Mineral, Mineraloji tanımları, genel giriş, tarihçe

Mineraloji veya **Mineral bilimi** doğada var olan ve "**mineral**" olarak adlandırılan "inorganik cisimleri" anlamaya ve anlatmaya yarayan bir bilim dalıdır. Minerallerin biri veya birkaçı bir araya gelerek kayaları ve mineral yığışımlarını meydana getirirler. Örneğin "granit" olarak adlandırılan kaya başlıca, kuvars, feldispat, mika, amfibol minarellerinden oluşmaktadır. Bu tür oluşumlar "polimineralik"tir. Yani birden fazla minerallerden oluşmuşlardır. Fakat bazı oluşumlarda ise yalnızca 1 veya 2 tür mineral bulunabilir. Bunlara ise sırasıyla "monomineralik" ve "bi mineralik" kayalar/cisimler adı verilebilir.

Bir mineral şu ana özellikleriyle belirlenir:

1. Mineraller **doğal** olarak oluşurlar [çimento, cam, çelik gibi insanlar tarafından üretilen maddeler mineral olarak değerlendirilmez]

2. Mineraller başlıca **inorganik** bileşiklerdir [kömür, reçine, petrol gibi doğada doğal yollarla oluşmuş olan organik bileşikler mineral sayılmazlar]

3. Mineraller **kimyasal element** ve **bileşiklerden** oluşurlar ve belli bir kimyasal formüle sahiptirler [örg., Kuvars mineralinin formülü SiO_2'dir]

4. Mineraller **homojen** cisimlerdir [herhangi bir parçası bütününün özelliklerini taşır]

5. Mineraller **katı** cisimler olup, belirli atomik düzenlenimlere sahiptirler [kristallografiden bildiğimiz simetri sistem ve sınıflarından birine dahildirler]

Yukarıda sıralanan bu ana özelliklerini gözönünde tutarak MİNERAL tanımını **"doğada bulunan, kimyasal element ve bileşiklerden oluşan, başlıca katı ve inorganik özellikte, homojen ve belli bir kimya formülü olan inorganik cisimler"** olarak yapabiliriz.

Mineralleri inceleyen bilim dalı MİNERALOJİ'nin içinde değişik alt bölümler vardır. Bunlar; **Kristallografi**, **Fiziki Mineraloji, Kimyasal Mineraloji**, **Optik Mineraloji**, **Deskriptif (tanımlayıcı) Mineraloji** olarak sıralanabilir. Bunlardan Kristalografi minerallerin kristal yapısı ile ilgilenen dalıdır. Fiziki Mineraloji minerallerin elastiklik, kırılma vb gibi fiziksel özelliklerini inceleyen dalıdır. Kimyasal Mineraloji minerallerin kimyasal özelliklerini inceler ve irdeler. Optik Mineraloji minerallerin mikroskop altında sergiledikleri özelliklerden yola çıkarak onları tanımayı ve birbirlerinden ayırdetmeyi mümkün kılar. Deskriptif Mineraloji ise mineralleri fiziksel, kimyasal ve kristallografik özellikleri bakımından sınıflandırır ve tanımlar.
Bu dersin amacı Kristallografi ve Optik Mineraloji dışında kalan Mineraloji dallarının (özellikle fiziksel, kimyasal ve deskriptif) çok fazla ayrıntıya inmeden öğretilmesi/öğrenilmesini sağlamaktır.

Yoğunluk - Özgül Ağırlık

Özgül ağırlık (G) (veya nisbi yoğunluk) bir maddenin ağırlığı ile aynı hacimdeki +4°C'deki suyun ağırlığı arasındaki oran olarak tanımlanır. Buna göre özgül ağırlığı 2 olan bir mineral aynı hacime sahip su'dan iki kat daha ağırdır. Özgül ağırlık minerallerin tanınmasında sık kullanılan bir özelliktir.

Bir mineralin özgül ağırlığı bunu oluşturan atomların türüne ve kristal yapısında atomların yerleşme düzenine bağlıdır. Ağır atomlardan oluşan minerallerin özgül ağırlığı, hafif atomlarınkine göre daha fazla olur. Bu durum karbonat minerallerinin özgül ağırlıkları incelendiğinde açıklıkla görülür.

MİNERAL	BİLEŞİM	Katyon Atom Ağr.	ÖZGÜL AĞR. (gr/cm3)
Aragonit	$CaCO_3$	40.08	2.95
Stronsiyanit	$SrCO_3$	87.62	3.76
Viterit	$BaCO_3$	137.34	4.29
Serüsit	$PbCO_3$	207.19	6.55

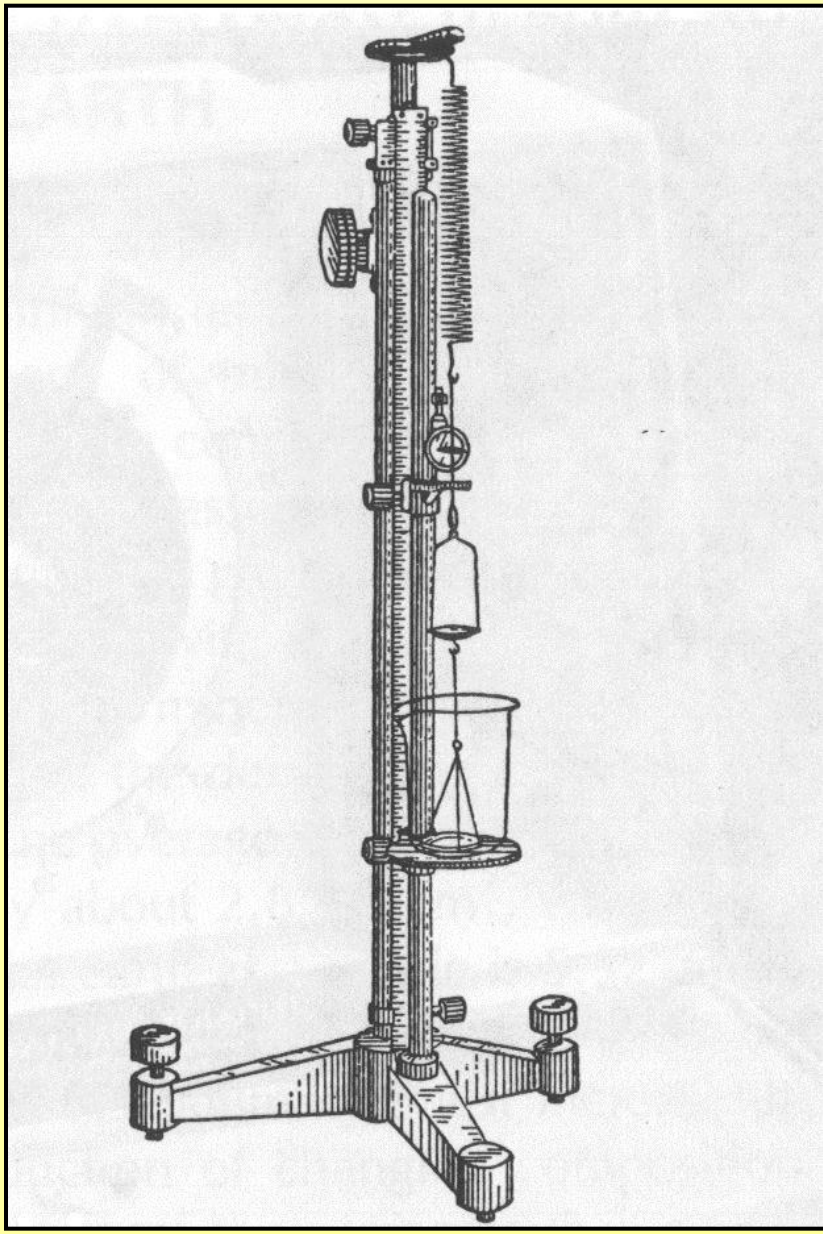
Polimorf minerallerde atom paketlenme şekil ve türleri sözkonusu minerallerde özgül ağırlık üzerinde önemli etkilere sahiptir. Bu tür minerallerde bileşim aynı kalırken atomların kristal yapısı içindeki yerleri ve yerleşim biçimleri farklı olduğundan özgül ağırlıklar arasında önemli farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Bu durum karbon bileşikleri olan GRAFİT ve ELMAS'ta belirgin bir şekilde görülebilmektedir. Elmas'ta, atomlar birbirlerine oldukça yakın bir şekilde düzenlenmiş (paketlenmiş) olduklarından özgül ağırlığı 3.5 gr/cm^3, grafitte ise paketlenme daha geniş aralıklı olduğu için özgül ağırlık 2.2 gr/cm^3 şeklindedir.

Özgül Ağırlık Tayini

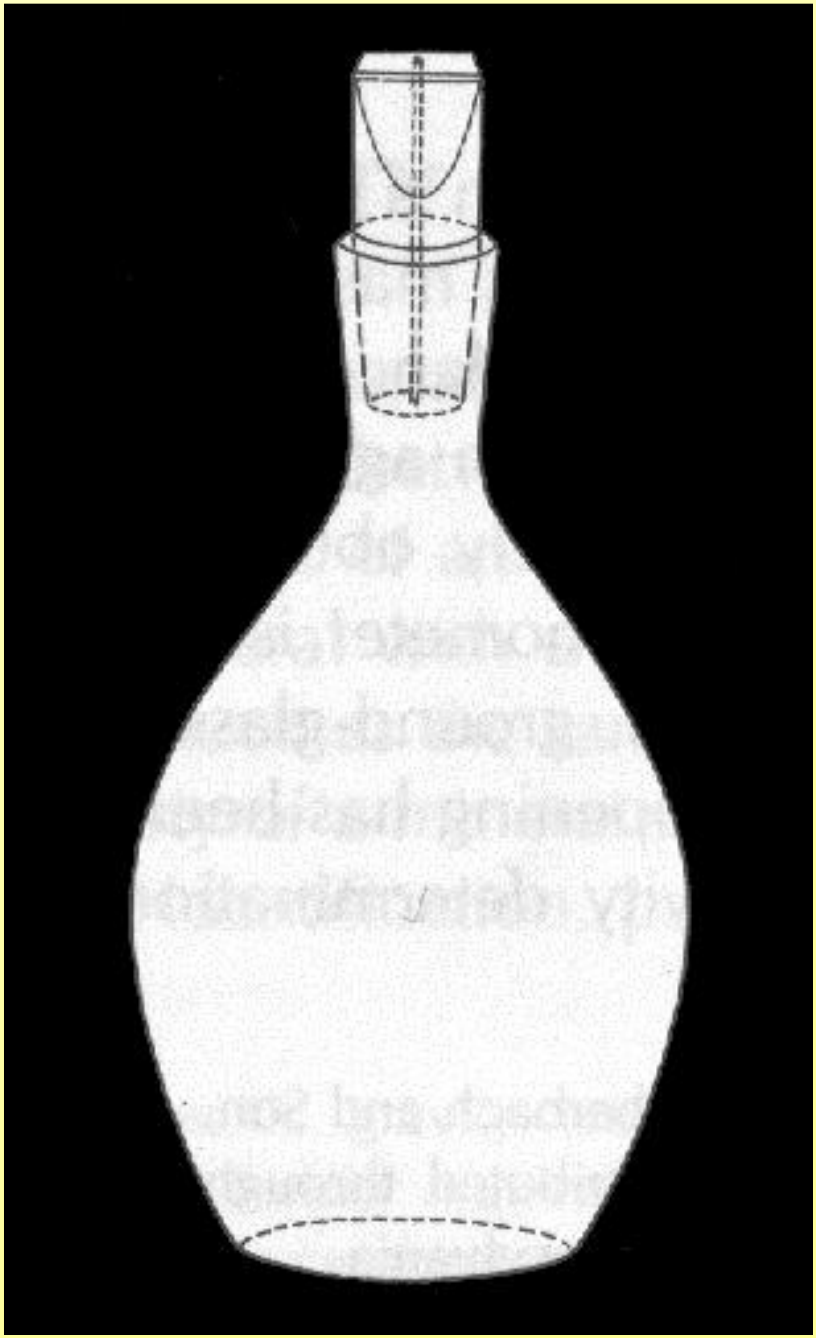
Özgül ağırlığın tayini değişik yöntemlerle yapılabilmektedir. Bunlar arasında **basit tayin**, **JOLLY Terazisi**, **Piknometre** ve **Ağır Sıvılar** yöntemleri yaygın olarak kullanılanlardır. Özgül ağırlık tayininin sağlıklı yapılabilmesi için mineralin saf olması, boşluklu ve çatlaklı olmaması gerekir.

Basit Tayin Yöntemi. Bu yöntemde özgül ağırlığı bulunacak olan mineralin $1cm^3$ lük bir hacimi alınır. Mineral önce havada, sonra da su ile dolu bir kap içine daldırılarak tartılır. İki tartım arasındaki fark suyun kaldırma gücüne, bu da taşan suyun hacmine eşit olur. Mineralin havadaki ağırlığı W_a, sudaki ağırlığı ise W_{su} ile gösterilirse, W_a-W_{su} değeri mineralin hacmini verir. Mineralin özgül ağırlığı ise $W_a/(W_a-W_{su})$ formülünden elde edilir.

JOLLY TERAZİSİ Yöntemi. Yandaki (Sağda) şekilde Jolly terazisinin basit bir şekli görülmektedir. Jolly terazisinde yapılan ölçümler terazinin yayının uzayıp kısalması ve bunlara karşılık gelen değerlerin okunması esasına dayanır. Ölçümde önce özgül ağırlığı bulunacak olan malzeme (mineral, kayaç vb...) terazinin üst kefesine konur ve terazi yayı'nın uzama miktarı kaydedilir (W_a). Bulunan bu değer cismin havadaki ağırlığıdır. Aynı malzeme bu kez terazinin alt kefesine, suyun içine girecek şekilde konur ve yayın uzama miktarı yeniden kaydedilir. Kaydedilen bu değer malzemenin sudaki ağırlığıdır (W_{su}). Bulunan bu iki değerin birbirine oranı malzemenin özgül ağırlığını verir. Eğer özgül ağırlığı tayin edilecek olan cisim miktarca çok az ise ve ölçümün yapılacağı sıcaklık koşulları da hesaba katılacak ise **BERMAN** veya **BEAM** Terazilerini kullanmak daha sağlıklı sonuçlar verecektir.



Piknometre Yöntemi. Özgül ağırlığı tayin edilecek olan malzemenin yeterli hacime sahip homojen parçalarının bulunmaması halinde toz örnekler üzerinde özgül ağırlık tayini yapmak gereklidir. Bunun için de piknometre denilen basit bir düzenek kullanılır. Piknometre bir cam şişe ve delikli bir kapaktan (tıpa) ibarettir. Piknometre ile tayin sırasında önce şişe ve kapak boş olarak tartılır (**P**). Şişenin içine özgül ağrlığı bulunacak olan toz malzeme konur ve yeniden tartılır (**M**). Sonra şişe tümüyle, saf su ile doldurulur. Bu sırada suyun şişenin kapağındaki delik hizasına kadar gelmesi sağlanır. Bu işlem yapıldıktan sonra düzenek (şişe, kapak, su ve toz gereç) yeniden tartılır (**S**). En son şişe içindeki saf su ve toz haldeki malzeme boşaltılır, şişe tekrar saf su ile doldurulup yeniden tartılır (**W**).



Bu işlemlerin tümü yapıldıktan sonra malzemenin özgül ağırlığı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır:

$$G = (M-P) / W + M - P - S$$

Ağır Sıvılar Yöntemi. Çeşitli ağır sıvılar minerallerin özgül ağırlıklarının tayinlerinde kullanılır. Bu sıvılardan en yaygın olarak kullanılanları **bromoform** (G= 2.89) ve **metilen iyodür** (G= 3.33)'tir. Bu sıvılar her oranda aseton (G= 0.79) ile karışabilmektedir. Yöntem, özgül ağırlığı ölçülecek mineralin ağır sıvı içine atılması ve aseton ile ağır sıvının karıştırılıp, mineral tanesi veya tanelerinin sıvı içinde ortada asılı kalması esasına dayanır. Yani, ağır sıvı (+aseton) ile mineralin özgül ağırlıkları eşitlenince mineral sıvı içerisinde ne yüzmekte, ne de batmaktadır. Bu koşul sağlanınca, aseton ile karıştırılmış olan ağır sıvının yoğunluğu WESTFAL terazisi ile saptanır ve dolayısıyla mineralin özgül ağırlığı da saptanmış olur.

Yukarıda sıralanan yöntemlerin dışında teorik hesaplamalarla da özgül ağırlık hesabı yapılabilmektedir. [Bu yöntem için BKZ. Klein&Hurlbut, 1985. Manual of Mineralogy - After J.D. Dana]

Minerallerin Mekanik Özellikler

Minerallerin mekanik özellikleri denildiğinde akla gelen özellikler:

- Sertlik
- Çizgi rengi
- Yarılım (parçalanma), kırılma veya kırık yüzeyi

Tenasite (Minerallerin kırılmaya, ezilmeye, bükülmeye, parçalanmaya ve yırtılmaya karşı gösterdikleri direnç) şeklinde sıralanabilir.

SERTLİK. Minerallerin çizilmeye karşı gösterdikleri direnç "sertlik" olarak bilinmektedir. Dolayısıyla sertlik mineralin "çizilebilirlik özelliği" olarak da adlandırılabilir. Minerallerin sertlikği doğrudan kristal yapıları ve atomlar arasındaki bağ kuvvetleri ile ilintilidir. Bağ kuvvetleri arttıkça minerallerin sertliği de artmaktadır. Sertlik bağıl bir kavram olup, sertlik derecesinin saptanması sertliği bilinen bir mineral veya çakı, iğne vb malzemelerle deneme yoluyla yapılır. Bunun için en yaygın olarak kullanılan skala (çizelge) Avusturyalı bir mineralog olan F. **MOHS**'un 1824'te geliştirdiği çizelgedir. MOHS sertlik dizisinde 10 mineralin sertliği en yumuşak olandan en sert olana doğru sıralanmıştır

Bu çizelgeye göre en yumuşak olandan sert olana doğru yapılan sıralama şöyledir;

1. Talk (en yumuşak mineral)
2. Jips
3. Kalsit
4. Fluorit
5. Apatit
6. Ortoz
7. Kuvars
8. Topaz
9. Korund
10. Elmas (en sert mineral)

MOHS sertlik skalasına göre bir mineralin sertliğini bulmak için, sertliği bilinen mineral veya minerallerle, sertliği saptanacak olan mineral birbirine sürtülür ve sertliği bilinmeyen mineralin hangi minerali çizdiği ve hangisiyle çizildiği belirlenir. Sonuçta bu işleme göre mineralin sertliği bulunmuş olur. Örneğin, Apatit'i çizip kuvars ile çizilen bir mineralin MOHS skalasına göre sertliği "6"dır. Bu işlem yapılırken yanlışlara yol açmamak için şu konulara özen gösterilmelidir:

- Kırılgan olan mineraller diğer minerallere sürtülünce kırılıp, ufalandıkları için oldukları sertlik derecesinden daha düşük değerlerde gibi görünebilirler.

- Çok yumuşak (sertliği az olan) mineraller sürtülme esnasında tozlarını sert mineral üzerinde bırakabileceğinden, sanki sert minerali çizmiş gibi bir görüntü verebilmektedir

MOHS sertlik skalası yanısıra laboratuarda sıkça kullandığımız diğer malzemelerin sertlikleri şu şekildedir: Tırnak (2), bakırdan yapılmış bozuk para (3), toplu iğne (3-4), cep çakısı (5), pencere camı (5.5), çelik levha (6.5). Bunların yardımıyla da minerallerin sertlikleri yaklaşık olarak bulunabilmektedir. Pratikte cep çakısı ile çizilebilen minerallerin sertlikleri 5'in altındadır.

MOHS sertlik skalasında her bir sertlik derecesi arasındaki oranların eşit olmadığı bilinmektedir. Örneğin, elmas ile korund arasındaki sertlik farkı, topaz ile korund arasındakinin birkaç katı mertebesindedir.

Sertlik vektörel bir özelliktir, yani bir mineralin farklı yönlerinde farklı değerler alabilir. Bunun en klasik örneği DİSTEN (kyanit) mineralidir. Prizmatik bir mineral olan distende sertlik prizmanın uzun kenarına paralel yönde 5, enine (yani kısa kenara parallel) ise 7'dir. Benzer şekilde kalsit mineralinin sertliği {0001} yönü dışında 3, bu yönde ise 2'dir.

Çizgi Rengi. Sertliği çok fazla olmayan bir mineralin kendisinden daha sert bir cisimle çizildiğinde veya levhaması bir sert cisim üzerine sürtüldüğünde oluşturduğu toz'un rengi "çizgi rengi" olarak adlandırılır. Bu işlem toplu iğne, çakı veya düz bir porselen levha ile yapılabilir. Laboratuarda en çok kullanılan yöntem ise mineralin porselen levha (sertliği 7) ile çizilmesidir. Bu işlemde mineralin (beyaz) porselen üzerinde bıraktığı tozun rengi çizgi rengi olarak tespit edilir. Çizgi rengi pek çok mineral için karakteristiktir. Mineralin çizgi rengi, kendi gerçek renginden farklı olabilmektedir. Örneğin, hematit çelik grisi veya demir siyahı renginde iken, çizgi rengi kırmızı veya kırmızımsı kahverengidir.

Yarılım (parçalanma). Yarılım (parçalanma) bazı minerallerin kristal yapılarındaki zayıflık düzlemleri boyunca az çok birbirine paralel olarak ayrılma özelliğidir. Yarılım dilinime benzer şekilde belli kristallografik yönlerde gelişmektedir. Fakat, yalnızca basınç altında kalmış, deforme olmuş minerallerde görülür. Yarılım dilinimden farklı olarak devamlı değildir. Yarılıma verilebilecek en iyi örnekler, magnetit, piroksen ve korund'dur. Magnetitte oktaeder, piroksende bazal, korundda ise romboedrik yarılımlar görülmektedir.

Kırıklık ve kırılma yüzeyi cinsİ

Kırıklık mineral içinde belirli düzlemler ve yönler boyunca olmayan yarılımlardır. Kırılma yüzeyi şekli farklı minerallerde farklı olabilmektedir. En belirgin olan kırık yüzeyi şekilleri, konkoidal (midye kabuğu şekilli), ışınsal, keskin kenarlı, pürüzlü ve düzensiz kırık yüzeyleri olarak sıralanabilir.

Tenasite. Minerallerin kırılma, ezilme, bükülme, parçalanma ve yırtılmaya karşı gösterdikleri dirence genel olarak "tenasite" özellikleri adı verilir. Mineraller tenasite özelikleri bakımından şu sınıflara ayrılmaktadır:

a) **kırılgan**: kolayca kırılabilen ve toz haline gelebilen,

b) **Mallebl**: dövülme ve levha haline gelebilme yeteneğine sahip,

c) **sektil**: bıçakla kesilebilen,

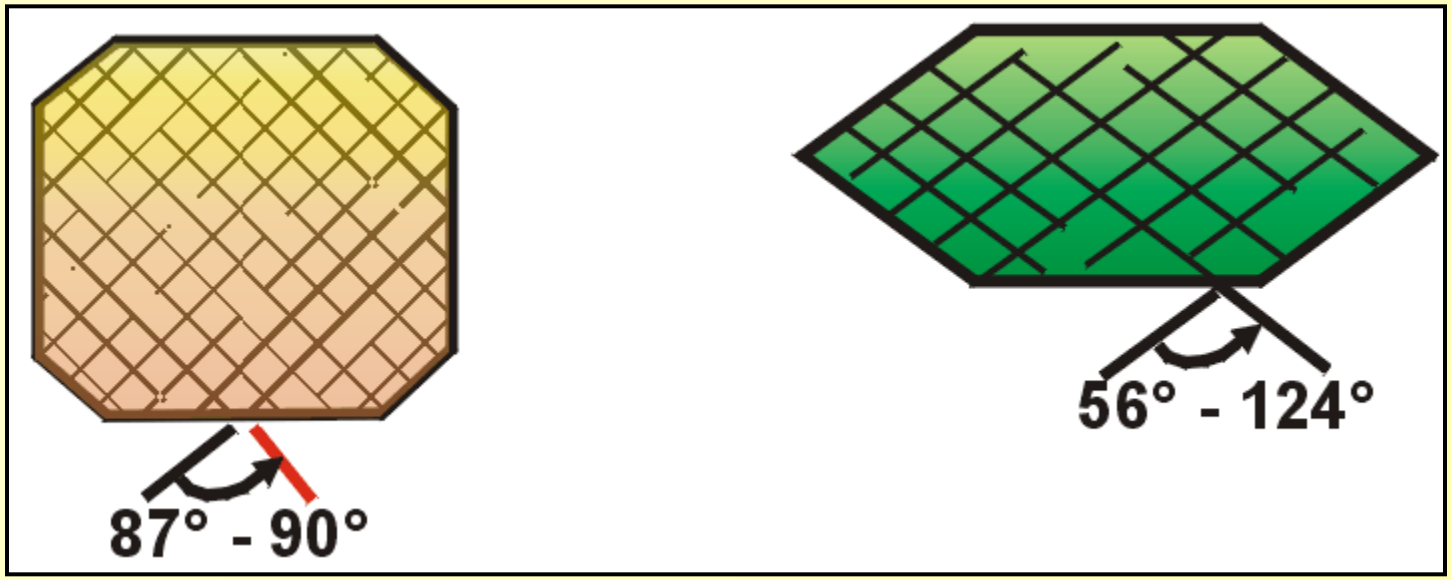
d) **duktil**: tel haline gelebilen,

e) **fleksible**: bükülebilen ve bükülmeyi sağlayan kuvvet ortadan kalkınca eski haline gelmeyen,

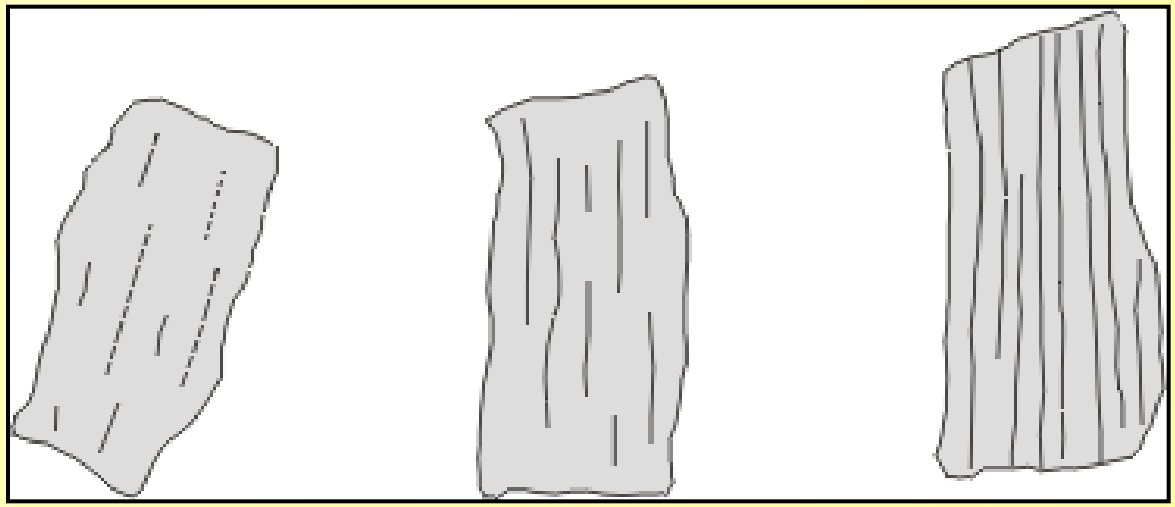
f) **elastik**: bükülebilen, ancak bükülmeyi sağlayan kuvvet ortadan kalkınca eski haline dönebilen mineraller.

Dilinim - Kırıklık

Dilinim, bir mineralin belli yönlerde birbirlerine paralel olarak yaprak yaprak ayrılma özelliğidir. Mikroskopta dilinim, birbirine paralel olarak gelişmiş doğal zayıflık zonları halinde görülür. Dilinim oluşumu mineralin kristal yapısı ile ilişkilidir. İç yapıda farklı düzlemler arasındaki bağ kuvvetleri farklıdır. Kırılma zayıf bağların bulunduğu düzlemler boyunca meydana gelir. Farklı kimyasal bileşime, ama aynı kristal yapısına sahip minerallerde aynı dilinimler görülür. Dilinim niteliğine göre kötü, iyi, mükemmel olarak tanımlanır. Yönlere göre ise "1 yönde, 2 yönde, 3 yönde dilinim vardır" şekilinde ifade edilir. Dilinim 1'den daha fazla yönde olduğu zaman bunların aralarındaki açı değerinin bilinmesi gerekir. Çünkü minerallerin dilinimleri arasındaki açılar o mineralin tanınması bakımından tipik bir özelliğidir.

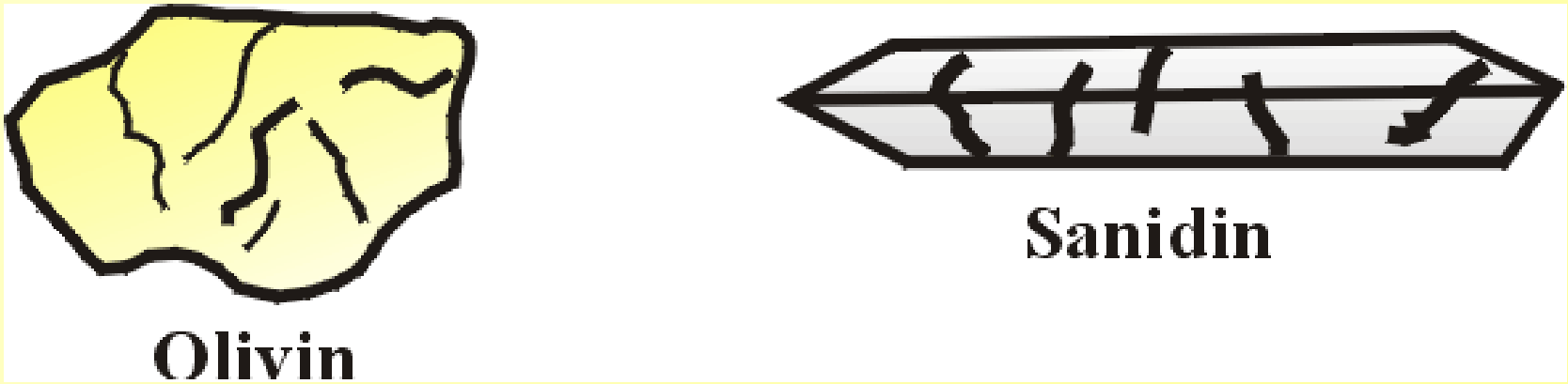


Yukardaki her iki figürde de iki yönde çok iyi gelişmiş dilinim örnekleri görülmektedir. Soldaki resim piroksen mineralini göstermektedir. Şekilden de görüleceği üzere, piroksenlerde (bazal kesitte, C'ye dik kesitte) birbirine dik (87-93°) olarak gelişmiş 2 dilinim izi vardır. Sağdaki amfibol kristalinde ise dilinim açısı 56-124° olarak görülmektedir.



Yandaki 3 şekilde değişik derecelerde gelişmiş dilinimler gösterilmiştir. Bunlardan en soldaki "kötü" gelişmiş, ortadaki "iyi" en sağdaki ise "mükemmel" gelişmiş dilinimlere örnektir

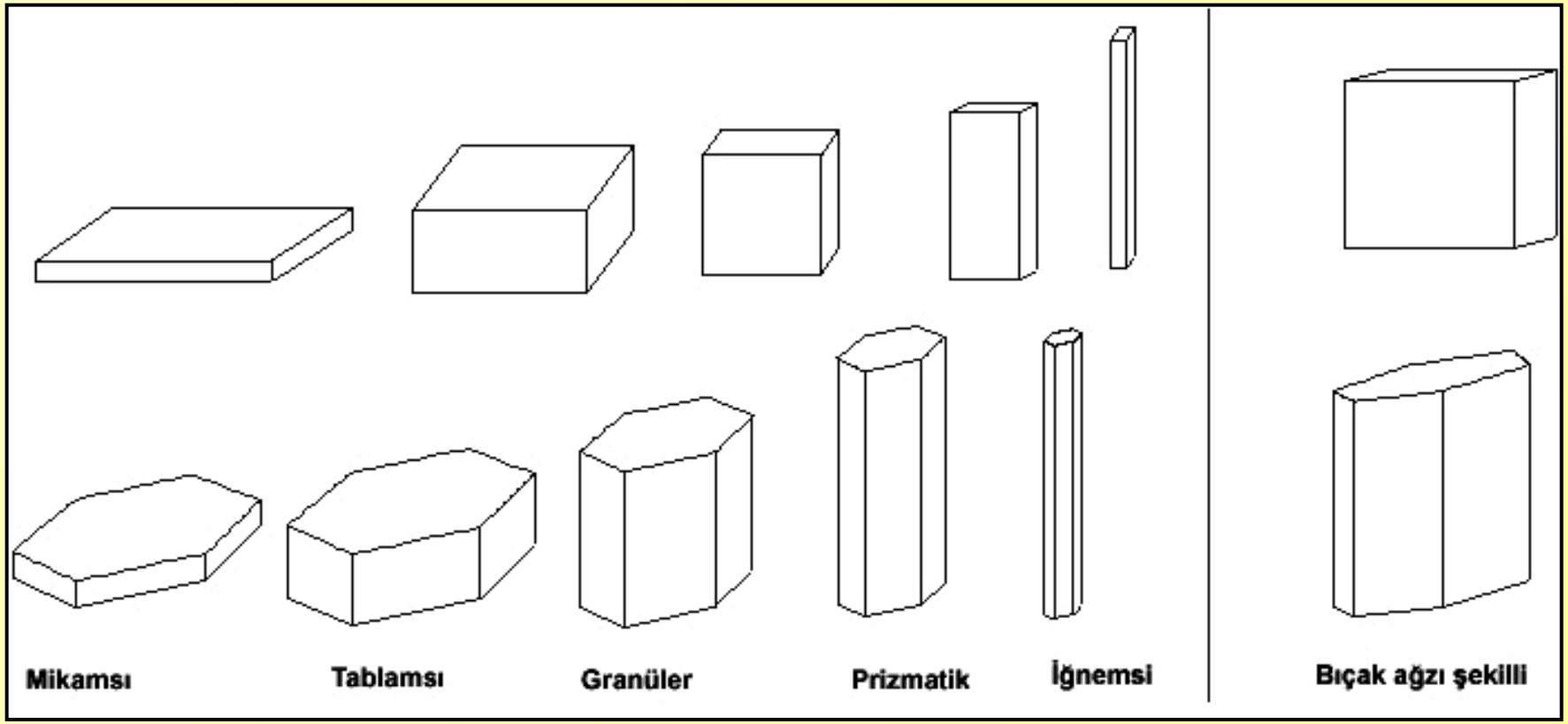
Kırıklık ise; mineralin içerisinde, geometrik bir düzenlenimi olmayan, değişik yönlerdeki kırık ve çatlaklardır. Bu tür oluşumlar bazı mineraller için karakteristik olabilmektedir. Örneğin, olivin minerali, diğer özellikleri yanısıra sıkça çatlaklar içermesiyle de tanınabilmektedir.



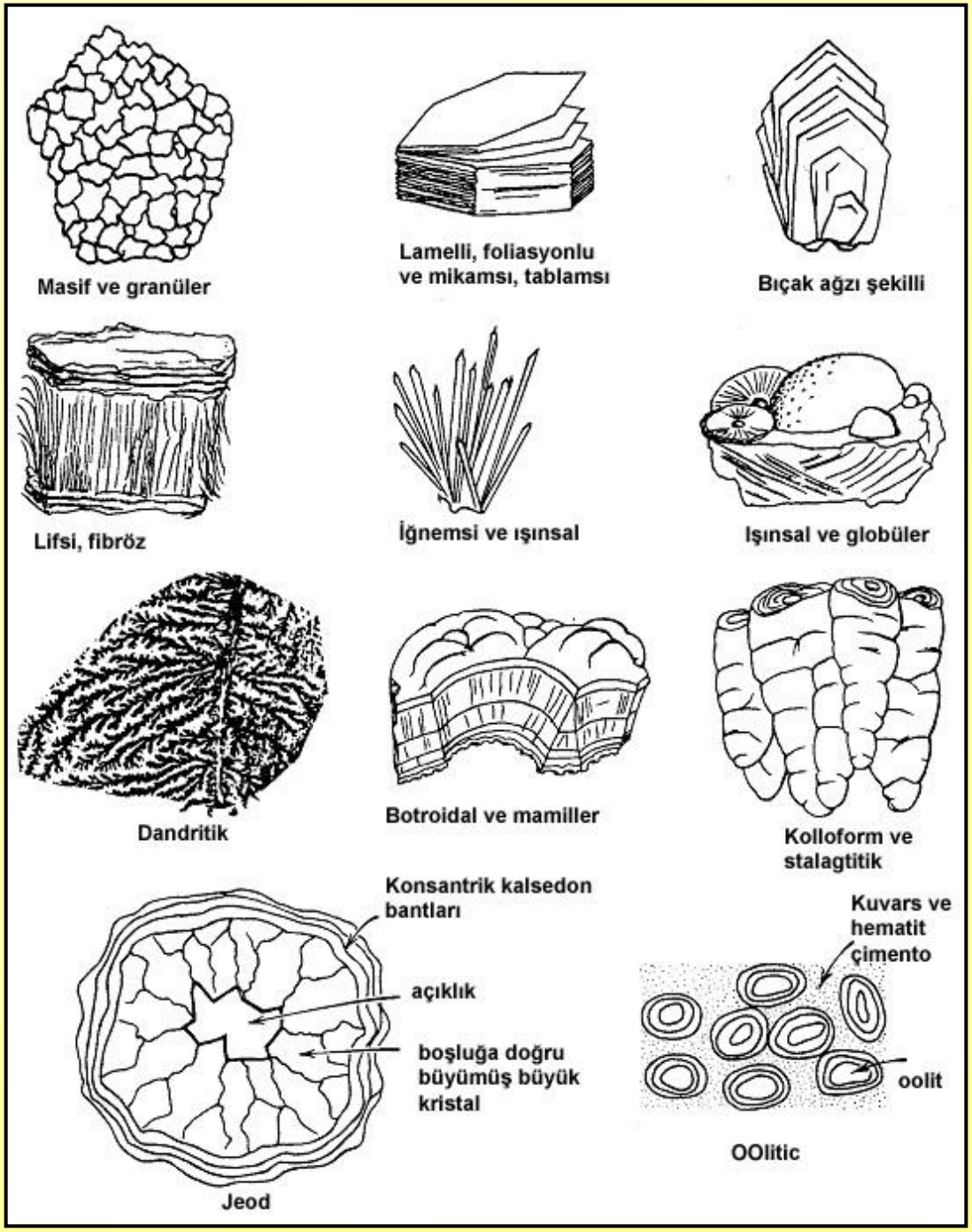
Olivin ve sanidin kristalinde kırık ve çatlak sistemlerini gösterir şekiller

Form – Habitus

Habit terimi minerallerin 3 boyutlu kristal formuna denilmektedir. Yani kristallerin mikroskopik hallerinin, kristalli ve makroskopik olarak görülen şeklidir. Belirli bir kristalin habit'i kristallenme koşullarına bağlı olarak bir kristalinden diğerine değişebilmektedir. Bireysel kristallerin morfolojisini (formunu) tanımlayan "habit terimi" ve türleri aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir.



Diğer taraftan habit terimi kristal grupları ve agregatlarını (yığışım) da tanımlamak için kullanılmaktadır. Örneğin, lifsi ve iğnemsi kristallerin biraraya gelmesiyle fibröz (lifsi) habit oluşmaktadır. Benzer şekilde, "masif" habit ise küçük ve kristal yüzeyleri görülemeyen kristal gruplarının oluşturduğu şekle verilen isimdir. Sıkça görülen diğer şekiller aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Renk - Parlaklık

Renk. Bir mineralin üzerine gelen ışık ışınlarının bir kısmı yansır, bir kısmı kırılır, saçılır ve bir kısmı da emilir (absorbe olur). Minerallerde renklenme işte bu emilen ışığın cinsine, yani dalga boyuna bağlıdır. Eğer mineral üzerine düşen ışık ışınlarını absorbe etmiyorsa o mineral renksiz olmaktadır. Belirli dalga boyundaki ışınları absorbe edip, belirli ışınları da geçiren minerallerde ise renklenme olmaktadır.

Parlaklık. Parlaklık terimi genel olarak, bir mineralin yüzeyinin yansıyan ışınların sayesinde nasıl görüldüğüü anlatmak için kullanılır. Başlıca 2 tür parlaklık tanımlanmıştır: a) metalik, b) metalik olmayan (non metalik). Bu iki grup birbirinden çok keskin sınırlarla ayrılamadığı için, ara geçiş türü "yarımetalik (sub metalik)" olarak tanımlanmaktadır. Metal cisimlerdeki gibi parlak bir dış görünüme sahip minerallerin parlaklığı "metalik parlaklık"tır. Bu tür mineraller opak olurlar, yani ışığı geçirmezler. Bu nedenle koyu renkli, siyah, gri gibi renklerde görülürler (örg., galen, pirit vb..). Metale benzemeyen dış görünüme sahip mineraller için nonmetalik parlaklık terimi uygulanır. Nonmetalik parlaklığa sahip olan mineraller genel olarak açık renkli ve ışığı geçiren minerallerdir.

Bu tür minerallerin parlaklığını tanımlamak için aşağıdaki terimler uygulanır;

- Cam parlaklığı (Vitröz): Cam yüzeyinde görülen parlaklık, kuvars, turmalin
- Reçine parlaklığı: Reçine yüzeyinde görülen parlaklık, sfalerit
- İnci parlaklığı: İnci yüzeyinde görülen parlaklık, bazı minerallerde dilinim izlerine paralel yüzeylerde görülür, talk
- Yağ parlaklığı: İnce bir yağ filminin gösterdiği parlaklık, nefelin, masif kuvars
- İpek parlaklığı: İpekte görülen parlaklık, ince-uzun ve birbirine paralel kristal yığışımlarının gösterdiği parıltı, jips, malakit
- Elmas parlaklığı: Yüksek kırılma indisine sahip minerallerde görülen oldukça güçlü bir parlaklık türüdür, elmas, serüsit, anglesit

Minerallerin Işık Yayma Özellikleri

Minerallerin ışık yayma özellikleri genel olarak "LÜMİNESANS" olarak tanımlanır. Lüminesans özelliği minerallerin değişik koşulları altında "aktivatör" denilen yabancı maddelerin etkileri sonucunda gelişmektedir. Bu özellik genellikle karanlık ortamlarda görülebilmektedir. Lüminesans adı altında bilinen ışık yayma özelliklerinin türleri şunlardır: Fluoresans, fosforesans, termolüminesans ve tribolüminesans'tır.

Fluoresans ve Fosforesans. Minerallerin X-ışını, ultraviyole veya katod ışınları etkisinde kalıp ışın yayma özelliğine fluoresans adı verilir. Eğer olayı meydana getiren etki ortadan kalktıktan sonra da bir süre mineral ışık yaymaya devam ediyorsa bu olaya da Fosforesans denir. Fluoresans ile forsforesans arasında çok kesin sınırlar yoktur. Yalnız fluoresans özelliği gösteren mineraller, ışık yaymayı sağlayan etkinin ortadan kalkmasından sonra, kısa bir süre daha ışık yaymaya devam ettikleri bilinmektedir. Fluoresans özelliği mineral içindeki yabancı iyonların kısa dalga boylu ışınların enerjisini emip, bunların yerine daha uzun dalga boylu (gözle görülebilen) ışık üretmeleri şeklinde gelişir. Fluoresans özelliği gösteren minerallere fluoresant mineraller denir. Bunların tipik örnekleri fluorit, şeelit, willemit, kalsit, elmas ve skapolittir.

Minerallerin fluoresans özelliği, bu mineralleri içeren maden yataklarının bulunmasında önemli bir kriterdir. Örneğin, şeelit minerali mobil bir ultraviyole lambasıyla, karanlıkta kolaylıkla tanınabilir. Ultraviyole ışınları şeelitin üzerine düştüğünde bu mineral mavi ışık yaymaktadır.

Termolüminesans ve Tribolüminesans. Minerallerin ısıtıldığı zaman ışık yaymalarına Termolüminesans denir. Termolüminesans, aktivatör denilen yabancı maddeler bulunduran ve su içermeyen nonmetalik minerallerde sıklıkla görülür. Termolüminesans özelliğine sahip mineraller ısıtılmaları sırasında ilk görünür ışığı 50-100°C de vermeye başlar. Bu etki 475°C'ye kadar devam eder. Fluorit, kalsit, apatit, skapolit, lepidolit ve feldispat termolüminesans özelliğine sahip minerallere örnektir.

Tribolüminesans ise, minerallerin ezilme, öğütülme, çizilme ve sürtünme gibi mekanik etkilere maruz kaldıklarında ışık yayma özelliğidir. Tribolümünesans özelliği sergileyen minerallerin tipik örnekleri fluorit, sfalerit, lepidolit, feldispat ve kalsit'tir.

Minerallerin Elektrik Özellikleri (Piezoelektriklenme - Piroelektriklenme)

Minerallerde elektrik iletkenlik bağ tipi ile ilgilidir. Saf metalik bağa sahip mineraller (örn., nabit metaller - bakır, demir vb) iyi iletkendir. Kısmen metalik bağa sahip mineraller (örn., sülfürler) yarı iletken özelliktedir. İyonik ve kovalent bağa sahip mineraller genellikle iletken değillerdir. Kübik sistem dışında kristallenen minerallerde eletrik iletkenlik yönlere göre değişim gösterir. Buna göre elektrik iletkenliğin vektörel bir özellik olduğu söylenebilir. Örneğin, hekzagonal sistemde kristallenen grafit mineralinin C eksenine dik yönde iletkenlik iyi iken, C eksenine paralel yönde iletkenlik daha kötüdür

Piezoelektriklenme - Piezoelektrisite.

Piezoelektriklenme özelliği simetri merkezi kapsamayan polar eksenli 21 kristal sınıflarında görülür. Bunun tek istisnası jiroidal sınıftır (küp sisteminde simetri düzlemi ve merkezi bulunmayan sınıf, örn., pentagon, trioktahedron). Jiroidal sınıf dışındaki polar eksenli 20 kristal sınıfında minerallerde polar eksene basınç uygulandığında eksenin bir ucunda pozitif (+) diğer ucunda da negatif (-) elektrik yükü toplanır. Bu olaya piezoelektriklenme (piezoelektrisite) denir. Bunun en iyi örneği kuvars ve turmalin kristalleridir. Kuvars kristalleri bu özellikleri bakımından radyo frekanslarını kontrol edici olarak ve likit kristalli saat olarak kullanılmaktadır.

Piroelektriklenme - Piroelektrisite.

Polar eksenli kristallerde sıcaklık değişimleri polar eksenin uçlarında (+) ve (-) elektrik yüklerinin oluşumuna yol açmaktadır. Bu özellik piroelektriklenme - piroelektrisite olarak bilinir. 10 kristal sınıfına dahil olan kristallerde bu özellik iyi görülmektedir. Piroelektriklenmenin iki türü vardır: 1) primer (gerçek) piroelektriklenme, 2) sekonder (ikincil) piroelektriklenme. İlk grupta (örn., turmalin) sıcaklık farkı polar eksen uçlarında (+) ve (-) elektrik yükü oluştururken, ikinci grupta (örn., kuvars) prizmatik kenarların üçünde (-) diğerlerinde ise (+) yük toplanmaktadır.

Minerallerin Manyetik Özellikleri

Bazı mineraller mıknatıs ile çekilebilir özelliktedir. Bu tür minerallere "ferromagnetik mineraller" adı verilir. Ferromagnetik minerallere en iyi örnek Magnetit (Fe_3O_4) ve pirrotin (Fe_{1-x} S)'dir. Güçlü bir elektromanyetik alanda pek çok sayıda demirli mineral çekilebilmektedir. Bunlara "paramagnetik mineraller" denir. Eğer bu durumda mineraller çekilme yerine itilirlerse "diamagnetik mineraller" adını alırlar. Mineraller manyetik duyarlılıkları sayesinde birbirlerinden kolaylıkla ayırdedilebilirler. Bu esasa dayalı olarak laboratuar ve sanayide kullanmak amacıyla manyetik separatör denilen aletler geliştirilmiştir. Bu tür aletlerle, özellikle cevher minerallerini yantaş'tan (gang) ayırabilmek mümkün olmaktadır.

.

İZOMORFİZMA

İzomorfizma genel olarak "benzer kimyasal bileşim ve aynı kristallografiye sahip maddeler" olarak tanımlanır. Katyonlarının ve anyonlarının boyları birbirine çok yakın olan, benzer kimyasal bileşime sahip, çoğu zaman aynı kimyasal yapısında olan maddelere izomorf, bu olayada izomorfizma denir. İzomorf maddelerin kristallerinde, iç yapı aynı olduğu için aynı dilinimgözlenir ve yüzler arasındaki açılarda birbirine çok yakındır. İzomorfizma mineralleri arasında çok yaygın bir özelliktir. En önemli izomorf gruplar: karbonat grubu, spinel grubu, plajioklaslar, amfibol grubu ve granat grubu minerallerdir.

POLİMORFİZMA

Bir element veya kimyasal bir bileşimin, birden daha fazla atomsal düzen içinde bulunmasına veya yapısal değişiklikler göstermesine Polimorfizma denir. Aynı maddenin polimorflarında atomlar veya iyonlar farklı olarak düzenlenmiştir bunun sonucunda da farklı kristal şekilleri oluşmuştur. Polimorfizma oluşturan bir madde iki (Dimorf) veya üç (Trimorf) ayrı atomsal düzen sergileyebilir.

Bir maddenin polimorfları değişikbasınç ve sıcaklık ve kimyasal ortamlarda oluşur. Bir bileşimin farklı iki yapıda kristallenmesine en iyi örnek Elmas (C) ve Grafittir(C) . Bunlar karbon atomunun polimorflarıdır. iki tür polimorfizma vardır.

PSÖDOMORFİZMA

Dış şekil değişikliği olmaksızın bir mineralin yerini başka bir mineralin almasına psödomorfizma denir. iki tür psödomorfizma izlenmektedir. İlkinde iki mineral arasında bileşim farkı yoktur ve bu polimorflar arasında izlenen psödomorfizmadır. Bu tür paramorfizma olarak adlandırılır. Aragonitin dış şekilinin değişmeden kalsit aragonitin terini aldığında veya burikitin şekli değişmeden yerini rutile bırakması paramorfizmadır. Diğerinde ise bileşim farklıdır. Kimyasal alterasyon yoluyla bir mineralin yerini alan psödomorflar şu koşullarda gelişir;

a-bazı bileşenlerin ayrılması ile; sulu bakır karbonat olan azuritin yerine nabit bakırın geçmesi

b-bazı bileşenlerin ilavesi ile; anhidrite su eklenerek jipsin oluşması

c-Karşılıklı olarak bazı bileşenlerin yer değiştirmesi ile; piritin yerini götitin alması

d-bileşenlerin tümünün değişmesi ile; fluoritin yerini kuvarsın alması

MİNERALLERİ TAYİN YÖNTEMLERİ

Minerallerin tanınması için bir çok farklı yöntem kullanılmaktadır. Bunlar:
A-basit kimyasal testler
B-jeokimyasal analizler'dir

A-KİMYASAL TESTLER

Minerallerin tanınmasında kullanılan basit kimyasal testler aşağıda özetlenmiştir.

Kapalı tüp testleri: Minerallerin oksijen yokluğunda ısıtılmasıyla meydana gelen değişiklikleri belirler. Az miktarda öğütülmüş mineral pyrex tüp içine konur. Tüp hafif eğik konumda dipten ısıtılır. Numune indirgen bir ortam içindedir. Bu durumda her element için değişik reaksiyonlar gelişir. Sonuç olarak örneğimiz kükürt ise bu işlem sonucunda; nabit kükürt ve yüksek oranda kükürt içeren sülfitler kırmızı renkli sıvı kükürt verirler. Soğuduğunda bunun rengi açık sarıya döner, uçucudur.

Açık tüp testi: 5-6cm uzunluğunda açık tüpün uzunluğunun 1/3'ü hafifçe bükülerek öğütülmüş numune içine konur. ısıtıldığında tüpün içinde ısıtılmış hava akımı gelişir ve bu onu oksitlendirir. Sonuç olarak mineral renk değiştirebilir ve sublimatlar birikir. Tipik reaksiyonlar: Antimon=yoğun beyaz duman ve süblimat, Arsenik=beyaz kristalen süblimat, Demir=kırmızı veya kahverengi oksit, Sülfitler=SO_4 dumanı verirler.

Erime testleri: Mineralin erime noktasının saptanması mineralin tanınmasına yardımcı olur. Erime testinde, küçük bir mineral parçası pens ile alevin en sıcak noktasında tutulur. İnce uçlu olan mineral parçası bu şeklini kaybedip eririse üfleç alevinde eridiği belirnenmiş olur.

Kömür üzerindeki testler: Kavurma ve indirgeme deneyleri için öğütülmüş mineral dikdörtgen şeklindeki odun kömürü üzerine kazılan bir oyuk içine konur. İndirgeme için mineral tozuna biraz kömür tozu da karıştırılır. Gerektiğinde

$Na_2\ CO_3.10H_2O$ çözücü olarak bu karışıma ilave edilir. Hazırlanan örnek üfleç alevi ile ısıtılır. Oluşan tepkimeler incelenir. İndirgeme ile Sb, Bi, Cu, Ag, Sn metalleri elde edilir.

İnci testleri: Boraks veya mikrokozmik tuz çözücüleri içinde çözünen mineraller içinde bulunan elementler karakteristik renkler verirler. Platin bir telin ucu kıvrılarak halka şekline getirilir ve tel alevde kızdırılıp çözücüye batırılır ve tekrar ısıtılır. Böylece renksiz, saydam bir inci elde edilir. İnci toz haline getirilmiş bir minerale hafifçe değdirilir ve tekrar ısıtılır. Mineral içindeki elementlere göre inci renklenir.

Üfleç testleri: Üfleç bir ucu ince diğer ucu kalın 15 cm uzunluğunda metal bir borudur. Geniş uçtan üflendiği zaman ince uçdan basınçlı bir hava akımı elde edilir. Bu hava akımı aleve tutulduğu zaman 1500°de çabuk ve tam yanma elde edilir. Üfleç alevinde oksitlenme ve redükleme koşullarının oluştuğu iki kısım bulunur. Yükseltgen alev kısmında yanma tamdır ve alev hava ile karışıktır. Mineral bu kısımda tutulduğu zaman oksitleşir. Pirit burada ısıtıldığında Fe_2O_3 ve SO_2 oluşur. Bu alev konisinin tepe noktası en kızgın yerdir ve eritme testleri burada yapılır. İndirgen alevde yanma tam değildir. Buraya konulan mineral indirgenir. Örneğin oksitler metallere dönüşür.

Asitle eritme testi: Bu konuda en yaygın kullanılan asit HCl dir. İncelenecek mineral toz haline getirilir ve asit ile reaksiyonunun sonucu izlenir. Bu reaksiyon sonucu mineralin türüne bağlı olarak; -doğrudan eriyenler (zinkit, kolemanit, jips ...) -silis jeli vererek eriyenler(anortit, olivin ...) -silis artık vererek eriyenler (lösit, biyotit...) -zorlukla eriyenler (hematit, ilmenit..) -Klor vererek eriyenler (pirolusit, psilomelan..) -H_2S vererek eriyenler (stibnit, galenit..) gibi sınıflamalar yapılır.

B-JEOKİMYASAL ANALİZLER

Minerallerin ve oluştukları kayaların bileşimleri içerdikleri element miktarıyla ifade edilir. Doğada 80'den fazla elementin bulunduğu bilinmektedir.Yeryuvarını oluşturan silikat minerallerini ve silikatlı kayaları jeokimyasal olarak incelediğimizde mineral ve kayaçların büyük bir kısmının 9 ana (majör) elementin oksitlerinden oluştuğunu görürüz. Ana elementler dışında kalan diğer elementler ise iz (trace) elementler olarak adlandırılırlar. Bunlar bir kaya veya mineralin milyonda bazen milyarda birini oluştururlar. Jeokimyasal analiz yöntemlerinin gelişmesi ile mineral ve kaya içindeki ana ve iz elementlerin miktarlar belirlenebilmektedir. Aşağıdaki bölümde günümüzde uygulanan jeokimyasal yöntemler kısaca tanıtılacaktır.

Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi

Atomik absorbsiyon (soğurma) suda çözünmüş veya süspansiyon halde bulunan metal ve yarı-metallerin konsantrasyonunu nicel olarak ölçen bir alettir.

ICP-AES Yöntemi

"Inductively coupled plasma-atomic emission spectroscopy" tekniği en gelişmiş atomik emisyon tekniğidir. Bu yöntem plasma lambası adı verilen yeni bir emisyon kaynağının yapımı ile gerçekleştirilmiştir. Plazma, atomların büyük bir bölümü iyonize hale gelmiş gaz demektir.

ICP-MS Yöntemi

"Inductively coupled plasma-mass spectrometry" tekniği ICP ile kütle spektrografının birleştirilmiş şeklidir. ICP-MS spektrometrik yöntemlerin içinde duyarlılığı en yüksek olanıdır. C, S, Cl, F, P, Si gibi elementleri ppm fraksiyonları, diğer 70 kadar elementi ise ppb fraksiyonları (~0.05mgr/l) mertebesinde saptayabilir. ICP-MS ile element analizi yanı sıra izotop analizleride yapılmaktadır.

Laser ışınları ile örnek çözündürme (Laser ablation)

ICP-AES veya ICP-MS cihazlarına ilave edilen bu ünite ile katı malzeme ve mikro alan analizleri de yapılabilmektedir. Toz veya kaya örneği üzerine odaklanan laser ışınları örneği gaz haline dönüştürmekte, bu gaz argon gazı akımıyla plazma lambasına verilebilmektedir.

X-ışınları Flöresans Spektrografisi

Basit anlamda bu yöntemin prensibi optik yayılım spektrografisi prensipleriyle benzerdir. Ancak X-ışınları flöresans yönteminde atomun uyarılması , yüksek ısı yerine X-ışınları yoluyla olmaktadır.

Nötron Aktivasyon Yöntemi

Bu yöntem, nötron bombardımanıyla uyarılan bir atomun radyoaktifleşerek karakteristik **g**-ışınları vermesi temeli üzerine kurulmuştur.

İzotop seyreltme yöntemi

Radyokimyasal yöntemler ve kütle spektrografisi yardımıyla elementlerdeki izotop oranları hassas olarak saptanabilir.

Elektroanalitik Yöntemler

İyon seçici elektrodlarla birlikte potansiyometrik ölçümlerin geliştirilmesi, elektroanalitik yöntemlerin jeokimyasal malzemelerde ve özellikle su analizlerinde kullanılmasını sağlamıştır.

Mikroanalitik yöntemler

Örneği toz haline getirmeksizin küçük bir bölümünün, yada spesifik bir noktanın analizi yapılabilmektedir.

Elektron Mikroprob: 0.25mm. çapında bir elektron akımı demetini yönlendirip örnek üzerine gönderen bir sistemdir. Elektron bombardımanı ile uyarılan element atomları, X-ışınlarıyla uyarılmada olduğu gibi ikincil flöresans X-ışınları yayarlar. Bu nedenle sistemde X-ışını tüpü yerine elektron tabancası kullanılır.

Laser mikroprob: Laser mikroprob bir emisyon spektrografıdır. Burada atomun uyarılması yönlendirilmiş ve nokta üzerinde yoğunlaştırılmış laser ışınlarıyla gerçekleştirilir. Bu ışınlar yoğunlaştıkları noktadaki maddeyi gaz haline getirirler. Böylece gaz haline gelmiş maddenin atomları şiddetli bir ısıyla uyarılmış olduğundan, sadece küçük bir noktadaki maddelerin spektrumu elde edilir.

Kimyasal analizlerin yorumlanması

Her mineralin belirli bir kimyasal bileşimi vardır. Bu bileşim minerali oluşturan elementleri ve onların birleşme oranlarını gösteren bir formülle ifade edilir. Kimyasal analizler sonucu elde edilen değerler ile mineralin formülü belirlenebilir. Kimyasal analiz sonuçları yüzde ağırlık olarak verilir. Bu sonuçlar atom ağırlıklarına çevrilerek mineralin kimyasal formülü hesaplanır. Mineraldeki her elementin yüzde ağırlığını o elementin atom ağırlığına bölerek atom oranları bulunur. Bu sayılardan da bileşimdeki atomların oranlarına ulaşılır. Cu:Fe:S=1:1:2= $CuFeS_2$ formülü elde edilir. Ve sonuç olarak analizi yapılan mineralin formülüne ulaşılarak mineralin Kalkopirit olduğu anlaşılır.

	Yüzde ağırlık	Atom ağırlığı	Atom oranları	
Cu	34,30	63,54	0,5398	=1
Fe	30,59	55,85	0,5477	=1
S	34,82	32,07	1,0857	=2

Mineral oksijenli bir bileşim ise analiz sonuçları oksitlerin yüzdeleri şeklinde verilir. Hesaplamalar bir önceki örnekdeki gibi yapılır. Ancak burada yüzde ağırlıklar o oksitteki elementlerin atom ağırlıklarının toplamına bölünür. Jips minerali örneğinde $CaO:SO_3:H_2O=1:1:2$ 'dir. Elde edilen kimyasal formül: $CaSO_4.2H_2O$, mineral ise Jips'dir.

	Yüzde ağırlık	Molekül ağırlığı	Molekül oranları	
CaO	32,44	56,10	0,578	=1
SO_3	46,61	80,06	0,582	=1
H_2O	20,74	18,00	1,152	=2

NABİT ELEMENTLER

Doğada nabit halde bulunan element sayısı 20 dolayındadır. Bunlar metal, yarı metal ve metal olmayanlar olmak üzere üç gruba ayrılırlar. Bunların en önemli özellikleri tek bir cins atomdan yapılmış olmalarıdır. Eşit büyüklükte atomlar birbirine bitişik şekilde yığılmışlardır.

A. Metaller

Altın Grubu	Altın (Au)
	Gümüş (Ag)
	Bakır (Cu)
Platin Grubu	Platin (Pt)
	Palladium (Pd)
	Platiniridyum (Pt, Ir)
Demir Grubu	Demir (Fe)
	Nikel-Demir (Ni-Fe)

B. Yarı Metaller

Arsenik Grubu	Arsenik (As)
	Antimuan (Sb)
	Bizmut (Bi)

C. Metal Olmayanlar

Sülfür Grubu	Kükürt (S)
Karbon Grubu	Elmas (C)
	Grafit (C)

A. METALLER:

ALTIN GRUBU:

Bu gruptaki metalleri İyi bilinen altın, gümüş, bakır ve kurşun oluşturur. Bunlardan İlk üçü yeryüzünde az bulunan metallerdir. Kurşun ise mineralojik olarak dikkat çekicidir. Bu metaller bir çok fiziksel özelliklerde benzerlik gösterirler. Örneğin; yumuşak, yüksek yoğunluklu olup, levha haline gelebilir, ısıyı ve elektriği iyi İletirler.

ALTIN (AU):

Kristallografi: Kübik, genellikle oklaedr, dodekaedr ve bunların bileşik şekillerinde kristallenir. Kristalleri seyerek olup, genellikle levha, lifimsi, ağımsı dentritik, pul veya kütle halinde bulunur.

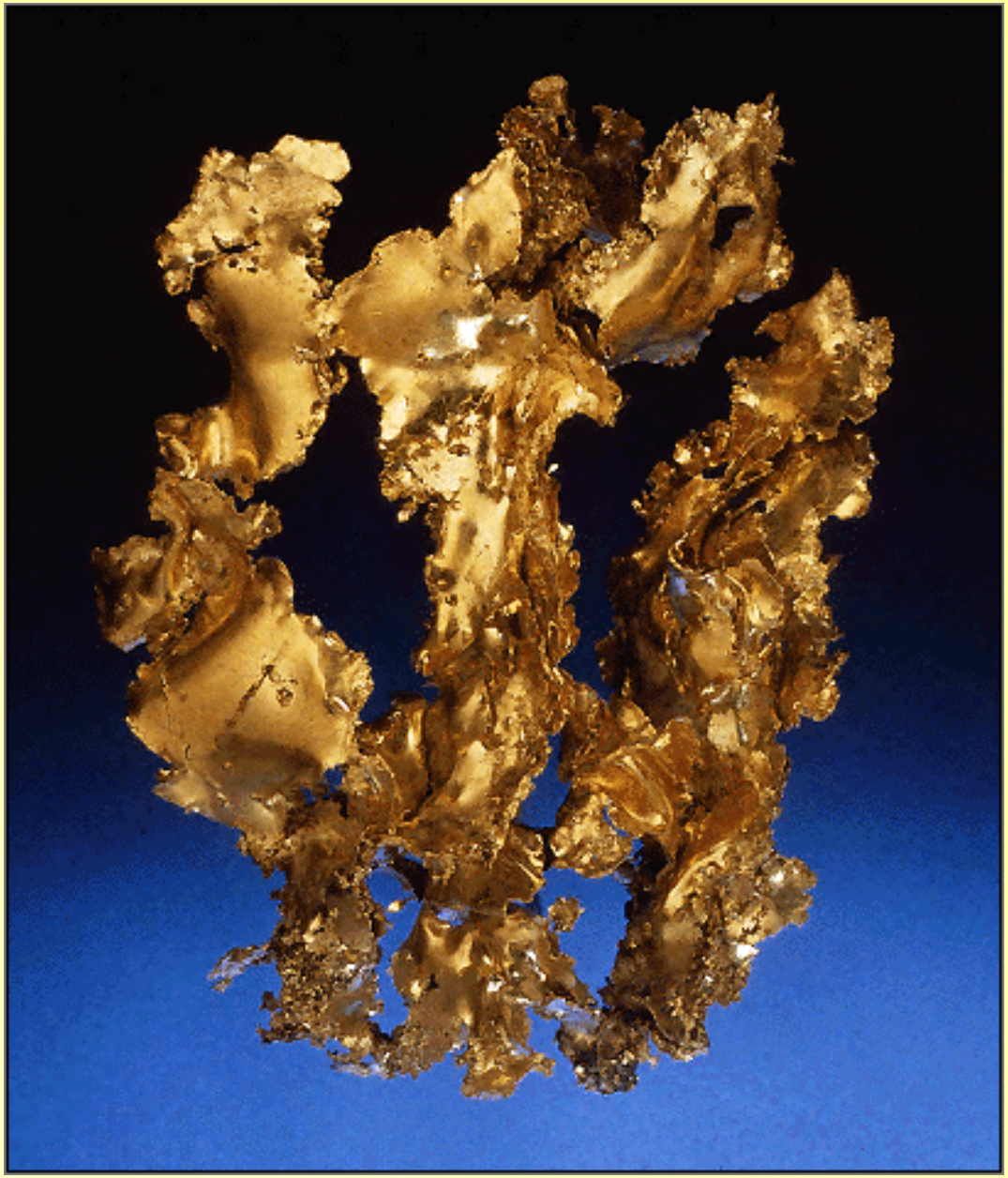
Fiziksel Özellikler: Dövülebilir ve yumuşaktır, sertliği 2.5-3 , yoğunluğu 19.3, yabancı madde bulundurduğunda 15'e kadar düşer. Rengi saf iken altın sarısı, gümüş İçerdiğinde açık sarı, bakır içerdiğinde ise portakal kırmızısı renginde görülür. Isı ve elektrik geçirgenlikleri yüksektir.

Bileşimi: Altın ile gümüş arasında katı çözelti dizisi vardır. Nabit altın genellikle %10-15'e kadar gümüş içerir. %20 ve daha fazla gümüş içerdiğinde bu alaşıma **elektrum** adı verilir. Saf altın ayar olarak 24‘tür. Bakır katıldıkça bu ayar düşer ve sertlik yükselir.

Tanınması: Altın kolay erir, altın suyundan başka hiç bir yerde çözülmez. Küçük taneler şeklindeki altın, pirit ve kalkopirite çok benzetilir. Fakat çok yumuşak oluşu ile diğerlerinden ayırt edilir. Halk dilinde pirite yalancı altın denilmektedir. Ayrışmış ve özellikle sarı renge dönüşmüş mika pullarına da benzer, ancak onlardan dövülebilme özelliği ile ayırt edilir.

Altın (AU)

Bulunuşu: Altın, hidrotermal kuvars damarlarında, asit ve nötr mağmatik kayaçlarda ve bunlara bağlı damarlarda, ayrıca ikincil olarak plaser yataklarda bulunur. En ağır altın 214 kg ve 64 kg İle Avustralya'da bulunmuştur.



GÜMÜŞ (Ag)

Kristalografi: Küp Sistemi, Genellikle dal (dendritik), tel, saç ve yosuna benzer şekillerde bulunur. Levha, tane ve düzgün olmayan kütle halinde de bulunur.

Fiziksel Özellikleri: Dövülebilir, Sertlik: 2.5-3, Yoğunluk saf iken: 10.5, saf olmadığında 9.6 ile 12 arasında değişir. Parlaklığı metalik, rengi gümüş beyazı, elektriği iyi iletir, nitrik asitte (HNO_3) çözünmez.

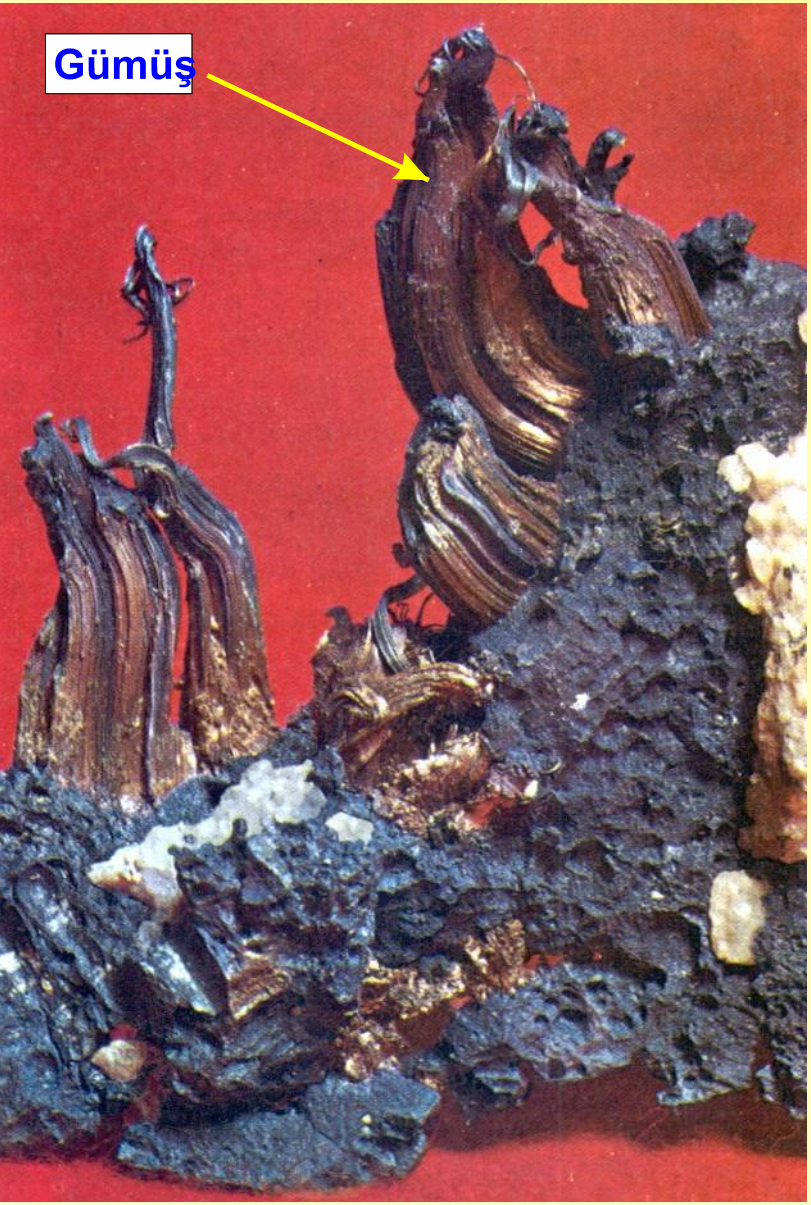
Bileşimi: Gümüş bileşiminde çoğunlukla altın, az olarakta bakır, bizmut, antimuan ve civa bulunabilir. Saf gümüş 1000 ile ifade edilir.

Tanınması: Rengi, yoğunluğu, levha haline gelebilmesi ve nitrik asitte çözünmesi ile tanınır.

Bulunuşu: Hidrotermal damarlarda Arjantit, Kalkosin ve diğer sülfürlerle, ayrıca sülfür yataklarının oksidasyon zonlarında bulunur.

Kullanıldığı Yerler: Gümüş saf halde kullanılamayacak kadar yumuşaktır. Bu yüzden diğer metallerle alaşımlar halinde madeni para yapımında, kuyumculukta, tıpta ve fotografçılıkta kullanılmaktadır.

GÜMÜŞ (Ag)





GÜMÜŞ (Ag)



BAKIR (Cu):

Kristallografi: **Küp sisteminde kristallenir. Kristalleri genellikle iyi gelişmemiş olarak agregalar oluşturur. Levha, tane, kabuk, tel ve kütle halinde de bulunur.**

Fiziksel özellikler: **Levha ve tel şekline getirilebilir. Sertlik 2.5-3, yoğunluk 8.5-9 dur. Rengi ve çizgi rengi bakır kırmızısı, metalik parıltılı, dış yüzeyi çabuk değişebilir ve yeşil, mavi, koyu kahve renklerine dünüşebilir. Isı ve elektrik iletkenliği çok iyidir, alevi yeşile boyar, asillerde kolay çözünür.**

Bileşimi: **Bazen saf, fakat çoğunlukla az miktarda arsenik, demir, bizmut veya antimuan içerir.**

Tanınması: **Bakır kırmızısı rengi, yoğunluğu ve nitrik asitle kolay çözünmesiyle tanınır. Bakır çözeltisine amonyum hidroksit ilavesiyle renk maviye dönüşür,**

Bulunuşu; **Sülfür yataklarının oksidasyon zonlarında küprit, malakit ve azuritle birlikte bulunur. Ayrıca kumtaşları ve şistlerde de görülebilir.**



Bakır



PLATİN (Pt)

Kristalografi: Küp Sisteminde kristallenir. Kristal şekline seyrek rastlanır. Çoğunlukla küçük taneler halinde, pul veya kütle şeklinde bulunur.

Fiziksel Özellikleri: Dövülebilir ve tel haline getirilebilir. Sertlik: 4-4.5 (Fe içeriğiyle artar), Yoğunluk saf iken 21.5, saf olmadığında 14-19 arasındadır. Donuk, metal parıltılıdır. Rengi çelik grisi ile koyu gri arasında değişir. Üfleçte erimez, altın suyunda çözünür.

Bileşimi: Nabit platin her zaman Fe içerir. Fe miktarı % 21'e kadar artabilir. Bu durumda platin magnetik özellik gösterir. Fe dışında daha az olarak Palladyum, Rodyum, İridyum ve Bakır içerir.

Tanınması: Üfleç alevinde erimemesi ve yanlızca sıcak altın suyunda çözünmesi, rengi ve yoğunluğu ile tanınır.

Bulunuşu: Platin, bazik ve ultrabazik kayaçlarda olivin, piroksen ve magnetit ile birlikte bulunur. İkincil olarak da ultrabazik kayaçların ayrışması ile oluşan plaser yataklarda görülür.

Kullanıldığı Yerler:

PLATİN (Pt)



Demir Grubu

Demir (Fe)
Nikel-Demir (Ni-Fe)

DEMİR (Fe)

Kristalografi: Küp Sisteminde kristallenir. Kristallerine çok ender rastlanılır.Yumru, kütle veya levhaması şekillerde bulunur.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik: 4.5, Yoğunluk: 7.8'dir. Metalik parıltılı. Rengi çelik grisi-demir siyahıdır. Hava ile temasında çabuk paslanır (oksitlenir). Üfleçte erimez, magnetik özelliği vardır.

Bileşimi: Ni, Co, Mn, Cu, S ve C gibi bir çok minerallerle karışık olarak bulunur. Nikel-Demir'de % 77'ye kadar Ni bulunabilir.

Tanınması: Magnetik özelliği, yüzeylerin her zaman oksit tabakasıyla kaplanması ve HCl'de çözünmesiyle tanınır.

Bulunuşu: Nabit Fe çok ender olarak bulunur. Ancak demirli cevherlerin karbonlu maddelerle indirgenmesiyle nabit Fe oluşmaktadır. Fe ayrıca meteoritlerin içinde de bulunmaktadır. Meteoritlerin büyük bir kısmı Fe'dir. Güney Afrika'da 70 ton ağırlığında meteorit demir bulunmuştur.

Kullanıldığı Yerler:

DEMİR (Fe)



Arsenik Grubu

Arsenik (As)
Antimuan (Sb)
Bizmut (Bi)

ARSENİK (As)

Kristalografi: Hegzagonal Sisteminde kristallenir. Kristallerine çok ender rastlanılır. Yumru ve agrega şeklinde bulunur.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik: 3.5, Yoğunluk: 5.7'dir. Metalik parıltılı. Rengi kalay beyazı, hava etkisiyle bu renk sarımsı kahverengi veya siyaha döner. Çizgi rengi gri'dir.

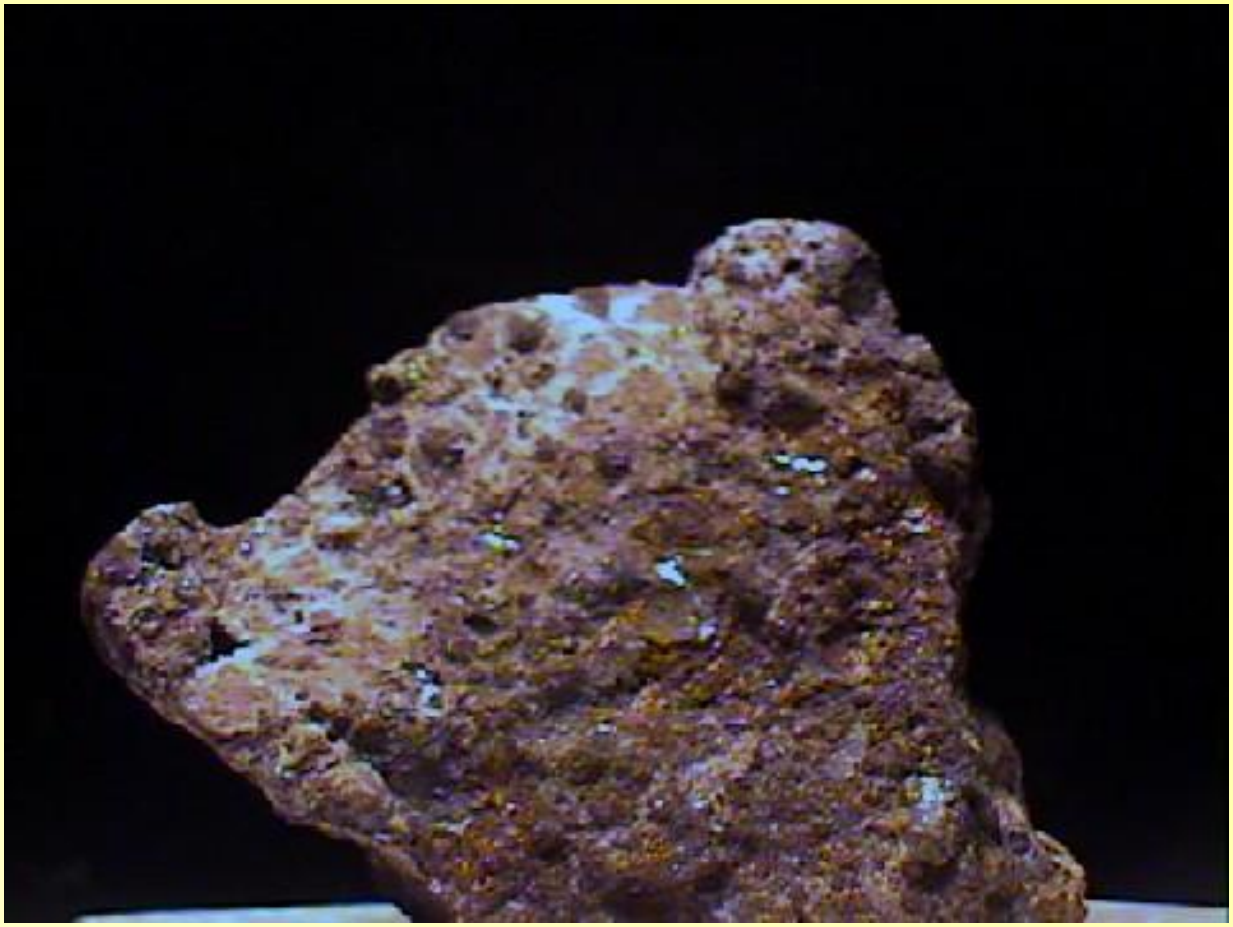
Bileşimi: Genellikle bir miktar antimuan içerir, bazen az miktarda Fe, Ni, Ag ve S içerebilir.

Tanınması: Üfleçte erimeden beyaz duman renginde As_2O_3 gazı haline dönüşür ve sarımsak kokusu verir.

Bulunuşu: Arsenik çoğunlukla hidrotermal damarlarda Ag, Co ve Ni ile birlikte bulunur. Ayrıca Barit, zinober, realgar, orpiment, antimonit ve galen ile birlikte bulunabilir.

Kullanıldığı Yerler:

ARSENİK (As)



ANTİMUAN (Sb)

Kristalografi: Hegzagonal Sisteminde kristallenir. Kristallerine az rastlanılır. Kütle ve agrega şeklinde bulunur.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik: 3, Yoğunluk: 6.6'dir. Renk: kalay grisi. Çizgi rengi: gri. Gevrek olduğundan kolayca toz haline getirilebilir.

Tanınması: Üfleçte kolay erir, kokusuz beyaz duman çıkarır. Kolayca toz haline getirilebilir.

Bulunuşu: Hidrotermal damarlarda gümüş, antimonit, sfelarit, pirit ve galen cevherleriyle birlikte bulunabilir.

BİZMUT (Bi)

Kristalografi: Hegzagonal Sisteminde kristallenir. Kristallerine az rastlanılır. Genellikle demet, tabakalı ve tane şeklinde bulunur.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik: 2.5, Yoğunluk: 9.8'dir. İyi dilinimli, kırılgan, metalik parıltılıdır. Renk: kırmızı nüanslı gümüş beyazı. Çizgi rengi: gri.

Tanınması: Rengi, dilinimi ve kolay erimesi (289^{o}C) ile tanınır. Üfleçte kömür üzerinde kırılgan metalik kürecik yapar ve limon sarısı renginde iz bırakır.

Bulunuşu: Hidrotermal damarlarda Ag, Co, Sn, Ni ile birlikte bulunur. Ayrıca pegmatitlerde de görülür.

BİZMUT (Bi)



KÜKÜRT (S)

Kristalografi: Ortorombik sistemde kristallenir. Kristalleri genellikle dipramidal şeklinde, bazen tabüler, masif, sarkıt, böbreğimsi, kabuk ve toprağımsı şekillerde görülür.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik: 1.5-2.5; Yoğunluk: 2.07; Renk: parlak sarı, bazen sarımsı kahverengi, reçine ve yağımsı parıltılı. Çizgi rengi: beyaz. Kristalleri yarı saydam, elektriği iletmez, sürtünme ile (-) elektrikle yüklenir.

Bileşimi: Bir miktar selenyum (Se) içerebilir.

Tanınması: Sarı rengi, düşük sertliği, parlaklığı, 113^{o}C'de erimesi, 270oC'de mavi alevle yanması ve SO_2 kokusu vermesi ile tanınır. Su ve çoğu asitlerde çözünmez, fakat karbon disülfür'de (CS_2) çözünür.

Bulunuşu: Kükürt doğa'da değişik yollarla oluşur. Genellikle aktif ve sönmüş volkanların krater, çatlak ve çevrelerinde bulunur. Bu gibi yerlerde kükürt volkan gazlarından gelişir. Bazen kükürt bakterilerinin hayat faaliyetleriyle oluşur. Ayrıca sıcak su kaynaklarında oluşabilir. Bazende tuz domu şapkalarında jips, anhidrit ve kalsit ile birlikte bulunur.

Kullanıldığı Yerler: En çok kimya endüstrisinde kulanılmaktadır.

KÜKÜRT (S)





ELMAS (C)

Kristalografi: Küp sistemde kristallenir. Yeniden çözünme veya korrezyon nedeniyle yüzeyler karakteristik bir yuvarlaklık kazanır. Kristaller çoğunlukla (111)'e göre ikizlenme gösterir.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik: 10; Yoğunluk: 3.5'dur. Elmas parıltılı, dilinimli ve gevrektir. Havanda dövülerek toz haline getirilebilir. Kırılma indisi yüksek. Renk: soluk sarı, kahverengi, beyaz, mavimsi beyaz ve renksiz, bazen portakal kırmızısı, pembe, mavi, yeşil, kırmızı ve siyah olabilir. Elmasın çok küçük tanelerine (Gemoloji'de kullanılmayan) **bort** denir. Gri-siyah bort'a da **korbonado** adı verilir. Elmasın ağırlığı karat ile gösterilir (1 karat=0.2 gr).

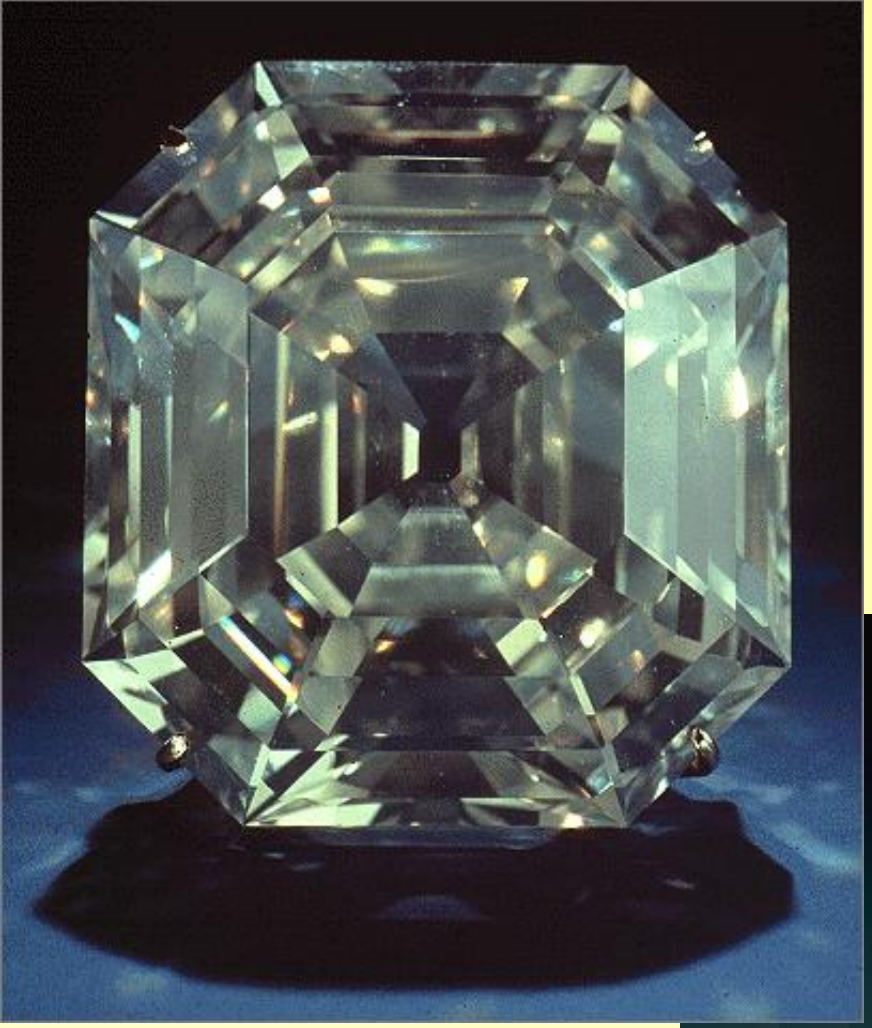
Bileşimi: Saf karbondur. Kapalı kapta (havasız) ısıtılırsa grafit'e dönüşür.

Tanınması: Yüksek sertliği, parlaklığı ve yuvarlaklığı ile tanınır. Mor ötesi ışınlar altında mavi-yeşil lüminessans verir. Çabuk test için bromoform sıvısına (2.9 gr/cm^3) batırılır. Kuvars yüzerken elmas dibe çöker.

Bulunuşu: Elmas manto'nun derin kısımlarında yüksek basınç ve sıcaklıkta oluşan kimberlit kayaçlarında bulunur. İkincil olarak kaynak kayaçların civarında dere kumları içerisinde plaser olarak bulunur. Şimdiye kadar bulunan en büyük elmas 3106 karat (621 gr)'tır. Mavimsi beyaz olan bu elmasa **küllinan** adı verilmiştir.

Down to one glomerulonephr.

ELMAS (C)





GRAFİT (C)

Kristalografi: Hegzagonal sistemde kristallenir. Altıgen tabüler, levha, kabuğumsu yığışımlar, bazen ışınsal veya pramidal taneler şeklinde bulunur.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik: 1-2; Yoğunluk: 2.1-2.3'tür. Dilinimi çok iyi, eli boyar ve ele yağımsı bir his verir. Yarı metalik cilalı. Renk: siyah çelik grisi. Çizgi rengi: siyah'tır.

Bileşimi: Nadiren saf'tır. Karbondan başka Si, Al ve Fe içerebilir.

Tanınması: Düşük sertliği, rengi, yaprağımsı görünümü, yağımsı dokunumluluğu ve kağıtta siyah iz bırakmasıyla tanınır. Molibdenitten daha koyu rengi, daha az parlaklığı ve siyah çizgi rengi ile ayrılır.

Bulunuşu: Genellikle bölgesel ve kontakt metamorfik kayaçlarda bulunur. Ayrıca kristalize kireçtaşlarında gnays, şist, kuvarsit ve metamorfizma geçirmiş kömür yataklarında bulunur.

GRAFİT (C)







HALOJENLER

Bu grup bileşimlerinde flor (F), klor (Cl), brom (Br) ve iyot (I) gibi halojen iyonlarının hakim olmaları ile karakterize olurlar. Doğada 85 çeşit halojenli mineral tespit edilmiştir. Küp sisteminde kristalleşen halojenlerin sertlikleri düşük, ergime noktaları yüksek, ısı ve elektrik iletkenlikleri zayıftır.

Doğada en çok görülen ve en önemli olan halojenli mineraller

Halit (tuz)	**$NaCl$**
Silvin	**KCl**
Serarjirit	**$AgCl$**
Flüorit	**CaF_2**
Kriyolit	**Na_3AlF_6**
Karnolit	**$KMgCl_3.6H_2O$**
Atakamit	**$Cu_2Cl(OH)_3$**

HALİT (NaCl)

Kristallografi: Kübik, küp şeklinde bazen basamaklı yüzeyler halinde bulunur, küp şekli çoğunlukla ufak olur, ara sıra büyük, 1 m^3'ten daha büyük olabilir. Kristal veya taneli kristalli kütleler halinde bulunur. Kristal tanelerinden oluşan kütlelere kaya tuzu denilir.

Fiziksel Özellikleri: (001)'e göre mükemmel dilinimli, sertlik 2.5, yoğunluk 2.1, cam parıltılı ve ıslak görünüşlüdür, tuz adı verilir. Rengi saf iken renksiz, içerdiği minerallere göre sarı, kırmızı, gri, mavi, menekşe veya mor renklerde görülür.

Bileşimi: %39.5 Na ve %60.7 Cl içerir. Çoğunlukla kalsiyum sülfat ($CaSO_4$), magnezyum sülfat ($MgSO_4$) ile klorürlerden oluşan yabancı maddeler bulundurur.

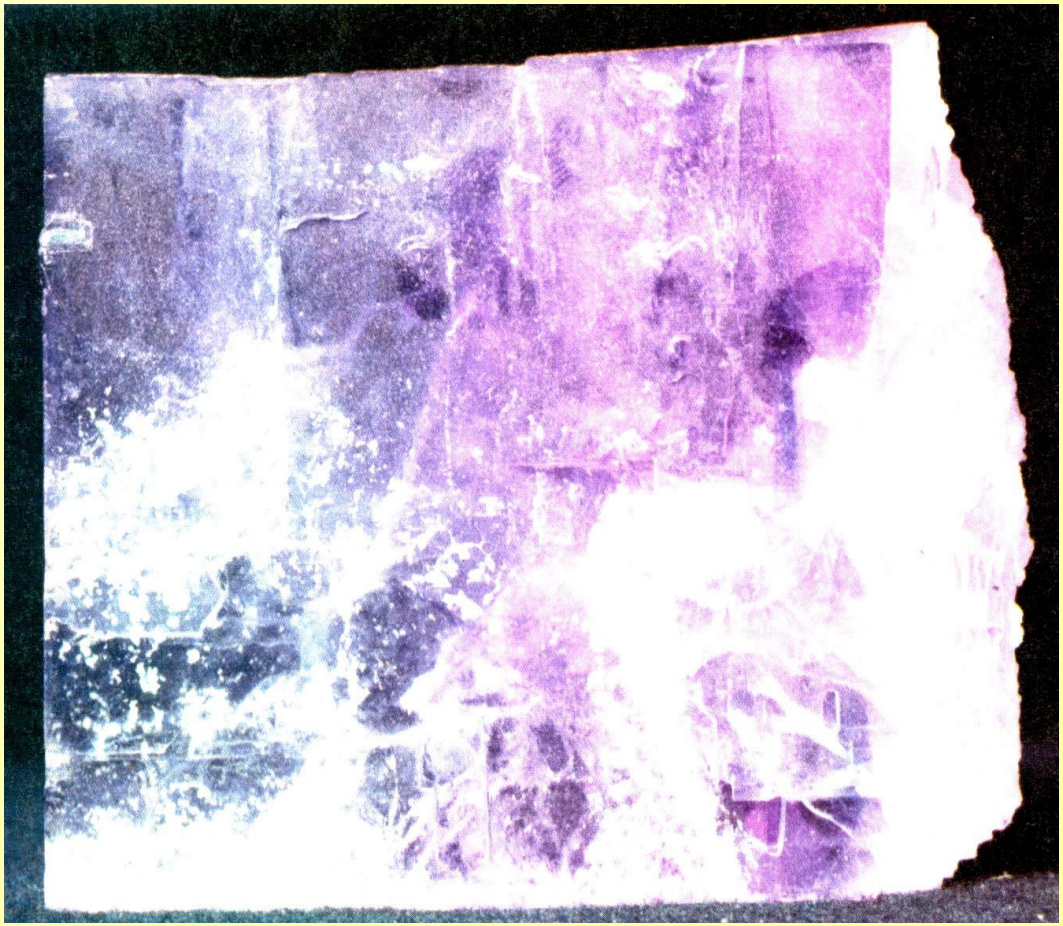
Tanınması: Tuzlu tadı, kübik dilinimi ve düşük sertliği ile tanınır. Suda kolay çözünür, üfleçte çıtırdar, aleve sarı renk verir ve eriyerek buhar durumuna geçer. Silvin'den alevi sarı renge boyaması ile ayırt edilir.

Bulunuşu: Buharlaşma ürünü olarak kapalı havzalarda jips, anhidrit, kalsit ve killerle beraber çökelir. Çok geniş sahalarda yayılma gösterir ve geniş yataklar oluşturur. Deniz suyundan buharlaşma yoluyla da elde edilmektedir.

KAYATUZU (NaCl)

Kristal kayatuzu





KAYATUZU



FLÜORİT (CaF_2)

Kistallografi: Kübik, kristaller genellikle kübik, daha seyrek olarak oktahedral veya küp ile oktahedral birleşik şekillerinde kristallenir. İkizlerine çok sık rastlanılır ve ikizleri çoğunlukla iki küpten yapılmış grik ikiz olarak (111) yüzeyine göre oluşur. Çoğunlukla kristal, bazen masif, ince taneler veya jeod dolgusu olarak bulunur.

Fizksel Özellikleri: (111) yüzeyine göre iyi dilinimli, sertlik 4 ve yoğunluk 3.2'dir. Yarılımı subkonkoidal, saydam veya yarısaydam olup cam parıltılıdır. Değişik renklerde görülür. Çoğunlukla sarı, yeşil, mavi daha seyrek olarak da renksiz, pembe, kırmızı ve siyah renklidir. Bazen farklı renklerde bantlar oluşturular. Ultraviyole veya katod ışınları altında flüoresans özelliği gösterir.

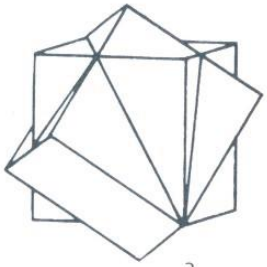
Bileşimi: %51.3 Ca ve %48.7 F içerir.

Tanınması: Kübik kristalleri, güzel renkleri ve cam parlaklığı ile tanınır. Çakı ile çizilebilir, kalsitten serttir. Üfleçte ergir ve alevi kırmızıya boyar. Hidroklorik asitte köpürmez, sülfirik asitte çözünür.

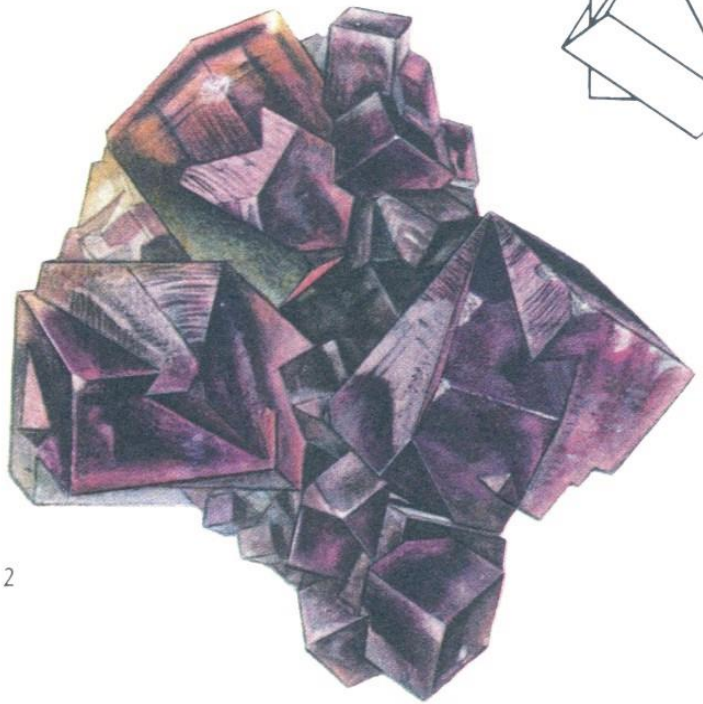
Bulunuşu: Flüorit çok değişik konumlarda damar dolgusu minerali olarak veya gang minerali olarak kuvars, kalsit, dolomit, barit ve galen ile birlikte bulunur. Ayrıca dolomit veya kireçtaşı oyuklarında boşluk dolgusu olarak anhidrit, jips ve dolomitle birlikte, tali mineral olarak da granit ve pegmatitlerde bulunabilir.



1



3



2



HALOJENLER

FLUORİT



SİLVİN (KCl)

Kristallografi: Kübik, kristaller küp ve oktaedrden oluşan bileşik şekiller yapar. Kaba taneli, kompakt ve kübik dilinimli taneler şeklinde kristal masifler oluştururlar.

Fiziksel Özellikleri: (010)'da çok iyi dilinimli, sertlik 2, yoğunluk 2, cam parıltılı, saf iken saydam, renksiz veya beyaz, içerdiği elemanlara göre mavi, sarı ve kırmızının tonlarında olabilir. Kırmızımsı renk içeriği hematit partiküllerinden dolayı oluşur. Acı tuz tadı vardır.

Bileşimi: %52.4 K ve %47.6 Cl içerir. Ayrıca bir miktar NaCl içerir.

Tanınması: Halit'ten tadının daha acı, tuzlu olması ve alevi mor renge boyaması ile ayırt edilir. Suda kolay çözünür ve üfleçte kolay erir.

Bulunuşu: Genellikle tuz yataklarında halit ve jips ile birlikte bulunur. Halit ile aynı köken ve oluşum ortamlarına sahiptir fakat halit'ten daha az bulunur. Bunun nedeni silvin'in suda çözünebilirliğinin daha fazla olması diğer bir deyişle çok yüksek sıcaklıkta buharlaşma sonucunda çökelebilmesidir.

SİLVİN



OKSİT VE HİDROKSİTLER

Yaygın mineral içeriğine sahip olan bu grupta bir veya birden fazla metal oksijen ile bileşik yaparak oksitleri oluşturmuşlardır. Metal ile birlikte hidrojenin oksijen ile bileşiklerine de hidroksit denilmektedir.

Magmatik kayaçlarda görülen oksitler sert, yoğun ve refrakter özelliklerine sahip olmasına karşın sülfür cevherlerinin ayrışmasından oluşmuş oksitler ve hidroksitler ise hafif, yumuşak ve toprağımsı özelliklere sahiptirler. Başlıca önemli olan oksit ve hidroksitler aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

Oksitler

Kuprit	Cu_2O	Pirolusit	MnO
Zinkit	ZnO	Kassiterit	SnO
Hematit	Fe_2O_3	Uraninit	UO_2
Korundum	Al_2O_3	Spinel	$MgAl_2O_4$
Ilmenit	$FeTiO_3$	Magnetit	Fe_3O_4
Rutil	TiO_2	Kromit	$FeCr_2O_4$

Hidroksitler

Manganit	$MnO(OH)$
Psilomelan	$(Ba,H_2O)Mn_5O_{10}$
Gibsit	$Al_2(OH)_3$
Götit	$FeO(OH)$

KÜPRİT (Cu_2O)

Kristallografi: Kübik, genellikle oktaedr, daha az olarak dodekaedr veya küp şeklinde kristallenir. Çoğunlukla masif , agrega, tane veya toprağımsı şekilde bulunur.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik 3.5-4 ve yoğunluk 6.1 dir. Elmas veya metalik parıltılı, kırılgan ve kırılma yüzeyi konkoidal, rengi kırmızının bir kaç tonu , bazen siyah'a yakın, çizgi rengi kahverengimsi kırmızıdır.

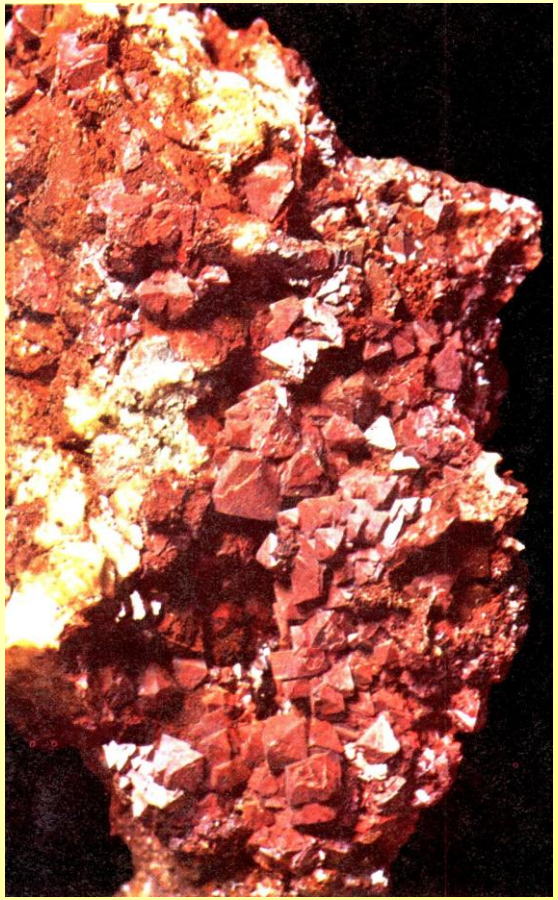
Bileşimi: %88.8 Cu ve %11.2 Oksijen içerir. Genellikle saftır, bazen demiroksit bulundurabilir.

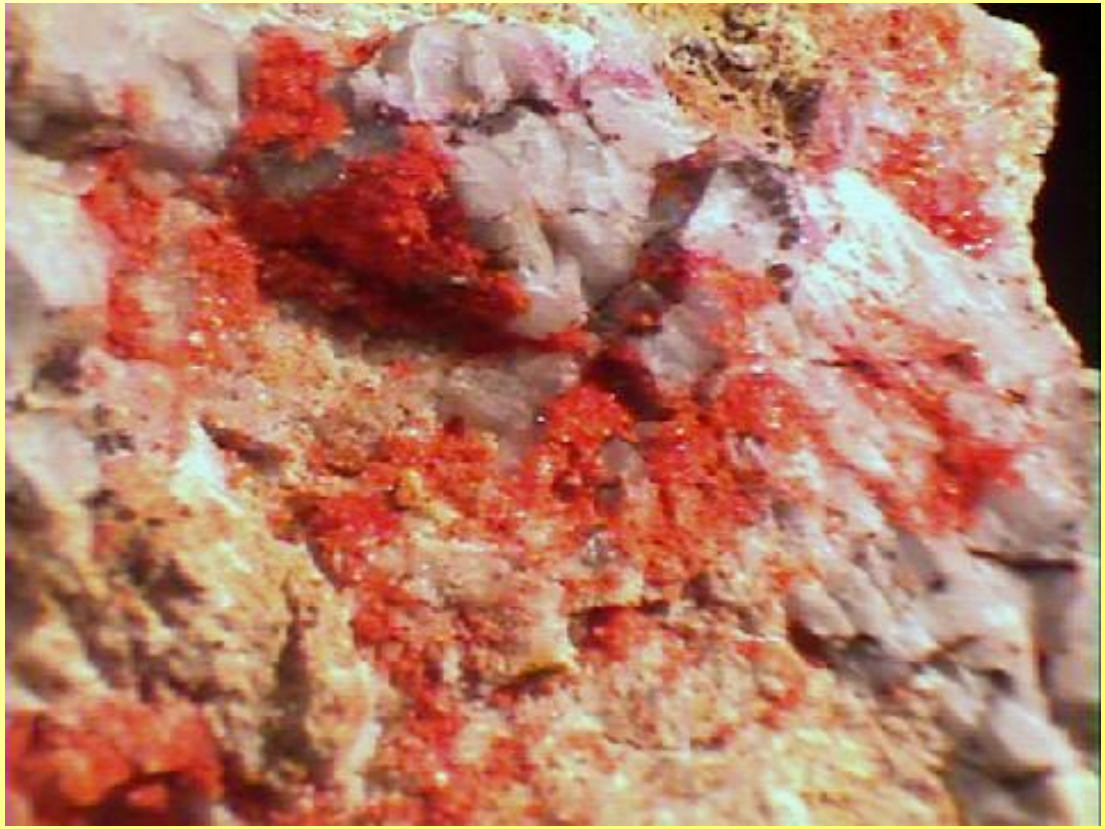
Tanınması: Küprit renk bakımından hematit ve zinober'e benzer fakat hematit'ten daha yumuşak ve zinober'den ise daha serttir. Ayrıca çizgi rengi de diğerlerinden farklıdır. Üfleçte eriyerek bakır tanesi verir. Asitlerde çözünür, limonit ile beraber bulunur.

Bulunuşu: Oksidasyon zonu bakır mineralidir, bakırlı yatakların en üst zonlarında limonit, nabit bakır, malakit, azurit ve kalkosin ile birlikte bulunur.

KÜPRİT

KÜPRİT (Cu_2O)





HEMATİT (Fe_2O_3)

Kristallografi: Hekzagonal sistemde kristallenir ve kristalleri genellikle kalın veya ince tabuler şeklinde bulunur. Taneli, yaprağımsı, pullu, ışınsal, böbreğimsi, yumru veya toprağımsı şekillerde görülür. İnce pullar gruplar halinde de görülürler. Hematit'in mikaya benzer görünümünde olanına **Spekülarit**, toprağımsı görünümünde ve magnetitten türemiş olanına da **Martit** adı verilir.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik 5-6, yoğunluk 5.2'dir. Kristalleri metalik parıltılı, toprağımsı türleri ise mattır. Renk kırmızımsı kahveden siyah'a kadar değişebilir. Kırmızı toprağımsı görünümündeki türüne **kırmızı okr** adı verilir. Çizgi rengi açık kırmızıdan koyu bakır kırmızısı rengine kadar değişir.

Bileşimi: %70 demir ve %30 oksijen içerir, ayrıca bir miktar Ti ve Mg bulundurur.

Tanınması: İlmenit, magnetit ve götit'e benzer, genellikle çizgi rengi ile tanınır. Üfleçte erimez, toz olarak asitlerde çözünür, alevde ısıtılınca magnetik özellik kazanır.

Bulunuşu: Hematit çok yaygın bulunan ve önemli olan bir demir cevheridir. Magmatik kayaçlarda tali bir mineral olarak bulunabilir. Yüksek sıcaklıklı hidrotermal yataklarda ve kontak metasomatik maden yataklarında bulunur. Kırmızı kumtaşlarının çimento maddesi olarak sıkça görülür. Çok büyük demiroksit yığışımları çoğunlukla tortul kökenli olarak gelişmiştir.

HEMATİT (Fe_2O_3)



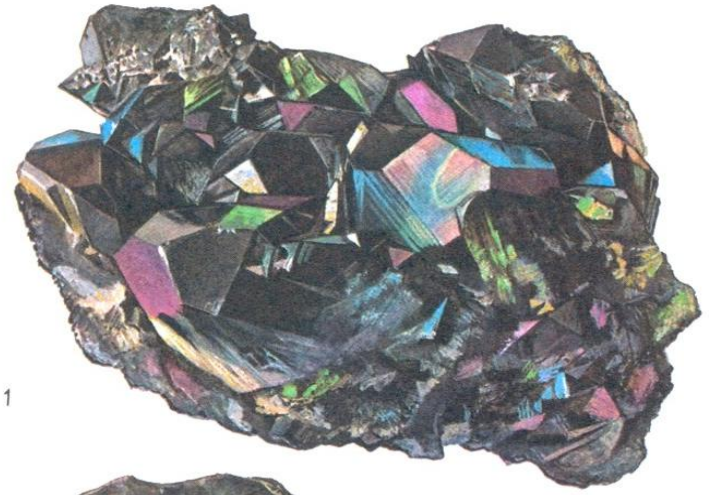
1



2



3

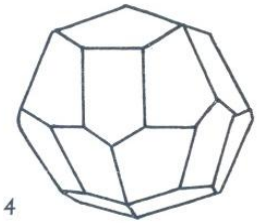


1



Spekülarit

2



4



3

KORUNDUM (Al_2O_3)

Kristallografi: Hekzagonal sistemde kristallenir, kristaller genellikle tabuler veya prizmatik, bazen hekzagonal piramitler ve fıçıya benzer kristal şekillerde görülür. Kristaller üzerinde sıkça çokuzlanmalar bulunur. Masif, iri veya küçük taneler şeklinde izlenir.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik 9 (taze yüzeylerinde), yoğunluğu 4'tür. Çok sık olarak değişime uğrayıp mikaya dönüşür, parıltısı elmastan cam parıltısına kadar değişir. Şeffaf veya yarı şeffaf, rengi değişken, genellikle kahverenginin tonları, pembe, mavi, beyaz, gri, yeşil veya kırmızı olabilir. Kırmızı renkli korundum'a **Rubi=Yakut**, mavi renkli korundum'a ise **Safir=Gökyakut** adı verilir. **Zımpara** ise siyah korundumdur.

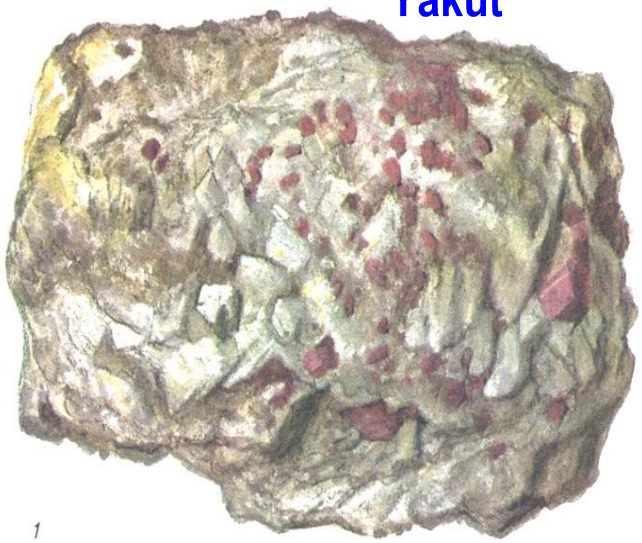
Bileşimi: %52.9 alüminyum ve %47.1 oksijen içerir. Az miktarda Fe, Ti, Cr ve Si bulundurabilir.

Tanınması: Yüksek sertliği, parıltısı ve yoğunluğu ile tanınır. Üfleçte erimez ve asitlerden etkilenmez.

Bulunuşu: Metamorfik kayaçlarda sıkça rastlanan tali bir mineraldir, bazı magmatik kayaçlarda da bulunabilir. Daha sık olarak kristal veya yuvarlanmış çakıl şeklinde nehir yataklarında veya toprakta bulunabilir.

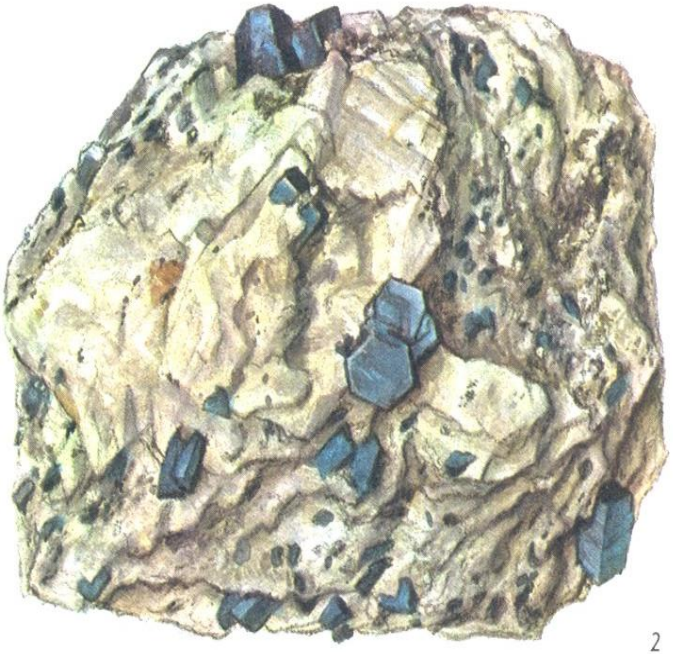
KORUNDUM (Al_2O_3)

Yakut



1

Safir



2



İLMENİT ($FeTiO_3$)

Kristallografi: Hekzagonal sistem, kristalleri genellikle kaba tabuler kesik romboedrler şeklindedir. Çoğunlukla masif, kompakt taneli veya kum halinde görülür.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik 5.5-6 ve yoğunluğu 4.7'dir. Metalik parıltılı renk demir siyahı, çizgi rengi siyah bazen kahverengi veya kahverengimsi kırmızıdır. Hafif magnetik özellik gösterebilir.

Bileşimi: %38.8 demir, %31.06 titan ve %31.6 oksijen içerir. Ayrıca bazen bir miktar mangan ve magnezyum bulundurur.

Tanınması: Hematit ve magnetit'e benzer, fakat çizgi rengi ve kristal şekli ile hematit'ten ve magnetik özelliğinin zayıflığı ile magnetit'ten ayrılır. Üfleçte erimez.

Bulunuşu: Bazik magmatik kayaçlarda sıkça izlenir, ayrıca gnays ve diğer metamorfik kayaçlarda görülebilir. İkincil olarak siyah kumlar içinde magnetit ve zirkon ile birlikte bulunur.

İLMENİT ($FeTiO_3$)





MAGNETİT (Manyetit) (Fe_3O_4)

Kristallografi: Kübik, oktahedral şeklinde kristallenir, kristallerine seyrek rastlanılır. Genellikle masif, ince ve iri taneli olarak kum veya çakıl şeklinde izlenir.

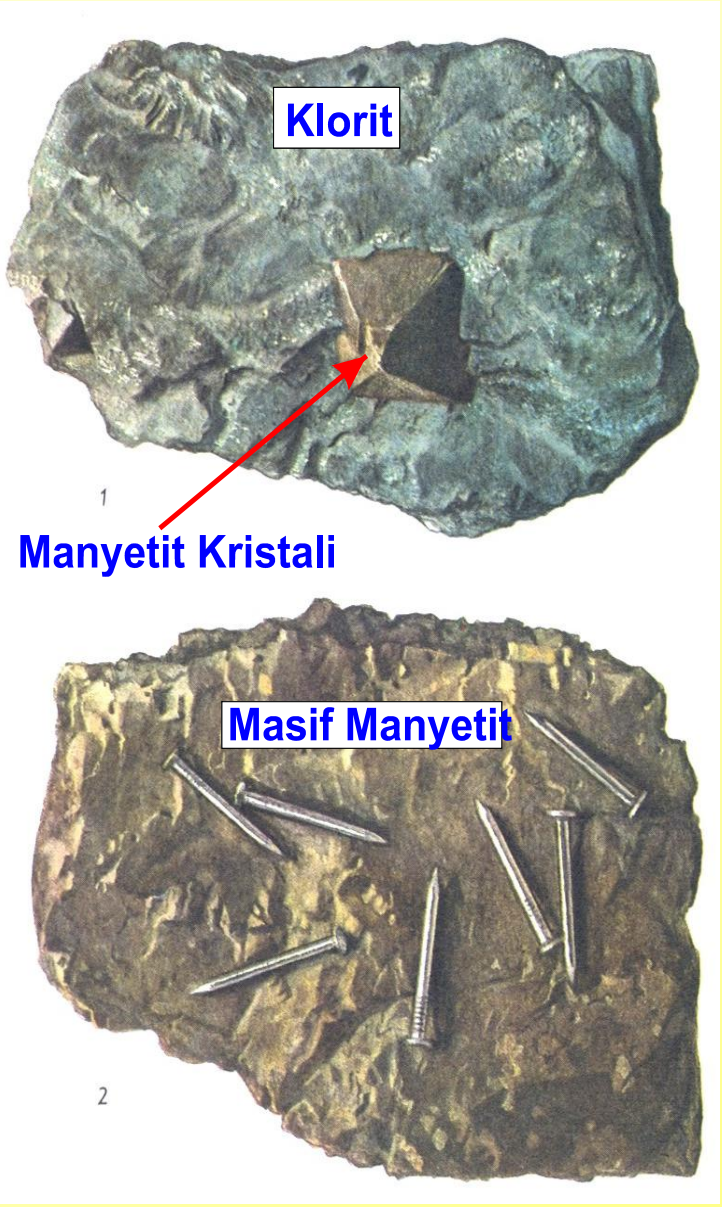
Fiziksel Özellikleri: Sertlik 5.5-6 ve yoğunluğu 5.2'dir. Renk ve çizgi rengi siyah, metalik parıltılı, devamlı mıknatıslanma gösterir. 575°C'de bu özelliğini kaybeder. Soğuyunca bu özelliğini tekrar kazanır.

Bileşimi: %71.4 demir ve %28.6 oksijen içerir. Ayrıca bir miktar magnezyum, mangan, nikel, titan ve alüminyum bulundurabilir.

Tanınması: Rengi, çizgi rengi ve kuvvetli magnetik özelliği ile tanınır, üfleçte zor ergir.

Bulunuşu: Magmatik kayaçlarda özellikle gabro, bazalt, diyabaz gibi kayaçlarda tali mineral olarak ayrıca granit ve kireçtaşı kontaklarında büyük kütleler şeklinde oluşurlar. İkincil olarak da kum şeklinde plaser yataklarda bulunur. Çok önemli bir demir cevheridir.

MANYETİT (Fe_3O_4)





KROMİT ($FeCr_2O_4$)

Kristallografi: Küp holoedrisi, kristalleri seyrek olup oktaedr şeklinde bulunur. Genellikle yoğun kütle, agrega veya tane şeklinde bulunur.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik 5.5 ve yoğunluk 4.5'tur. Donuk yağımsı metal cilalı, rengi siyah veya kahverengimsi siyah, çizgi rengi ise koyu kahverengidir.

Bileşimi: %68 kromoksit ve %32 demiroksit içerir. Ayrıca değişik miktarda magnezyum, alüminyum, çinko ve mangan bulunur.

Tanınması: Üfleçte ergimez, asitlerde zor çözünür. Isıtılınca magnetik özellik kazanır. Donuk yağımsı metal cilası ve kahve renkli çizgi rengi ile tanınır.

Bulunuşu: Kromit magmadan ilk ayrılan minerallerden biridir. Genellikle peridotit ve onlardan türemiş serpantinitler içinde bulunur. Bu kayaçlar içinde mercek, masif, tabakalı ve saçınımlı şekilde gelişirler. İkincil olarak da kum ve çakıllarla birlikte plaser yatak oluştururlar. Kromitler oluşum şekillerine göre de **leopar kromit**, **masif kromit** ve **bantlı kromit** şeklinde isimlendirilirler.

KROMİT ($FeCr_2O_4$)





RUTİL (TiO_2)

Kristallografi: Tetragonal sistemde kristallenir, kristaller piramidal prizmatik şekilde ve uçları piramitle sonuçlanır. Sık sık köşeli ikizlere (dirsek ikizi) rastlanır. Kristaller ince uzun asiküler bazen kompakt ve masif olabilir.

Fiziksel Özellikleri: Serlik 6-6.5 ve yoğunluk 4.5'tur. Elmas veya yarı metalik parıltılı, rengi kırmızımsı kahverengi, yeşilimsi kırmızı, mavimsi veya siyah olabilir. Saf titan beyaz renklidir. Çizgi rengi soluk kahverengidir.

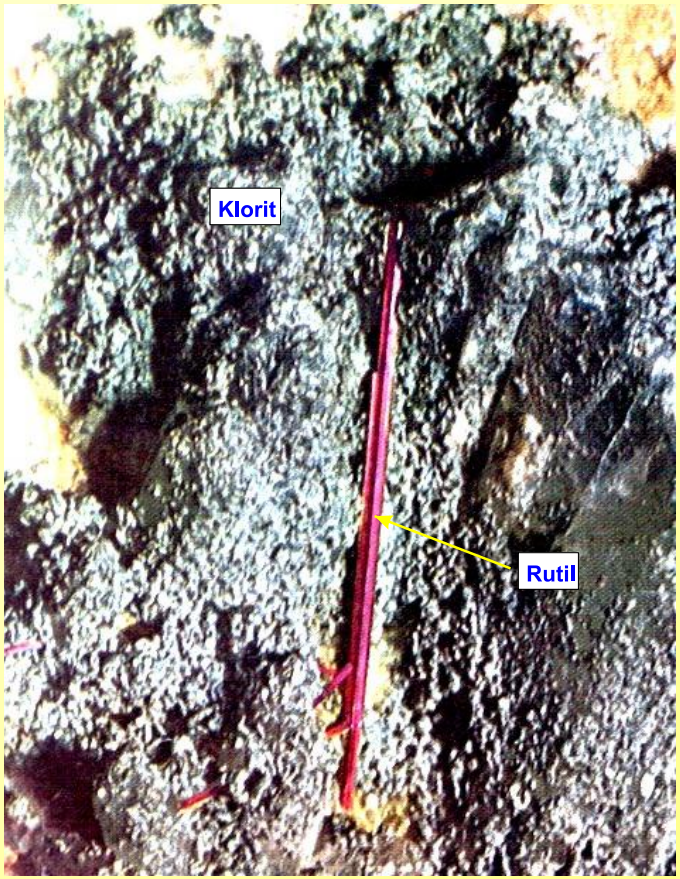
Bileşimi: %60 titan ve %40 oksijen içerir. Bünyesinde %10'a kadar demir bulundurur.

Tanınması: Parıltısı, sertliği, kırmızı rengi, dirsek ikizi ve prizmatik kristalleri ile tanınır.

Bulunuşu: Granit, pegmatit, gnays ve mikaşist ve mermerlerde bulunabilir.İkincil olarak siyah kumlarda zirkon ve magnetitle birlikte bulunur.

RUTİL

RUTİL (TiO_2)





PİROLUSİT (MnO_2)

Kristallografi: Tetragonal sistemde kristallenir, kristallerine seyrek rastlanılır. Genellikle ışınsal veya sütunsal gruplar halinde veya granüler, masif, böbreğimsi, dendritik ve toprağımsı şekillerde bulunur.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik masif ve toprağımsı olanlarda 1-2 arası olup eli boyar ve kağıda iz bırakır. Kristal olanlarda ise sertlik 6-6.5'tur. Yoğunluk kistallerde 5, masif olanlarda 4.4'e kadar değişir. Metalik parıltılı, kırılması girintili çıkıntılı, rengi ve çizgi rengi siyahtır.

Bileşimi: %63.2 mangan ve %36.8 oksijen içerir. Çoğunlukla %2'ye kadar su bulundurur.

Tanınması: Masif olduğunda düşük sertliği ve siyah çizgi rengi ile tanınır. Diğer mangan minerallerinden çizgi rengi ile ayırt edilir (manganit'in çizgi rengi kahve rengidir).

Bulunuşu: Pirolusit en sık rastlanan mineralidir. Sedimanter olarak veya manganezli minerallerin değişiminden oluşur. Yumrular şeklinde deniz ve göl diplerinde kil ve diğer tortullarla beraber bulunabilir.

PİROLUSİT (MnO_2)





KASSİTERİT (SnO_2)

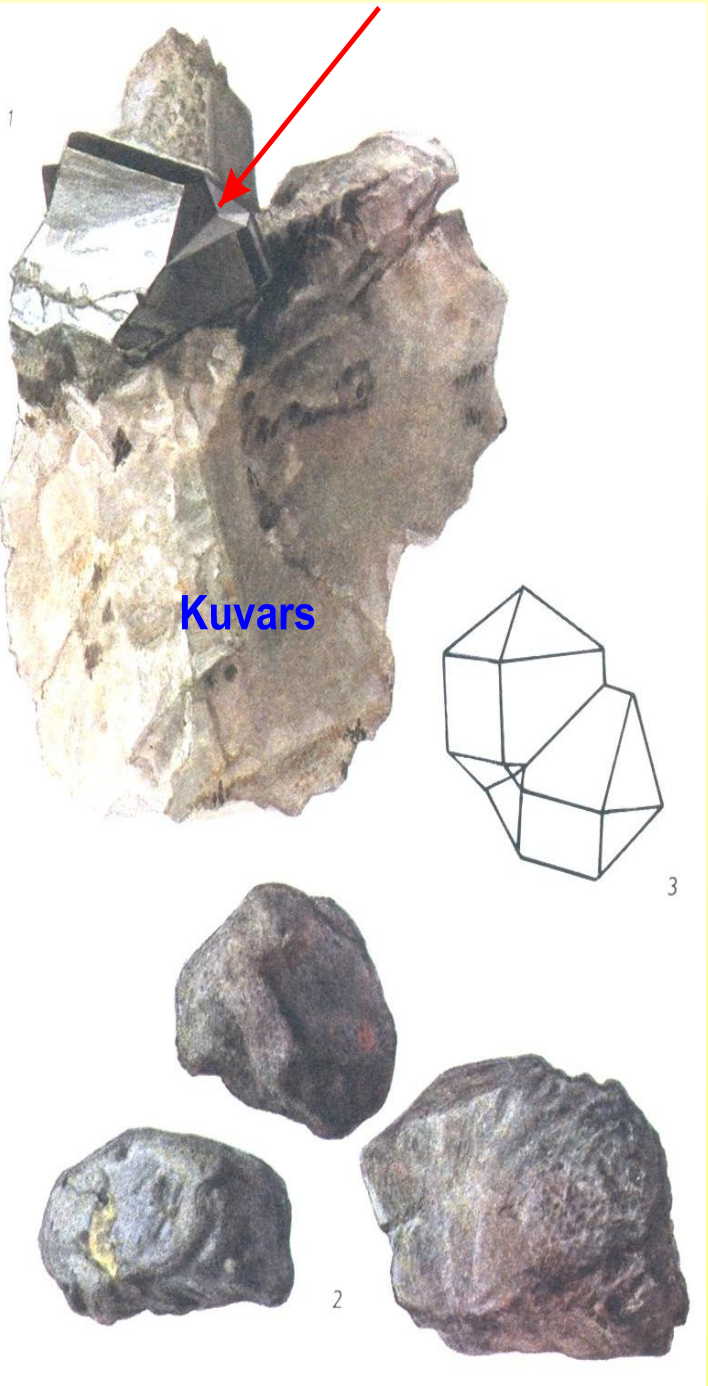
Kristallografi: Tetragonal sistemde kristallenir, kristalleri dipiramidal veya kısa prizmatik şekillerde izlenir, bazen dirsek ikizi gösterir. Genellikle masif, taneli, bazen böbreğimsi veya ışınsal olarak görülür. Işınsal ve ağaç şekline benzeyene **ağaç kalay** adı verilir.

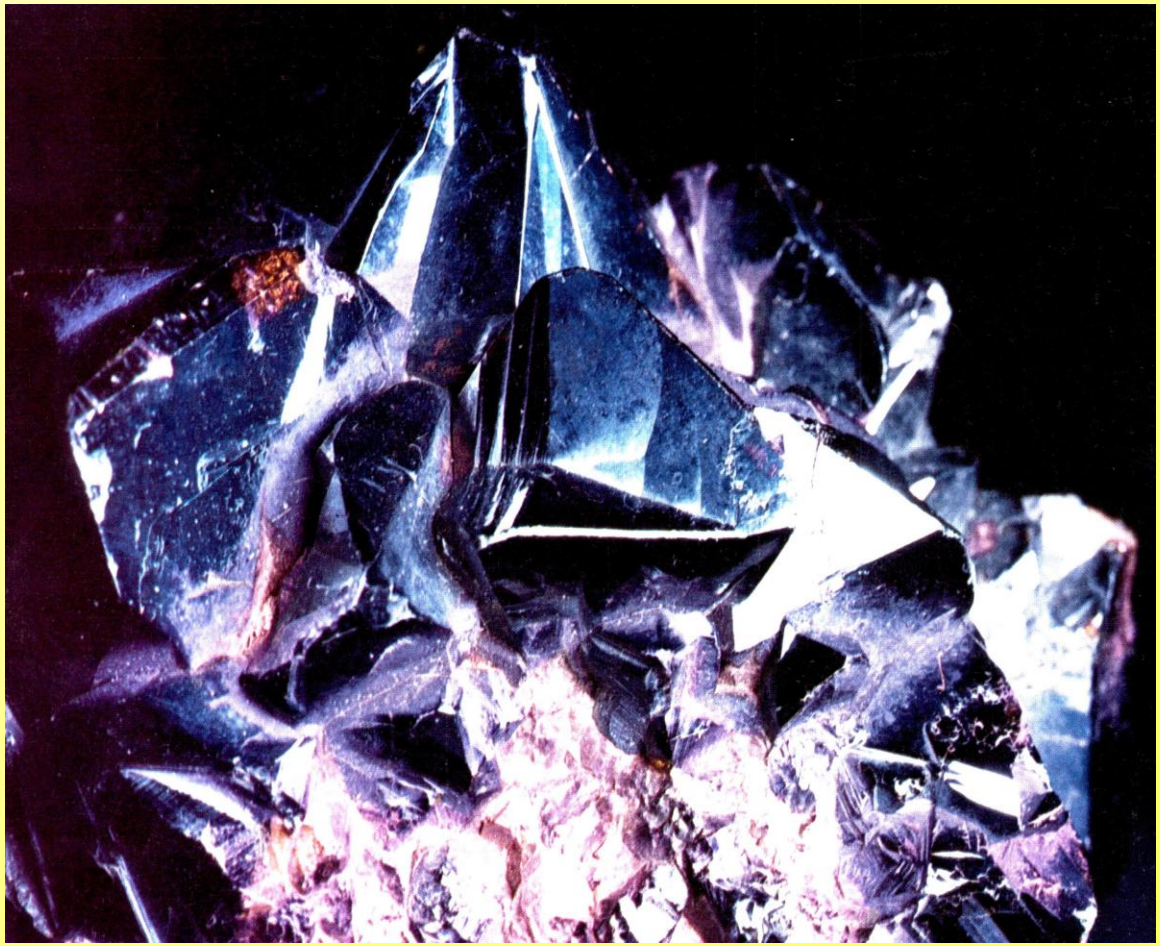
Fiziksel Özellikleri: Sertlik 6-7 ve yoğunluk 6.8-7.1'dir. Renk genellikle kahve veya siyahtır. Bazen sarımsı, kırmızımsı ve beyaz (saf olanlar) olabilir. Yarı saydamdır, kolay kırılır, yarı metalik parıltılı, çizgi rengi beyaz, grimsi veya kahverengimsi olabilir.

Bileşimi: %78.6 kalay ve %21.4 oksijen içerir. Az miktarda da demir, niyobyum ve mangan bulundurur.

Bulunuşu: Yüksek sıcaklıklı hidrotermal damarlarda, granite bağlı olarak gelişen pegmatitlerde wolframit, molibdenit, magnetopirit, topaz, turmalin ve mika ile birlikte bulunur. İkincil olarak dere kumlarında bulunabilir.

KASSİTERİT (SnO_2)





KASSİTERİT



MANGANİT MnO (OH)

Kristallografi: Monoklinik sistemde kristallenir, çubuğumsu boylanmasına uzamış kristaller genellikle bir arada toplanmış haldedir. Kısa veya uzun prizmatik sütunlar şeklinde ve bazen haç ve dirsek ikizli olarak görülür.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik 4 ve yoğunluğu 4.3'tür. Kırılgan, yarı metalik parıltılı, rengi siyah ve çizgi rengi kırmızımsı kahverengi veya siyahtır.

Bileşimi: %62.4 mangan, %27.3 oksijen ve %10.3 H_2O içerir.

Tanınması: Siyah rengi ve prizmatik görünüşü ile tanınır. Derişik HCl'de klor çıkararak çözünür. Üfleçte ergimez.

Değişimi: Genellikle sık olarak pirolusit'e, daha seyrek olarak da diğer mangan oksitlerine dönüşür.

Bulunuşu: Düşük sıcaklıklı hidrotermal damarlarda barit, kalsit, siderit ve mangan oksit mineralleri ile birlikte bulunur.

MANGANİT MnO (OH)



GÖTİT FeO (OH)

Kristallografi: Ortorombik sistemde kristallenir, seyrek olarak prizmatik kristal şeklinde izlenir. Genellikle masif, böbreğimsi, konkresyon veya toprağımsı şekillerde görülür.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik 5-5.5 ve yoğunluk 3.3-4.3 arasındadır. Elmas parıltılı, bazen donuk ve metalik parıltılı, lifsel kristallerde ipek parıltılıdır. Rengi genellikle koyu kahve olup toprağımsı olanlar sarımsı kahve rengindedir. Çizgi rengi sarımsı kahvedir.

Bileşimi: %62.9 demir, %27.0 oksijen ve %10.1 su içerir.

Tanınması: Sertlik ve çizgi rengi ile hematitten ayrılır. Oksidasyon alevinde magnetik özellik kazanır, kapalı tüpte ısıtıldığında su verir.

Bulunuşu: Limonitlerin ana bileşenidir. Demirli primer minerallerin ayrışması sonucu oluşur. Ayrıca tropikal ve peneplen şartlarda demirli kayaçların ayrışmasıyla oluşmuş demirli topraklar olan laterit'lerin ana mineralidir. Maden yataklarının en üst kısmında demir şapka olarak adlandırılan zonda bol miktarda bulunur.

GÖTİT FeO (OH)


Kuvars
Prizmatik Götit
1
Böbreğimsi Götit
Pirit
2


Konkresyonlu Götit

GÖTİT



PSİLOMELAN ($Ba_5H_2OMn_5O_{10}$)

Kristallografi: Monoklinik kristallerine çok seyrek rastlanılır. Genellikle masif, yumru, sarkıt, böbreğimsi veya toprağımsı şekillerde bulunur. Çoğunlukla amorf izlenimi verir.

Fiziksel özellikleri: Sertlik 5-6, yoğunluk 3.7-4.7 arasındadır. Yarı metalik parıltılı, rengi siyah çizgi rengi ise kahverengimsi siyahtır.

Bileşimi: Az miktarda magnezyum, kalsiyum, nikel, kobalt ve bakır bulundurabilir.

Tanınması: Diğer mangan cevherlerinden sertliği ve böbreğimsi görünümü ile limonitten ise siyah çizgi rengi ile ayrılır. Psilomelan'ın eli boyayan gevşek ve toprağımsı koyukahve renkli çeşidine vad adı verilir.

Bulunuşu: İkincil bir mineral olup manganez yataklarının oksidasyon zonlarında ve sedimanter kayaçlar arasında ara seviyeler halinde bulunur.

PSİLOMELAN ($Ba_5H_2OMn_5O_{10}$)





BOKSİT

Kristallografi: Bir mineral değil karışımdır ve pek çok minerali bulundurabilir. Pizolitik, konkresyon, masif, toprağımsı ve kil görünümünde olabilir.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik 1-3, yoğunluk 2-2.5'tur. Beyaz, sarı, gri ve kırmızı renklerde olabilir.

Bileşimi: Sulu alüminyum oksitleri karışımıdır. Bazı boksitler Gibsit $Al(OH)_3$ bileşimine yaklaşır. Genellikle demir bulundurur. Boksit bir mineral olmayıp bir kayaç ismi olarak kullanılmalıdır. Önemli bileşenleri Böhmit AlO(OH) ile Diaspor $HAlO_2$ dir.

Tanınması: Boksit, alüminyumlu kayaçların tropik ortamlarda uzun sürelerde ayrışması ile oluşan bir kayaçtır. Sıcak memleketlerde bulunan laterit ve terra rossa'nın büyük bir kısmı boksittir. Bazı boksitler pizolitik özelliği ile belirgindir..

Bulunuşu: Önemli bir alüminyum cevheridir. Alüminyumlu kayaçların tropikal ve peneplen şartlarda ayrışmasıyla kalıntı olarak oluşurlar. Yerinde oluştuğu gibi taşınarak sedimanter kayaçlar arasında da geniş yayılımlı yataklar oluştururlar.

BOKSİT





KARBONATLAR

Doğada karbon, 3 oksijen atomu ile birleşerek Karbonat (CO_3^{-2}) iyonunu oluşturur. Karbonat grubu arasındaki bağ her ne kadar kuvvetli ise de CO_2'de görülen kovalent bağdan daha azdır. Karbonatlar hidrojen iyonları karşısında bozunarak CO_2 ve H_2O oluştururlar. Bu duraysızlık asitlerle karbonatların tepkimesinde izlenen köpürme olayına neden olur.

Karbonatlar sulu ve susuz karbonatlar olmak üzere ikiye ayrılırlar. Doğada yaklaşık 70 civarında karbonat minerali tespit edilmiştir. Önemli susuz karbonatlar üç eş yapı oluşturular. Bunlar kalsit, dolomit ve aragonit gruplarıdır. Bu grupların dışında kalan önemli sulu karbonatlar ise malakit ve azurittir.

Önemli olan başlıca karbonatlar şunlardır;

Kalsit Grubu		Aragonit Grubu	
Kalsit	CaCO3	Aragonit	CaCO3
Magnezit	MgCO3	Viterit	BaCO3
Siderit	FeCO3	Stronsiyonit	SrCO3
Rodokrozit	MnCO3	Seruzit	PbCO3
Smithsonit	ZnCO3		

Dolomit Grubu		Sulu Karbonatlar	
Dolomit	CaMg(CO3)2	Malakit	Cu2CO3(OH)2
Ankerit	CaFe(CO3)2	Azurit	Cu3(CO3)2(OH)2

KALSİT ($CaCO_3$)

Kristallografi: Trigonal sistemde kristallenir. Kristaller son derece değişken ve çoğunlukla karmaşıktır. Günümüze kadar 300 çeşit şekil tanımı yapılmıştır. Kalsitte ikizlenme çok sık izlenir. Kalsit genellikle kristal halde, agrega, ince ve kaba taneli, kompakt, toprağımsı, sarkıt, dikit, oolitik veya pizolitik şekillerde bulunur.

Fiziksel Özellikleri: Mükemmel dilinimlidir. Sertlik 3 yoğunluk 2.7'dir. Parıltısı cam parlaklığından toprağımsıya kadar değişir. Renk genellikle beyaz veya renksiz ya da içerdiği yabancı maddelere göre gri, kırmızı, yeşil, mavi, sarı, kahve ve siyah olabilir. Saydam ve yarı saydamdır. Çift kırıcı özelliğe sahiptir. Saf ve saydam kalsit türüne İzlanda Spatı denir.

Bileşimi: %56.0 CaO ve %44.0 CO_2 içerir. Bazen Mn, Fe ve Zn kısmen kalsiyum yerine geçebilir. Bu nedenle rodokrozit, siderit ve smithsonit ile katı eriyik yapar, kalsiyum yerine Mg sınırlı olarak geçer. Mg miktarının artmasıyla dolomit $CaMg(CO_3)_2$ gelişir.

Tanınması: Sertliği, romboedrik dilinimi, açık rengi, camsı parıltısı ve soğuk asit HCl'de tepkimeye girip köpürmesi ile tanınır. Dolomit sıcak HCl'de köpürür.

KALSİT ($CaCO_3$)

Bulunuşu: Çok yaygın bulunan bir mineraldir. Mikro ve spar şeklindeki kristalleriyle kireçtaşlarının ana mineralidir. Pek çok kabuklu hayvanların kavkısında yapıcı malzeme olarak bulunur. Kimyasal olarak deniz suyundan çökelir. Evaporitik olarak travertenlerde ve kireçli sulardan çökelerek sarkıt ve dikitlerde bulunur. Volkanik kayaçlar içindeki gaz boşluklarında bulunur. Hidrotermal damarlarda gang minerali olarak görülür. Oniks türü mermerler de kalsit ve aragonitten oluşan damarlı kayaçlardır.



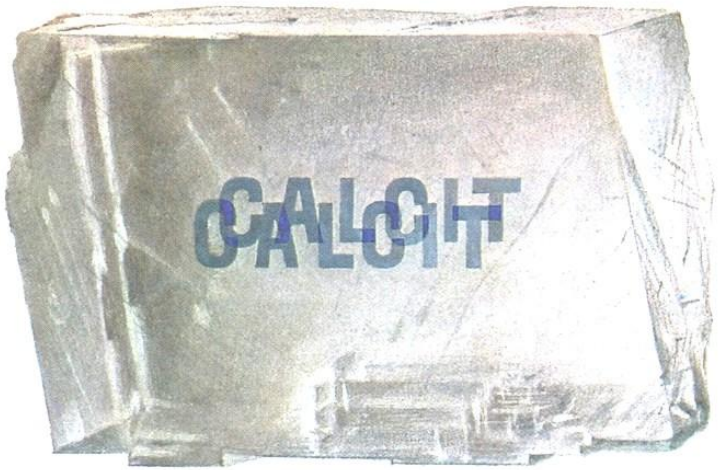
1



3



2



1



2

MAGNEZİT (Manyezit) ($MgCO_3$)

Kristallografi: Trigonal sistemde kristallenir. Romboedrik ve prizmatik kristalli, fakat kristallerine seyrek rastlanılır. Genellikle kriptokristalen, kompakt veya toprağımsı veya porselen görünüşlü olur.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik 3.5-4.5 ve yoğunluk 3.2'dir. Cam parıltılı olup rengi beyaz, gri, sarı veya kahverengidir. Saydam ya da yarı saydamdır. Çizgi rengi beyazdır.

Bileşimi: %47.8 Mg ve %52.2 CO2 içerir. Magnezyum yerine iki değerli demir geçerek siderit'e kadar bir katı eriyik serisi oluşturur.

Tanınması: Kalsite ve dolomite benzer, soğuk asitte köpürmez, sıcak asitte (HCl) tepkime verir.

Bulunuşu: Magnezit genellikle sepantinitlerin ayrışmasıyla serbest kalan magnezyumun karbonatlı suların da etkisiyle çökelmesi şeklinde oluşur veya magnezyumca zengin suların kalsit içerikli kayaçlar üzerinde dolaşmasıyla manyezit gelişebilir.





SİDERİT ($FeCO_3$)

Kristallografi: Trigonal sistemde kristellenir. Kristaller genellikle romboedr şeklinde ve bükülmüş eğri konumlarda bulunur. Ayrıca böbreğimsi, kompakt, toprağımsı ve taneli şekillerde görülebilir.

Fiziksel Özellikleri: Dilinimi mükemmel, sertlik 3.5-4 ve yoğunluğu 4'tür. Cam parıltılı, rengi açık veya koyu kahve, saydam veya yarı saydamdır.

Bileşimi: %62.1 FeO ve %37.9 CO_2 içerir. Demir içeriği %48.2'dir. Fe yerine Mn ve Mg geçerek rodokrozit ve magnezit'e kadar değişen katı-eriyik çözeltisi oluşturur.

Tanınması: Diğer karbonatlardan rengi ile ayırt edilir. Isıtılırsa magnetik özellik kazanır, soğuk HCl'de çok yavaş çözünür. Fakat sıcak HCl'de çabuk ve kolay çözünür.

Bulunuşu: Masif sideritler sedimanter kayaçlarda yaygın olarak oluşurlar. Ayrıca hidrotermal damarlarda gang minerali olarak pirit, galen ve kalkopirit ile birlikte bulunurlar.

SİDERİTE ($FeCO_3$)

Taneli Siderit

Siderit Kristalleri





RODOKROZİT ($MnCO_3$)

Kristallografi: Trigonal sistemde kristallenir. Az bulunan ve çoğunlukla romboedr şekilli olan kristaller bükülmüş ve eğri olarak bulunur. Çoğunlukla taneli, kompakt ve salkımsı şekillerde bulunur.

Fiziksel Özellikleri: Mükemmel dilinimli, sertlik 3.5-4.5 ve yoğunluğu 3.7'dir. Camsı parıltılı, rengi gül kırmızısı, bazen açık gri-pembe ve kahverengi olabilir. Çizgi rengi beyaz, saydam veya yarı saydamdır.

Bileşimi: %61.7 MnO ve %38.3 CO_2 içerir. Mn yerine Fe ve Ca geçerek siderit ve kalsit'e kadar değişen bir katı-eriyik serisi oluşturur.

Tanınması: Pembe rengi ve romboedr şekli ile tanınır. Rodonitten sertliği ile ayrılır. Sıcak HCl'de köpürerek çözünür. Kömür üzerinde kızdırılınca kararır.

Bulunuşu: Hidrotermal damarlarda Ag, Pb ve Cu cevherleri ile beraber bulunur. Az bulunan bir mineraldir.

RODOKROZİT ($FeCO_3$)



SMİTHSONİT ($ZnCO_3$)

Kristallografi: Trigonal sistemde kristallenir ve kristalleri seyrek bulunur. Genellikle böbreğimsi, yumru, kabuk, sarkıt, petek, kütle ve toprağımsı şekillerde görülür.

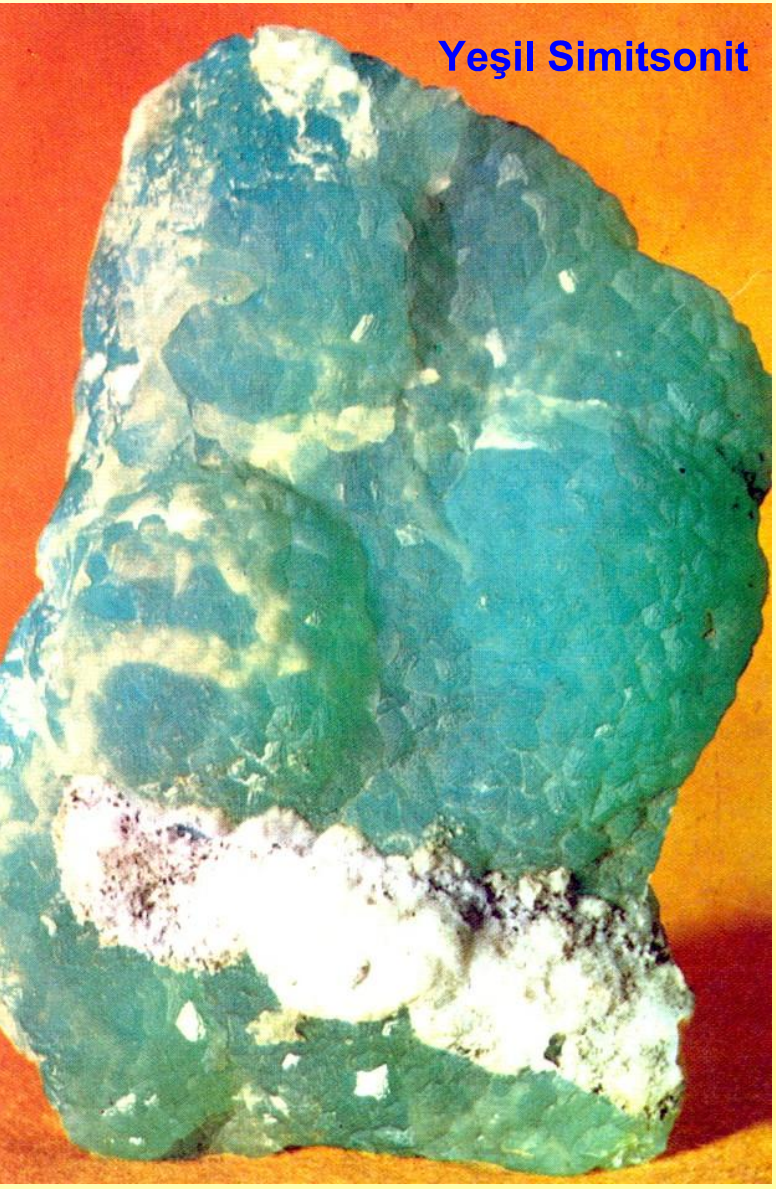
Fiziksel Özellikleri: Sertliği 4-4.5 ve yoğunluğu 4.3-4.5 arasındadır. İyi dilinimli, camsı parıltılı olup rengi kirli kahve, renksiz, beyaz, yeşil, mavi ve pembe olabilir. Çizgi rengi beyazdır.

Bileşimi: %64.8 Zn ve %35.2 CO_2 içerir. Fe ile Mn bir miktar Zn ile yer değiştirebilir, az olarak da Ca, Mg, Cd, Cu, Co ve Pb bulundurabilir.

Tanınması: Sertliği, yüksek yoğunluğu, rengi ve HCl'de köpürmesiyle tanınır.

Bulunuşu: Çinko taşıyan oksidasyon zonlarında ikincil mineral olarak oluşur. Genellikle primer çinko minerallerinin ayrışmasından meydana gelir. Çoğunlukla hemimorfit, sfalarit, galen, serusit, kalsit, limonit, azurit ve malakit ile birlikte bulunur.

SİMİTSONİT ($ZnCO_3$)





DOLOMİT $CaMg(CO_3)_2$

Kristallografi: Trigonal sistem. Kristaller genellikle romboedrik ve kıvrımlı yüzeyler şeklinde, bazen semer şeklinde oluşur. İri ve ince taneli, kompakt, masif ve agrega şeklinde bulunur.

Fiziksel Özellikleri: Mükemmel dilinimli, sertliği 3.5-4 ve yoğunluğu 2.9 dur. Camsı parıltılı, bazen inci parıltılıdır. Rengi genellikle pembemsi, bazen renksiz, beyaz, beyaz, gri ve yeşil kahve veya siyah olabilir.

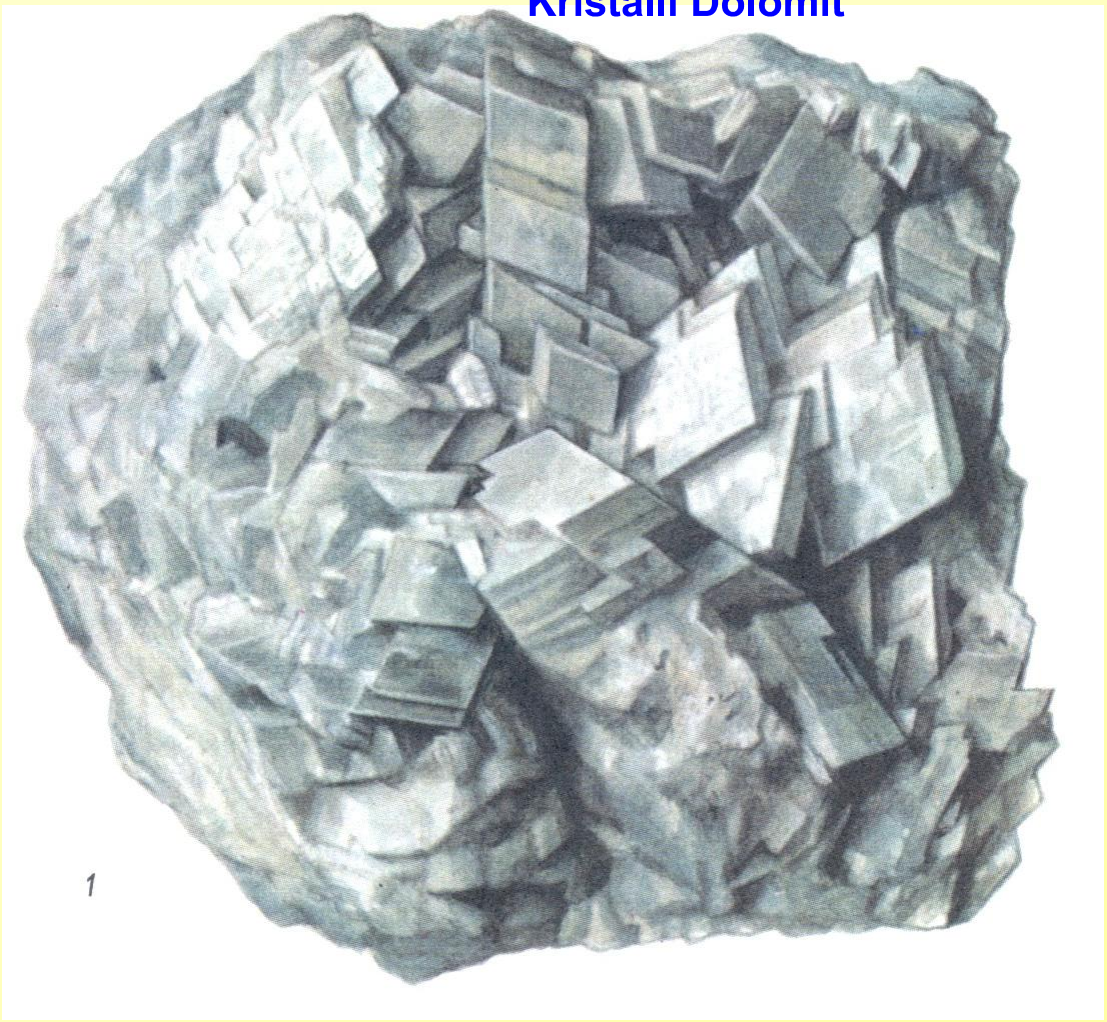
Bileşimi: %30.4 CaO, %21.7 MgO ve %47.9 CO_2 içerir. Normal dolomitlerde $CaCO_3/MgCO_3$ oranı 1/1 dir. Fakat bu oran bazen yerine göre azalma veya çoğalma şeklinde değişiklik gösterir. Mg yerine Fe geçmesiyle Ankerite doğru bir seri oluştur.

Tanınması: Romboedr kristalleri ve el pembemsi rengi ile tanınır. Soğuk HCl'de yavaş, sıcak HCl'de hızlı tepkime verir. Kalsit'e benzer.

Bulunuşu: Dolomit yaygın olarak görülen bir mineraldir. Magnezyumlu eriyiklerin kireçtaşlarıyla metasomatik işlevleri sonucunda oluşur. Bazı dolomitlerin çökel kayaçlardaki kalsit'in magnezyum almasıyla geliştiği varsayılır. Ayrıca hidrotermal olarak pek çok damarlarda özellikle kurşun-çinko ile beraber kalkerler içinde bulunur. Fluorit, kalsit, barit ve siderit dolomite eşlik ederler.

DOLOMİT ($CaMg(CO_3)$)

Kristalli Dolomit





ARAGONİT ($CaCO_3$)

Kristallografi: Ortorombik sistemde kristallenir. Kristalleri genellikle ışınsal, prizmatik ve ince uzun piramidler şeklindedir. Asiküler olan bu kristaller demetler halinde genellikle ışınsal gruplar oluştururlar. İkizleri çok yaygındır. Genellikle tekrarlanmış ikizlenme, (110) yüzeyine göre yapışma ikizleri ve grik ikizlenme gösterir.

Fiziksel Özellikleri: Sertliği 3.5-4 ve yoğunluğu 2.9'dur. Camsı parıltılı, renksiz, gri, beyaz, açık sarımsı renkte, saydam ve yarı saydamdır.

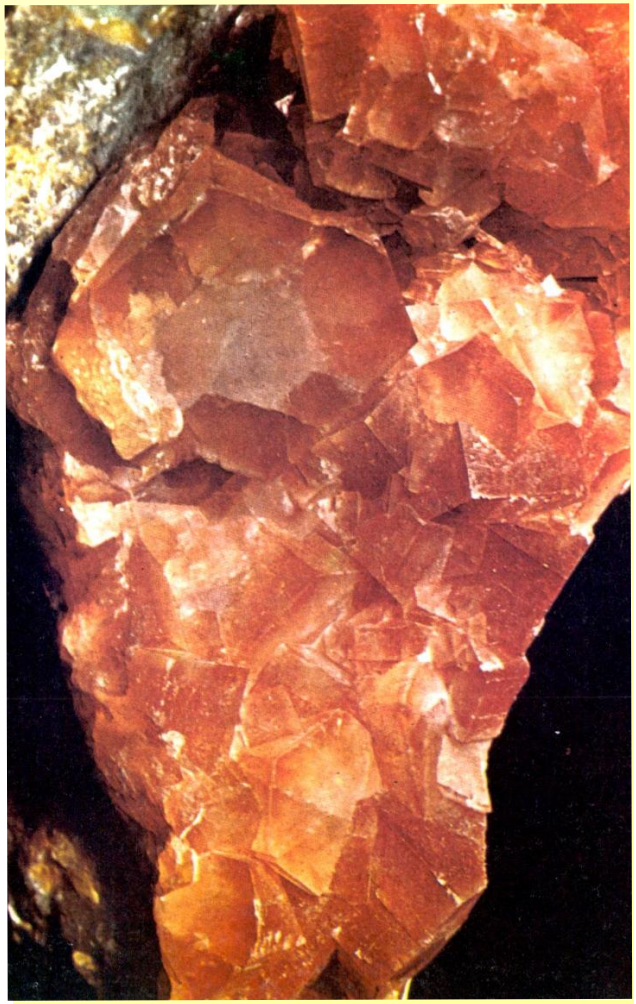
Bileşimi: %56 CaO ve %44 CO_2 içerir. Aragonit kalsitle polimorftur. Ca yerine Sr, Pb ve Zn geçebilir. Aragonit kalsite nazaran duraysızdır. Açık havada ısıtılırsa 400°C'de kalsit'e dönüşür. Dönüşüm karbonat çözeltisinde oda sıcaklığında da oluşabilir.

Tanınması: Kalsit'ten romboedr diliniminin yokluğu ve asiküler kristal şekli ile ayrılır. HCl'de köpürür.

Bulunuşu: Aragonit kalsit kadar yaygın değildir. Genellikle kalsite göre daha yüksek sıcaklıklarda oluşur. İnciye benzeyen pek çok hayvan kabuğu ve incinin kendisi aragonitten yapılmıştır. Aragonit sıcak su kaynaklarında, serpantinit ve bazaltlarda kabuklar halinde veya boşluklarda bulunur. Ayrıca bazı damar ve boşluklarda kalsit ve dolomit ile beraber, oksidasyon zonlarında ise ikincil mineral olarak gelişen smithsonit ve malakit gibi minerallerle birlikte görülür.

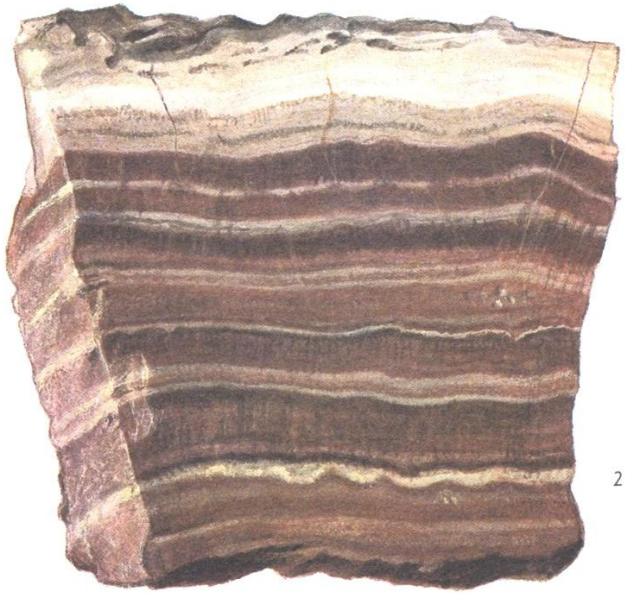
ARAGONİT ($CaCO_3$)





Aragonit İkizleri





ARAGONİT



MALAKİT ($Cu_2CO_3(OH)_2$)

Kristallografi: Monoklinik sistemde kristallenir ve kristallerine seyrek rastlanılır. İğne gibi kristalleri bir arada demete benzer toplu şekilde bulunur. Çoğunlukla yumru, böbreğimsi, salkımsı, sarkıt dikit ve taneli yığışımlar şeklinde görülür.

Fiziksel Özellikleri: Sertliği 3.5-4 arasında ve yoğunluğu da 3.5-4 arasındadır. Camsı veya elmas parıltılıdır, lifsel türleri ipek parlaklığında, toprağımsı olanlar ise mattır. Renk parlak yeşil, çizgi rengi soluk yeşildir.

Bileşimi: %71.9 CuO, %19.9 CO_2 ve %8.2 H_2O içerir. Cu içeriği %57.4'tür.

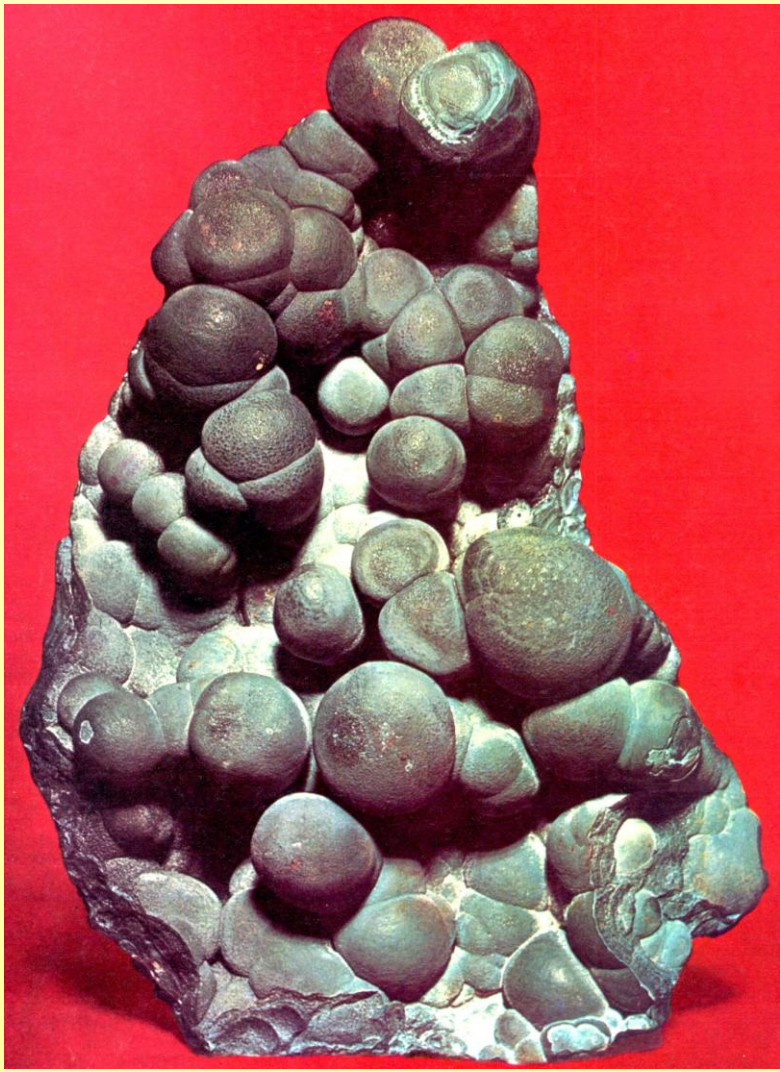
Tanınması: Üfleçte erir ve kömür üzerinde bakır taneciği verir. Kapalı tüpte ısıtılırsa su açığa çıkarır. Böbreğimsi görünümü, parlak yeşil rengi ve HCl''e köpürmesi ile tanınır.

Bulunuşu: Malakit yaygın bulunan ikincil bir bakır mineralidir. Bakırlı cevherlerin oksidasyon zonlarında görülür, azurit, nabit bakır ve küprit ile birlikte oldukça yaygın olarak bulunur.

MALAKİT ($Cu_2CO_3(OH)_2$



Konkresyonlu Malakit



AZURİT ($Cu_3(CO_3)_2(H_2O)_2$)

Kristallografi: Monoklinik sistemde kristallenir. Kristalleri kısa prizma veya tabüler şekilde oluşur. Genellikle böbreğimsi, ışınsal demetler ve küresel gruplar halinde görülür.

Fiziksel Özellikleri: Sertliği 3.5-4 arasında ve yoğunluğu 3.8'dir. Camsı parıltılı ve koyu mavi rengindedir.

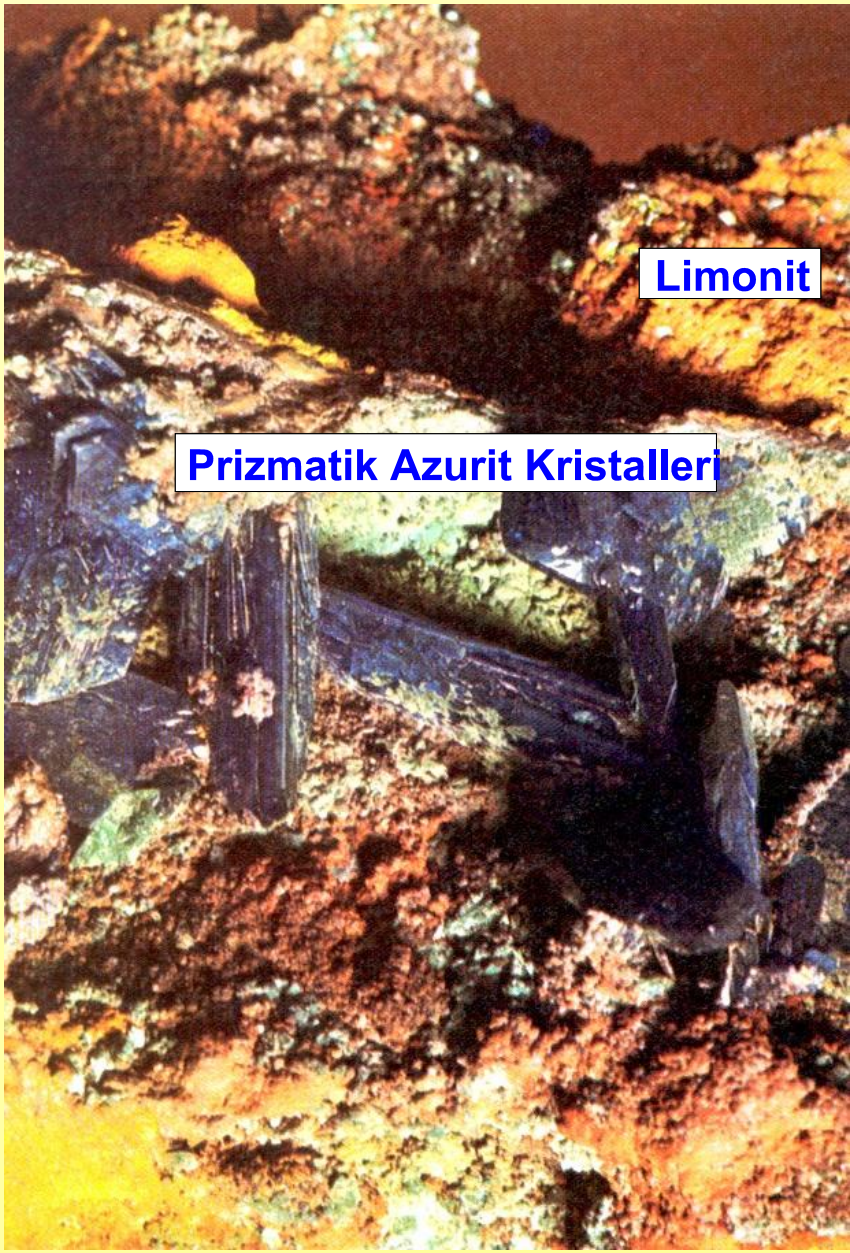
Bileşimi: %69.2 CuO, %25.6 CO_2 ve %5.2 H_2O içerir. Bakır içeriği %55.3'tür.

Tanınması: Koyu mavi rengi ile tanınır. HCl'de köpürerek çözünür. Üfleç alevinde erir ve kömür üzeride bakır taneciği verir. Kapalı tüpte ısıtılırsa su açığa cıkarır. Azurit bazen değişerek malakite dönüşür.

Bulunuşu: Malakite oranla daha az bulunur. Malakitle beraber aynı ortam koşullarında bulunur.

AZURİT $Cu_3(CO_3)_2(H_2O)_2$





NİTRATLAR

Nitratlar anyon olarak (NO_3) içerirler ancak duraylı olmadıkları için doğada nitrat mineralleri çok sınırlıdır. Isıtıldığında oksijen oksijen açığa çıktığından parlayarak yanarlar.

Önemli olan nitratlar şunlardır:

Nitratin (Soda Nitrat)	$NaNO_3$
Güherçile	KNO_3

NİTRATİN (Soda Nitrat, Şili Güherçilesi) ($NaNO_3$)

Kristallografi: Trigonal sistemde kristallenir ve kristallerine seyrek rastlanılır. Çoğu kez masif ve kabuk şeklinde görülür. Kristalleri kalsit kristallerine benzer.

Fiziksel Özellikleri: Sertliği 1-2 arasında ve yoğunluğu 2.3'tür. Camsı parıltılı renksiz, beyaz, kırmızı, kahve, gri ve sarı renklerde görülür. Saydam ve yarı saydamdır. Çok kuvvetli nem çekicidir ve tadı serinleticidir.

Bileşimi: %36.5 Na_2O ve %63.5 N_2O_5 içerir.

Tanınması: Suda kolay çözünür ve alevde parlayarak yanar, serinletici bir tad verir, kuvvetli bir nem çekicidir ve dili çeker. Bu özellikleri ile kolayca tanınır.

Bulunuşu: Çok kurak iklimlerde jips, anhidrit ve diğer tuzlarla birlikte bulunur. Kuzey Şili ve Bolivya'da çok geniş yataklar oluştururular.

GÜHERÇİLE (KNO_3)

Kristallografi: Ortorombik sistemde kristallenir. Genellikle ince kabuk veya iğne görünüşlü asiküler kristaller halinde bulunurlar. (110) ikizi çok yaygındır. Aragonit gibi yalancı hekzagonal gruplar oluştururlar.

Fiziksel Özellikleri: (011) dilinimi mükemmel, sertliği 2 ve yoğunluğu 2.1'dir. Camsı parıltılı ve yarı saydam olup beyaz renklidir.

Bileşimi: %46.5 K_2O ve %53.5 N_2O_5 içerir.

Tanınması: Üfleçte kolay erir, alevi mora boyar ve suda kolay çözünür. Serinletici tadı vardır. Nem çekmez ve bu özelliği ile Nitratinden ayrılır.

Bulunuşu: Nitratin kadar yaygın değildir. İnce kabuklar halinde buharlaşma sonucu toprak ve kayalar üzerinde oluşabilir. Bazı toprak türlerinin bir bileşeni şeklinde zenginleşme gösterebilir.

BORATLAR

Boryum üç oksijen ile birleşerek $(BO_3)^{-3}$ anyon kökünü oluşturur. Doğada Ca, Na, Sr, Mg gibi katyonlar bu kökle birleşerek yaklaşık 100 kadar minerali oluştururlar. Borasit hariç bütün boratlarda kristal suyu vardır.

Volkanizma civarındaki bağlantısız göllerde volkanizmadan eklenen Bor elementinin bu gölün içinde evaporitik olarak çökelmesiyle oluşurlar. Batı Anadolu'da Neojen gölleri içinde çökelen bor mineralleri Dünyanın en önemli bor cevherleşmesini oluşturmuşlardır.

Bu yataklarda görülen başlıca bor mineralleri şunlardır:

Boraks	$Na_2B_4O_7.10H_2O$
Kernit	$Na_2B_4O_7.4H_2O$
Uleksit	$NaCaB_5O_9.8H_2O$
Pandermit	$Ca_4B_{10}O_{13}.7H_2O$
İnyonit	$Ca_2B_6O_{11}.13H_2O$
Meyerhoferit	$Ca_2B_6O_{11}.7H_2O$
Kolemanit	$Ca_2B_6O_{11}.5H_2O$
Hidroborasit	$CaMgB_6O_{11}.6H_2O$
Veaçit	$Sr_4B_{22}O_{37}.7H_2O$
Tunelit	$SrB_6O_{10}.4H_2O$

BORAKS ($Na_2B_4O_7.10H_2O$)

Kristallografi: Monoklinik sistemde kristallenir. Kristaller prizmatik şekilde bazen büyük, masif ve kabuk şeklinde de görülür.

Fiziksel Özellikleri: (100)'a göre mükemmel dilinimlidir. Sertliği 2-2.5 arasında ve yoğunluğu 1.7'dir. Cam parıltılı, renksiz veya beyaz renkli, yarı saydam olup tatlımsı alkali tadındadır. Berrak kristalleri açık havada suyunun bir kısmını kaybederek tinkalkanit'e ($Na_2B4O_7.5H_2O$) dönüşür ve tozlu beyaz bir renk oluşur.

Bileşimi: %16.2 Na_2O, %36.6 B_2O_3 ve %47.2 H_2O içerir.

Tanınması: Kristal şekli ve havanın etkisiyle üzerini kaplayan beyaz tozlu görünüşü ile tanınır. Üfleç alevinde köpürerek erir ve boraks incisi verir. Suda çözünür, ısıtılmasıyla şişerek kolayca ergir ve berrak bir cam bırakır.

Bulunuşu: Bor mineralleri içinde en sık bulunandır. Kapalı havzalarda buharlaşma yolu ile çökelir. Diğer bor mineralleri ile birlikte oluşur. Demir emayesi, deterjan, seramik ve cam sanayisinin önemli bir maddesidir.

BORAKS

BORAKS ($Na_2B_4O_7.10H_2O$)



ULEKSİT ($NaCaB_5O_9.8H_2O$)

Kristallografi: Triklinik sistemde kristtalenir. Genellikle yuvarlak köşeli, yığışımlar, asiküler veya kılcal kristalli, gevşek yapılı lif, rozet veya pamuk yumağı görünümündedir.

Fiziksel Özellikler: (010)'a göre mükemmel dilinimli, sertliği2.5 (yığışım halindeki örneklerde serlik 1 dir) yoğunluğu ise 1.96'dır. İpek veya cam parıltılı olup rengi beyazdır.

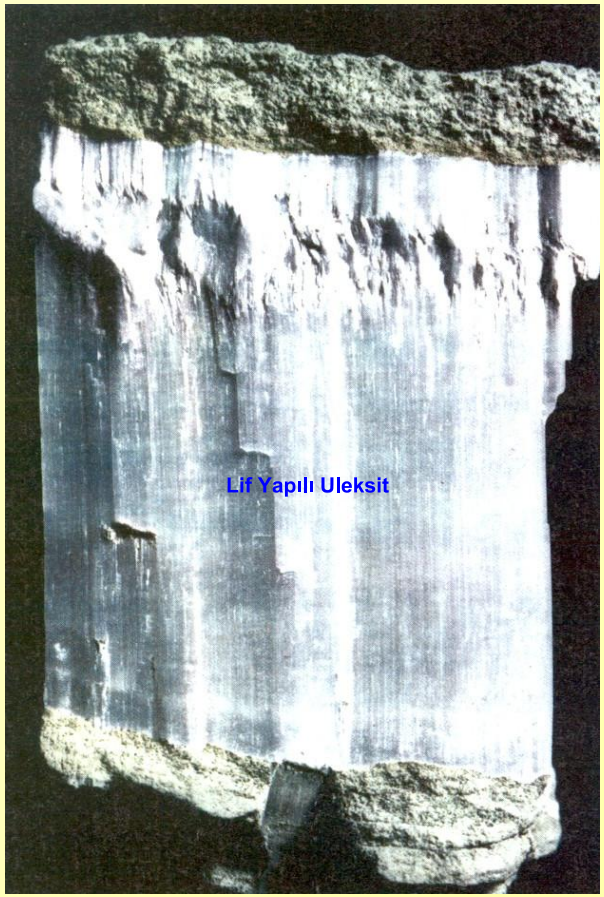
Bileşimi: %7.7 Na_2O, %13.8 CaO, %43 B_2O_3 ve %35.5 H_2O içerir. Ayrıca bir miktar K_2O ve MgO bulunur.

Tanınması: İpek parlaklığı, yumuşak pamuk yumağı görünümü veya lifsel konumu, düşük özgül ağırlığı ile tanınır. Soğuk suda çözünmez ancak sıcak suda çözülür. Üfleçte köpürerek ergir.

Bulunuşu: Göllerde buharlaşma ürünü olarak çökelme yolu ile meydana gelir. Bor yataklarında boraks ve kolemanit ile birlikte bulunur.

ÜLEKSİT

ULEKSİT ($NaCaB_5O_9 \cdot 8H_2O$





KOLEMANİT ($Ca_2B_6O_{11}.5H_2O$)

Kristallografi: Monoklinik sistemde kristallenir. Genellikle kısa prizmatik, masif kompakt ve taneli olarak bulunur.

Fiziksel Özellikleri: (010)'a göre mükemmel dilinimli, sertliği 4-4.5 ve yoğunluğu 2.4'tür. Camsı parıltılı olup renksiz, beyaz, sarımsı veya gri olabilir.

Bileşimi: %27.2 CaO, %50.9 B_2O_3 ve %21.9 H_2O içerir.

Tanınması: Üfleçte çıtırdar ve alevi yeşil'e boyar. Kapalı tüpte ısıtılırsa bolca su açığa çıkarır. Kristal şekli ve boraks'a göre daha sert olması ile tanınır.

Bulunuşu: Tersiyer yaşlı göl çökelleri içinde diğer bor mineralleri ile birlikte kil ve kalkerli malzemelerle beraber bulunur. Balıkesir, Kütahya, Eskişehir ve Bursa'da Neojen yaşlı kalker, marn, kil ve tüf tabakaları içerisinde çoğunlukla 2-3 m kalınlığında seviyeler şeklinde killerle karışık olarak bulunur.

KOLEMANİT ($Ca_2B_6O_{11}.5H_2O$)



SÜLFATLAR

Anyon grubu olarak $(SO_4)^{-2}$ içeren sülfat grubu mineraller susuz sülfatlar ve sulu sülfatlar olmak üzere iki grupta toplanırlar.

Önemli olan başlıca sülfatlar şunlardır:

Susuz Sülfatlar

Barit	$BaSO_4$
Sölestin	$SrSO_4$
Anglesit	$PbSO_4$
Anhidrit	$CaSO_4$

Susuz Hidroksit içeren Sülfatlar;

Alunit	$KAl_3(SO_4)_2(OH)_6$
Jarosit	$KFe_3(SO_4)_2(OH)_6$

Sulu Sülfatlar

Jips	$CaSO_4.2H_2O$
Kalkantit	$CuSO_4.5H_2O$
Epsomit	$MgSO_4.7H_2O$
Melanterit	$FeSO_4.7H_2O$

BARİT ($BaSO_4$)

Kristallografi: Ortorombik sistemde kristallenir. Kristalleri genellikle tabuler şekilli, bazen prizmatik, lifli, taneli veya toprağımsı görünümde bulunur.

Fiziksel Özellikleri: (001) yüzeyine göre dilinimi mükemmel, sertliği 2.5-3.5 arasında ve yoğunluğu 4.5'tur. Camsı parıltılı, bazen inci parıltılıdır. Saydam ve yarı saydamdır. Rengi renksiz, beyaz, sarı, kırmızı, kahve, mavi veya yeşil olabilir.

Bileşimi: %65.7 BaO ve %34.3 SO_3 içerir. Baryum yerine Stronsuyum geçerek sölestine kadar uzanan bir katı eriyik serisi oluşabilir.

Tanınması: Yüksek yoğunluğu, karakteristik dilinimi ve kristal şekilleri ile tanınır. Üfleç alevinde ergir ve alevi yeşile boyar.

Bulunuşu: Çok yaygın bir mineraldir. Metalik cevher damarlarında gang minerali olarak kurşun, bakır, çinko ve gümüş cevherleri ile birlikte, kireçtaşlarında kalsitle birlikte bulunur. Ayrıca bazı kumtaşlarının çimentosunu oluşturur.

BARİT ($BaSO_4$)





BARİT



SÖLESTİN ($SrSO_4$)

Kristallografi: Ortorombik sistemde kristallenir. Kristaller tabuler veya prizmatik şekillerde görülür. Bazen ışınsal demet, taneli veya böbreğimsi olabilir.

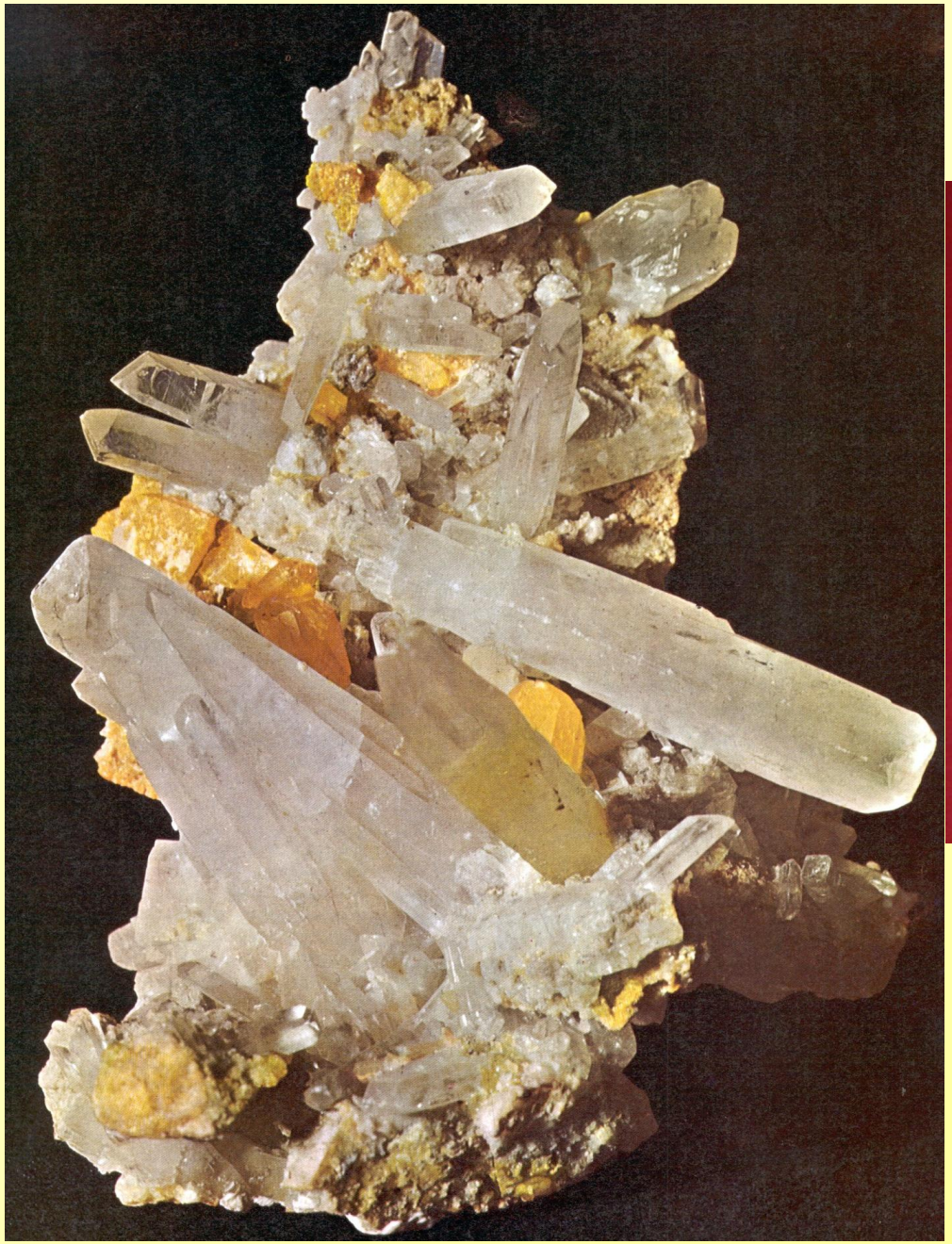
Fiziksel Özellikleri: (001)'e göre mükemmel dilinimli, sertliği 3-3.5 arasında ve yoğunluğu 4'tür. Camsı parıltılı, rengi genellikle açık mavi bazen renksiz, beyaz ve kırmızımsı olabilir. Saydam ve yarı saydamdır.

Bileşimi: %56.4 SrO ve %43.6 SO_3 içerir. Stronsuyum yerine Baryum geçerek Barit'e kadar uzanan bir katı eriyik serisi oluşabilir.

Tanınması: Barit'e benzer ancak yoğunluğu daha azdır. Üfleçte çıtırdayarak erir ve beyaz kürecik verir. Alevi kırmızıya boyar.

Bulunuşu: Sölestin sedimanter kayaçlar içinde oluşur. Özellikle dolomitin boşluk ve oyuklarında barit, jips, halit, anhidrit, kalsit, dolomit ve fluorit ile birlikte gelişir. Ayrıca hidrotermal damarlarda gang minerali olarak galen ve sfelarit ile birlikte oluşur.

SÖLESTİN ($SrSO_4$)





ANHİDRİT ($CaSO_4$)

Kristallografi: Ortorombik sistemde kristallenir ve kristallerine seyrek rastlanılır. Genellikle masif, taneli veya lifi olabilir.

Fiziksel Özellikleri: Sertliği 3-3.5 arasında ve yoğunluğu ise 3'tür. Camsı ve inci parıltılı, rengi renksiz, beyaz, açık mavimsi, gri ve bazen kırmızı olabilir.

Bileşimi: %41.2 CaO ve %58.8 SO_3 içerir.

Tanınması: Jips'ten daha sert olmasıyla, kalsitten ise daha yoğun olmasıyla ayrılır. Kolay kırılır, üfleçte ergiyerek beyaz inci verir. Yoğun sülfat asitinde çözünür. Rutubetli havada veya suda değişime uğrar, 2 molekül kristal suyu alarak Jips'e dönüşür.

Bulunuşu: Anhidrit bir evaporit minerali olup yaklaşık 42°C'de deniz suyundan çökelme yoluyla oluşur. Jips ve halit ile birlikte bulunur. Bazen tuz domu şapkalarında da oluşabilir.

JİPS ($CaSO_4.2H_2O$)

Kristallografi: Monoklinik sistemde kristallenir. Kristalleri çoğunlukla büyük ve güzel olur, genellikle tabuler, taneli, iğnemsi, masif ve gevşek agrega şeklinde bulunur. Jips (100) yüzeyine göre sıkça mızrak ikizi gösterir.

Fiziksel Özellikleri: (010)'a göre mükemmel dilinimi vardır. Bu nedenle kolaylıkla yapraklar halinde ayrılır. Sertliği 2 ve yoğunluğu 2.3'tür. Camsı, ipek ve inci parıltılıdır. Renksiz, beyaz, gri, bazen sarının tonları, kırmızı veya kahve olabilir. Saydam ve yarı saydamdır. İpek parlaklığı gösteren lifi türlerine **saten spar**, renksiz ve geniş dilinim levhası veren türlerine **selenit**, ince taneli masif jipslere de **alabastr** veya **albatr** adı verilir.

Bileşimi: %32.6 CaO, %46.5 SO_3 ve %20.9 H_2O içerir.

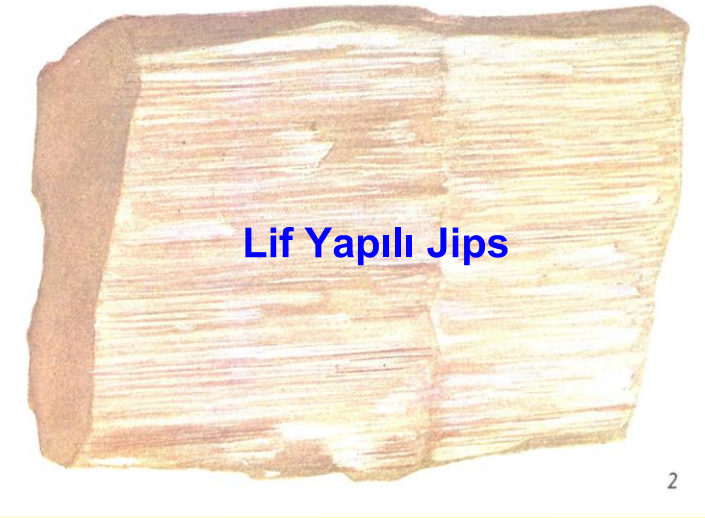
Tanınması: Yumuşaklığı (tırnakla çizilir) ve üç doğrultudaki dilinimi ile tanınır. Sıcak ve seyreltik HCl'de çözünür. Kapalı tüpte ısıtılırsa beyazlaşır ve bol su verir. Jips 120°C ye ısıtıldığında suyunun ¾ ünü kaybederek alçı'ya dönüşür. Bundan dolayı Jips'e alçıtaşı da denilmektedir. Jips 190°C ısıtılırsa suyunun hepsini kaybeder ve anhidrit'e dönüşür.

Bulunuşu: Jips doğada en çok bulunan bir sülfat minerali olup çeşitli jeolojik devirlerde çok büyük yataklar yapmıştır. Sedimanter kayaçlarda çok yaygın olan ve çok kalın yataklar yapabilen bir mineraldir. Bir evaporitik mineral olan jips, tuz yataklarında deniz suyunun buharlaşması ile ilk oluşan mineraldir. Dolayısıyla tuz yataklarının tabanında bulunur. Ayrıca volkanik bölgelerde ve metalik cevher damarlarında gang minerali olarak bulunur. Pek çok mineralle beraber görülen jips en çok halit, anhidrit, dolomit, kalsit, pirit, kükürt ve kuvarsla beraber oluşur.

JİPS ($CaSO_4.2H_2O$)



1



2



JİPS





WOLFRAMİT (TUNGSTAT) VE MOLİBDATLAR

Wolframit	**$(FeMn)WO_4$**
Şeelit	**$CaWO_4$**
Wulfenit	**$PbMoO_4$**

WOLFRAMİT ($(Fe-Mn)WO_4$)

Kristallografi: Monoklinik sistemde kristallenir. Kristaller genellikle tabuler veya prizmatik halde görülür, kristal yüzeyleri paralel çizgiler gösterir. Ayrıca sütunsal yığışımlar ve masif olarak da bulunabilir. (100) yüzeyine göre ikizler de gösterir.

Fiziksel Özellikleri: (010)'a göre mükemmel dilinimli olup sertliği 5-5.5 arasında ve yoğunluğu 7-7.5 arasında değişir. Yağımsı, yarı metalik parıltılı, rengi grimsi siyah (Ferberit) ve kahverengimsi siyahtir (Hübnerit). Çizgi rengi kahverengimsi siyahtir.

Bileşimi: Fe ve Mn birbirlerinin yerlerini alarak ferberit ($FeWO_4$) ile hübnerit ($MnWO_4$) arasında katı eriyik serisi oluştururlar.

Tanınması: Koyu rengi, dilinimi ve yüksek yoğunluğu ile tanınır. Üfleçte zor ergir ve magnetik kürecik yapar, bazen alterasyona uğrayıp şeelit'e dönüşebilir.

Bulunuşu: Önemli wolfram cevheridir. Yüksek sıcaklıklı hidrotermal damarlarda kuvars damarlarında ve pegmatitlerde kassiterit, manyetopirit, turmalin, galen, sfelarit ve kuvarsla birlikte bulunur.

WOLFRAMİT (Fe-Mn) WO_4





ŞEELİT ($CaWO_4$)

Kristallografi: Tetragonal sistemde kristallenir. Kristalleri genellikle bipramidal, masif ve taneli olabilir, girik ikizleri yaygındır.

Fiziksel Özellikleri: Sertliği 4.5-5 ve yoğunluğu 5.9-6.1'dir. Camsı veya elmas parıltılı, renk beyaz, bazen sarı, yeşil, kahve ve kırmızı olabilir. Yarı saydamdır ve genellikle fluoressans özelliğine sahiptir.

Bileşimi: %80.6 WO_3 ve %19.4 CaO içerir. W yerine kısmen Mo geçerek kısmi katı eriyik çözeltisi oluşturur.

Tanınması: Bipramidal şekli, yüksek yoğunluğu ve fluoressans özelliği ile tanınır. Üfleçte zor erir.

Bulunuşu: Şeelit wolframit ile birlikte pegmatitlerde ve yüksek sıcaklıklı hidrotermal damarlarda kassiterit, molibdenit, flüorit ve topaz ile birlikte bulunur. Ayrıca kontakt metamorfik yataklarda idokraz, granat ve wollastonit ile beraber görülür.

ŞEELİT ($CaWO_4$)



FOSFAT, ARSENAT VE VANADATLAR

Bu grupta doğada en az 240 cins mineral bulunur. Ancak birçokları nadir olarak görülürler. Çoğunlukla düşük ısıda oluşurlar ve büyük bir kısmının kristal yapılarında su bulunur. $(PO_4)^{-3}$, $(AsO_4)^{-3}$ ve $(VO_4)^{-3}$ anyon grupları orta büyüklükte katyonlarla birleşmişlerdir.

Bu grubun önemli olan mineralleri şunlardır:

Trifillit	$Li(Fe,Mn)PO_4$
Litiofillit	$Li(Mn,Fe)PO_4$
Monozit	$(Ce,La,Y,Th)PO_4$
Apatit	$Ca_5(F,Cl,OH)(PO_4)_3$
Piromorfit	$Pb_5Cl(PO_4)_3$
Vivianit	$Fe_3(PO_4)_2.8H_2O$
Vanadinit	$Pb_5Cl(VO_4)_3$
Eritrin	$Co_3(AsO_4)_2.8H_2O$
Ambligonit	$Li\ Al\ F\ PO_4$
Vavellit	$Al_3(OH)_3(PO_4)_2.5H_2O$
Turkuvaz	$CuAl_6(PO_4)_4(OH)8.2H_2O$
Autunit	$Ca(UO_2)_2(PO_4)_2.10\text{-}12H_2O$
Torbernit	$Cu(UO_2)(PO_4)2.8\text{-}12H_2O$
Karnotit	$K_2(UO_2)(VO_4)_2.3H_2O$

APATİT ($Ca_5(F,Cl,OH)(PO_4)_3$)

Kristallografi: Hekzagonal sistemde kristallenir. Kristalleri çoğunlukla uzun prizmatik bazıları kısa prizmatik veya tabuler görünüştedir. Kristal uçları pramidle son bulur. Ayrıca taneli ve masif olarak da oluşur.

Fiziksel Özellikleri: Sertliği 5 ve yoğunluğu 3.1-3.3 arasındadır. Cam veya reçine parıltılıdır. Renk yeşilin tonları, mavi, renksiz, kahverengi veya kırmızı olabilir. Saydam veya yarı saydamdır.

Bileşimi: Genellikle Florapatit $Ca_5F(PO_4)_3$, daha az olarakda klorapatit $Ca_5Cl(PO_4)_3$ ve hidroksil apatit $Ca_5OH(PO_4)_3$ şeklinde bulunur. F, Cl ve OH birbirlerinin yerini alarak tam bir seri oluştururlar.

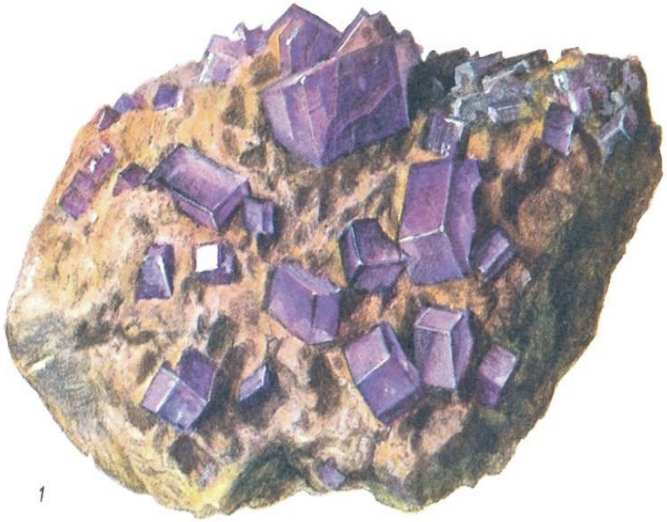
Tanınması: Üfleçte güçlükle yalnız uçları eriyebilir. Asitlerde kolay çözünür. Apatit genellikle rengi ve sertliği ile tanınır. Beril'den piramitle son bulan kristal şekli ve çakıyla çizilmesi ile ayırt edilir. Apatit birçok minerallere benzeyebilir. Bundan dolayı aldatan, aldatıcı anlamına gelen apatit ismi verilmiştir. Kristalleri kuvars, nefelin ve beril'e benzer, agregatları ise ortoklaz ve olivine benzeyebilir.

APATİT ($Ca_5(F,Cl,OH)(PO_4)_3$)

Bulunuşu: Apatit fosfatlar içerisinde en yaygın olarak bulunan bir mineraldir. Her kayaç grubunda bulunabilir. Tali mineral olarak magmatik kayaçlarda, bazı yüksek sıcaklıklı hidrotermal damar ve pegmatitlerde iri kristaller şeklinde, kontakt ve rejyonal metamorfik kayaçlarda özellikle mermer ve skarnlarda görülür. Ayrıca bazı fosfat yataklarında **kollofan** olarak oluşur. Organik kalıntılardan (organizma kemik ve dişleri) uzun jeolojik devirler boyunca çökelen ve yığışan apatit ekonomik değerde sedimanter fosfat yataklarını oluşturur (Türkiye'de Mazı Dağı) ve doğal bir gübre niteliğindedir.

Kollofan: Çok ince taneli apatit kristallerinden oluşan masif fosfat kayalarına verilen isimdir. Çoğunlukla bir miktar $CaCO_3$ bulundurur. Yumrulu, yoğun ve masif görünümlüdür.

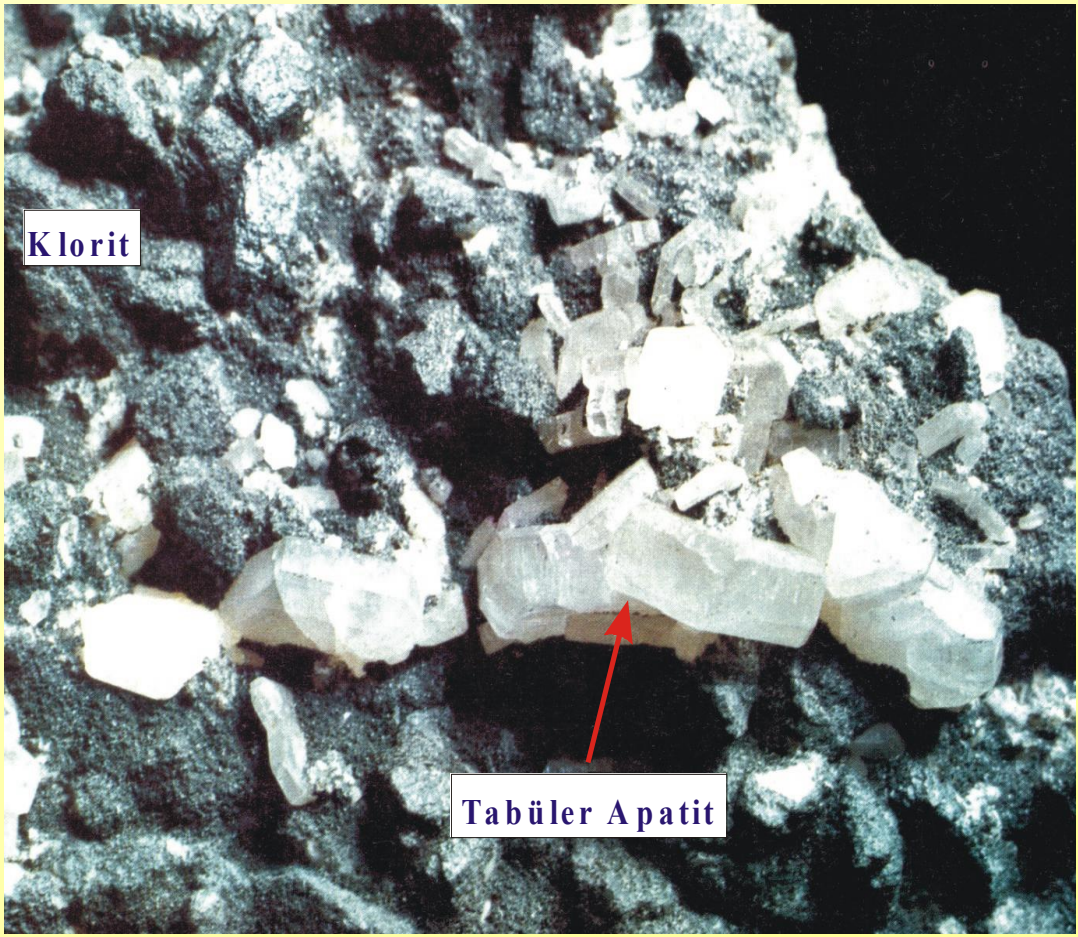
APATİT ($Ca_5(F,Cl,OH)(PO_4)$)



1



2



APATİT



TURKUVAZ (Firuze) ($CuAl_6(PO_4)_4(OH)_2.2H_2O$)

Kristallografi: Triklinik sistemde kristallenir. Ender olarak küçük kristaller halinde, genellikle kriptokristalin, masif, kompakt, böbreğimsi ve sarkıt şeklinde bulunur.

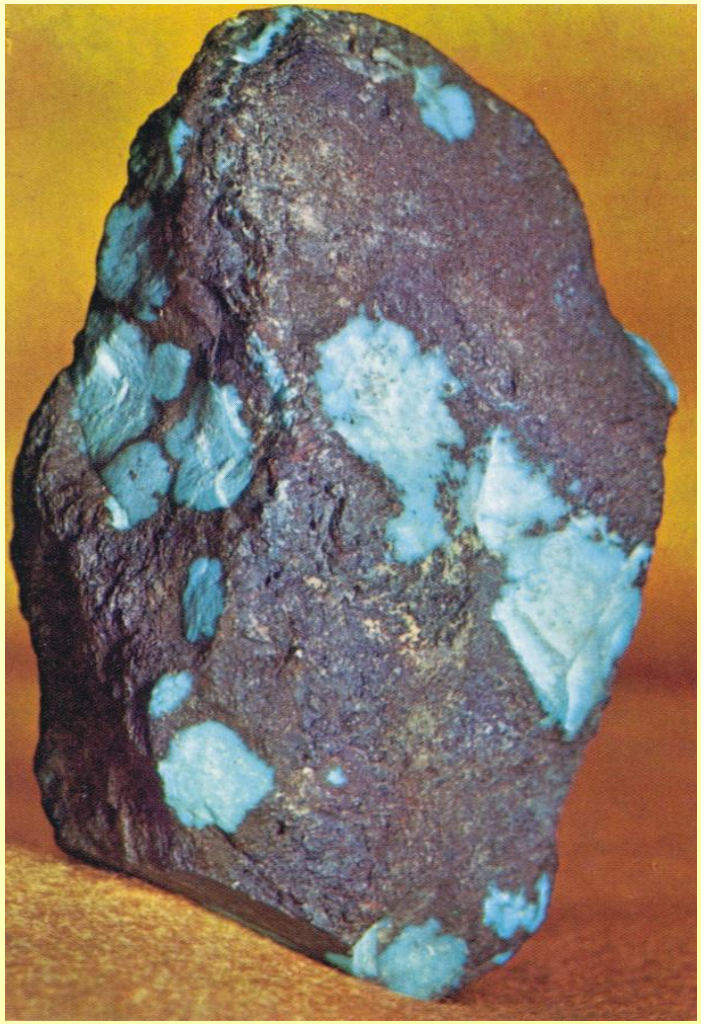
Fiziksel Özellikleri: Sertliği 5-6 ve yoğunluğu 2.6-2.8 arasındadır. Kırılması konkoidal, mum parıltısı görünümünde kristallerde ise camsı parıltılı, rengi gök mavisi, mavi, yeşilin tonları ve yeşilimsi gridir.

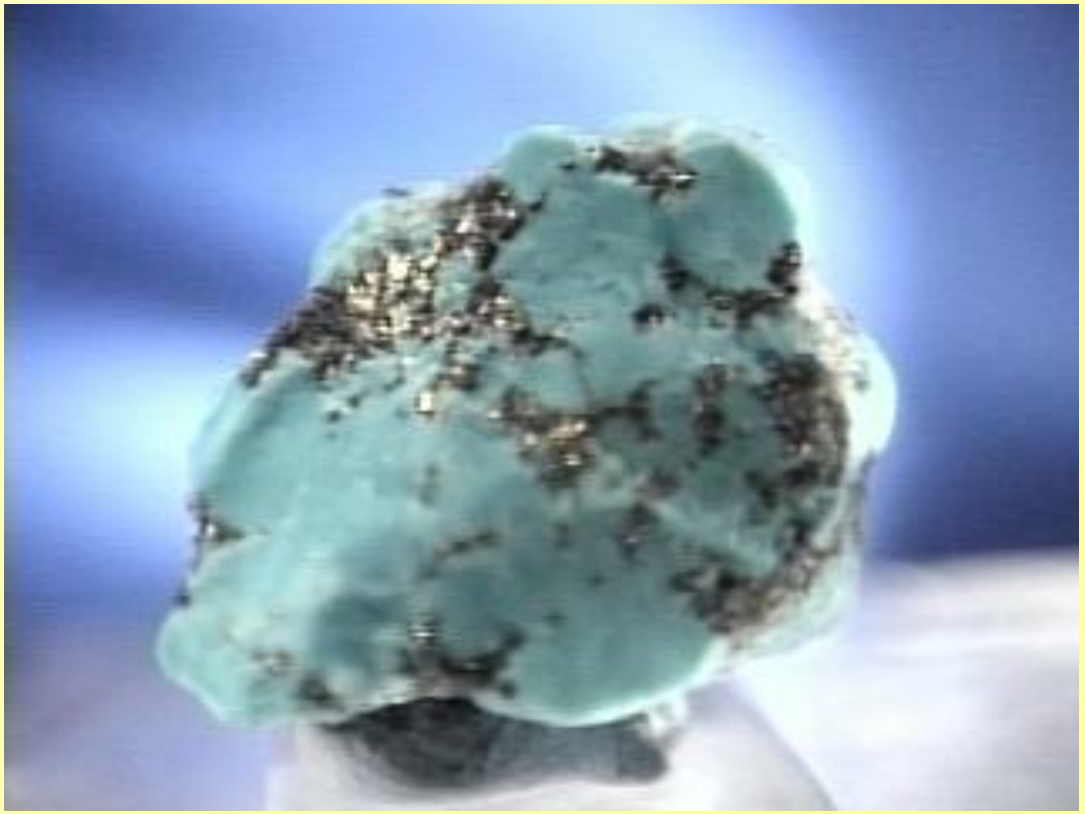
Tanınması: Rengi ile kolayca tanınır. Krizokol'a benzer fakat ondan daha serttir. Üfleçte erimez, asitlerde çözünür.

Bulunuşu: Turkuvaz ikincil bir mineral olup kurak bölgelerde bozunmuş volkanik kayaçları kesen ince damarlar içinde oluşur. Dünyada en çok İran'da Horasan yakınlarında trakitlerde bulunur.

TURKUVAZ

TURKUVAZ $Cu\,Al_6\,(PO_4)_4\,(OH)_2.2H_2O$

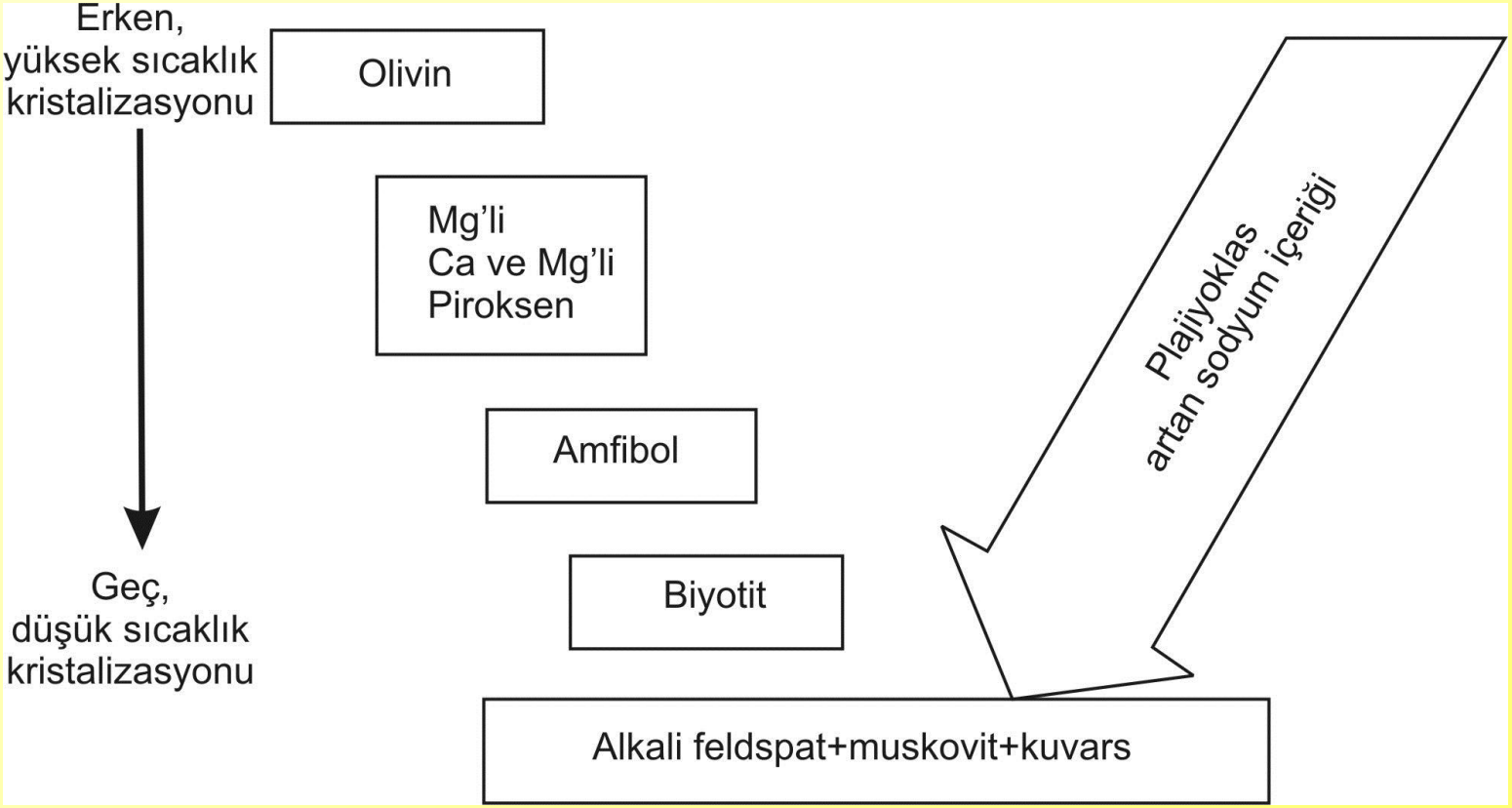




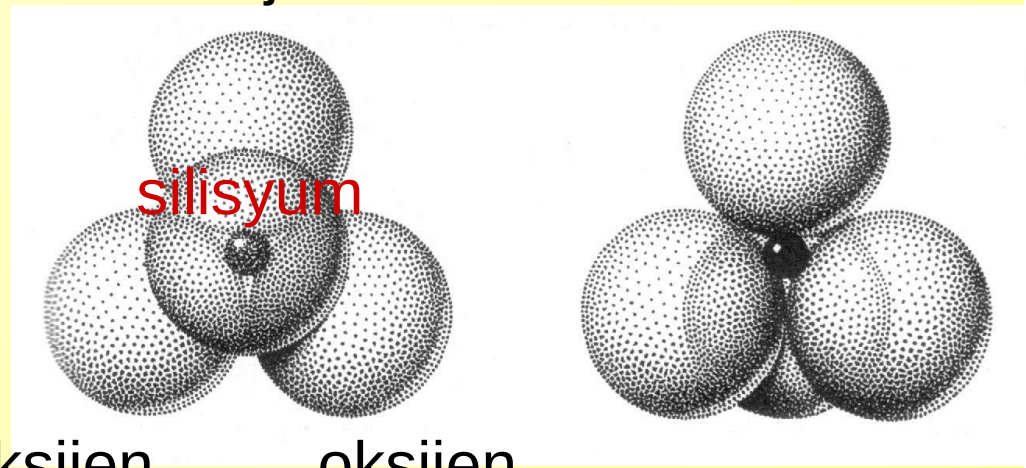
SİLİKATLAR

Silikat mineralleri doğada bulunan bütün minerallerin üçte birini, yer kabuğunun bileşiminin ise yüzde doksanını teşkil eder. Silikatlar yalnızca magmatik kayaçların değil aynı zamanda metamorfik kayaçların ve bazı sedimanter kayaçların esas minerallerini oluştururlar. Bunlarda sekiz mineral serisi; Olivinler, Piroksenler, Amfiboller, Mikalar, Feldispatlar, Kuvarslar, Alüminyumlu silikatkar ve Granatlar önemli olanlarıdır. Yer kabuğu bileşenlerinin %47'sini Oksijen (O), %28'ini Silis (Si) ve %8'ini Alüminyum (Al) oluşturur.

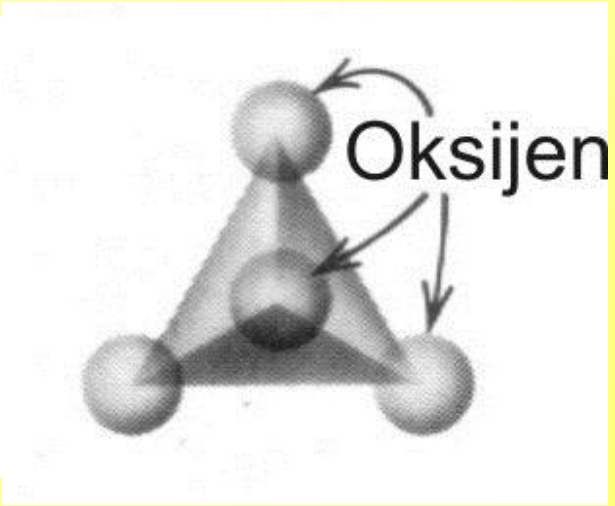
Silikatların esas elementi silisyumdur, silisyum doğada her zaman oksijen ile birleşmiş olarak bulunur. Bütün silikat yapılarında silisyumun oksijene göre koordinasyon sayısı 4'tür. Yani her silisyum dört oksijen atomuyla çevrelenmektedir. Silisyum ve oksijen arasındaki bağlar çok kuvvetli olup (%40 iyonik, %60 ise kovalent) oksijen atomları her zaman düzgün bir dörtyüzlünün köşelerinde yer alırlar. Bu dörtyüzlü $(SiO_4)^{-4}$ silikatların temel yapısal birimidir. Dört yüzlüde oksijen-oksijen uzaklığı 2.64 A° (Angström) ve silisyum-oksijen uzaklığı ise 1.62 A° dür. Bazen Si^{+4}, Al^{+3} tarafından O^{-2} ise $(OH)^{-1}$ ve F^{-1} tarafından ramplase (yerini alma) edilir.


Erken,
yüksek sıcaklık
kristalizasyonu
Olivin
Mg'li
Ca ve Mg'li
Piroksen
Amfibol
Biyotit
Alkali feldspat+muskovit+kuvars
Plajiyoklas
artan sodyum içeriği
Geç,
düşük sıcaklık
kristalizasyonu

oksijen



oksijen oksijen



tetrahedron

Farklı silikat yapıları $(SiO_4)^{-4}$ dörtyüzlülerinin çeşitli şekillerde birleşmeleriyle meydana gelirler.

Silisyum-oksijen dörtyüzlüsünün oluşturduğu yapı şekillerine göre silikatlar altı grup altında toplanırlar.

1. Ada Silikatları (Nezosilikatlar)

2. Çiftli Silikatlar (Sorosilikatkar)

3. Halka Silikatları (Siklosilikatlar)

4. Zincir Silikatları (İnosilikatlar)

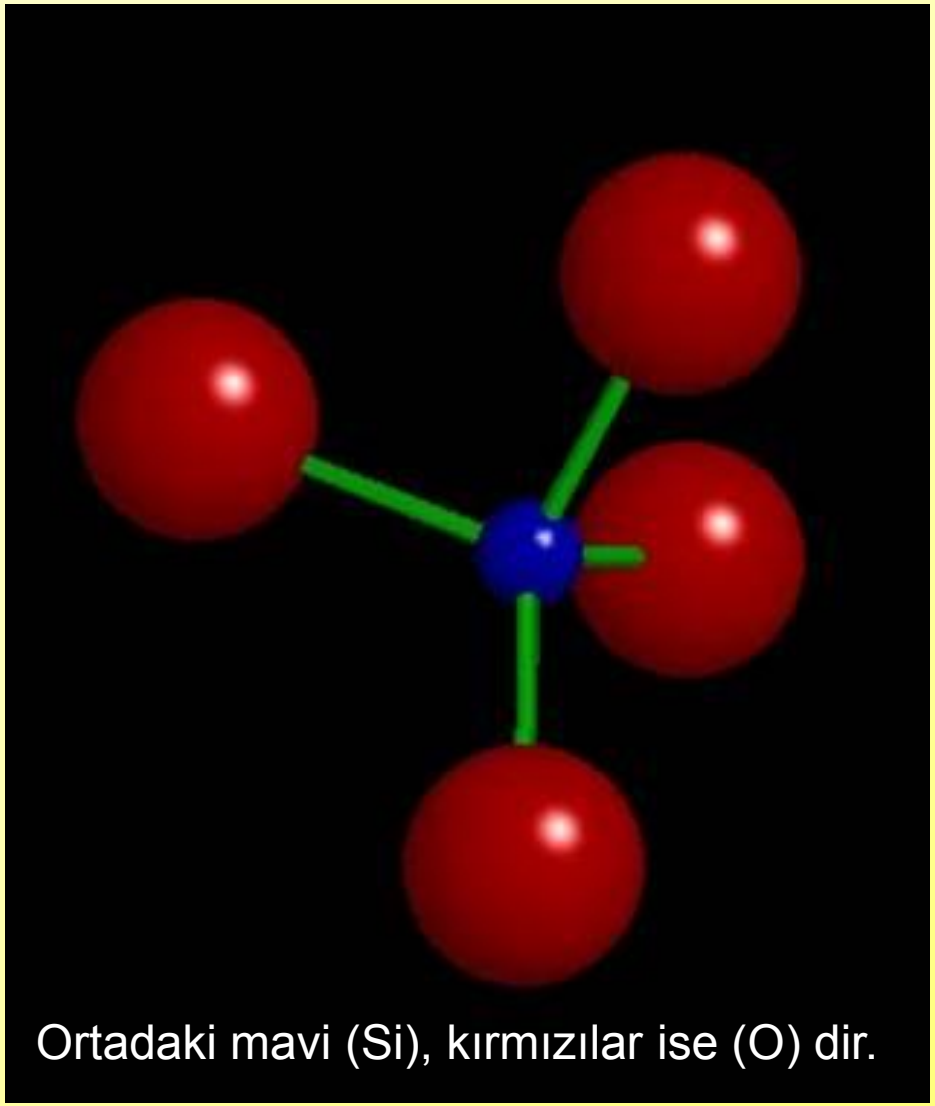
5. Tabaka Silikatları (Fillosilikatlar)

6.Çerçeve / Kafes Yapılı Silikatlar (Tektosilikatlar)

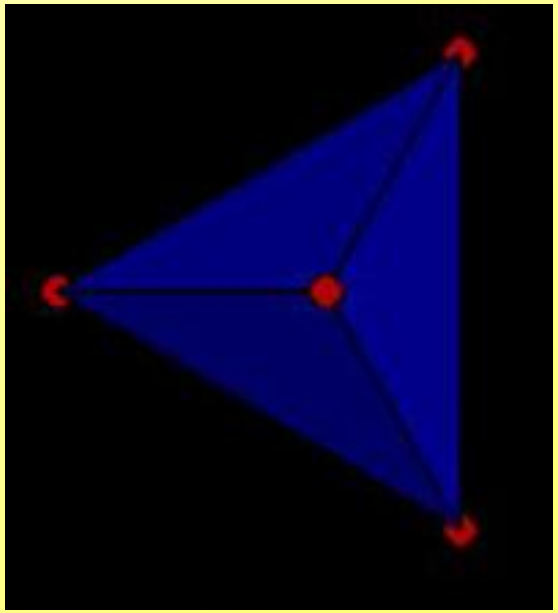
Silikat mineralleri sert ve refrakter (zor ergiyen) minerallerdir. Asit testi, üfleç, çizilme gibi yöntemlerle tanımlanamazlar. Işığı geçirme ve çift kırma özellikleri dolayısıyla ince kesitte polarize ışık altında tanınırlar.

Ada silikatları (Nezosilikatlar)

Serbest dörtyüzlülerden meydana gelir, burada bir silis 4 oksijen atomu ile birleşmiştir. Örnek: Olivin $(Mg,Fe)_2SiO_4$

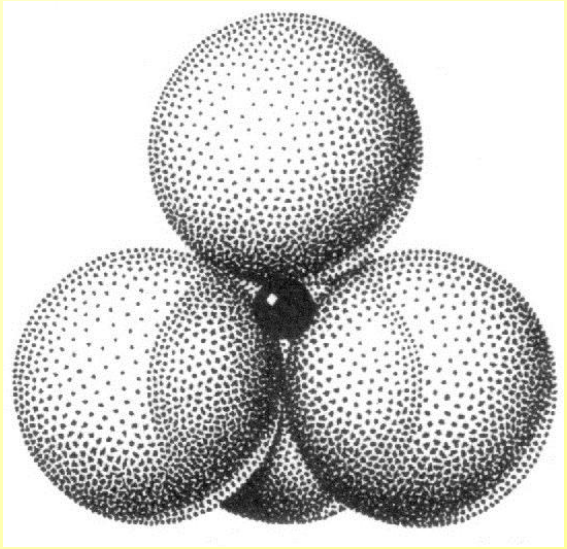


Ortadaki mavi (Si), kırmızılar ise (O) dir.

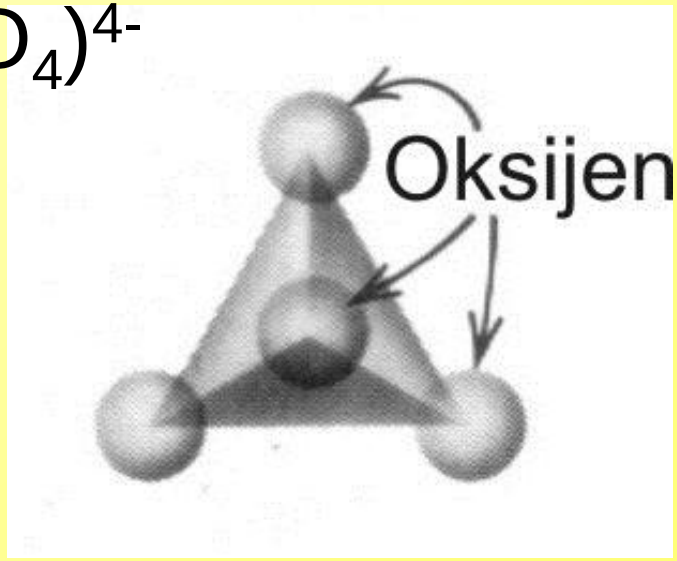


SiO4 tetrahedronu: kırmızılar (O), tetrahedronun merkezinde (görünmüyor) ise (Si) yeralmaktadır.

NEZOSİLİKATLAR

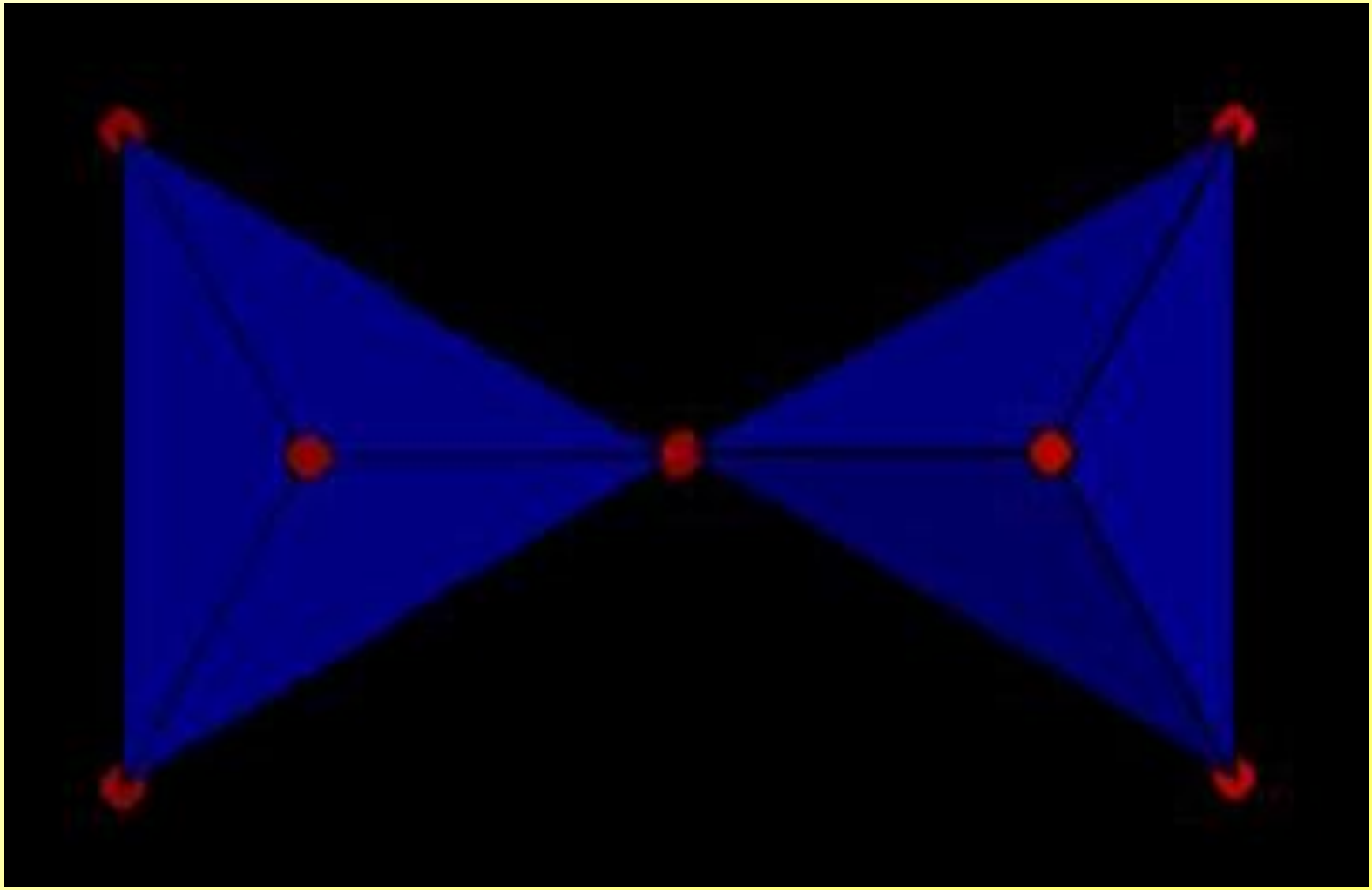


$(SiO_4)^{4-}$



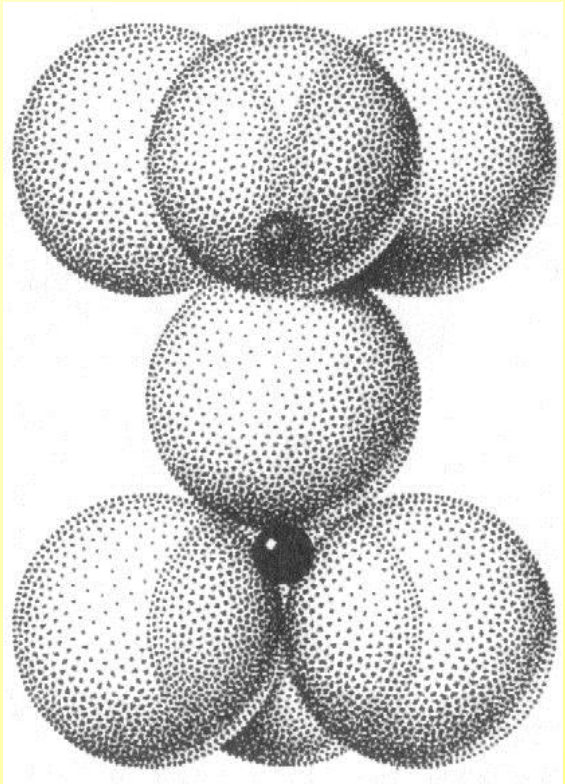
Çiftli Silikatlar (Sorosilikatlar)

İki dörtyüzlü bir oksijen paylaşarak birleşir. Örnek: Epidot ($Ca_2(Al,Fe)_3Si_3O_{12}(OH)$)

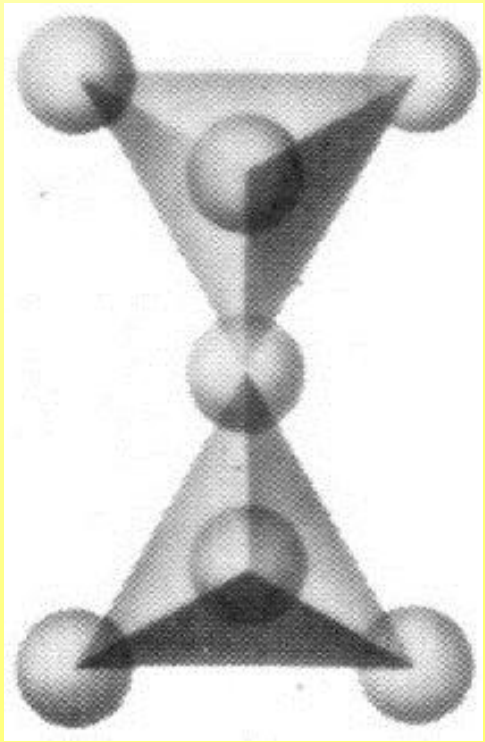


Bir oksijenini ortak kullanarak birbirine bağlanmış 2 tetrahedron: kırmızılar (O), tetrahedronun merkezinde (görünmüyor) ise (Si) yeralmaktadır.

SOROSİLİKATLAR



$(Si_2O_7)^{-6}$

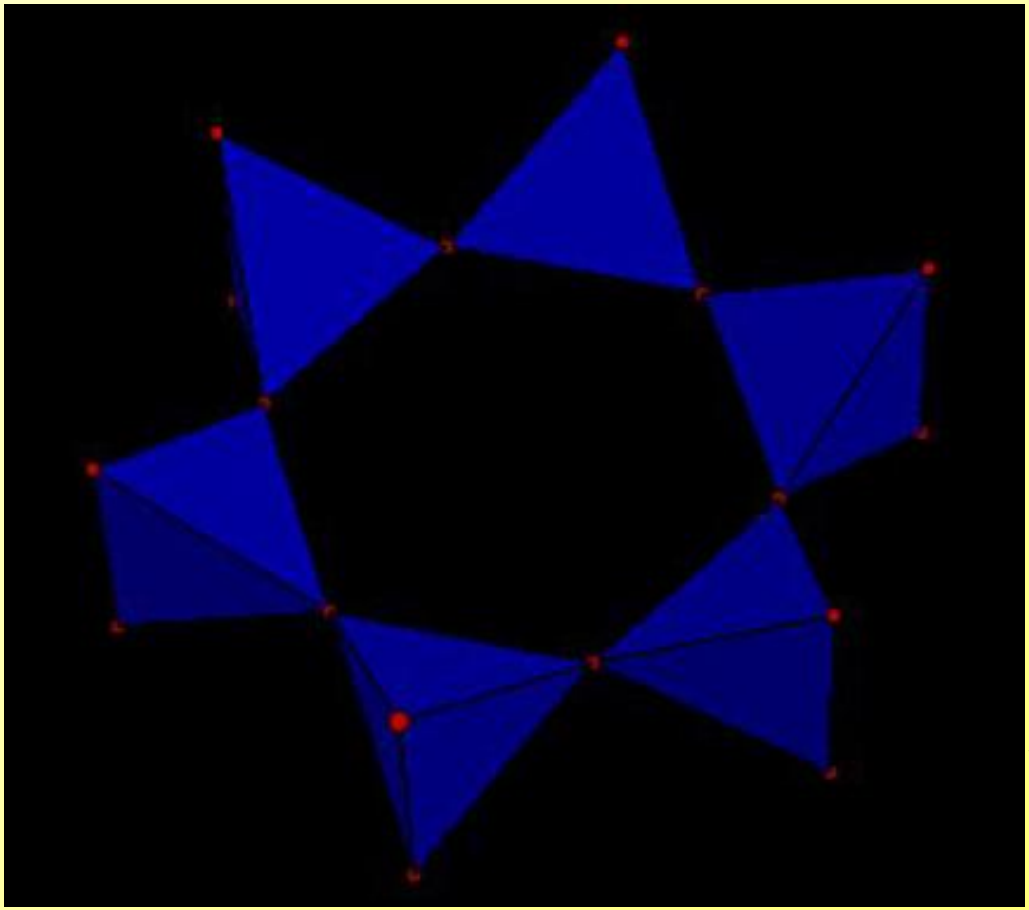


Halka Silikatlar (Siklo Silikatlar)

Her dörtyüzlü iki oksijen paylaşarak halkalar oluşturular. Burada halkalar üç şekilde gelişebilir.

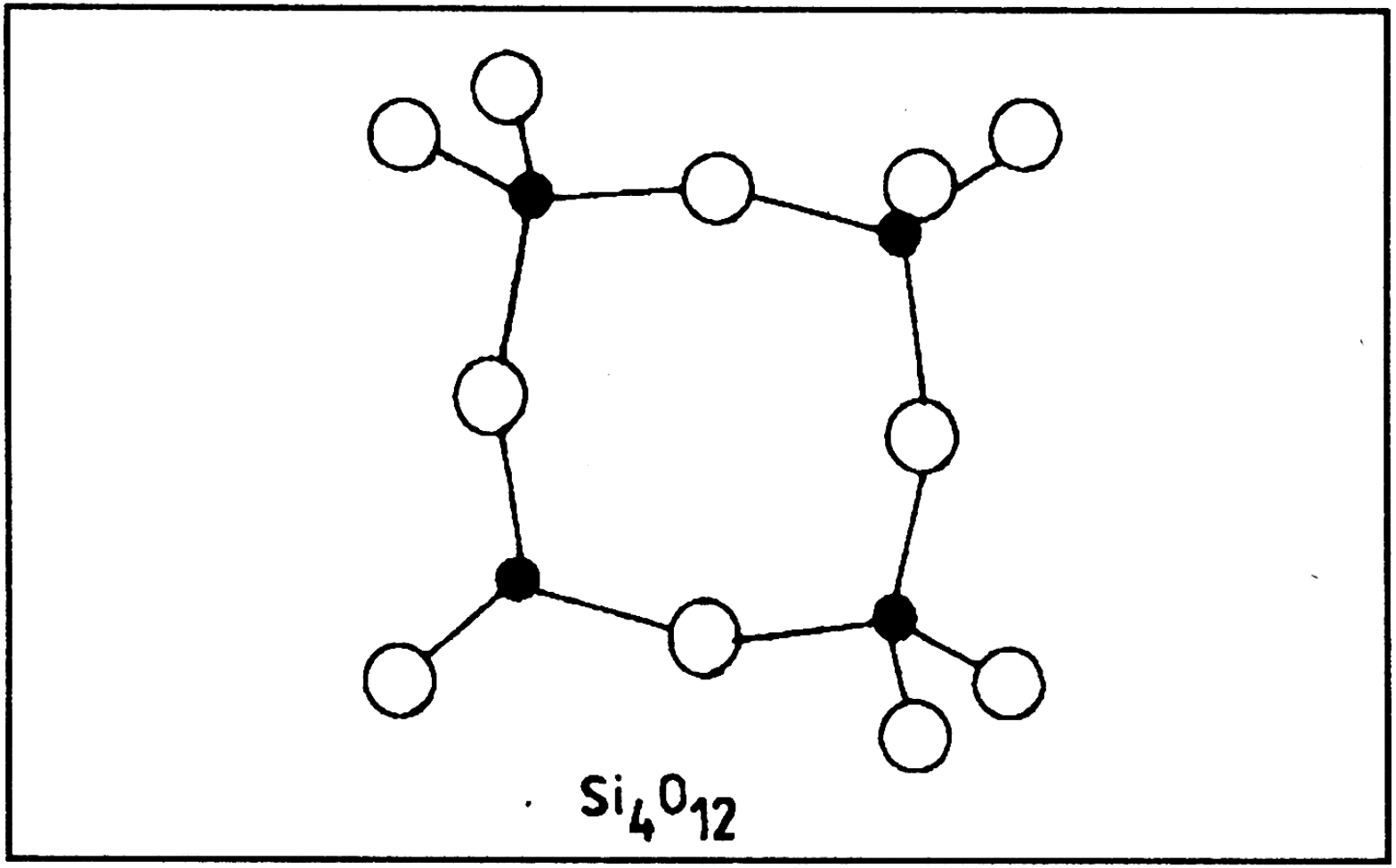
a) Üç dörtyüzlüden meydana gelen halka: Bunda 3 silis atomu 9 oksijen atomu ile birleşmiştir. Örnek:

Benitoid ($BeTiSi_3O_9$)

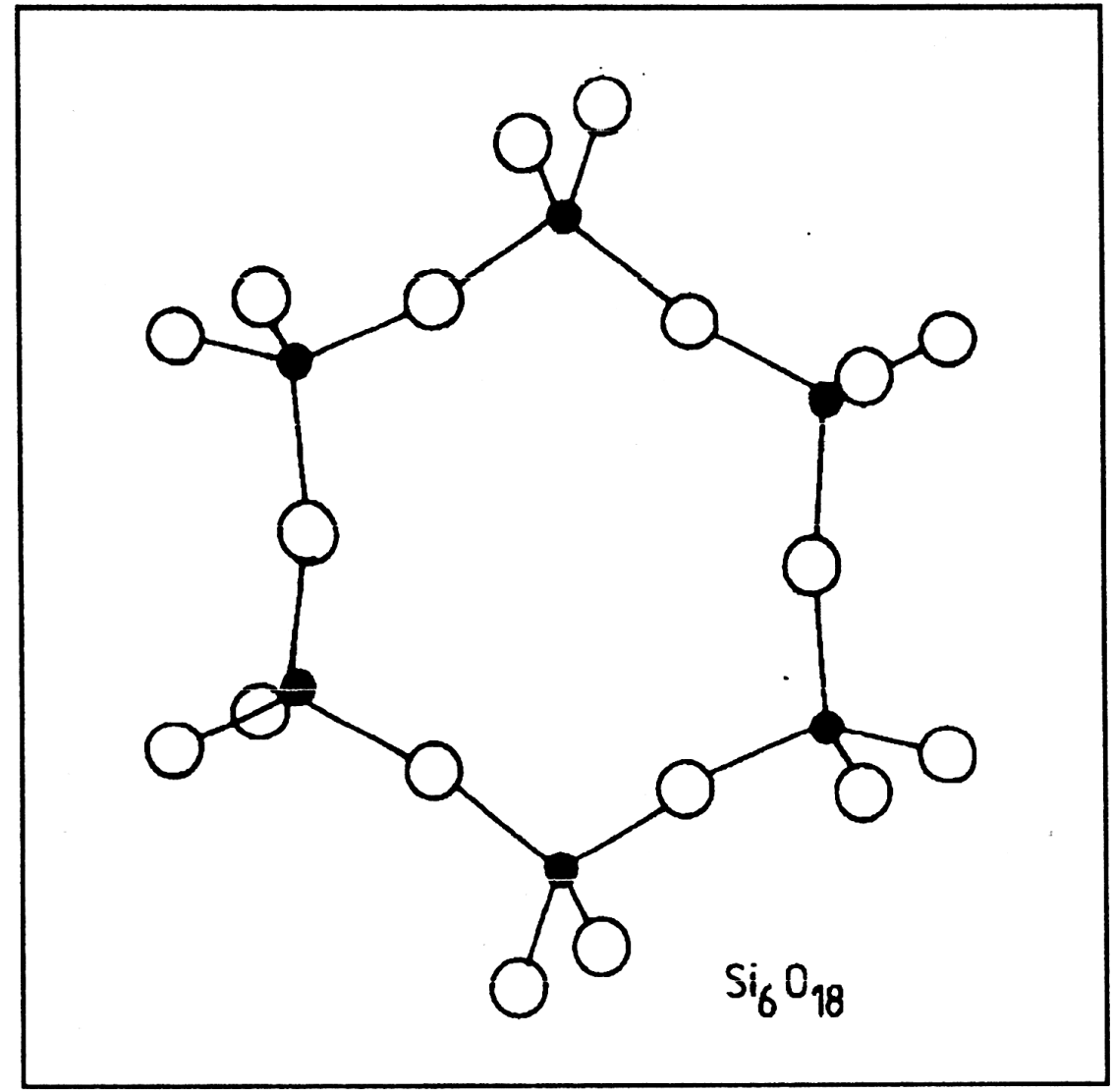


Yandaki şekilde 6 tetrahedronun birleşerek oluşturduğu halka yapısı görülmektedir

b) Dört dörtyüzlüden meydana gelen halka: Bunda 4 silis atomu 12 oksijen atomu ile birleşmiştir. Örnek: Aksinit ($(Ca,Mn,Fe)_3Al_2BO_3Si_4O_{12}(OH)$)

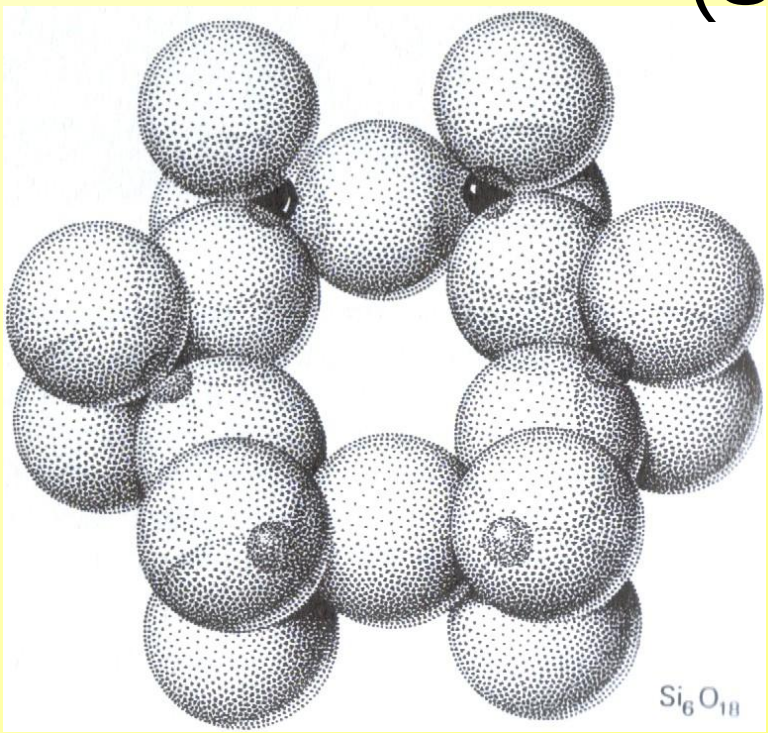


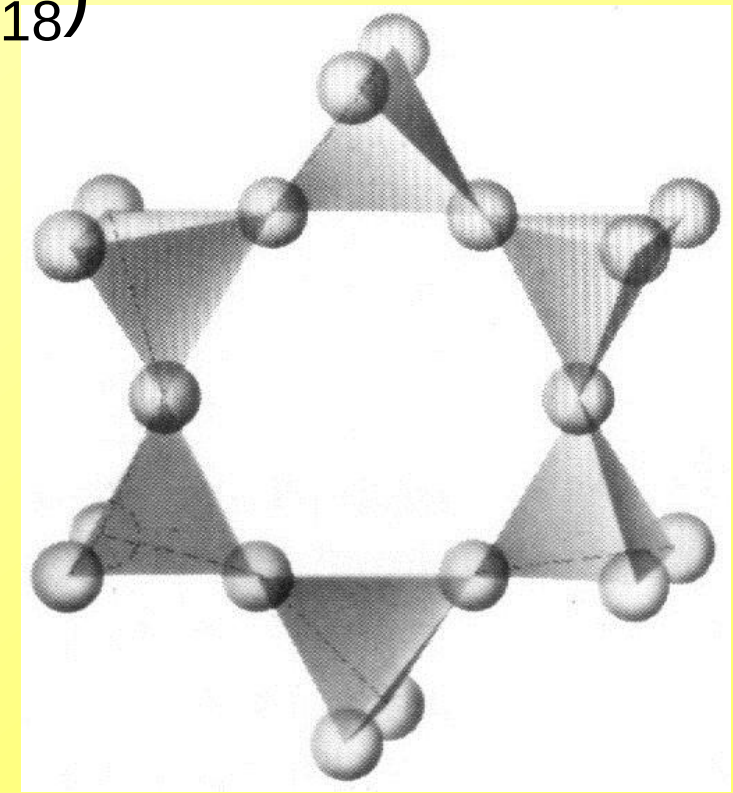
c) Altı dörtyüzlüden meydana gelen halka: Bunda 6 silis atomu 18 Oksijen atomu ile birleşmiştir. Örnek: Beril ($Be_3Al_2Si_6O_{18}$)



SİKLOSİLİKATLAR

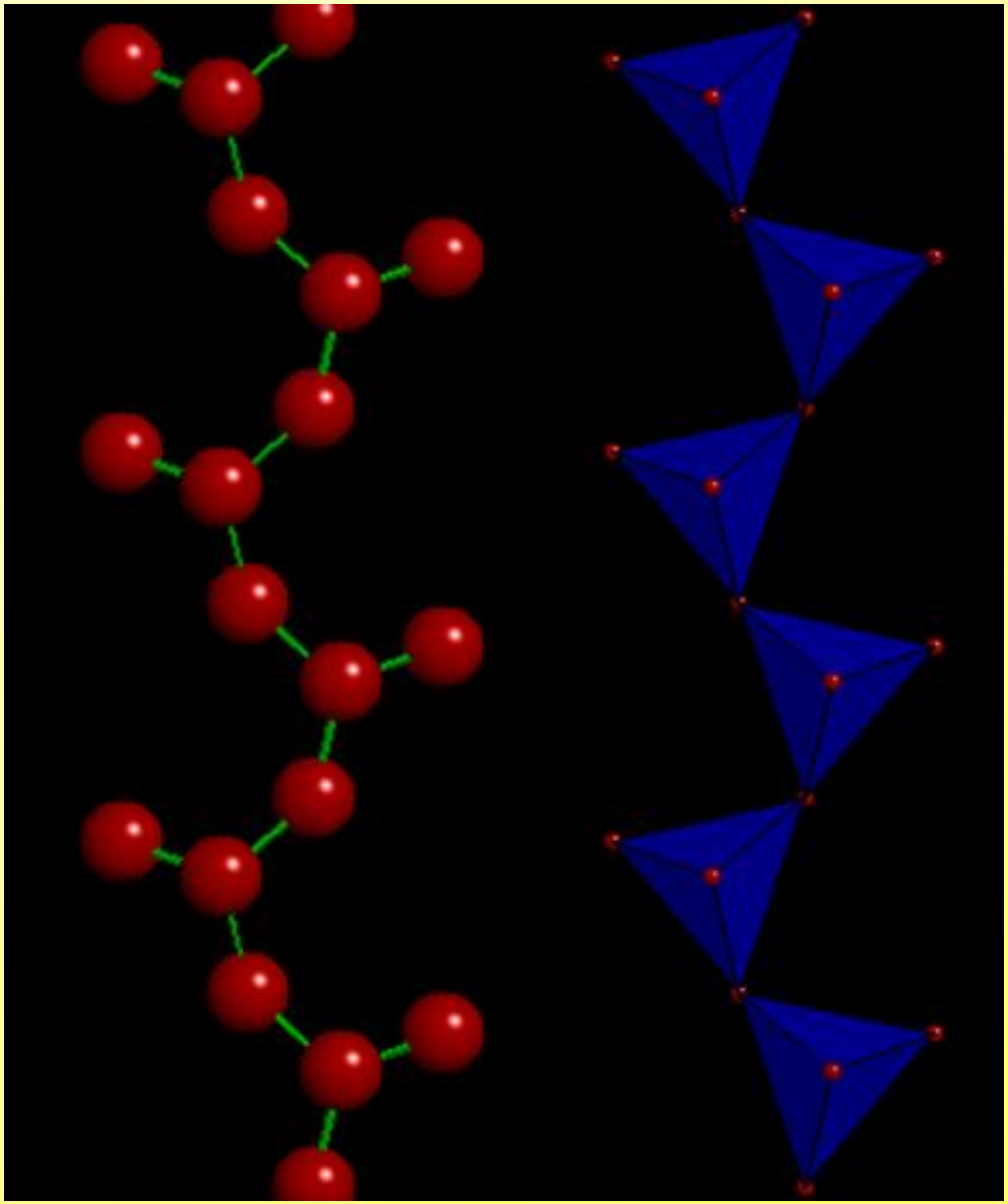
$(Si_6O_{18})^{-12}$



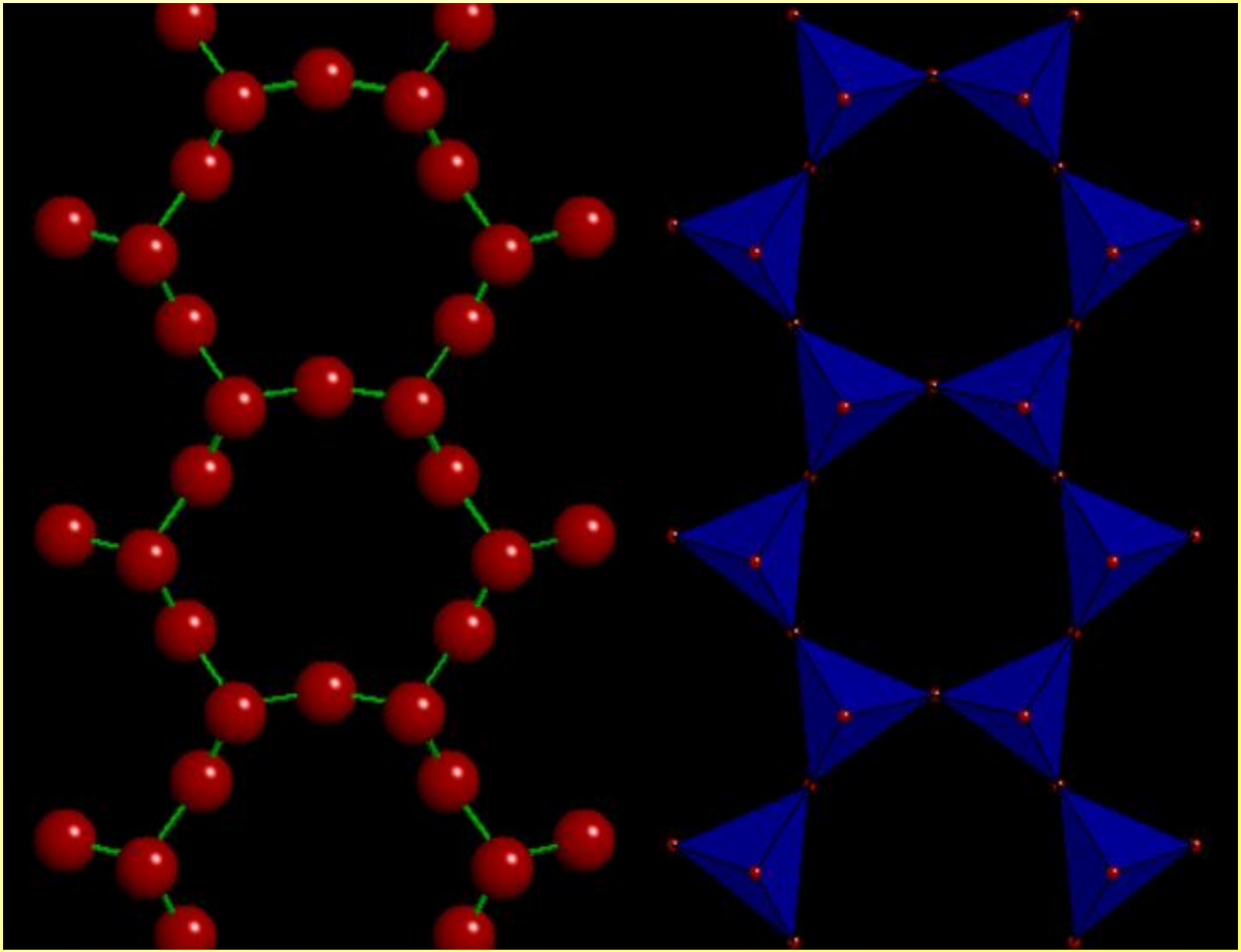


Zincir Silikatları (İnosilikatlar)

a) Tek Zincirli Silikatlar: Bunda her dörtyüzlü iki oksijen paylaşır (Şekil 44). Örnek: Enstatit ($Mg_2(Si_2O_6)$)

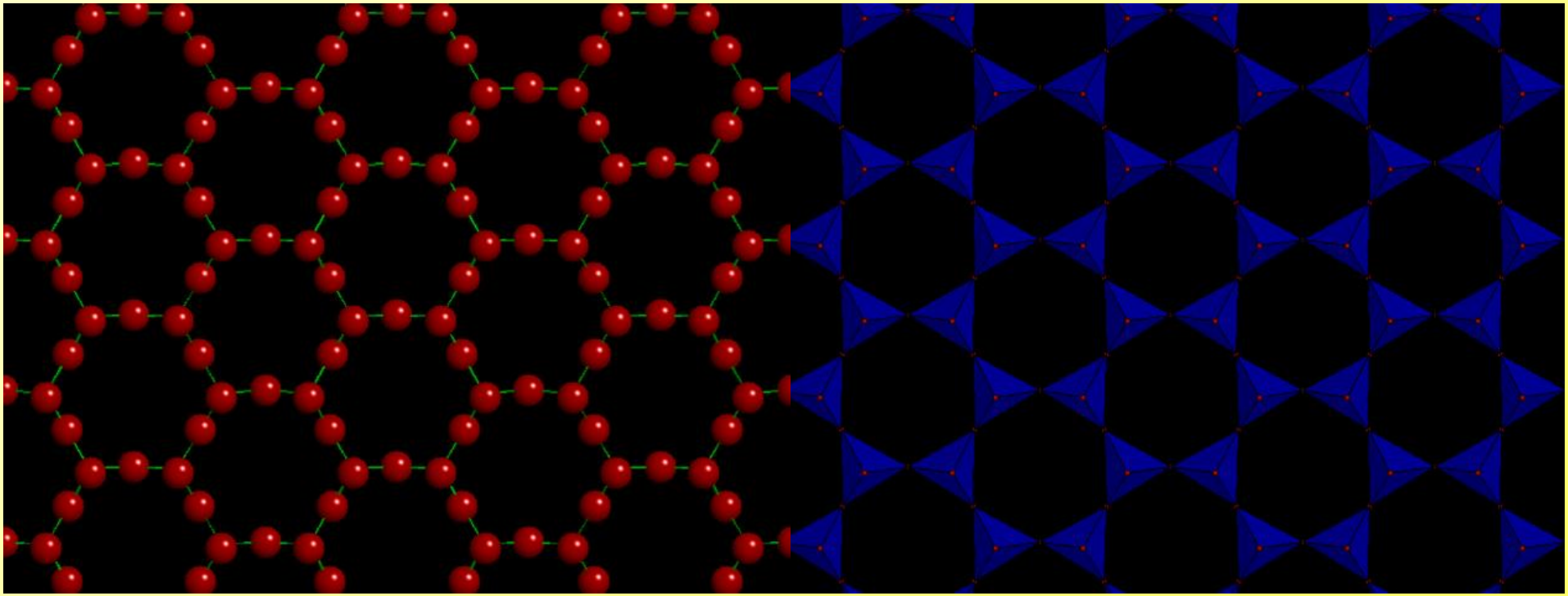


b) Çift Zincirli Silikatlar: Dörtyüzlüler ardışık olarak iki ve üç oksijen paylaşırlar. Örnek: Tremolit ($CaMg_5(Si_8O_{22})(OH)_2$)



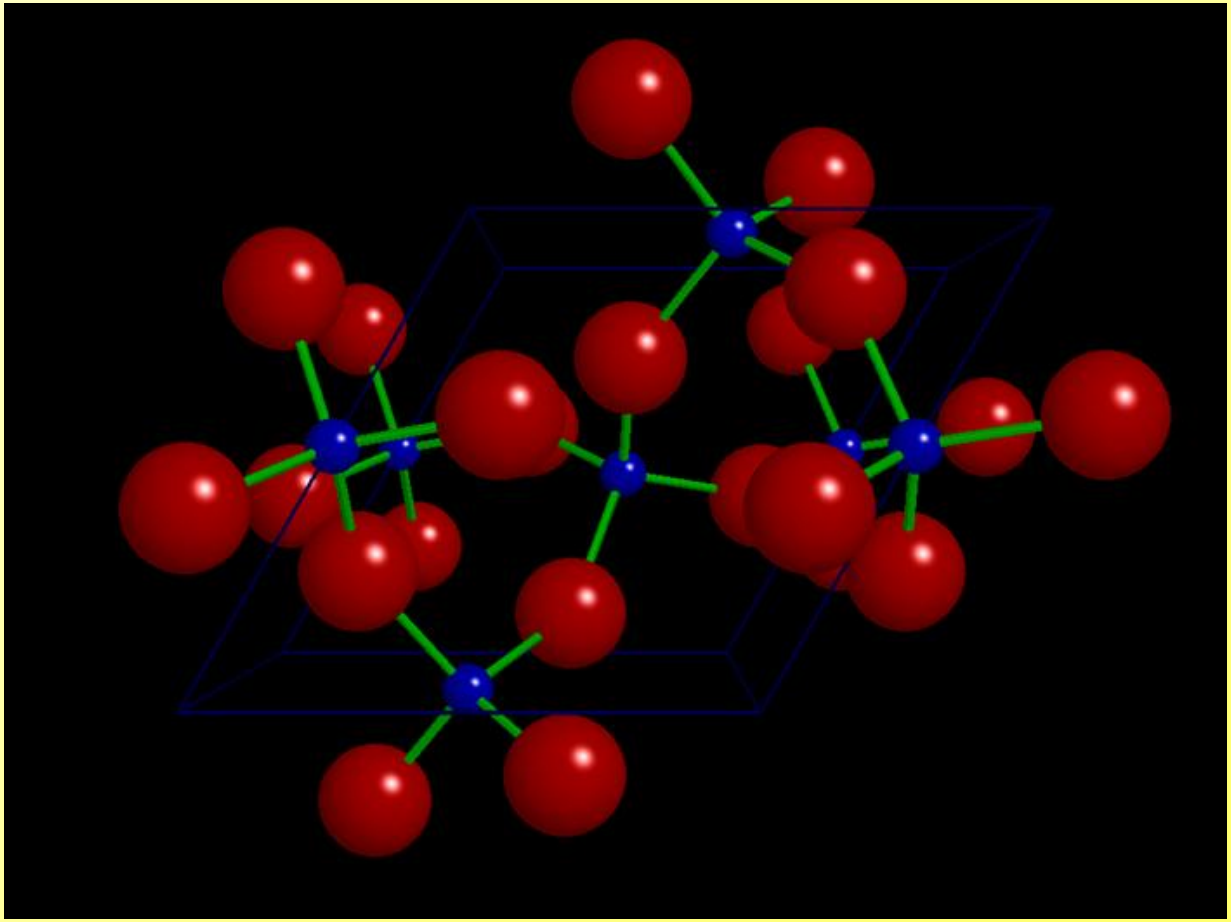
Tabakalı Silikatlar (Fillosilikatlar)

Her SiO4 dörtyüzlüsü üç oksijenini komşu dörtyüzlülerle paylaşarak iki boyutta sonsuz altıgen şekilli bir ağ oluşturur. Dört yüzlülerin üç oksijeni paylaşılmakta dördüncüsü ise serbest kalmaktadır. Bu silikatlar tek doğrultuda mükemmel dilimler verirler. Örnek: Mikalar, Talk ($Mg_3(Si_4O_{10})(OH)_2$)



Çerçeve veya Kafes Yapılı Silikatlar (Tektosilikatlar)

SiO_4 dörtyüzlüleri bütün oksijenlerini diğer dörtyüzlülerle paylaşarak üç boyutlu çerçeve oluştururlar. Her oksijen atomu iki silisyum atomuyla birleşir, böylece iki dört yüzlüyü baglar. Örnek: Kuvars (SiO_2)



ADA SİLİKATLARI (NEZOSİLİKATLAR)

Olivin Grubu

Forsterit	$Mg_2(SiO_4)$
Olivin	$(Mg,Fe)_2SiO_4$
Fayalit	$Fe_2(SiO_4)$

Gröna Grubu

Pirop	$Mg_3Al_2(SiO_4)_3$
Almandin	$Fe_3Al_2(SiO_4)_3$
Spessartin	$Mn_3Al_2(SiO4)_3$
Grasularit	$Ca_3Al_2(SiO_4)_3$
Andradit	$Ca_3Fe_3(SiO_4)_3$
Uvarovit	$Ca_3Cr_2(SiO^4)_3$

Alüminyum Silikat Grubu

Andalusit	$Al_2O(SiO_4)$
Sillimanit	$Al_2O(SiO_4)$
Disten (Kyanit)	$Al_2O(SiO_4)$
Topaz	$Al_2O(SiO_4)(OH,F)_2$
Stavrolit	$Fe_2Al_9O_6(SiO4)_4(O,OH)_2$

Zirkon	$Zr(SiO_4)$
Sfen	$CaTi(SiO_4)$

OLİVİN $(Mg,Fe)_2(SiO_4)$

Kristallografi: Ortorombik sistemde kristallenir. Eşit boyutlu, hafif uzun kristaller (Şekil 47), bazen saçılmış taneler veya taneli kütleler halinde görülür.

Fiziksel Özellikleri: Sertliği 6.5-7 ve yoğunluğu 3.2- 4.4 arasındadır. Yarılımı konkoidal, camsı parıltılı, rengi zeytin yeşili, gri, yeşil, kahverengidir.

Bileşimi: Forsterit $Mg_2(SiO_4)$ ile fayalit $Fe_2(SiO_4)$ arasında tam bir katı eriyik serisi vardır. Normal olivinlerde Mg miktarı genellikle Fe'den fazladır.

Tanınması: Camsı parıltısı, konkoidal yarılımı, yeşil rengi ve taneli görünümü ile tanınır.

Bulunuşu: Kayaç yapıcı mineraldir. Gabro, bazalt ve peridotitlerde görülür. Dunit'in tamamına yakını olivindir.

OLİVİN



OLİVİN $(Mg,Fe)_2(SiO_4)$



GRÖNA GRUBU

Kristallografi: Kübik sistemde kristallenirler. Dodekaedr ve trapozoedr şekillerine çok rastlanılır. Masif kütleler veya yuvarlaklaşmış ince veya kaba taneler halinde bulunur.

Fiziksel Özellikleri: Sertliği 6.5-7.5 arasında ve yoğunluğu ise 3.5-4.3 arasındadır. Camsı veya reçine parıltılıdır. Rengi bileşimiyle değişir. Kırmızı kahve, sarı, yeşil ve siyah olabilir. Saydam ve yarı saydamdır.

Tanınması: Kübik kristalleri, sertliği ve rengi ile tanınır.

Bulunuşu: Yaygın olarak görülür. Derinlik kayaçlarında, pegmatitik kayaçlarda, rejyonal ve kontakt metamorfik kayaçlarda bulunur.

Belli başlı granatlar ve özellikleri aşağıda verilmiştir.

Pirop $Mg_3Al_2(SiO_4)_3$	**Kırmızı-siyah**	**Peridotitler'de**
Almandin $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$	**Kırmızı-kahve**	**Mikaşist'lerde**
Spesartin $Mn_3Al_2(SiO_4)_3$	**Kırmızıkahve**	**Magmatik kayaçlarda**
Grossüler $Ca_3Al_2(SiO_4)_3$	**Renksiz, beyaz** **Sarı,yeşil,kırmızı**	**Magmatik kayaç ve** **Kçt. kontaklarında**
Andradit $Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$	**Sarı,kahve** **Siyah, yeşil**	**Magmatik kayaçlarda**
Uvarovit $Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$	**Parlak yeşil**	**Kromlu kayaçlarda**



Pirop $Mg_3Al_2(SiO_4)_3$



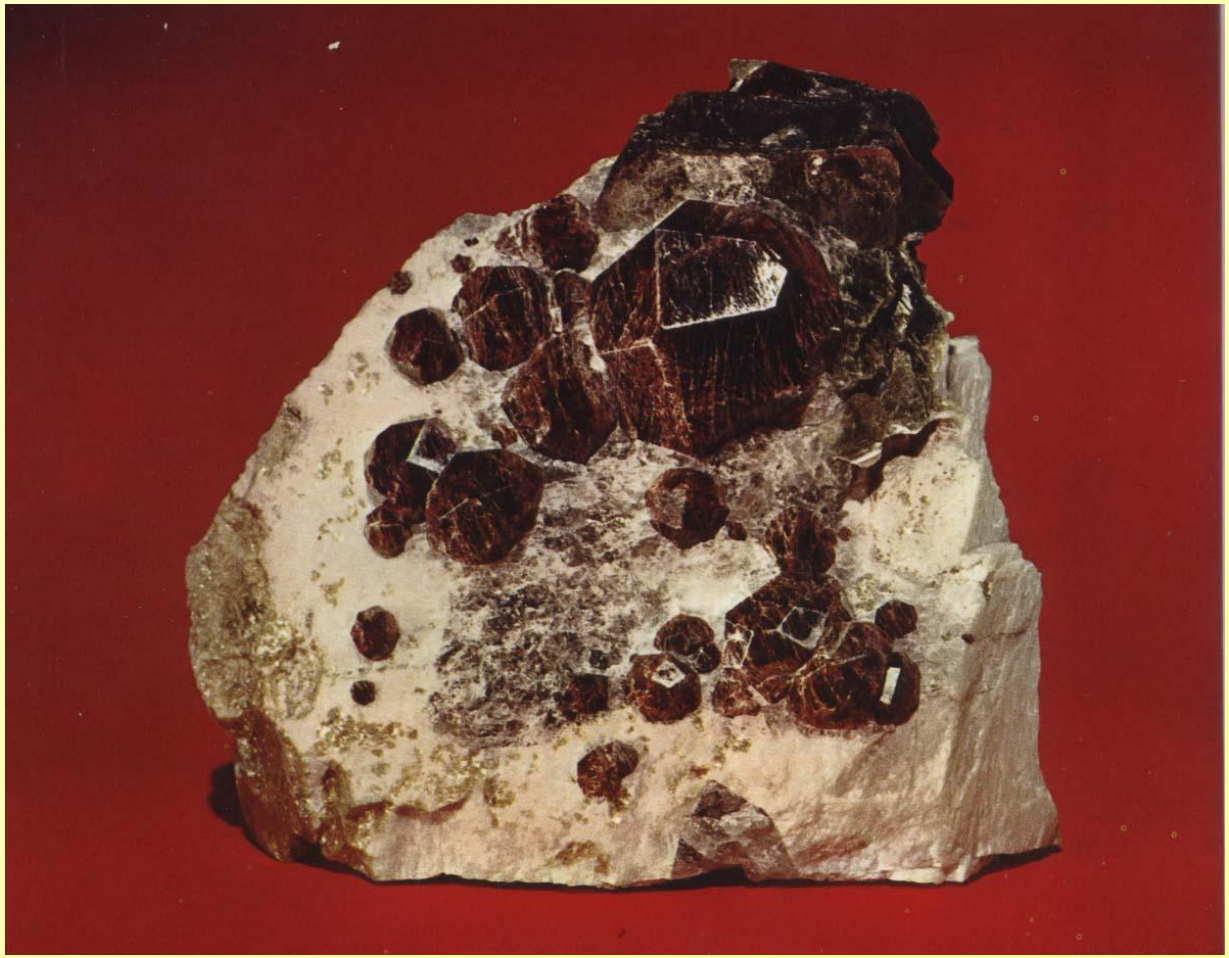
Almandin $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$

ALMANDİN





ALMANDİN



GROSSULAR





Grossüler $Ca_3Al_2(SiO_4)_3$



Andradit $Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$

ANDRADİT
(Asbest ile birlikte)



UVAROVİT





Uvarovit $Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$

ALUMİNYUM SİLİKAT GRUBU

ANDALUSİT $Al_2O(SiO_4)$

Kristallografi: Ortorombik sistemde kristallenir. Genellikle kareye yakın prizmalar şeklinde bulunur.

Fiziksel Özellikleri: Sertliği 7.5 ve yoğunluğu 3.2'dir. Camsı parıltılı olup kırmızı, kahve ve yeşil renktedir. Saydam ve yarı saydamdır.

Tanınması: Kare prizma biçimli kristal şekli, sertliği ve ergimesi ile tanınır.

Bulunuşu: Alüminyumlu şeyllerin basıncın nispeten düşük olduğu bölgesel metamorfizmasında ve kontakt metamorfizmasında oluşur.

Kiastolit: Uzun ve ince kristalli, içine koyu renkli killi şist maddesi karışan ve yatay kesitinde siyah haç gösteren bir andalusittir.

ANDALUSİT $Al_2O(SiO_4)$



ANDALUSİT



SİLLİMANİT ($Al_2O(SiO_4)$)

Kristallografi: Ortorombik sistemde kristallenir. İnce uzun kristaller halinde bulunur. Kristaller lifsel ve paralel gruplar oluştururlar.

Fiziksel Özellikleri: (010)'da iyi dilinimli, sertliği 6-7 arasında ve yoğunluğu 3.2'dir. Camsı parıltılı, kahve, açık yeşil ve beyaz renkli olup saydam ve yarı saydamdır.

Tanınması: Metamorfik kayaçlar içerisinde bozuşmamış, belirgin ve ince uzun prizma şekliyle tanınır.

Bulunuşu: Yüksek basınç ve sıcaklıktaki bölgesel metamorfizma mineralidir.

Sillimanit ($Al_2O(SiO_4)$)



DİSTEN (Kyanit) ($Al_2O(SiO_4)$)

Kristallografi: Triklinik sistemde kristallenir. Kristalleri ince uzun prizma ve tabuler şekildedir.

Fiziksel Özellikleri: (100)'da çok iyi dilinimli, sertliği kristal uzunlamasına 5, buna dik doğrultuda ise 7'dir. Yoğunluğu 3.6'dır. Camsı ve inci parıltılı, genellikle mavi renkli, bazen beyaz, gri ve yeşil olabilir.

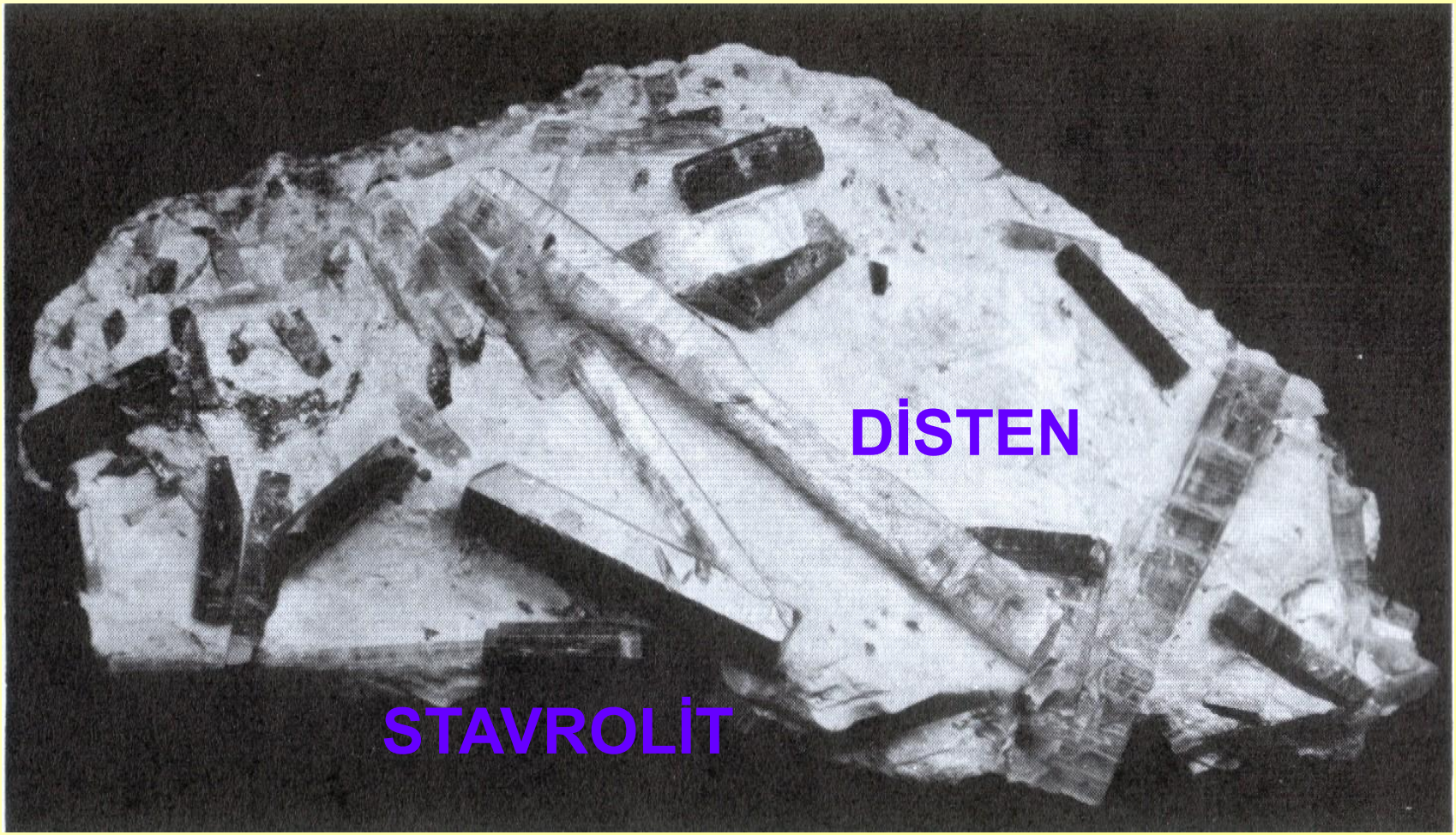
Tanınması: Kristal şekli, iki yönde değişik sertliği, dilinimi ve mavi rengi ile tanınır.

Bulunuşu: Bölgesel metamorfizmada sillimanitten önce oluşur. Genellikle gnays ve mikaşistlerde granat ve staurolitle birlikte oluşur. Ayrıca şist ve gnayslara bağlı kuvars damarlarında ve pegmatitlerde oluşur.

DİSTEN (Kyanit) $(Al_2O(SiO_4)$



Mikaşist üzerinde Disten ve prizmatik Stavrolit kristalleri



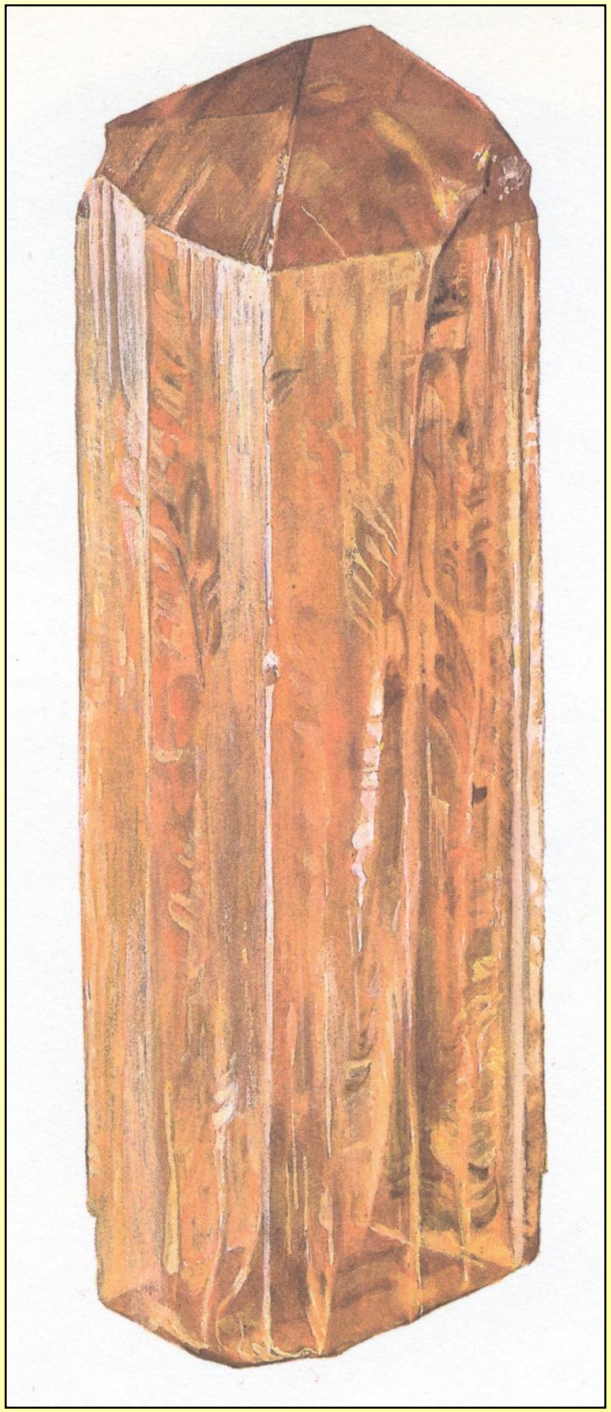
TOPAZ $Al_2(SiO_4)(F,OH)_2$

Kristallografi: Ortorombik sistemde kristallenir. Kristaller prizmatik şekilli olup dipiramitlerle sonuçlanır. Düşey prizma yüzeyleri çizgilidir.

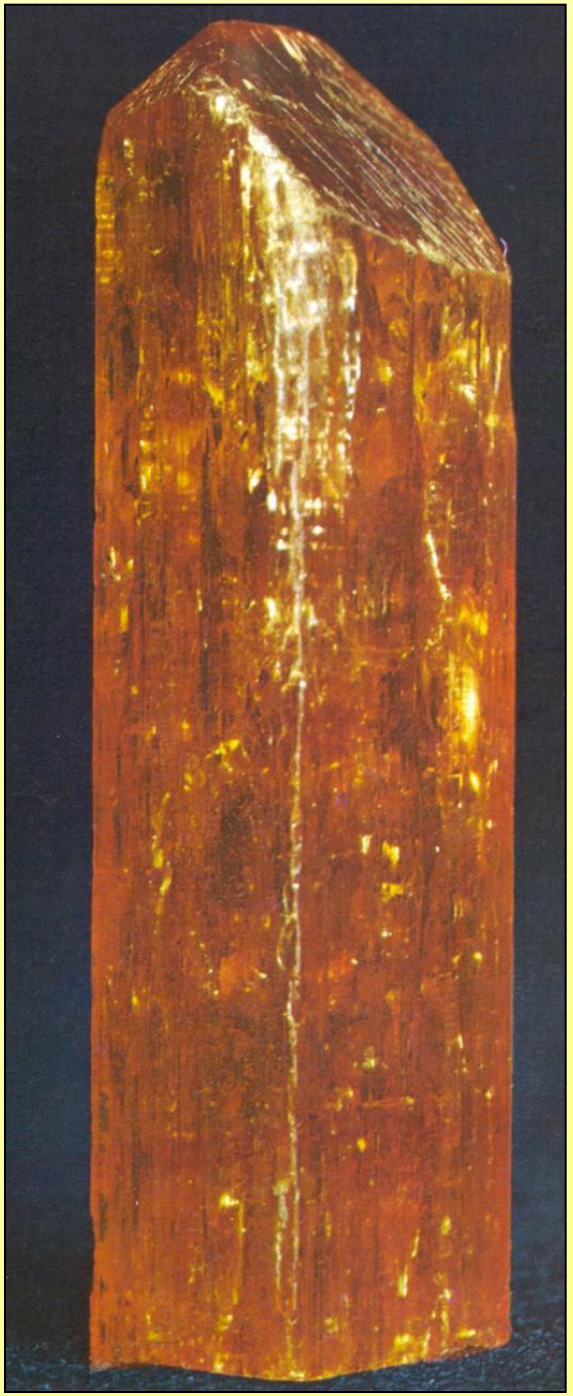
Fiziksel Özellikleri: (001)'de iyi dilinimli, sertliği 8 ve yoğunluğu 3.6'dır. Camsı parıltılı, renksiz, sarı, pembe, açık mavi ve yeşilimsi renkte olabilir. Saydam ve yarı saydamdır.

Tanınması: Rengi, sertliği ve çok iyi prizmatik kristal şekliyle tanınır.

Bulunuşu: Tipik olarak granitik pegmatitlerde, riyolitlerde ve kuvars damarlarında oluşur. Ayrıca florlu solusyonların alterasyona uğrattığı granitlerde flüorit, turmalin, apatit ve beril ile birlikte bulunur.



TOPAZ $Al_2(SiO_4)(F,OH)_2$



STAUROLİT ($Fe_2Al_9O_6(SiO_4)_4(O,OH)_2$)

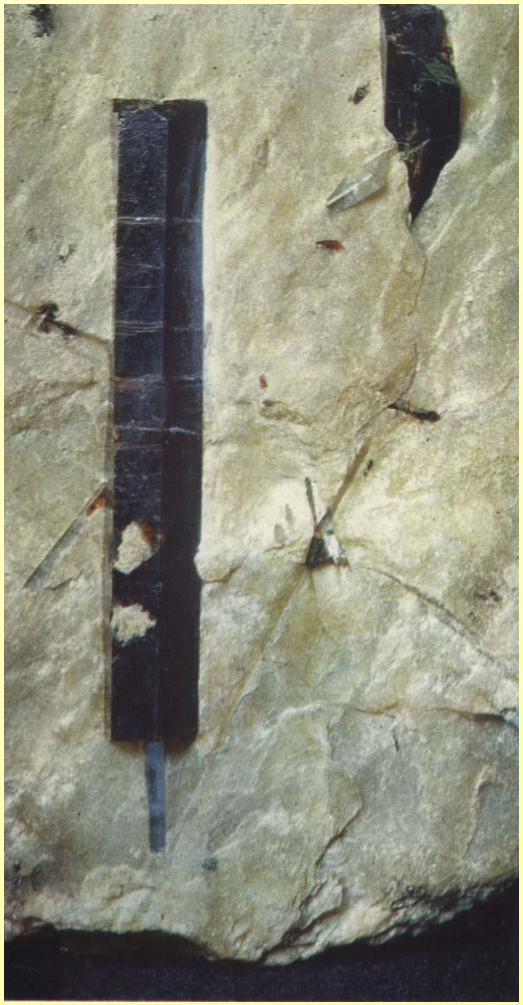
Kristallografi: Monoklinik sistemde kristallenir. Kristaller genellikle prizmatik şekilli olup çoğunlukla haç ikizi gösterirler.

Fiziksel Özellikleri: Sertliği 7-7.5 ve yoğunluğu 3.7'dir. Reçine ve cam parıltılı, kırmızımsı kahverengi ve kahverengimsi siyah renktedir. Yarı saydamdır.

Tanınması: Kristal şekli, haç şeklindeki ikizleri ve kahve rengiyle tanınır.

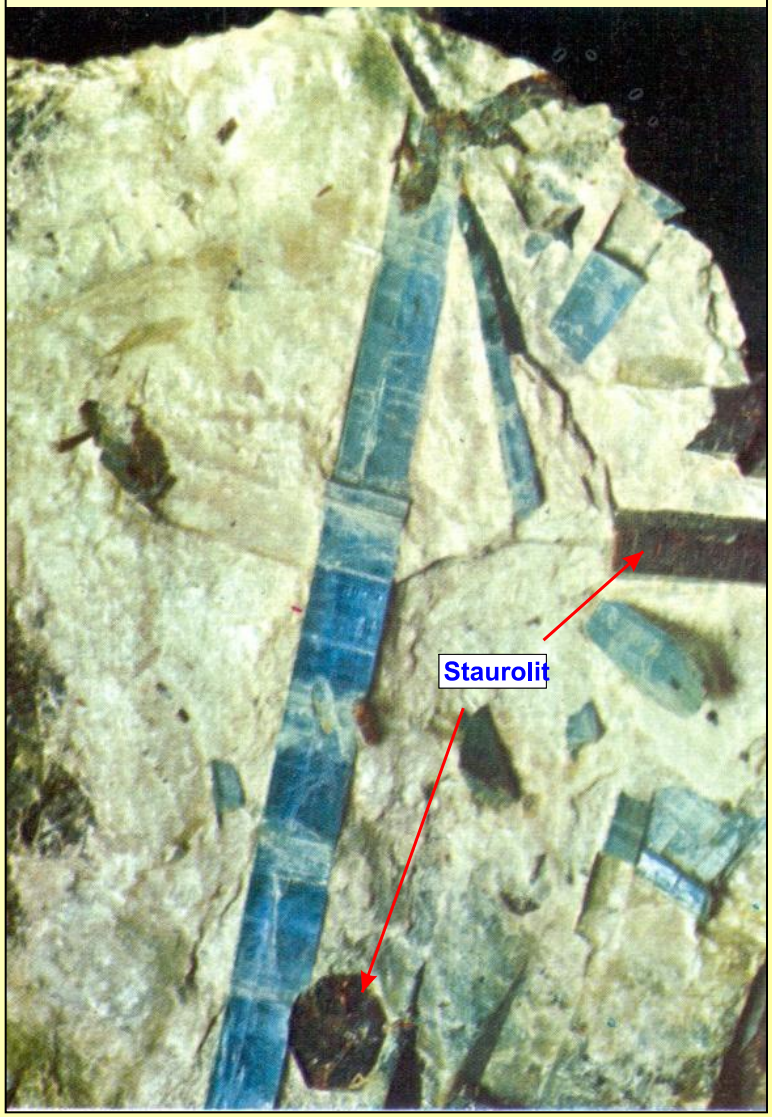
Bulunuşu: Genellikle orta dereceli şist ve gnayslar içinde porfiroblastlar şeklinde granat, mika ve disten ile birlikte bulunur.

STAVROLİT





STAUROLİT $Fe_2Al_9O_6 (SiO_4)_4 (O, OH)_2$





ZİRKON $Zr(SiO_4)$

Kristallografi: Tetragonal sistemde kristallenir ve kristalleri prizmatik şekildedir.

Fiziksel Özellikleri: Sertliği 7.5 ve yoğunluğu 4.7'dir. Elmas parıltılı, genellikle açık veya kırmızımsı kahverengi, renksiz, gri, sarı veya yeşil olabilir. Saydam veya yarı saydamdır.

Tanınması: Prizmatik şekli, kahverengimsi rengi ve sertliği ile tanınır.

Bulunuşu: Granit, siyenit ve nefelinli siyenit gibi magmatik kayaçlarda tali mineral olarak bulunur. Ayrıca şist ve gnays gibi metamorfik kayaçlarda ve iri taneler şeklinde pegmatitlerde bulunur. Yuvarlaklaşmış taneler halinde de nehir ve deniz kumları içerisinde bulunur.

ZİRKON $Zr(SiO_4)$



SFEN (Titanit) ($CaTiO(SiO_4)$)

Kristallografi: Monoklinik sistemde kristallenir. Kristal ve levhamsı şekiller veya masif halde görülür.

Fiziksel Özellikler: Sertliği 3.6 ve yoğunluğu 3.4'tür. Genellikle kahverengi veya yeşilimsi sarı renklidir. Bazen gri veya siyahımsı olabilir. Reçine veya elmas parıltılı olup saydam ve yarı saydamdır.

Tanınması: Keskin kenarlı kristal şekli, elmas parıltısı ve yeşilimsi sarı rengi ile tanınır.

Bulunuşu: Granit, granodiyorit, diyorit, siyenit ve nefelinli siyenitlerde tali mineral olarak bulunur. Ayrıca şistlerde ve gnayslarda da görülür.

SFEN (Titanit) ($CaTiO(SiO_4)$)



ÇİFTLİ SİLİKATLAR (Sorosilikatlar)

Lawsonit	$CaAl_2(Si_2O_7)OH_2.H_2O$
Hemimorfit	$Zn_4Si_2O_7(OH)_2.H_2O$
İdokraz	$Ca_{10}Mg_2Al_4(Si_2O_7)_2(SiO_4)_5(OH)_4$

Epidot Grubu

Zeozit	$Ca_2Al_3Si_3O_{12}(OH)$
Klinozeozit	$Ca_2Al_3Si_3O_{12}(OH)$
Epidot	$Ca_2(Al,Fe)_3Si_3O_{12}(OH)$
Allanit	$(Ca,R^*)_2(Al,Fe,Mg)_3Si_3O_{12}(OH)$

(R*=Nadir toprak elementi)

Bu silikatların en önemlileri idokraz ve epidot grubu mineralleridir.

İDOKRAZ (Vezüviyanit) ($Ca_{10}Mg_2Al_4(Si_2O_7)_2(SiO_4)_5(OH)_4$):

Kristallografi: Tetragonal sistemde kristallenir. Kristalleri prizmatik olup düşey çizgilidir. Çubuk şeklindeki kristallerin meydana getirdiği topluluklar halinde, taneli ve masif halde görülebilir.

Fiziksel Özellikler: Sertliği 6.5 ve yoğunluğu 3.4'tür. Koyu yeşil, kahverengi, sarı veya mavi olabilir. Cam veya reçine parlaklığındadır. Saydam ve yarı saydamdır.

Tanınması: Koyu yeşil veya kahve renkli prizma şekli ve boyuna çizgili olması ile tanınır.

Bulunuşu: Kristalen kalkerler içinde kontakt metamorfizma minerali olarak bulunur. Diğer kontakt mineralleri olan gröna, wollastonit, diyopsit ve turmalin ile birlikte görülür.

İDOKRAZ-Vezüvyanit

$Ca_{10}Mg2Al_4(Si_2O_7)_2(SiO_4)_5(OH)_4$



EPİDOT ($Ca_2(Al,Fe)_3Si_3O_{12}(OH)$)

Kristallografi: Monoklinik sistemde kristallenir. Kristalleri ince uzun prizmalar şeklindedir. Toplu halde demet oluştururlar, agrega, tane veya masif halde görülürler.

Fiziksel Özellikler: (001)'de iyi dilinimli olup sertliğ 6-7 arasında ve yoğunluğu ise 3.4'tür. Camsı parıltılı, sarımsı yeşil, fıstık yeşili veya siyah renklidir. Klinozoizit ise soluk sarı veya gri renklidir.

Tanınması: Sarımsı yeşil rengi ve prizmatik şekli ile tanınır. Epidot bazen turmalin ile karıştırılabilir. Fakat turmalinin hekzagonal şekli ile ayırt edilir.

Bulunuşu: Epidot ve klinozoizit orta ve düşük sıcaklıklı metamorfizma minerali olup yaygın görülür. Ayrica magmatik kayaçlarda özellikle bazalt ve diyabazlarda ikincil mineral olarak oluşur.

EPİDOT ($Ca_2(Al,Fe)_3Si_3O_{12}(OH)$)



EPİDOT (kuvars ile beraber)





HALKA SİLİKATLARI (Siklosilikatlar)

Aksinit	$Ca_2(Fe,Mn)Al_2(BO_3)(Si_4O_{12})OH$
Beril	$Be_3Al_2(Si_6O_{18})$
Kordiyerit	$(Mg,Fe)_2Al_3(AlSi_5O_{18})$
Turmalin	$Na(Mg,Fe)_3Al_6(BO_3)_3(Si_6O_{18})(OH)_4$

TURMALİN ($Na(Mg,Fe)_3Al_6(BO_3)_3(Si_6O_{18})(OH)_4$

Kristallografi: Trigonal sistemde kristallenir. Kristaller bazen boyuna çizgili olarak görülür, bazen masif, kabave ince sütunlar halinde ışınsal veya paralel demetler yaparlar.

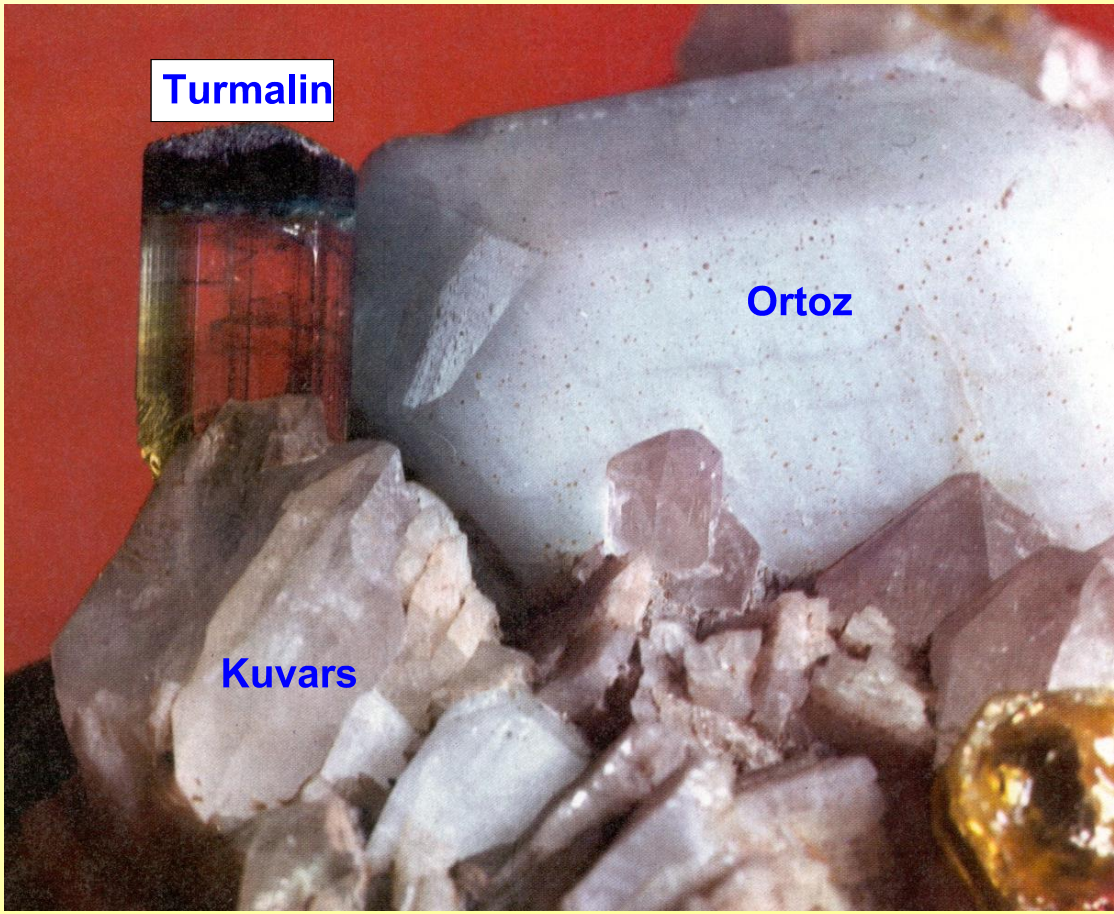
Fiziksel Özellikler: Sertliği 7.5 ve yoğunluğu 3'tür. Camsı parıltılıdır, genellikle siyah veya yeşil olabilir. Sarı-pembe renklisine rubelit adı verilir. Tek turmalin kristali bantlar veya boyuna çizgiler halinde farklı renkler gösterebilir. Kuvvetli piro ve piezoelektrik özelliği vardır.

Tanınması: Kristal şekli ve rengi ile tanınır.

Bulunuşu: Genellikle granite bağlı pegmatitlerde ve granitlerde bulunur. Daha az olarak şist ve gnayslarda ve mermerlerde görülür. Turmalin yarı kıymetli taş olarak kullanılır. Yeşil renkli turmalin **Brezilya Zümrütü**, kırmızı ve pembe renklisi ise **Rubelit** adıyla bilinmektedir.

TURMALİN $Na\,(Mg,Fe)_3Al_6(BO_3)_3(Si_6O_{18})(OH)_4$





TURMALİN $Na\,(Mg,Fe)_3Al_6(BO_3)_3(Si_6O_{18})(OH)_4$





TURMALİN





TURMALİN





TURMALİN





BERİL $Be_3Al_2(Si_6O_{18})$

Kristallografi: Hekzagonal sistemde kristallenir. Prizmatik şekilli kristaller çoğunlukla düşey çizgilidir, bazen masif olarak da görülür.

Fiziksel Özellikler: Serliği 7.5-8 arasında yoğunluğu ise 2.8'dir. Kırılması konkoidal, camsı parıltılıdır. Rengi zümrüt yeşili, sarımsı yeşil, mavimsi yeşil, altın sarısı, pembe veya renksiz olabilir. Saydam veya yarı saydamdır. Süstaşı olarak kullanılan beriller renklerine göre isimlendirilirler:

Akuamarin: mavimsi yeşil renkli (deniz mavisi) beril,

Zümrüt: koyu yeşil renkli beril,

Marganit: pembe renkli (gül beril),

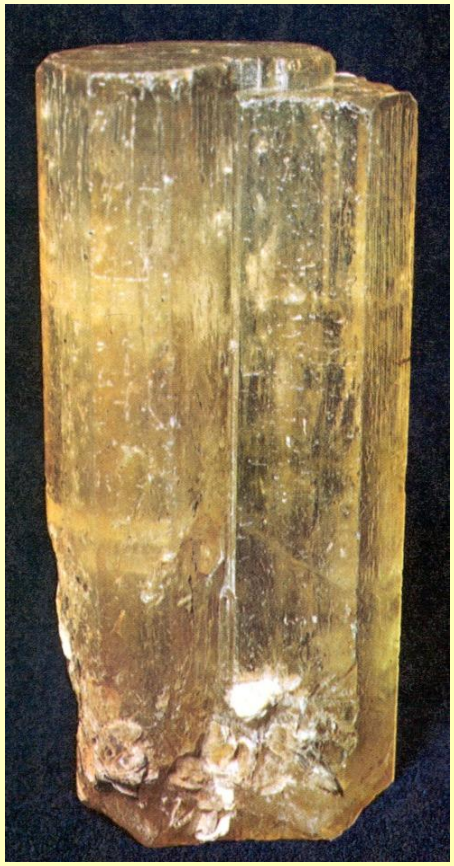
Helidor: altın sarısı renkli(altın beril)

Tanınması: Hekzagonal kristal şekli ve rengi ile tanınır. Apatit'e benzer fakat ondan daha serttir. Masif beril ise kuvars ile karıştırılabilir.

Bulunuşu: Beril genellikle granit ve granite bağlı pegmatitlerde oluşur. Bazı pegmatitlerde çok iri beril kristallerine rastlanmaktadır. Ayrıca mikaşist ve gnayslarda da tali mineral olarak görülür.

BERİL $Be_3Al_2(Si_6O_{18})$

Helidor



Zümrüt



Akuamarin



Akuamarin



ZÜMRÜT



AQUAMARİN



HELİODOR





BERİL





BERİL





KORDİYERİT [$(Mg,Fe)_2Al_3(AlSi_5O_{18})$]

Kristallografi: Ortorombik sistem, kristalleri kısa prizmatik şekillerde veya taneli masif halde olabilir.

Fiziksel Özellikler: Sertliği 7.5 ve yoğunluğu 2.7'dir. Camsı parıltılı olup koyu mavi veya grimsi mavi renktedir. Saydam veya yarı saydamdır.

Tanınması: Koyu mavi rengi ve kristal şekliyle tanınır. Taneli olanları kuvarsa benzer. Bazen ayrışarak klorit agregatlarına veya pennin denilen mikaya dönüşür.

Bulunuşu: Kordiyerit alüminyumlu kayaçların orta veya yüksek dereceli kontakt veya bölgesel metamorfizması sonucu oluşur. Boynuz taşlarında, şist ve gnayslarda andaluzit, spinel, kuvars ve biyotitle birlikte bulunur. Ayrıca alüminyumlu sedimanter kayaçları özümleyen magmatik kayaçlarda da görülebilir.

KORDİYERİT [$(Mg,Fe)_2Al_3(AlSi_5O_{18})$]



ZİNCİR SİLİKATLAR (İnosilikatlar)

Tek zincirli yapılar (Piroksen Grubu)

Ortopiroksen Grubu

Enstatit	$Mg_2(Si_2O_6)$
Bronzit	$(Mg,Fe)_2(Si_2O_6)$
Hipersten	$(Fe,Mg)_2(Si_2O_6)$

Klinopiroksen Grubu

Diyopsit	Ca,Mg(SiO6)
Hedenberjit	Ca,Fe(Si2O6)
Ojit	$Ca(Mg,Fe,Al)(Al,Si)_2O_6$
Pijonit	$(Mg,Fe,Ca)(Mg,Fe,Si_2O_6)$
Ejirin	Na,Fe,Si_2O_6
Jadeit	$Na,AlSi_2O_6$
Spodumen	$Li,AlSi_2O_6$

Piroksenoid Grubu;

Vollastonit	$CaSiO_3$
Pektolit	$Ca_2NaH(SiO_3)_3$
Rodonit	$Mn(SiO_3)$

Çift Zincirli Yapılar (Amfibol Grubu)

Antofillit	$(Mg,Fe)_7(Si_8O_{22})(OH)_2$
Tremolit	$Ca_2Mg_5(Si_8O_{22})(OH)_2$
Aktinolit	$Ca_2(Mg,Fe)_5(Si_8O_{22})(OH)_2$
Hornblend	$(NaCa_2)(Mg,Fe,Al)_5(SiAl)_8O_{22}(OH)_2$

Alkali amfiboller

Glokofan	$Na_2Mg_3,Al_2Si_8O_{22}(OH)_2$
Riyebekit	$Na_2Fe_3,Fe_2Si_8O_{22}(OH)_2$
Arfvedsonit	$Na_3Fe_4,FeSi_8O_{22}(OH)_2$

TEK ZİNCİRLİ YAPILAR

(Piroksen Grubu)

Kayaçları oluşturan Mg ve Fe'li silikatların önemli bir grubudur. Hem magmatik kayaçlarda, hem de bölgesel ve kontakt metamorfizma koşullarında oluşan piroksenler çeşitli bileşimlerde bulunurlar. Önemli ve çok yaygın olan piroksenler $X_2Si_2O_6$ genel formülüne sahiptirler. X genellikle Mg, Fe, Mn, Li, Ti, Al, Ca veya Na olabilir. Piroksenlerin büyük bir çoğunluğu Ca, Mg, Fe silikat şeklindedir. Genellikle kısa prizma şeklinde oluşan kristallerde yaklaşık 90°lik açılarla kesişen dilinimler karakteristiktir. Enine kesitleri çoğunlukla sekizgen görünüşlüdür. Piroksenler iki ana gruba ayrılırlar. Ortorombik sistemde kristalleşen Ortopiroksenler (bunlar az miktarda Ca içerirler) ve monoklinik sistemde kristalleşen Klinopiroksenler (bunlarda Ca, Na, Al, Fe veya Li içerirler).

OJİT ($Ca(Mg,Fe,Al)(Al,Si)_2O_6$)

Kristallografi: Monoklinik sistemde kristallenir. Kristaller prizmatik olup, düşey prizma yüzeyleri birbirleriyle 87° ve 93°lik açı yaparlar (Şekil 58). Enine kesitleri kare veya sekizgen kesitler verir (Şekil 57). Sütunsal, levhamsı, iri ve ince taneli topluluklar halinde görülebilir. (001) ve (100) yüzeyleri üzerinde ikizler gösterirler.

Fiziksel Özellikler: Sertliği 5-6 arasında ve yoğunluğu 3.2-3.4'tür. Camsı parıltılıdır. Rengi koyu yeşil veya siyahımsı olabilir.

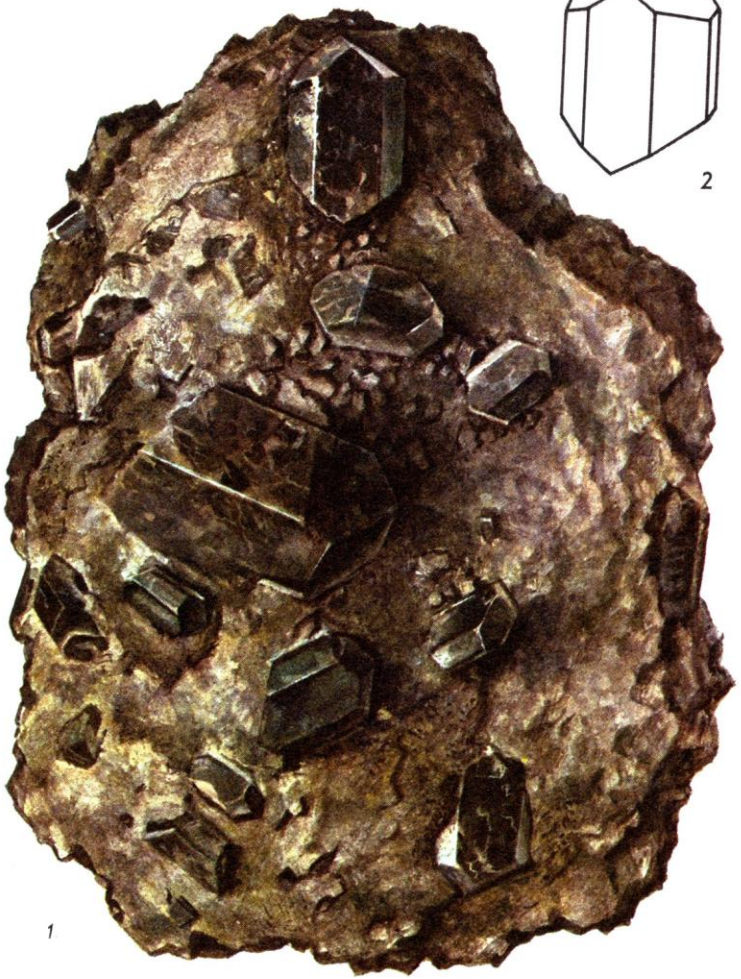
Tanınması: Kristal şekli, yaklaşık birbirine dik dilinim izleri ve dört veya sekiz kenarlı kesitleri ile tanınırlar. Asitlerde çözünmez, üfleçte zor ergir ve yeşil bir cam yapar.

Bulunuşu: Ojit kayaç yapıcı minerallerin en önemli olanlarındandır. Koyu renkli magmatik kayaçlarda bazalt, gabro, andezit ve piroksenit gibi kayaçlarda görülür.

Diyopsit: Ojit'e göre biraz daha açık renkli olup genellikle dolomit ve kalkerler içinde kontakt metamorfik minerali olarak bulunur.

Ojit
$Ca(Mg,Fe,Al)(Al,Si)_2O_6$

Very complex silicate of aluminium, magnesium, sodium and calcium with admixture of titanium, monoclinic.
Hardness: 5—6.
Sp. gr.: 3.2—3.6.
Streak: greyish-green.



1 — crystals of augite (Paškopole, Central Bohemian Highlands),
2 — crystal of augite

DİYOPSİT





ENSTATİT – HİPERSTEN

$Mg_2(Si_2O_6)$-$(Mg,Fe)_2(Si_2O_6)$

Kristallografi: Ortorombik sistemde kristallenir. Prizmatik kristallerine seyrek rastlanılır. Genellikle taneli, masif veya levhamsı olabilir.

Fiziksel Özellikler: Sertliği 5-6 arasında ve yoğunluğu ise 3.2-4 arasında değişir (demir içeriği ile artar). Camsı parıltılı olup rengi soluk yeşilden koyu kahverengimsi yeşil'e kadar değişir.

Bileşimi: Saf enstatit ($Mg_2(SiO_6)$ %40 MgO ve %60 SiO_2'dir. FeO oranı %5-13 arasında olursa Bronzit, %13-20 arsında olursa Hipersten adını alır.

Tanınması: Yaklaşık birbirini dik yönde kesen dilinimleri, parlaklığı ve soluk yeşil rengi ile tanınır. Demir oranı arttıkça renk koyulaşır.

Bulunuşu: Ortopiroksenler genellikle piroksenit ve peridotitik kayaçlarda yaygın olarak görülürler. Ayrıca gabro, norit, bazalt ve bazı andezitlerde de bulunur.

ENSTATİT – HİPERSTEN

$Mg_2(Si_2O_6)$-$(Mg,Fe)_2(Si_2O_6)$



WOLLASTONİT ($CaSiO_3$)

Kristallografi: Triklinik sistemde kristallenir. Kristaller tabuler veya kısa prizmatiktir. Genellikle masif, kompakt veya lifsel şekillerde görülür.

Fiziksel Özellikler: Sertliği 4.5-5 arasında ve yoğunluğu ise 2.8-3.1 arasındadır. Üç yönde dilinimli olup bir yönde çok iyi diğer iki yönde iyi dilinimlidir. Camsı parıltılı, beyaz veya gri renklidir.

Tanınması: Rengi, dilinim ve kristal şekli ile tanınır. Tremolite benzer ondan 84° lik dilinim açısı ve HCL de çözünmesi ile ayrılır.

Bulunuşu: Genellikle metamorfize olmuş silikatlı kireçtaşlarında, kontakt zonlarında, yüksek sıcaklıklı bölgesel metamorfik kayaçlarda bulunur. Birlikte olduğu mineraller kalsit, epidot, idokraz, grassuler ve tremolittir.

WOLLASTONİT ($CaSiO_3$)



ÇİFT ZİNCİRLİ YAPILAR

(Amfibol Grubu)

Amfiboller kayaç yapıcı silikatlar olarak önemli olup magmatik ve metamorfik kayaçlarda yaygın olarak görülürler. Ortorombik ve monoklinik sistemde kristallenen bu mineraller yapılarında $(OH)^{-}$ iyonu içerirler. Piroksenlere benzerler, ancak onlardan dilinim açılarının 56° ve 124° olması ve enine kesitlerinin altıgen şekilli olmaları ile ayrılırlar.

TREMOLİT–AKTİNOLİT ($Ca_2(Mg,Fe)_5(Si_8O_{22})(OH)_2$)

Kristallografi: Monoklinik sistemde kristallenir. Kristalleri genellikle uzun, iğnemsi (asiküler) ve prizmatik şekilde izlenirler. Çoğunlukla keskin kenarlı ışınsal gruplar oluşturular, bazen kaba ve ince taneli veya kompakt olabilir.

Fiziksel Özellikler: Sertliği 5-6 ve yoğunluğu 3-3.4'tür (demir içeriği ile artar). (110)'da çok iyi dilinimlidir. Camsı parıltılı olup tremolit gri veya beyaz renkli, aktinolit ise açık veya koyu yeşil renklidir (Demir oranıyla renk koyulaşır).

Tanınması: İnce uzun prizmatik kristalleri ve ışınsal, lifli görünümü ile tanınırlar.

Bulunuşu: Tremolit metamorfizma geçirmiş dolomitik kireçtaşlarının karakteristik mineralidir, ayrıca bazı serpantinitlerde ve talk şistlerde bulunur. Aktinolit ise düşük veya orta dereceli metamorfizmaya maruz kalmış bazalt, diyabaz veya pelitik kayaçlarda bulunur. Bazı magmatik kayaçlarda piroksenin alterasyon ürünü olarak bulunur.

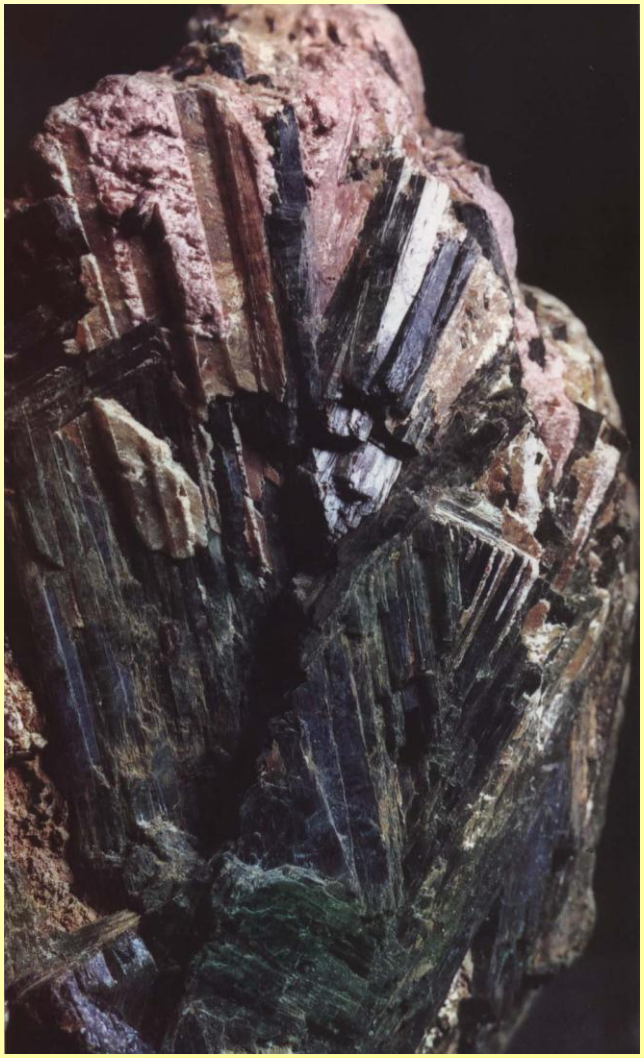
Nefrit: Tremolit veya Aktinolit'in kompakt türlerine nefrit veya jade ismi verilir.

Tremolit $Ca_2Mg_5(Si_8O_{22})(OH)_2$





AKTİNOLİT



HORNBLEND

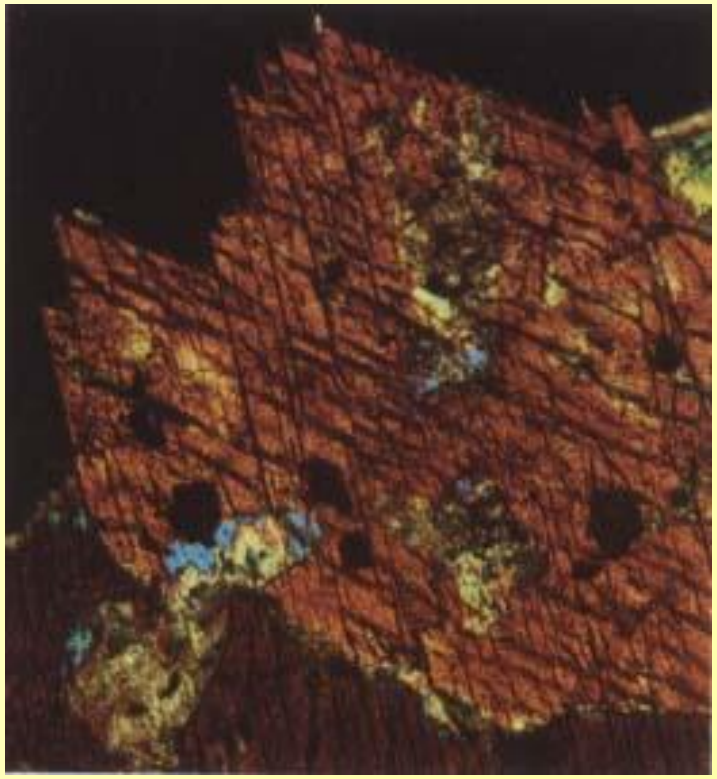
Kristallografi: Monoklinik sistemde kristallenir. Kristalleri genellikle kısa veya uzun prizmatik şekillerde olur (Şekil 60), masif, taneli ve lifsel şekillerde de bulunur.

Fiziksel Özellikler: Sertliği 5-6 ve yoğunluğu 3-3.5'tur. (110)'da mükemmel dilinimlidir. Camsı parıltılı lifsel türlerinde ise ipek parıltılıdır. Renk yeşilin tonları veya siyah olabilir.

Tanınması: Kristal şekli, 120° lik dilinim açısı ve enine kesitlerinin altıgen görünümü ile tanınır ve bu özellikleri ile piroksenlerden ayırt edilir. Diğer amfibollerden ise daha koyu renklidir.

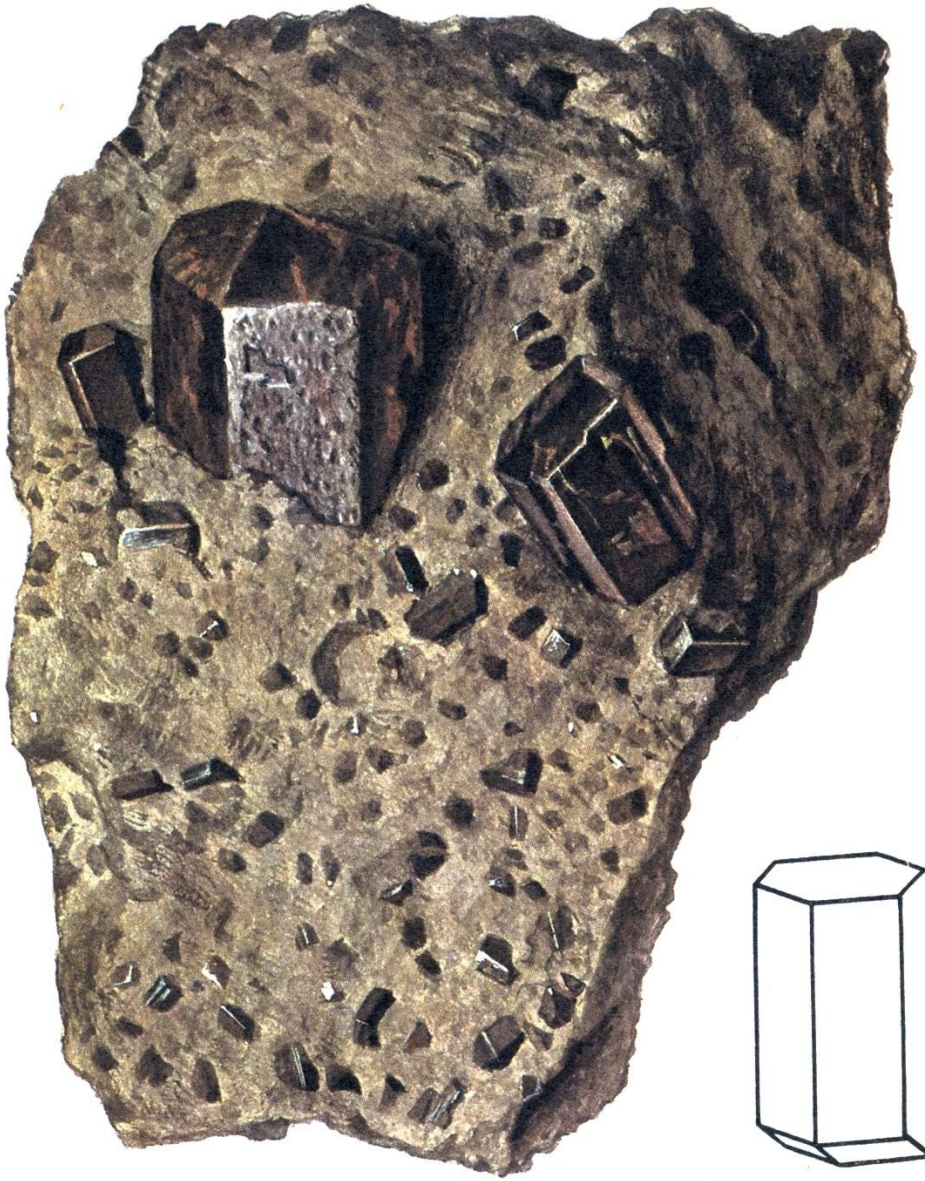
Bulunuşu: Hornblend yaygın bulunan bir kayaç yapıcı mineraldir. Magmatik kayaçlarda granodiyorit, diyoritte yaygın , daha az olarak da bazı siyenit ve gabrolarda görülür. Ayrıca orta dereceli metamorfik kayaçlarda özellikle amfibolit ve amfibolit şistlerde kuvars, granat ve kalsik plajiyoklazlarla birlikte bulunur.

HORNBLEND





HORNBLEND



1

2

GLOKOFAN $[Na_2Mg_3Al_2(Si_8O_{22})(OH)_2]$

RİYEBEKİT $[Na_2Fe^2{}_3Fe^3{}_2(Si_8O_{22})(OH)_2]$

Kristallografi: Monoklinik sistemde kristallenir. Kristalleri çoğunlukla prizmatik, asiküler veya lifsel asbest görünümündedir.

Fiziksel Özellikler: (110)'da mükemmel dilinimlidir. Sertliği 5-6 ve yoğunluğu ise 3-3.4'tür. Camsı parıltılıdır. Renkleri glokofan grimsi mavi veya lavanta mavisi renginde riyebekit ise koyu mavi veya siyah renklidir.

Tanınması: Lifsel görünümleri ve mavi renkleri ile tanınırlar.

Bulunuşu: Glokofan tipik olarak sodyumca zengin şistlerde yüksek basınç düşük sıcaklık koşullarında oluşur. Bu şistlere mavi şistler adı da verilmektedir. Beraber olduğu mineraller jadeit, aragonit, epidot, klorit, muskovit ve granattır. Riyebekit ise genellikle alkali granit, alkali siyenit ve nefelinli siyenitlerde bulunur. Lifsel şekilde olan riyebekitlere krakidolit veya mavi asbest denir (bunlar metamorfik demirli taşlarda damarlar şeklinde gelişirler).

Arfvedsonit: Glokofan ve riyebekit gibi sodyumlu bir amfiboldur. Mavi veya yeşil renkli olup alkali siyenit veya bunlara bağlı pegmatitlerde görülür.

TABAKALI SİLİKATLAR (Fillosilikatlar)

Kaolinit	$Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$
Serpantin	$Mg_6Si_4O_{10}(OH)_8$
Pirofillit	$Al_2Si_4O_{10}(OH)_8$
Talk	$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_8$
Muskovit	$KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$
Flogopit	$KMg_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2$
Biyotit	$K(Mg,Fe)_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2$
Lepidolit	$KLi_2Al(Si_4O_{10})(OH)_2$
Klorit	$Mg_5Al(AlSi_3O_{10})(OH)_8$
Apofillit	$KCa_4(Si_4O_{10})F.8H_2O$

KAOLİNİT [$Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$]

Kristallografi: Triklinik veya monoklinik sistemde kristallenir. Kristalleri çok küçük mikroskopik boyutta hekzagonal levhalar halinde izlenir. Genellikle kil kütleleri halinde kompakt toprağımsı görünüşlüdür.

Fiziksel Özellikler: (001)'de mükemmel dilinimlidir. Sertliği 2-2.5 ve yoğunluğu 2.6'dır. Toprağımsı parıltılı, kristal lamelleri inci parıltılıdır. Renk beyaz bazen grimsi sarı veya yeşilimsi olabilir. Ele tutumu yağlı, kaygan ve plastik özelliktedir.

Tanınması: Kaolinir diğer kil minerallerinden ayırt edilemez ancak optik veya x-ışınları metoduyla ayırt edilebilir. Plastik özelliğe sahip olması nedeniyle su ile karıştırılarak her türlü şekle sokulabilir.

Bulunuşu: Doğada çok yaygın olarak bulunan kaolinit genellikle alkali feldispatların ve alüminyumlu silikatların ayrışmasıyla oluşan ikincil bir mineraldir. Feldispatların hidrotermal alterasyonuyla granit ve granitik pegmatitlerde büyük yataklar oluşturur.

KAOLİNİT [$Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$]



TALK [$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_8$]

Kristallografi: Monoklinik sistemde kristallenir. Kristallerine çok seyrek rastlanılır, rombik veya hekzagonal görünüşlüdür. Yaprağımsı, ışınsal veya pullu yapıda agregat olarak bulunur. Kompakt veya masif olanına steatit veya sabuntaşı adı verilir.

Fiziksel Özellikler: (001)'de mükemmel dilinimlidir. Sertliği 1 yoğunluğu ise 2.7'dir. Yağımsı parıltılı dilinim yüzeylerinde ise inci parıltılıdır.Beyaz gri, soluk yeşil veya sarımsı kahve renklidir.

Tanınması: Ele yağımsı bir his verir. Elbise üzerinde iz bırakır, tırnakla çizilir.

Bulunuşu: Başlıca ultrabazik kayaçların hidrotermal alterasyonu ile oluşurlar. Genellikle olivin, piroksen ve amfibol'ün düşük veya orta dereceli metamorfizması sonucu gelişen ikincil bir mineraldir.

Talk $Mg_3(Si_4O_{10})\ (OH)_2$







MUSKOVİT ($KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$)

Kristallografi: Monoklinik sistemde kristallenir. Kristalleri psödohekzagonal görünümlü, çoğunlukla ince levhalar halinde, yaprağımsı ve pullu görünümde bulunur. Bazen agrega veya masif kütleler halindedir.

Fiziksel Özellikler: (001)'e göre mükemmel dilinimlidir, dilinimleri esnektir. Sertliği 2.5-3 arasında yoğunluğu ise 2.9'dur. Cam veya ipek parıltılıdır. Renksiz, soluk gri, yeşilimsi veya kahverengimsi olabilir. İnce levhaları ışığı geçirir.

Tanınması: Güzel dilinimi ve açık rengi ile tanınır.

Bulunuşu: Muskovit çok yaygın bulunan önemli kayaç yapıcı bir mineraldir. Granit ve granitlere bağlı pegmatitlerin karakteristik mineralidir. Ayrıca bazı şist ve gnayslarda bolca izlenir. Bazı kontakt metamorfik ve kristalize kireçtaşlarında da bulunur. İkincil olarak da feldispat, andalusit, kordiyerit gibi birçok minerallerin ayrışmasıyla da oluşur. Muskovitin çok küçük pullarına da serizit denilir.

Muskovit (Beyaz Mika)

$KAl_2 (AlSi_3O_{10}) (OH)_2$





MUSKOVİT



BİYOTİT ($K(Mg,Fe)_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2$)

Kristallografi: Monoklinik sistemde kristallenir. Kristalleri yassı ve kısa prizmatiktir. Genellikle düzgün olmayan tabakalı kitleler halinde, bazen dissemine pullar halinde bulunur. Biyotit kristalleri çoğunlukla levhamsı şekillerde olup görünürde hekzagonal veya romboedr şekillere benzer.

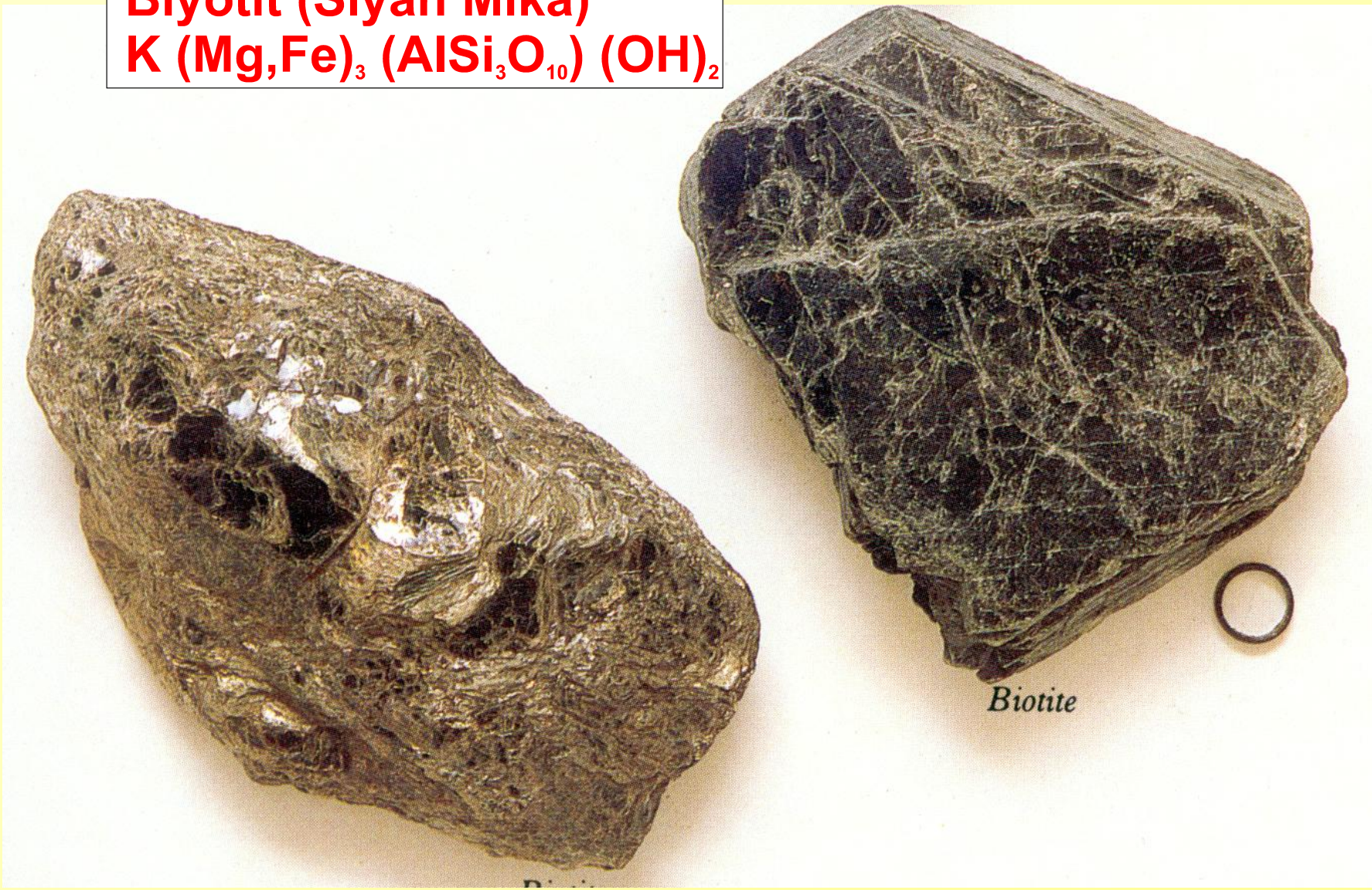
Fiziksel Özellikler: Dilinimi (001)'de mükemmel, dilinim levhaları esnektir ve bükülebilir. Sertliği 2.5-3 arasında ve yoğunluğu ise 2.8-3.2 arasında değişir. Renk siyah koyu kahverengi veya yeşilimsi siyahtır. Seyrek olarak daha açık renklerde veya açık sarı olabilir. Camsı veya elmas parıltılıdır. İnce levhalar dumanlı bir görünüm verir.

Tanınması: Koyu rengi ve iyi dilinimleriyle kolaylıkla tanınır.

Bulunuşu: Çok yaygın olarak granit, siyenit ve diyoritlerde görülür. Önemli bir kayaç yapıcı mineraldir. Bazı pegmatit türlerinde büyük pullar şeklinde bulunur. Ayrıca yine bol miktarda gnayslarda şistlerde, mikalı lamprofirlerde ve kontakt metamorfik kayaçlarda bulunur.

Biyotit (Siyah Mika)

$K\,(Mg,Fe)_3\,(AlSi_3O_{10})\,(OH)_2$



BİYOTİT





KLORİT [$Mg_5Al(AlSi_3O_{10})(OH)_8$]

Kristallografi: Monoklinik sistemde kristallenir. Kristalleri psödohekzagonal tabletler biçimindedir. Seyrek olarak prizmatiktir. Çoğunlukla tabakalı, masif ve ince pullardan oluşan topluluklar (agregalar) şeklinde bulunur.

Fiziksel Özellikler: (001)'de mükemmel dilinimlidir. Dilinim pulcukları bükülebilir fakat elastik değildir. Serliği 2-3 ve yoğunluğu ise 2.6-3.3 arasında değişir (demir içeriği ile yoğunluk artar). Camsı veya inci parıltılıdır. Renk yeşilin tonları bazen sarı veya kahverengi olabilir.

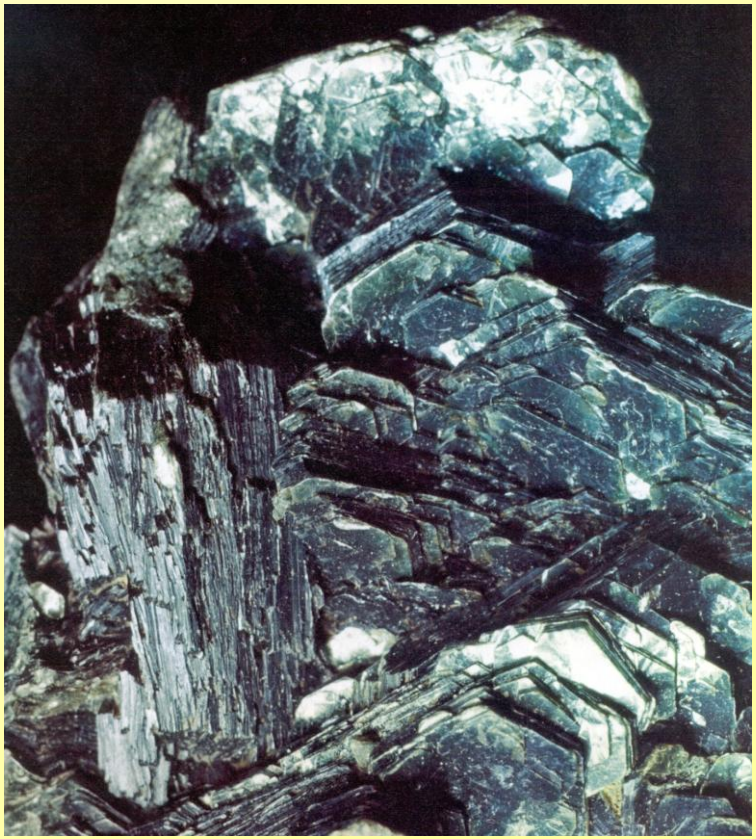
Bileşimi: Bileşimi, kristallografik ve fiziksel özellikleri birbirine benzer pek çok mineral klorit grubunda toplanmıştır. Bu mineralleri birbirinden ayırmak çok güçtür, çok dikkatli optik çalışmaları, X ışınları veya kimyasal çalışmalarla ancak ayrılabilir. Bu grup içinde en önemli olanlarını Pennin, Klinoklor ve Proklorit (Ripidolit) oluşturur.

Tanınması: Yeşil rengi, dilinimi ve mikaya benzer yapısı ile tanınır. Dilinim pulcuklarının bükülebilir fakat elastik olmayışı ile mikalardan ayrılır.

Bulunuşu: Klorit çok yaygın olarak bulunur. Genellikle magmatik kayaçlarda piroksen, amfibol ve mika gibi minerallerin düşük sıcaklık koşullarında ayrışması ile oluşur. Ayrıca volkanik kayaçlarda boşluk dolgusu olarak gelişir. Düşük sıcaklıklı metamorfik kayaçların karakteristik mineralidir.

Klorit $Mg_5Al(AlSi_3O_{10})(OH)_8$





ÇERÇEVE VEYA KAFES YAPILI SİLİKATLAR (TEKTOSİLİKATLAR)

Yerkabuğunu oluşturan kayaçların dörtte üçü bu gruptadır. Bu grup mineralleri SiO_4 veya SiO_4 veAlO_4 dörtyüzlülerinin bütün oksijenlerini diğer dörtyüzlülerle paylaşarak meydana getirdikleri üç boyutlu bir çerçeve yapıya sahiptirler.

Tektosilikatlar başlıca şu grupları oluştururlar;

SiO2 Grubu

Kuvars-Tridimit-Kristobalit-Opal

Feldspat Grubu

a) Alkali Feldspat (K-Feldspat)

Sanidin Ortoklas Mikroklin

b) Kalkalkali Feldspat (Plajiyoklas)

Albit-Oligoklaz-Andezin-Labrador-Bitownit-Anortit

Feldspatoid Grubu

Lösit-Nefelin-Sodalit-Lazurit-Petalit

Zeolit Grubu

Analsim-Natrolit-Şabazit-Heulandit-Stilbit-Laumantit

SiO_2 GRUBU MİNERALLER

- **Kuvars SiO_2**
- **Tridimit SiO_2**
- **Kristobalit SiO_2**
- **Opal $SiO_2.n.H_2O$**

KUVARS (SiO_2)

Kristallografi: Düşük sıcaklıkta oluşan α kuvars Trigonal, yüksek sıcaklıkta (573°'nin üstü) oluşan β-kuvars Hekzagonaldır. Düşük ve yüksek sıcaklıkta oluşan kuvarsların kristal yapıları hemen hemen aynıdır. Yalnızca α kuvarslar üç dönümlü β-kuvarslar ise 6 dönümlüdür. Kristaller genellikle prizmatiktir ve prizma yüzeylerinde yatay çizgiler vardır (Şekil 62).Kristaller bazen basık, bazen de uzun olabilir. Kuvars kristalleri çok ufak tozdan birkaç tona kadar değişik büyüklükte olabilir. Kuvars taneli veya yoğun topluluklar, ışınsal veya kriptokristalin kitleler halinde de bulunur. İyi gelişmiş olan kristallere boşluklarda ve mağaralarda rastlanılır. 40 ton ağırlığında çok büyük kristallere rastlanılmıştır. Kuvarslar Brezilya ikizi, Douphine ikizi, Japon ikizi gibi çok değişik girik ikizler şeklinde de izlenir.

Fiziksel Özellikler: Dilinimi yoktur, sertliği 7 olup yoğunluğu ise 2.65'tir. Kırılması konkoidal, camsı parıltılı, genellikle renksiz veya beyazdır. İçerdiği yabancı maddelerle çok değişik renklerde mor, pembe, sarı, duman rengi, gül rengi, eflatun gibi renklerde görülür. Saydam ve yarısaydamdır. Kuvvetli piezo-elektrik ve piro-elektrik özellik gösterir.

Tanınması: Kristal şekli, camsı parlaklığı, sertliği ve konkoidal kırılma şekli ile tanınır. Kalsitten daha sert, berilden daha yumuşak olması ile ayırt edilir.

KUVARS









KUVARS

Bulunuşu: Değişik jeolojik ortamlarda çok yaygın olarak bulunur. Pek çok magmatik ve metamorfik kayaçların esas mineralidir. Granit, gnays ve kumtaşlarında bolca bulunur. Hidrotermal damarlarda gang minerali olarak görülür. Deniz diplerinde çözeltilerden ayrılarak çört ve çakmaktaşı şeklinde gelişir.

KUVARS ÇEŞİTLERİ

Doğada çok çeşitlere sahip olan kuvars çeşit bakımından iri kristalli (kristalen) ve kriptokristalen kuvarslar olmak üzere iki gruba ayrılabilir.

İri kristalli olanlar (Kristalen kuvarslar)

Bu gruptaki kuvarslar renklerine göre çeşitli isimler alırlar.

Kaya kristali (Rock crystal): Renksiz, saydam ve su berraklığındadır. Hidrotermal kökenlidir.

Ametist: Saydam mor renklidir. Rengi içerdiği Fe_2O_3'den dolayıdır. Hidrotermal filonlar içinde düşük sıcaklıklarda oluşur.

Süt Kuvars: Beyaz renklidir. Rengi içerdiği sayısız küçük sıvı kapanımlardan ileri gelir. Filonlar ve pegmatitler içinde görülür.

Pembe Kuvars: Rengi pembe veya gül kırmızısıdır. Güneş ışığı altında genellikle renksizleşir. Az miktardaki mangan içeriği renklenmesinin sebebidir.

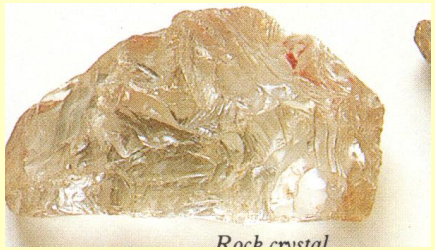
Dumanlı Kuvars: Rengi çok açık griden koyu dumanlı kahverengiye kadar değişir. Siyah renkli olanına Morion denilir. Renginin bileşimindeki serbest Si'dan veya hidrokarbonlu kapanımlardan ileri geldiği sanılmaktadır. Pegmatitlerde veya hidrotermal cevherleşmelerde bolca rastlanılır.

Sitrin: Saydam ve sarı renklidir. Dumanlı kuvarsın ısıtılması ile de elde edilebilir. Doğada nispeten az bulunur. Ametist ile birlikte görülebilir.

Kuvarsta bazen ışınsal olarak yerleşmiş bir kısım kapanımlar bulunabilir. Bu tür kuvarslar yuvarlak şekilde kesildiği zaman kedi gözü gibi görünüm veriyorsa buna **kedi gözü** denilir. Yine lifsel sarı kuvarsa da **kaplan gözü** denilir.

KUVARS ÇEŞİTLERİ

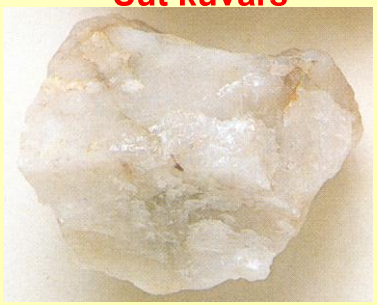
Kaya kristali



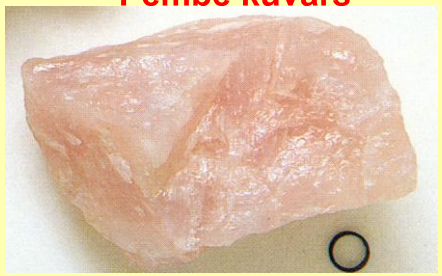
Ametist



Süt kuvars



Pembe kuvars



Kaplan gözü

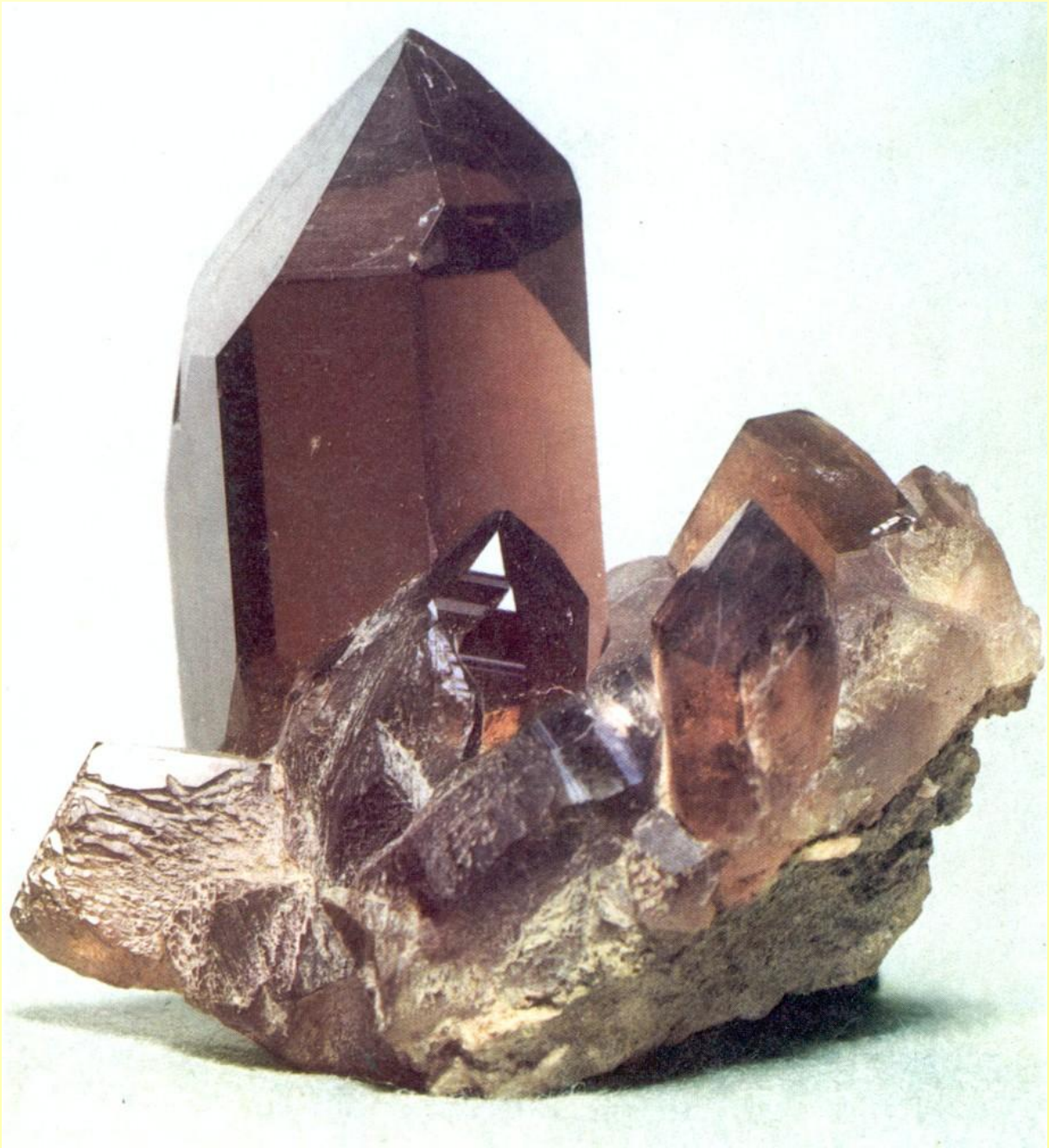
Dumanlı kuvars



Sitrin



Dumanlı Kuvars





1



2



Kriptokristalen Kuvarslar

Lifsel ve taneli olmak üzere iki türde olan bu kuvarslar mikroskopik olarak birbirlerinden ayırt edilemezler.

Lifsel Olanlar

Kalsedon: Lifsel kuvarslara verilen genel bir isimdir. Mum parlaklığında ve yarı saydamdır. Böbreğimsi, düzensiz yuvarlak yüzey gösteren kabuk şeklinde, sarkıt veya düzensiz tabakalar halinde bulunur. Kalsedon silisli çözeltilerin kaya boşlukları içine çökelmeleriyle gelişir. Renklerine ve bantlanmalarına göre isimler alırlar.

Karnoliyen: Kırmızı renkli kalsedon.

Krizopras: Elma yeşili kalsedon, yeşil rengi içerdiği nikel oksitten dolayıdır.

Sard: Açık-koyu kahverengi kalsedon.

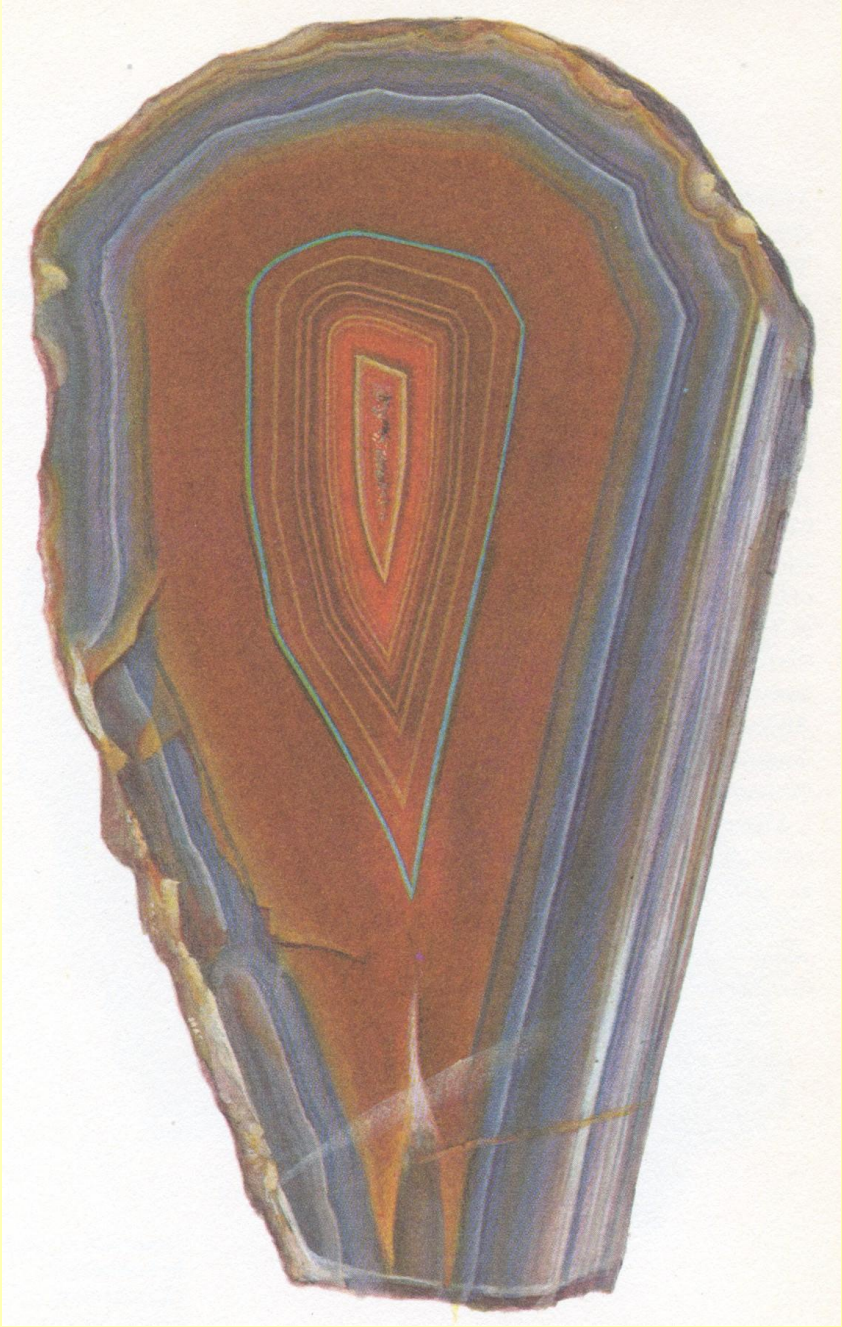
Heliotrap (kantaşı): Kırmızı benekli yeşil kalsedon, kırmızı benekler demir oksit veya kırmızı jasp olabilir.

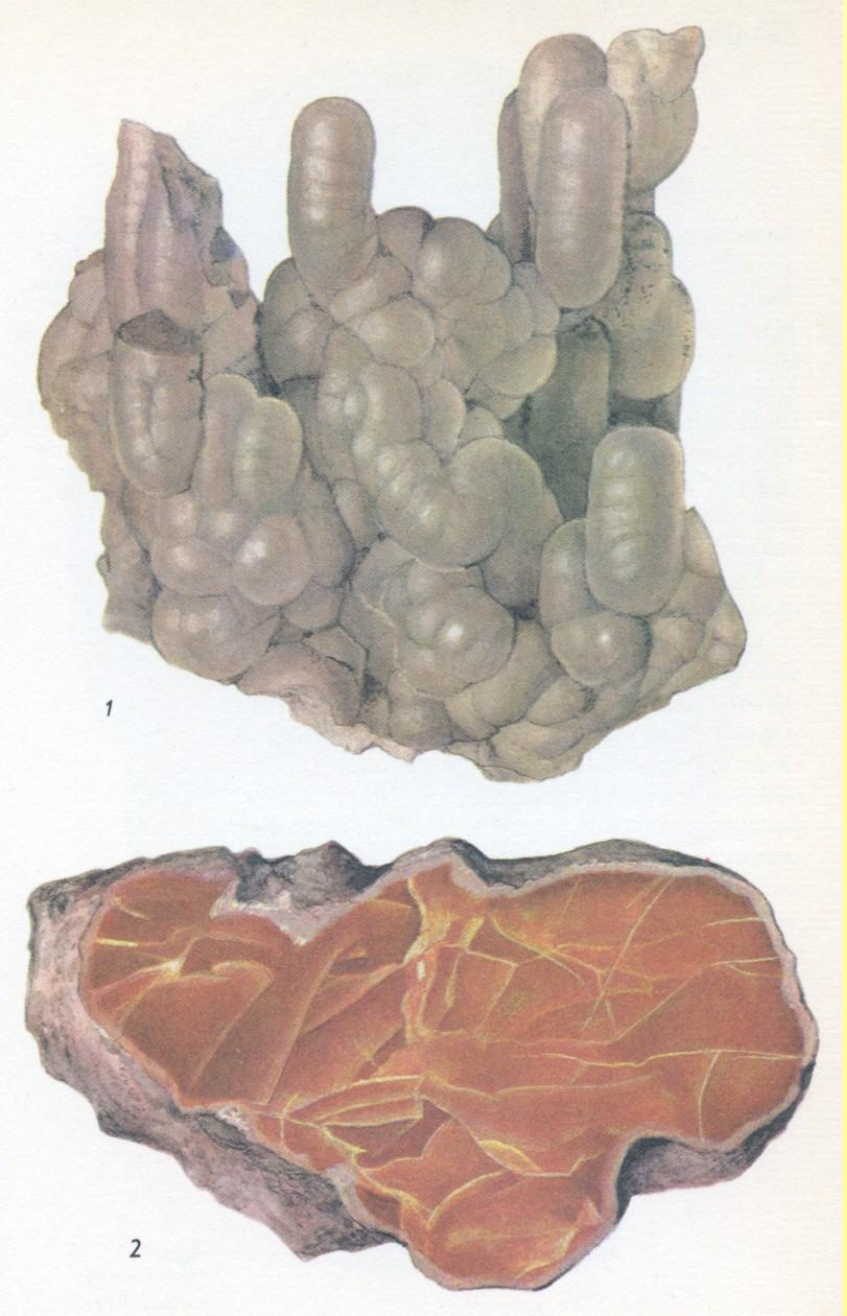
Agat: Renkçe veya saydamlık derecesi ile birbirinden ayrılabilen bantlar halindeki kalsedon. Değişik renkli bantlar konsantrik veya yer yer kıvrımlı olabilir. Bantlar birbirine paralel olup kalınlık ve renkleri üniform olarak devam eder.

Oniks: Agat'a benzer, yalnız bunda bantlar konsantrik olmayıp bir düzleme paralel olarak gelişmiştir.

Yosun agat: Yosuna, dal veya ağaç gibi bitkiye benzeyen kapanımlar içeren gri, mavimsi veya süt beyazı kalsedondur.

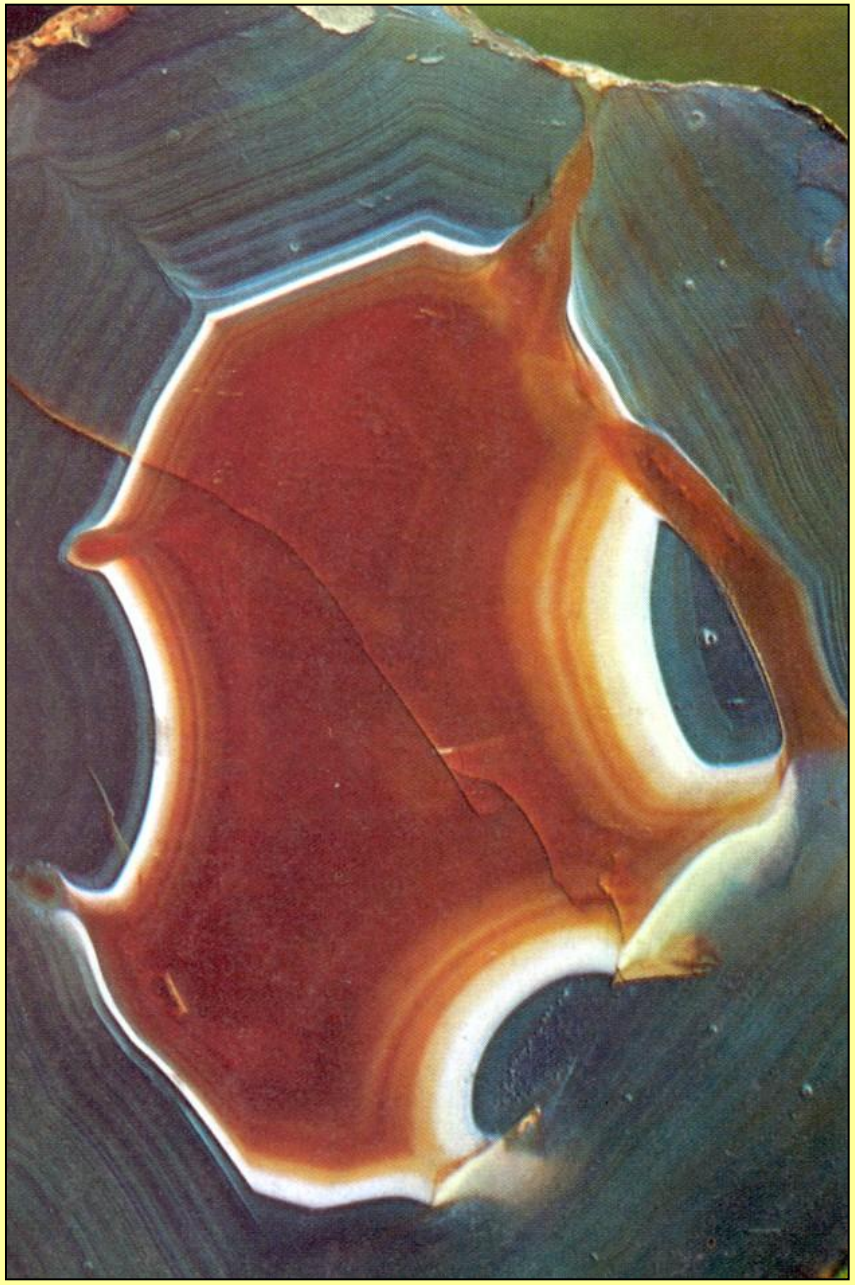
Kalsedon:





Kalsedon- Agat





Tane halinde bulunanlar:

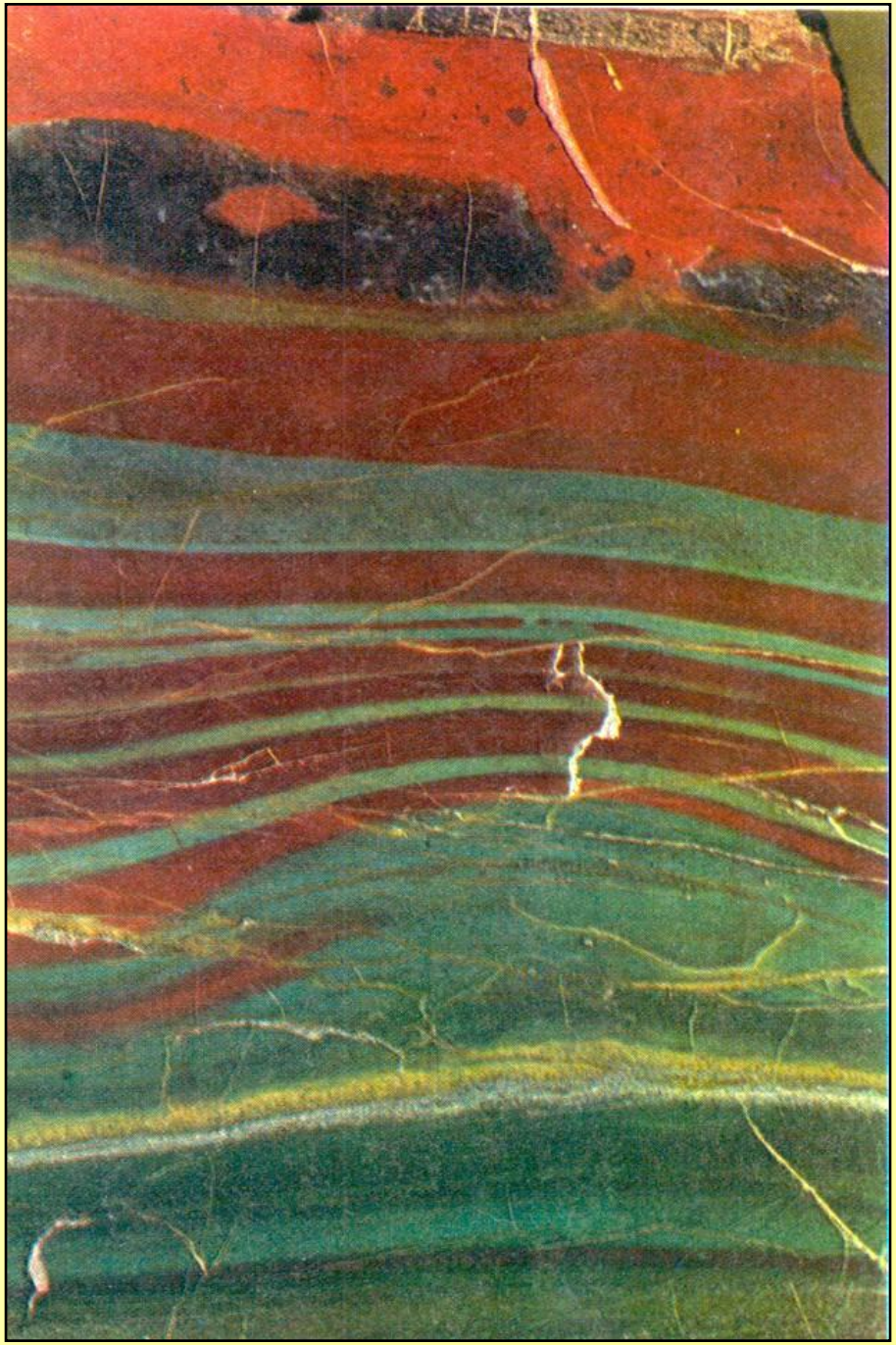
Flint: Koyu renkli ve mat görünüşlüdür. Genellikle nohut taneleri halinde tebeşir taşı içinde görülür.

Çört: Genellikle kireçtaşları içerisinde merceksi veya ince tabakalar şeklinde izlenir.

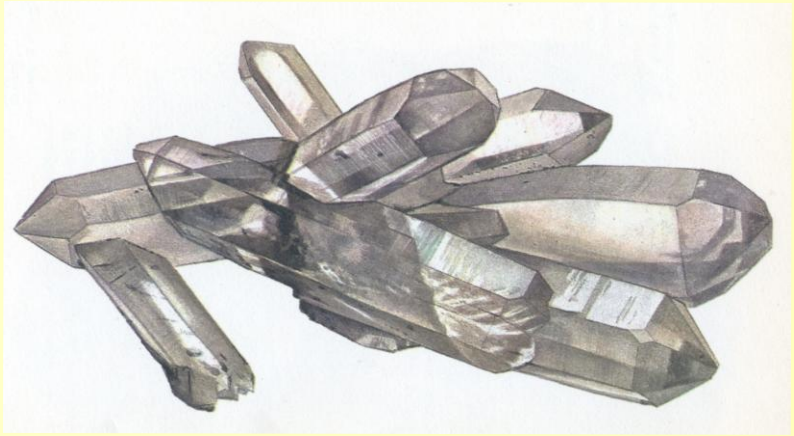
Çakmaktaşı (Sileks): Çakmaktaşı ile çört birbirlerine çok benzerler. Çört'e nazaran daha koyu renkli ve genellikle yumrular şeklinde tebeşirle beraber bulunur.

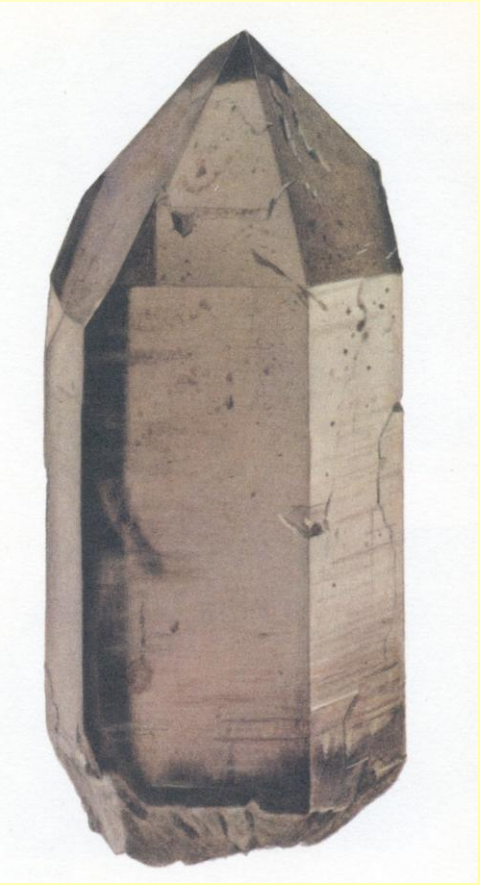
Jasp: Hematit kapanımlarından dolayı genellikle kırmızı renkli kriptokristalen kuvarstır. Volkanik kayaçlar içindeki damarcıklarda, kırıntı yataklarında ve tortul demir yataklarında bantlar halinde rastlanır.

Jasp



Kuvars SiO_2









TRİDİMİT VE KRİSTOBALİT (SiO_2)

Bu iki minerali makro olarak birbirinden ayırt etmek imkansızdır. Ancak mikroskobik özelliklerinden gidilerek ayırt edilebilirler. Genellikle bazı silisli volkanik kayaçlarda boşluklar içerisinde veya kayacın hamuru (matriksi) içinde bol miktarda bulunabilirler.

OPAL ($SiO_2.nH_2O$)

Kristallografi: Amorf., masif bazen böbreğimsi ve yuvarlak kabuk görünümündedir.

Fiziksel Özellikler: Sertliği 5.5-6.1 arasında ve yoğunluğu ise 1.8-2.3'tür. Kırılma şekli konkoidal (midye kabuğu şekli) dır. Parlaklığı cam parlaklığından reçine parlaklığına kadar değişir. Renk çok değişik beyaz, renksiz, sarının açık tonları, kırmızı, kahverengi, yeşil veya mavi olabilir. Koyu renkler yabancı madde katkılarından dolayıdır.

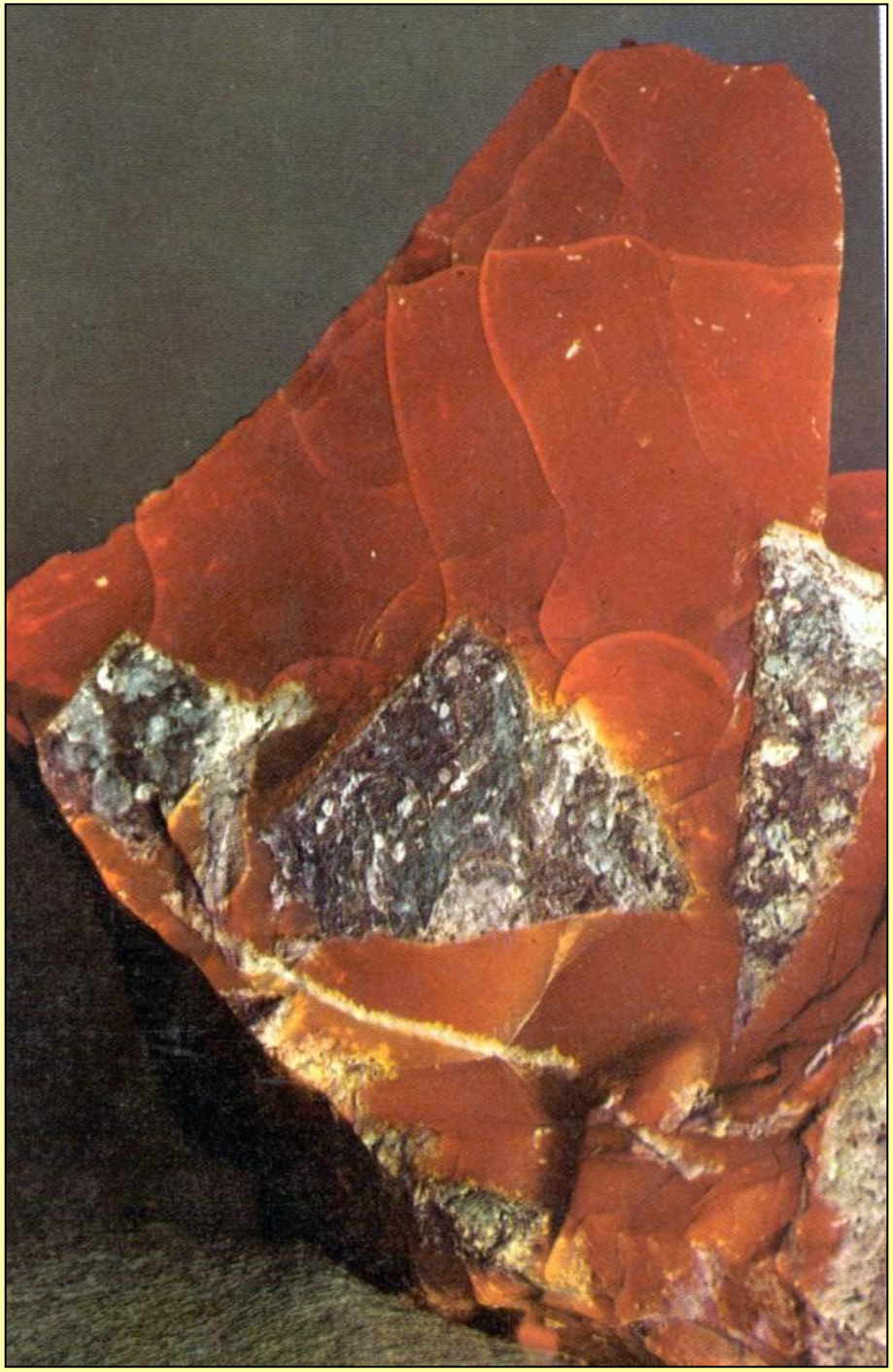
Bileşimi: Kuvars gibidir. Su miktarı genellikle %4-9 oranında değişir, bazen de %20'ye kadar çıkabilir. Su miktarıyla yoğunluk değişir.

Tanınması: Kriptokristalin kuvars çeşitlerinden daha az yoğunluğu ve sertliği ile ayrılır. Kapalı tüpte ısıtılırsa su verir.

Bulunuşu: Düşük sıcaklıkta silisli suların çökelmesi ile oluşur. Volkanik kayaçların boşluklarında veya fosilleşmiş ağaçların taşlaşmış kısımlarında görülür.

Ağaç Opal: Taşlaşmış ve opalle doldurulmuş fosil ağaçlara denilir. Ağaç hücre duvarlarının yapısı aynen korunmuş olup ağaç hücreleri yerine opal geçmesiyle oluşurlar. Ağacın genel görünümünde bir değişiklik olmaz.

OPAL ($SiO_2.nH_2O$)



Ağaç Opal



FELDSPAT GRUBU

Feldspat grubu mineraller yer kabuğunda en yaygın olarak bulunan bileşenlerdir ve yaklaşık olarak %50'sini oluştururlar. Magmatik ve metamorfik kayaçların %90'ı bazı tortul kayaçların (arkoz) %10'u feldspatlardan meydana gelmiştir. Hava, su veya hidrotermal etkilerle kaolen, serizit, zeolit, prehnit, kalsit v.b gibi minerallere dönüşebilir.

Feldspatlar aşağıdaki üç bileşenin katı eriyik serisi olarak bulunurlar;

Ortoklas	**$K(AlSi_3O_8)$**
Albit	**$Na(AlSi_3O_8)$**
Anortit	**$Ca(Al_2Si_2O_8)$**

Bunlar saf olarak bulunmayıp çoğunlukla az çok birbirleri ile karışık halde kristallenme gösterirler.

Feldspat grubu mineraller K-Na (Alkali Feldspatlar) ve Ca-Na (Plajiyoklaslar) olmak üzere iki ana gruba ayrılırlar.

ALKALİ FELDSPATLAR

Başlıcalarını aşağıdaki mineraller oluşturur.

Sanidin	**$K(AlSi_3O_8)$ Monoklinik**
Ortoklas	**$K(AlSi_3O_8)$ Monoklinik**
Mikroklin	**$K(AlSi_3O_8)$ Triklinik**

Bunlardan ayrı olarak şist ve gnayslar içinde düşük sıcaklıklarda oluşan Adularya ortoklasın farklı görünümlü şeklidir, kristalleri eşkenar dörtgen şeklindedir. Ancak hem monoklinik hem de triklinik sistemde kristallenmiş kristallerine rastlanmıştır.

Ayrıca triklinik sistemde kristalleşen Mikroklin'in sodyumca zengin olan üyesine Anortoklas veya mikroklinalbit (Na,K) $AlSi_3O_8$ denilmektedir.

MİKROKLİN



ORTOKLAS (ORTOZ) $K(AlSi_3O_8)$

Kristallografi: Monoklinik sistemde kristallenir. Kristaller genellikle kısa prizmatik şekillerde görülür. Çoğunlukla tek kristal veya yığışımlar halinde bulunur. Kaba taneli, masif veya kriptokristalen olabilir. Karlsbad, Baveno ve Manebah ikizlerini sıkça gösterir (Şekil 64).

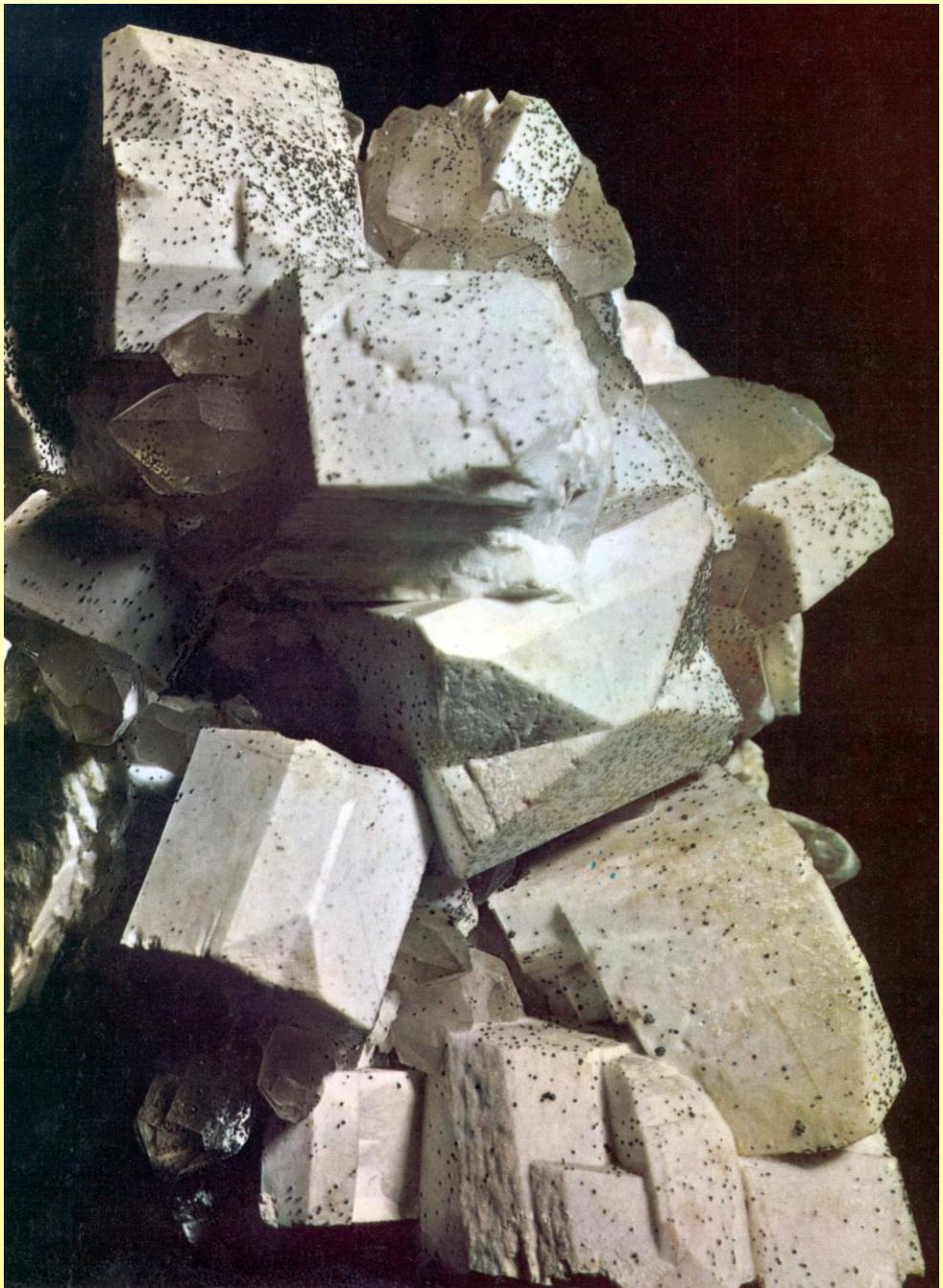
Fiziksel Özellikler: (001)'de mükemmel dilinimlidir. Sertliği 6 yoğunluğu ise 2.6'dır. Camsı parıltılı, renksiz, gri, beyaz veya el pembemsi rengindedir.

Tanınması: Rengi, sertliği ve dilinimi ile tanınır. Diğer feldspatlardan birbirine dik dilinimi ile ayırt edilir.

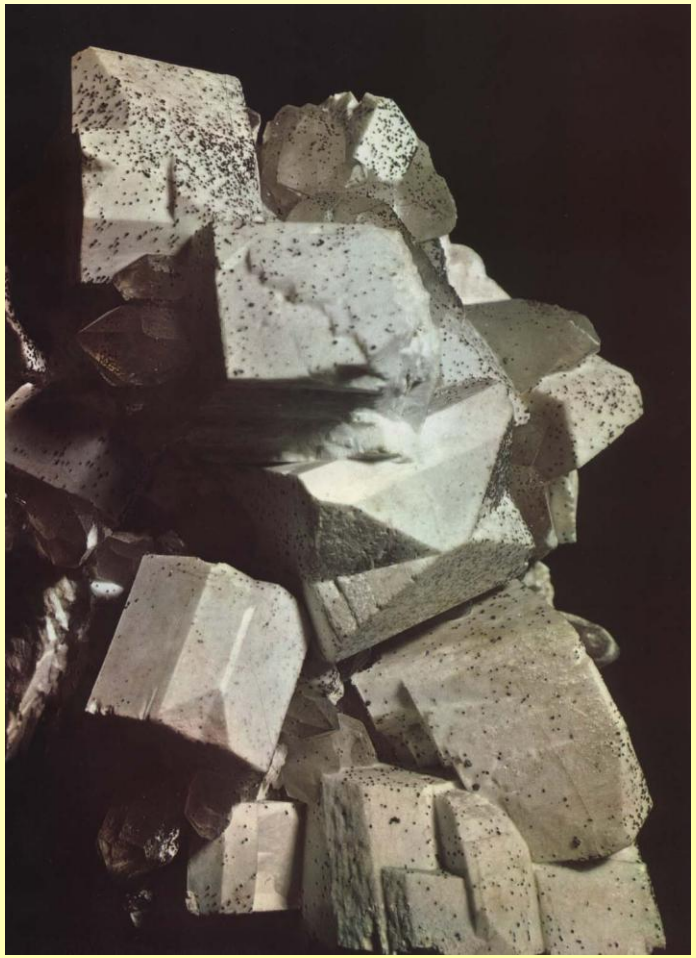
Bulunuşu: Çok yaygın bir mineraldir. Magmatik kayaçlarda özellikle granit, siyenit ve nefelin siyenit gibi kayaçların esas mineralidir. Ayrıca arkoz gibi bazı kumtaşı ve konglomeralarda ve gnayslarda da görülür. Pegmatitlerde iri kristaller halinde kuvars, muskovit ve albit ile birlikte bulunur.

Alkali feldspatlardan Sanidin yüksek sıcaklık minerali olup genellikle fenokristaller şeklinde riyolit ve trakit gibi volkanik kayaçlarda bulunur. Ayrıca magmatik ve metamorfik kayaçlarda da görülür. Mikroklin ise daha düşük sıcaklıklarda granitlerde, granitik pegmatitlerde ve hidrotermal damarlarda bulunur. Ayrıca birçok şist ve gnayslarda da görülür.

ORTOKLAS (ORTOZ) $K(AlSi_3O_8)$

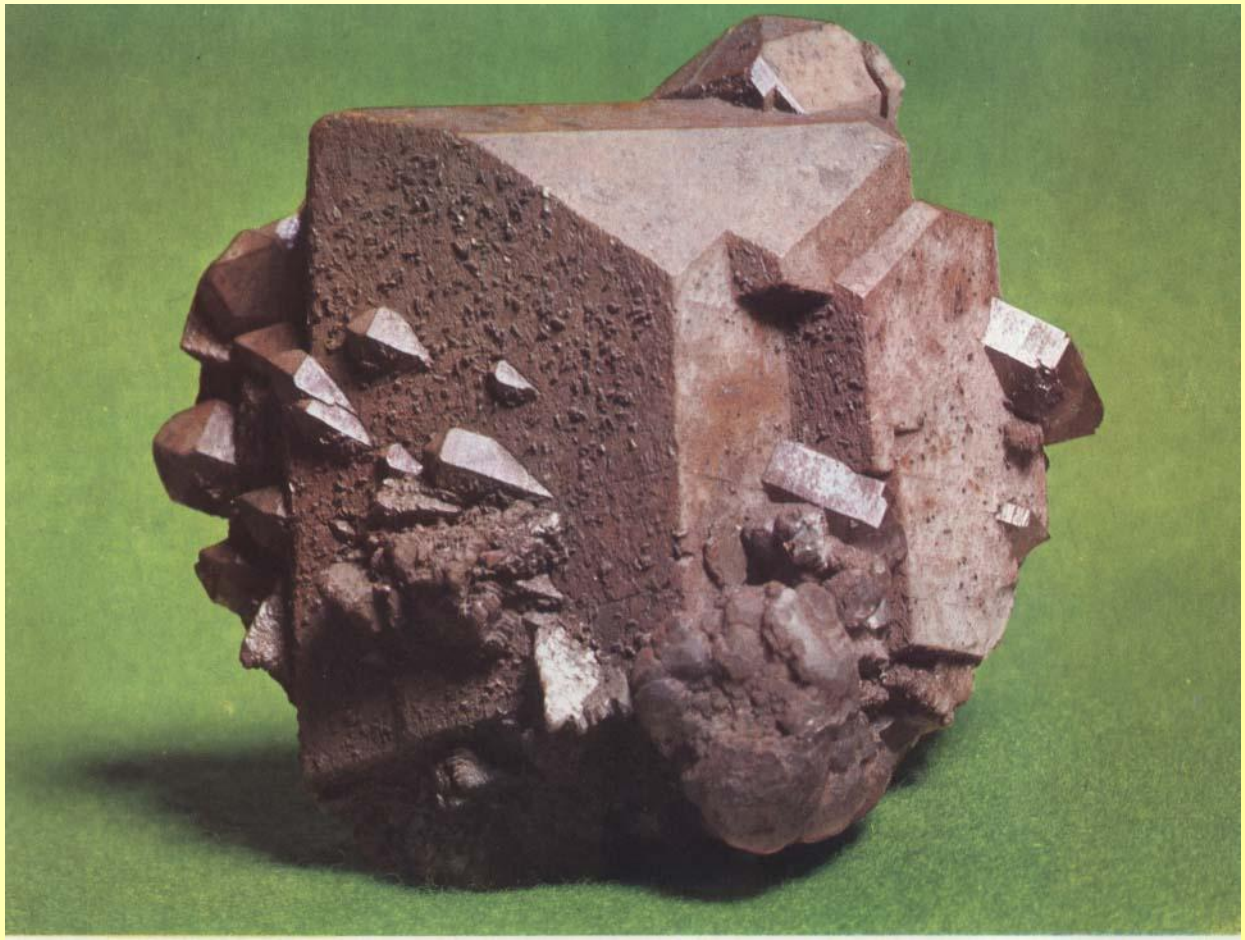


ORTOZ





ORTOZ



SANİDİN





PERTİTLER

Özellikle potasyumlu feldspatlar (ortoklas, mikroklin) içinde ara ürün olarak sodyumlu feldspat (albit) teşekkül etmişse minerale pertitik feldspat denir. Ortoklas içinde albitler mineralin büzülmesiyle gelişen zayıflık zonlarına dizilirler. Bu albit dizilimleri ortoklas mineralinin soğuma ile büzüldüğü doğrultuya dik veya (100) yönüne paralel olarak gelişirler. Albitlerin ortoklas içindeki dizilimleri ile oluşturdukları pertitler çeşitli şekiller arz eder. Belli başlıları şunlardır.

Iğ şeklindeki pertitler

Filon şeklinde uzun ve ince pertitler.

Filon şeklinde daha kalın ve düzensiz pertitler

Leke şeklinde düzensiz pertitler

Daha az olmakla beraber ana mineral sodyum-kalsiyum feldspat (plajiyoklas), ekssolusyonla dışarıya atılmış lameller ortoklas ise buna antipertit denilir.

FELDSPATOİD GRUBU

Feldspatoid grubu mineraller aynı alkali feldspatlar gibi sodyum-potasyum alümino silikat bileşiminde olup başlıca kimyasal farkı feldspatoidlerin daha az silisyum içermelerinden ileri gelir. Feldspatoidler alkali feldspatlara göre 2/3 oranında daha az silis içerirler. Bu nedenle alkali (sodyum ve potasyum) bakımından zengin ve silis bakımından fakir magmalarda oluşurlar.

Başlıca Feldspatoid grubu mineraller şunlardır:

Lösit	$KAlSi_2O_6$
Nefelin	$NaAlSiO_4$
Sodalit	$Na_4(AlSiO_4)_3Cl$
Lazurit	$(Na,Ca)_8(Al_6Si_6O_{24})(SO_4Cl,S)_2$
Nosean	$Na_3AlSiO_4Na_2SO_4$
Hauyn	$Na_3AlSiO_4CaSO_4$
Petalit	$Li(AlSi_4O_{10})$
Kankrinit	$(Na,Ca)_4(Al_3Si_3O_{12})(CO_3,SO_4,Cl)$

FELDSPATOİD GRUBU

Nefelin





LÖSİT ($KAlSi_2O_6$)

Kristallografi: Tetragonal, 625° C'nin üzerindeki sıcaklıklarda kübik sistemde kristallenir. Deltait yüzeyler karakteristiktir (Şekil 67). Genellikle ikositetraedral şekilli kristaller şeklinde görülürler. İri kristaller veya saçınımlı taneler halinde bulunurlar.

Fiziksel Özellikler: Sertliği 5.5-6 arasında yoğunluğu ise 2.5'tur. Kırılma şekli konkoidal, camsı veya mat parıltılı, beyaz veya gri renklidir.

Tanınması: Kristal şekli, rengi ve erimemesi ile tanınır. Aynı kristal şeklinde bulunan analsim ve granat ile karıştırılabilir. Fakat granat hem daha sert hem de gri veya beyaz renkte bulunmaz. Analsim ise erir ve su verir. Ayrıca analsim özellikle boşluklarda serbest gelişmiş kristaller halindedir.

Bulunuşu: Lösit özellikle potasyumca zengin silisçe fakir lavlarda (trakit gibi) oluşur. Derinlik kayaçlarında pek görülmez. Lösit yavaş soğuma halinde kararsızdır. K-feldspatlara veya nefeline dönüşür, bunlara psödolösit denilir.

LÖSİT ($KAlSi_2O_6$)



LÖSİT



NEFELİN ($NaAlSiO_4$)

Kristallografi: Hekzagonal sistemde kristallenir. Masif, kompakt veya dağınık taneler halinde bir hamur içinde bulunurlar.

Fiziksel Özellikler: Sertliği 5.5-6 arasında değişir ve yoğunluğu ise 2.7'dir. Camsı parıltılı, masif olanlar ise yağımsı parıltılıdır. Renksiz, beyaz, gri veya kahverengimsi kırmızı, yeşilimsi olabilir.

Tanınması: Yağımsı parıltısı ile tanınır. HCl'de kolayca çözünür ve silis jeli oluşturur.

Bulunuşu: Cam, seramik, deri, tekstil ve yağ endüstrisinde kullanılan nefelin özellikle silisçe fakir volkanik ve derinlik kayaçlarında (nefelinli siyenit, fonalit gibi) bulunur. Ayrışarak beyaz mika pullarına dönüşebilir.

NEFELİN ($NaAlSiO_4$)



SODALİT ($Na_8Al_6Si_6O_{24})_3Cl_2$)

Kristallografi: Kübik, kristalleri seyrek olup genellikle masif veya taneler şeklinde görülür.

Fiziksel Özellikler: Sertliği 5.5-6 arasında yoğunluğu ise 2.3'tür. Camsı parıltılı olup rengi genellikle mavi, bazen pembe, yeşil, sarı veya gri olabilir. Saydam ve yarı saydamdır.

Tanınması: Mavi rengi ile tanınır. Lazuritten bulunduğu ortam ve piritle beraber olmayışı ile ayrılır. HCl'de kolay çözünür ve buharlaşarak silis jeli oluşturur.

Bulunuşu: Az bulunan kayaç yapıcı mineral olup nefelinli siyenit gibi alkalin magmatik kayaçlarda nefelin ve kankrinit ile beraber bulunur. Ayrıca silisçe fakir dayk ve lavlarda da görülür.

ZEOLİT GRUBU

Zeolitler bileşim ve bulunuşları bakımından birbirlerine benzer pek çok sulu silikat mineralini kapsarlar. Bu mineraller esas sodyum ve kalsiyum alüminyum sulu silikatlardır. Bazen potasyum ve baryum içerirler.

Birçok zeolitlerin temel kristal yapısı dört yüzeylilerin değişik bağlanma şekillerinden meydana gelmiştir. Bu bağlanma şekilleri zeolitlerin kanal özelliklerini belirler. Kanallar bir, iki veya üç yönde birbirleriyle ilişkili olarak oluşabilirler. Bu boşluk ve kanallar diğer yabancı iyon ve su gibi molekülleri rahatlıkla barındırabilirler. Zeolitleri ilginç yapan yapılarındaki bu kanala benzer boşluklardır. Isıtılınca bünyelerindeki sularını yavaş yavaş verirler fakat yapıları olduğu gibi kalır. Zeolit tam olarak kurutulduktan sonra boşluklarını tekrar su, amonyak, civa buharı, iyod buharı veya başka malzeme doldurabilir. Doldurulacak malzemenin molekül boyutları ile zeolit yapısının uygun olması gerekir. Zeolitler bu özellikleri dolayısıyla molekül elekleri olarak kullanılırlar. Örneğin zeolitten süzülen sular hiçbir engelle karşılaşmadan içlerindeki iyonlar zeolit yapısındaki iyonlarla yer değiştirebilirler. Bu olaya baz değişimi veya iyon değişimi olayı denir.

Zeolitler kristal yapıları ve kimyasal özellikleri nedeniyle endüstri mineralleri içerisinde önemli bir potansiyel değere sahiptir. Zeolitlerin endüstride oksijen ayırımında iyon değişiminde, kağıt endüstrisinde, yapı taşlarında, tarımda ve hayvan yemi katkısında geniş kullanım alanları vardır.

Zeolitler bazik volkanik kayaçlar içindeki boşluklarda ve hidrotermal safhanın son evresinde oluşurlar.Ayrıca tüflerin, tüflü tortulların ve volkanik kayaçların düşük sıcaklıkta ayrışmasıyla çok büyük yataklar oluşturabilirler.

Önemli olan zeolitlerin başlıcaları şunlardır;

Analsim	$Na(AlSi_2O_6).H_2O$
Natrolit	$Na_2(Al_2Si_3O_{10}).2H_2O$
Şabazit	$(Ca,Na_2)(Al_2Si_4O_{12}).6H_2O$
Heulandit	$(Ca,Na_2)(AlSi_3O_8)_2.5H_2O$
Stilbit (Desmin)	$(Ca,Na_2,K_2)(Al_2Si_7O_{18}).7H_2O$
Laumontit	$Ca(Al_2Si_4O_{12}).4H_2O$
Filipsit	$(Ca,Na,K)(Al_3Si_5O_{16}).6H_2O$

Zeolit Grubu Mineralleri

Harmotom



Natrolit

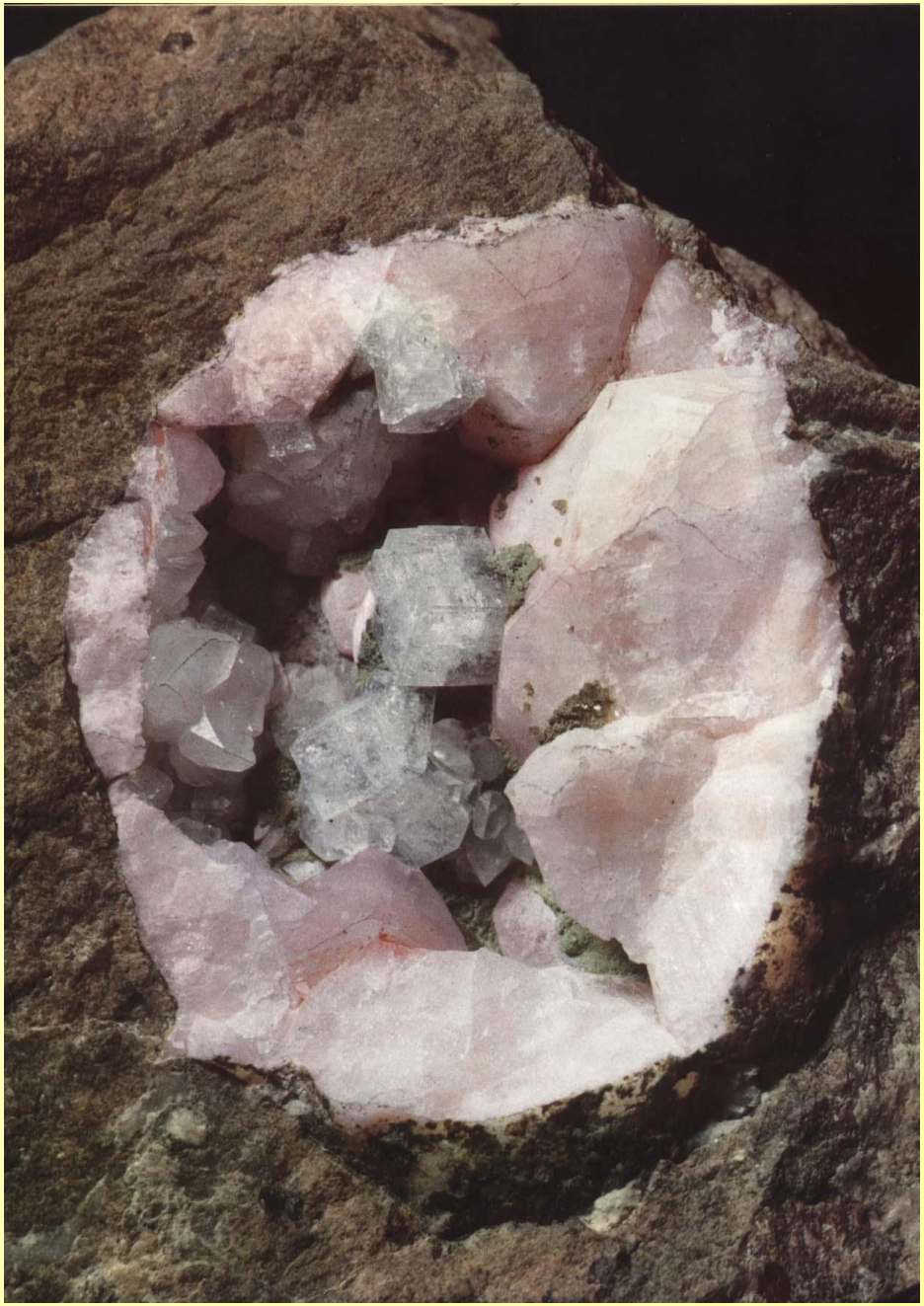


Şabazit



NATROLİT





ŞABAZİT

STİLBİT



STİLBİT





ANALSİM ($Na(AlSi_2O_6).H_2O$)

Kristallografi: **Kübik sistem, kristalleri genellikle ikositetrahedral şekilli veya masif olarak bulunur (Şekil 68).**

Fiziksel Özellikler: **Sertliği 5.5 ve yoğunluğu ise 2.2'dir. Camsı parıltılı olup renksiz veya beyazdır.**

Tanınması: **Serbest büyüyen kristalleri ve camsı parıltısı ile tanınır. Kristalleri lösit'e çok benzer fakat analsim üfleçte kolayca erir ve saydam cam verir, lösit ise erimez.**

Bulunuşu: **Analsim diğer zeolit mineralleri gibi genellikle ikincil mineral olarak diğer zeolitlerle birlikte bazik volkanik kayaçların boşluklarında ve yine ikincil mineral olarak sedimanter kayaçlar içinde oluşur.**

Analsim $Na(AlSi_2O_6).H_2O$



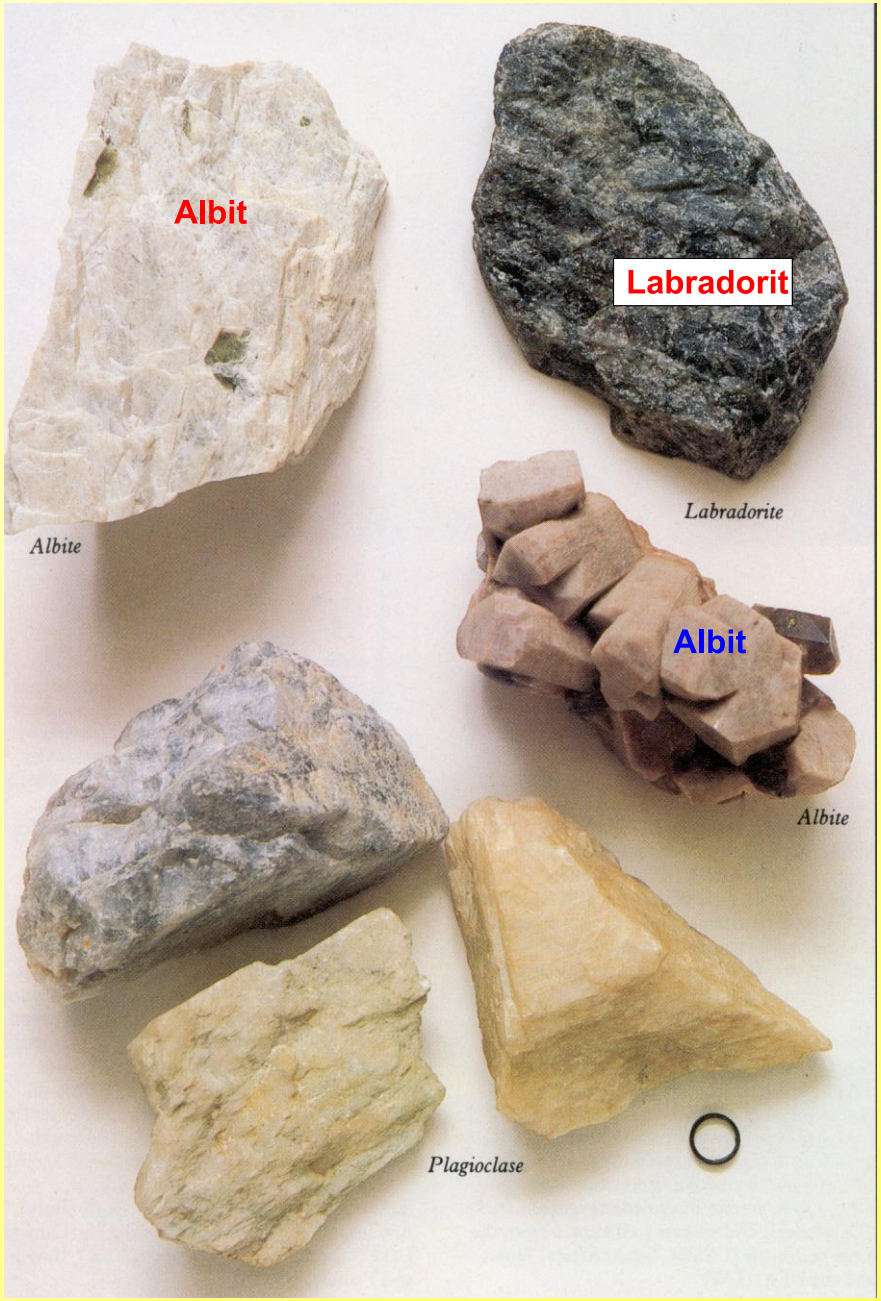


PLAJİYOKLASLAR

Plajiyoklaslar sodyum ve kalsiyumlu feldspat olup geniş bir sıcaklık sahası içerisinde sodyumca zengin saf albit $Na(AlSi_3O_8)$ ile kalsiyumca zengin saf anortit $Ca(Al_2Si_2O_8)$ arasında sürekli bir katı eriyik serisi oluştururlar. Plajiyoklas bileşiminde Na ile Ca her oranda birbirleri ile yer değiştirebilirler. Plajiyoklaslar bileşimlerindeki anortit (An) yüzde miktarına göre altı gruba ayrılırlar. Başlıcaları şunlardır.

Albit	**% 0-10 An**
Oligoklas	**%10-30 An**
Andezin	**%30-50 An**
Labrador	**%50-70 An**
Bitovnit	**%70-90 An**
Anortit	**%90-100An**

PLAJİYOKLASLAR



Plajiyoklaslar izomorf seri oluşturdukları için genellikle özellikleri birbirine benzer.

Kristallografi: Triklinik sistemde kristallenirler. Kristaller genellikle uzun ve prizmatiktir (Şekil 65). Ayrıca tabuler, masif ve taneli olabilir. Sıkça ikiz gösterirler ve bu ikizler plajiyoklasların tanınması için karakteristik bir özellik sayılır. Başlıca iki tip ikiz ayırt edilir..

Albit ikizi (polisentetik ikiz)

Periklin ikizi. Ayrıca karlsbad, baveno ve manebah ikizleri de görülebilir.

Fiziksel Özellikler: (001) yüzeyine göre mükemmel dilinimlidir. Sertliğ 6 ve yoğunluğu ise 2.6-2.8 arasında değişir. Camsı parıltılı, renksiz, beyaz, gri, bazen el pembemsi, yeşilimsi veya kahverengimsi olabilir.

Tanınması: Plajiyoklaslar diğer feldspat türlerinden albit ikizlenme çizgileri ile ayırt edilirler. Plajiyoklasları birbirinden ayırt etmek ancak mikroskobik özellik veya kimyasal yollarla olabilir.

PLAJİYOKLASLAR

Bulunuşu: Plajiyoklaslar çok yaygın olarak görülen kayaç yapıcı minerallerdir. Birçok magmatik kayaçlarda bulunurlar ve kayaçların sınıflandırılmasında rol alırlar. Genellikle sodik plajiyoklaslar granitik kayaçların, kalsik plajiyoklaslar ise gabro, bazalt ve anortit gibi kayaçların karakteristik minerallerini oluştururlar. Albit genellikle pegmatitlerde sodyumca zengin lavlarda (spilitlerde) bulunurlar. Plajiyoklaslar metamorfik kayaçlarda da bulunur ve bulundukları kayaçlarda metamorfizma derecesini vermeleri bakımından önem teşkil ederler. Bunların dışında plajiyoklaslar bazı kırıntılı kayaçlarda da bulunurlar.

Pembe Anortit







ALBİT



ANORTİT

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_2S)	Kalkosin	(Cu_2S)
Bornit	(Cu_5FeS_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_2S_3)
Antimonit	(Sb_2S_3)		

Sülfotuzlar

Pirarjirit	(Ag_3SbS_3)
Prustit	(Ag_3AsS_3)
Tetraedrit	($Cu_{12}Sb_4S_{13}$)
Tennantit	($Cu_{12}As_4S_{13}$)
Enarjit	(Cu_3AsS_4)
Bournonit	($PbCuSbS_3$)
Jamesonit	($Pb_4FeSb_6S_{14}$)

ANTİMONİT-Stibin (Sb_2S_3)

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

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

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

Tanınması: İnce uzun ışınsal kriatalleri, 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 ışınsal Demetleri



ANTİMONİT



ARJANTİT (Ag_2S)

Kristalografi: Küp Sistemi. Agrega, 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.

ARJANTİT (Ag_2S)





BORNİT (Cu_5FeS_4)

Kristalografi: Küp Sistemi

Fiziksel Özellikleri: Dilinimi zayıf, Sertlik: 3, Yoğunluk: 5.08. Yarılımı 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:

BORNİT (Cu_5FeS_4)





GALEN (PbS)

Kristalografi: Küp sistemde kristallenir. Seyrek olarak tabüler 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 parıltılı. 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 çıtırdayarak 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 kayaçlarda, 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



KALKOPİRİT ($CuFeS_2$)

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 parıltılı. Rengi bronz sarısı, Çizgi rengi yeşilimsi siyahtır.

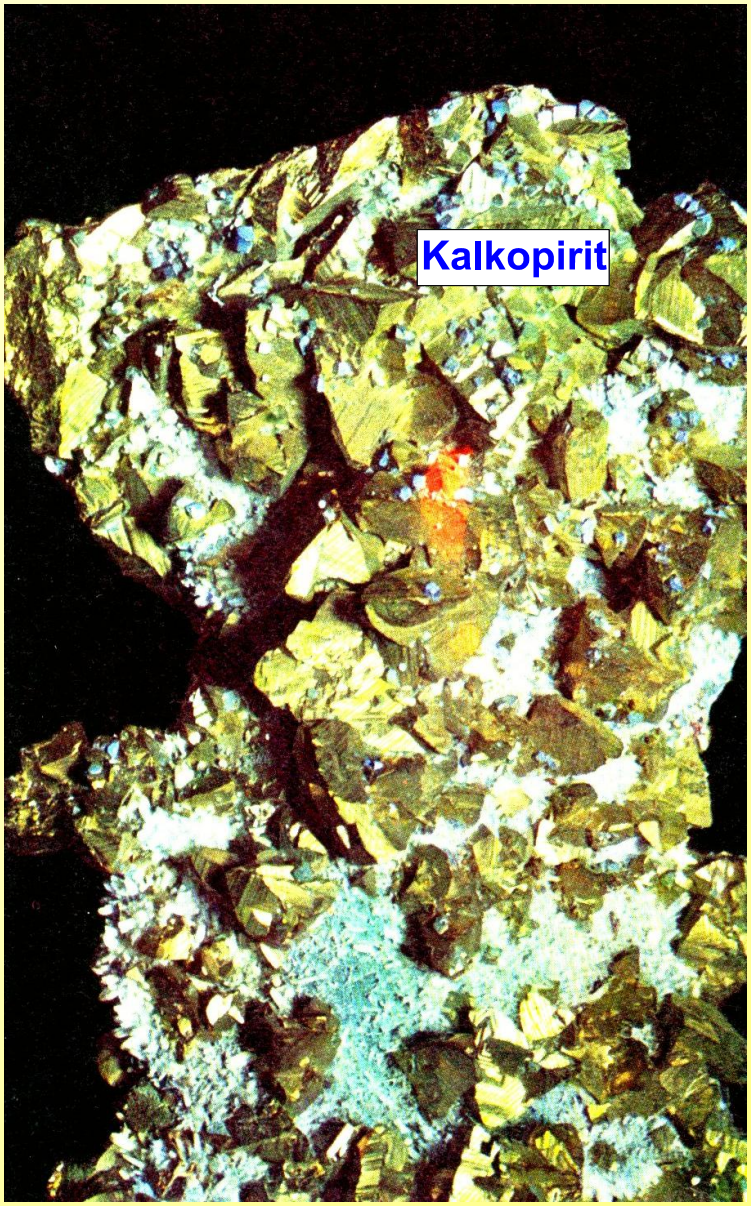
Bileşimi: % 34.6 Cu, % 30.4 Fe ve %35 S içerir. Çoğunlukla bir miktar Au ve Ag'te bulundurur.

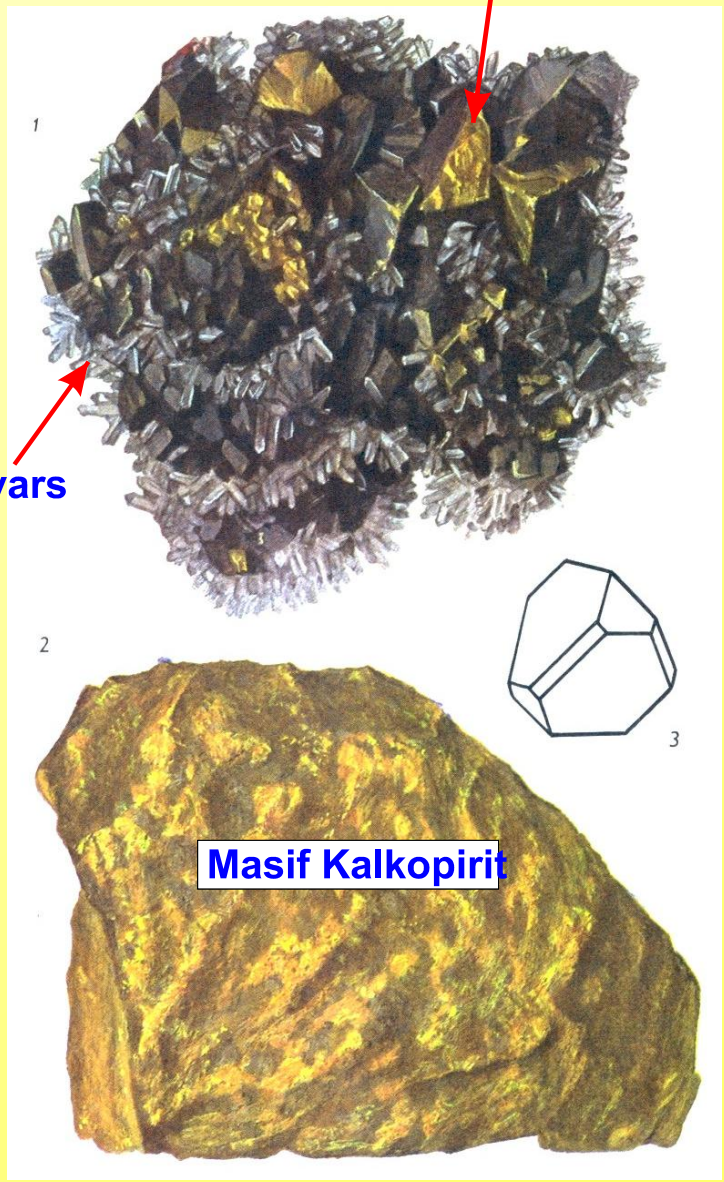
Tanınması: Pirit'ten rengi ve sertliği ile ayırt edilir. Üfleçte kömür üzerinde erir ve magnetik kürecik yapar. Nitrik asit'te (HNO_3) çözünür. Yüzey koşullarına bağlı olarak malakit, azurit, kalkosin ve küprit'e dönüşebilir.

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 ($CuFeS_2$)





KALKOPİRİT



KALKOSİN (Cu_2S)

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

Fiziksel Özellikleri: Sertlik: 2.5-3; Yoğunluk: 5.7; Dilinimi zayıf, yarılımı 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 (HNO_3) çözünür. Üfleçte kömür üzerinde ısıtılırsa SO_2 gazı yayarak bakır küreciği verir. Kurşun grisi rengi, yumuşaklığı, HNO_3'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:

KALKOSİN (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:

KOVELLİN (CuS)



MARKASİT (FeS_2)

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

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

Bileşimi: Markasit piritle dimorf olup sabit bileşimlidir.

Tanınması: Tabüler görünümü ve daha açık sarı rengi ile pritten ayırtedilir. Yaklaşık 450^{o}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, kiltaşı gibi sedimanter kayaçlarda ve yumrulu konkresyonlar şeklinde bulunur. Pritten daha az dayanımlıdır.

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

MARKASİT (FeS_2)



MOLİBDENİT (MoS_2)

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.

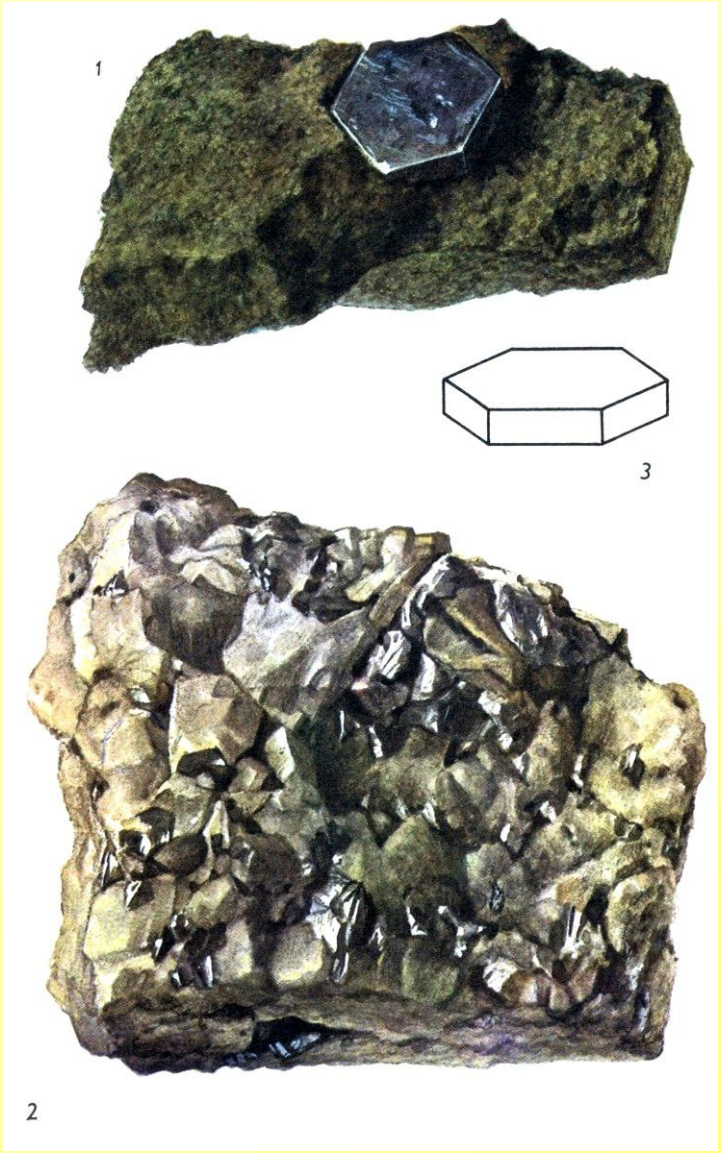
Bileşimi: % 59.9 Mo ve % 40.1 S içerir.

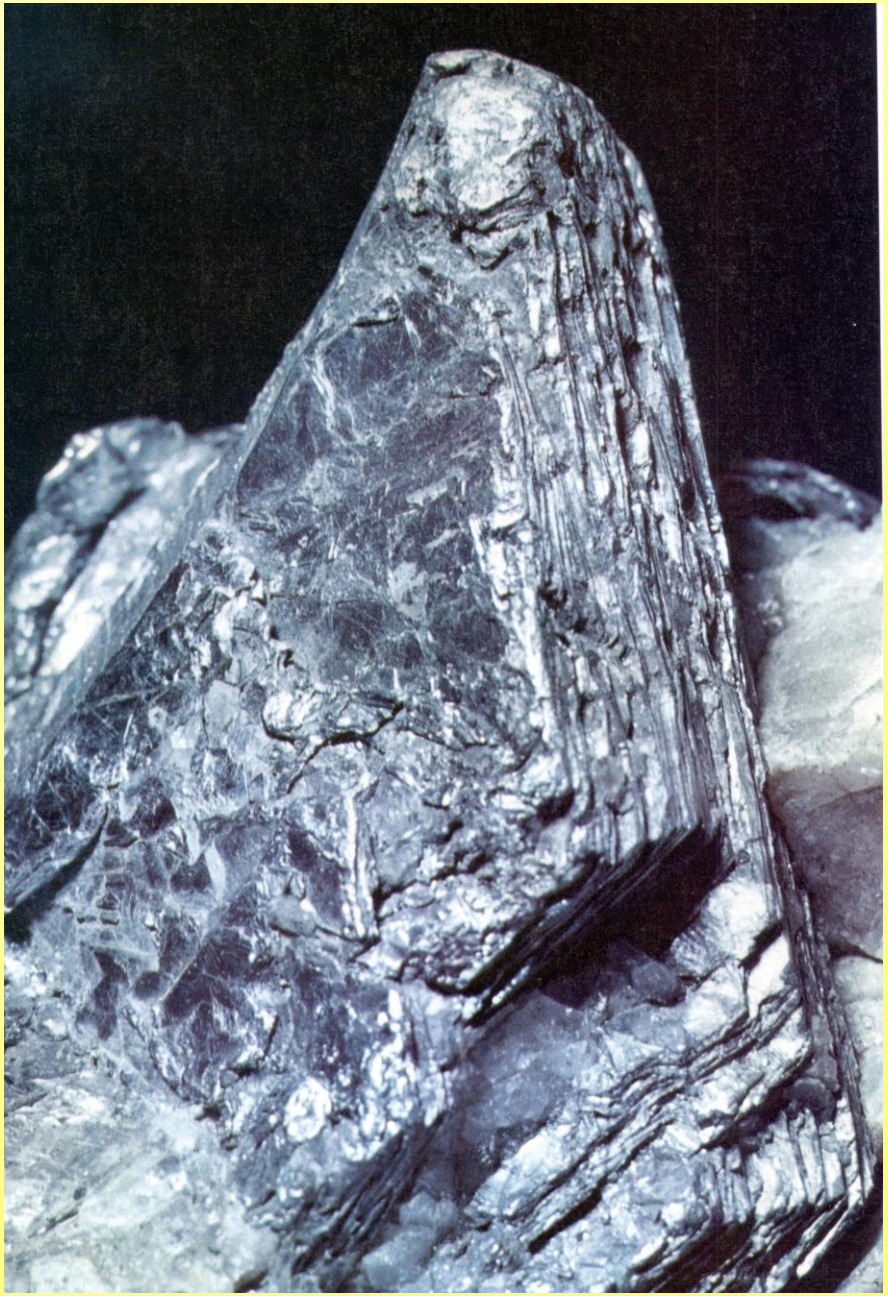
Tanınması: Üfleçte erimez. Alevi açık yeşil renge boyar. Açık tüpte ısıstılırsa molibdenoksit (MoO_3) tortu yapar ve SO_2 kokusu verir. Rengi, dilinimi, yumuşaklığı ve eli boyaması ile tanınır. Grafit'ten parlak metalik cilası, ağırlığı ve hafif mavimsi nuanslı rengi ile ayırt edilir.

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)

Kristalografi: 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 levhecıkları 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:

ORPİMENT

ORPİMENT (As_2S_3)





PİRİT (FeS_2)

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, yarılımı konkoidal veya düzensiz, metalik parıltılı. 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.

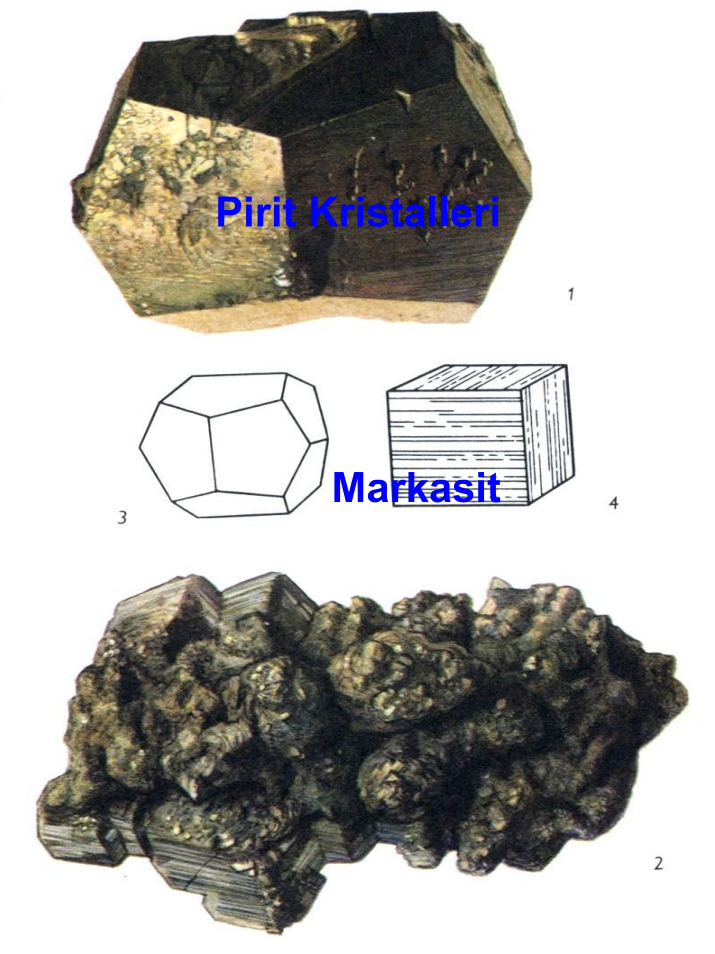
Tanınması: Metalik rengi, kristal şekli ve sertliği ile tanınır.

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

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

PİRİT (FeS_2)

Pirit





PİRİT





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, kırılgan, 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:

PİROTİN-Magnetopirit (FeS)



REALGAR (AsS)

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

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

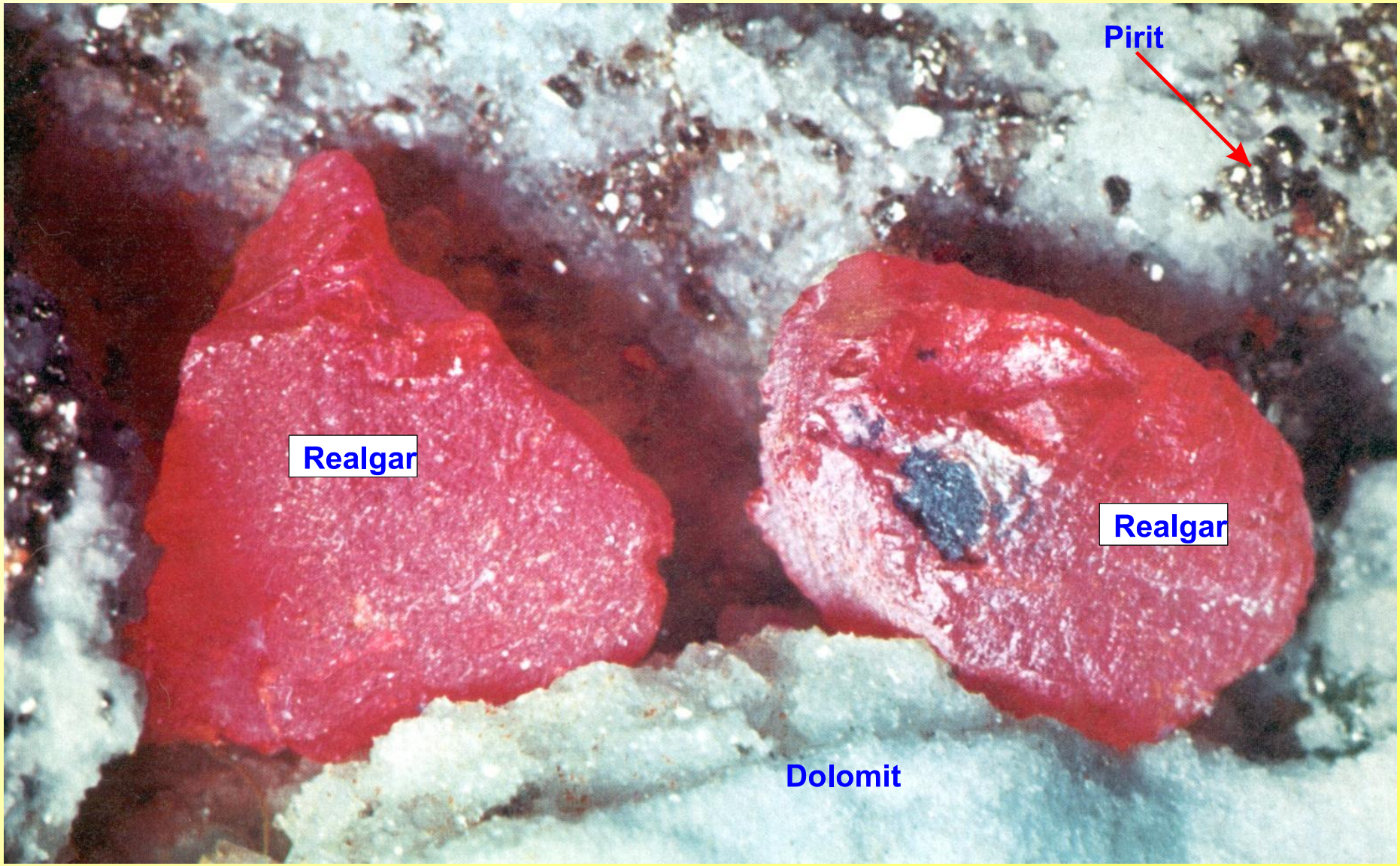
Bileşimi: % 70.1 As ve % 29.9 S içerir.

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

Bulunuşu: Realgar hidrotermal sülfür damarlarında altın, gümüş, kurşun, antimuan ve diğer As mineralleri ile birlikte bulunur. Ayrıca kireçtaşlarında, dolomit veya kiltaşlarında 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.

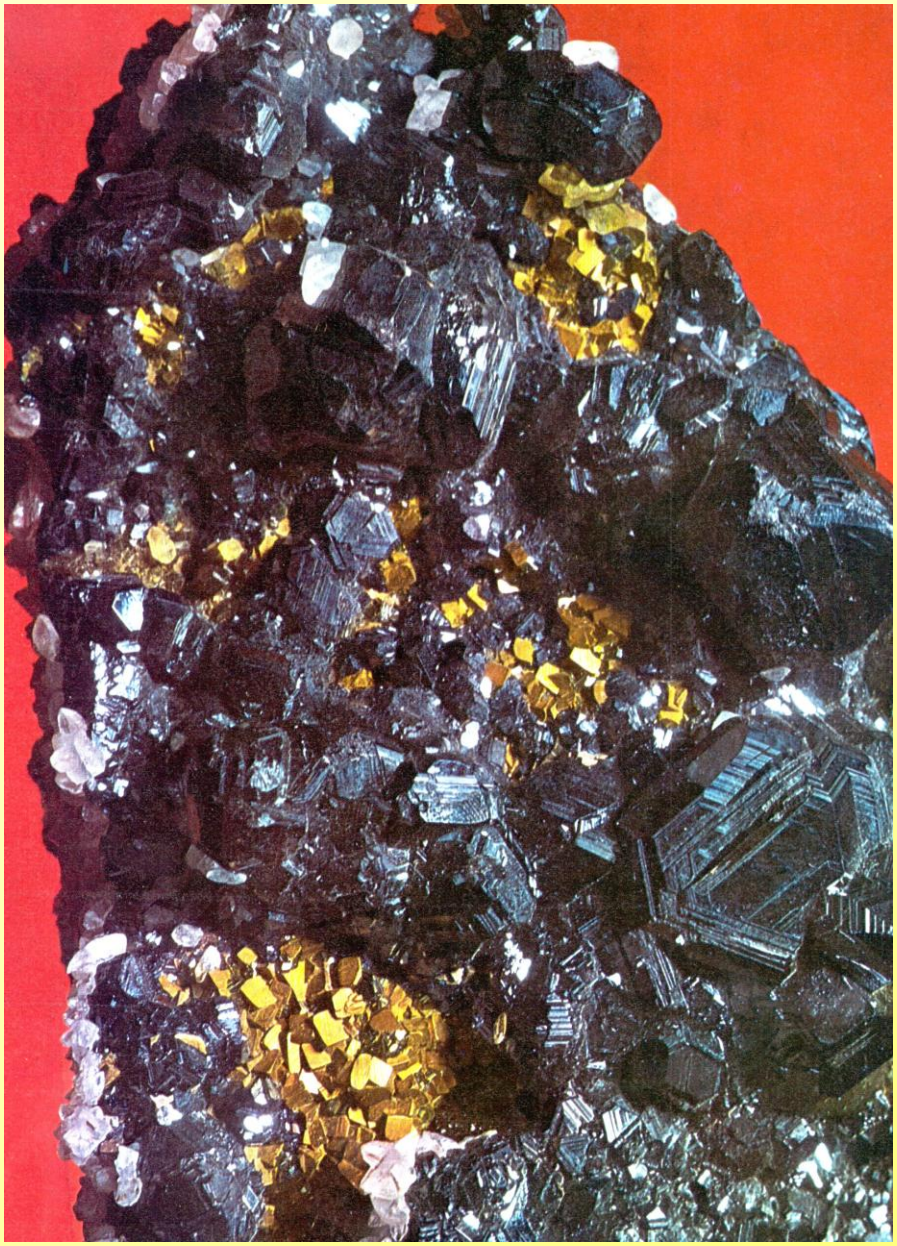
Bileşimi: %67 Zn ve %33 S içerir. Her zaman bir miktar Fe bulundurur. Fe oranı % 50'ye kadar olabilir. Çok az miktarda Cd ve Mn bulundurabilir.

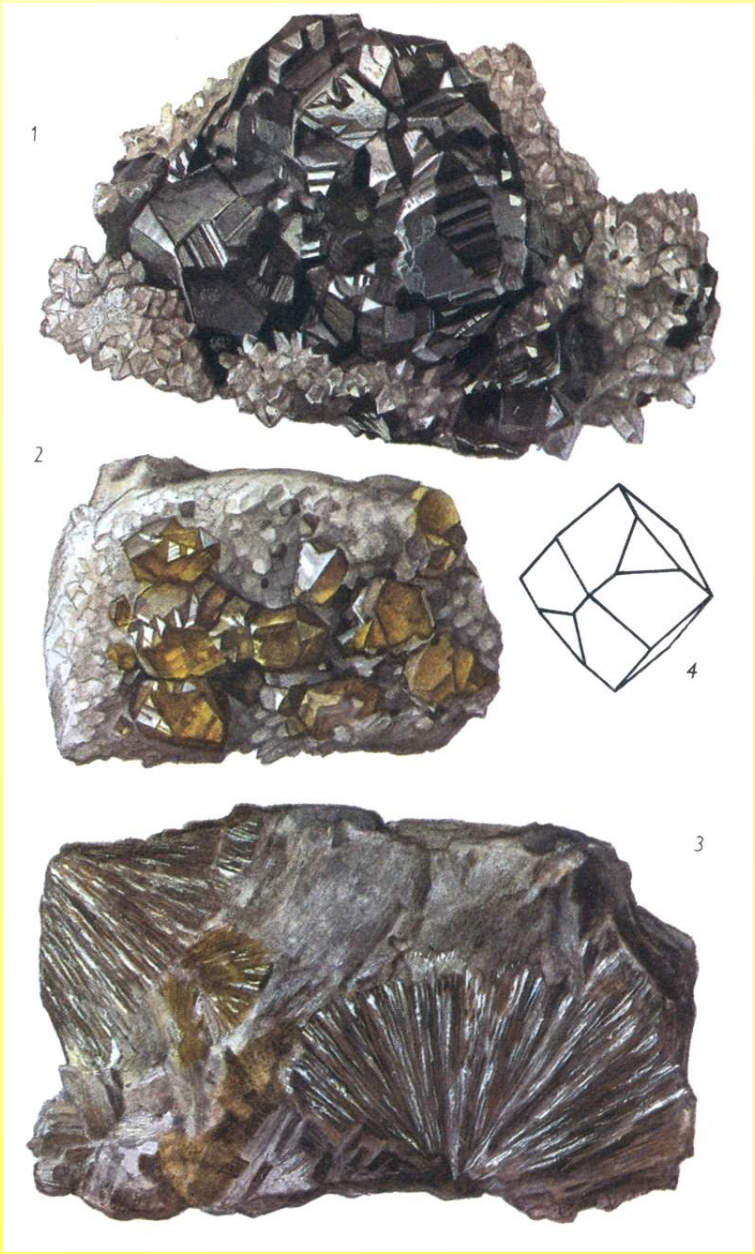
Tanınması: Değişik renklerde bulunması nedeniyle zor tanınır. Dilinimi reçine parıltısı ve sıkça bulunan sarı, sarımsı kahve veya koyu kahve renkleri ve çizgi rengi ile tanınır. HCl asitte HS vererek çözünür.

Bulunuşu: Çok önemli bir çinko mineralidir. Başlıca hidrotermal yolla veya dolomit ve kireçtaşları içerisinde metasomatik yollarla oluşur. Sfelarit 1020^{o}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 toprağımsı şekillerde görülürler.

Fiziksel Özellikleri: Sertlik: 2-2.5; Yoğunluk: 8.1. İyi dilinimli, kırılması düzenisz veya yarıkonkoidal. Parıltısı elmas parlaklığından toprağımsıya 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 ayrışmış 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)

