). Epidermal sistemlerin genel karakteristik mineral topluğunda; nabit Au (genellikle Ag elementi yüksek), nabit Ag, Cu, Bi, pirit, markazit, sfalerit, galen, kalkopirit, zinober, jamesonit, stibnit, realgar, orpiment, yakut gm (ruby silvers), argentit, selenidler ve telluridler oluşturmaktadır (Evans, 1993).

Tablo 1. Jeokimyasal Analiz Sonuçları

Element/No	13A1	14B	H2	H1	14A	13A2
Ana Oksitler (%)						
SiO₂	42,47	18,56	20,5	6,21	15,51	53,47
SO₃	21,73	25,19	26,39	29,39	29,97	18,61
Sb	27,68	37,71	34,98	43,13	37,72	23,02
Fe₂O₃	0,77	1,61	0,58	0,8	0,72	0,5
Al₂O₃	1,14	4,37	0,34	0,31	1,52	0,57
P₂O₅	0,11	0,13	0,11	0,12	0,13	0,1
K₂O	0,26	1,93	0,02	0,05	0,63	0,03
CaO	0,4	0,44	0,19	0,19	0,2	0,34
Pb	0,47	0,57	0,37	0,32	0,5	0,27
Cr₂O₃	0,05	0,07	0,09	0,09	0,03	0,07
Na₂O	0,01	0,01	nd	nd	0,01	0,1
MgO	nd	0,29	nd	nd	0,01	nd
TiO₂	0,04	0,31	nd	nd	0,08	nd
Kız. K.	3,7	8,9	17,3	20,4	13,4	1,7
Toplam	98,83	100,09	100,87	101,01	100,43	98,78
İz elementler (ppm)						
Cl	72,1	39,1	64,9	59,4	42,4	65,8
Sc	563,5	275,2	338,1	85,7	270,1	658,8
Ba	15532,3	15674,4	15763,8	15824,2	15754,3	15369
Th	1164,9	1442,8	1231,4	1242,2	1390	999,4
Ni	40,8	98,3	29	26,2	21	64,4
Cu	160,4	89,4	208,3	83,8	90,8	290,1
Zn	279,1	38	18,8	57,1	120,7	1141,8
Ga	10,1	11,6	9,3	10,2	10,1	9,4
Ge	1,2	0,5	0,6	nd	1	0,8
As	596,1	823,4	552,1	535,8	741,5	346,1
Y	332	450,4	401,3	497,7	458,6	307,1
Zr	10	18,3	5,9	5,2	8	7,7
Nb	4,4	5,7	4,7	4,7	4,5	4,7
Mo	24,9	26,2	25,7	24,8	23,1	39,3
Gd	2,7	1,4	3,4	3,7	2,8	0,8
Co	1,3	nd	nd	0,2	nd	3,4
Sm	0,2	nd	nd	nd	nd	0,1
Hf	1,1	2,3	nd	3,9	3,9	nd



Şekil 13. Jeokimyasal Analizlerde Elde Edilen SonuŐların İkili Diyagramdaki Değerlendirmeleri

Tablo 2. Ayrımcı İstatistik Özellikler

	Ortalama	Medyan	Mod	Std. Sapma	arpıklık	Basıklık	Minimum	Maksimum
SiO₂	26,12 ± 7,33	19,53	6,21 ^a	17,96	0,78	-0,84	6,21	53,47
SO₃	25,21 ± 1, 80	25,79	18,61 ^a	4,41	-0,52	-0,94	18,61	29,97
Sb	34,04 ± 3,01	36,35	23,02 ^a	7,38	-0,56	-0,69	23,02	43,13
Fe₂O₃	0,83 ± 0,16	0,75	0,50 ^a	0,40	1,99	4,40	0,50	1,61
Al₂O₃	1,38 ± 0,63	0,86	0,31 ^a	1,54	1,96	4,05	0,31	4,37
P₂O₅	0,12 ± 05	0,12	0,11 ^a	0,01	-0,08	-1,55	0,10	0,13
K₂O	0,49 ± 0,30	0,16	0,02 ^a	0,74	1,98	3,93	0,02	1,93
CaO	0,29 ± 0,05	0,27	0,19	0,11	0,29	-2,53	0,19	0,44
Pb	0,42 ± 0,05	0,42	0,27 ^a	0,12	0,03	-1,62	0,27	0,57
Cr₂O₃	0,07 ± 0,01	0,07	0,07 ^a	0,02	-0,67	-0,45	0,03	0,09
Na₂O	0,02 ± 0,02	0,01	0,01	0,04	2,36	5,67	0	0,10
MgO	0,05 ± 0,05	0	0	0,12	2,44	5,98	0	0,29
TiO₂	0,07 ± 0,05	0,02	0	0,12	2,10	4,53	0	0,31
Cl	57,28 ± 5,50	62,15	39,10 ^a	13,47	-0,61	-1,67	39,10	72,10
Sc	365,23 ± 85,93	306,65	85,70 ^a	210,49	0,31	-0,82	85,70	658,80
Ba	15653 ± 70,13	15714,35	15369 ^a	171,77	-1,02	0,05	15369	15824,20
Th	1245,12 ± 65,08	1236,80	999,40 ^a	159,42	-0,34	-0,12	999,4	1442,80
Ni	46,62 ± 12,12	34,90	21,00 ^a	29,68	1,29	0,91	21	98,30
Cu	153,80 ± 33,96	125,60	83,80 ^a	83,20	0,96	-0,25	83,80	290,10
Zn	275,92 ± 177,43	88,90	18,80 ^a	434,61	2,21	4,98	18,80	1141,80
Ga	10,12 ± 0,34	10,10	10,10	0,82	1,27	2,21	9,30	11,60
Ge	0,68 ± 0,17	0,70	,00 ^a	0,42	-0,62	0,42	0	1,20
As	599,17 ± 68,51	574,10	346,10 ^a	167,82	-0,15	-0,02	346,10	823,40
Y	407,85 ± 30,77	425,85	307,10 ^a	75,37	-0,37	-1,67	307,10	497,70
Zr	9,18 ± 1,95	7,85	5,20 ^a	4,78	1,80	3,55	5,20	18,30
Nb	4,78 ± 0,19	4,70	4,70	0,47	2,04	4,60	4,40	5,70
Mo	27,33 ± 2,43	25,30	23,10 ^a	5,96	2,27	5,38	23,10	39,30
Gd	2,47 ± 0,46	2,75	,80 ^a	1,14	-0,63	-1,20	0,80	3,70
Co	0,82 ± 0,56	0,10	0	1,36	1,84	3,10	0	3,40
Sm	0,05 ± 0,03	0	0	0,08	1,54	1,43	0	0,20
Hf	1,87 ± 0,73	1,70	0	1,79	0,18	-2,23	0	3,90

Tablo 3. Korelasyon Analizi

	SiO ₂	SO ₃	Sb	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	Pb	Cr ₂ O ₃	Na ₂ O	MgO	TiO ₂	Cl	Sc	Ba	Th	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Y	Zr	Nb	Mo	Gd	Co	Sm	Hf						
SiO ₂	1																																				
SO ₃	-.954**	1																																			
Sb	-.993**	.931**	1																																		
Fe ₂ O ₃	-.355	.162	.405	1																																	
Al ₂ O ₃	-.166	.032	.197	.939**	1																																
P ₂ O ₅	-.769	.758	.779	.679	.644	1																															
K ₂ O	-.259	.127	.287	.945**	.995**	.708	1																														
CaO	.540	-.668	-.483	.579	.659	-.063	.579	1																													
Pb	-.290	.282	.288	.741	.820*	.750	.821*	.432	1																												
Cr ₂ O ₃	-.197	-.026	.209	.000	-.239	-.330	-.221	-.190	-.540	1																											
Na ₂ O	.782	-.760	-.765	-.348	-.172	-.626	-.223	.284	-.528	-.037	1																										
MgO	-.218	.016	.254	.959**	.959**	.562	.959**	.620	.669	.044	-.154	1																									
TiO ₂	-.253	.088	.264	.955**	.997**	.673	.998**	.612	.808	-.181	-.214	.972**	1																								
Cl	.567	-.540	-.570	-.678	-.742	-.890*	-.800	-.040	-.651	.314	.257	-.684	-.765	1																							
Sc	.988**	-.922**	-.997**	-.365	-.148	-.740	-.240	.518	-.214	-.256	.724	-.219	-.217	.543	1																						
Ba	-.973**	.957**	.948**	.215	.029	.674	.119	-.628	.255	.199	-.854*	.071	.095	-.423	-.939**	1																					
Th	-.763	.728	.754	.716	.689	.961**	.748	-.031	.818*	-.243	-.712	.627	.722	-.852*	.706	.704	1																				
Ni	.292	-.499	-.243	.720	.778	.078	.735	.833*	.332	.110	.345	.844*	.765	-.336	.257	-.443	.123	1																			
Cu	.814*	-.790	-.846*	-.604	-.460	-.915*	-.518	.107	-.637	.214	.772	-.395	-.491	.649	.813*	-.745	-.851*	.092	1																		
Zn	.845*	-.801	-.825*	-.442	-.279	-.711	-.338	.280	-.572	-.066	.984**	-.276	-.327	.398	.785	-.892*	-.804	.249	.799	1																	
Ga	-.378	.224	.440	.973**	.910*	.749	.918**	.553	.760	-.142	-.359	.888*	.919**	-.706	-.400	.225	.730	.631	-.708	-.436	1																
Ge	.627	-.432	-.667	-.245	.029	-.209	-.033	.346	.324	-.778	.223	-.202	-.042	.183	.713	-.535	-.171	-.050	.311	.293	-.207	1															
As	-.574	.550	.571	.766	.782	.908*	.816*	.197	.947**	-.400	-.668	.673	.795	-.787	-.508	.523	.958**	.224	-.803	-.737	.789	.057	1														
Y	-.976**	.925**	.987**	.428	.249	.826*	.341	-.463	.302	.131	-.679	.290	.312	-.664	-.986**	.903*	.773	-.194	-.855*	-.754	.479	-.652	.587	1													
Zr	.033	-.184	.005	.905*	.971**	.462	.942**	.813*	.763	-.205	-.066	.937**	.956**	-.566	.044	-.158	.522	.860*	-.307	-.149	.862*	.119	.663	.044	1												
Nb	-.247	.007	.281	.881*	.844*	.448	.854*	.501	.449	.287	-.065	.958**	.872*	-.626	-.266	.093	.518	.846*	-.277	-.205	.777	-.409	.502	.314	.818*	1											
Mo	.749	-.786	-.731	-.314	-.189	-.700	-.238	.282	-.609	.193	.971**	-.106	-.218	.328	.684	-.816*	-.748	.404	.824*	.368	.070	-.728	-.669	-.068	.032	1											
Gd	-.656	.720	.626	-.266	-.472	.208	-.415	-.715	-.064	.190	-.780	-.457	-.428	.175	-.625	.789	.234	-.807	-.451	-.708	-.226	-.289	.112	.528	-.568	-.453	-.748	1									
Co	.901*	-.870*	-.873*	-.443	-.310	-.784	-.381	.356	-.572	-.036	.936**	-.306	-.363	.530	.837*	-.930**	-.865*	.241	.808	.981**	-.435	.324	-.767	-.824*	-.147	-.251	.912*	-.660	1								
Sm	.799	-.736	-.769	-.270	-.198	-.592	-.292	.545	-.083	-.307	.340	-.305	-.267	.677	.784	-.731	-.609	.050	.430	.480	-.480	-.218	.652	-.369	-.801	.008	-.436	.285	-.252	.623	1						
Hf	-.737	.785	.776	.331	.220	.815*	.289	-.306	.349	-.300	-.490	.139	.246	-.625	-.770	.637	.645	-.252	-.886*	-.515	.496	-.340	.546	.834*	.040	.061	-.594	.384	-.569	-.454	1						

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed); * . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Tablo 4. Gmler Cevherlemesinin Parajenezi

	Bölgede Tespit Edilen Mineraller			
	Mineraller	Bu alımada	Akay (1995)	Yalın & Yaman (1996)
Slfrler	Stibnit	x	x	x
	Orpiment	x	x	
	Zinober	x		x
	Metazinober	x		
	Pirit	x	x	x
	Kalkopirit	x	x	x
	eelit		x	x
	Arsenopirit			x
	Sfalerit		x	x
	Galen		x	x
	Markazit		x	
	Realgar	x	x	
Oksitler	Hematit	x		
	Limonit	x		x
	Servantit	x		x
	Seramonit	x		x
	Zn Oksit		x	
Karbonat	Malahit	x		
	Zn Karbonat		x	
Nabit	Altın	x	x	x
S. Tuzlar				x
Amorf Sb			x	
Gang	Kuvars	x	x	x
	Barit	x	x	x

Stibnit, ortamın basınç ve sıcaklığındaki herhangi bir değişikliğe karşı çok hassastır ve çoğu mineralin yaptığı gibi, değişikliklerin etkilerini ortadan kaldırmak için iç yapısını yeniden yönlendirerek yanıt verme eğilimindedir. İlk tepki, basınç lamellerinin ortaya çıkmasıyla sonuçlanır. Bir numune sıkıtırıldığında, genellikle birbirine neredeyse paralel ve sıkıştırma eksenine neredeyse dik olan iyi tanımlanmış bantlar gelişir (Stanton, 1972). Stibnit kristallerinde tespit edilen kırık, çatlak, eğilme bükülme yapıları ve mikro boyutta breik yapının bulunması cevher oluşum süreçlerinin tamamlanmasından sonra basınç, ortam sıcaklığının değişimi, sıkışma ve gerileme kuvvetleri gibi deformasyon süreçlerinin etkisi altında kaldığını göstermektedir.

Antimon cevherinin süperjen ortama maruz kalması sonucu oksitlenerek ikincil valentinit (orthorombik Sb_2O_3), senarmontit (kubik Sb_2O_3), servantit (Sb_2O_4), kermesit (Sb_2S_2O), ve stibiikonit

[(Ca,Sb)₂Sb₂O₆(O,OH)] mineraller oluşur ve bu mineraller yüzey şartlarında çözünmezler (Laurence, 2004). Gmler antimon cevherlemesi kırık ve çatlaklar boyunca altere olarak ikincil Sb-oksit (okr) minerallerine dnmtr. Bu mineraller masif cevherin etrafında yer yer 1cm kalınlığa ulaşmaktadır. Sperjen ortamda gelişen bu minerallerin boyutları maksimum 20-25 µm civarında olmasından dolayı optik olarak belirlenememiştir.

Cevherleme içerisinde sülfürlerin bulunması (Tablo 1) ve aynı zamanda sülfat mineralinin (barit) bulunması göreceli olarak yüksek fO₂ ve SO₄ bakımından yüksek sıvılardan kaynaklandığını göstermektedir (Ohmoto, 1972).

Çalışma alanı içerisinde ikinci tespit edilen önemli cevherleşme Hg (zinober) yataklanmasıdır. En önemli cıva cevheri olan zinober [HgS], düşük sıcaklıkta termodinamik açıdan en kararlı formudur (Barnett vd., 2001). Zinnobar, 345°C'de polimorf'u olan metazinober'a dnr (Dickson & Tunell, 1959). Epitermal sistemler yzeyeye yakın kesimlerde (<1,5 km) oluşurlar ve güçlü bir oranda meteorik suların etkilenirler (Henley & Ellis, 1983; Taylor, 2007). Cevher mikroskop çalışmasında tespit edilen zinober ve metazinoberin birlikteliği, Hg cevherinin yüzeyden kaynaklanan meteorik suların dolaşımı ile intrzyondan ısınarak zinober minerallerinin bir kısmını metazinobera dntrmtr.

Yapısal kontrollü epitermal sistemlerde gömülü intrzyondan kaynaklanan cevherli akışkanların souyarak yükseldiği alanlarda maden yatak oluşumuna imkn verirler. Yükselen cevherli akışkanlar yzeyeye yakın alanlarda oksitlenerek Au çökelmesine neden olurlar (Corbett, 2012.) Mehmetler Yurdu Sivrisi Tepe (Gmler güney kesimi) cevherlemesinde 37,3 ppm'e kadar ulaşan altın, yerel olarak yzeyeye yakın zonlarda oluşur (Kucu & Erler, 1993). ren Dere (Gmler GD) içerisinde dere kumu bate neklerinde 18 adet nabit altın tanesi tespit edilmiştir (Yalçın & opurolu, 2001). Bu veriler, çalışma alanı içerisinde alınan neklerde 70 µm'ye boyuta çıkan nabit altın tanelerin varlığı ile uyumludur.

5. SONUÇLAR

Gmler (Niğde) cevherlemesinin ana cevher minerali stibnittir. Jeokimyasal analizlerde maksimum %43,13 Sb elementi tespit edilmiştir. Sb elementinin sadece stibnit (Sb₂S₃) mineralinin içerisinde olduğu kabul edilirse (alterasyon sonucu oluşan ikincil mineraller ihmal edilmesi durumunda) analizi yapılan nek (nek no:H1) içerisinde molekül aılıı yöntemine göre; %60,25 Sb₂S₃ minerali bulunmaktadır. Elde edilen bu oran Gmler Sb cevherlemesinin önemli bir konuma sahip maden yatağı olduğunu göstermektedir. Stibnit ile birlikte Hg (zinber ve metazinober) cevherlemesinin mineralojik-petrografik özelliklerine maden yatağı olarak tanımlanabilir. Stibnit ve Hg yatakları, Niğde metamorfik kayaçları ile güçlü bir konumsal ilişki göstermektedir. Cevherlemeler sadece Gmler litodemi içerisinde bulunmaktadır. Ana cevher minerali olan stibnit cevherlemesi sonrası tektonizmadan etkilenmiştir. Tektonizma sonucu deformasyon yapıları olan kırık ve çatlaklar ile ikizlenme yapıları meydana gelmiştir. Cıva cevherinin ana cevher minerali zinober olup, süperjen ortamda meteorik suların döngüsünde intrzyondan kaynaklanan ısınma sonucu metazinobera dnmtr. Diğer bir önemli cevherleşme nabit Au tespit edilmiştir. Nabit altın sadece kuvars damarlarında ve kuvars minerali içerisinde tespit edilmiştir. Çok değişkenli istatistiksel analizlerden korelasyon analiz ve ikili element analiz sonuçlarına göre antimon (Sb) elementi ile As, Pb ve Ba arasında pozitif bir birliktelik bulunurken, Cu, Zn ve Mo elementleri arasında negatif bir birliktelik bulunmaktadır. Tespit edilen pozitif ve negatif birliktelikleri gömülü cevherlerin tespiti için kullanılabilir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar çıkar atiması beyan etmemektedir.

KAYNAKLAR

Akçay, M. (1995). Gmler (Niğde) yöresi Sb±Hg±W cevherlemelerinin jeolojik, mineralojik ve altın potansiyeli yönünden incelenmesi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 38(2), 23-34.

- Altuncu, S., Tümüklü, A., & zgr, F. Z. (2018a). Niğde masifi metalik cevherlemelerinin mineralojisi ve jeokimyası. *Niğde Ömer Halisdemir n. Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(3), 1101-1106. doi:[10.28948/ngumuh.502269](https://doi.org/10.28948/ngumuh.502269)
- Altuncu, A. Tümüklü, A., & zgr, F. Z. (2018b). Trace Elements Geochemistry of Nigde (Turkey) Antimony Deposits. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 5(5), 622-631.
- Atabey, E., & Ayhan A. (1986). Nide-Ulukıla-amardı-iftehan Yresinin Jeolojisi. MTA Raporu, No: 8064.
- Barnett, M. O., Turner, R., & Singer, P. C. (2001). Oxidative dissolution of metacinnabar (β -HgS) by dissolved oxygen. *Applied Geochemistry*, 16(13), 1499-1512. doi:[10.1016/S0883-2927\(01\)00026-9](https://doi.org/10.1016/S0883-2927(01)00026-9)
- Blumenthal, M. (1941). Un aperçu de la Géologie du Taurus dans les vilayets des Nide et d'Adana: Maden Tetkik Arama Enstits Yayınları, B. 6, 195 s.
- Blumenthal, M. (1963). Le Système structural du Taurus Sud - Anadolien: in Livre à mémoire du Prof. Fallat, Mém hs-sûr. Géol. France, t. II, S. 611-682.
- inku, M. C., Hisarli, Z. M., Yılmaz, Y., lker, B., Kaya, N., ksm, E., Orbay, N., & ta zbey, Z. (2016). The tectonic history of the Nide-Kırehir Massif and the Taurides since the Late Mesozoic: Paleomagnetic evidence for two-phase orogenic curvature in Central Anatolia. *Tectonics*, 35, 772-811. doi:[10.1002/2015TC003956](https://doi.org/10.1002/2015TC003956)
- Corbett, G. J. (2012). Structural Controls to, and Exploration for, Epithermal Au-Ag Deposits Structural controls to, and exploration for, epithermal Au-Ag deposits. *Australian Institute of Geoscientists Bulletin*, 56, 43-47.
- Dennis, R. A. (1970). The Mineralization at the Hg-Sb-W Mine near Nigde, South-Central Turkey. M.Sc Thesis, Swansea University. (unpublished)
- Dickson, F. W., & Tunell, G. (1959). Stability relations of cinnabar and metacinnabar. *American Mineralogist*, 44(5-6), 471-488.
- Ercan, T. (1986). Cenozoic volcaismm of central Anatolia. *Maden Tektik ve Arama Dergisi*, 107,107-114.
- Evans, A. H. (1993). Ore Geology and Industrial Minerals, third edition, Blackwell Scientific, Oxford, 390 s.
- Fayon, A. K., & Whitney, D. L. (2007). Interpretation of tectonic versus magmatic processes for resetting apatite fission track ages in the Nide Massif, Turkey. *Tectonophysics*, 434(1-4), 1-13. doi:[10.1016/j.tecto.2007.01.003](https://doi.org/10.1016/j.tecto.2007.01.003)
- Gautier, P. E., Bozkurt, E., Hallot, E., & Dirik, K. (2002). Dating the exhumation of a metamorphic dome: Geological evidence for pre-Eocene unroofing of the Nide Massif (central Anatolia, Turkey), *Geol. Mag.*, 139, 559-576.
- Gncolu, M. C. (1977). Geologie des Westlichen Nigde Massivs. PhD Thesis, Borm. (unpublished)
- Gncolu, M. C. (1981a). Nide Masifinin Jeolojisi. İ Anadolu'nun Jeolojisi Sempozyumu, TJK 35. Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Bildiriler Kitabı: 16-19.
- Gncolu, M. C. (1981b). Nide Masifinde viridin-gnaysın kkeni. *Türkiye Jeoloji Kurumu Blteni*, 24(1), 45-51.
- Gncolu, M. C. (1986). Geochronological data from the southern part (Nigde area) of the Central Anatolian Massif. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey*, 105-106, 83-96.
- Henley, R. W., & Ellis, A. J. (1983). Geothermal systems ancient and modern: A geochemical review. *Earth-Science Reviews*, 19, 1-50. doi:[10.1016/0012-8252\(83\)90075-2](https://doi.org/10.1016/0012-8252(83)90075-2)
- İleri, S. (1975) Antimon yataklarında jeolojik konum. *Türkiye Jeoloji Kurumu Blteni*, 18(1-2,) 41-47.
- Kleyn, V. D. (1970). Recommendation of Exploration for Mineralization in the South western Part of Nigde-amardi Massif. MTA Report, Ankara. (unpublished)

- Kucu, İ., Erler, A., & Gncoğlu, M. C. (1993). Geology of The amardı (Niğe-Turkey) Region. *Geosound*, 23, 1-16.
- Laurence, R. (2004). Introduction to ore-forming processes, New York, Blackwell Science, 382 s.
- Morteani, G. Ruggieri, G. Mller, P., & Preinfalk, C. (2011). Geothermal mineralized scale in the pipe system of the geothermal Piancastagnaio power plant (Mt. Amiata geothermal area): a key to understand the stibnite, cinnabarite and gold mineralization of Tuscany (central Italy). *Mineralium Deposita*, 46, 197-210.
- Ohmoto, H. (1972). Systematics of sulfur and carbon isotopes in hydrothermal ore deposits. *Econ. Geol.*, 67(5), 551-578.
- Okay, A. C. (1955). Niğe Çamardı ve Ulukışla arasındaki bölgenin jeolojisi. MTA Raporu, No:2381.
- Oygür, V., Er kale, H. E., Erkan, N. & Karabalık, N. (1984). Niğe Masifi Demir Cevherlemeleri Maden Jeolojisi Raporu. MTA Raporu, No:7521.
- zgneyli, A. (1978). Niğe-Çamardı kristalin masifi genel prospeksiyon çalışması ve demir-baz metal-wolfram ve altın cevherlemeleri hakkında çalışma raporu. MTA Raporu, No:6851.
- Schwarz-Schampera, U. (2014). Antimony. In: G. Gunn (Eds.) Critical Metals Handbook (pp. 70-98). UK, John Wiley & Sons, Ltd.
- Seal II, R. R, Schulz, K. J., & DeYoung, J. H. (2017). Critical Mineral Resource of the United States-Economic and Enviromental Geology and Prospects for Future Supply. Professional Paper 1802-C doi:[10.3133/pp1802C](https://doi.org/10.3133/pp1802C)
- Stanton, R. L. (1972). Ore petrology. McGraw-Hill, New York, 713 p.
- Taylor, B. E. (2007) Epithermal gold deposits. In: Goodfellow W. D. (Eds) Mineral Deposits of Canada-a synthesis of major deposit types, district metallogeny, the evolution of geological provinces and exploration methods. Geological Association of Canada, Mineral Deposit Division, Special Publication, No. 5, pp 113-139.
- Tromp, S. W. (1942). Niğe-İncesu, Kızılırmak ve Tuz Gl arasında bulunan mıntıkların jeolojik etd. MTA Raporu, No:1456.
- Tmkl, A., Altuncu S., & zgr, F. Z. (2018) Niğe masifinin maden yatakları ynnden değerlendirilmesi. *Niğe mer Halisdemir Üniversitesi Mhendislik Bilimleri Dergisi*, 7(3), 1119-1123.
- Viljoen, R. P., & İleri, S. (1973). Mineralization The Geology and of Portions in the Pozantı Dağı (Niğe) Massif of South Central Turkey, Johannesburg Consol. Invest. Co. Ltd. Geol. Res. Dept., Rep. No:39, 59p. (unpublished)
- Whitney, D. L., & Dilek, Y. (1998). Metamorphism during crustal thickening and extension in central Anatolia: The Niğe metamorphic core complex. *Journal of Petrology*, 39(7), 1385-1403.
- Whitney, D. L., Teyssier, C., Dilek, Y., & Fayon, A. K. (2001). Metamorphism of the Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey: Influence of orogen-normal collision vs. wrench dominated tectonics on P-T-t paths. *Journal of Metamorphic Geology*, 19(4), 411-432. doi:[10.1046/j.0263-4929.2001.00319.x](https://doi.org/10.1046/j.0263-4929.2001.00319.x)
- Whitney, D. L., Teyssier, C., Fayon, A. K., Hamilton, M. A., & Heizler, M. (2003). Tectonic controls on metamorphism, partial melting, and intrusion: Timing of regional metamorphism and magmatism of the Niğe Massif, Turkey. *Tectonophysics*, 376(1-2), 37-60. doi:[10.1016/j.tecto.2003.08.009](https://doi.org/10.1016/j.tecto.2003.08.009)
- Yalın, F., Kılı, S., Nyamsari, D. G., Yalın, M. G., & Kılı, M. (2016). Principal Component Analysis of Integrated Metal Concentrations of Bogacayı Riverbank Sediments in Turkey. *Pol. J. Environ. Stud.*, 25(2), 471-485. doi:[10.15244/pjoes/61009](https://doi.org/10.15244/pjoes/61009)
- Yalın, M. G. (1998). Ecemi fay kuağı batı bloğundaki amardı ve gmler antımuan yataklarının morfolojik yapısal ve jenetik ynden karılatırılması. Niğe ni. Jeo. Mh. Workshop I, Niğe, Türkiye, 5-8 Nisan, 150-162.

- Yaln, M. G., & opurolu, İ. (2001). Nide Masifi Metalik Maden Yataklarının Mineralojisi ve Jenezi. *Geosound*, 38, 49-65.
- Yaln, M. G., & İlhan, S. (2008). Major and trace element geochemistry of Terra Rossa soil in the Kucukkoras region, Karaman, Turkey. *Geochemistry International*, 46(10), 1038-1054. doi:[10.1134/S001670290810008X](https://doi.org/10.1134/S001670290810008X)
- Yaln, M. G., & Yaman, S. (1996). Gmler (Nide) Antimuan-Cıva Cevherlemesinin Mineralojik İncelenmesi, *Geosound*, 28, 189-201.
- Yaln, M. G., imsek, G., Ocak, S. B., Yaln, F., Kalaycı, Y., & Karaman, M. E. (2013). Multivariate statistics and heavy metals contamination in beach sediments from the Sakarya Canyon, Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 25(4), 2059-2066. doi:[10.14233/ajchem.2013.13309](https://doi.org/10.14233/ajchem.2013.13309)
- Yaln, M. G., Cokun, B., Nyamsari, D. G., & Yalın, F. (2019). Geomedical, ecological risk, and statistical assessment of hazardous elements in shore sediments of the Iskenderun Gulf, Eastern Mediterranean, Turkey. *Environmental Earth Sciences*, 78(15), 1-28. doi:[10.1007/s12665-019-8435-5](https://doi.org/10.1007/s12665-019-8435-5)
- Yıldız, M., & Bailey, E. H. (1978). Mercury Deposits in Turkey. *Geological Survey Bulletin*.1456. doi:[10.3133/b1456](https://doi.org/10.3133/b1456)
- Yücel, B. M. (2020). Antik dönemden günümüze bir serüven: Antimuan. *MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni*, 29: 79-100.