

SÜLFÜRLER VE SÜLFOTUZLAR

Bu grupta metal ve yarımetallerin oksijensiz kükürt (S) bileşikleri **sülfürleri** oluşturur. Ayrıca kükürtle birlikte yarı metallerin bakır (Cu), Kurşun (Pb), ve Gümüş (Ag) ile yaptıkları bileşiklere de **sülfotuzları** denilir.

Sülfürler

Arjantit	(Ag ₂ S)	Kalkosin	(Cu ₂ S)
Bornit	(Cu ₅ FeS ₄)	Pirit	(FeS ₂)
Markasit	(FeS ₂)	Molibdenit	(MoS ₂)
Galen	(PbS)	Kalkopirit	(CuFeS ₂)
Çinkoblend	(ZnS)	Kovellin	(CuS)
(Sfalerit=Vurtzit)		Zinober	(HgS)
Pirotin	(FeS)	Realgar	(AsS)
(Magnetopirit)		Orpiment	(As ₂ S ₃)
Antimonit	(Sb ₂ S ₃)		

Sülfotuzlar

Pirarjirit	(Ag₃SbS₃)
Prustit	(Ag₃AsS₃)
Tetraedrit	(Cu₁₂Sb₄S₁₃)
Tennantit	(Cu₁₂As₄S₁₃)
Enarjit	(Cu₃AsS₄)
Bournonit	(PbCuSbS₃)
Jamesonit	(Pb₄FeSb₆S₁₄)

ANTİMONİT-Stibin (Sb_2S_3)

Kristalografi: Ortorombik sistemde kristallenir. Kristalleri **c** eksenine paralel büyüme göstermeleri nedeniyle ince uzun prizmatik görünüşlüdür. Genellikle ince uzun ışınal demetler şeklinde bulunur.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik: 2; Yoğunluk: 4.6. (010) yüzeyine göre iyi dilinimli, dilinim levhecikleri bükülebilir fakat elastik değildir. Yarılımı yarıkonkoidal, metalik parlak. Rengi ve çizgi rengi kurşun grisi.

Bileşimi: % 71.4 Sb ve % 28.6 S içerir. Bazen az miktarda Au, Ag, Fe ve Cu bulundurulabilir.

Tanınması: İnce uzun ışınal kristalleri, rengi ve çizgi rengi ile tanınır. Galen'den kristal şekli ile ayırt edilir. Üfleçte kolay erir, asitlerde çözünür.

Bulunuşu: Antimon'un başlıca cevher minerali olan antimonit, genellikle düşük sıcaklık hidrotermal yataklarda veya sıcak su kaynaklarının oluşturduğu yataklarda oluşur. Çoğunlukla realgar, orpiment, pirit, zinober, kalsit, ankerit, kalsit, barit ve kuvars ile birlikte bulunur. Bazen kaya gözenek dolgusu, çatlak veya fissür dolgusu şeklinde de bulunabilir.

Kullanıldığı Yerler: Kozmetik sanayinde ve matbaacılık

ANTİMONİT-Stibin (Sb_2S_3)

Antimonit ışınal
Demetleri



ANTIMONIT



ARJANTİT (Ag₂S)

Kristalografi: Küp Sistemi. Agregata, dal masif ve sıvamalar şeklinde bulunur.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik: 2-2.5; Yoğunluk: 7.3; Yeni kırılma yüzeyi metal parıltılı olup daha sonra donuklaşır. Rengi koyu gri ve siyah, Çizgi rengi grimsi siyah. Kurşun gibi kesilebilir ve yumuşaktır.

Bileşimi: %87.1 Gümüş ve %12.9 Kükürt içerir.

Tanınması: Kömür üzerinde üfleç aleviyle ısıtıldığında eriyip metalik gümüş küresi oluşturur. Arjantit genel olarak Galen'e benzer, fakat dilinimsiz olmasıyla ondan ayrılır.

Bulunuşu: En önemli gümüş cevheri olan Arjantit genellikle düşük sıcaklıklı hidrotermal sülfür yataklarında gümüş, pirarjirit ve simli kurşun (saçınımlı gümüş içerikli galen) ile birlikte bulunur.

Kullanıldığı Yerler: Nabit gümüş'ten sonra en önemli gümüş mineralidir.

ARJANTIT (Ag_2S)



BORNİT (Cu_5FeS_4)

Kristalografi: Küp Sistemi

Fiziksel Özellikleri: Dilinimi zayıf, Sertlik: 3, Yoğunluk: 5.08. Yarılmı düzensiz veya konkoidal, metalik parıltılıdır. Renk taze kırık yüzeylerinde bakır kırmızısından kahverengimsi bronz'a kadar değişir, daha sonra renk çabucak değişerek mor-mavi (Güvercin boynu) renge dönüşür. Çizgi rengi ise grimsi siyah.

Bileşimi: % 63.5 Bakır, % 11.2 Demir ve % 22.5 Kükürt içerir

Tanınması: Mavi nüanslı (Güvercin boynu) rengi ile tanınır. Kömür üzerinde ısıtıldığında SO_2 kokusu yayarak magnetik kürecik verir. Bornit ayrışarak Kalkopirit, Kalkosin, Kovellin, Küprit, Malakit ve Azurit'e kolayca dönüşebilir.

Bulunuşu: Bakır yataklarının olağan minerallerinden olup hemen hemen tüm sülfür damarlarında bulunur. Ayrıca dayklarda, dissemine olarak bazik kayaçlarda, kontakt metamorfik cevher yataklarında, pegmatitlerde ve kuvars damarlarında bulunur.

Kullanıldığı Yerler:

BORNIT (Cu₅FeS₄)



GALEN (PbS)

Kristalografi: Küp sistemde kristallenir. Seyrek olarak tabüer şekilde bulunur. Masif, kaba teneden çok ince taneye kadar görülebilir.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik: 2.5, Yoğunluk: 7.5. (100) yüzeyi boyunca iyi gelişmiş dilinimi vardır. Yavaş vurulduğunda pek çok ufak küplere ayrılır. Metalik parlıtlı. Rengi kurşun grisi. Çizgi rengi kurşun grisi.

Bileşimi: % 86.6 Kurşun (Pb) ve % 13.4 Kükürt (S) içerir. Az miktarda Ag bulundurur. Ayrıca daha az olarak Zn, Cd, Sb, As ve Bi bulunabilir. Galen bazen bol miktarda gümüş içerebilir, bu durumdaki galen'e **simli kurşun** denilir.

Tanınması: Çok iyi dilinimleri, yoğunluğu, kurşun grisi rengi ve çizgi rengiyle tanınır. Üfleçte çıtırdarak erir ve kurşun tanesi verir. Nitrik asitte (HNO_3) kısmen S vererek çözünür.

Bulunuşu: Kıtasal kabuk içinde önemli bir kurşun cevheri olan galen, çok değişik yerlerde oluşur. Sedimanter kayalarda, hidrotermal damarlarda ve pegmatitlerde bulunur. Ayrıca kontakt metasomatik (dokanak ornatması) yataklarda dolomit ve kireçtaşları içinde bolca bulunur.

Kullanıldığı Yerler: Boya yapımında, cam ve emaye yapımında, akü levhalarında, kablo örtüsü olarak kullanılmaktadır.

GALEN (PbS)



Galen Kristalleri



Galen'in
klivaj şekilleri

Galen
Kristali

Galen Kristalleri

GALEN



KALKOPİRİT (CuFeS₂)

Kristalografi: Tetragonal sistemde kristallenir. Çoğunlukla masif, kompakt bazen kabuğumsu şekilde veya jeodlar içerisinde bulunur.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik: 3.5-4, Yoğunluk: 4.1-4.3. Kırılgan olup, düzensiz kırık yüzeylidir. Metalik parlaklığı. Rengi bronz sarısı, Çizgi rengi yeşilimsi siyahtır.

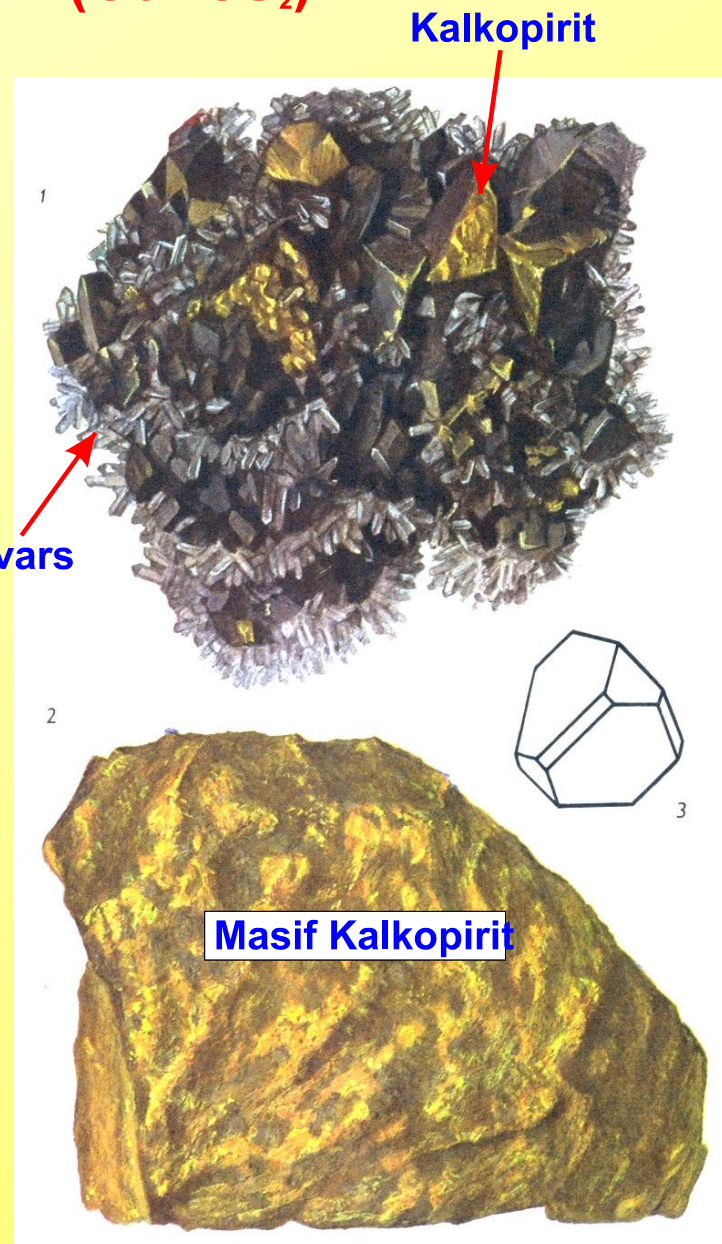
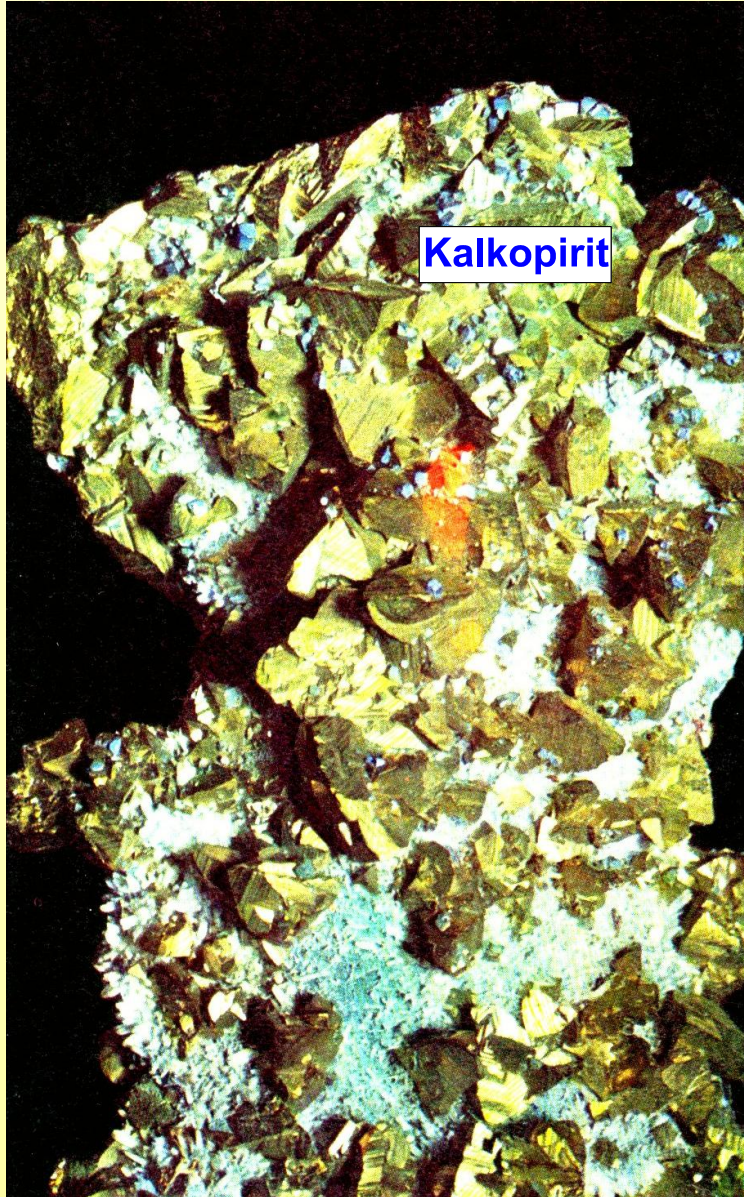
Bileşimi: % 34.6 Cu, % 30.4 Fe ve %35 S içerir. Çoğunlukla bir miktar Au ve Ag'te bulundurulur.

Tanınması: Pirit'ten rengi ve sertliği ile ayırt edilir. Üfleçte kömür üzerinde erir ve magnetik kürecik yapar. Nitrik asit'te (HNO₃) çözünür. Yüzey koşullarına bağlı olarak malakit, azurit, kalkosin ve küprit'e dönüşebilir.

Bulunuşu: Bakır cevheri olması nedeniyle ekonomik önemi fazladır. Çok yaygın bir mineraldir, hemen hemen tüm sülfürlü cevherlerde fakat çoğunlukla hidrotermal ve mezotermal damarlarda bulunur.

Kullanıldığı Yerler:

KALKOPİRİT (CuFeS₂)



KALKOPİRİT



KALKOSİN (Cu₂S)

Kristalografi: Ortorombik Sistem. Kısa prizmatik, masif veya ince toz halinde bulunur.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik: 2.5-3; Yoğunluk: 5.7; Dilinimi zayıf, yarılmı konkoidal, Rengi ve Çizgi rengi:Kurşun grisi-siyah. Taze kırık yüzeyi metal parıltılı olup daha sonra donuklaşır.

Bileşimi: %79.8 Bakır ve %20.2 Kükürt içerir. Ayrıca bir miktar gümüş ve demir bulunur.

Tanınması: Nitrik asitle (HNO₃) çözünür. Üfleçte kömür üzerinde ısıtılırsa SO₂ gazı yayarak bakır küreciği verir. Kurşun grisi rengi, yumuşaklığı, HNO₃'te çözünerek yeşil renk vermesi ve bakır mineralleri ile beraber bulunuşu ile tanınır.

Bulunuşu: Önemli bir bakır cevheri olup sülfür yataklarının zenginleşme zonlarında kalkopirit, bornit, pirit gibi sülfürlü minerallerle birlikte bulunur.

Kullanıldığı Yerler:

KALKOSIN (Cu_2S)



KOVELLİN (CuS)

Kristalografi: Hegzagonal sistemde kristallenir. Çoğunlukla masif, yaprağımsı, kabuğumsu olarak bulunur.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik: 1.5-2, Yoğunluk: 4.7. İyi dilinimli, ince yaprakları bükülebilir. Dilinim yüzeyleri sedef parıltılı, kendi parıltısı ise yarı metalikten reçineye kadar değişir. Renk indigo mavisi veya daha koyu, Çizgi rengi parlak grimsi siyah.

Bileşimi: % 66.4 Cu ve % 33.6 S içerir. Ayrıca bir miktar Fe bulundurur.

Tanınması: İndigo mavisi rengi, mikaya benzer dilinimi ve diğer Cu mineralleri ile beraber bulunması ile tanınır. Üfleçte kolay erir, nitrik asitte kükürt tortusu vererek çözünür.

Bulunuşu: Diğer Cu-mineralleri ile birlikte, özellikle kalkopirit, enarjit, ve bornit ile beraber Cu-yataklarının zenginleşme zonlarında bulunur. Kovellin başlıca Cu-minerallerinin değişmesinden oluşur, primer olarak ta meydana gelebilir, çok yaygın bir mineral değildir.

Kullanıldığı Yerler:

KOVELLIN (CuS)



MARKASİT (FeS₂)

Kristalografi: Ortorombik sistemde kristallenir. Kristaller genellikle tablamsı, daha az olarak prizmatik şekillidir. Bazen ışınal, sarkıt veya böbreğimsi şekilde izlenir.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik: 6-6.5, Yoğunluk: 4.89. Kırılma olup kırılması düzensizdir. Metalik parlaklık, Rengi bronz sarısı, Çizgi rengi gri veya kahverengimsi siyah. Taze kırık yüzeyleri kalay beyazı renginde görülür.

Bileşimi: Markasit piritle dimorf olup sabit bileşimlidir.

Tanınması: Tabüer görünümü ve daha açık sarı rengi ile piritten ayırte edilir. Yaklaşık 450°C'ta pirit'e dönüşür.

Bulunuşu: Pirit'e göre daha az bulunur. Genellikle düşük sıcaklıklarda asidik solüsyonlardan, yüzey veya yüzeye yakın cevher yataklarında oluşur. Ayrıca kireçtaşı, marn, kiltası gibi sedimanter kayalarda ve yumrulu konkresyonlar şeklinde bulunur. Piritten daha az dayanımlıdır.

Kullanıldığı Yerler: Özellikle sülfirik asit, sülfat, sülfür, boya ve cila yapımında kullanılır.

MARKASİT (FeS_2)



MOLİBDENİT (MoS₂)

Kristalografi: Hegzagonal sistemde kristallenir. Kristallerine seyrek rastlanır. Çoğunlukla yaprağımsı, levha ve kısa prizmalar şeklinde bulunur.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik: 1-1.5, Yoğunluk: 4.6. Dilinimi mükemmel, dilinim pulcukları bükülebilir fakat elastik değildir. Metalik parıltılı. Rengi kurşun grisi. Çizgi rengi kağıt üzerinde mavimsi gri, porselen üzerinde yeşilimsi gri. Yağımsı dokunumlu olup eli boyar.

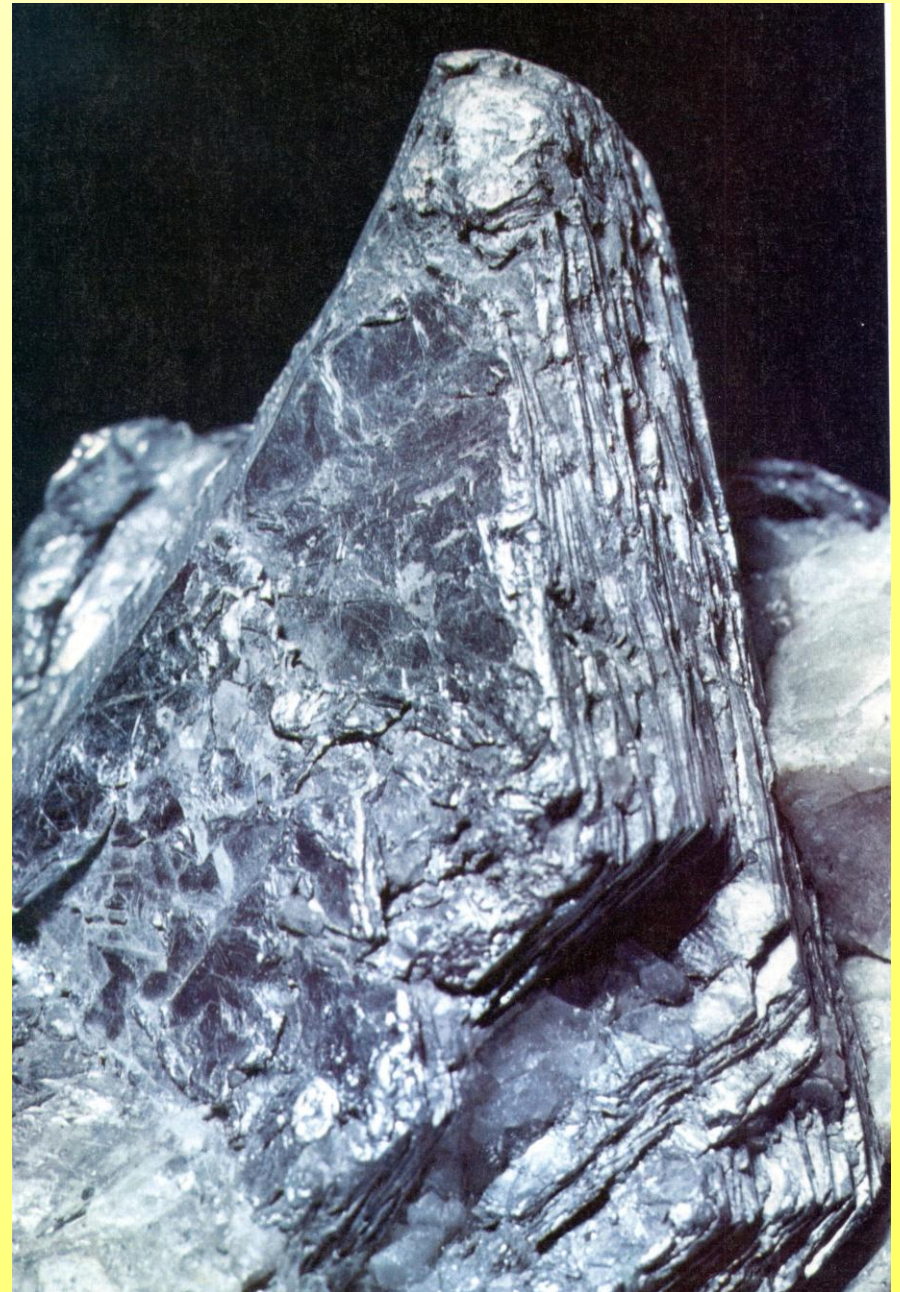
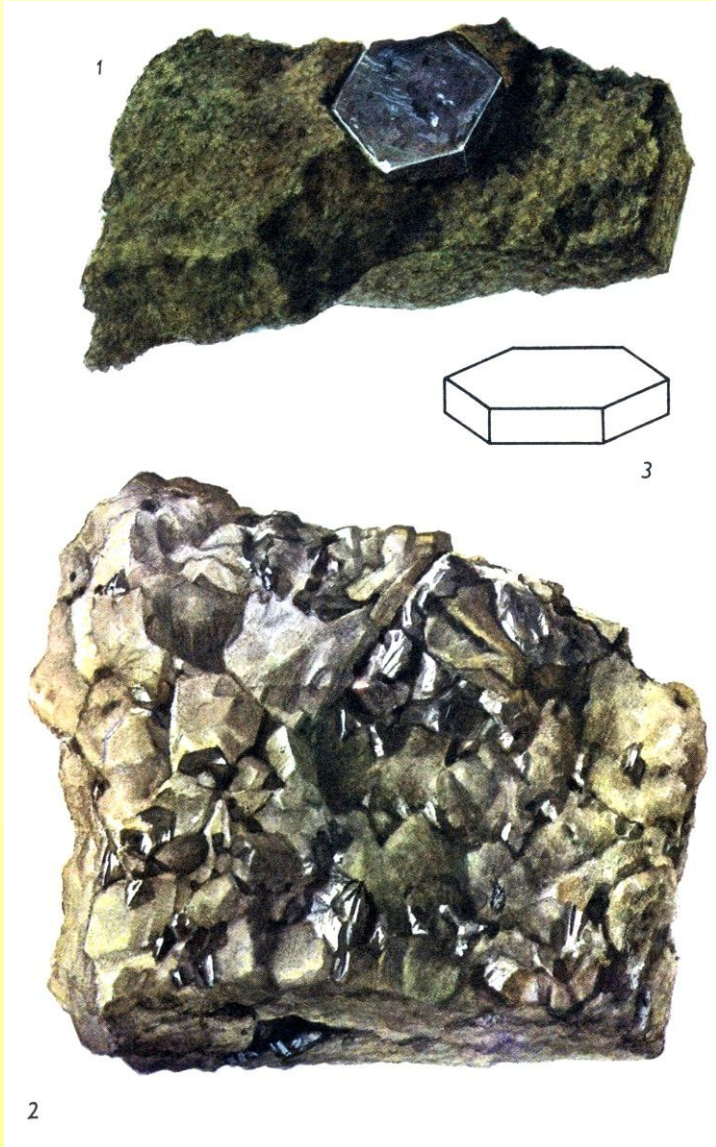
Bileşimi: % 59.9 Mo ve % 40.1 S içerir.

Tanınması: Üfleçte erimez. Alevi açık yeşil renge boyar. Açık tüpte ısıtılırsa molibdenoksit (MoO₃) tortu yapar ve SO₂ kokusu verir. Rengi, dilinimi, yumuşaklığı ve eli boyaması ile tanınır. Grafit'ten parlak metalik cilası, ağırlığı ve hafif mavimsi nuanslı rengi ile ayırt edilir.

Bulunuşu: Önemli Molibden cevheri olan Molibdenit tali mineral olarak bazı granit ve pegmatitlerde bulunur. Daha bol olarak yüksek sıcaklıklı damarlarda Kassiterit, Şeelit, Wolframit ve Fluorit ile beraber, kontakt metamorfik yataklarda da Şeelit ve Kalkopirit ile birlikte bulunur.

Kullanıldığı Yerler: Özel çelik üretiminde, molibdenin karbon ile olan alaşımından çok sert karbit üretiminde, X-ray lambalarının yapımında, elektrikli fırınların ve wolfram lambalarının üretiminde kullanılır.

MOLİBDENİT (MoS_2)



ORPİMENT (As_2S_3)

Kristalografisi: Monoklinik sistemde kristallenir. Kristalleri kısa prizmatik veya tabülerdir. Kristallerine seyrek rastlanır. Genellikle yaprağımsı, sütunsal, tane ve toprağımsı şekilde bulunur.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik: 1.5-2; Yoğunluk: 3.5. (010) yüzeyine göre iyi dilinimli, dilinim levhecikleri bükülebilir fakat elastik değildir. Reçine parıltılı, dilinim yüzeylerinde ise sedef parıltılı. Rengi limon sarısından kahverengimsi sarıya kadar değişim gösterir. Çizgi rengi soluk sarı.

Bileşimi: % 61 As ve % 39 S içerir.

Tanınması: Parlak limon sarısı, yumuşaklığı ve dilinimiyle tanınır. Üfleçte kolay erir ve sarımsak kokusu verir.

Bulunuşu: Az bulunan bir mineral olup, düşük sıcaklıklı hidrotermal damarlarda ve sıcak su kaynaklarının oluşturduğu yataklarda realgar, antimonit, nabit arsenik, kalsit, barit ve jips ile birlikte bulunur. Orpiment çoğunlukla realgar'ın değişiminden oluşur.

Kullanıldığı Yerler:

ORPIMENT

ORPIMENT (As_2S_3)



PİRİT (FeS₂)

Kristalografi: Genellikle kübik, daha seyrek olarak masif, taneli, böbreğimsi, yumru, sarkıt, ve dikit görünümünde olabilir.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik: 6-6.5, Yoğunluk: 5.01. Kırılgan, yarılmı konkoidal veya düzensiz, metalik parlak. Renk açık tunç sarısı. Çizgi rengi kahverengimsi siyah-yeşilimsi siyah. Sert bir cisim ile vurulduğunda çakmaktaşı gibi kıvılcım çıkarır.

Bileşimi: % 46.6 Demir (Fe), % 53.4 Kükürt (S) içerir. Az miktarda Kobalt (Co) ve Nikel (Ni) bulunabilir.

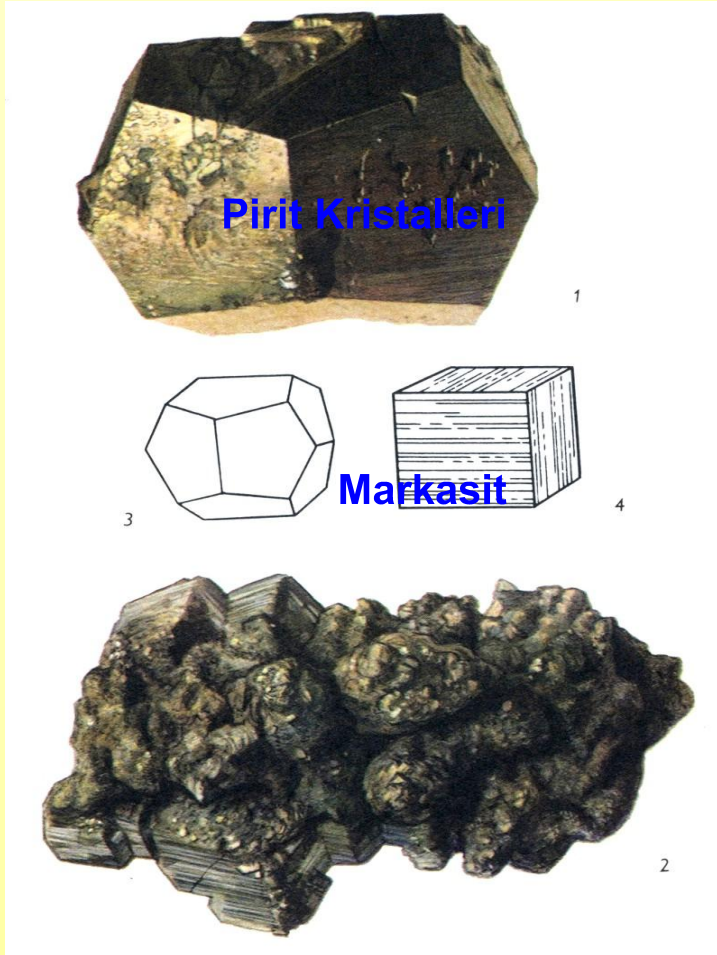
Tanınması: Metalik rengi, kristal şekli ve sertliği ile tanınır.

Bulunuşu: En yaygın olan sülfür mineralidir. Hemen hemen her jeolojik ortamda bulunabilir.

Kullanıldığı Yerler: Özellikle sülfirik asit, sülfat, sülfür, boya ve cila yapımında kullanılır.

PIRİT (FeS_2)

Pirit



PIRIT



PİROTİN-Magnetopirit (FeS)

Kristalografi: Hegzagonal sistemde kristallenir. Kristalleri seyrek ve ufaktır. Tablamsı, geniş yüzeyli prizmalar şeklindedir. Çoğunlukla masif ve yumrular şeklinde görülür.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik: 4, Yoğunluk: 4.6. Dilinimsiz, kırılğan, metalik parıltılı. Rengi kahverengimsi bronz, Çizgi rengi grimsi siyah. Mıknatısı çeker.

Bileşimi: Kükürt'e göre Fe miktarı daha azdır. Çoğunlukla bileşiminde Pentlandit (FeNiS) bulunur. Pentlandit miktarı çok olduğunda Ni elde etmek için kullanılır.

Tanınması: Karakteristik rengi ve magnetik özelliği ile tanınır. HCl'de çözünerek H₂S verir. Kalkopirit ve pirit'ten rengi, sertliği ve magnetik özelliği ile ayırt edilir.

Bulunuşu: Bakır cevheri olması nedeniyle ekonomik önemi fazladır. Çok yaygın bir mineraldir, hemen hemen tüm sülfürlü cevherlerde fakat çoğunlukla hidrotermal ve mezotermal damarlarda bulunur.

Kullanıldığı Yerler:

PIROTIN-Magnetopirit (FeS)



REALGAR (AsS)

Kristalografi: Monoklinik sistemde kristallenir. Kısa ve boyuna çizikli prizmatik kristaller halindedir. Kristalleri az bulunur. Genellikle masif, agrega, iri tane veya toprağimsı görünüşte olur.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik: 1.5-2; Yoğunluk: 3.5. (010) yüzeyine göre iyi dilinimli, reçine veya yağimsı parıltılı. Rengi kırmızı ve portakal sarısı. Çizgi rengi portakal sarısı.

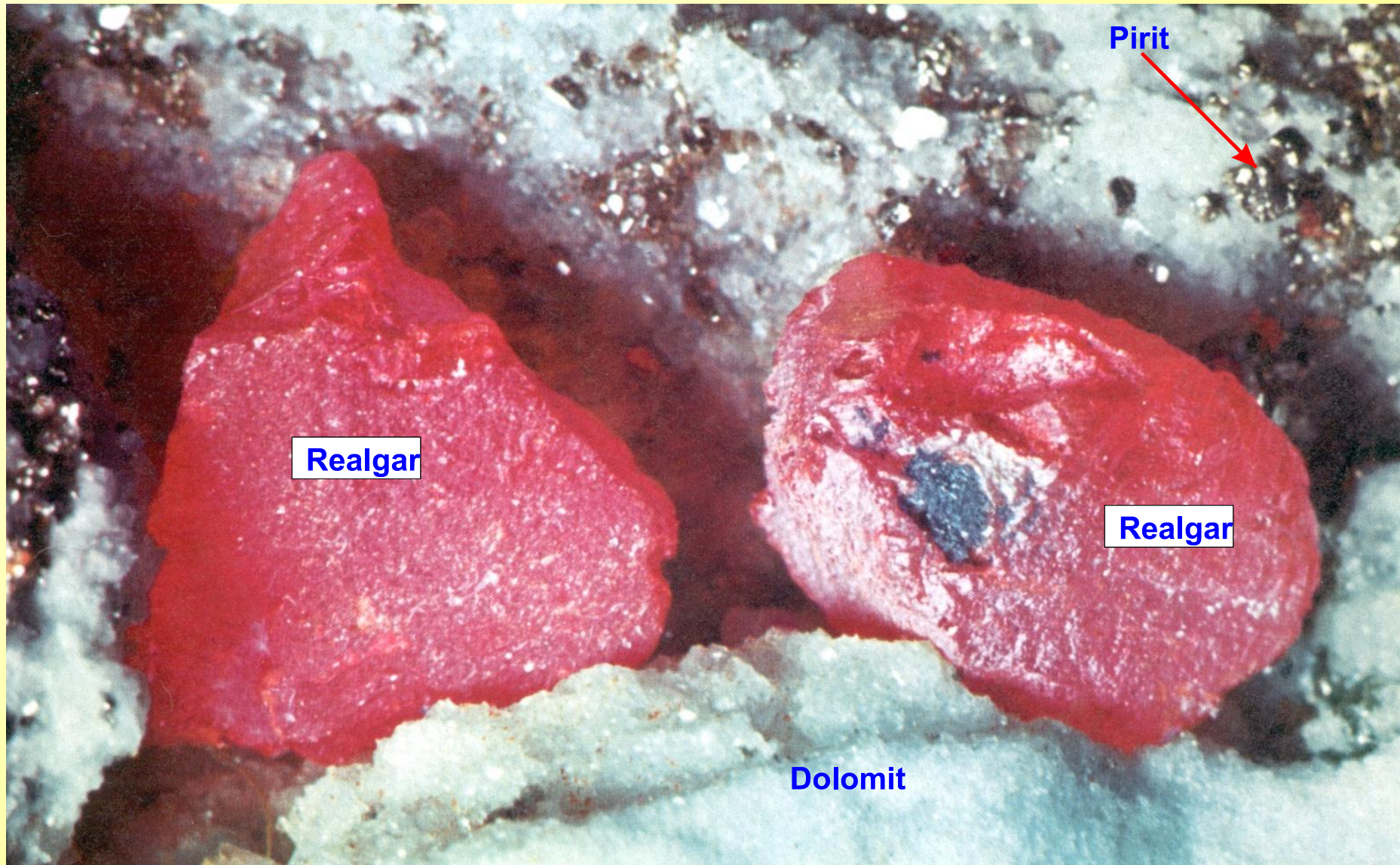
Bileşimi: % 70.1 As ve % 29.9 S içerir.

Tanınması: Rengi, çizgi rengi ve yumuşaklığı ile tanınır. Üfleçte kolay erir ve mavimsi alev ile yanarak sarımsak kokusu verir. Realgar uzun süre ışıktaki kalırsa bozularak kırmızimsı sarı renkte pudraya dönüşür.

Bulunuşu: Realgar hidrotermal sülfür damarlarında altın, gümüş, kurşun, antimuan ve diğer As mineralleri ile birlikte bulunur. Ayrıca kireçtaşlarında, dolomit veya kilttaşlarında bulunur. Volkanizmaya bağlı olarak sıcak su kaynaklarının oluşturduğu yataklarda bulunur.

Kullanıldığı Yerler:

REALGAR (AsS)



REALGAR



SFELARİT-Çinkoblend (ZnS)

Kristalografi: Küp sistemde kristallenir. Genellikle çokuz olarak bulunurlar. Masif, yaprağımsı, ışınsal, ince ve iri taneli agregatlar şeklinde de bulunabilir.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik: 3.5-4, Yoğunluk: 4.01. (011)'e göre çok iyi gelişmiş dilinimi vardır. Reçine veya metalik parıltılı. Rengi saf iken renksiz veya gri, saf olmadığında renk bileşimindeki demir miktarına göre değişir, çoğunlukla koyu kahve ve siyahımsı olduğu gibi açık kahve sarımsı, yeşil veya kırmızımsı renklerde olabilir. Çizgi rengi açık sarı veya kahverengidir.

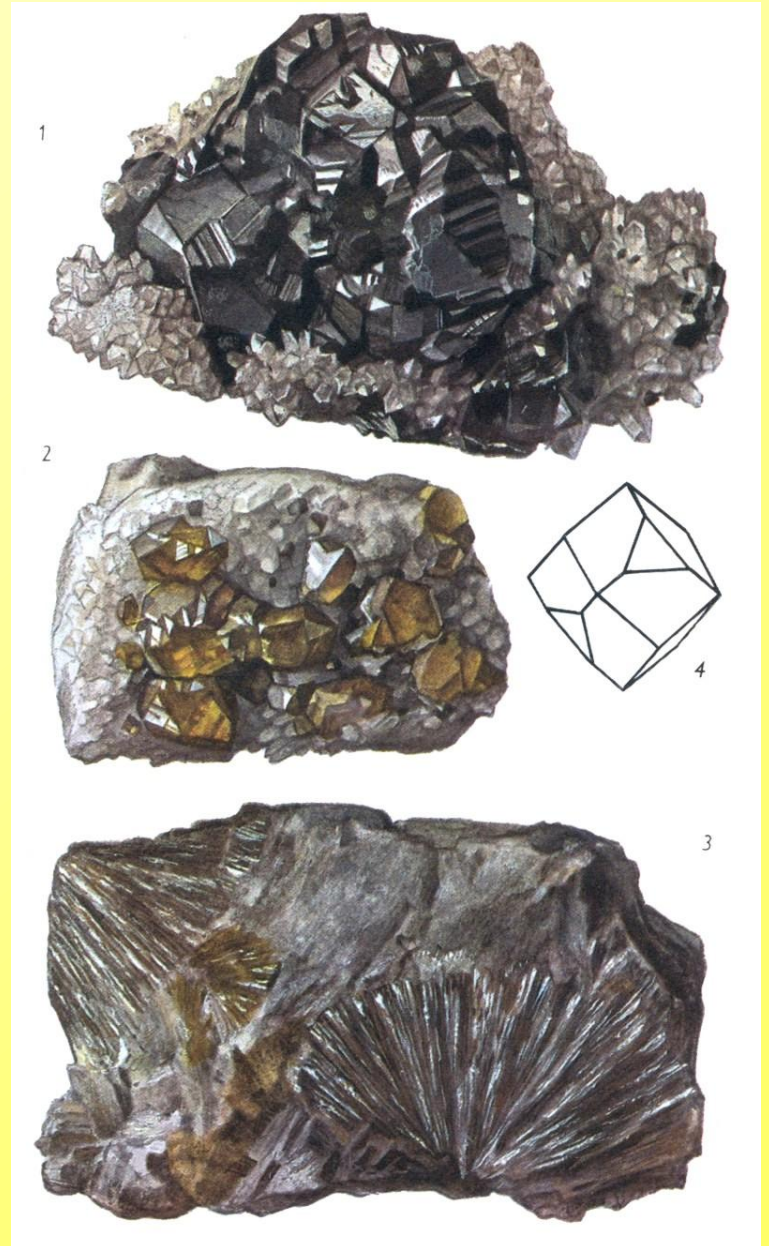
Bileşimi: %67 Zn ve %33 S içerir. Her zaman bir miktar Fe bulundurur. Fe oranı % 50'ye kadar olabilir. Çok az miktarda Cd ve Mn bulundurabilir.

Tanınması: Değişik renklerde bulunması nedeniyle zor tanınır. Dilinimi reçine parıltısı ve sıkça bulunan sarı, sarımsı kahve veya koyu kahve renkleri ve çizgi rengi ile tanınır. HCl asitte HS vererek çözünür.

Bulunuşu: Çok önemli bir çinko mineralidir. Başlıca hidrotermal yolla veya dolomit ve kireçtaşları içerisinde metasomatik yollarla oluşur. Sfelarit 1020°C'de wurtzit'e dönüşür. Wurtzit (ZnFeS) sfelarit'in dimorfu olup hegzagonal sistemde kristallenir.

Kullanıldığı Yerler: Bünyesinde Ga, In ve Ge gibi elementleri içermesi ile yarı-iletken özellik taşıdığından iletişim endüstrisinde dedektör ve transistör yapımında, oksitlenmeye karşı kaplama olarak kullanılır.

SFELARİT-Çinkoblend (ZnS)



SFELARİT-Çinkoblend (ZnS)



ZİNOBER (HgS)

Kristalografi: Hegzagonal sistemde kristallenir. Kristalleri genelde girik ikizli olup çok seyrek bulunurlar. Çoğunlukla taneli, masif, kabuğumsu ve toprağimsi şekillerde görülürler.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik: 2-2.5; Yoğunluk: 8.1. İyi dilinimli, kırılması düzensiz veya yarıkonkoidal. Parıltısı elmas parlaklığından toprağimsiye kadar değişir. Rengi mor kırmızısı bazen kahverengimsi kırmızı. Çizgi rengi açık kırmızı.

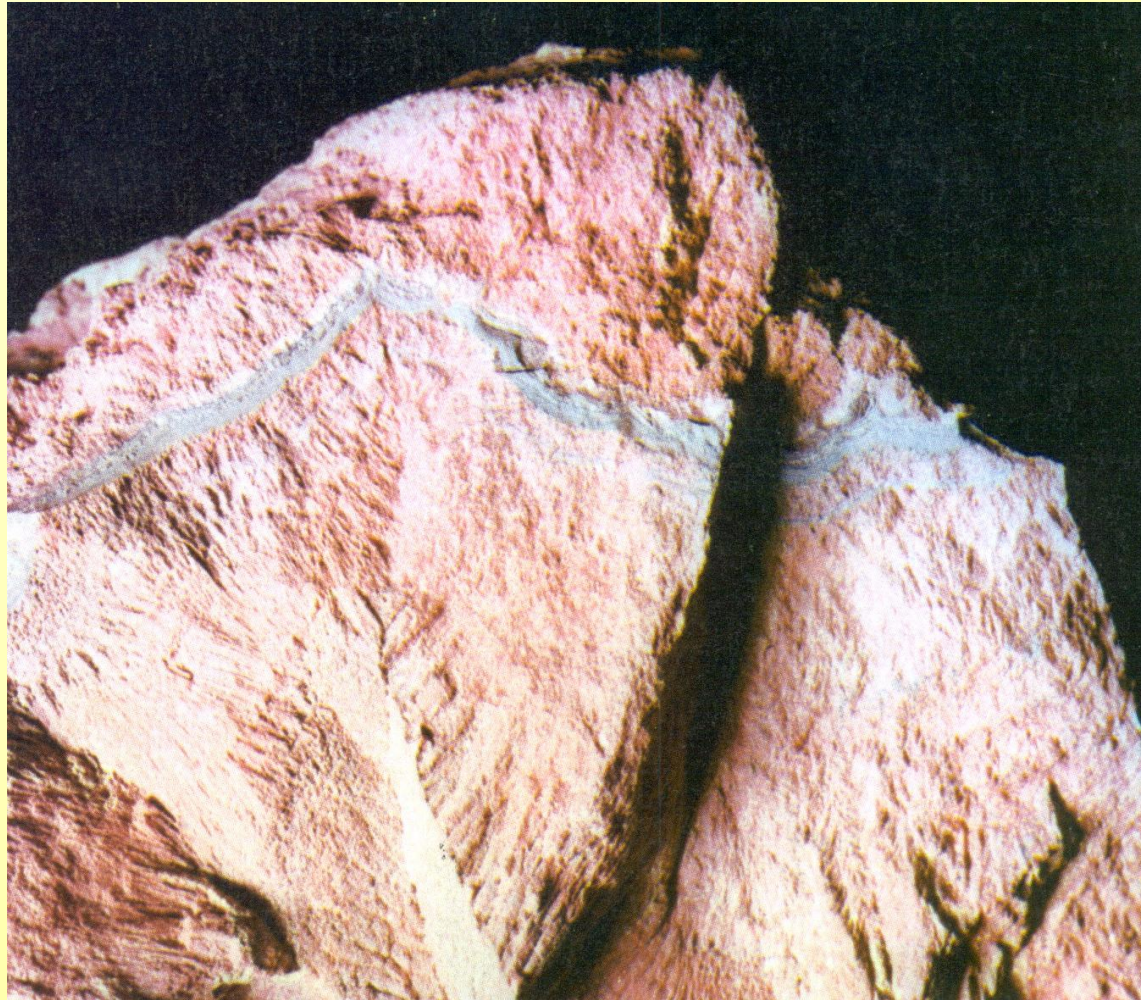
Bileşimi: % 86.2 Hg ve % 13.8 S içerir. Genellikle saf olarak bulunmaz. Kil, demiroksit ve bitüm bulundurur. Zinober ayrıışmış cevherli zonlarında nabit civa'ya dönüşebilir.

Tanınması: Kırmızı rengi, yoğunluğu ve yumuşaklığı ile tanınır. Üfleç alevinde uçucu gaz haline geçer. NaCO_3 ile ısıtıldığında metalik civa küreciği yapar. Yalnızca altın suyunda çözünür.

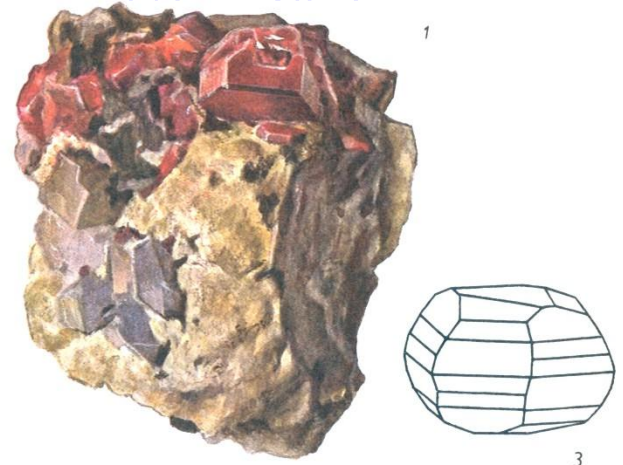
Bulunuşu: Civanın en önemli tek cevheridir. Genellikle düşük sıcaklıkta oluşan zinober, genç volkanik bölgelerde ve sıcak su kaynaklarında damar dolgusu olarak veya kumtaşları ve şistler içinde saçınımlı olarak oluşur. Genellikle pirit, markasit, opal, kalsedon, kuvars, barit, kalsit, ve fluorit ile birlikte bulunur.

Kullanıldığı Yerler: Kuyumculuk, tıp, madeni para yapımı, dişçilik ve diğer metallerle alaşım yapma.

ZİNOBER (HgS)



Zinober Kristalleri



2

Masif Zinober

