

METAMORFİK KAYAÇLAR = BAŞKALAŞIM KAYAÇLARI

Metamorfizma günlenme, diyajenez ve ergimeyi içermez.

Katı halde gerçekleşen bir işlemdir.

James Hutton, metamorfik kayalara hayran olmuş İskoç bir doktordur ve bir kitap bastırmıştır, Theory of the Earth (1795), ve bugün hala kullanılan jeolojinin birçok temel hatlarını ortaya koymuştur. Jeolojinin babası olarak atfedilir.

Charles Lyell – Kitabında Principles of Geology (1833) ilk defa metamorfizma kelimesini önermiştir.

Önceden mevcut kayaların (magmatik, tortul, metamorfik) yüksek basınç, sıcaklık, ya da kabuk ya da üst mantonun içine kimyasal olarak aktif sıvılarına maruz kaldığında metamorfik kayalar oluşturur.

Bu olayda ERİME YOK!

Orijinal kayaç (ana kaya) yeni ortamıyla dengeye gelene kadar değişim geçirir. Diyajenez sonundan (250-300°C) başlar ve kayaçların erime sıcaklığına kadar (anateksi) devam eder.



Metamorfik kayaçların önemi

1- Mermer ve kayrak (sleyt) gibi metamorfik kayaçlar yapı taşları olarak kullanılır.

2-Belirli metamorfik mineraller ekonomik açıdan önem taşır.

Örneğin, **granatlar** süstaşları ya da aşındırıcı olarak kullanılır;

Talk kozmetik ve boya üretiminde ayrıca yağlandırıcı olarak kullanılır;

kyanitten (disten) ise bujilerde ısıya dayanıklı malzemelerin yapımında yararlanır.

Asbest, binalarda yalıtım ve ateşe dayanıklı malzeme yapımında kullanılan yapılarda ve yapı taşlarında yaygın bulunan metamorfik bir mineraldir.

Bu nedenle, metamorfik kayaçların ve süreçlerin bilinmesi ekonomik olarak önemlidir.

Metamorfizma Etkenleri (Isı, basınç ve akışkanlar)

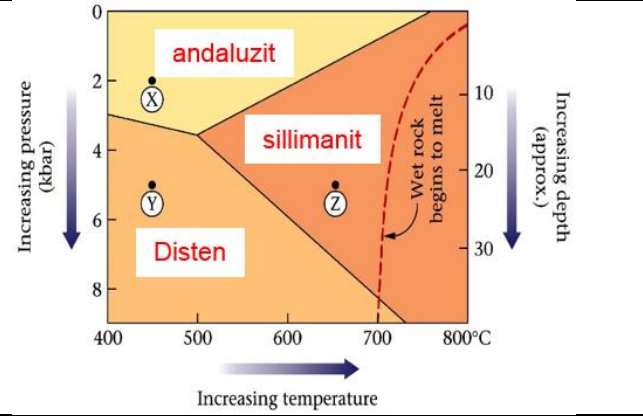
ISI

Tane boyunda artışa (rekristalizasyon) ve mineralojide değişime sebep olur (her mineral belirli basınç ve sıcaklık aralığı üzerinde kararlıdır).

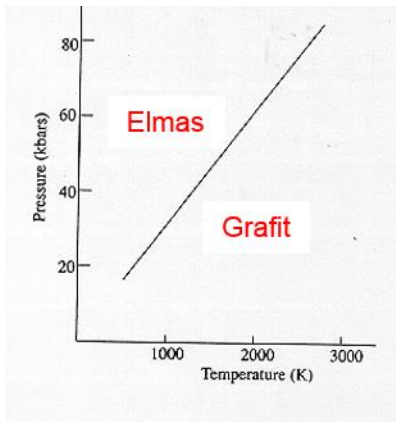
Kimyasal tepkimelerin hızını artırır. Isı ve basınç değişimleri sonucunda bazı alanlarda mineral stabildir. Yeni bir alana girildiğinde yeni mineral oluşur. Bu durumu en iyi aşağıdaki örneklerde gözlenmektedir.

Al_2SiO_5 polimorfları

Düşük basınçta (<4 kbars) ilerleyen ısınmada ilk andaluzit, sonra disten, daha sonra sillimanit oluşur. Andaluzit sadece üçlü noktanın altındaki basınçlarda oluşabilir; sillimanit ise sadece üçlü noktanın üzerindeki sıcaklıklarda oluşabilir.

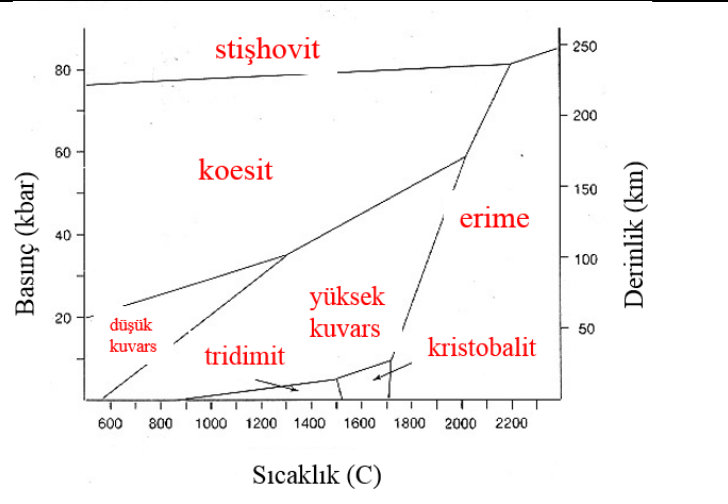


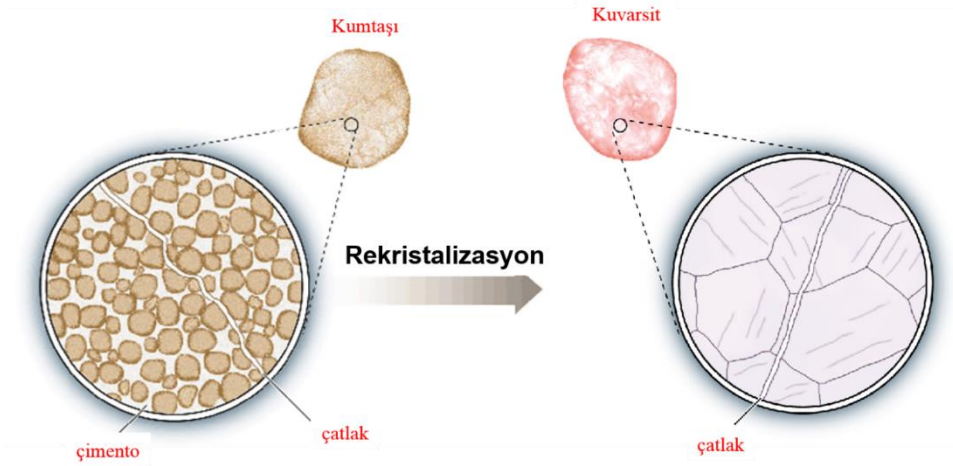
C polimorfları



SiO_2 polimorfları

Her bir polimorf belirli basınç ve sıcaklık aralığında stabildir. Bu durum değiştiğinde farklı bir kuvars türü oluşur.





Rekristalizasyon metamorfizma sırasında, köken kayada bulunan kristallerin sıcaklık ve basınç gibi metamorfik etmenlerle çözünmeden, daha ideal ve iyi gelişmiş olarak yeniden kristallenmesi olayıdır.

Isı kaynakları olarak:

Radyoaktif bozunma

Dünyanın ilk oluşumundan arta kalan ısı

Magma gövdesi

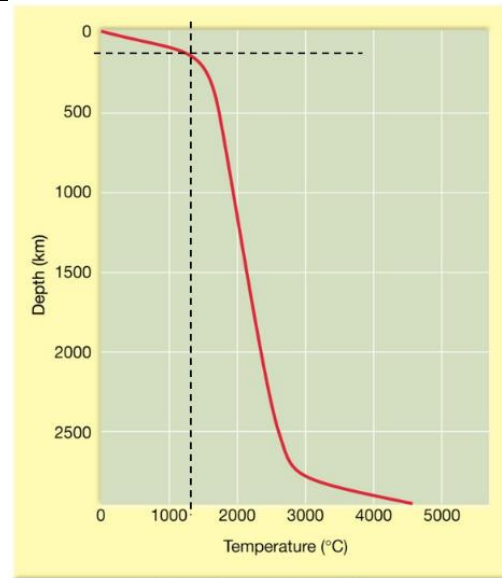
Sıcaklıktaki artış oranı = jeotermal gradyan:

~25°C/km (üst kabuk için ortalama)

Aralık: 10°C/km — 40°C/km

100 km: 1200°C to 1400°C

(~litosfer/astonosfer sınırı)

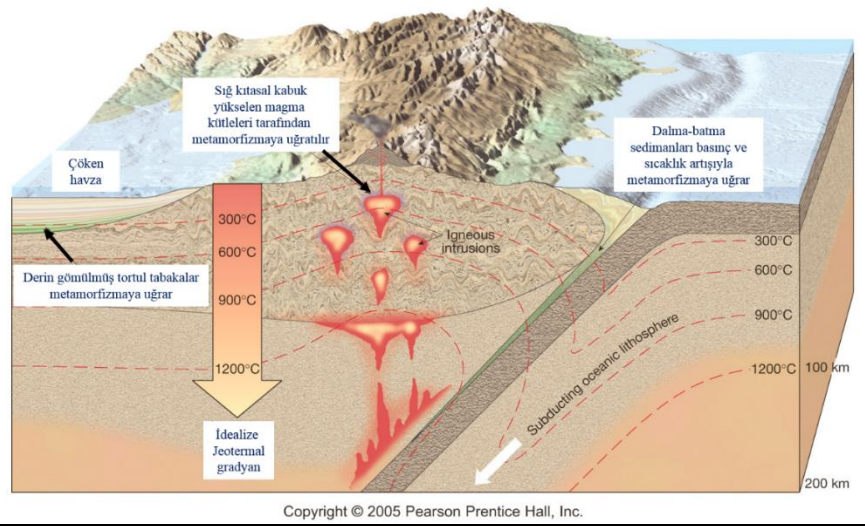


Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Jeotermal gradyan levha sınırlarında değişebilir:

Magma kütleleri yakınında ortalamadan yüksek ($40^{\circ}\text{C}/\text{km}$)

Dalma-batma zonlarında ortalamadan düşük ($10^{\circ}\text{C}/\text{km}$)



Basınç

Bağları kırarak minerallerin rekristalizasyonuna sebep olur.

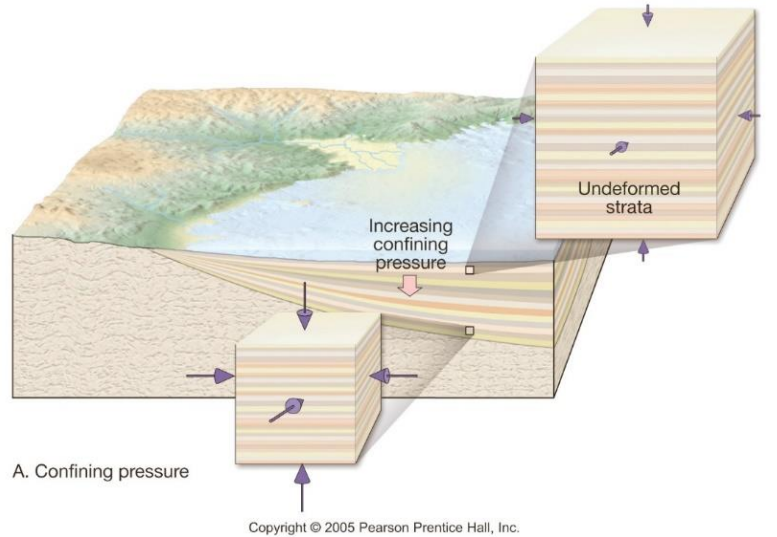
Hacim azalması yoğunlukta artışa sebep olur.

Minerallerin dizilmesi foliasyona (yapraklanmaya) sebep olur.

Çevresel (litostatik) basınç

Tüm yönlerde basınç eşittir.

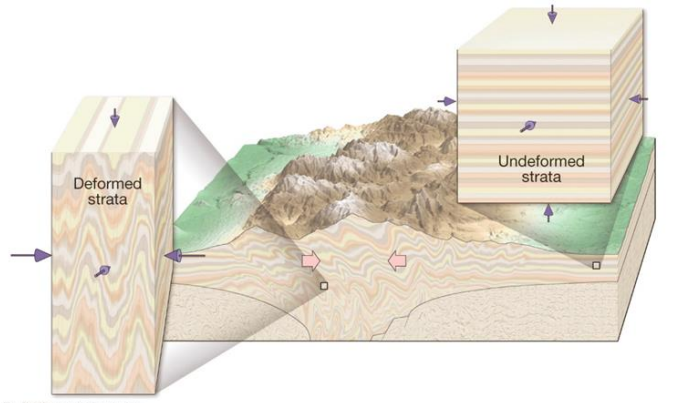
Gömülme süresince, çevresel basınç artışı hacim azalmasına sebep olarak kayaları deforme olmasına sebep olur.



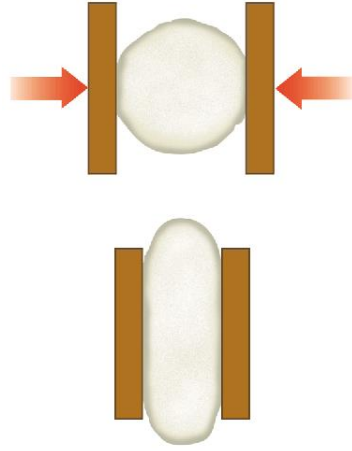
Diferansiyel basınç

Bir yönde basınç çok büyüktür

Dağ oluşumu süresince, diferansiyel basınç en büyük basınç yönünde kısalmaya sebep olur ve en büyük basınca dik yönde uzama meydana gelir. Düşük sıcaklıkta kırılgen deformasyon faylanmaya sebep olur; yüksek sıcaklıklarda sünek deformasyon kıvrımlanmaya sebep olur.



Stress tüm yönlerde aynı olmadığı zaman, boyut ve şekil değişikliği meydana gelebilir.



Konglomera



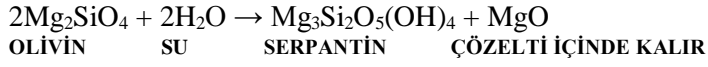
Metakonglomera

Diferansiyel basınç sonucunda konglomera çakılları uzar ve ilksel doku tanınabilir olduğu için kayaca metakonglomera ismi verilir.

Akışkan Etkileri

Metamorfizmanın olduğu hemen her yerde mineral tanelerinin sınırları boyunca ya da kayanın gözeneklerinde değişen miktarlarda **su** ve **karbondioksit** (CO₂) vardır. Çözünmüş durumdaki iyonları içeren bu akışkanlar, kimyasal tepkimeleri hızlandırarak metamorfizmayı artırır. Susuz koşullarda birçok mineral çok yavaş biçimde tepkime verir.

Aşağıdaki tepkime yeni minerallerin akışkanların etkinliğiyle nasıl oluşabildiğine iyi bir örnek sunar. Burada sıcak bazalt kayacının içinde dolaşan deniz suyu, olivini metamorfik serpantin mineraline dönüştürür.



Sıvı kaynakları:

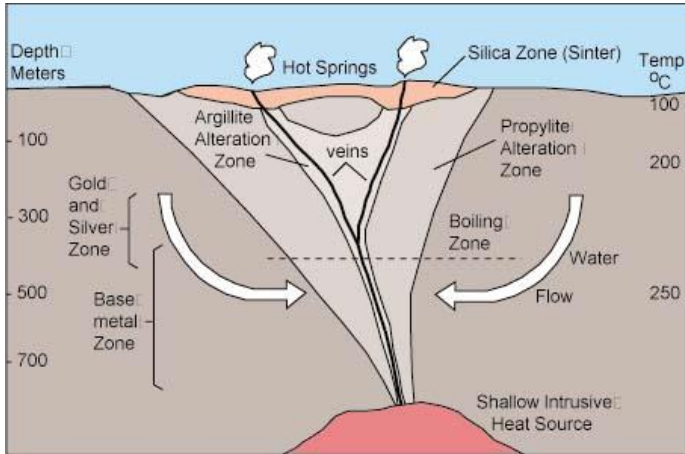
- sedimanter kayaçların gözenek boşluklarında tutulmuş olan su
- uçucu magmatik sıvılar
- su içeren minerallerin (kil, jips, mika, amfibol) dehidratasyonu

Hidrotermal sıvılar: H₂O, CO₂

Katalizatör olarak iyon göçünü geliştirerek rekristalizasyonu organize eder

Kimyasal reaksiyonların oranını artırır.

İyon ilavesi veya ortamdan uzaklaştırarak, böylece kayacın kütle bileşimini değiştirir.



Kayacın kimyasal bileşimi:

Çoğu metamorfik kayaçlar oluştuıkları ana kaya gibi aynı genel kimyasal bileşime sahiptir.

Ancak, kimyasal olarak aktif sıvılar yeni iyon getirerek veya iyonları ortamdan uzaklaştırarak kütle bileşiminin değiştirilmesinde önemli bir rol oynar.



Kuvars kumtaşı

Metamorfizma



Kuvarsit

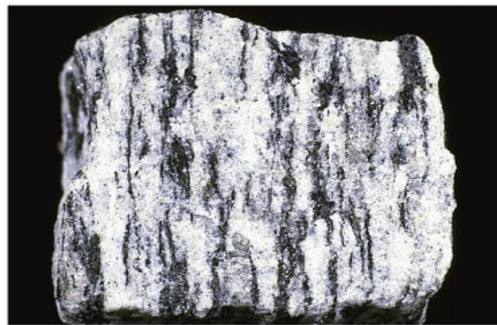
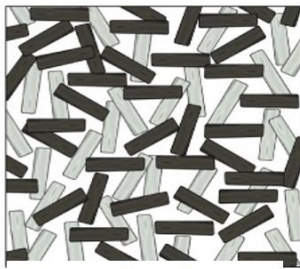
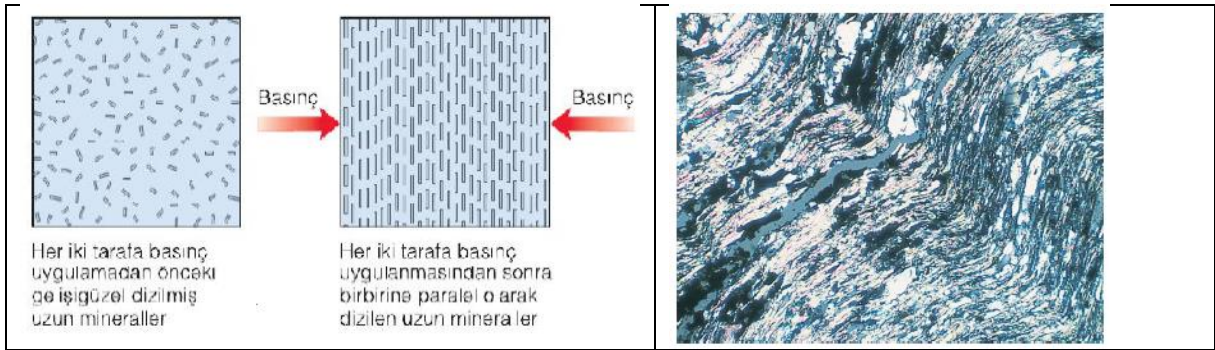
ZAMAN

Isı, basınç ve akışkanların etkinliğinin yanı sıra **zaman** da metamorfik süreçlerde önemlidir. Kimyasal tepkimeler farklı hızlarda gerçekleşir ve bu yüzden tamamlanmaları için farklı zaman miktarı gerekir. Silikat bileşikleriyle ilgili tepkimeler oldukça yavaş gerçekleşir ve çoğu metamorfik kayaç da silikat minerallerinden oluştuğundan ötürü metamorfizmanın yavaş bir jeolojik süreç olduğu düşünülür.

Doku: Metamorfik kayaçlar yapraklanmalı ve yapraklanmasız metamorfik kayaçlar olarak 2 farklı doku gösterir.

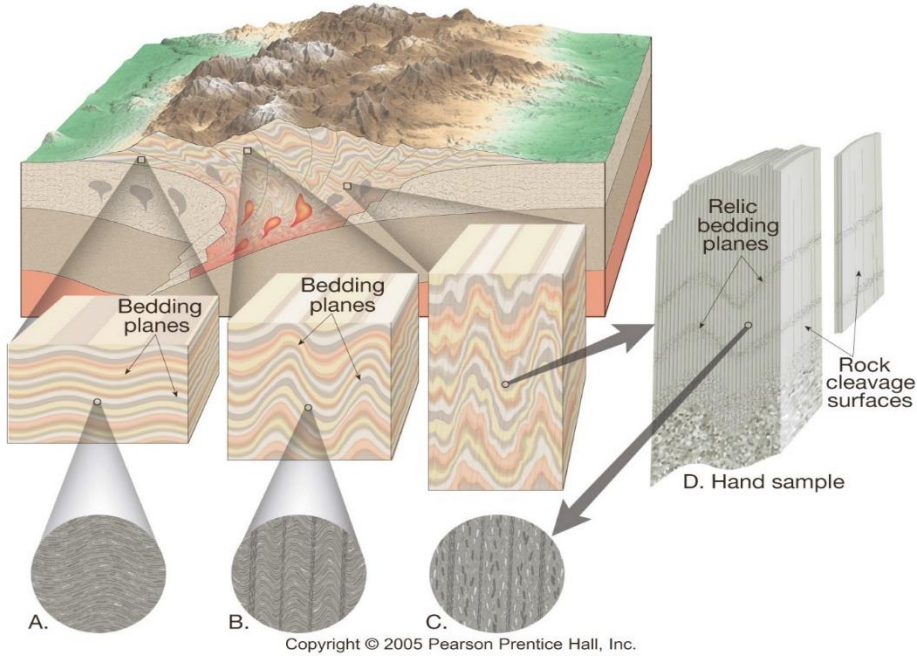
YAPRAKLANMA (FOLIASYON)

Kayaçlar farklılaşan basıncın etkisinde kaldığında, mineral taneleri yapraklanmalı doku oluşturacak biçimde tipik olarak birbirine paralel olarak dizilirler



Yapraklanmalı dokular

Klivaj: Deformasyon geçirmiş tortul veya metamorfik kayaçlardaki mineral veya tanelerin belirli yönlerde sıralanması ile oluşturduğu düzlemsel yapılara klivaj/dilinim denir (bir kayacı belli yönlerde kolayca ince plaka veya dilimlere kırılmaya, ayrılmaya veya yarılmaya meyilli olması).



Foliasyon. Bir kayaç içinde homojen olarak yayılmış tüm düzlemsel yapılardır. Klivaj ve foliasyon arasındaki en önemli farklar:

Foliasyon hem deformasyona bağlı, hem de bağlı olmaksızın gelişebilen düzlemsel yapılar olmasına karşın, Klivaj mutlaka deformasyon sonucu gelişir.

Klivaj sadece bir özel foliasyon adıdır. Foliasyon daha genel bir tanım olup, kayaçlarda bulunan tüm düzlemsel yapılar (fay ve eklem düzlemleri hariç) için kullanılır.

Şistozite: Levhasal minerallerin (mika, klorit gibi) veya mercekli minerallerin (kuvars, feldspat gibi) birbirlerine paralel olarak dizilmeleriyle meydana gelir. Metamorfizma geçirmiş kayaçlara özgüdür.



Muskovit mika şist

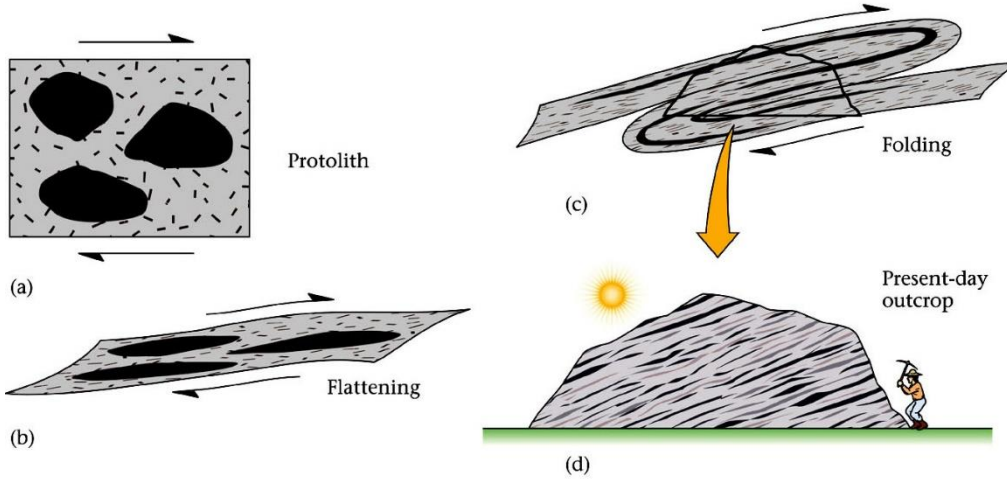
Gnays dokusu:

Açık ve koyu minerallerin farklı renk bantlarına ayrılmasıdır.



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Oluşum mekanizmasını aşağıdaki şekilde özetlenebilir.



Porfiroblastik doku:

Çok büyük kristallerin (porfiroblast) bir kaç ince taneli matrik içerisine gömülmüştür



Granat mika şist

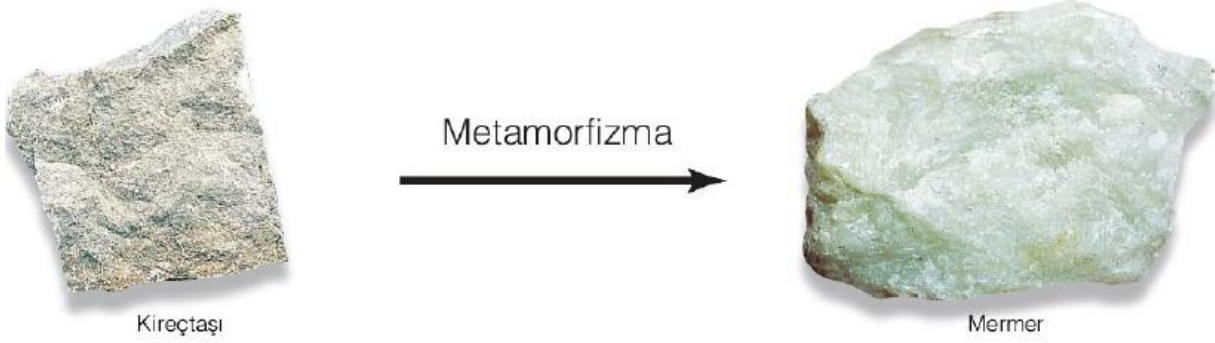
Close up

Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Yapraklanmasız doku

Kimi metamorfik kayalarda mineral taneleri göze çarpan bir yönlenme göstermez.

Bu kayalar **yapraklanmasız dokuya** sahip olarak nitelendirildiği kabaca eş boyutlu minerallerden oluşan bir mozaikten oluşurlar. Mermer, kuvarsit, hornfels, antrasit ve fay breşi bunlara örnek olarak verilebilir.



Metamorfik Kayaçlar

Kayaç Adı	Doku	Tane Boyu	Kayaçların özellikleri	Ana kaya
Sleyt	Yapraklanmasız	Very fine	Excellent rock cleavage, smooth dull surfaces	Shale, mudstone, or siltstone
Fillit		Fine	Breaks along wavy surfaces, glossy sheen	Slate
Şist		Medium to Coarse	Micaceous minerals dominate, scaly foliation	Phyllite
Gnays		Medium to Coarse	Compositional banding due to segregation of minerals	Schist, granite, or volcanic rocks
Migmatit		Medium to Coarse	Banded rock with zones of light-colored crystalline minerals	Gneiss, schist
Milonit	Weakly foliated	Fine	When very fine-grained, resembles chert, often breaks into slabs	Any rock type
Metakonglomera		Coarse-grained	Stretched pebbles with preferred orientation	Quartz-rich conglomerate
Mermer	Yapraklanmasız	Medium to coarse	Interlocking calcite or dolomite grains	Limestone, dolostone
Kuvarsit		Medium to coarse	Fused quartz grains, massive, very hard	Quartz sandstone
Hornfels		Fine	Usually, dark massive rock with dull luster	Any rock type
Antrasit		Fine	Shiny black rock that may exhibit conchoidal fracture	Bituminous coal
Fay breşi		Medium to very coarse	Broken fragments in a haphazard arrangement	Any rock type

Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.