



T.C.  
Ankara Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü



# JEM 361

# ÖZEL MİNERALOJİ

Dr. Öğr. Üyesi Kıymet DENİZ

9. Hafta

2020-2021 Güz Dönemi

Bu ders notlarının hazırlanmasında Kırıkoğlu (1990) ve Temur (2001)'in Endüstriyel Hammaddeler kitabından yararlanılmıştır.

# Yapı Sektöründe Kullanılan Mineraller

# KÜKÜRT

	Kimyasal Formülü	Renk	Kristal Sistemi	Sertlik	Özgül Ağırlık	Kristal Biçimi	Bulunuşu
Kükürt	S	Sarı	Rombik	1.5-2.5	2	Piramidal habituslu ve bazis kombinasyonlu kristaller; düzensiz kütle, masif, böbreğimsi, stalaktitik, kabuklaşma ve toprağimsi	Süblimasyon ve H <sub>2</sub> S oksidasyonu ile Volkan kraterleri etrafında, Sülfürlerin oksidasyonu ile Sülfürlü damarlarda, Sedimentlerde Jips, kireçtaşı, killi ve bitümlü kayalarda



**Kağıt, boya yapımında ve sert kauçuk imalatında kullanılmaktadır.**



<https://www.mindat.org/min-3826.html>



# KÜKÜRT

	Kimyasal Formülü	Renk	Kristal Sistemi	Sertlik	Özgül Ağırlık	Kristal Biçimi	Bulunuşu	Kullanım Alanları
Grafit	C	Siyah	Hekzagonal	1-2	2.2	Genellikle yapraklı, pullu, ışınsal ve taneli kütleler	Metamorfik - Karbonlu maddelerden: kristalen şist ve gnaylarda Kömürlü yatakların metamorfizması Hidrotermal damarlarda – Kuars, biotit, ortoklas, turmalin, apatit ve pirit ile	Çelik, bronz, pirinç döküm endüstrisinde refrakter pota, Yağ ile karışımı: yağlayıcı olarak Kil ile karışımı: Kurşun kalem Pil, batarya, jeneratör fırçaları Çelik için koruyucu boya, döküm kaplamaları

Boya ve cila yapımında kullanılmaktadır.



# KUVARS VE POLİMORFLARI

MİNERAL	FORMÜL	KRİSTAL F.	SERTLİK	Ö.A	TÜR
KUVARS	SiO <sub>2</sub>	TRİGNL-HEGZA	7,	2,65	SiO <sub>2</sub> GRUBU
TRİMİDİT	SiO <sub>2</sub>	MONOK-HEGZA	7,	2,26	SiO <sub>2</sub> GRUBU
KRİSTOBALİT	SiO <sub>2</sub>	TETRAG-KÜBİK	6,5	2,32	SiO <sub>2</sub> GRUBU
OPAL	SiO <sub>2</sub> nH <sub>2</sub> O	AMORF	5--6	2	SiO <sub>2</sub> GRUBU

- ❖ Kuvars kumları ve çakılları inşaat malzemesi olarak kullanılmaktadır. Özellikle kilden ve organik malzemedен arınmış kuvars kumu tercih edilmektedir.
- ❖ Çimento içerisinde kum ve çakıl (agrega) olarak kullanılacaksa çok dikkatli olunmalıdır. Çünkü alkali çimento ile karışan kum ve çakıllar sertleşmeye başladığında hidratasyon (bünyeye su alma) olayı meydana gelir. Na-K gibi alkaliler açığa çıkar. Dolayısıyla malzeme genişler, çatlaklar ve parçalanır. Betonun sağlamlığı bozulur. Özellikle opal türü mineraller buna etki yapar.
- ❖ Opal kırılarak mıcır ve piriç denilen yapı malzemesi elde edilir. Mıcır ve piriç haldeki bu malzeme mozayik ve sıva yapımında kullanılır.

# ZEOLİT MİNERALLERİ

*Önemli doğal zeolit mineralleri.*

MİNERAL	BİLEŞİMİ
Analsim	$\text{Na}_{16}/(\text{AlO}_2)_{16} (\text{SiO}_2)_{32}/.16\text{H}_2\text{O}$
Eriyonit	$(\text{Ca},\text{Mg},\text{K}_2,\text{Na}_2)4.5/(\text{AlO}_2)_9(\text{SiO}_2)_{27}/.27\text{H}_2\text{O}$
Ferriyerit	$(\text{K},\text{Na})_2(\text{Ca},\text{Mg})_2/\text{Al}_6\text{Si}_{30}\text{O}_{72}/.18\text{H}_2\text{O}$
Şabazit	$\text{Ca}_2/(\text{AlO}_2)_4 (\text{SiO}_2)_8/.18\text{H}_2\text{O}$
Klinoptilolit	$\text{Na}_6/(\text{AlO}_2)_6 (\text{SiO}_2)_{30}/.24\text{H}_2\text{O}$
Lömontit	$\text{Ca}_4\text{Al}_8\text{Si}_{16}\text{O}_{48}.16\text{H}_2\text{O}$
Mordenit	$\text{Na}_8/(\text{AlO}_2)_8 (\text{SiO}_2)_{40}/.24\text{H}_2\text{O}$
Netrolit	$\text{Na}_{16}/(\text{AlO}_2)_{16} (\text{SiO}_2)_{24}/.16\text{H}_2\text{O}$
Fillipsit	$(\text{K},\text{Na})_{10}/(\text{AlO}_2)_{10} (\text{SiO}_2)_{22}/.20\text{H}_2\text{O}$
Stilbit	$\text{Ca}_4/(\text{AlO}_2)_8 (\text{SiO}_2)_{28}/.28\text{H}_2\text{O}$
Tompsonit	$\text{Na}_4\text{Ca}_8/(\text{AlO}_2)_{20} (\text{SiO}_2)_{20}/.24\text{H}_2\text{O}$

(Kuzvart, 1984)

- ❖ Kağıtta dolgu maddesi,
- ❖ İnşaat agregatlarında,
- ❖ Puzolan çimento ve betonda katkı maddesi,
- ❖ yapı taşı ve
- ❖ hafif dolgu maddesi /inşaat malzemesi olarak kullanılmaktadır.





# KİL MİNERALLERİ

Kil mineralleri grubu	
Kaolinit	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$
Smektit	$\text{M}^+(\text{Al}, \text{Mg})_{2-3} \text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Vermikülit	$(\text{Mg}, \text{Al})_3(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

- ❖ Kaolen kağıt sanayiinde dolgu maddesi olarak ve refrakter tuğla yapımında kullanılmaktadır.
- ❖ Smektit (Montmorillonit-Bentonit) boya, tuğla, kiremit, çimento ve kağıt yapımında kullanılmaktadır.
- ❖ İllit kağıt ve boya yapımında kullanılmaktadır.
- ❖ Genleştirilmiş vermikülit ısı ve ses yalıtımında kullanılan malzemelerin üretilmesinde faydalanılmaktadır. Jips ile karıştırılarak sıva yapımında veya taban döşemesi olarak kullanılmaktadır.



<https://it.wikipedia.org/wiki/Montmorillonite>

# TALK

MİNERAL	FORMÜL	KRİSTAL F.	SERTLİK	Ö.A	TÜR
TALK	$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$	TRİKLİNAL	1	2,7	KİL MİNERALİ G.

Sertliği 1 (1 - 1.5) olup, en yumuşak mineraldir. Kaygan olduğundan elle dokunulduğunda sabun hissi verir. Özgül ağırlığı 2.58 - 2.83 gr/cm<sup>3</sup>'tür. Genellikle talklaşmış tremolit, klorit, dolomit, magnezit, mikalar, kuvars, kalsit, diyopsit, antofillit ve serpantinle birlikte bulunur. Bu mineraller ancak XRF ile belirlenebilir. Asitlerden etkilenmez, Yüksek sıcaklıkta sertleşir ve 800 - 860 °C sıcaklıkta enstatit ve amorf silise dönüşür.



<https://www.drugwatch.com/news/2018/03/06/talc-advisory-issued-philippine-fda/>



© johnbetts-fineminerals.com



# TALK

Endüstriyel talkta beyazlık, yumuşaklık, şekil (lif veya yaprak), parlaklık, kayganlık, yağlama kabiliyeti, elektrik ve ısı yalıtımı, özgül sıcaklık (ergime derecesi) ve sıcaklığa karşı direnç gibi özellikler aranır. Talkın içindeki kükürt, sülfat mineralleri, Fe ve Mn oksitler talkın kalitesini düşürür. Ancak bunların fazla miktarda bulunması durumunda, talkın zenginleştirilmesi sırasında yan ürün olarak değerlendirilebilir.

En az % 35 talk ve bir miktar Fe, Mg, Ca karbonat bulunduran hammaddeye "sabuntaşı (soapstone)" denir. Talk tenörü yüksek, kriptokristalin, masif görünümlü, bileşiminde % 1.5 CaO, % 1.5 demir oksitler ve % 4 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bulunduran talka "steatit (masif talk)" adı verilir. Piyasada blok talklar için de "lava" terimi kullanılmaktadır. "Talkoz" terimi ise "talklı" anlamında kullanılır (Gillison, 1960). Saf talk life benzer pulsu ve levhamsı olup mikaya benzer. ancak "lifli talk veya asbestin" terimi ticari bir adlandırmadır ve bünyesinde tremolit talk veya antofillit gibi asbest yapılı mineraller bakımından zengin talk için kullanılmaktadır.

- ❖ Kağıt üretiminde dolgu maddesi olarak kullanılmaktadır. Kağıtların yüzünü parlatmada kullanılmaktadır.
- ❖ Çatı kaplamalarında kullanılmaktadır.
- ❖ Boya ve sıva yapımında kullanılmaktadır.

# TALK YATAKLARININ OLUŞUMU

Ekonomik talk yataklarının çoğu ultrabazik kayaların hidrotermal alterasyonu veya Mg'lu karbonat kayaların metamorfizması ile oluşmuşlardır. Buna göre talk yataklarını, talk oluőumunu sağlayan ve yatağı içinde bulunduran kayalar dikkate alınarak üç baőlık altında toplamak mümkündür (Kuzvart, 1984).

- ❖ Sedimanter Kayalarla İlişkili Talk Yatakları
- ❖ Ultrabazik Kayalarla İlişkili Talk Yatakları
- ❖ Bazik Kayalarla İlişkili Talk Yatakları

*Değişik yıllardaki talk tüketiminin kullanma alanlarına göre yüzde dağılımı.*

KULLANMA ALANI	1980	2000
Seramik sanayii	% 34	% 27
Boya sanayii	% 18	% 18
Haőerat ilaçları	% 7	% 2
Çatı kaplamaları	% 9	% 8
Kauçuk yapımı	% 4	% 8
Asfalt dolgusu	% 3	% 1
Kağıt sanayii	% 3	% 22
Kozmetik sanayii	% 2	% 4
Tekstil sanayii	% 2	% 1
Diğer alanlar	% 15	% 10

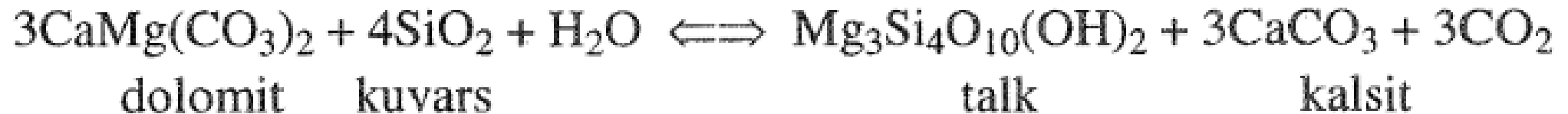
(Kuzvart, 1984; U.S.G.S., 2001)

## TALK YATAKLARININ OLUŞUMU → Sedimanter Kayalarla İlişkili Talk Yatakları

Bu tip yataklar genellikle dolomit veya dolomitik kireçtaşlarının içinde veya kenarlarında yer almaktadır. Oluşumları granitik veya diyabazik (granitoyid) bileşimli sokulum kayalarının hidrotermal alterasyonu şeklinde olabileceği gibi, özellikle şist, kuvarsit, gnays, granit, kiltası gibi silikat kayaları ile komşu olan dolomitlerin bölgesel metamorfizması sırasında açığa çıkan çözeltilerle de talk yatakları ortaya çıkmaktadır.

Talk oluşumunda metamorfizma derecesinin yanı sıra stratigrafik ve tektonik konum önemli rol oynamaktadır. Talk yatakları genellikle karbonatlarla silikatlı kayaların geçiş seviyelerinde, kıvrım yapılarının apekslerinde, fay ve makaslama zonlarında, kırık sistemlerinin kesişme yerlerinde bulunur (Highley, 1974).

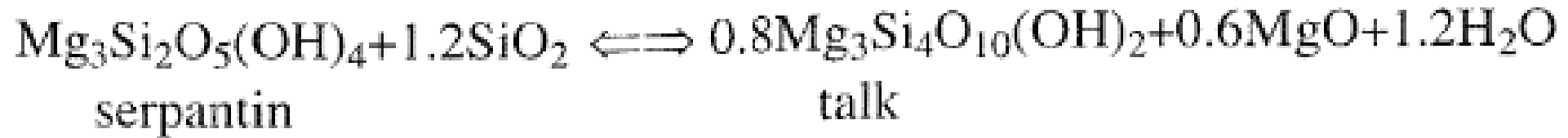
Dolomitlerin hidrotermal yolla veya bölgesel metamorfizmanın etkisiyle talka dönüşmesi aşağıdaki denklemle açıklanmaktadır.



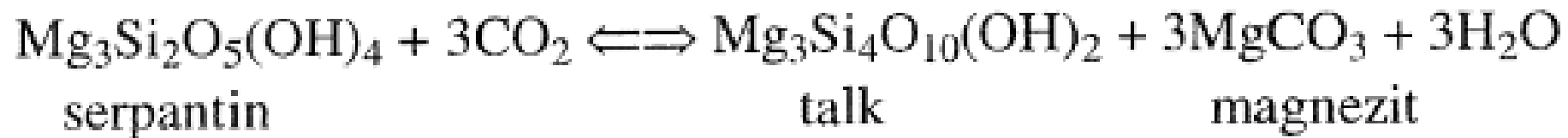


## TALK YATAKLARININ OLUŞUMU → Ultrabazik Kayalarla İlişkili Talk Yatakları

Bu gruba giren talk yatakları iki farklı jenetik özellik gösterirler. Bunlardan birincisi, ultrabazik kayaları kesen asidik bileşimli sokulum kayalarının kontaktında, Na'ca zengin pegmatitlerin etrafını saran talk yataklarıdır. İkincisi ise ultrabazik kayaların bölgesel metamorfizmanın etkisi altında serpantinleşmesi ve talklaşması ile ilişkili ve genellikle bir serpantin çekirdeğinin etrafını saran talk - karbonat kabuk şeklindedirler. Ortama silis gelimi ile hacimde önemli bir değişme olmadan serpantinin talka dönüşümü aşağıdaki denklemle olmaktadır.



Eğer ortama CO<sub>2</sub> katılımı varsa serpantinden talkın yanı sıra aşağıdaki denklem yardımıyla magnezit de oluşur. Yine önemli hacim değişmesi olmaz.



## TALK YATAKLARININ OLUŞUMU → Bazik Kayalarla İlişkili Talk Yatakları

Gabro, diyabaz gibi kayaçların hidrotermal çözeltilerin veya bölgesel metamorfizmanın etkisiyle talklaşmaları şeklinde oluşurlar. Kayaçların talklaşması sırasında serpantinleşme her zaman görülmez. Masif talk oluşumuna göre daha çok sabuntaşı oluşumu yaygındır. Yatakların kalınlığı 3 - 4 m'ye, uzunlukları ise birkaç yüz metreye ulaşabilir.

# TÜRKİYE TALK YATAKLARI

*Türkiye'de bilinen talk rezervleri (ton).*

YATAK	GÖR.	MUHT.	MÜMK.	TOPL.
Aydın-Bozdoğan	20 000	30 000	500 000	550 000
Sivas-Zara	7 500	-	-	7 500
Balıkesir-Erdek-Kızak	5 000	15 000	-	20 000
Sakarya-Sapanca	6 000	1 500	-	7 500
Balıkesir-Erdek-Rahmi	-	1 000	-	1 000
Balıkesir-Erdek-Yana	600	500	-	1 100
Balıkesir - Kepsut Örenli	-	3 000 000	-	3 000 000
Rolu-Mudurnu	300	900	-	1 200
Eskişehir-Biçer	-	10 000	-	10 000
Eskişehir-Sazak	-	-	400 000	400 000
TOPLAM	39 400	3 058 900	900 000	3 998 300

(Murat, 1991; Arık ve Temur, 1997)



# OLİVİN GRUBU

MİNERAL	FORMÜL	KRİSTAL F.	SERTLİK	Ö.A	TÜR
FORSTERİT	Mg <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	ROMBUSAL	6,5-7	3,5-4	OLİVİN GRUBU
FAYALİT	Fe <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	ROMBUSAL	6,5-7	3,5-4	OLİVİN GRUBU

Refrakter tuğla yapımında kullanılmaktadır.

Fayalit dayanımı yüksek çimento yapımında kullanılmaktadır.



Fayalit

(C) Chinellato Matteo 2009



Forsterit

<https://www.mindat.org/min-1584.html>

# ZİRKON

## PROFILE



Tetragonal

7½

4.6–4.7

Imperfect

Uneven to conchoidal

White

Adamantine to oily

twinned zircon crystal

feldspar-and-biotite matrix

biotite



MİNERAL	FORMÜL	TÜR
ZİRKON	ZrSiO <sub>4</sub>	ZİRKON GRUBU

- ❖ Aşındırıcı olarak,
- ❖ Ateşe dayanıklı malzeme yapımında ve
- ❖ mukavemetli boyaların elde edilmesinde kullanılmaktadır.

### Afghan zircon

This specimen of zircon crystals in a feldspar-and-biotite matrix is from Afghanistan. The crystals are up to 1½ in (3cm) long.

Bonewitz, R. L. (2012)

# YÜKSEK ALÜMİNYUMLU SİLİKATLAR

*Yüksek alüminyumlu silikatların fiziksel ve kimyasal özellikleri.*

Mineral	Bileşim	Renk	Sertlik	Özgül A.
Andaluzit	$Al_2O_3SiO_2$	Pembe, kırmızımsı kahve, zeytin yeşili	7 - 7.5	3.1 - 3.2
Sillimanit	$Al_2O_3SiO_2$	Beyaz, kahve, soluk yeşil	7	3.2 - 3.3
Disten	$Al_2O_3SiO_2$	Mavi	c : 4.5 a ve b : 7	3.5 - 3.6
Dumortiyerit	$8Al_2O_3B_2O_3$ $6SiO_2.H_2O$	Mavi	7 - 8	-
Topaz	$Al_2O_32Al$ $(F,OH)_23SiO_2$	Sarı, pembe, mavi, yeşil, renksiz	7 - 8	-
Stavrolit	$Al_4FeO_2(OH)$ $2SiO_4$	Kırmızı kahve veya siyah	7 - 7.5	3.7-3.8

(Kuzvart, 1984)

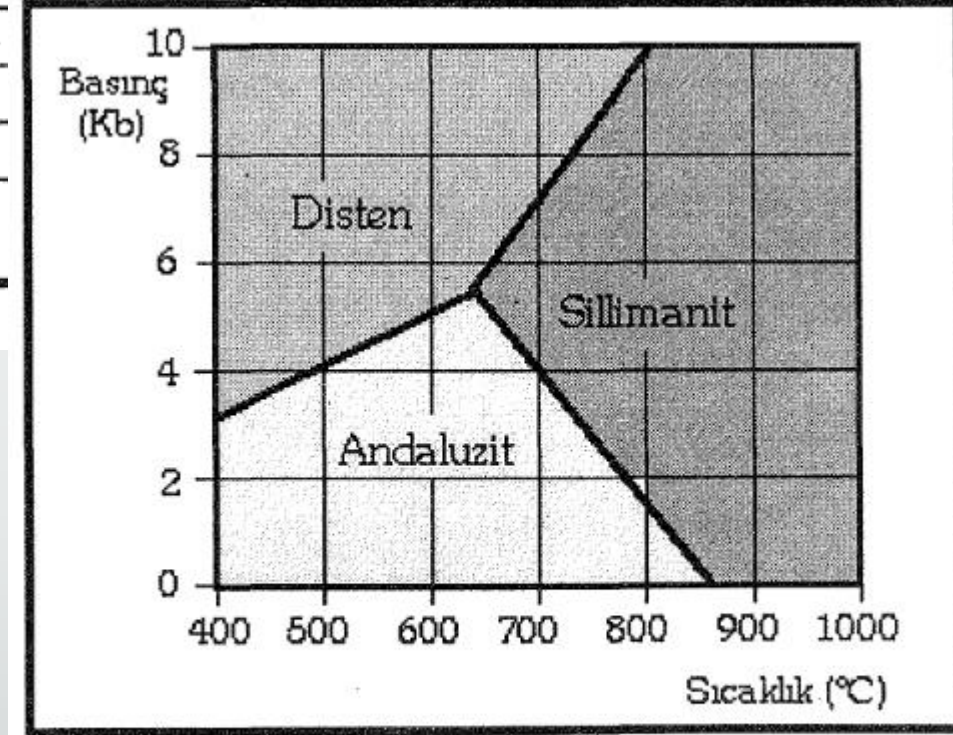


# YÜKSEK ALÜMİNYUMLU SİLİKATLAR

*Yüksek alüminyumlu silikatların bazı teknolojik özellikleri.*

Mineral	% Hac. D.	İşletme Yöntemi	Ürün	Ek Bilgiler
Andaluzit	3	1500-1540 °C'a kadar ısıtılır. Bu sıcaklıkta oluşan mullit 1810	Mullit	Andaluzit, sillimanit ve disten X-Ray yöntemi ile ayırmak mümkündür. Fakat sillimanit ile mullit ayrılamaz.
Sillimanit	7 - 8	1500 °C'a kadar duraylıdır	-	-
Disten	16	-	-	Silunim denilen Si Fe alaşımı elde edilir
Dumortiyerit	-	-	-	-
Topaz	-	-	-	-
Stavrolit	-	Tabii şekli ile aşındırıcı yapılıdır	-	Plaserlerden üretilir

(Kuzvart, 1984)



*Andaluzit, sillimanit ve distenin faz diyagramı (Cornelius ve Hurlbut, 1982).*

# YÜKSEK ALÜMİNYUMLU SİLİKATLAR

## PROFILE



Orthorhombic

7

3.2-3.3

Perfect

Uneven

White

Silky

vitreous luster

elongated, prismatic  
sillimanite crystal

rock matrix

### Prismatic sillimanite

In this specimen, elongated, prismatic crystals of sillimanite can be seen in a rock matrix.

MİNERAL

FORMÜL

TÜR

SİLİMANİT

$Al_2SiO_5$

$Al_2SiO_5$  GRUBU

Refrakter tuğla yapımında kullanılmaktadır.

# KORUNDUM

<b>Kimyasal Formülü</b>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
<b>Kristal Sistemi</b>	Trigonal
<b>Özgül Ağırlığı</b>	3.98-4.1
<b>Renk</b>	Renksiz, mavi, kırmızı, pembe, sari, gri, sarımsı kahverengi
<b>Sertlik</b>	9
<b>Çizgi Rengi</b>	Beyaz
<b>Parlaklık</b>	Elmas, camı, inci
<b>Saydamlık</b>	Saydam, yarısaydam

**Aşındırıcı ve zımpara yapımında kullanılmaktadır.**



# VOLLASTONİT

MİNERAL	FORMÜL	KRİSTAL F.	SERTLİK	Ö.A	TÜR
VOLLASTONİT	CaSiO <sub>3</sub>	TRİKLİNAL	5-5.5	2.9	PIROKSENOİD

- ❖ Mineral yünü eldesinde,
- ❖ Aşındırıcı malzeme olarak,
- ❖ Kaplamada,
- ❖ İğnemsî kristalleri seramiğin mukavemetini arttırır ve
- ❖ Nemlilik genişlemesini, kuruma ve pişme süresini azaltarak enerji tüketimini düşürmektedir.



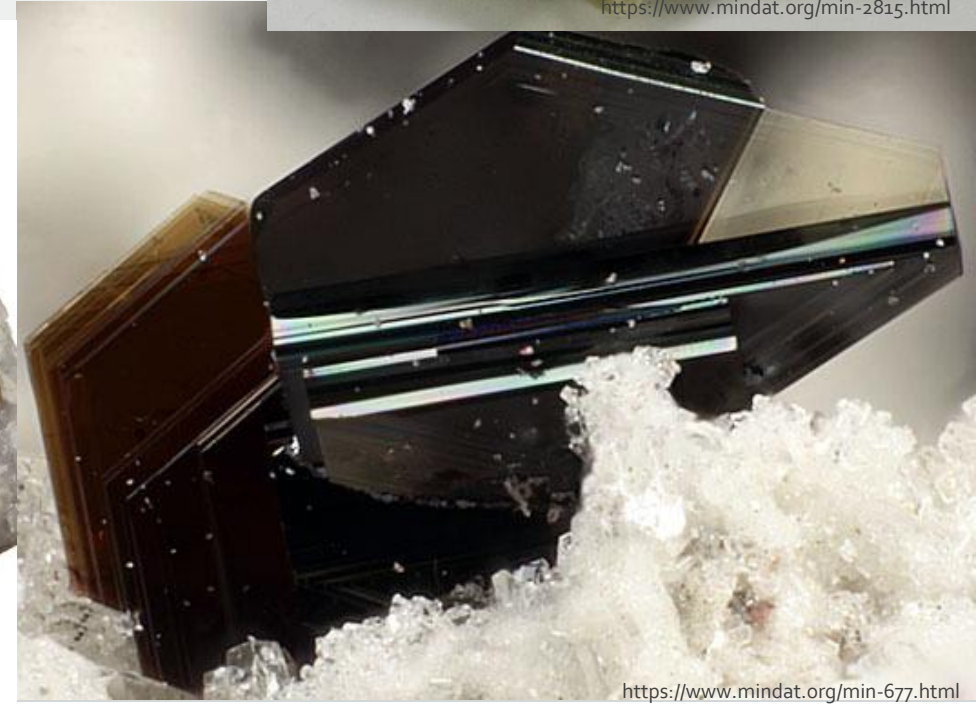


# MİKALAR

MİNERAL	FORMÜL	KRİSTAL F.	SERTLİK	Ö.A
MUSKOVİT	$KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$	MONOKLİNAL	2-2,5	2,8
FLOGOPİT	$KMg_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2$	MONOKLİNAL	2,5-3	2,8
BİYOTİT	$K(Mg,Fe)_3(AlSi_3O_{10})(OH)_2$	MONOKLİNAL	2,5-3	3
LEPİDOLİT	$K(Li,Al)_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$	MONOKLİNAL	2,5-4	2,8
MARGARİT	$CaAl_2(Al_2Si_2O_{10})(OH)_2$	MONOKLİNAL	3,5-5	3



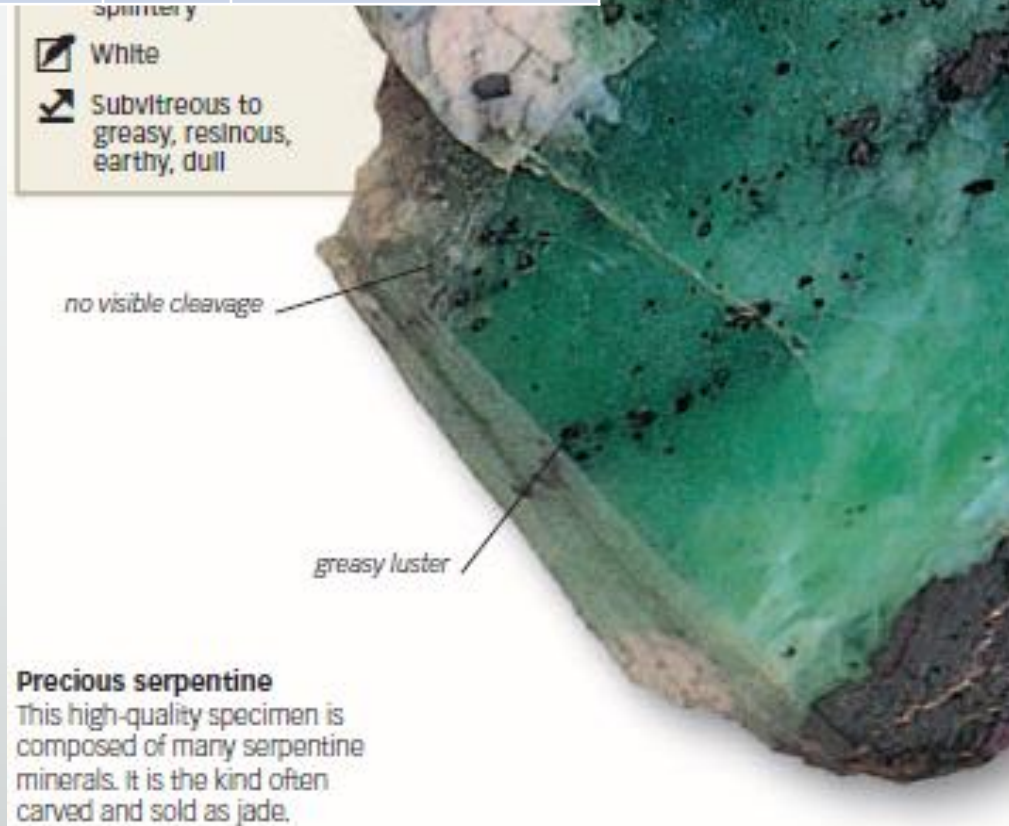
- ❖ Pudra haline getirilmiş mikalar duvar kağıdı yapımında kullanılmaktadır.
- ❖ Plastik ve kauçuk yapımında kullanılmaktadır.
- ❖ Boya yapımında kullanılmaktadır.



# SERPANTİN MİNERALLERİ

MİNERAL	FORMÜL	KRİSTAL F.	SERTLİK	Ö.A	TÜR
ANTİGORİT	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$	MONOKLİNAL	3-5	2.5	SERPENTİN G.
LİZARDİT	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$	MONOKLİNAL	3-5	2.5	SERPENTİN G.
KRİZOTİL	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$	MONOKLİNAL	3-5	2.5	SERPENTİN G.

Krizotil asbest yapımında kullanılmaktadır.



## VARIANTS



**Lizardite** A specimen of this fine-grained serpentine mineral from Cornwall, UK



**Antigorite** A specimen of this serpentine mineral with characteristic, corrugated plates

## SERPANTİN MİNERALLERİ

*Asbest minerallerinin teknolojik özellikleri (mukavemet kg/mm<sup>2</sup>)*

ÖZELLİK	KRİZOTİL	ANTOFİLLİT	AMOSİT	KROKİDOLİT
Lif boyu (mm)	1 - 300	1 - 10	100 - 200	1 - 75
Ana bileşenler	% 38-41 MgO	% 30 MgO % 2-3 FeO	% 5 MgO % 44 FeO	% 5-6 Na <sub>2</sub> O
Erime noktası	1150°C	1300 °C	1000-1200 °C	1150°C
İletkenlik	Değil	İletken	İletken	İletken
Bükülme	Bükülür,örülür	Kırılgan	Örülebilir	İyi örülebilir
Asit ve bazda	Çözülür	Çözülür	Zayıf çözülür	Çözülmez
Renk	Yeşil, gri	Gri, kahve,yeşil	Gri, kahve	Mavi
Mukavemet	200-400	137-272	300	-
Kristal Sistem	Monoklinik	Rombik	Monoklinik	Monoklinik

(Kuzvart, 1984).





# ASBEST YATAKLARININ OLUŞUMU

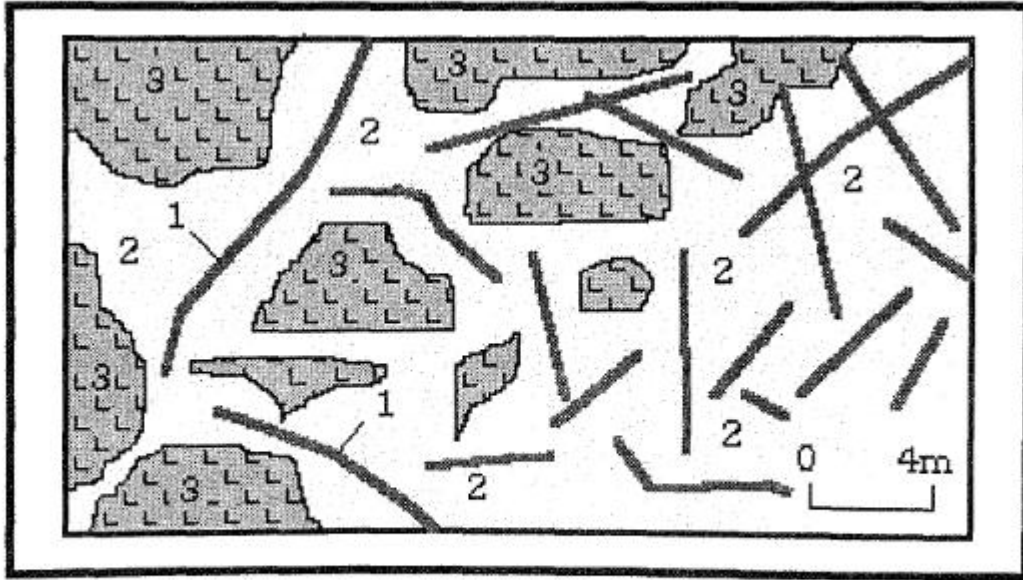
**Ultrabazik kayaların serpantinleşmesi ile oluşan krizotil asbest yatakları :** Böyle bir oluşumun gerçekleşmesi için önce ultrabazik kayaların serpantinleşmesi, sonra serpantinleri krizotil liflerine dönüőtüreceğ çözeltilerin veya magmanın bulunması ve ortamda yeterli basınç şartlarının var olması gerekir. Serpantinleşme sırasında da krizotil ortaya çıkabilir. Ancak bu çok sınırlıdır. Metamorfizma önemli rol oynayabilir. İdeal şartlarda asidik bileşimli sokulum kayalarından ultrabazik kayalara doğru gidildikçe sıcaklığın azalmasına bağı olarak minerallerde bir zonlanma ortaya çıkar. Bu zonlar:

- granitoyid (650 °C)
- biyotit zonu
- amfibolit (aktinolit, antofillit) zonu
- kuvars ve karbonat zonu (550-600 °C)
- talk zonu (500 °C)
- antigorit zonu (450 °C)
- krizotil zonu (400 °C)
- ultrabazik kayaç

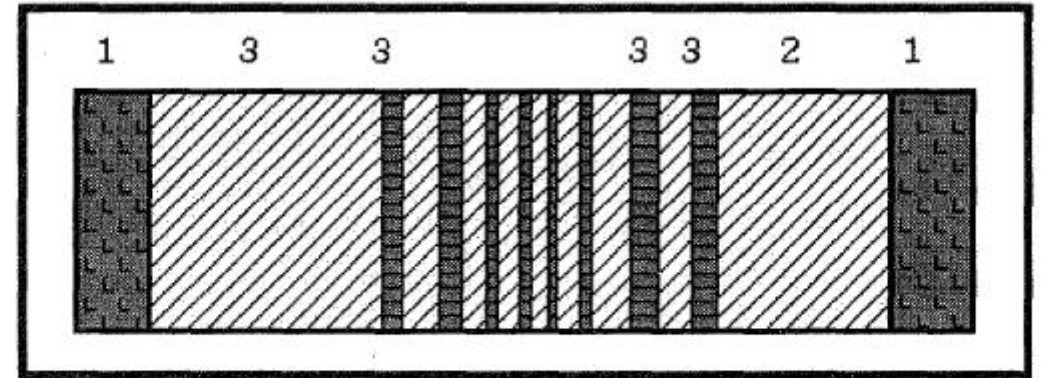
olarak sıralanır. Genellikle serpantinleşmiş peridotitlerin (harzburjit, verlit) içinde bulunurlar. Krizotil düzensiz dağılmış ağ şekilli damarlar oluşturur. Krizotil lifleri damar çeperlerine verev veya diktir. Tektonik ve litostatik basıncın etkisi ile asbest damar çeperlerine göre dik, çapraz, paralel veya kümeler halinde gelişen lifsi yapı kazanır (Kuzvart, 1984). İşletilen asbest yataklarının çoğı az serpantinleşmiş peridotit (daha çok harzburjit) ile metamorfik serpantinlerin geçiş zonlarında yer almaktadır.

## ASBEST YATAKLARININ OLUŞUMU

**Krizotil asbest damarcıkları (veinlet) :** Magnezyumlu kayaçların çatlaklarını dolduran, en fazla birkaç santimetre kalınlığında damarlar halindedirler. Bunların oluşumu hakkında tartışmalar devam etmektedir. Birinci görüşe göre serpantin koloidal halde taşınarak çatlakları doldurur. Bunların rekristalizasyonu ile önce pikrolit, sonra asbest ortaya çıkar. İkinci görüşe göre serpantin çatlaklarından geçen çözeltiler, duvarlardaki serpantinleri krizotile dönüőtürerek çatlakları doldurur.



*Birbirini kesen düzensiz krizotil damarcıkları. 1 - Krizotil, 2 - Serpantinit, 3 - Ultrabazik kayaç (Tatarinov, 1969).*



*Birbirine paralel gelişmiş krizotil asbest damarcıkları. 1 - Ultrabazik kayaç, 2 - Serpantinit, 3 - Krizotil (Tatarinov, 1969).*

## AMFIBOLİT ASBEST YATAKLARI

Sodyumlu krokidolit (mavi asbest) ve magnezyumlu olan amosit bu yatakların ana asbest mineralleridir. Oluşumları, hidrotermal çözeltilerin ferrosilikat kayaların alterasyonunu sağlamaları ve sodyumca zenginleőtirmeleri ile ilişkilidir. Oluőum sırasında dinamo-metamorfizmanın önemli rol oynadığı sanılmaktadır. Na ve Ca ultrabazik kayalardan, Fe ve Si sokulum kayalarından gelmektedir. Antofillit, tremolit ve aktinolit ise asit sokulumların kontaktlarındaki ultrabazik kayaların veya serpantinlerin amfibolitleőtmesi, karbonatlaőtması veya talklaőtması ile oluşurlar. Dünya üretiminin sadece % 5'i amfibol asbest yataklarından yapılmaktadır (Kuzvart, 1984).

# ASBEST KULLANIMI

**Krizotil tipi lifler :** Bükülme özelliğine sahip ise iplik imalinde kullanılır. Bu iplikten ateşe dayanıklı tekstil malzemeleri dokunur.

**Tekstil tipi lifler :** İplik üretimi, asbestli çimento, fren balataları, conta, kağıt, elektrolitik diyagram ve izolasyon maddelerinin yapımında kullanılır.

**Çimento asbesti lifleri :** Asbestli çimento, yer karoları, plastik tecrit maddeleri, tutkal, boya, oluklu ve düz levha, macun, boru, mahya gibi malzemelerin yapımında, ateş, ses ve manyetik izolasyon için gemi ve bina çeperlerinde kullanılır.

**Kağıt lifleri :** Asbestli çimento, oluklu veya düz levha, karton, boru, pano, kağıt, karton, fren ve debriyaj balataları, plastik ve izolasyonlu prefabrik bloklarının yapımında kullanılır.

**Sıva lifleri ve kısa lifler :** Asbestli karton ve kağıt, izolasyonlu prefabrik blokları, kaynak çubuğu kılıfları, cam macunu, plastik, boya ve yol levhalarında dolgu maddesi olarak tüketilmektedir.

Asbestin bünyesinde magnezit bulunması ateşe karşı direnci, kalsit ve brusit bulunması ise sağlamlığı ve kimyasal etkilere karşı direnci azaltmaktadır.

- ❖ Asbest filtrede yangın önlemede,
- ❖ özel boya yapımında,
- ❖ kağıt kaplamada,
- ❖ döşemede,
- ❖ çimentoda ve
- ❖ borularda dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır.

*Lif boyuna göre asbest sınıflaması.*

GRUP	ASBEST TİPİ	LİF BOYU
1. Grup	Krizotil tipi lif	> 19.0
2. Grup	Krizotil tipi lif	19.0 - 12.5
3. Grup	Tekstil tipi lif	12.5 - 9.5
4. Grup	Çimento asbesti lifi	9.5 - 6.3
5. Grup	Kağıt lifi	6.3 - 4.2
6. Grup	Sıva lifi	4.2 - 3.2
7. Grup	Kısa lifler	< 3.2

(Kayabalı, 1989)



# DÜNYA ASBEST YATAKLARI

*Dünya asbest rezervleri ve üretimi (bin ton).*

ÜLKE	REZERV		ÜRETİM		
	MÜMKÜN	MUHTEMEL	1980	1991	2000
Çin	200 000	500 000	250	160	300
Rusya	90 000	300 000	2 150	2 400	700
Brezilya	60 000	84 000	135	200	170
Zimbabve	50 000	65 000	251	190	130
Kanada	40 000	47 000	1 335	620	335
Güney Afrika C.	5 000	8 000	277	145	20
Kazakistan					125
Diğer ülkeler	100 000	500 000	300	180	119
TOPLAM	545 000	1 504 000	4 698	3 890	1 900

(Kuzvart, 1984; Bureau of Mines, 1992; Önem, 1996; U.S.G.S, 2001).

# TÜRKİYE ASBEST YATAKLARI

**Bursa - Orhaneli Bölgesi :** Stokwork tipi krizotil yataklarının tenörü % 9 - 10, lif uzunluğu 3 - 12 mm, görünür rezervi 200 bin ton, muhtemel rezervi 200 bin ton'dur.

**Sivas - Celalli - Beypınarı Bölgesi :** Serpantinleşmiş peridotitlerin içindeki tabular (levhamsı) krizotil asbest yatağının tenörü % 3 - 12, lif uzunluğu 0.1 mm ile 3 cm, görünür rezervi 13 milyon ton'dur.

**Erzincan - İliç Bölgesi :** Serpantinleşmiş harzburjitlerin içindeki stokwork tipi krizotil asbest yatağının tenörü % 2 - 5, lif uzunluğu 1 - 10 mm, görünür rezervi 5 000 ton, mümkün rezervi 11 000 ton'dur.

**Hatay - Kızıldağ Bölgesi :** Serpantinleşmiş harzburjitlerin içindeki krizotil asbest yatağının görünür rezervi 1.6 milyon ton, muhtemel rezervi 2.2 milyon ton ve mümkün rezervi 1.3 milyon ton'dur.

Bunların dışında Urfa, Marmaris (Muğla), Cumaçay (Ağrı), Armutalan (İzmir), Amasya, Bitlis, Şabanözü (Çankırı) ve Baykan-Destuni (Siirt) (Öztürk ve Sabaz, 1984) krizotil asbest yatakları bulunmaktadır. Amfibol asbest yatakları ise Mihaliçcik (Eskişehir) (Özkaya, 1976), Pazaryeri (Bilecik) ve Eldeniz-Gökçebelde (Uşak) yörelerinde yer almaktadır.

# BOR MİNERALLERİ

MİNERAL	FORMÜL	KRİSTAL F.	SERTLİK	Ö.A
BORAKS	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	MONOKLİNAL	2-2,5	1,7
KOLEMANİT	$\text{Ca}_3\text{B}_3\text{O}_4(\text{OH})_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	MONOKLİNAL	4-4,5	2,4
ULEKSİT	$\text{NaCaB}_5\text{O}_9 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	TRİKLİNAL	2,5	2
PANDERMİT (PRİSEİT)	$\text{Ca}_4\text{B}_{10}\text{O}_{19} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	TRİKLİNAL	3-3,5	2,4
KERNİT	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$			
PROBERHİT	$\text{NaCaB}_5\text{O}_9 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$			
TİNKALKONİT	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$			
İNYOİT	$\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 13\text{H}_2\text{O}$			
MEYERHOFFERİT	$\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$			
HOVLİT	$\text{Ca}_4\text{Si}_2\text{B}_{10}\text{O}_{23} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$			
HİDROBORASİT	$\text{CaMgB}_6\text{O}_{11} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$			
İNDERBORİT	$\text{CaMgB}_6\text{O}_{11} \cdot 11\text{H}_2\text{O}$			

**BORAKS**



ybm.comu.edu.tr



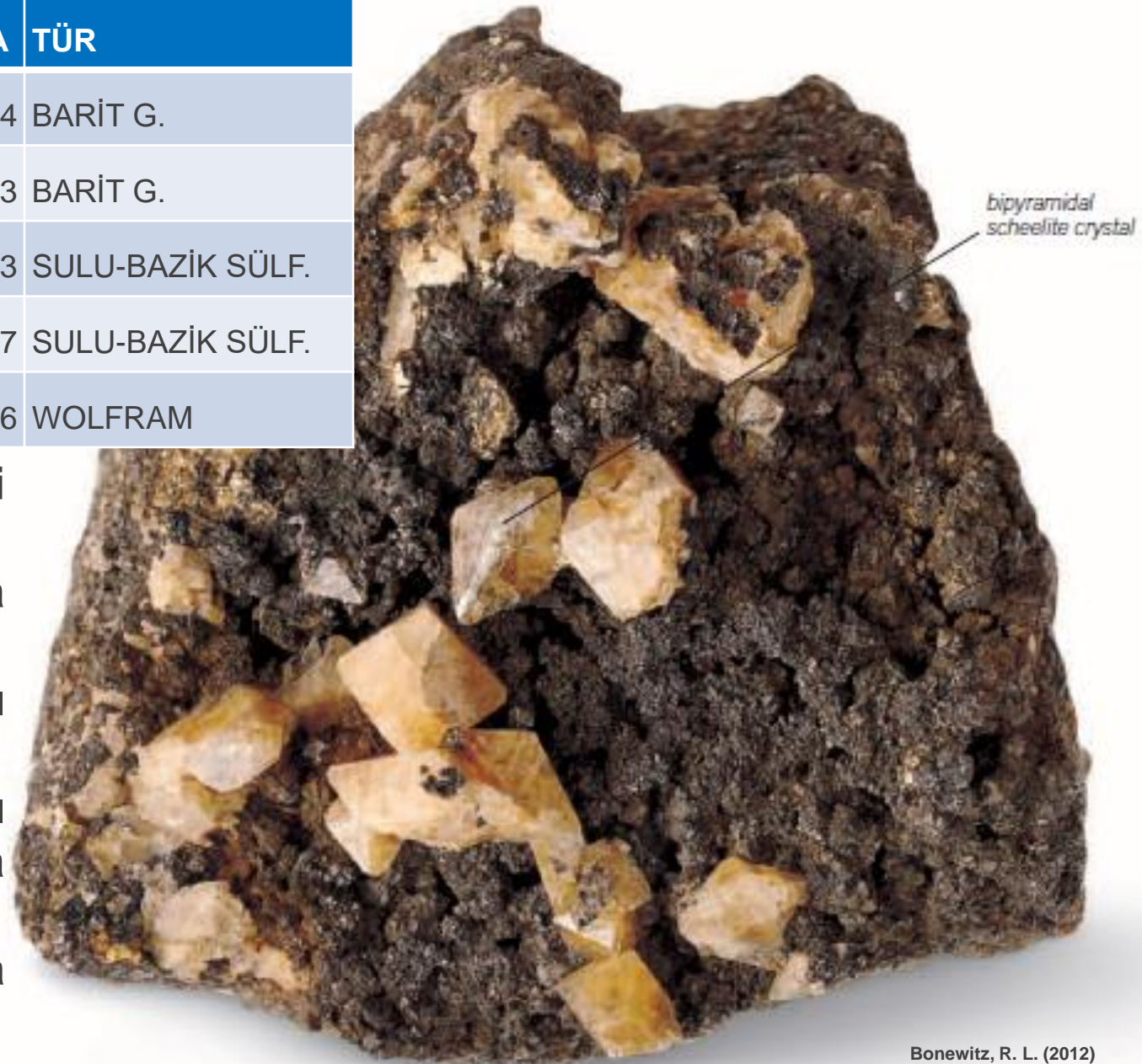
<https://www.mindat.org/min-1108.html>

❖ Yanmayı önleyici koruyucu malzeme yapımında kullanılmaktadır.



# SÜLFAT MİNERALLERİ

MİNERAL	FORMÜL	KRİSTAL F.	SERTLİK	Ö.A	TÜR
SÖLESTİN	SrSO <sub>4</sub>	ROMBUSAL	3--3,5	4	BARİT G.
ANHİDRİT	CaSO <sub>4</sub>	ROMBUSAL	3--3,5	3	BARİT G.
JİPS	CaSO <sub>4</sub> --2H <sub>2</sub> O	MONOKLİNAL	2	2,3	SULU-BAZİK SÜLF.
ALÜNİT(ŞAP T.)	KAl <sub>3</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>6</sub>	TRİGONAL	4,	2,7	SULU-BAZİK SÜLF.
ŞEELİT	CaWO <sub>4</sub>	TETRAGONAL	4,5--5	6	WOLFRAM



- ❖ Anhidrit kağıt yapımında dolgu maddesi olarak kullanılmaktadır.
- ❖ Jips alçı ve çimento yapımında kullanılmaktadır.
- ❖ Sölestin boya yapımında ve cam elyafı üretiminde kullanılmaktadır.
- ❖ Şeelit karpit aşındırıcı, aşınmaya dayanımlı malzeme ve boya yapımında kullanılmaktadır.
- ❖ Alünit kağıt, boya ve vernik yapımında kullanılmaktadır.



## SÖLESTİN YATAKLARININ OLUŞUMU

Sölestin mineral olarak baritle hemen hemen aynı şartlarda ortaya çıkmaktadır. Sölestinin yatak verecek kadar zenginleşmeleri ise hidrotermal, lateral-segregasyon ve sedimanter ortamlarda evaporasyonla gerçekleşmektedir.

### HİDROTERMAL SÖLESTİN YATAKLARI

Stronsiyumca zengin hidrotermallerle birlikte indirgen kükürt üreten bakteri faaliyetlerinin bulunduğu alanlarda veya hidrotermal suların yüzey suları ile karışım bölgelerinde ortaya çıkmaktadır. En fazla birkaç metre kalınlığında damarlar şeklinde bulunurlar. Hemen her zaman barit, fluorit, kalsit, sfalerit, galenit, pirit ve stronsiyanit ihtiva ederler. Mozada (Meksika) sölestin yatağı örnek verilebilir.

## LATERAL-SEGREGASYON TİPİ SÖLESTİN YATAKLARI

Oluşumları, değişen sıcaklık ve basınç şartlarında komşu kayalardan filtre olan sıcak suların yanıl hareketleri ile uygun ortamlarda sölestin çökelimini sağlamaları ile ilişkilidir.

Genellikle kireçtaşlarının içinde değişik boyutta yumru veya kütleler halinde bulunurlar. Sülfatlı kayaların metazomatozu yoluyla da sölestin oluşabilir. Stronsiyanit, kalsit, barit, sfalerit ve galenit birlikte bulunduğu olağan minerallerdir. Örnek olarak Türkmenistan ve Tacikistan'daki sölestin yatakları verilebilir (Kuzvart, 1984).

## SÖLESTİN YATAKLARININ OLUŞUMU

### SEDİMANTER (EVAPORİTİK) SÖLESTİN YATAKLARI

Genellikle göl ve lagün ortamlarında kimyasal çökeltme ile oluşurlar. Sölestin daha çok konkresyonlar şeklinde bulunur. Kalifornia'nın (Amerika Birleşik Devletleri) Bernerdino yataklarında 100 m kalınlığındaki bir seviyede boyları 60 cm'yi aşan ve % 92 tenörlü sölestin konkresyonları vardır. Yankayaçları jips ve kalsedonca zengindir. Ekonomik öneme sahip sedimanter sölestin yatakları jips, anhidrit ve kaya tuzu ile birlikte evaporasyon ortamlarında oluşmuşlardır. Dolomit veya dolomitik kireçtaşlarıyla birlikte bulunması her zaman dikkat çekmektedir. Tabaka veya mercek şekillidirler. Evaporasyon ortamında jips ve anhidritin çökeltimi sırasında çözünmüş Sr konsantrasyonu artmakta ve doygunluk düzeyine ulaşınca sölestin olarak çökeltmektedir. Bu tip yataklarda Sr'un kaynağı akarsularla taşınma, deniz suyunun orijinal Sr konsantrasyonu, volkanik faaliyetler veya çeşitli kaynaklardan ortama katılan çözeltilerin taşınması olarak düşünülmektedir.



# DÜNYA SÖLESTİN YATAKLARI

*Dünya sölestin rezervlerini ülkelere göre dağılımı ve yıllık üretimi (bin ton).*

ÜLKE	REZERV		ÜRETİM	
	GÖRÜNÜR	POTANSİYEL	1987	2000
Meksika	7 500	11 700	74	120
Pakistan	6 800	11 000	46	1
İtalya	1 800	2 200	11	-
İran	1 300	1 500	52	-
İspanya	1 200	1 600	91	95
Türkiye	600	2 600	124	25
İngiltere	500	900	46	-
Rusya	400	600	?	-
Fas	300	500	-	5
Çin	300	400	-	35
Arjantin	200	400	-	3
Tacikistan	100	300	-	1
Diğer ülkeler	1 500	2 500	25	30
TOPLAM	15 600	24 700	479	315

(Kırıkoğlu, 1990; Önem, 1996; U.S.G.S., 2001)



# SÜLFAT MİNERALLERİ

*Sodyum sülfat minerallerinin bazı özellikleri.*

MİNER.	Na <sub>2</sub> O	RENK	SERT	YO	DİĞER ÖZELLİK
Tenartit	% 44	Renksiz, gri, sarı	2.5-3	2.7	İri kristalli, acı, suda erir
Mirabilit	% 19	Renksiz veya beyaz	1.5-2	1.5	Yumuşak, lifsi veya masif, acımsı, dile soğuk hissi verir, su vererek un gibi ufalanabilir.
Glauberit	% 22	Renksiz	2.5-3	2.8	Yağlımsı, ince taneli, masif, suda kısmen erir, acımsı-tuzlumsu
Glaserit	-	Beyaz	2-2.5	2.6	Suda erir, acımsı.
Blodit	% 19	Renksiz	2.5	2.3	İnce taneli, masif, suda erir, acımsı.

Kağıt yapımında kullanılmaktadır.

# KARBONAT MİNERALLERİ

MİNERAL	FORMÜL	KRİSTAL F.	SERTLİK	Ö.A	TÜR
KALSİT	CaCO <sub>3</sub>	TRİGONAL	3,	2,7	KALSİT GRUBU
MAGNEZİT	MgCO <sub>3</sub>	TRİGONAL	3,5	3	KALSİT GRUBU
STRONSIYANİT	SrCO <sub>3</sub>	ROMBUSAL	3,5--4	3,7	ARAGONİT G.
DOLOMİT	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	TRİGONAL	3,5--4	2,9	DOLOMİT G.

- ❖ Kalsit kağıt, boya, çimento yapımında, kireç üretiminde ve inşaat sektöründe kullanılmaktadır.
- ❖ Dolomit boya yapımında, çimento üretiminde, inşaat sektöründe ve yüksek fırınlarda refrakter malzeme yapımında kullanılmaktadır.
- ❖ Manyezit ateşe dayanıklı tuğla ve izolasyon maddesi olarak magnezyum oksitlerin üretiminde kullanılmaktadır.
- ❖ Stronsiyanit boya yapımında kullanılmaktadır.
- ❖ Soda kağıt yapımında kullanılmaktadır.



# OKSİT MİNERALLERİ

MİNERAL	FORMÜL	KRİSTAL F.	SERTLİK	Ö.A	TÜR
HEMATİT	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TRİGONAL	5,5-6,5	5,2	HEMATİT GRUBU
İLMENİT	FeTiO <sub>3</sub>	TRİGONAL	5,5-6	4,5	HEMATİT GRUBU
RUTİL	TiO <sub>2</sub>	TETRAGONAL	6-6,5	4,2	RUTİL GRUBU
KROMİT	FeCr <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	KÜBİK	5,5	4,5	SPİNEL GRUBU

tite

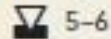
- ❖ Rutil özel çekiç yapımında ve boya yapımında kullanılmaktadır.
- ❖ Hematit, ilmenit ve kromit boya yapımında kullanılmaktadır.



## PROFILE



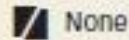
Hexagonal



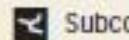
5-6



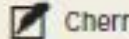
5.3



None



Subconchoidal to uneven



Cherry-red or red-brown



Metallic to dull

uneven fracture

metallic luster

Bonewitz, R. L. (2012)



# DİYASPOR

MİNERAL	FORMÜL	KRİSTAL F.	SERTLİK	Ö.A	TÜR
DİASPOR	$\text{AlO}(\text{OH})$	ROMBUSAL	6,5-7	3,5	GÖTİT GRUBU

mass of dark  
re crystals  
indium.

## PROFILE



Orthorhombic

6½-7

3.4

Perfect, Imperfect

Conchoidal, brittle

White

Vitreous



Bonewitz, R. L. (2012)

- ❖ Aşındırıcı ve
- ❖ refrakter malzeme yapımında kullanılmaktadır.



# SÜLFÜR MİNERALLERİ

MİNERAL	FORMÜL	KRİSTAL F.	SERTLİK	Ö.A	TÜR
GALENİT	PbS	KÜBİK	2,5	7,5	SÜLFÜRLER
REALGAR	AsS	MONOKLİNAL	1,5-2	3,5	SÜLFÜRLER
ORPİMENT	As <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	MONOKLİNAL	1,5-2	3,5	SÜLFÜRLER
ARSENOPIRİT	FeAsS	MONOKLİNAL	5,5--6	6	SÜLFÜRLER



Boya yapımında kullanılmaktadır.





# THE END

