



Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü



JEOLOJİYE GİRİŞ

“Ayrışma ve Erozyon”

Prof. Dr. Atiye TUĞRUL

İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü



ÖNEMİ

- Kayaçların ayrışması, taşınması ve çökmesi sonucu sedimanter kayaçlar oluşur.
- Ana kayadan zemine olan dereceli geçiş, ayrışma sebebiyle olur (Reiche, 1950; Ollier, 1969; Carroll, 1970; Hunt, 1972 ve Birkeland, 1974, 1984). Kaya ve zemin arasındaki sınırın anlaşılabilmesi için ayrışma ve zemin oluşumu süreçlerinin araştırılması gereklidir.
- Birçok mühendislik yapısının yüzeyde veya yüzeye yakın derinlikte, belirli bir derecede ayrışmış kaya üzerinde gerçekleştirilmesinden dolayı ayrışmamış ana kayadan çok farklı mühendislik parametrelerine sahip olan ayrışmış kayaç ve kalıntı toprakların mühendislik jeolojisindeki önemi büyüktür.



TERMİNOLOJİ

Ayrışma (Weathering): **(Alterasyon, Bozunma, Günlenme)**

Geçmiş jeolojik dönemlerde, yüzey ve yeraltında farklı sıcaklık ve basınç koşullarına maruz kalan kayalar, yüzeyde veya yüzeye yakın yerlerde farklı ortam koşullarının etkisi ile, bu yeni koşullara uyum sağlamak için değişim gösterirler (Fookes vd. 1971). Bu değişim sırasında, kayacı oluşturan birincil minerallerin bir kısmı; yeni ortam koşullarına uyum sağlayabilmeleri, yeterli sürenin geçmemesi veya zayıf etkili kimyasal maddeler dolayısıyla duraylı kalabilir. Bunun yanısıra diğer minerallerin bazı elementleri suda çözelti haline geçerken, bazıları da yeni ortam koşullarına uygun ikincil mineralleri geliştirirler.

Ayrışma için birçok tanımlama yapılmıştır. Bu tanımlamalar arasındaki fark, çoğun toprak bilimcilerin, jeomorfologların ve jeologların bakış açılarından kaynaklanmaktadır.

Weinert (1965) ve Fookes (1970), yüzey kayalarının mühendislik özelliklerini belirleyen en önemli etkenin kayacın oluşumundan sonraki ayrışma sürecinin olduğunu belirtmişler ve ayrışmayı, kayaların hidrosfer ve atmosferin doğrudan etkisi altındaki değişme olayı olarak tanımlamışlardır.

Ayrışma sonucunda değişik renk ve kalınlıkta toprak oluşur.



TERMİNOLOJİ

Ayrışma süreçleri; çok ağır gelişen, tamamlanmamış ve çoğunlukla da tersinir olmayan tepkimelerdir (Krauskopf, 1967). Genel anlamıyla ayrışma, kaya bünyesinde, ortam şartlarının etkisi ile çoğun yavaş gelişen, ilerleyici, mühendislik açısından önemli sonuçlar doğuran fiziksel mekanik olaylar serisidir. Ayrışmanın etkisiyle kayalar taze durumlarındaki bileşim ve özelliklerini yitirirler.

Alterasyon ve ayrışma sözcükleri çoğu kez eş anlamlı tutulmaktadır (Gary vd. 1972). Carroll (1970) ve Valetton (1970), bu değişimi alterasyon olarak tanımlamışlar ve alterasyon ile bir kayanın mineralojik bileşiminde fiziksel veya kimyasal etkenlerle oluşan her tür değişimi ifade etmişlerdir. Yine aynı yazarlar, alterasyonun geniş anlamda hidrotermal alterasyonla birlikte ayrışma (günlenme) ve diyajenezi de kapsadığını belirtmişlerdir.

Hidrotermal Alterasyon (Hydrothermal Alteration):

İrfan (1981), yeraltında kabuk içindeki kayalarda meydana gelen değişimi “hidrotermal alterasyon”, yüzeyden derine doğru etki eden ve etkisi giderek azalan değişimi ise “ayrışma” olarak tanımlamıştır.

Hidrotermal alterasyon, “kabuk” içinde gelişen bir iç olaydır. Bu değişimde su önemli rol oynar. Hidrotermal alterasyonun etkileri; silikleşme, killeşme ve diğer şekillerde ortaya çıkar.



TERMİNOLOJİ

Fiziksel Ayırışma (Disintegration, Mechanical Weathering, Breakdown): **(Fiziksel Parçalanma, Mekanik Ayırışma, Mekanik Parçalanma, Dezegregasyon)**

Etkin olarak soğuk ve kurak iklimlerde gelişen kayacın çok az veya hiçbir şekilde kimyasal değişime maruz kalmadan parçalanıp ufalanmasıdır (Plummer ve McGeary, 1979).

Kimyasal Ayırışma (Decomposition, Chemical Weathering): **(Dekompozisyon)**

Yer yüzeyine yakın yerlerde, karbondioksit, su, oksijen ve mikroorganizmaların etkisiyle, kayacın kimyasal bileşiminde meydana gelen değişim sonucunda, kayacı oluşturan minerallerin başka minerallere dönüşmesi olayıdır.

Yıpranma (Degradation):

Erozyon etkisiyle, üstteki örtü yükünün azalması ve bu süreçle üstten yük kalktığında alttaki malzemenin gevşemesi, kaya kütlelerinin taşınarak sağlamlığını yitirmesi olarak tariflenir. Daha çok jeomorfolojide kullanılan bir terimdir.

Renk Değişirme (Discolouring):

Ayırışma nedeniyle, kayaçta meydana gelen renk değişimi olarak tariflenmektedir.



TERMİNOLOJİ

Bozunma (Deterioration):

Tarihi eser ve alanlarında kullanılan taşlarda kullanım süresince meydana gelen değişimleri tariflemektedir.

Çekirdek Taşı (Core Stone):

Ayrışma ürünü içinde bulunan daha az ayrılmış yuvarlak ve sağlam blok

Saprolit (Regolith):

Ayrışmamış kayaları örten kayaç ve minerallerden oluşan ayrılmış gevşek örtü. Kaya dokusu korunmakta olup, genelde kahverengi ve kırmızımsı renklere gözlenen ve çoğun bünyesinde kil içeren üründür.

Arena (Grus):

Daha çok granitik kayaçlarda gözlenen kuvarsların ayrışmaması sonucunda gelişen daneli malzemedir.

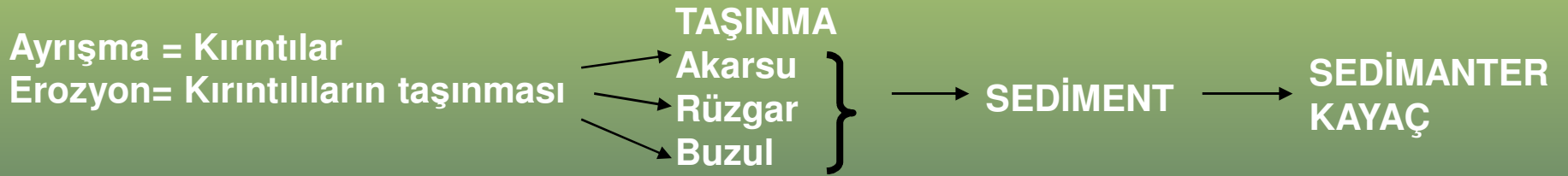
Küresel Ayrışma (Exfoliation):

Yüzeydeki kayacın dış kısmının soyulması, kayacın yüzeyinde meydana gelen kabuk şeklindeki ayrışmadır.



AYRIŞMA

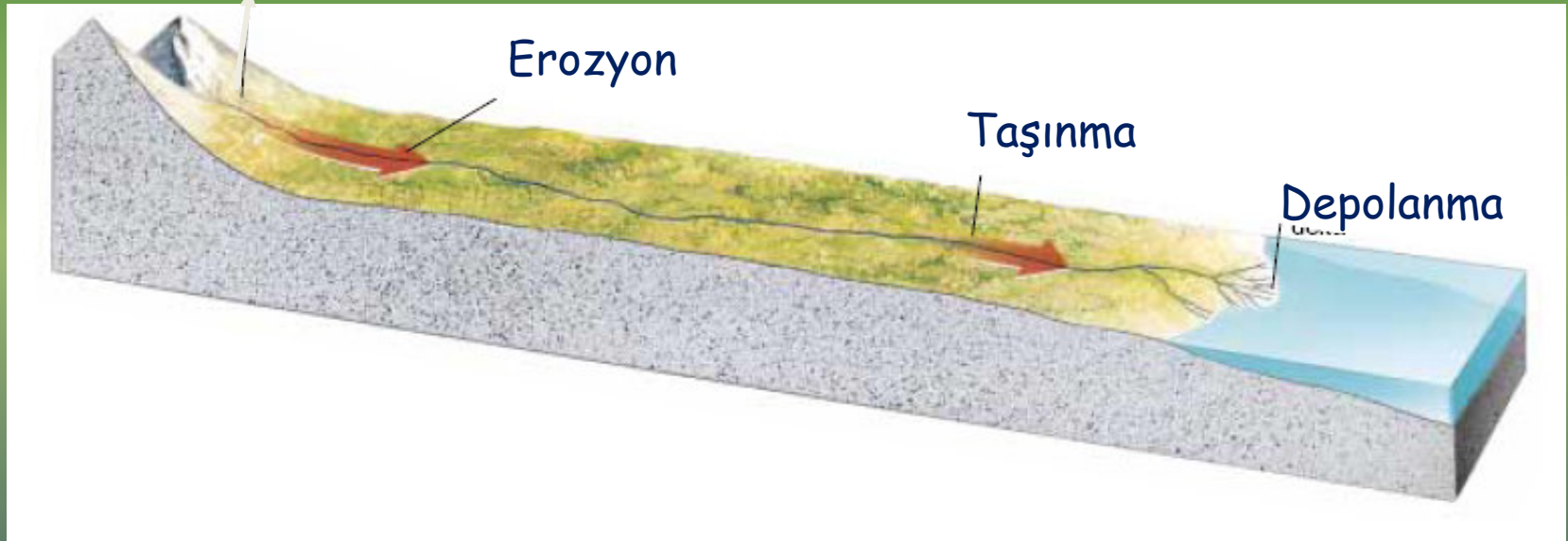
Anakaya küçük parçalara ayrılır, mineral bileşimi değişir veya suda çözünür.



Yerinde ayrışma (Fiziksel/ Kimyasal) → Toprak Oluşumu



Aşınma= kırıntılar



Yerkabuğunun bazı kesimleri ayrışarak parçalanır, kopar.
Rüzgar ve sularla taşınır ve bir çökeltme ortamında depolanır.



AYRIŞMA TÜRLERİ

Üç çeşit ayrışma vardır.

1. Mekanik (Fiziksel ayrışma)
2. Kimyasal ayrışma
3. Biyolojik ayrışma

Biyolojik ayrışma hem kimyasal hem de fiziksel ayrışmaya neden olduğundan bu iki ayrışma grubu içinde incelenir.



AYRIŞMA TÜRLERİ

Fiziksel Ayırışma:

Fiziksel parçalanmada, kayaç mekanik olarak parçalara ayrılmaktadır. Mekanik olarak kayaç, çatlakların açılması, yeni süreksizliklerin oluşması ve bunlara ilave olarak tane dokanakları ve taneler boyunca çatlamlarla parçalanır.

Fiziksel ayırışma süreçleri	Uygulanan gerilme (MPa)
Donma (Max.-20 ⁰ C 'de)	200
Tuzların kristallenmesi	2-20
Tuzların hidratasyonu	100
Killerin hacim artışı	2

Fiziksel ayırışma süreçlerinin kayalara uyguladıkları gerilmeler. (OLLIER,1984; TUCKER ve POOR, 1978' den)



Ayrışma Türleri

FİZİKSEL AYRIŞMA

Oluşturan etkenler

Yük kalkması (Erozyon vs.)
Tektonizma

Islanma-kuruma

Donma-çözülme

Yabancı kristallerin oluşumu

Bitki kökleri

Güneş radyasyonu

Fiziksel ayrışma

Kütlesel gevşeme
Eklemlerin açılması

Süreksizlik artışı

Fiziksel parçalanma

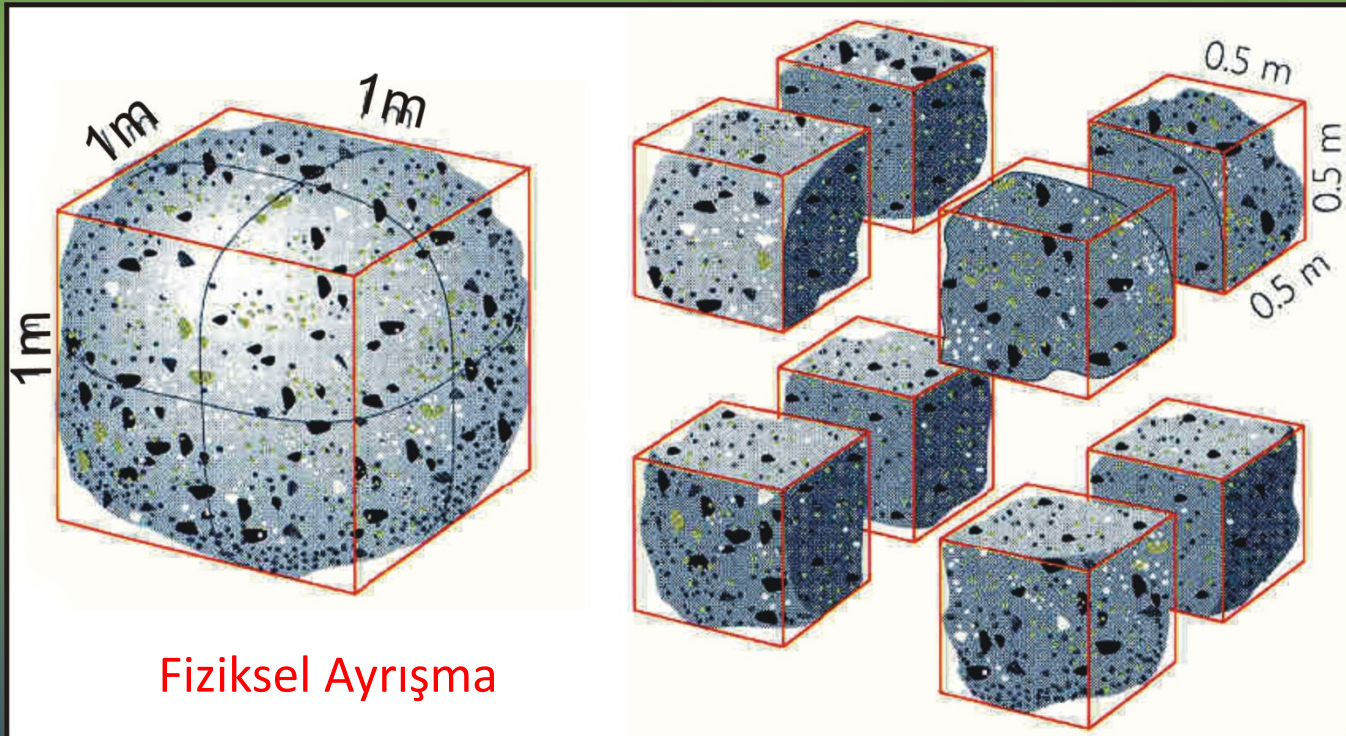
Ufalanma

Sonuçlar

Hacim artışı
Yüzey alanı
artışı
Dane boyu
küçülmesi

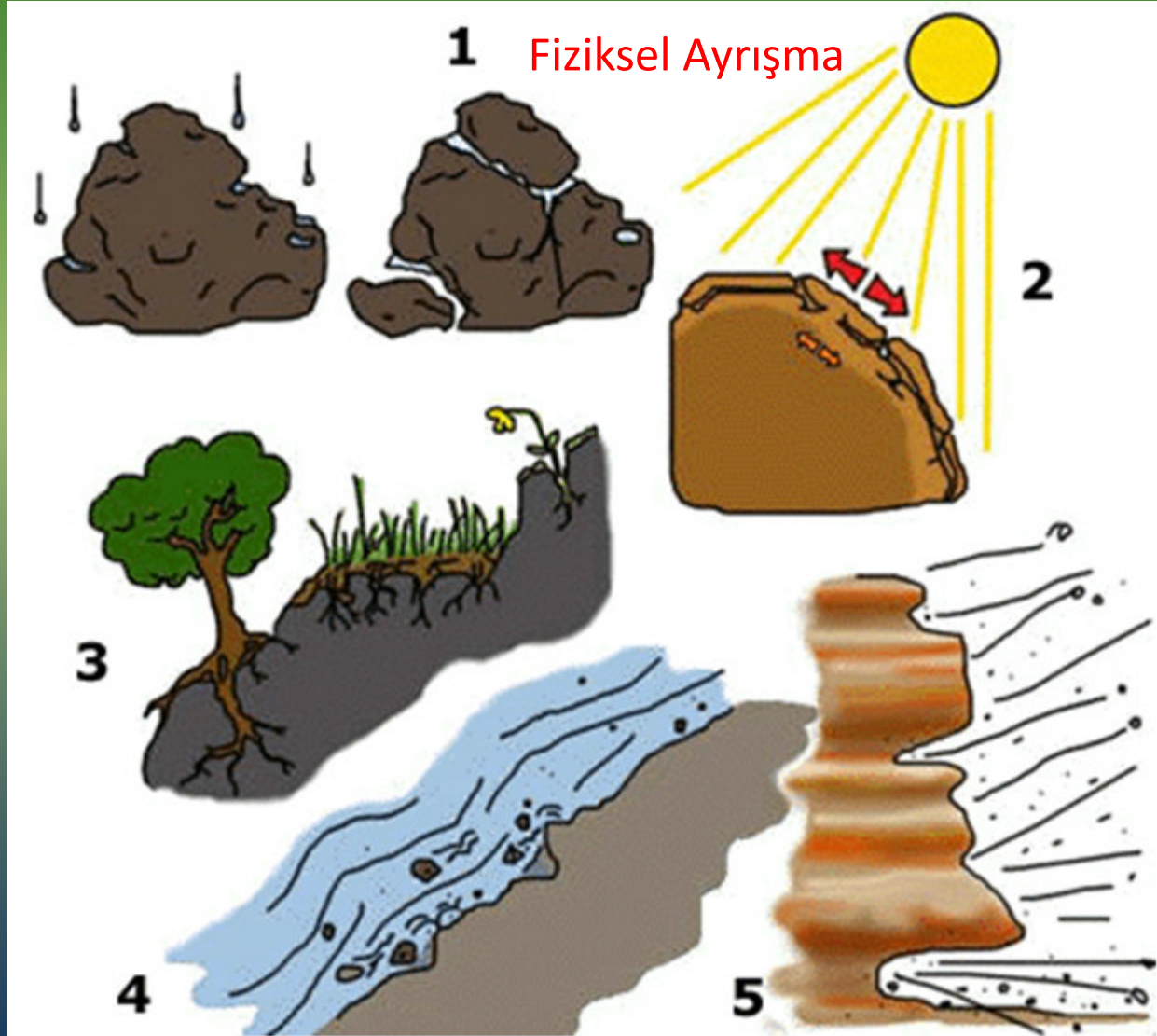


Ayrışma Türleri





Ayrışma Türleri





Ayrışma Türleri

Fiziksel Ayrışma



Katılaşılan sokulumda soğumanın devam etmesiyle gelişen büzüşmeyle eklem takımları oluşmaktadır.



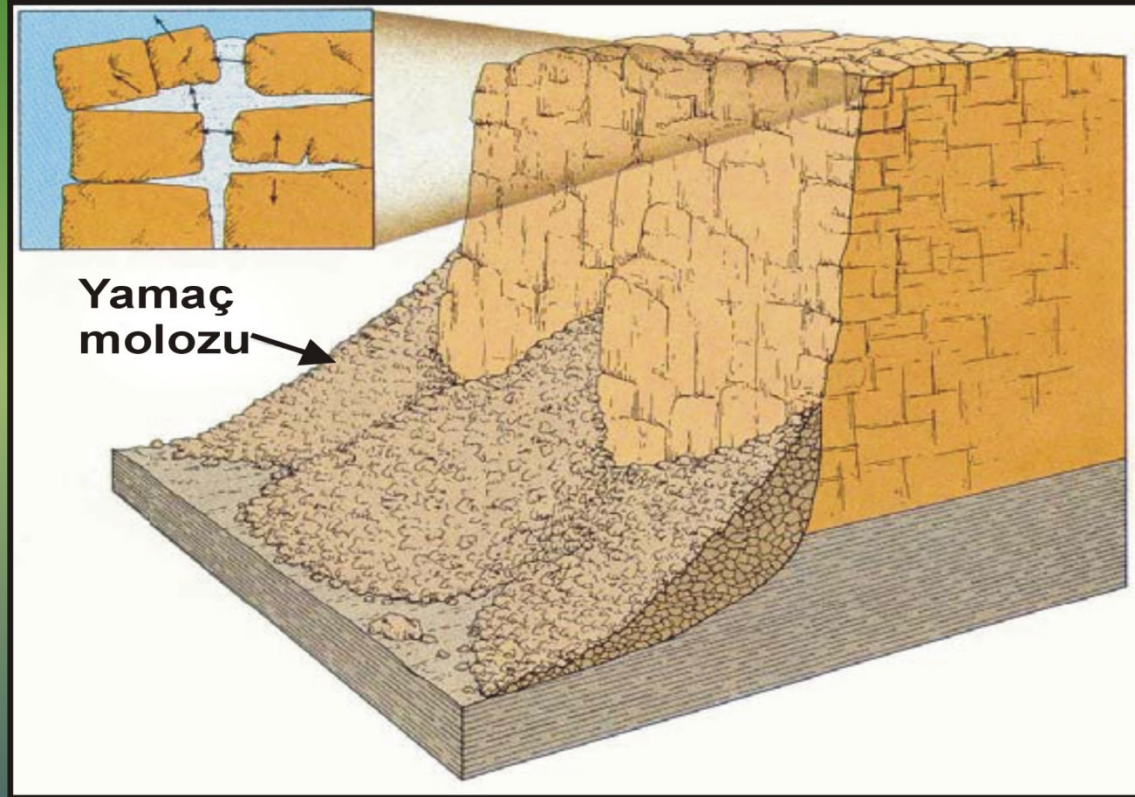
Fiziksel ayrışmaya etki eden faktörler

Donma

Kayaçların boşluklarını dolduran su donarsa mevcut suyun hacminde %9 oranında bir artış olur. Bu hacim değişimi büyük bir basınç oluşturur. -22 C^0 de donan suyun meydana getirdiği basınç 1700 kg/cm^2 dir. Bu basınçta kayaçların ufalanmasını sağlar.



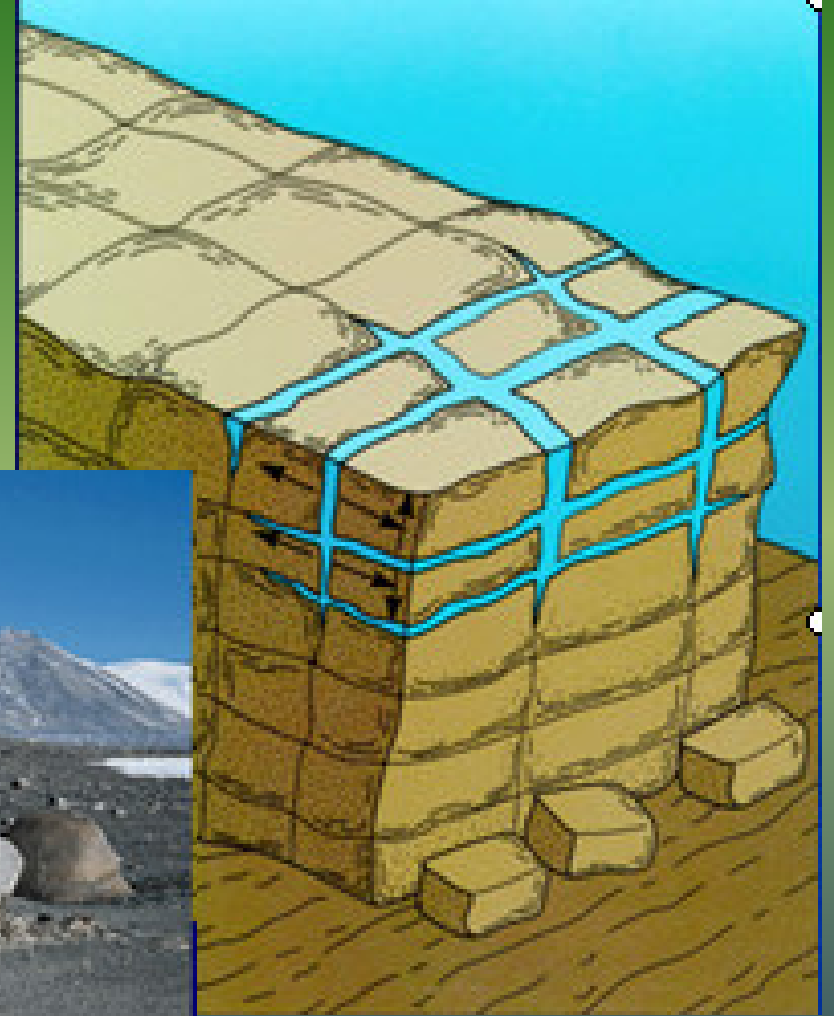
Ayrışma Türleri



Jeolojik süreçlerle yüzeye ulaşan derinlik kayacındaki eklem takımları boyunca giren sular donma sonucunda çatlak aralıklarını genişleterek , blokları birbirinden ayırarak hareketlendirip kaymalara, blok düşmelerine sebep olabilmektedirler.



Donma etkisi





Donmayla ayrılma



Yamaç molozu



Fiziksel ayrışmaya etki eden faktörler

Sıcaklık Değişimi

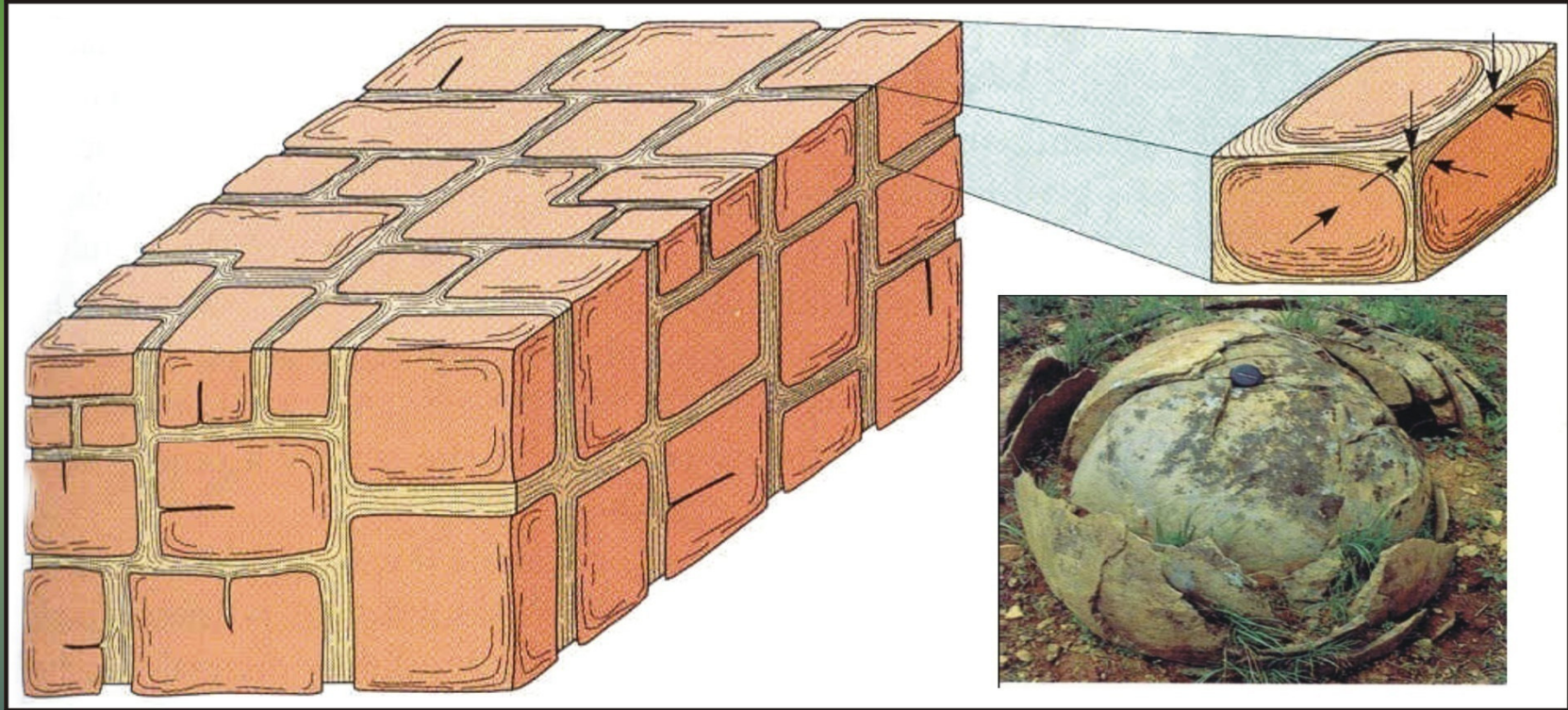
Sıcaklık değişimleri ve birbirini izleyen ısınma ve donmalar da kayaçların ufalanmalarını sağlar.

Kayaçlar genellikle değişik minerallerden yapıldır ve her mineralin genişleme ve büzülme katsayıları birbirinden farklıdır.

Bu ayrışmanın sonucunda kayaçlarda kütle kavlaması (exfoliasyon) gelişir.



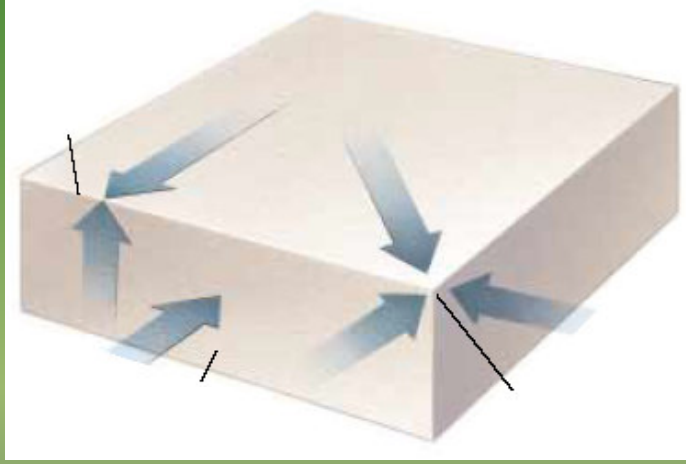
Küresel ayrışma



Ayrışma sonucunda, yüzlelerde köşeli yüzeylerin kaybolarak soğan kabuğu şeklinde görünüme sahip bir yapı oluşabilmektedir.



Küresel Ayrışma





Üstteki yükün aşındırılmasıyla oluşan genişleme (Kütlesel Gevşeme)

Genellikle derinlerde oluşmuş magmatik kayalarda, üstteki yükün aşındırılarak kalkmasıyla bir hacim değişimi meydana gelir.

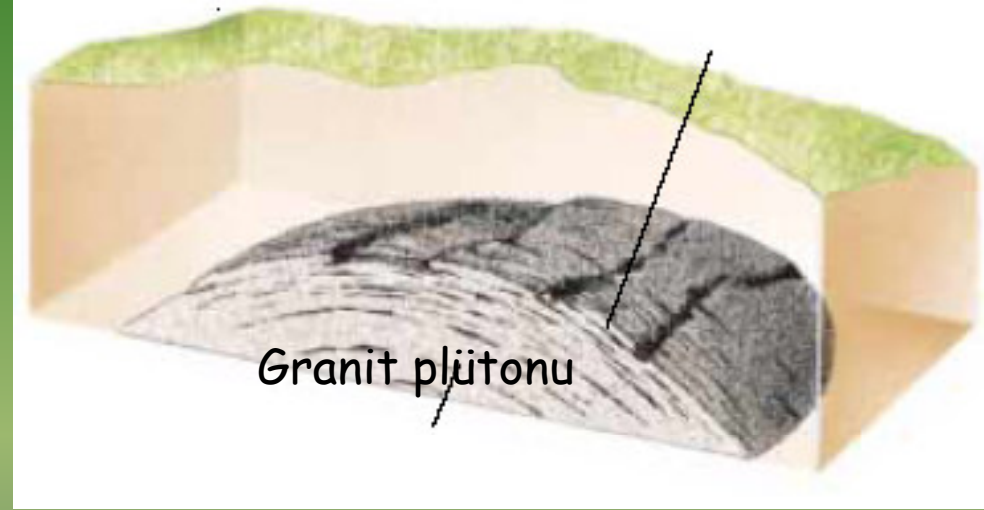
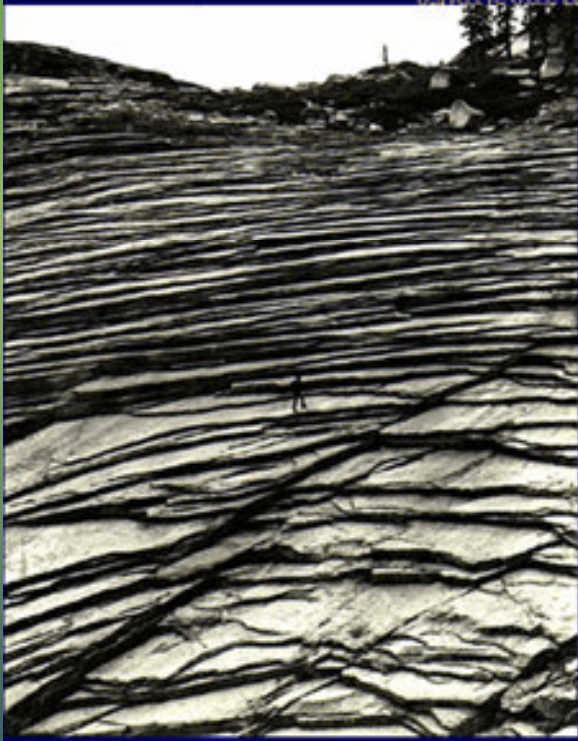
Bu hacim değişimi topoğraya yüzeyine paralel ve konsantrik çatlaklar oluşturur.

Yüzeye doğru bu çatlaklar daha sıklaşır. Bu olaya kavrama (exfoliasyon) denir.



Basınç serbestleşmesi ve exfoliasyon (kavlama)

Exfoliasyon yüzeyi





Derin gömülme ile oluşan basıncın ortadan kalması

Exfoliasyon domu





(Kütlesel Gevşeme)





Ayrışma Türleri



Bazaltlarda görülen küresel ayrışma



Ayrışma Türleri



Ayrışmış malzeme içinde çekirdek taşı (küresel ayrışmanın ileri safhası)



Fiziksel ayrışmaya etki eden faktörler

Islanma- Kuruma

Kayaçların periyodik olarak ıslanma ve kurumaları farklı özellikli minerallerden oluşan kayaçlarda ayrışmaya neden olur.



Fiziksel Ayrışmaya etki eden faktörler

Organizma etkileri (Fiziksel biyolojik ayrışma)

Bitkilerin kökleri kayaç çatlaklarına girerek büyümeye başlar ve kayaçları parçalayabilir.

Binalarda taş duvarların aralarına rüzgarlarla getirilen bitki tohumları burada çimlenir büyür ve gelişir. Bunun sonucunda da çatlamlar ve genişlemeler oluşur.

Orman yangınları, çökme, toprak içinde yaşayan hayvanlar gibi değişik etkenlerde fiziksel ayrışmaya yol açar





Kimyasal Ayrışma

Kimyasal Ayrışma:

Kimyasal ayrışma ile yüzeydeki kayalar, ortam koşullarının etkisi altında kimyasal tepkimelere uğrayarak daha büyük hacimli, buna karşılık daha az yoğun bileşikler oluştururlar. Kimyasal ayrışma süreçleri başlangıçta basit görünmekle birlikte, sayısız birçok faktörün etkisiyle karmaşık bir hal alır. Bu tür ayrışma sıcaklığın yükselmesiyle artmakla birlikte, nemli ortamda ve alçak yükseltilerde daha hızlı gelişir.



Kimyasal Ayrışma

KİMYASAL AYRIŞMA

Oluşturan etkenler

İklim

Su (Yeraltı ve yerüstü suları)

Organik aktivite

Kimyasal ayrışma

Oksidasyon-redüksiyon

Karbonatlaşma

Hidratasyon

Hidroliz

Çözünme

Sonuçlar

Ayrışmamış mineraller

Yeni minerallerin gelişimi

Kimyasal çözeltiler



Kimyasal Ayrışma

Kimyasal Ayrışmayı Etkileyen Faktörler

Tane Büyüklüğü; Yüzey alanı arttıkça ayrışma artar. Taneler küçüldükçe yüzey alanı artar.

Ana Kaya; ilk oluşmuş mineraller yüzey koşullarında en az duraylıdır.

İklim (T^0 , Yağış); Kimyasal reaksiyonlar yüksek sıcaklıklarda daha hızlıdır. Kimyasal ayrışma tropikal bölgelerde daha etkilidir.



Ayrışma Türleri



Biyolojik Ayrışma: Biyolojik ayrışma yüzeyden belirli bir derinliğe kadar etkisini gösterir. Biyolojik ayrışma işlemleri, başlıca bakterilerin etkisi ile çürüyen organik maddelerden türeyen hümik asitle gelişir. Bitkilerin kimyasal etkilerinin yanısıra, fiziksel etkileri de vardır. Bitki kökleri, kayacın süreksizliklerinin daha da açılmasına sebep olmalarının dışında yeni süreksizlikleri de geliştirirler.



Ayrışma Türleri

BIYOLOJİK AYRIŞMA

Oluşturan etkenler

Bitki kökleri

Topraktaki canlılar

Biyolojik ayrışma

Köklerin kama etkisi

Topraktaki canlıların
oyma işlemleri

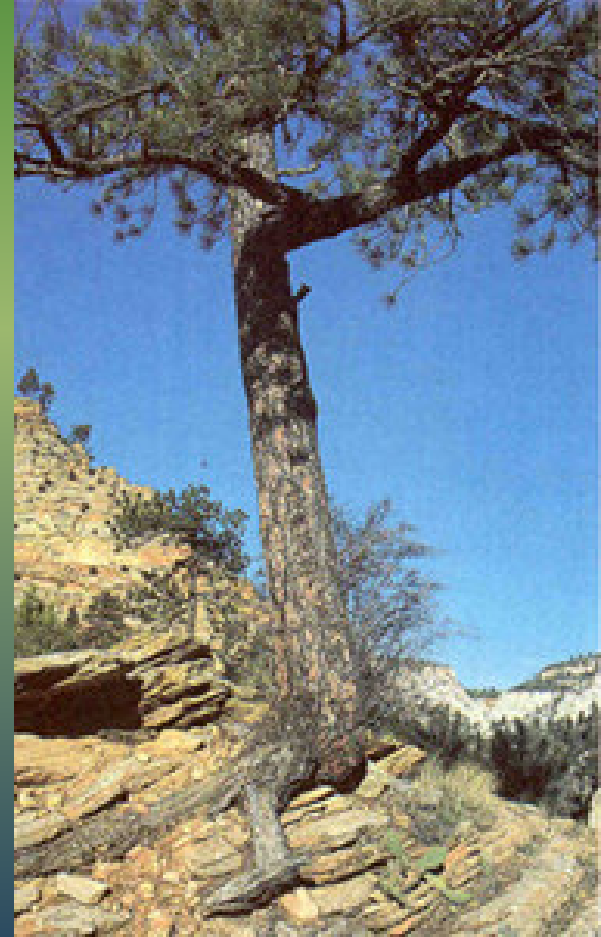
Organik asitlerin gelişimi

Sonuçlar

Kimyasal ve fiziksel
etkilerin birleşimi

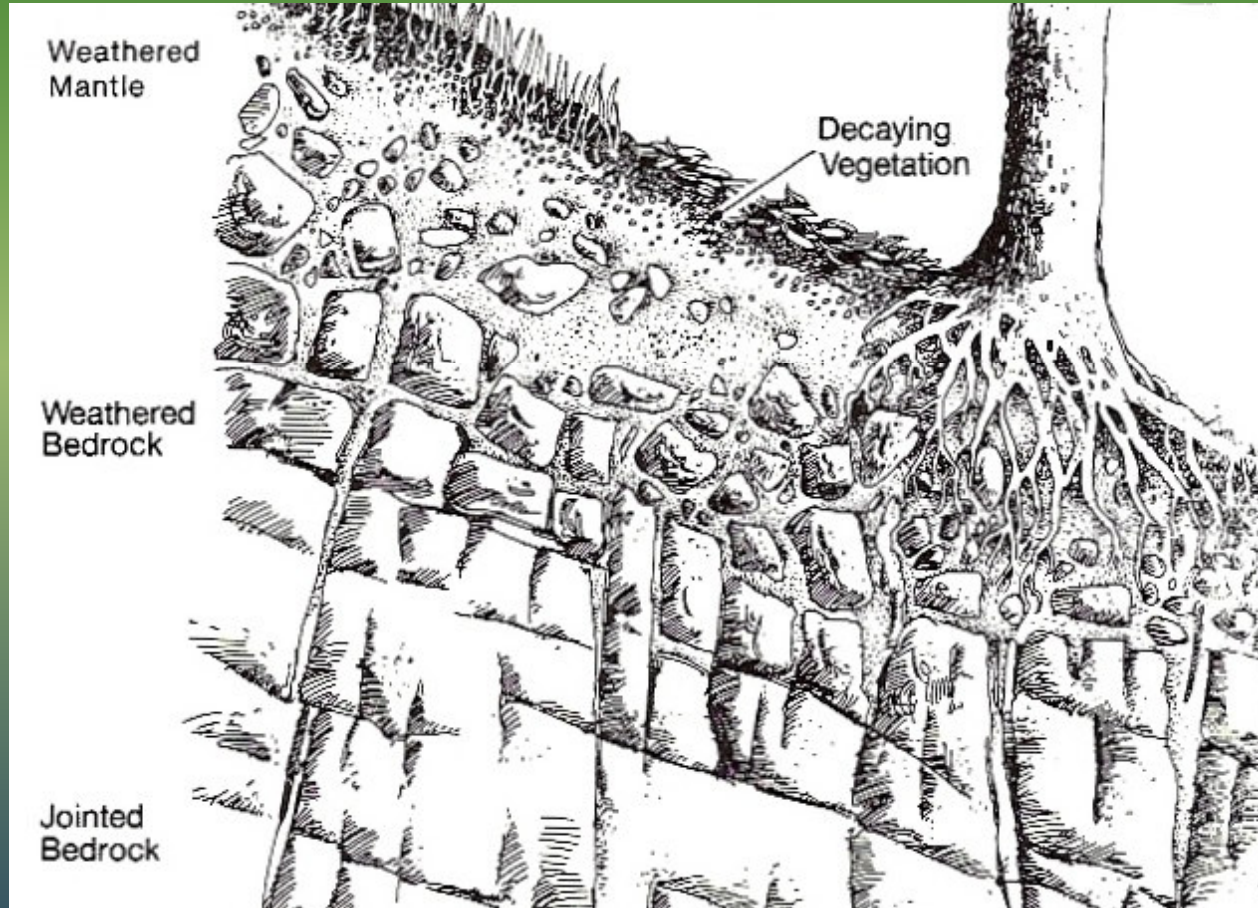


Biyolojik ayrışma





Ayrışma Türleri





Hidrotermal Alterasyon

Hidrotermal alterasyon, “kabuk” içinde gelişen bir iç olaydır. Bu değişimde su önemli rol oynar. Hidrotermal alterasyonun etkileri; silisleşme, killeşme ve diğer şekillerde ortaya çıkar.



Ayrışma Etkileri

- ✓ Yıkanma-birikme,
- ✓ Sertlik-direnç kaybı,
- ✓ İçyapının değişimi,
- ✓ Doku-fabrik değişimi,
- ✓ Gözenekliliğin artışı,
- ✓ Boşluk suyu basıncının değişimi



Ayrışmaya Etki Eden Faktörler

Ayrışmanın hızı ve derecesi; kayacın litolojisinin yanısıra, içerdiği süreksizlikler, yeraltı ve yerüstü suları, iklim, bitki örtüsü, topoğrafya ve zamana bağlı olarak değişim gösterir. Böylece ayrışma (A), sözü edilen faktörlerin fonksiyonu olarak;

$$A = f (L, S, Y, İ, B, T, Z)$$

şeklinde belirtilebilir. Burada; L: litoloji, S: süreksizlikler, Y: yeraltı ve yerüstü suları, İ: iklim, B: bitki örtüsü, T: topoğrafya ve Z: zamanı ifade etmektedir. Bu faktörlerin önem dereceleri, kısa mesafelerde değişen ortam şartlarına göre farklılıklar sunmaktadır.



Ayrışmayı Denetleyen Faktörler

➤ Litolojik özellikler

- *Mineraloji*
- *Doku, fabrik*

➤ Kimyasal bileşim

➤ Jeolojik yapı

- *Faylar*
- *Çatlaklar*

➤ Yeraltı ve yerüstü suları

➤ iklim

➤ Bitki örtüsü

➤ Topografya

➤ Zaman



Yeraltı ve Yerüstü Suları

Yerüstü suları

- Donma - Çözünme
- Sızan suyun miktarı
- Erozyon
- Bitki örtüsünün türü

→ Direnç azalması

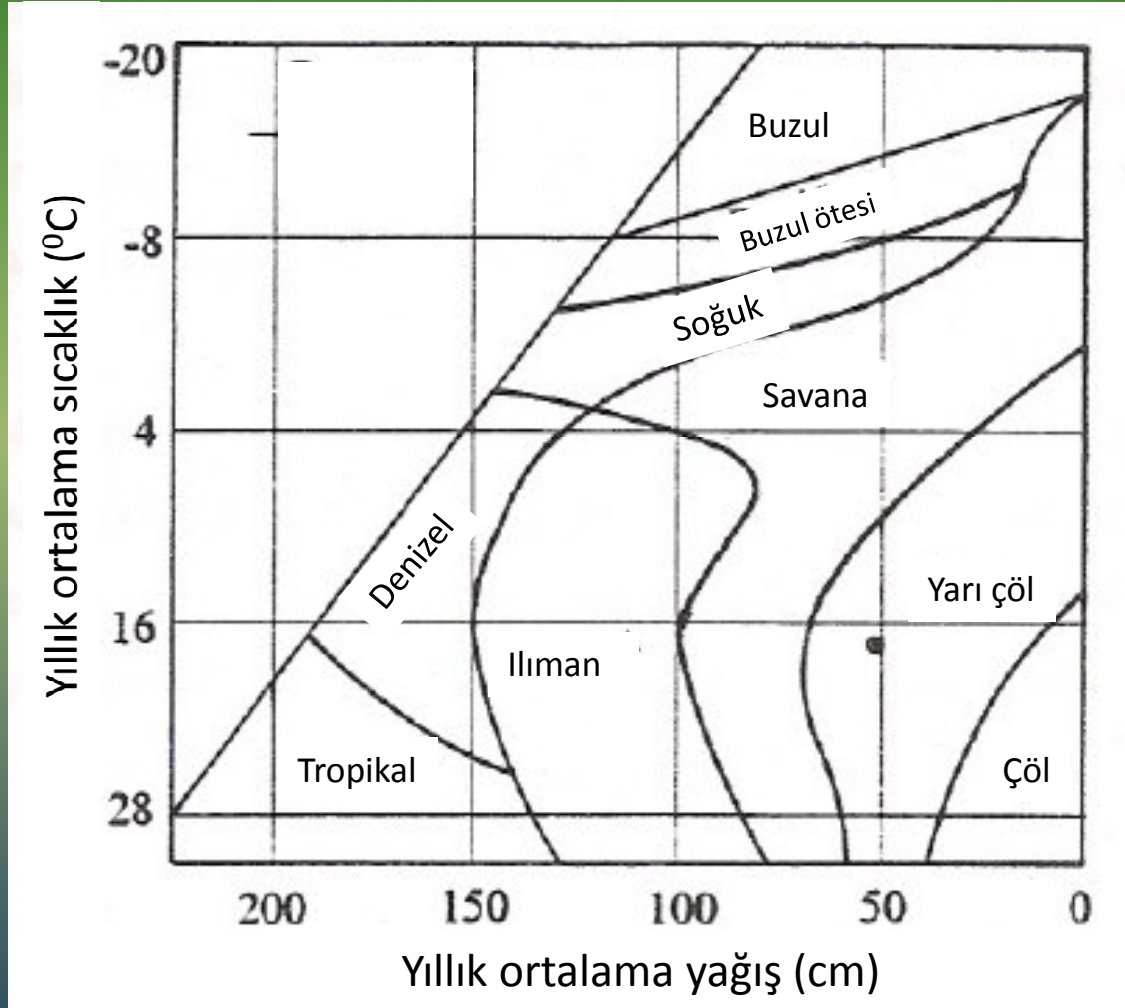
→ **Fiziksel etkiler** → Boşluk suyu basıncı artması → Direnç azalması

Yeraltı suları

- **Kimyasal etkiler** → Çimentolanma → Direnç azalması
- Minerallerin çözünmesi → Kayaç yapısının bozulması
- Boşlukların artması
- Direnç azalması



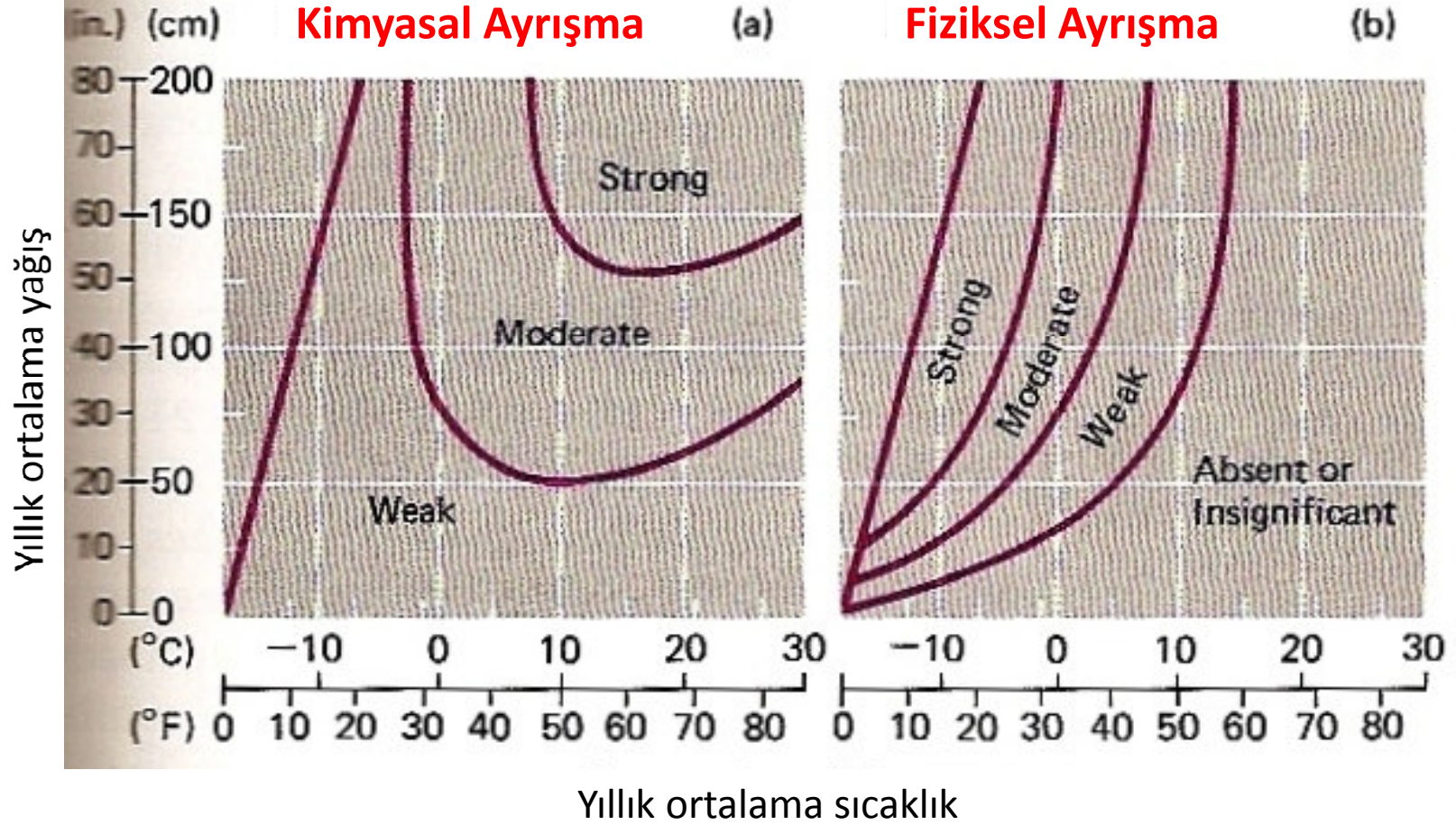
İklim



PELTIER (1982) diyagramları



İklim



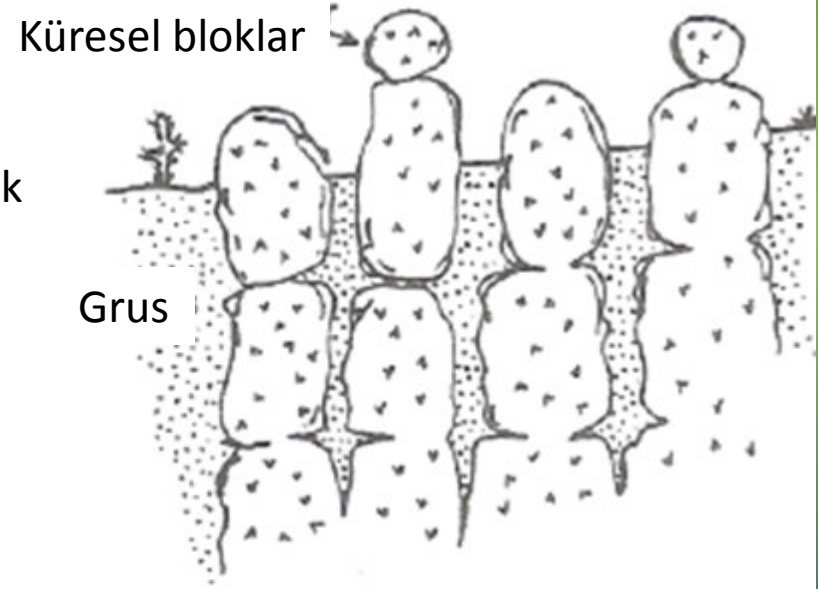
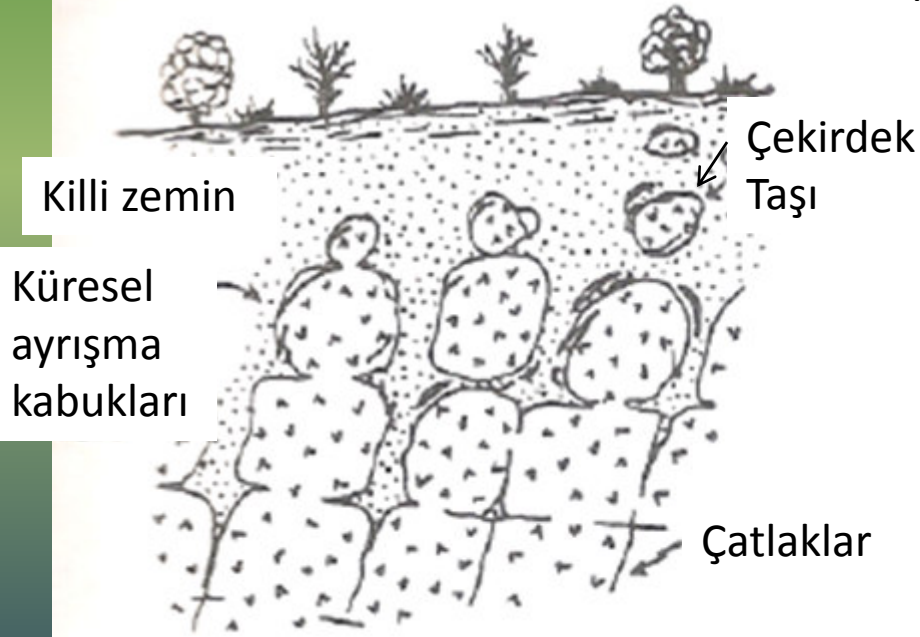
PELTIER (1982) diyagramları



Ayrışma Türleri

Nemli iklim

Kurak iklim



Nemli ve kurak iklimlerde gelişen küresel ayrışma modelleri (RAHN, 1986'dan)



Ayrışma ile Değişime Uğrayan Faktörler

- ❖ Petrografik özellikler
- ❖ Mineralojik bileşim
- ❖ Kimyasal bileşim
- ❖ Fiziksel özellikler
- ❖ Mekanik özellikler



EROZYON

Kayaçların parçalanması ve sonra başka bir alana taşınmasına erozyon denir.

- Dalga etkisi
- Buzullar
- Nehir ve akarsular
- Rüzgar etkisi
- İnsan etkisi



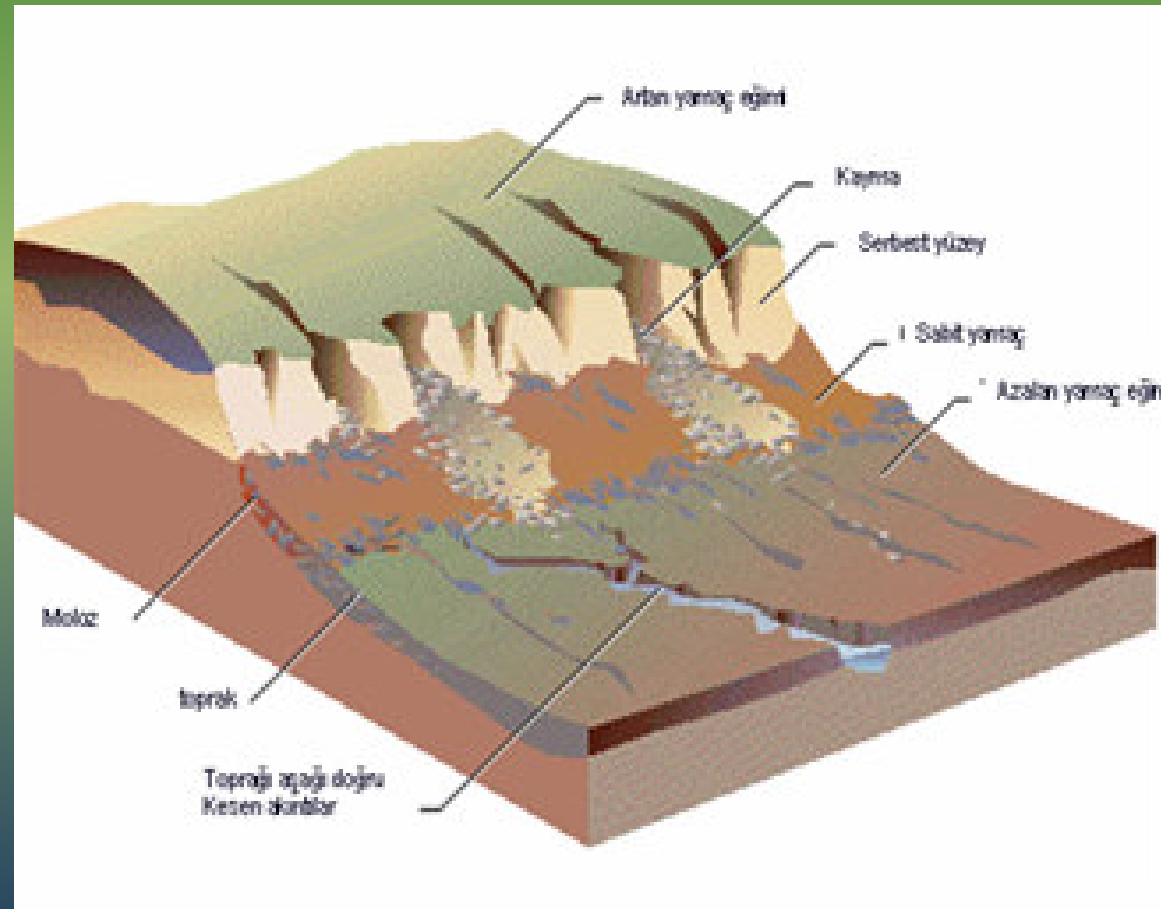
EROZYON



J. Abraham, Dept. of Soil Sci., SLU



EROZYON



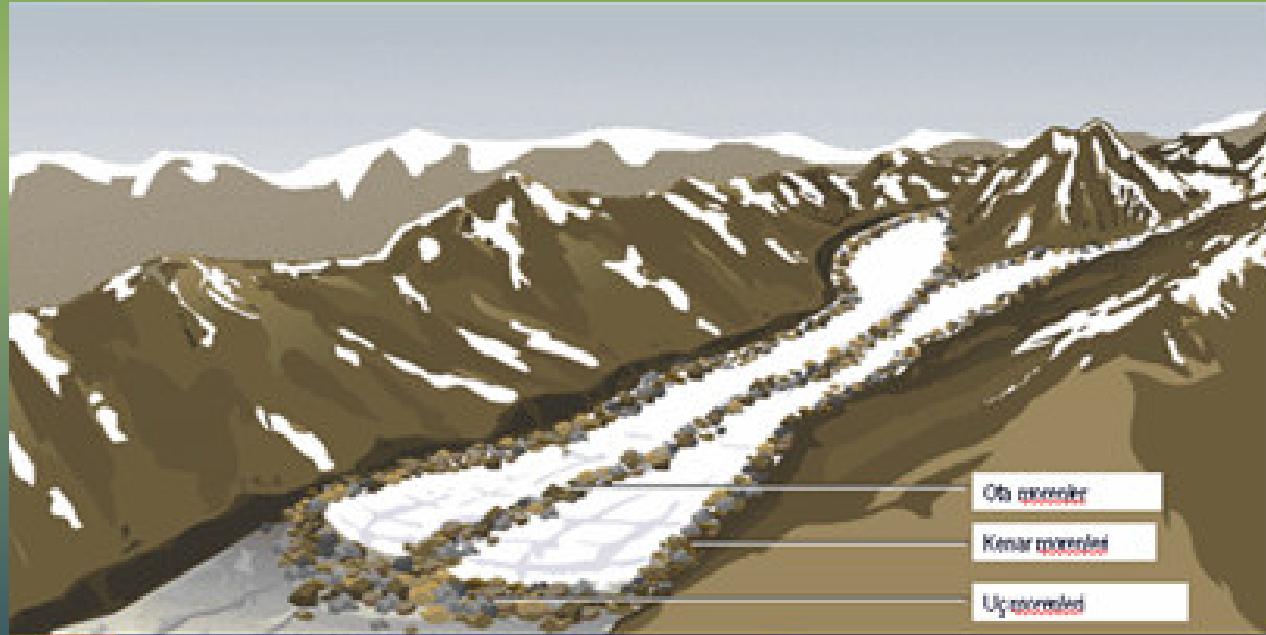


Dalga etkisi





Buzullar





Nehir ve akarsular





Rüzgar





Lös- Rüzgarlarla taşınmış çok ince taneli kayalara lös denir.

Abrasyon- Rüzgarlarla taşınan taneciklerin kayalara çarpması sonucu oluşturdukları erozyona abrasyon denir.

Deflasyon- Çöl bölgelerinde rüzgar etkisiyle arta kalan çok büyük miktardaki ince taneli sediment parçacıkları