

MÜHENDİSLERE JEOLojİ

2009-2010 Bahar YY

Yrd.Doç.Dr. KÜRŞAD ASAN

S.Ü. MÜH. MİM FAK. JEOLojİ MÜH. BÖL.

<http://www.mmf.selcuk.edu.tr/personel/kasan>

Dersin	Adı	Mühendislere Jeoloji (B)
	Sorumlusu	Yrd.Doç.Dr. Kürşad ASAN
	Kodu	1204213 / 1214213
	Yarıyıl	2. (Bahar) Yarıyıl
	Kredi	2 + 1
	Not sistemi	Vize (%40) + Final (% 60)

DERS PLANI

1	JEOLOJİNİN TANIMI VE KONUSU
2	YERYUVARININ YAPISI VE BİLEŞİMİ
3	LEVHA TEKTONİĞİ
4	JEOLOJİK YAPILAR
5	DEPREMLER
6	MİNERALLER
7	LABORATUVAR (MİNERALOGİ)
8	KAYAÇLAR
9	LABORATUVAR (PETROGRAFI)
10	KAYAÇLARIN MÜH.ÖZELLİKLERİ ve KULLANIM ALANLARI
11	AYRIŞMA, TOPRAK ve ZEMİNLER
12	JEOLOJİK AFETLER (KİTLE HAREKETLERİ)
13	JEOLOJİDE ZAMAN KAVRAMI

JEOLojİNİN TANIMI VE KONUSU

JEOLojİ (YER BİLİMİ); geniş anlamı ile

- Yerküresinin güneş sistemi içindeki durumunu
- Yerküresinin fiziksel özelliği ve kimyasal bileşimini
- Yerküresinin iç ve dış kuvvetler etkisi ile uğradığı değişiklikleri
- Yerküresinin ~5 milyar yıl süre içindeki oluşum ve gelişimini inceleyen bilim dalıdır.

JEOLojİ (YER BİLİMİ); dar anlamda

Kalınlığı karalarda ortalama 35km, denizlerde ise 8-10 km olan YERKABUĞUNUN bilimidir.



Jeolojinin başlıca ihtisas dalları;

1. GENEL JEOLOJİ (tektonik, sedimantoloji, stratigrafi, paleontoloji vs)
2. MİNERALOGİ-PETROGRAFİ (mineraller, kayalar)
3. MADEN YATAKLARI-JEOKİMYA (enerji hammaddeleri, madenler vs)
4. UYGULAMALI JEOLOJİ (mühendislik jeolojisi ve hidrojeoloji)



Jeoloji müh. diğer mühendislik dalları ile yakın ilişkilidir;

- İnşaat müh.
- Çevre müh.
- ŞBP
- Maden müh.
- Deprem müh.
- Petrol ve Doğalgaz müh.
- Jeofizik müh.
- Harita müh.
- Metalurji ve malzeme müh.
- Kimya Müh.

JEOLOJİ VE İNŞAAT MÜH. İLİŞKİSİ

- Bütün inşaat müh. işleri yerin ya **üstünde** ya da **içinde** gerçekleştirilir.
- Bu nedenle mühendislik yapılarının inşa edileceği ortamın (zemin veya kaya) jeolojik özelliklerinin bilinmesi önemlidir.
- Gözlem, araştırma ve deneylerle jeolojik ortamı inceleyen jeoloji müh. ilgili verileri inşaat müh. anlayacağı parametrelere dönüştürür ve ona sunar.
- Bu parametreleri alan inşaat müh. mühendislik yapısını buna göre projelendirir.

Mühendislik jeolojisi;

Bir müh. yapısı ve bu yapının yapılacağı yer ile ilgili jeolojik bilgileri bazı sembol ve rakamlarla ifade eden, müh. yapısı ile yer arasındaki ilişkiyi kuran jeoloji alt dalıdır.



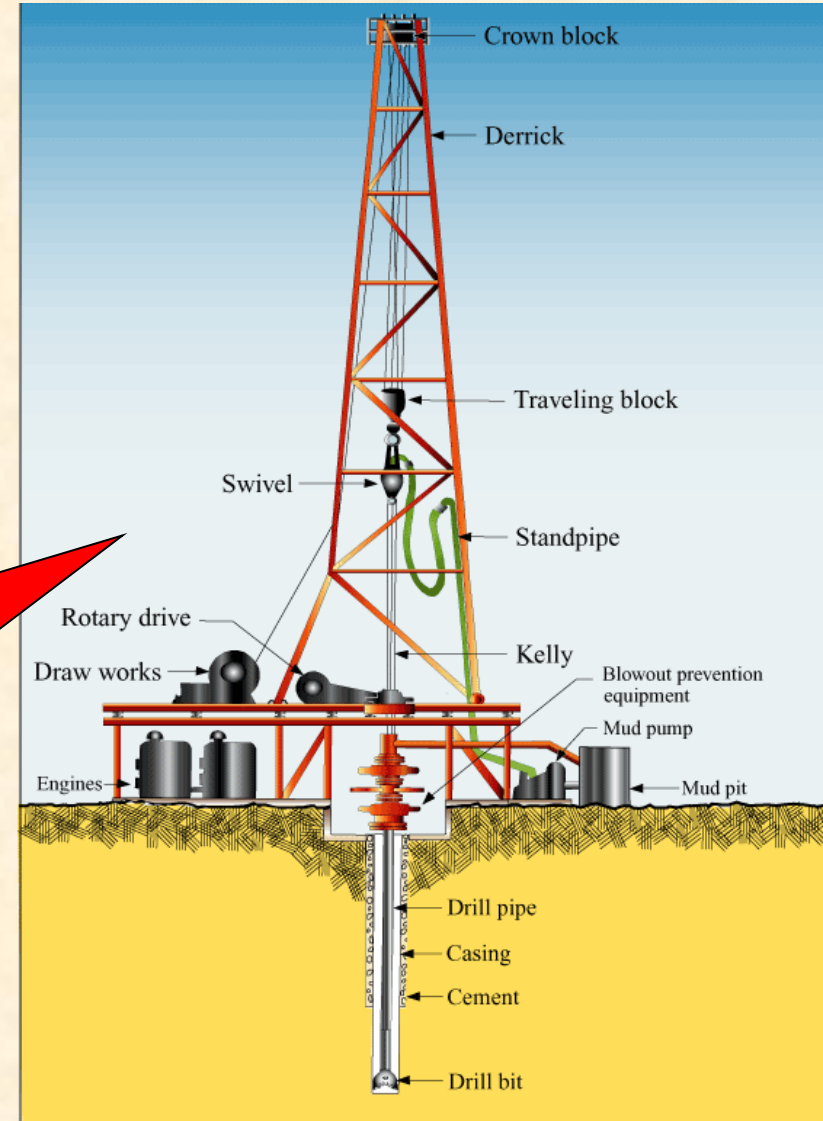
YERYUVARININ YAPISI VE BİLEŞİMİ

Yer yuvarının yapısı ve kimyasına ilişkin veriler;

- DOĞRUDAN
- DOLAYLI veriler olarak ikiye ayrılabilir.

DOĞRUDAN VERİLER;

- Yerkabuğundaki sondajlardan elde edilmektedir;
- KITALARDA EN FAZLA **15 KM** DERİNLİK
OKYANUSLARDA EN FAZLA **BİR KAÇ KM'dir.**
Bu rakamlar yeryuvarının yarıçapıyla (~ 6378 KM)
kıyaslandığında son derece yetersizdir.





DOLAYLI VERİLER;

- Jeofiziksel veriler
- Bazaltik magma üzerinde yapılan çalışmalar
- Manto kökenli ultramafik kayaç parçalarının (ksenolitler) incelenmesi
- Ofiyolitik kayaçların incelenmesi
- Yüksek sıcaklık ve basınç deneyleri
- Meteoritlerin incelenmesi



Jeofiziksel (Sismolojik) veriler;

Sismolojinin esası, açılan bir kuyu içerisinde yapılan patlatma ile oluşan dalgaların yerin derinliklerinde yayılması ve yansımalarının patlatma noktasından daha uzakta dikilen algılayıcılarla ölçülmesine dayanır.

Üç tür jeofiziksel dalga mevcuttur;

P (BİRİNCİL) DALGASI: HEM KATI HEM SIVI ORTAMDA, DÜŞEY OLARAK

S (İKİNCİL) DALGASI: SADECE KATI ORTAMDA, DÜŞEY OLARAK

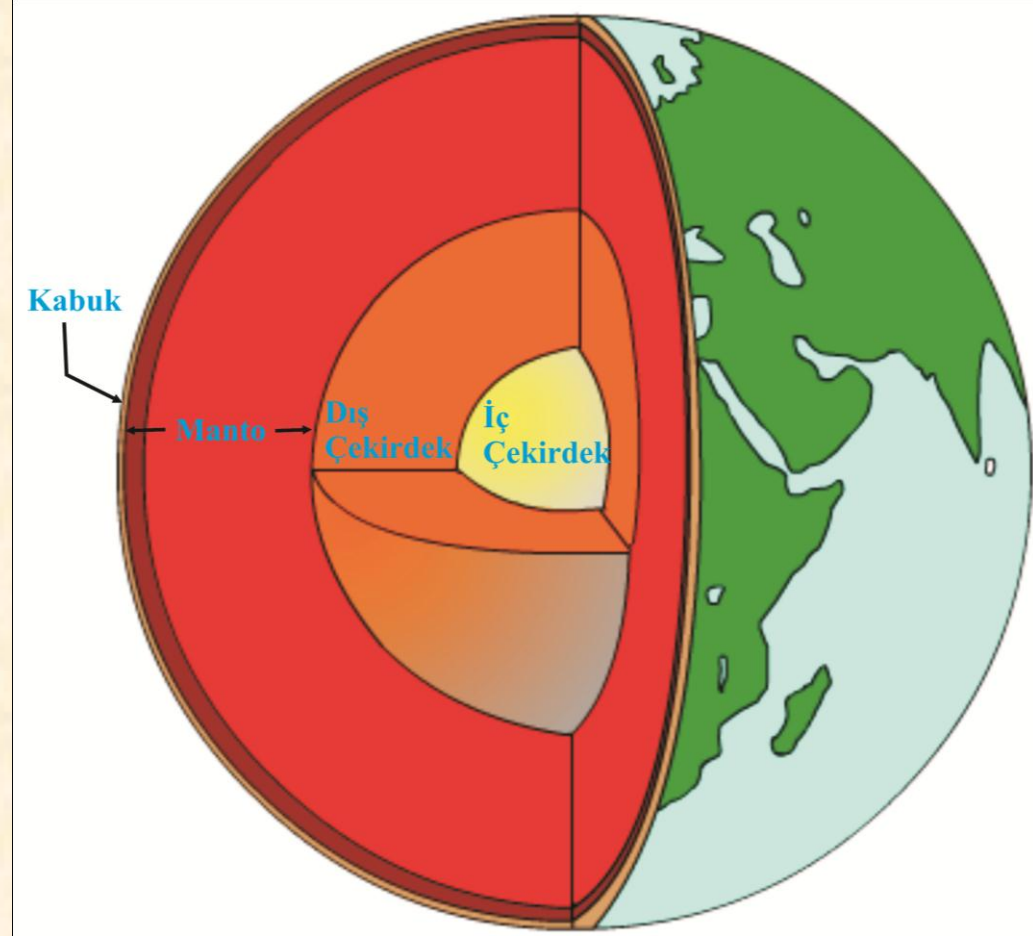
L DALGASI: YATAY OLARAK

Böylece yerin derinliklerine doğru gönderilen P ve S dalgalarının davranışlarına göre yeryuvarının yapısına ait bilgiler edilebilir.

[animasyon](#)

Elde edilen doğrudan ve dolaylı veriler yeryuvarının DÖRT ANA bölümden oluştuğunu ortaya koyar. Bunlar dıştan içe doğru;

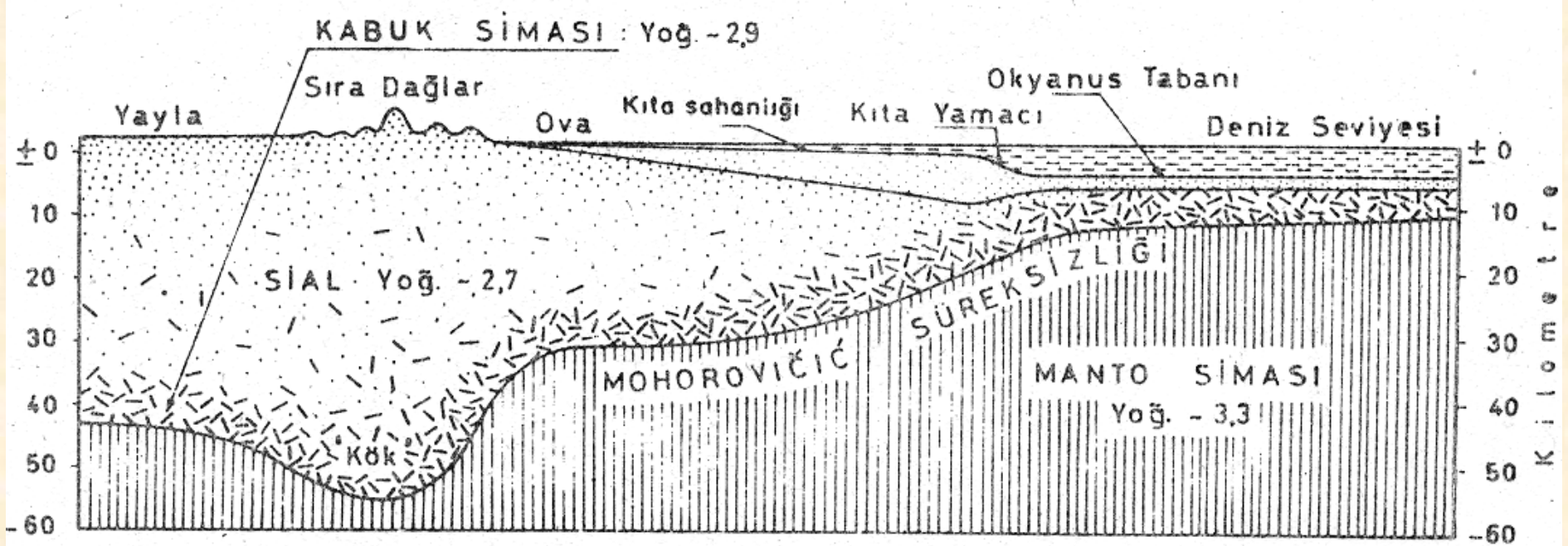
- KABUK (0-35 km)
- MANTO (35-2900 km)
- DIŞ ÇEKİRDEK (2900-5100 km)
- İÇ ÇEKİRDEK (5100-6378 km)



KABUK:

Kabuğun, Kıtasal abuk (continental crust) ve Okyanusal kabuk (oceanic crust) olmak üzere iki çeşidi vardır. Kıtasal kabuğun ortalama kalınlığı ~35 km iken, okyanusal kabuk ~8-10 km'dir. Ancak bazı kıtasal çarpışma alanlarında kabuk kalınlığı 80 km'ye kadar ulaşabilmektedir;

- 1. Kıtasal kabuk:** Ortalama yoğunluğu ~ 2.7 gr/cm³'dir. Değişik magmatik, metamorfik ve sedimanter kayalardan oluşmasına rağmen, **ortalama granodiyorit bileşimindedir**. Bunlar SiO₂ ve Al₂O₃ açısından zengin kayalar olduğu için kıtasal kabuk **SiAL** terimi ile anılır.
- 2. Okyanusal kabuk:** Ortalama yoğunluğu ~ 3.0 gr/cm³ olan mafik (gabbro, bazalt) ve ~ 3.3 gr/cm³ olan ultramafik (peridotit) kayalardan oluşur. Bunlar koyu renkli ve ağır kayalardır. Bu kayalarda Mg önemli oranda yer aldığı için okyanusal kabuk **SiMA** terimi ile anılır.





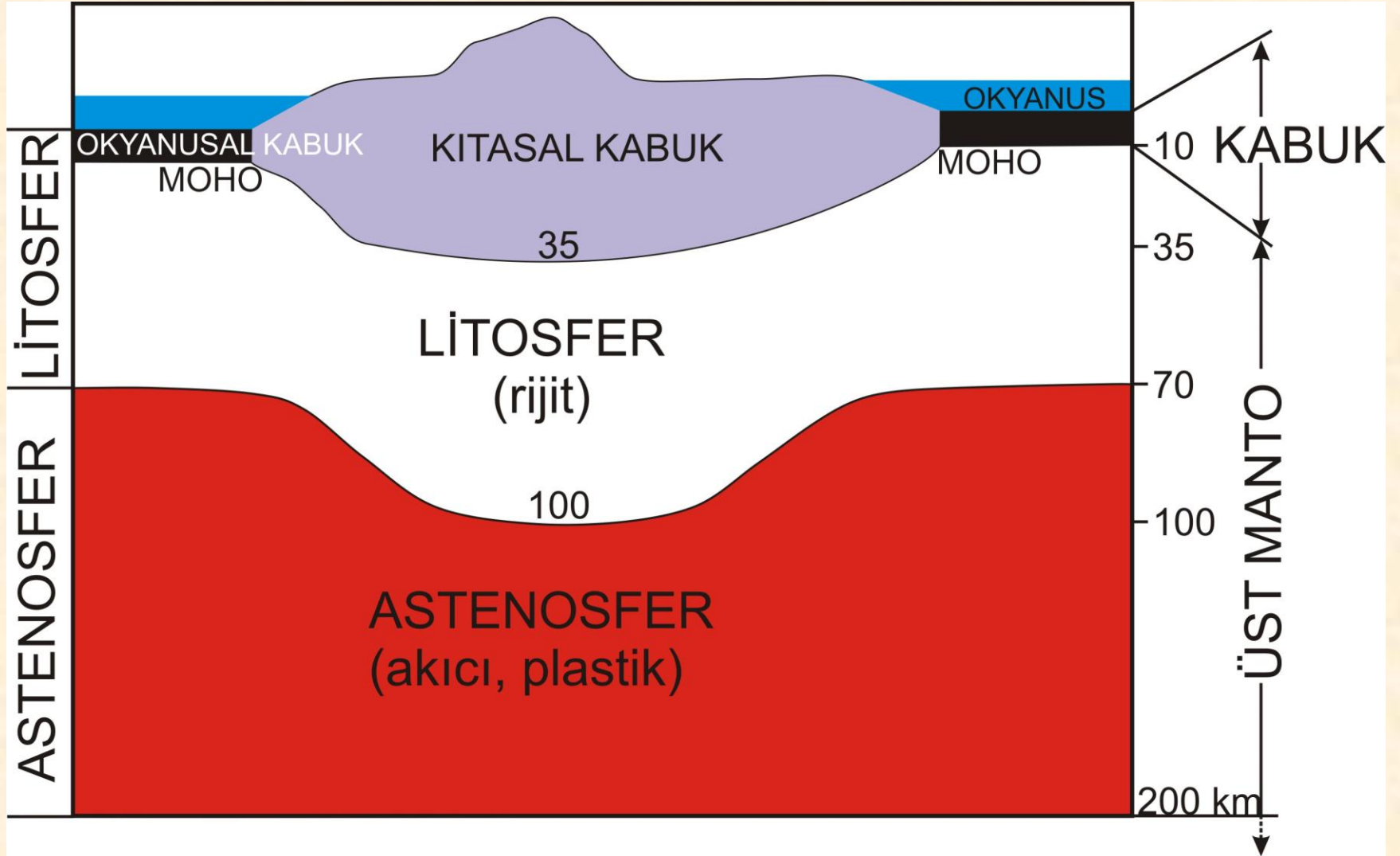
MANTO (35-2900 km);

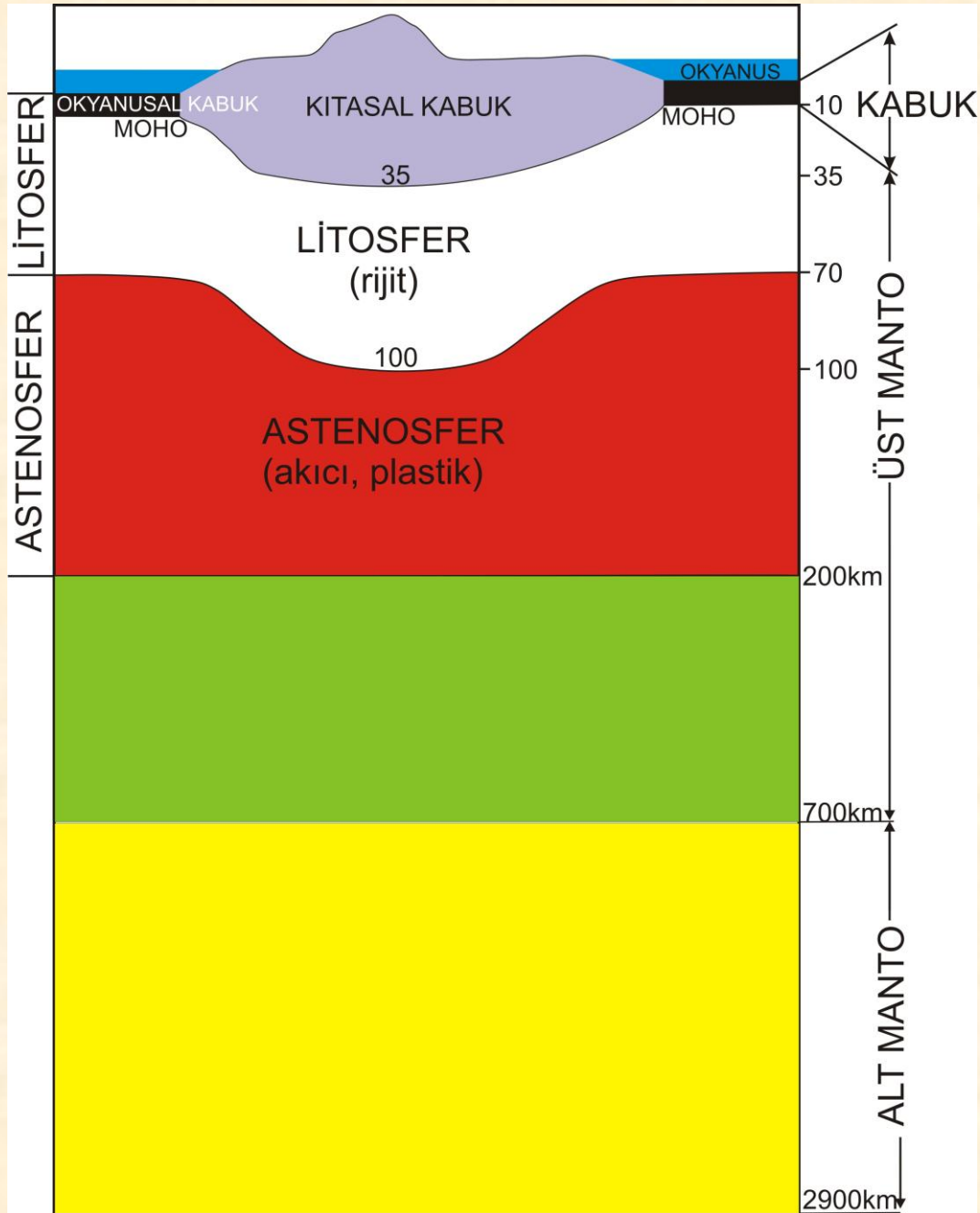
- **ÜST MANTO (35-700):** Başlıca olivin ve piroksen minerallerinden oluşan *peridotit* türü kayalardan oluşur.

LİTOSFER: Yer yuvarının 70-100 km'lik en dıştaki KATI bölümüdür. Levha tektoniği açısından hareketli kıtasal ve okyanusal levhalardan oluşur. Litosfer kabuk ve üst mantonun bir kısmını kapsar.

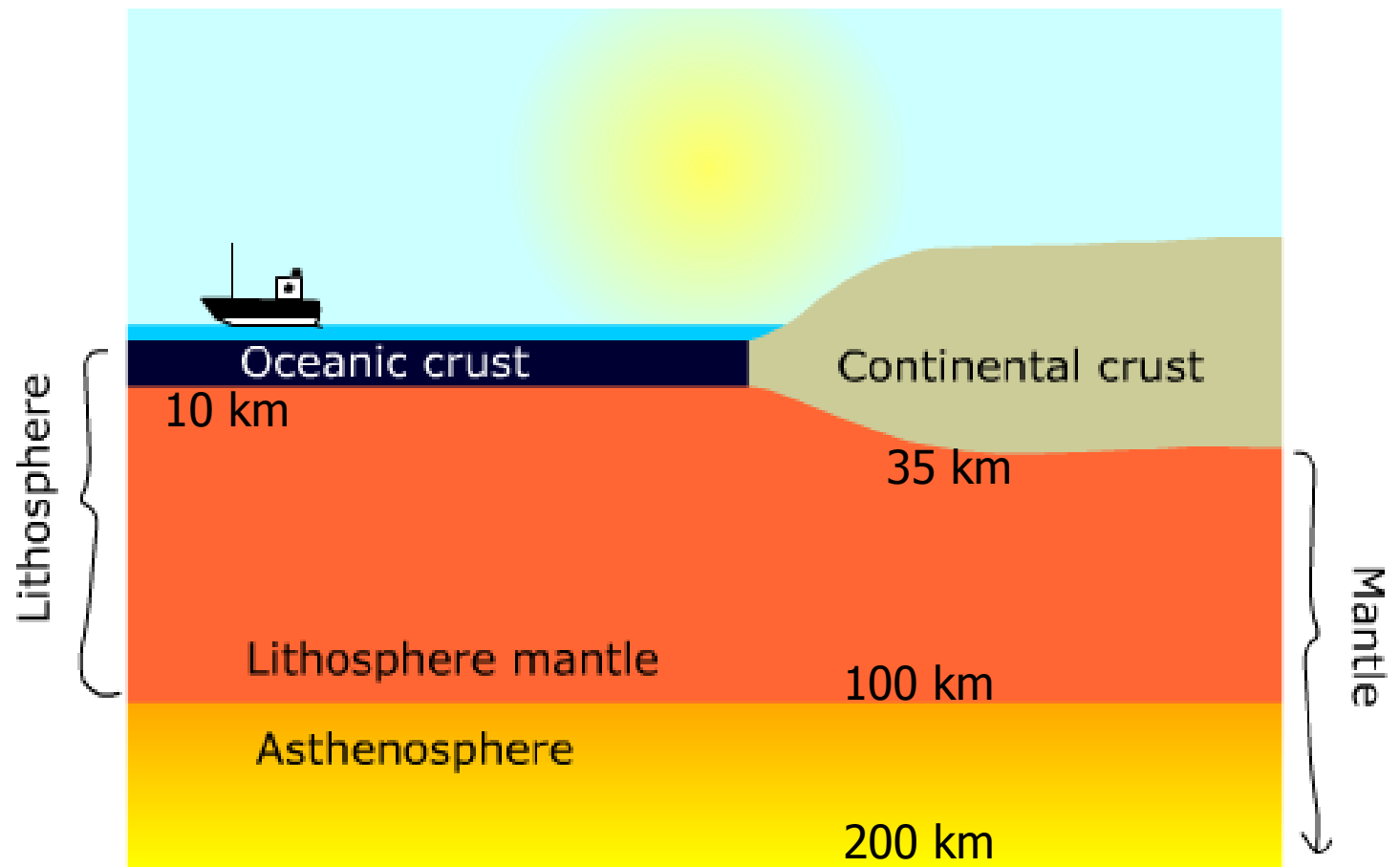
ASTENOSFER: Litosferin altında, üst mantonun 70-200 km'lik PLASTİK (katı halde akabilen) bölümüdür. P dalgalarının hızında ani bir düşme gözlemlendiğinden bu zona “*düşük hız zonu*” adı da verilmektedir.

- **ALT MANTO (700-2900 KM):** Mg, Fe ve Si'nin oksit formlarından oluşur.



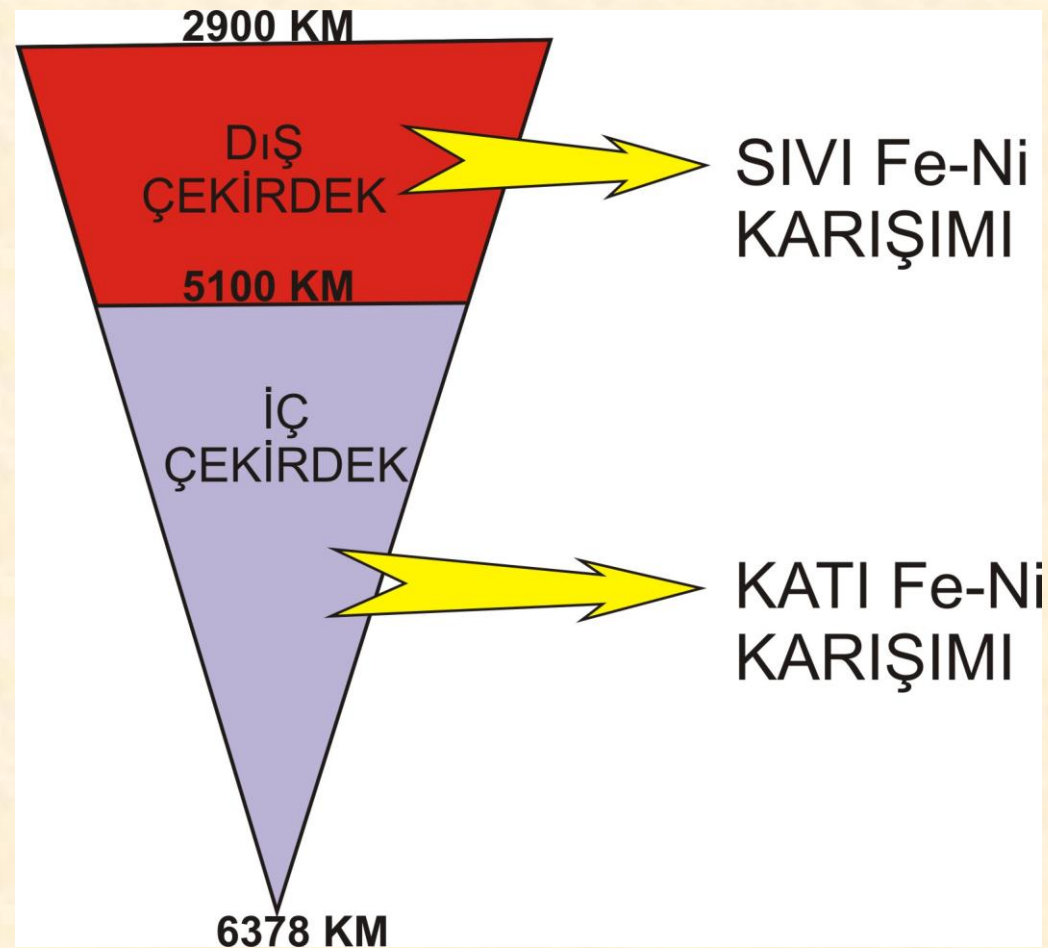


Crust and lithosphere



ÇEKİRDEK (2900-6378 km);

- DIŞ ÇEKİRDEK (2900-5100 KM): ERGİMİŞ Fe, Ni KARIŞIMI
- İÇ ÇEKİRDEK (5100-6378 KM): KATI Fe, Ni KARIŞIMI

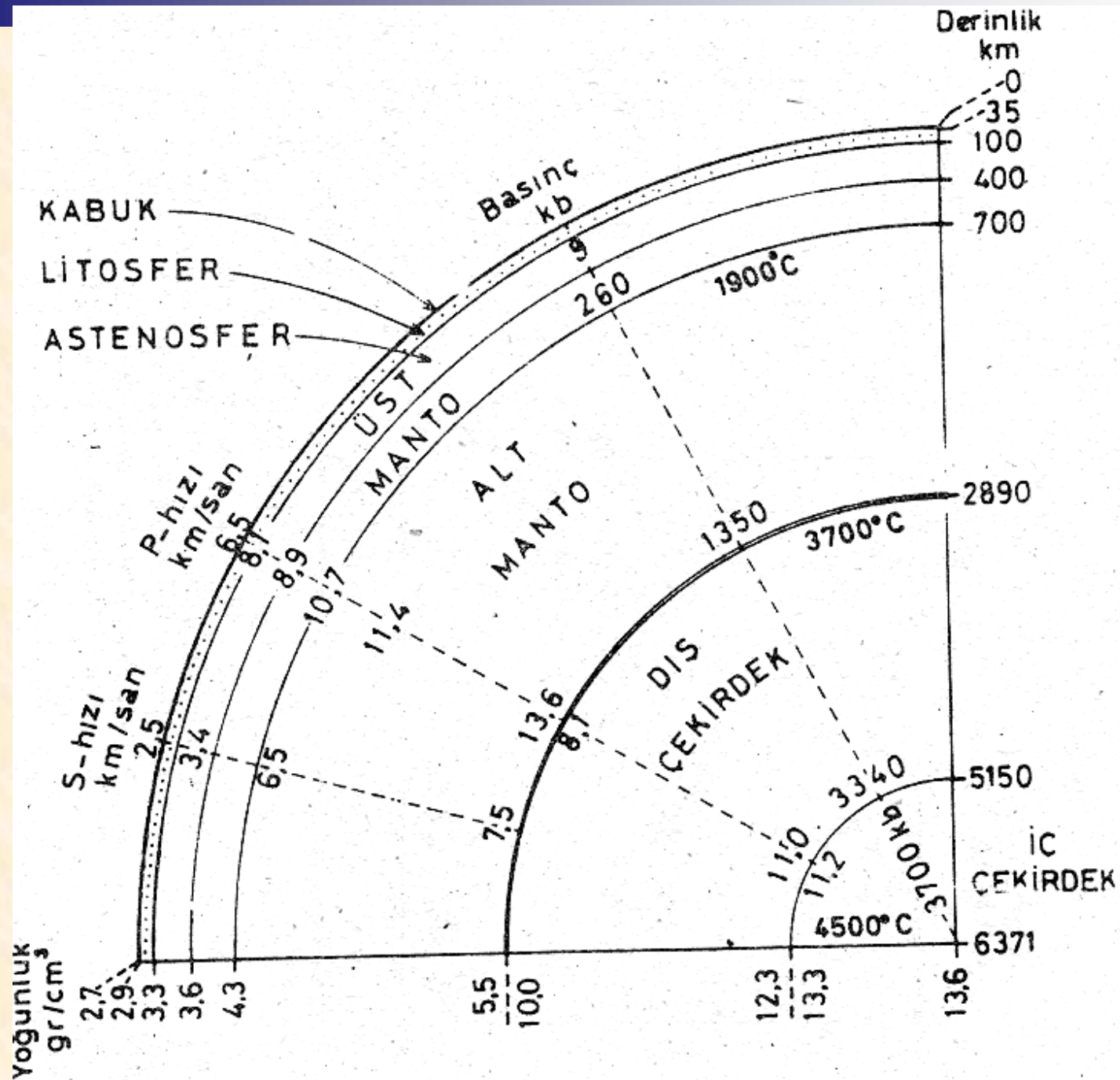




Yeryuvarının derinliklerine doğru gözlenen süreksizlikler;

MOHOROVIĆIĆ (MOHO) SÜREKSİZLİĞİ: **KABUK-MANTO** arasında

WIECHERT-GUTENBERG SÜREKSİZLİĞİ: **MANTO-ÇEKİRDEK** arasında





LEVHA TEKTONİĞİ

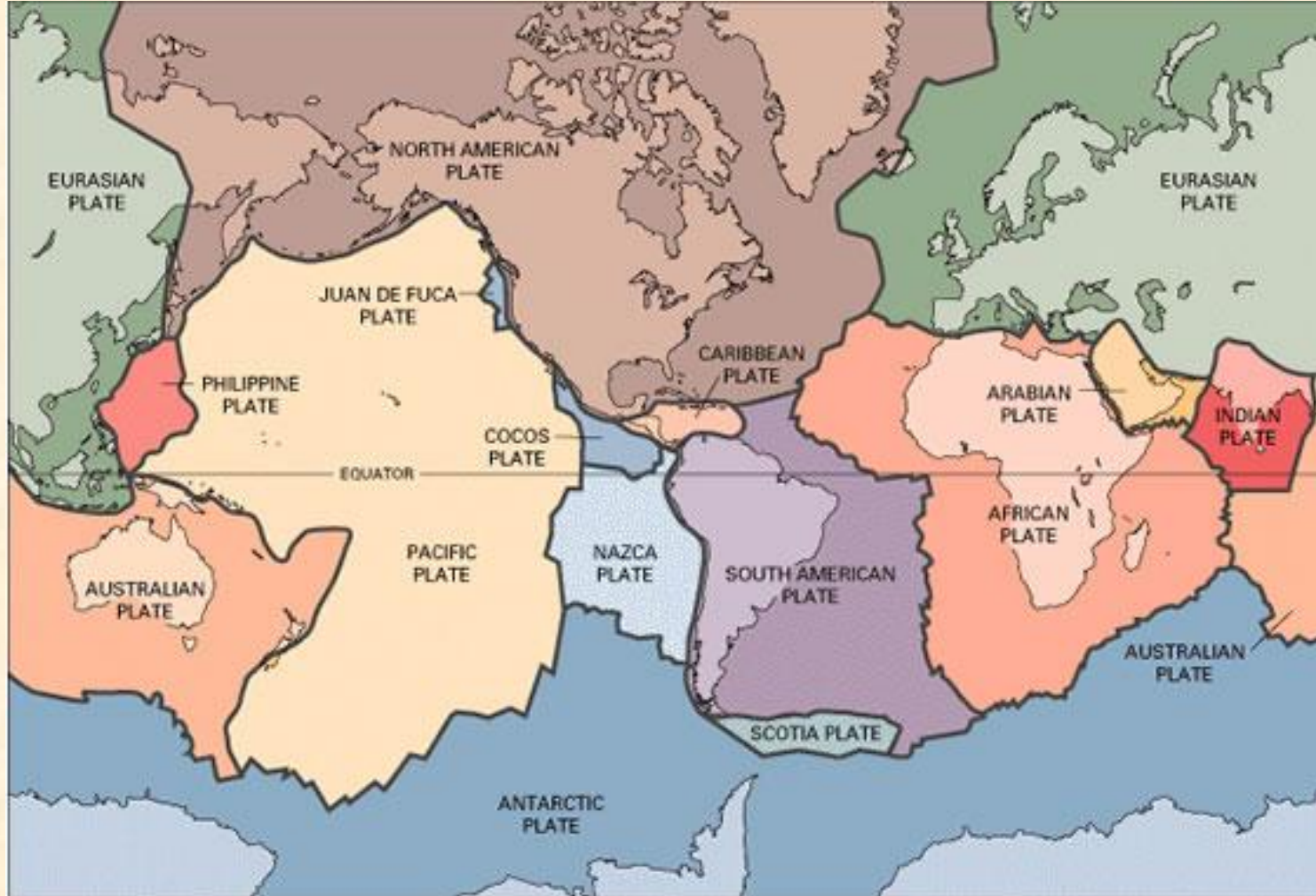
Yerin dış kısmını oluşturan 70-100 km kalınlıktaki katı LİTOSFER 7 büyük ve birkaç küçük levhadan meydana gelmektedir.

Büyük levhalar

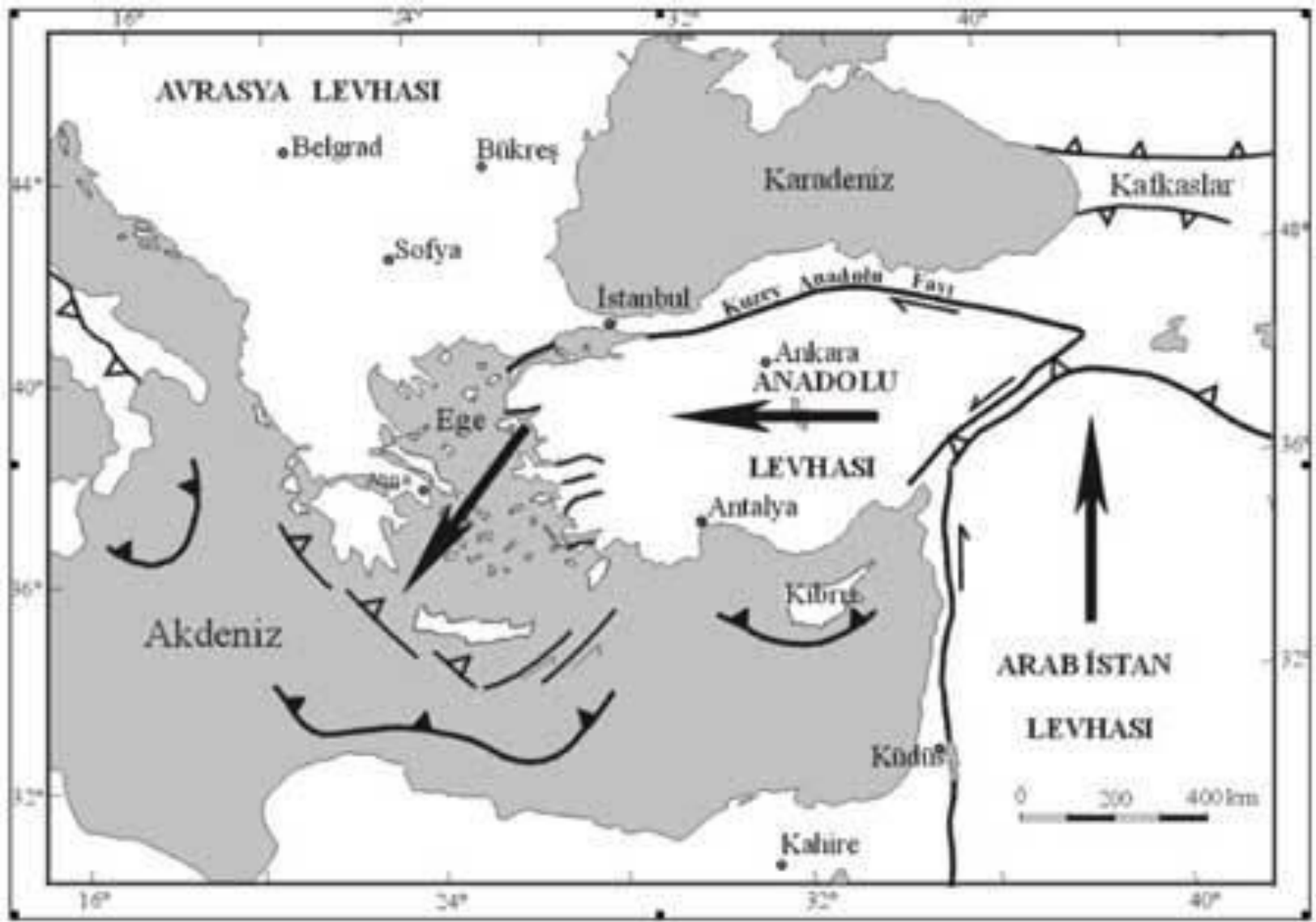
1. Avrasya
2. Pasifik
3. Avustralya
4. Kuzey Amerika
5. Güney Amerika
6. Afrika
7. Antarktik

Küçük Levhalar

1. Antiller
2. Filipinler
3. Kokos
4. Nazka



Bunun yanında çok sayıda küçük levhacıklar da mevcuttur; ANADOLU LEVHASI





Bu litosferik levhalar, üst mantonun listosfere göre daha yumuşak ve kısmen akıcı bölümü olan ASTENOSFER (=düşük hız zonu) üzerinde hareket ederler. Bu hareket mekanizması **Levha Tektoniği** olarak adlandırılmaktadır.

Levha tektoniğinde gerekli olan dinamik kuvvetlerin kaynağı **mantodaki konveksiyon akımlarıdır**.

Konveksiyon akımları, yerin çekirdek kısmındaki sıcaklığın (~5000-6000 °C) daha soğuk olan mantoya doğru transferi sonucu oluşurlar.

[animasyon](#)



Önemli jeolojik olaylar levha sınırları boyunca gelişir;

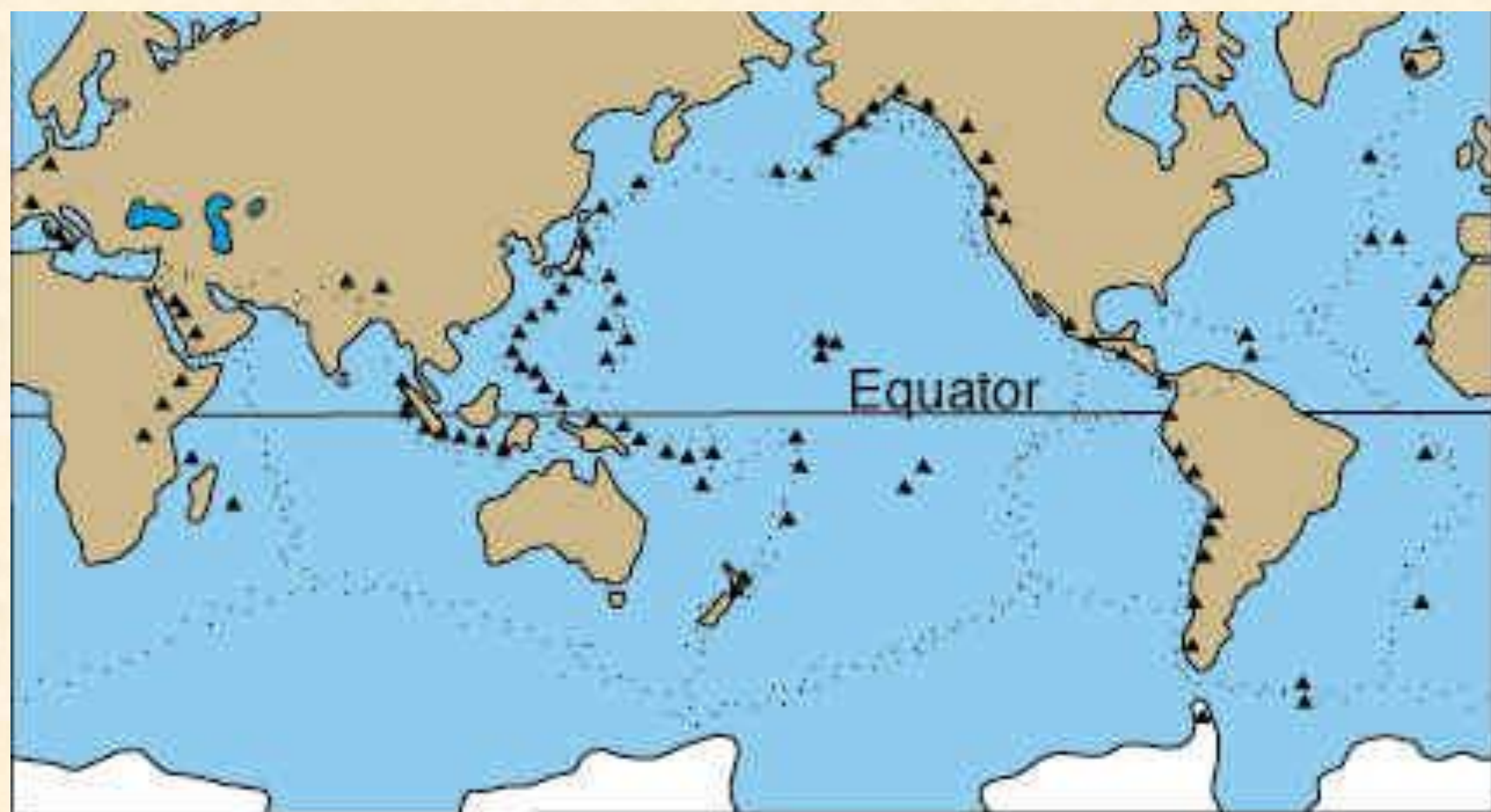
Volkanizma

Kıvrımlı sıradağ oluşumları

Yatay kayma hareketleri

Depremler vs.

Buna karşın levhaların kendi içlerinde deformasyon olmaz,
Aynı levha üzerinde yer alan iki nokta arasındaki uzaklık sabit iken
Farklı levhalar üzerindeki iki nokta arasındaki uzaklık zamanla değişir.



Global distribution of volcanoes (▲) and earthquakes (---) based on Simkin and others (1989).



Üç tür levha sınırı mevcuttur.

1. UZAKLAŞAN (DİVERJAN, divergent)
2. YAKLAŞAN (KONVERJAN, convergent)
3. TRANSFORM FAYLI (Transform faults)

Bu üç levha sınırında kendine has jeolojik olaylar gelişir.

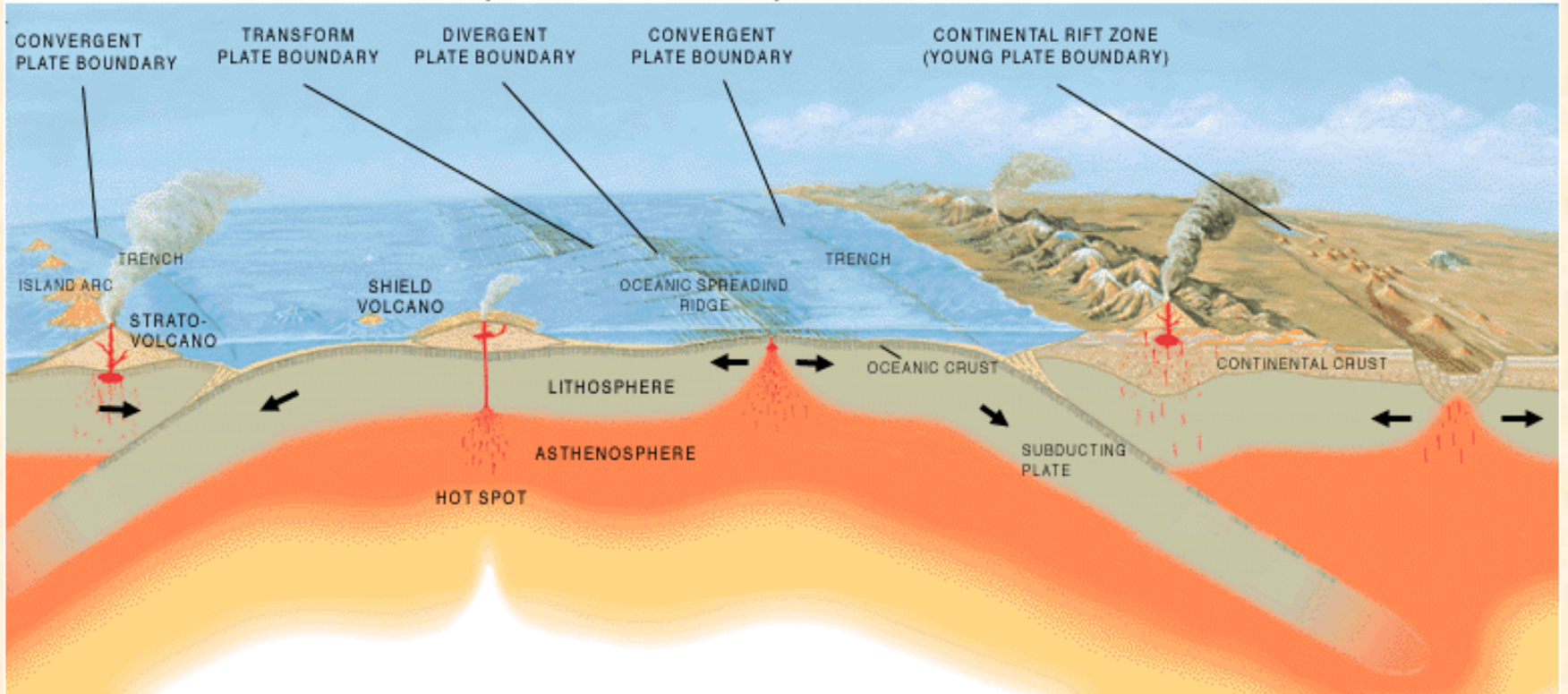
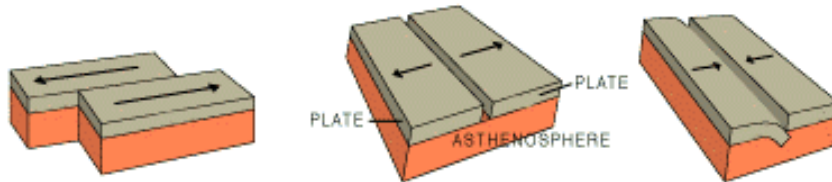
TRANSFORM



UZAKLAŞAN

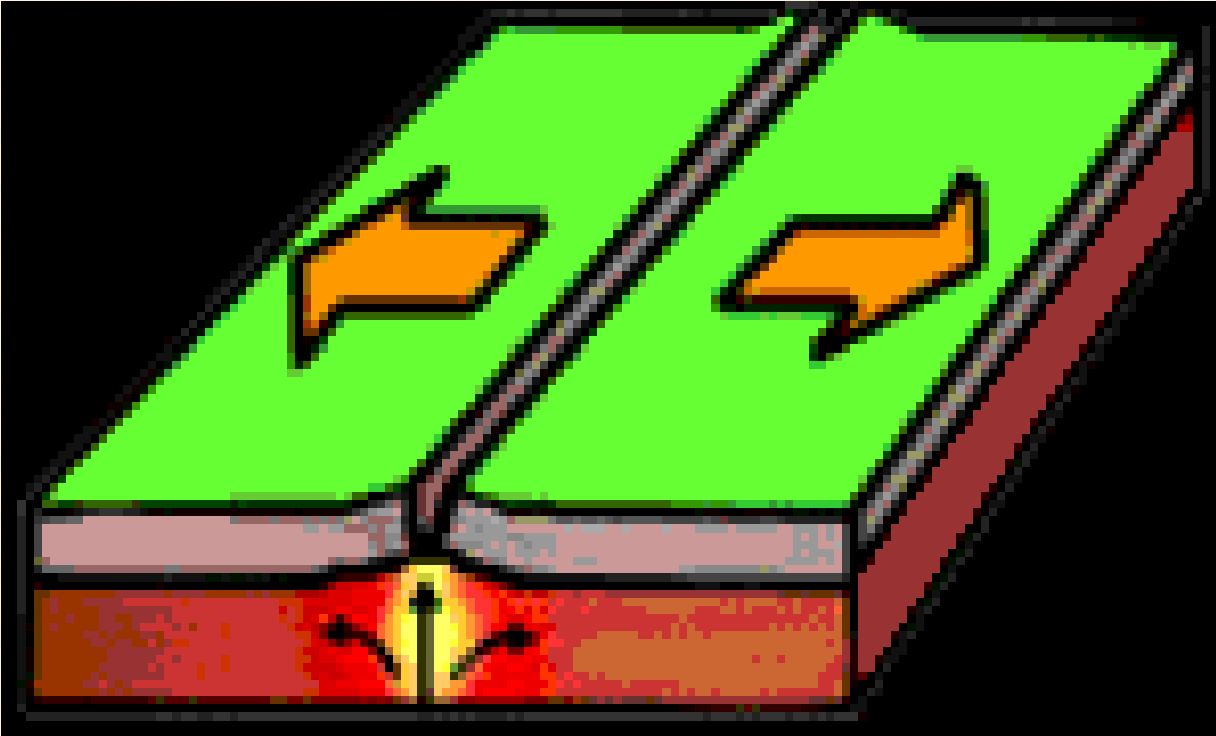


YAKLAŞAN



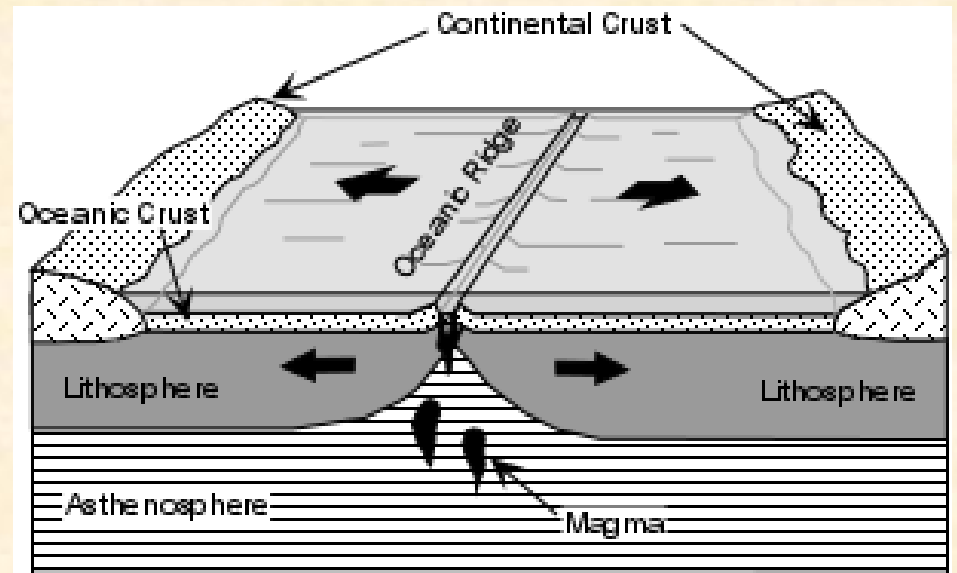
UZAKLAŞAN LEVHA SINIRLARI

- İki litosferik levha sınırları boyunca birbirinden uzaklaşırlar.
- **Okyanusal** ve **kıtasal** olmak üzere iki farklı ortamda gelişebilir;



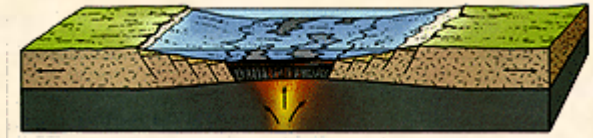
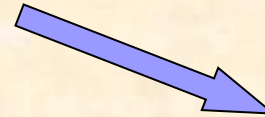
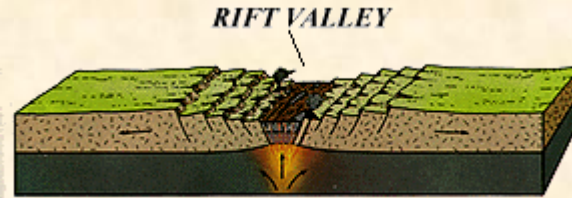
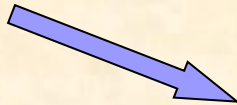
Okyanusal;

- Okyanusal levhaların sınırında gelişen olaylar “deniz tabanı yayılması” olarak tanımlanır.
- Okyanus ortası sırtlarda (**mid-oceanic ridge**) birbirinden uzaklaşan iki okyanusal levha arasındaki boşluğa, astenosferin ergimesi sonucu oluşana bazaltik mağma yerleşir.
- Levha sınırlarına simetrik olarak eklenen bazaltik mağmanın soğuması sonucu **yeni okyanus kabuğu** oluşur.
- Bu sınırdaki gelişen jeolojik olaylar sonucu, okyanusal kabuğu karakterize eden **ofiyolitik dizi** oluşur.



Kıtasal levhalar;

- Benzer süreçler kıtasal levhalar arasında da gözlenmektedir.
- İki kıtasal levha birbirinden uzaklaştığında, **kıtasal riftler** oluşur.
- Kıtasal riftler, iki kıtasal levha arasında (gelecekte!) okyanus oluşacağının bir işaretidir.



animasyon

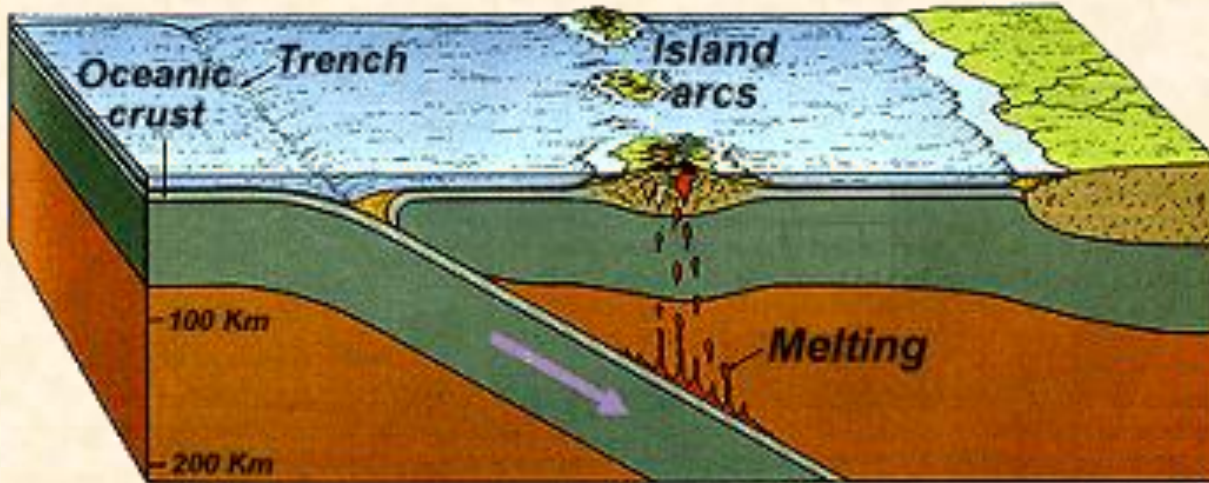
YAKLAŞAN LEVHA SINIRLARI

- İki litosferik levha birbirine doğru yaklaşır.
- Üç farklı tipte yakınsama gerçekleşir;
 1. okyanusal-okyanusal levha
 2. okyanusal-kıtasal levha
 3. kıtasal-kıtasal levha

[animasyon](#)

Okyanusal kabuk-okyanusal kabuk yakınsaması,

- Levhalardan biri diğerrinin altına dalar. Bu olay jeoloji literatüründe **dalma-batma** (subduction) olarak adlanır.
- Dalma-batma sürecinde hem dalan okyanusal levha, hem de bunun üstündeki manto kamasında **kısmi ergime (partial melting)** gerçekleşir.
- Kısmi ergime sonucu oluşan mağmalar yüzeye çıkarak volkanları (volkanik adalar) oluşturur.
- Bu tür jeolojik ortamlarda gelişen volkanik faaliyetler “**ada yayı volkanizması (island-arc volcanism)**” olarak tanımlanırlar.

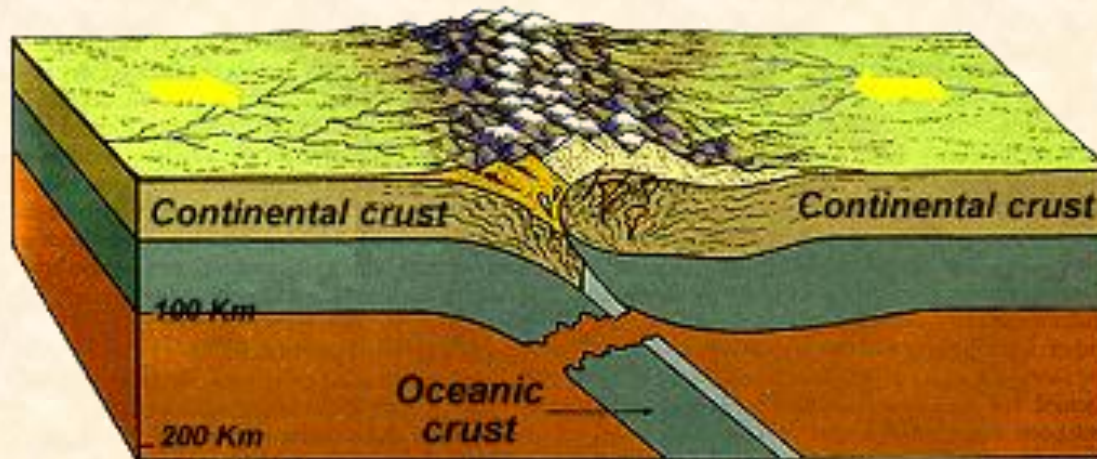


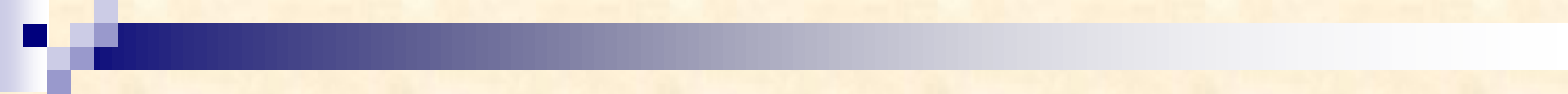
Okyanusal kabuk-kıtasal kabuk yakınsaması:

- Daha yoğun olan okyanusal kabuk kıtasal kabuğun altına dalar (dalma-batma, subduction).
- Öncekine benzer süreçler sonucu oluşan mağmalar ya kıtasal kabuk içinde soğuyarak derinlik kayaçlarını, ya da yer yüzüne ulaşarak volkanik (yüzey) kayaçlarını oluştururlar.
- Bu tür jeolojik ortamlarda gelişen faaliyetler “kıtasal yay mağmatizması (continental arc magmatism)” adı altında toplanırlar.

Kıtasal kabuk-kıtasal kabuk yakınsaması:

- Bu yakınsama, okyanusal-kıtasal levha yakınsama sürecinin devamı olarak gerçekleşir.
- Kıtasal levha altına dalmaya devam eden okyanusal kabuk zamanla tüketilir
- İki kıta arasındaki okyanus kapanır ve iki kıtasal levha karşı karşıya gelir.
- Kıtasal kabuk yoğunluğu mantodan düşük olduğu için dalma-batma olayı gelişmez ve kıtasal levhalar çarpışırlar.
- Himalayalar gibi kıvrımlı bindirmeli sıradağlar meydana gelir ve kabuk oldukça kalınlaşır.





Uzaklaşan-yaklaşan levha ilişkisi ?

- Uzaklaşan levha sınırlarında (okyanus ortası sırtlar) oluşan yeni kabuk, yaklaşan levha sınırlarında (dalma-batma veya yitim zonları) manto içine doğru dalarak tüketilir.
- oluşan yeni kabuk ile tüketilen kabuk miktarının eşit olduğu düşünülmektedir.
- bundan dolayıdır ki yer yuvarının kabuk miktarı göreceli olarak sabit kalır.

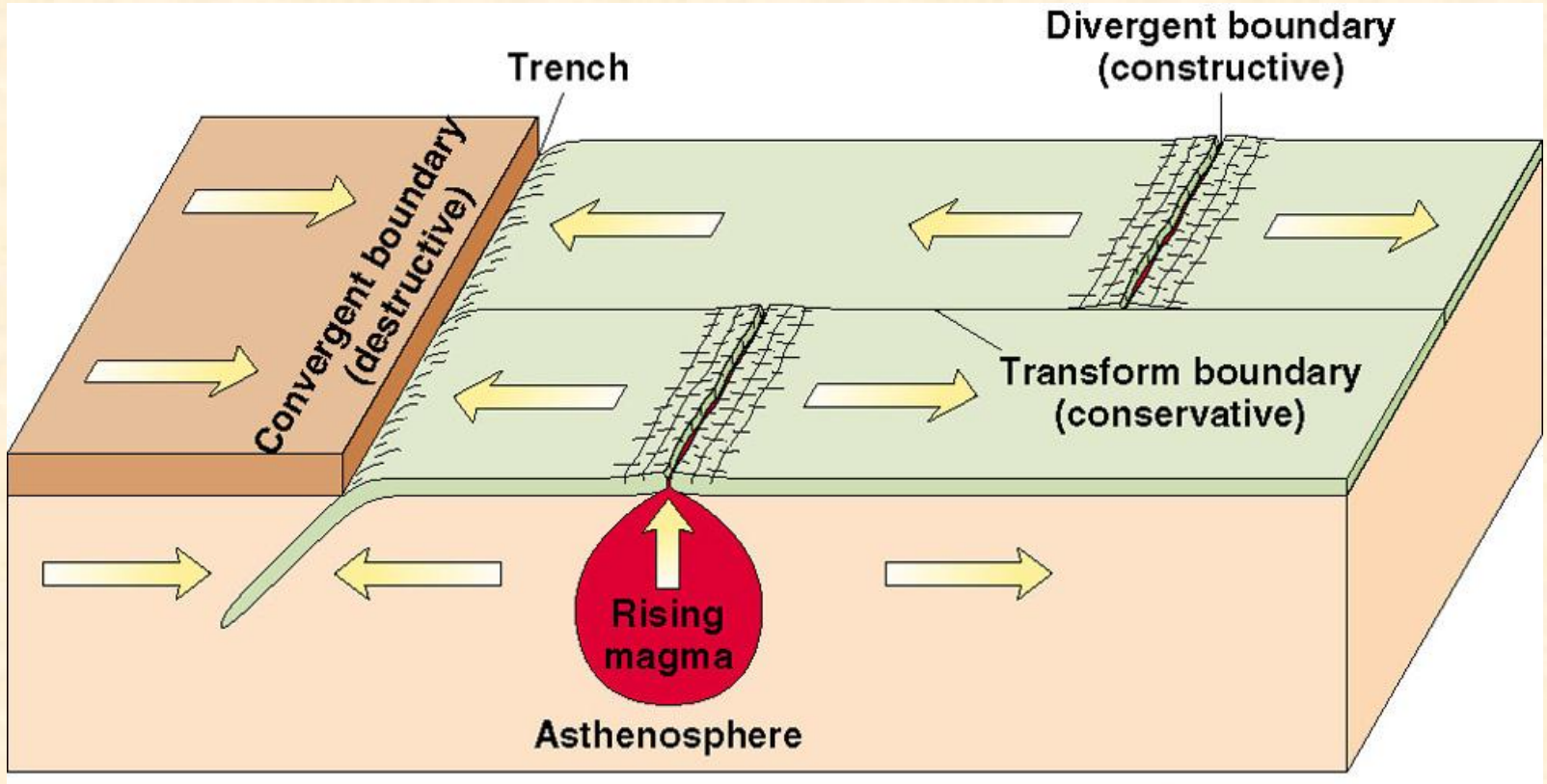
TRANSFORM FAYLI (TRANSFORM FAULTS) LEVHA SINIRLARI

İki levha dokanak yüzeyleri boyunca yatay olarak birbiri boyunca kayarlar. Görünümleri itibariyle doğrultu atımlı faylara benzer, fakat hareket mekanizmaları farklıdır.

İki sırtı birbirine bağlayan transform bir fayda;

Atım sol yönlü olmasına rağmen, fay boyunca sırt parçaları arasındaki hareket sağ yönlüdür.

[animasyon](#)





JEOLJİK YAPILAR



1- TEKTONİK OLMAYAN YAPILAR

A- SEDİMANTER BİRİNCİL (PRİMER) YAPILAR

- Tabaka
- Kuruma Çatlakları

B- MAĞMATİK BİRİNCİL (PRİMER) YAPILAR

- Modal Mağmatik Tabakalanma
- Yastık Lavlar
- Sütunsal Soğuma Çatlakları

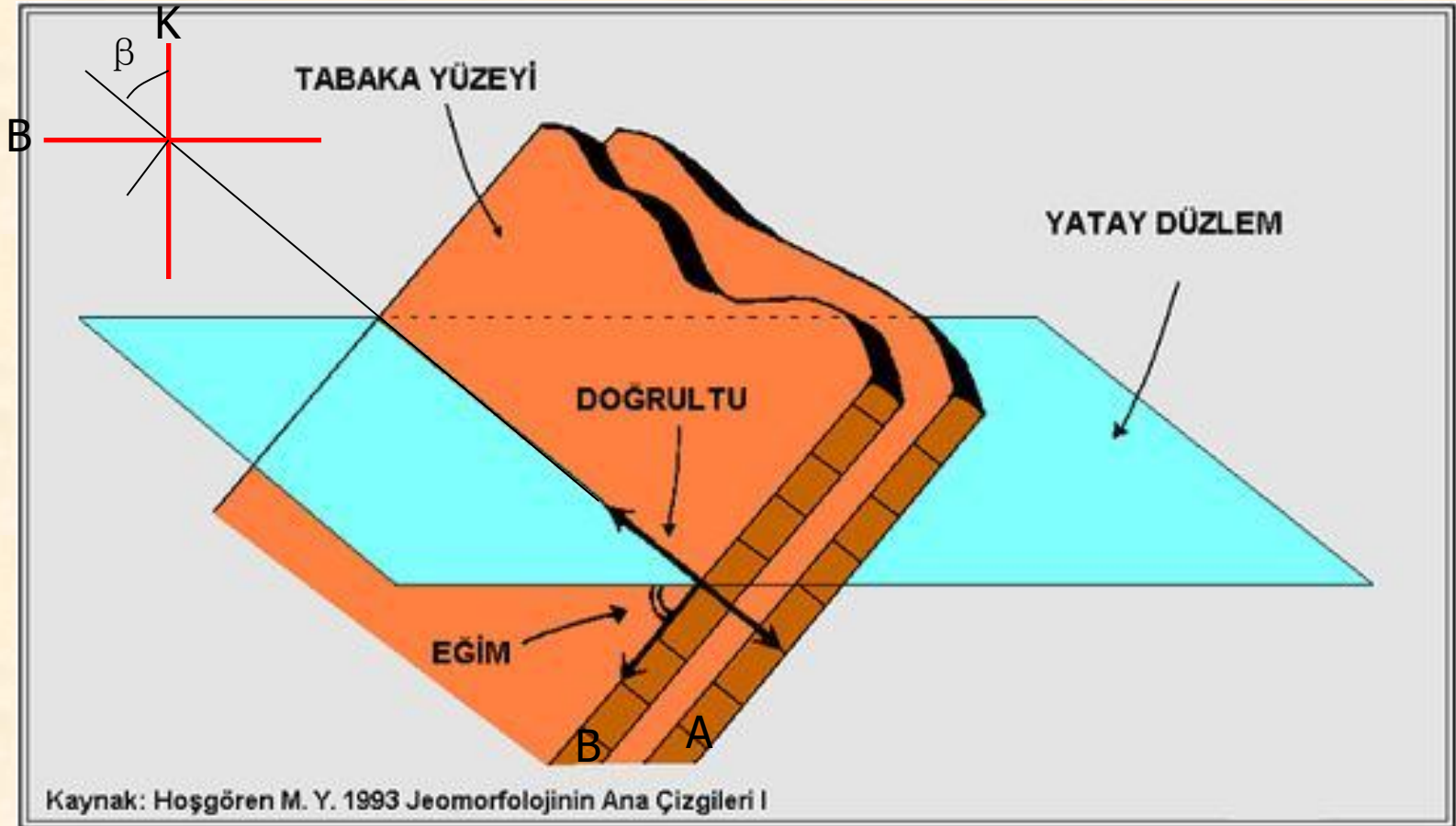
2- TEKTONİK YAPILAR

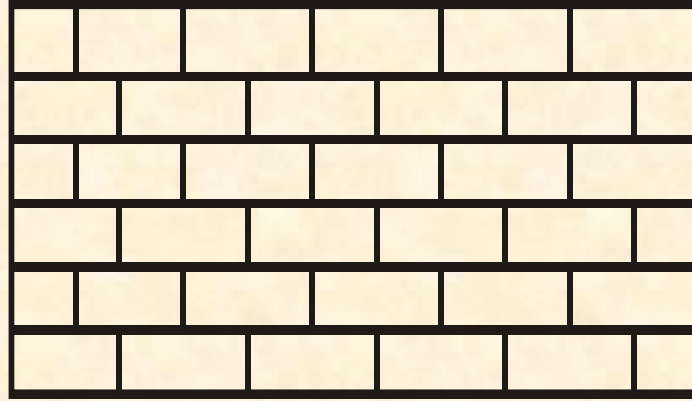
A- KIVRIMLAR

B- ÇATLAK & FAYLAR

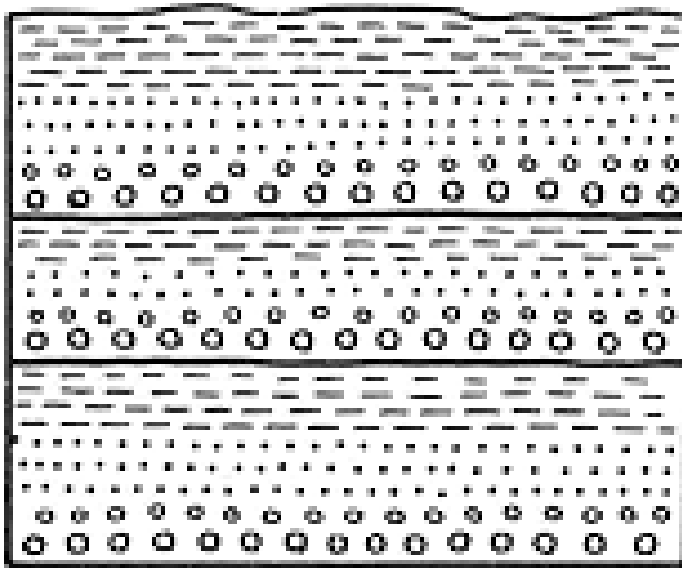
C- FOLİASYON

TABAKA: Alt ve üstteki litolojilerden Tane büyüklüğü, Renk, Doku ve Bileşim bakımından ayrılan düzlemsel yapılardır. Tabaka sedimanter kayaçlarda gözlenir. İlk oluştuklarında yataydırlar, daha sonra yapısal kuvvetlerle eğim kazanırlar.

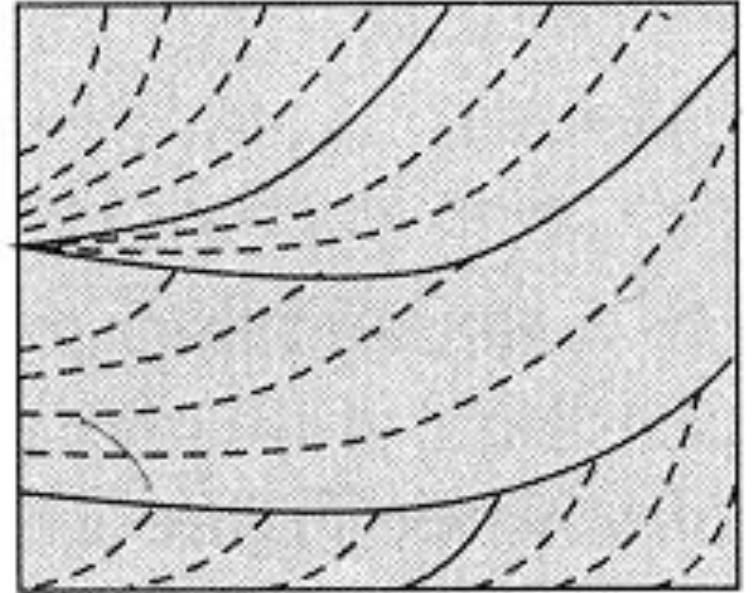




Düzenli tabakalanma



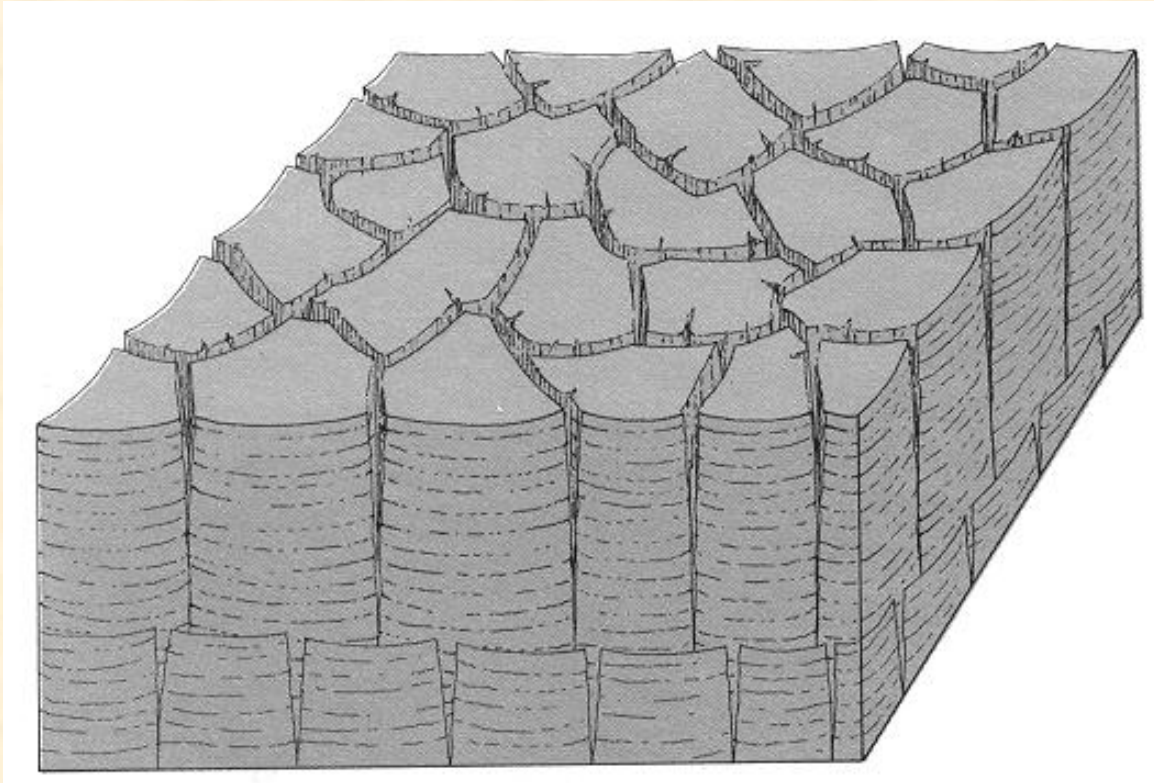
Dereceli tabakalanma



Çapraz tabakalanma

KURUMA ÇATLAKLARI

Bunlar killi-çamurlu tortuların uzun süre atmosfer altında kalmaları ve kurumaları sonucu meydana gelir.



MODAL MAĞMATİK TABAKALANMA

Mağmatik kayaçların kristallenmesi esnasında açık renkli ve koyu renkli minerallerin ardalanması sonucu oluşurlar.



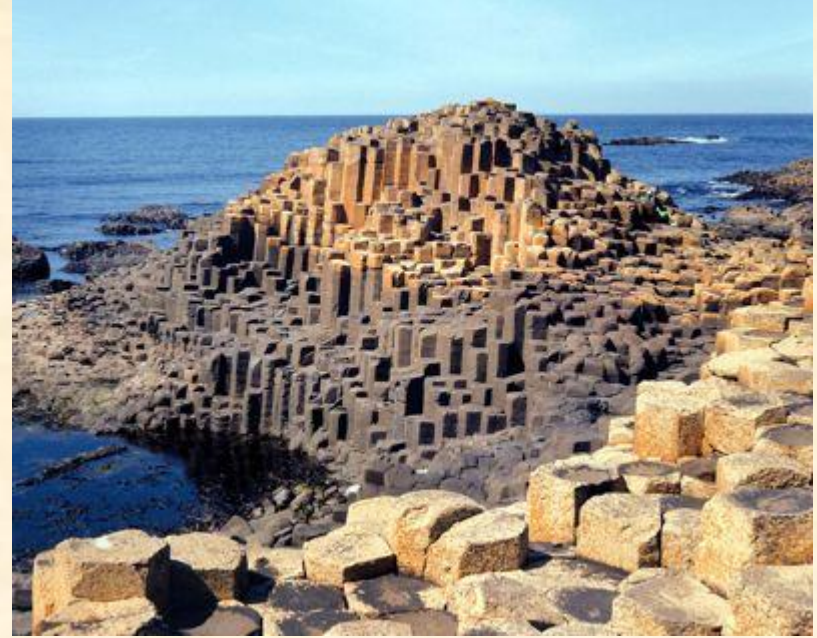
YASTIK LAVLAR

Su-bazaltik lav etkileşiminin sonucu olarak oluşurlar.



SÜTUNSAI SOĞUMA ÇATLAKLARI

Yüzey kayaçlarının soğuması esnasında oluşur.





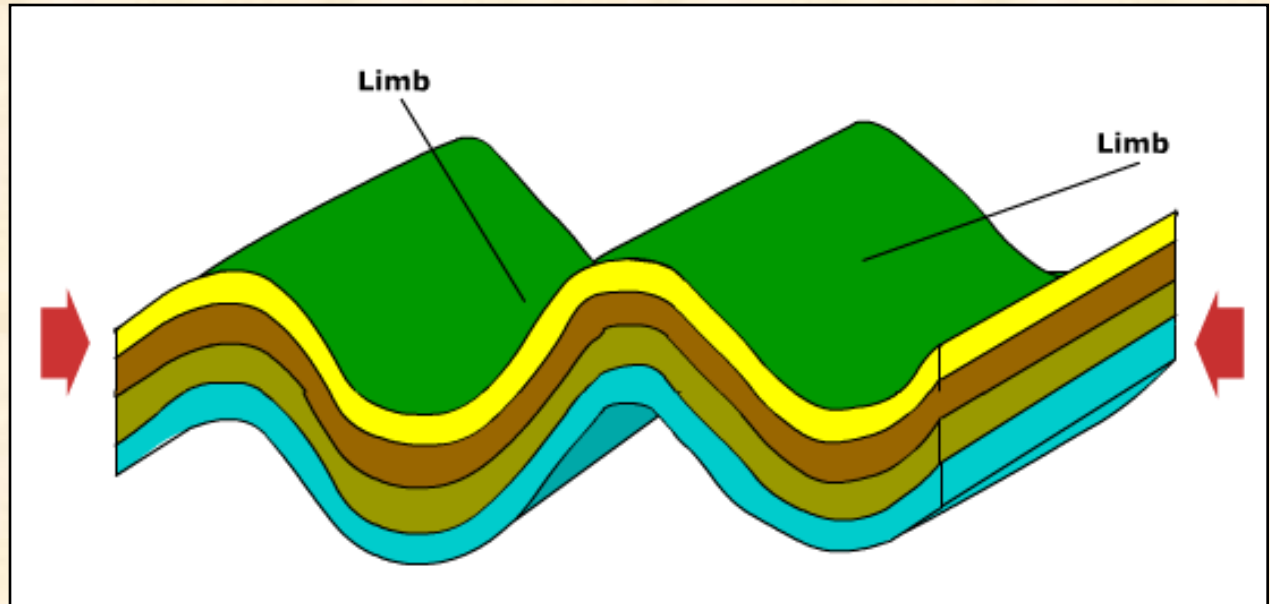
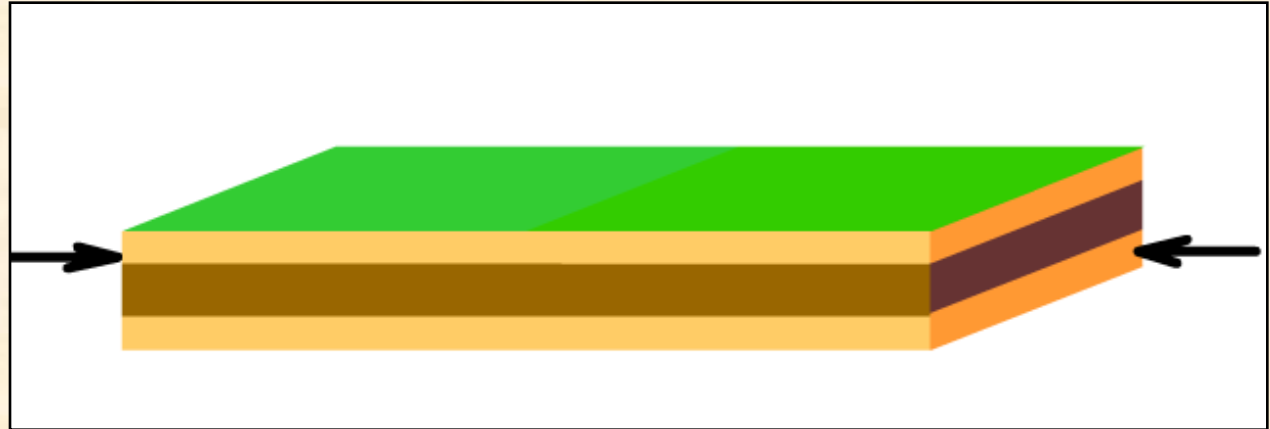
yapısal kuvvetlerin etkisiyle;

- Sünek (ductile) kayalarda kıvrımlar gelişir
- Kırılgan (brittle) kayalarda kırıklar (çatlak veya fay) oluşur

KIVRIMLAR

Tabakaların tektonik kuvvetler sonucu bükülmeleriyle kıvrımlar oluşur.

[animasyon](#)



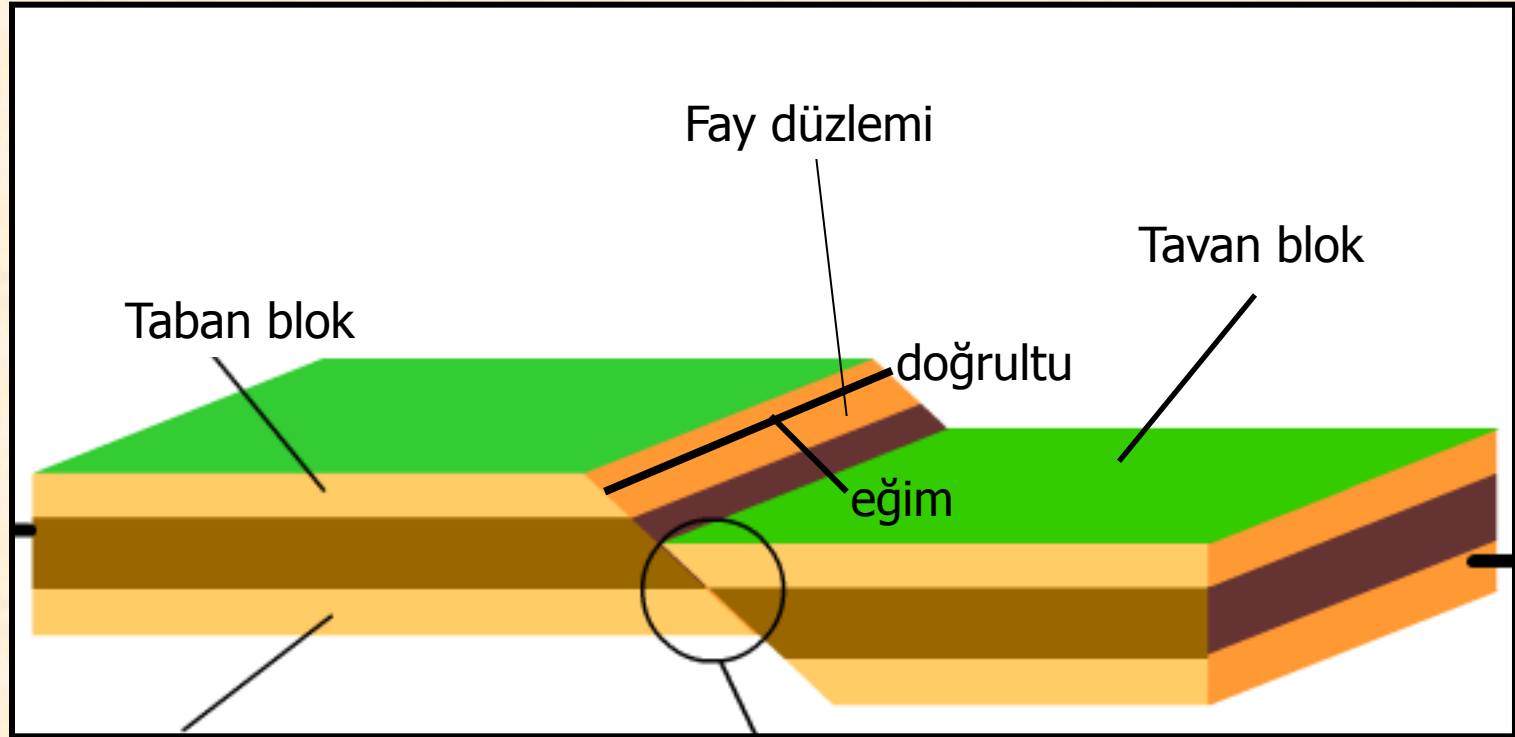


ÇATLAKLAR

Bloklar arasında yer değiştirmenin görölmediği kırıklara çatlak denir. Bunların çok ince olanlarına fisür denilmektedir.

FAYLAR

Kırılma düzlemi boyunca bloklarda yer değiştirme ve kaymanın gözleendiği kırıklara fay denir. Fay düzleminin iki yanındaki parçalara blok denir



Taban blok: Fay düzleminin altında bulunan blok

Tavan blok: Fay düzleminin üstünde bulunan blok



Blokların hareket şekline göre;

1- Eğim atımlı faylar: Bloklar fay düzleminin EĞİMİ boyunca hareket eder

- normal fay
- ters fay

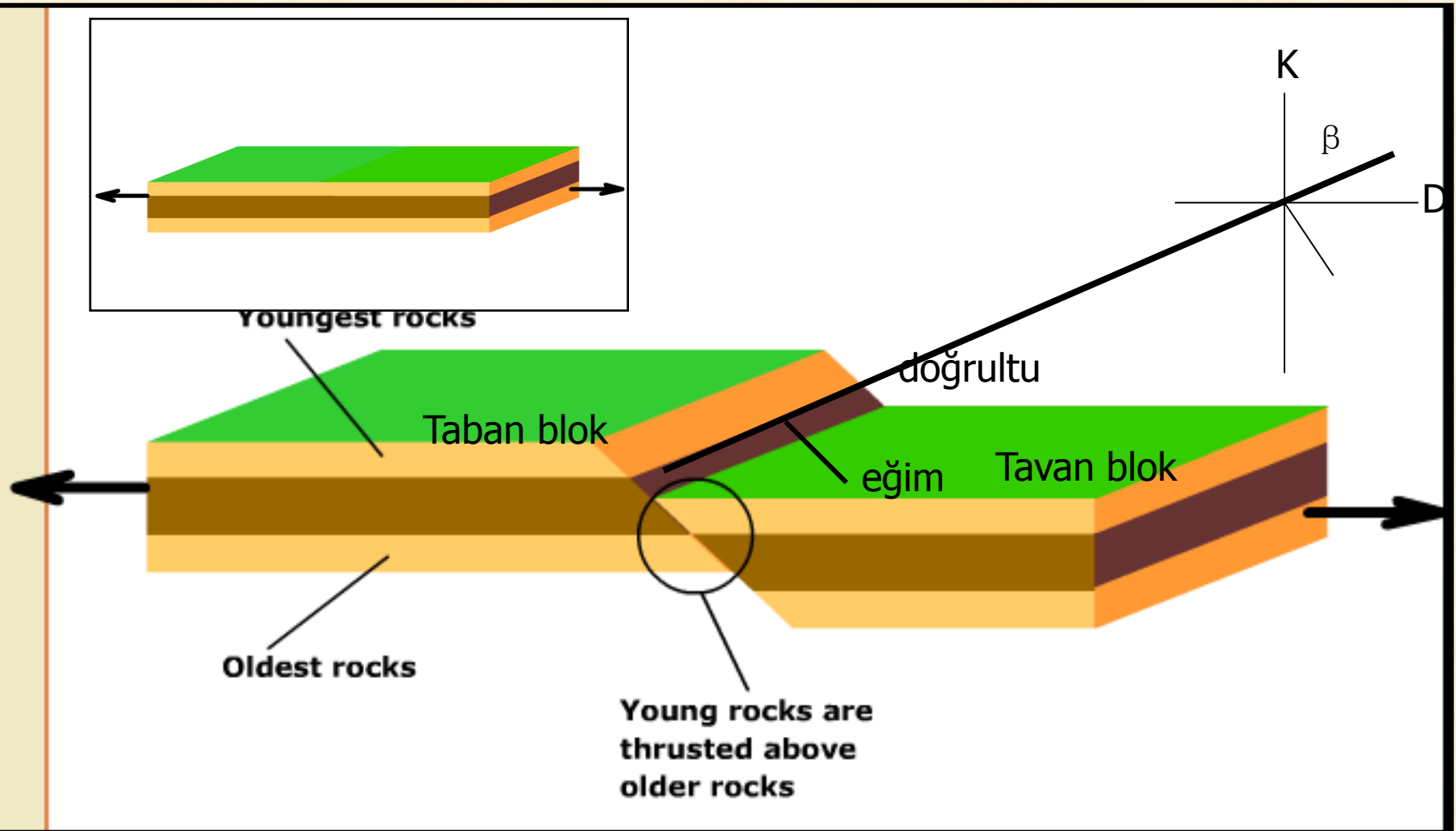
2- Doğrultu atımlı: Bloklar fay düzleminin DOĞRULTUSU boyunca hareket eder

3- Yan atımlı: Bloklar fay düzleminin HEM EĞİMİ HEMDE DOĞRULTUSU boyunca hareket eder

EĞİM ATIMLI NORMAL FAY

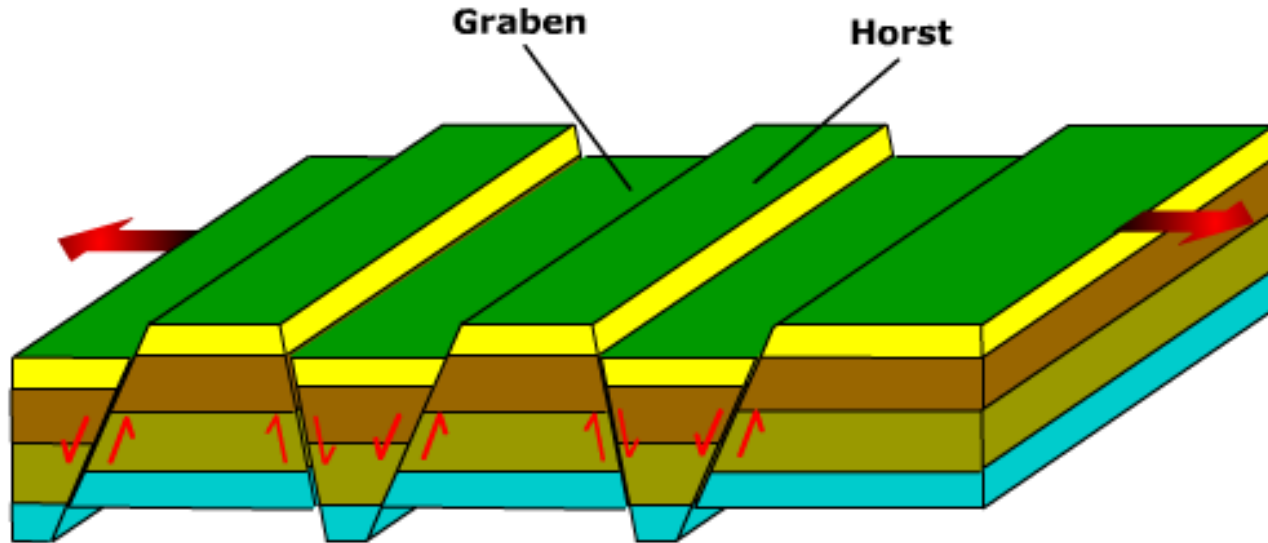
Tavan blok fay düzleminin eğim yönü boyunca aşağı doğru hareket eder.

Çekme kuvvetlerinin etkisiyle oluşur



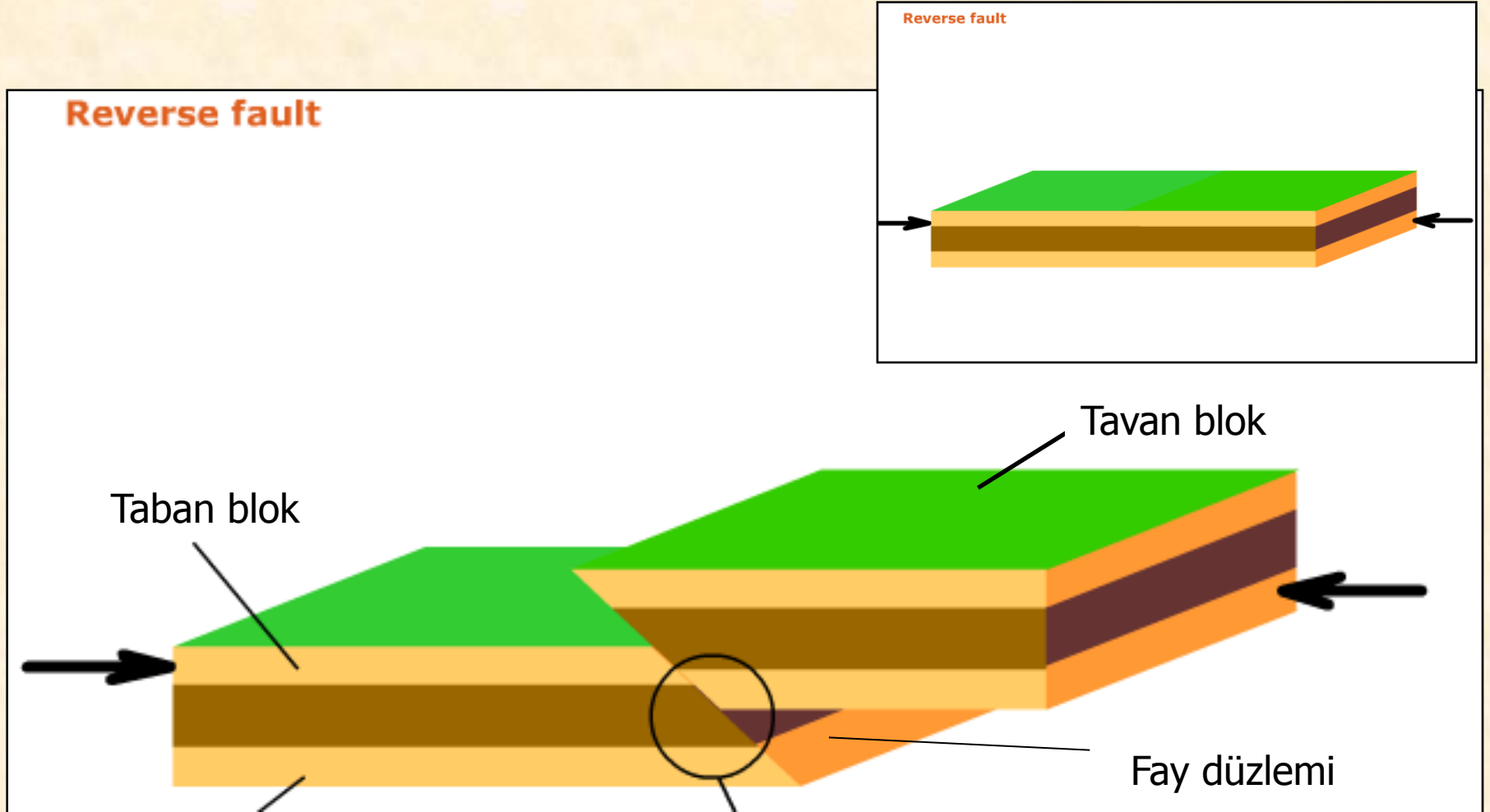
GRABEN: Eğim atımlı iki normal fay arasındaki **ÇÖKMÜŞ** kısımlar
HORST: Eğim atımlı iki normal fay arasındaki **YÜKSELMİŞ** kısımlar

Horst and graben



EĞİM ATIMLI TERS FAY

Tavan blok fay düzlemi üzerinde yukarı doğru (eğim yönü tersine) hareket eder.
Sıkıştırma kuvvetlerinin etkisi sonucu oluşur





Fay düzleminin eğim açısı

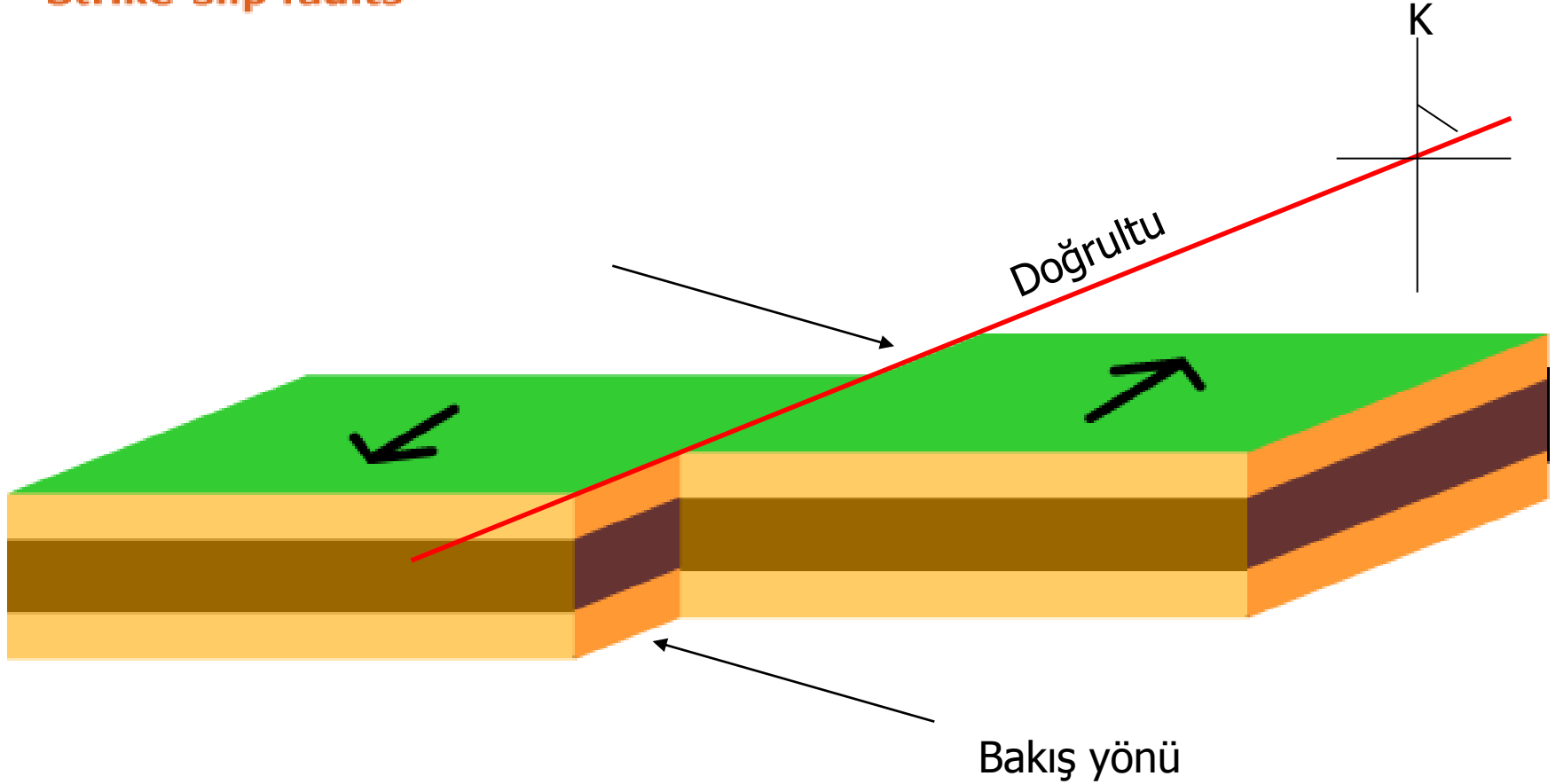
10-35° olan ters faylara bindirme veya şaryaj

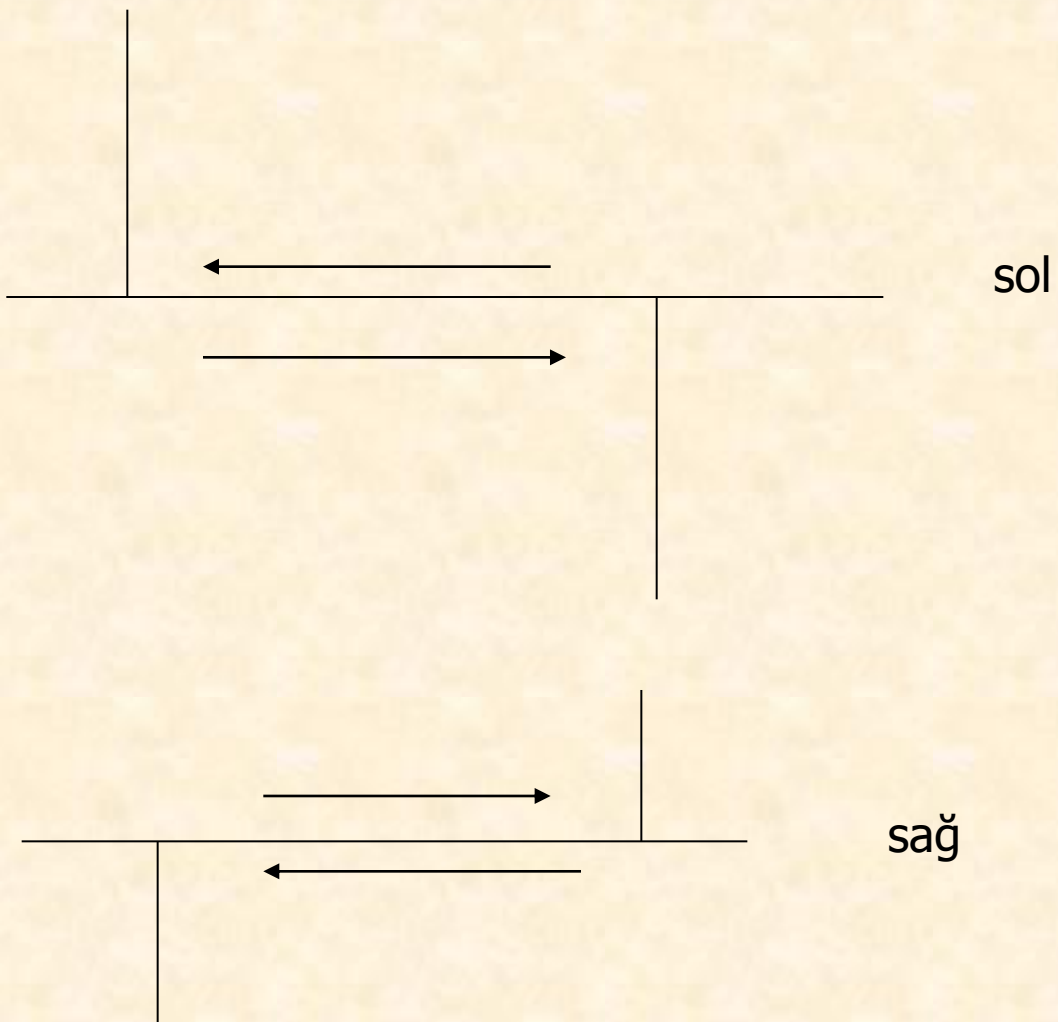
0-10° olan ters faylara nap veya örtü fayı adı verilmektedir.

DOĞRULTU ATIMLI FAYLAR

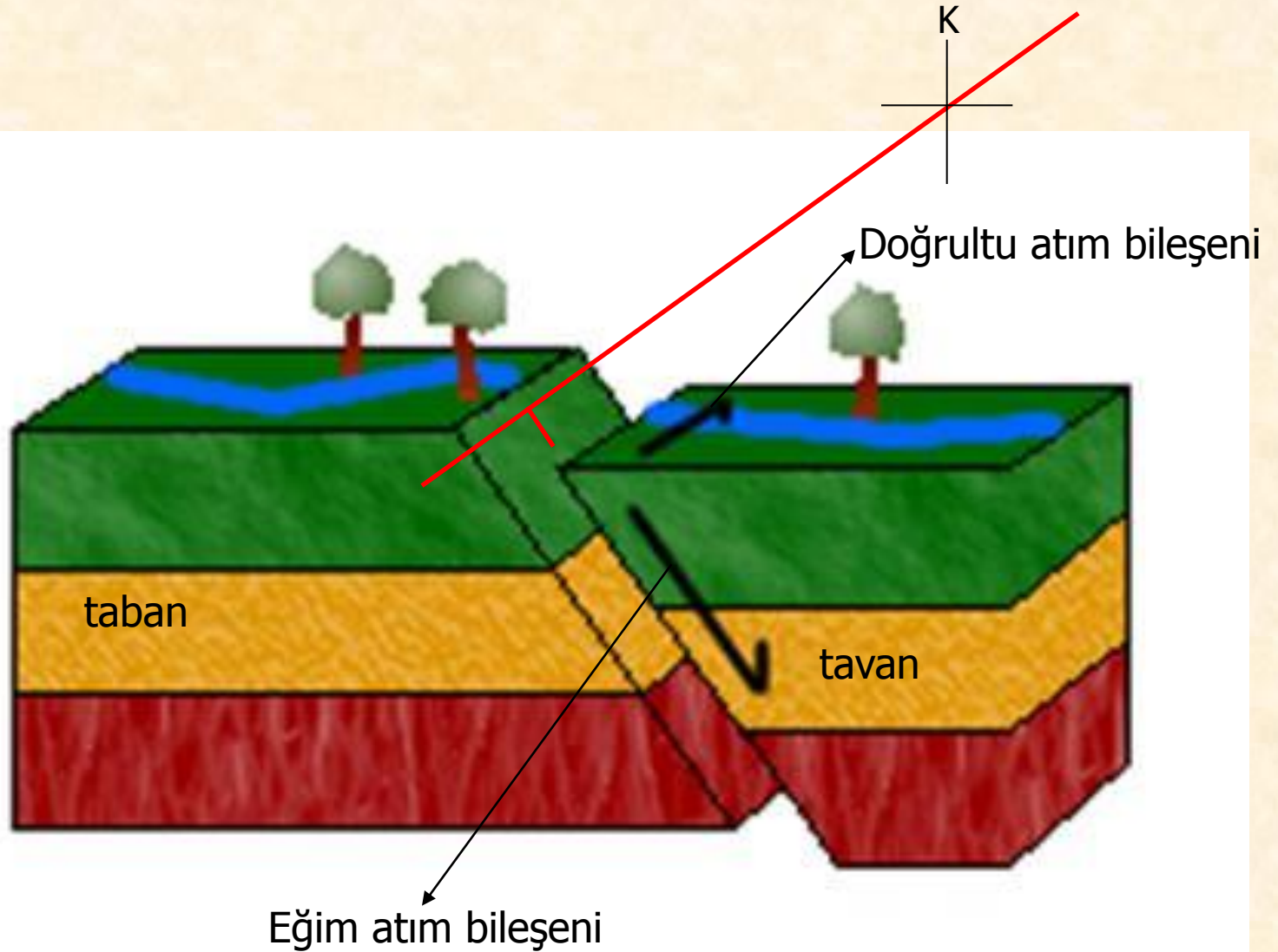
Bloklar birbirlerine göre fay düzleminin doğrultusu boyunca hareket eder. Atım yönüne göre **sağ** ve **sol** yönlü olmak üzere iki türü bulunur. Makaslama kuvvetlerinin etkisiyle oluşur

Strike-slip faults





Bloklar fay düzleminin hem eğimi hem de doğrultusu boyunca hareket eder.



FOLİASYON

Deformasyon geçirmiş kayalardaki mineral veya tanelerin basınç istikametine dik sıralanması ile oluşan düzlemsel yapılardır.





DEPREMLER

Yer kabuğunu meydana getiren kayalardaki, doğal etkenler sonucunda başlayan ani ve kısa süreli titreşimlerle, yada diğer ifadeyle kayalarda meydana gelen kırılmanın doğurduğu sismik dalgaların çevresindeki alanı sarsmasına deprem denir.

Kökensel olarak üç tür deprem mevcuttur;

- 1- Tektonik depremler
- 2- Volkanik depremler
- 3- Çöküntü depremler

TEKTONİK DEPREMLER

Depremler levha tektoniğinin en somut sonucudur. Depremlerin büyük çoğunluğu levha sınırları boyunca oluşur. Litosferi oluşturan levhalar birbirine göre belli bir sabit hızla hareket ederler (bkz levha tektoniği). Bu hareket esnasında levha sınırlarında sürtünmeden kaynaklanan önemli bir enerji birikir.



İki levha arasındaki sürtünme kuvveti levhaların kaymasını engeller ve kabuk elastik deformasyona uğrar. Levhalar hareket ederken, levha sınırlarında deformasyon (gerilmelerin neden olduğu sonuç etki) birikimi devam eder.

Sürtünme kuvveti kaymayı engellediği sürece deprem gelişmez.

BİRİKEN ENERJİ (ELASTİK DEFORMASYON) SÜRTÜNME KUVVETİNİ YENDİĞİ ANDA FAYIN İKİ YANINDAKİ BLOKLAR ANİDEN KAYAR VE DEPREM GELİŞİR.

[Animasyon](#)

DEPREM PARAMETRELERİ

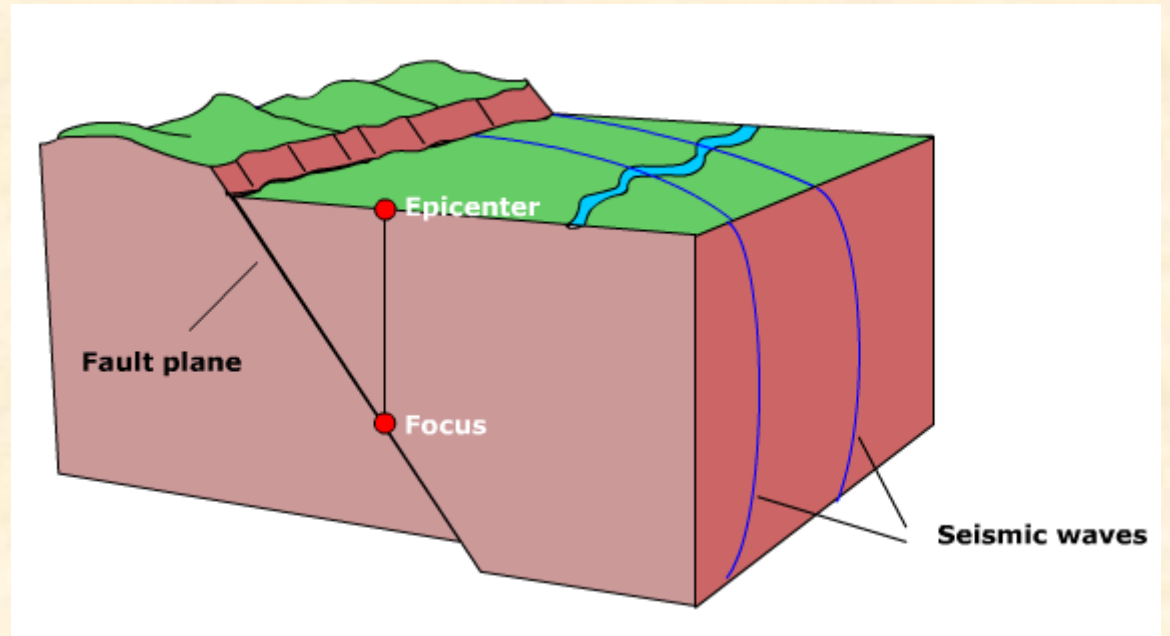
1- Odak Noktası (Hiposantır, iç merkez): Bloklar arasındaki kaymanın (kırılmanın) başladığı nokta deprem odak noktası (focus) veya hiposantır olarak adlandırılır.

0-60 km, sığ depremler

60-300 km orta derinlik

>300 km derin depremler

2- Episantr (Dış merkez, merkez üssü): Odak noktasına en yakın, yer üzerindeki noktadır.



3- Şiddet:

- Depremi insanlar, yapılar ve doğa üzerindeki etkilerinin bir ölçüsüdür.
- Şiddet, depremin kaynağındaki büyüklüğü hakkında matematiksel bir bilgi vermez, yalnızca deprem nedeniyle oluşan hasarı yansıtır.
- Bir deprem oluştuğunda, bunun herhangi bir noktadaki şiddetini belirlemek için, o bölgede oluşan etkiler gözlenir. Bu gözlemlerin, Şiddet Cetveli'nde hangi şiddet derecesi tanımına uygun olduğuna bakılarak **romen** rakamlarıyla belirtilen bir rakam atanır.
- Bunun için, değiştirilmiş "Mercalli" ve "Medvedev-Sponheur-Karnik" şiddet cetvelleri olmak üzere iki ölçek kullanılmaktadır.
- Her iki cetvelde de XII şiddet derecesi mevcuttur. Bu cetvellere göre, şiddeti V ve daha küçük olan depremler genellikle yapılarda hasar oluşturmazlar ve insanların depremi hissetme şekillerine göre değerlendirilir.
- VI-XII arasındaki şiddetler ise, depremlerin yapılarda oluşturduğu hasar ve arazideki kırılma, yarıma gibi bulgulara dayanılarak değerlendirilir.
- Şiddet değerleri, Dünya üzerindeki deprem bölgelerinde yaygın olarak rapor edilse de, çok doğru sonuçlar vermeyebilir. Hasar genel olarak depremin merkez üssünden uzaklaştıkça azaldığı için aynı deprem için farklı bölgelerde farklı şiddet değerleri saptanabilir. Hatta, farklı binalarda, farklı zeminlerde bile değişiklik gözlenir. Bina tasarımları, merkez üssünden uzaklık, zemin malzemesinin türü gibi etkenler hasarın miktarını dolayısıyla şiddet değerlendirilmesini etkiler.

- Diğer önemli etkenlerden biri de hasarın rapor edilmesidir. İnsanlar farkında olarak ya da olmayarak hasarı abartabilir ve yanlış şiddet değerlendirmeleri yapılabilir. Çünkü değerlendirme için herhangi bir aygıt kullanılmaz. Bu nedenle, hasarın gözlenemediği yerlerde şiddet değerlendirmesi yapmak olanaksızlaşabilir.

Mercalli Şiddet Ölçeği

I. Hemen hemen hiç hissedilmez.

II. Binaların üst katlarında hareketsiz haldeki insanlar dışında kimse hissetmez. Sağlam asılmamış cisimler sallanabilir.

III. Özellikle binaların üst katlarındakiler açıkça hissederler. Pek çok kişi bunun bir deprem olduğunu farketmez. Duran motorlu araçlar hafifçe sallanabilir. Sarsıntı, bir kamyonun yol açtığına yakındır. Başlama ve bitişi insanlar tarafından hissedilir.

IV. Gündüz olursa, binalarda bulunanların çoğunluğu, dışarıdakilerinse bir kısmı hisseder. Gece olursa, bazılarını uyandırır. Tabak-çanak yerinden oynar, pencereler, kapılar titrer; duvarlardan çatlama sesleri gelir. Ağır bir taşıtın binaya çarpmasına benzer bir etki uyandırır. Hareket halinde olmayan motorlu araçlar görünür bir şekilde sallanır.

V. Hemen herkes hisseder; gece vakti pekçok insan uykudan uyanır. Tabak-çanak, pencere ve camlardan bazıları kırılır. Ağaç ve direk gibi yüksek cisimlerin sallandığı bazen farkedilir. Sarkaçlı saatler durabilir.

VI. Herkes hisseder, pek çok kişi korkar ve dışarı fırlar. Bazı ağır mobilyalar hareket eder. Sıvalar dökülebilir ve bacalar hasar görebilir. Genel olarak hafif hasarla sonuçlanır.

VII. İyi inşa edilmiş ve iyi tasarlanmış binalarda hasar gözardı edilebilecek düzeydedir; iyi yapılmış sıradan yapılarda hasar ya çok hafiftir ya da orta düzeydedir. Kötü malzeme kullanılmış ya da kötü tasarlanmış binalarda önemli ölçüde hasar gözlenir; bazı bacalar yıkılır.

VIII. Özel olarak depreme dayanıklı tasarlanmış binalarda çok az hasar görülür; dayanıklı, fakat deprem için özel tasarlanmamış sıradan binalarda kısmi çökme görülür. Kötü inşa edilmiş yapılarda büyük hasar görülür. Bacalar, kolonlar ve duvarlar yıkılır. Ağır mobilyalar devrilir.

IX. Özel olarak depreme dayanıklı tasarlanmış binalarda belirgin hasar olur. Taş ya da tuğladan yapılar ve demirli betondan yapılmış olanlar hafif eğilir. Sıradan binalarda hasar büyüktür; kısmen çökerler. Binalar temellerinden kayarlar.

X. İyi inşa edilmiş ahşap yapılardan bazıları hasar görür, taş ve kafes yapıların çoğu temelleriyle birlikte yıkılır. Demiryolları eğilir.

XI. Birkaç yapı (özellikle taş) dışında tüm binalar ve köprüler yıkılır. Demiryolları büyük oranda eğilir ve bükülür.

XII. Mutlak bir hasar vardır. Bölge yerle bir olur, taş taş üstünde kalmaz. Cisimler havaya fırlar.

4. Büyüklük (magnitüd):

- Depremle ortaya çıkan enerji miktarının ölçülmesidir.
- Bunun için, sismogram üzerindeki titreşimlerin genliğinden yani dalganın kâğıt sismogram üzerindeki yüksekliğinden yararlanılır.
- Deprem ne kadar büyükse, yer o denli fazla sallanır ve sismogramda da o kadar büyük genlikli titreşimler kaydedilir.
- Sismogram üzerinde kaydedilmiş belli bir dalganın genlik ölçümünden, sismografin tipine göre düzeltme yapıldıktan ve depremin uzaklığı belirlendikten sonra, depremin büyüklüğünü veren bir rakam atanır. İki yöntem mevcuttur;
 1. Richter ölçeği (sismogram dan elde edilir)
 2. Sismik moment (arazi gözlemleri)



- Richter ölçeği logaritmiktir. Ölçek üzerinde iki ardışık tamsayı arasındaki fark, yer sarsıntısının genliğindeki 10 kat artmaya karşılık gelmektedir. Bir kayaç, büyüklüğü 4 olan bir depremle 1 cm ileri-geri titreşiyorsa, aynı kaya, büyüklüğü 5 olan bir depremde 10 cm'lik titreşimler yapacak demektir. Yerin titreşimindeki bu 10 kat artışın enerji cinsinden karşılığı ise 31,5 katlık bir artış. Örneğın, 5 büyüklüğünde bir deprem 4 büyüklüğündeki bir depremden 31,5 kat daha fazla enerji açığa çıkarır. 6 büyüklüğündeki bir depremde ise 4 büyüklüğündeki depremden ~ 1000 kat ($31,5 \times 31,5$) daha fazla enerji açığa çıkacak demektir.

- Depremin gücünü ölçmekte büyüklük ölçümü için bir sismografa gereksinim duyulmakla birlikte, şiddet değerinden çok daha kullanışlı ve güvenilir bir yöntem. Dünya çapında yaygın bir standart sismograf ağı bulunuyor ve bunlar düzenli olarak ölçüm yapıyor. Büyüklük ölçümüyle tek bir deprem için tek bir büyüklük belirlenebilirken, şiddet değerlendirmesiyle tek bir deprem için yerel hasara göre farklı değerler elde edilebiliyor. Üstelik büyüklük ölçümü, şiddet değerlendirmesinin aksine Dünya üzerinde oluşan tüm depremleri kaydedebiliyor.

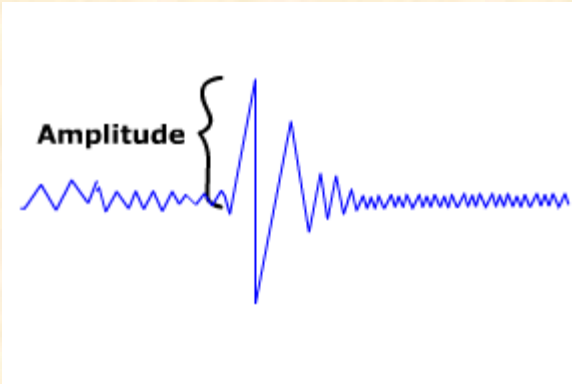
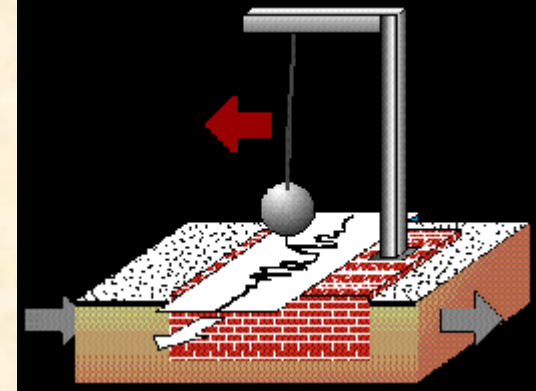
Richter Büyüklük Ölçeği

Büyüklük	Depremi yol açtığı etki	Yılda yaklaşık kaç kez gözlenir?
2,5 - daha az	Hissedilmez, sismografta kaydedilebilir.	900 000
2,5-5,4	Çoğu kez farkedilir, ama çokküçük hasar	30 000
5,5-6,0	Binalara ve diğer yapılarda hafif hasar	500
6,1-6,9	Nüfusun yoğun olduğu bölgelerde büyük hasar	100
7,0-7,9	Çok şiddetli deprem Ciddi hasar	20
8.0 - daha büyük	Çok çok şiddetli deprem. Bir yerleşim yeri tümüyle yok olabilir	5-10 yılda bir kez

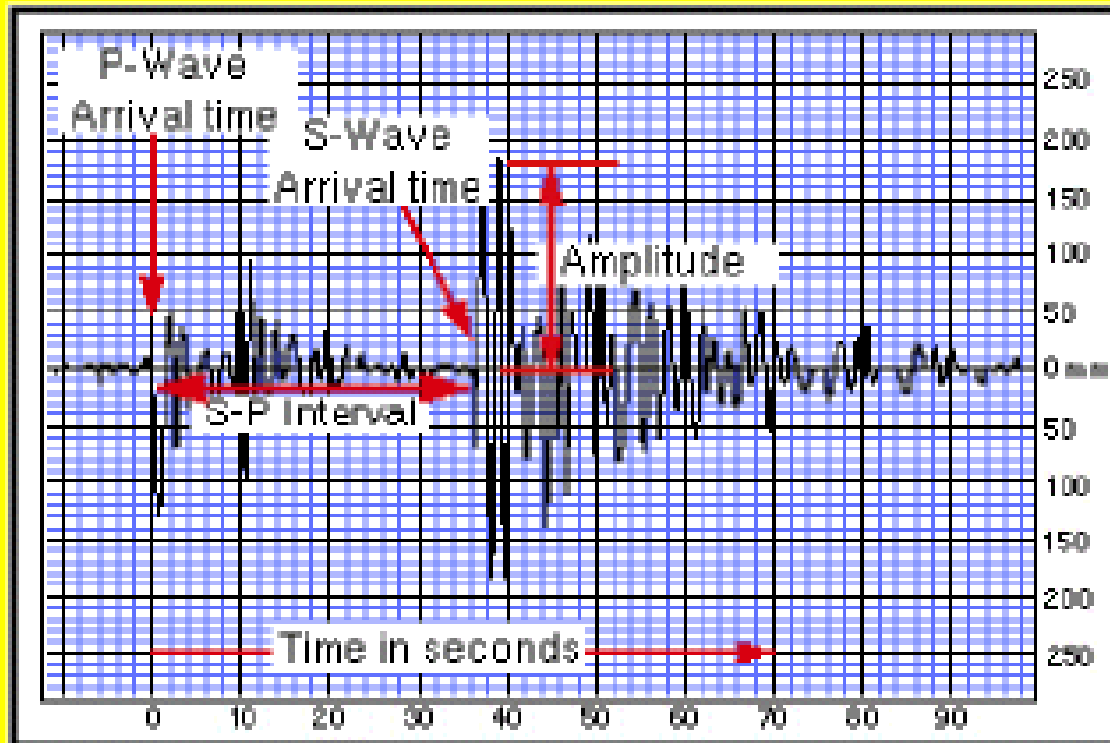
DEPREMLERİN KAYIT EDİLMESİ

Depremler **sismograf** adı verilen alet ile kayıt edilir.

- Düşey olarak asılı olan kütle, yer yatay olarak hareket ederken bir sarkaç gibi salınır.
- Kütlenin ucunda da, hareketli kağıt şerite sarsıntıyı kaydetmekte kullanılan bir kalem tutturulmuştur.
- Oluşan sarsıntı ne kadar kuvvetli ise kalemin kağıt üzerinde oluşturduğu çizginin amplitüdü o kadar büyük olacaktır

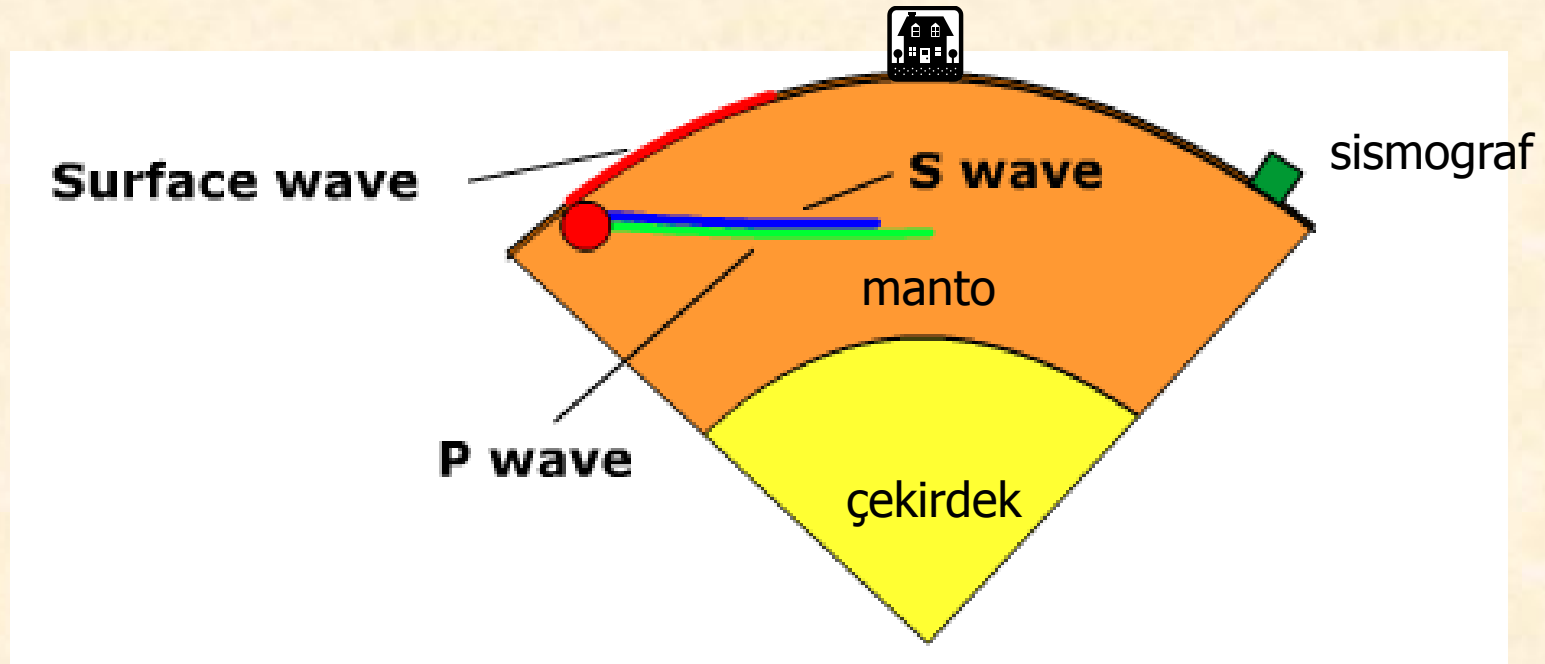


Sismografin oluşturduğu kağıt şerite sismogram adı verilmektedir.



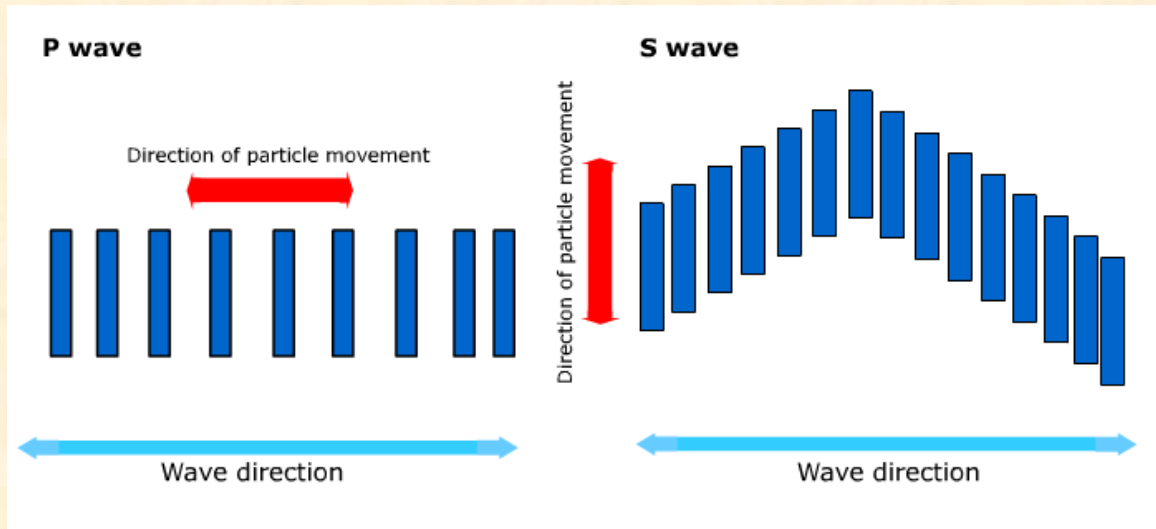
DEPREM DALGALARI

Bir deprem esnasında odak noktasından itibaren çevreye **cisim (P ve S)** ve **yüzey** olmak üzere iki tip dalga yayılır



1- Cisim dalgaları:

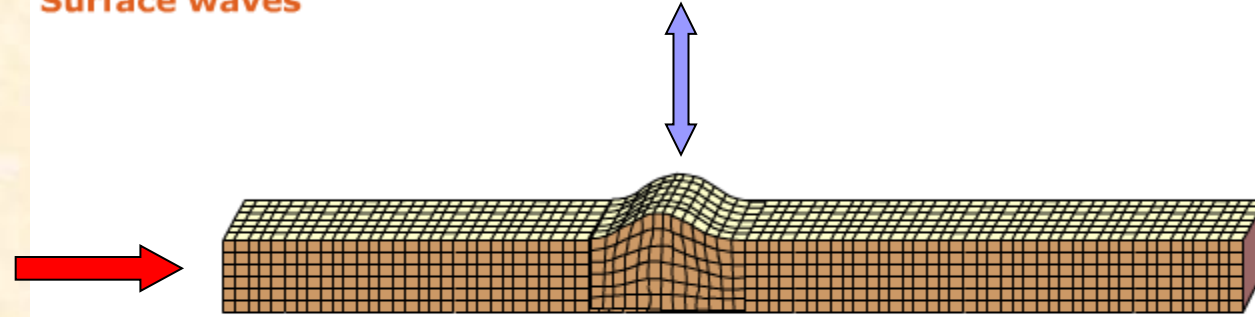
- P dalgaları (boyuna dalgalar, birincil, primary): Geçtiği ortamın parçalarını (bir kayacı oluşturan mineraller) yayılma istikametine paralel olarak hareket ettirir. En hızlı (ortalama 8 km/sn) ve sismograf tarafından ilk olarak kaydedilen dalgadır. Katı, sıvı ve gaz ortamda yayılabilirler.
- S dalgaları (enine dalgalar, ikincil, secondary): Geçtiği ortamın parçalarını yayılma istikametine dik olarak hareket ettirir. Hızları P'ye göre düşüktür (ortalama 4.5 km/sn) ve sismograf tarafından ikinci olarak kaydedilir. Sadece katı ortamda ilerler.



2- Yüzey dalgaları

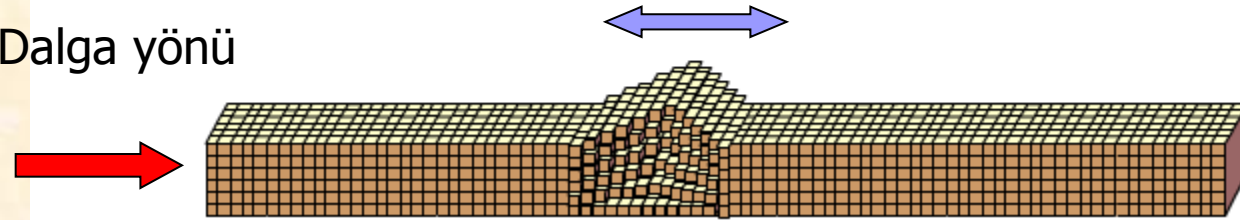
Yeryüzü boyunca hareket ederler. Hızları en düşük olan dalgalardır ve sismografa en son ulaşırlar. Hızları düşük olmasına rağmen oldukça hasara neden olurlar. İki tür mevcut;

Surface waves



Düşey hareket

Dalga yönü



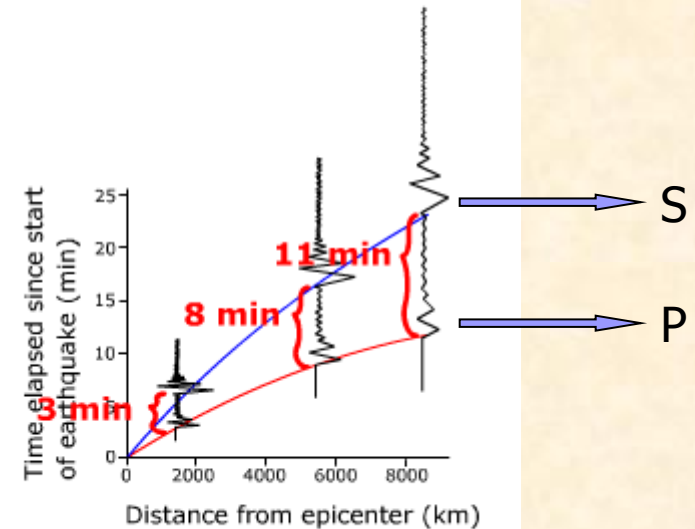
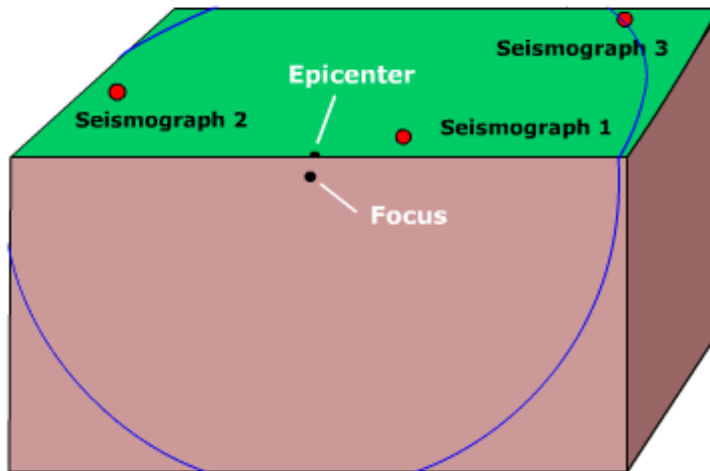
Yatay hareket

DEPREM EPİSANTIRININ BELİRLENMESİ

P ve S dalgaları kullanılarak deprem üssü (dışmerkez, episantır) belirlenebilir;

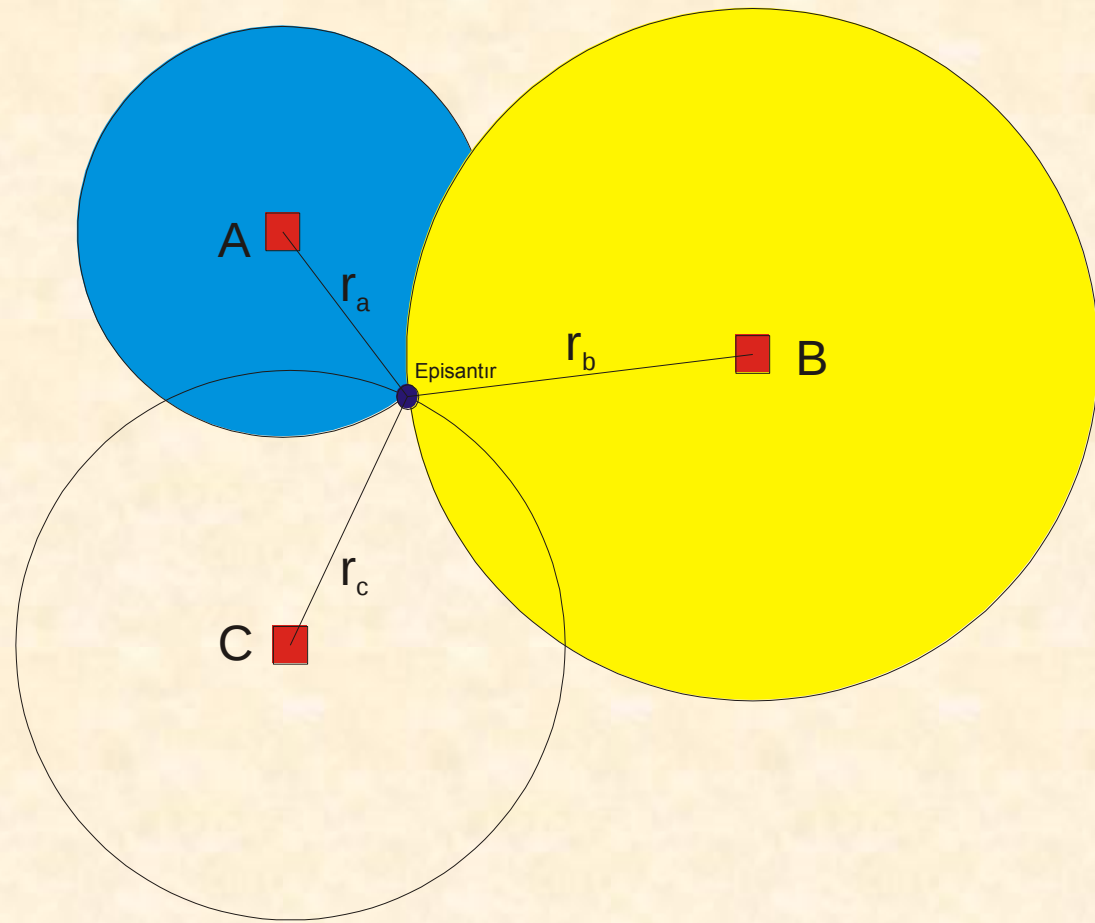
- P dalgası S'den önce sismografa ulaşır.
- ilk ulaşan P dalgası ile ilk ulaşan S dalgası arasındaki zaman farkı belirlenir.
- Özel hazırlanmış zaman-uzaklık diyagramları kullanılarak episantır belirlenir

Distance between epicenter and seismograph





- Episantrın belirlenebilmesi için en az üç sismograf kaydına ihtiyaç vardır.



$r_{a,b,c}$: A,B ve C sismograflarından hesaplanan episantr mesafeleri

TÜRKİYENİN DEPREMSELLİĞİ



BOĞAZİÇİ ÜNİVERSİTESİ
KANDİLLİ RASATHANESİ VE DEPREM ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ (KRDAE)
ULUSAL DEPREM İZLEME MERKEZİ (UDİM)



Değerli ziyaretçiler, sitemizden alacağımız her türlü bilgiyi, veriyi ve haritayı Telif Hakları Yasası gereğince B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Ulusal Deprem İzleme Merkezi'ni kaynak göstererek kullanmanızı rica ederiz.

[Depremleri Haritada Göster](#)

[Depremin Büyüklüğü \(Md, Ml, Ms, Mw\)](#)

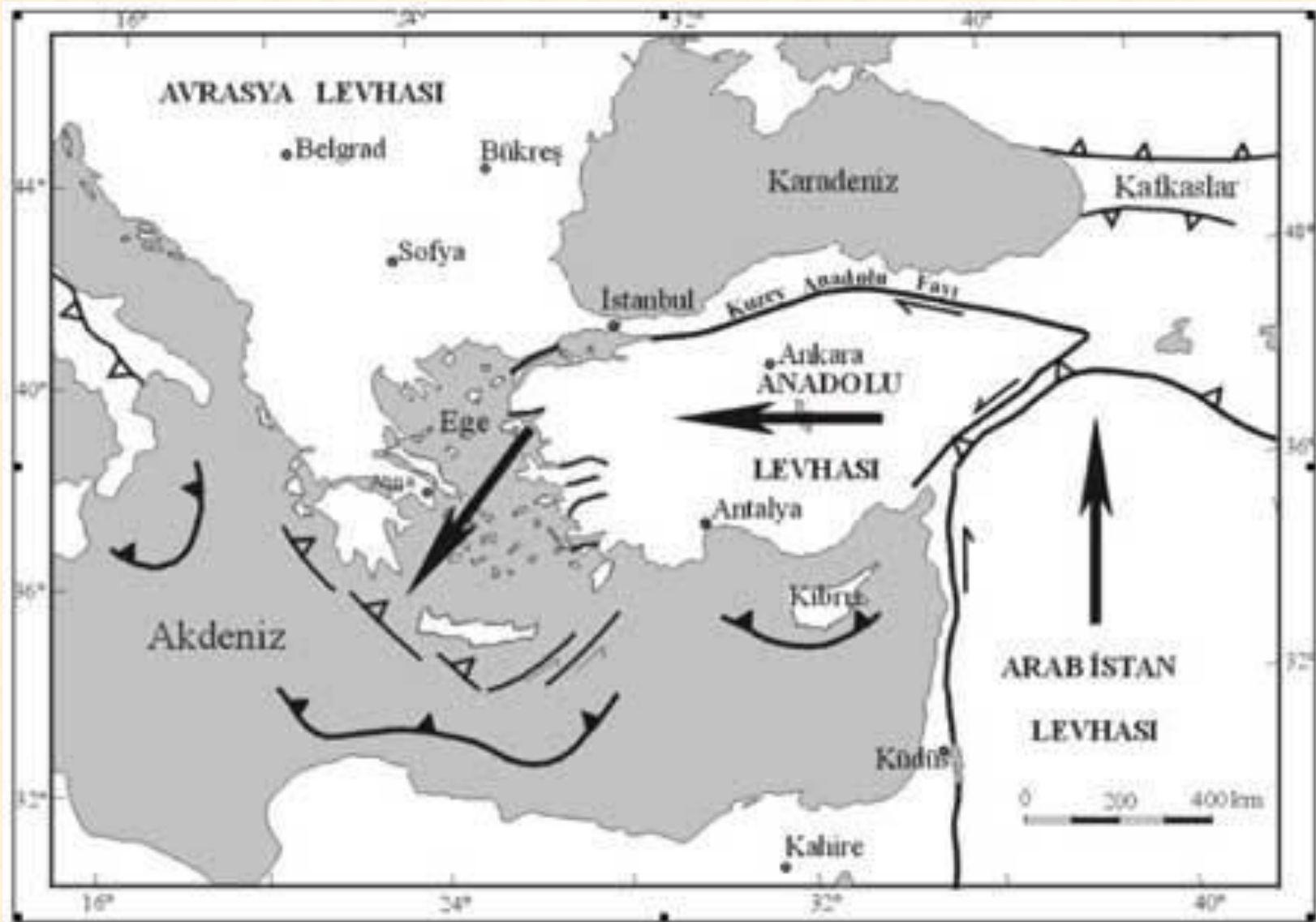
[Veri Toplama ve Değerlendirme](#)

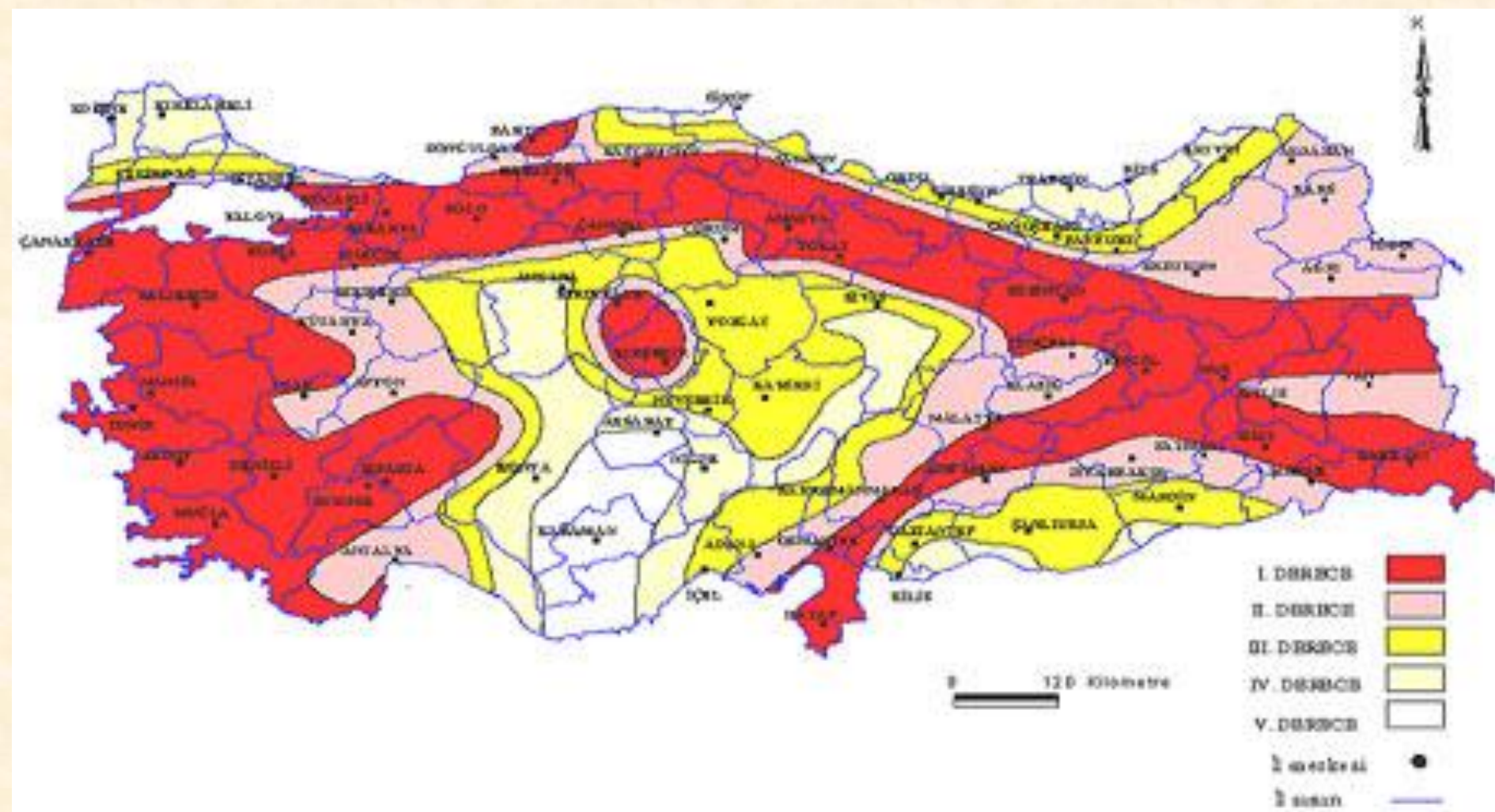
[English \(UTC\)](#)

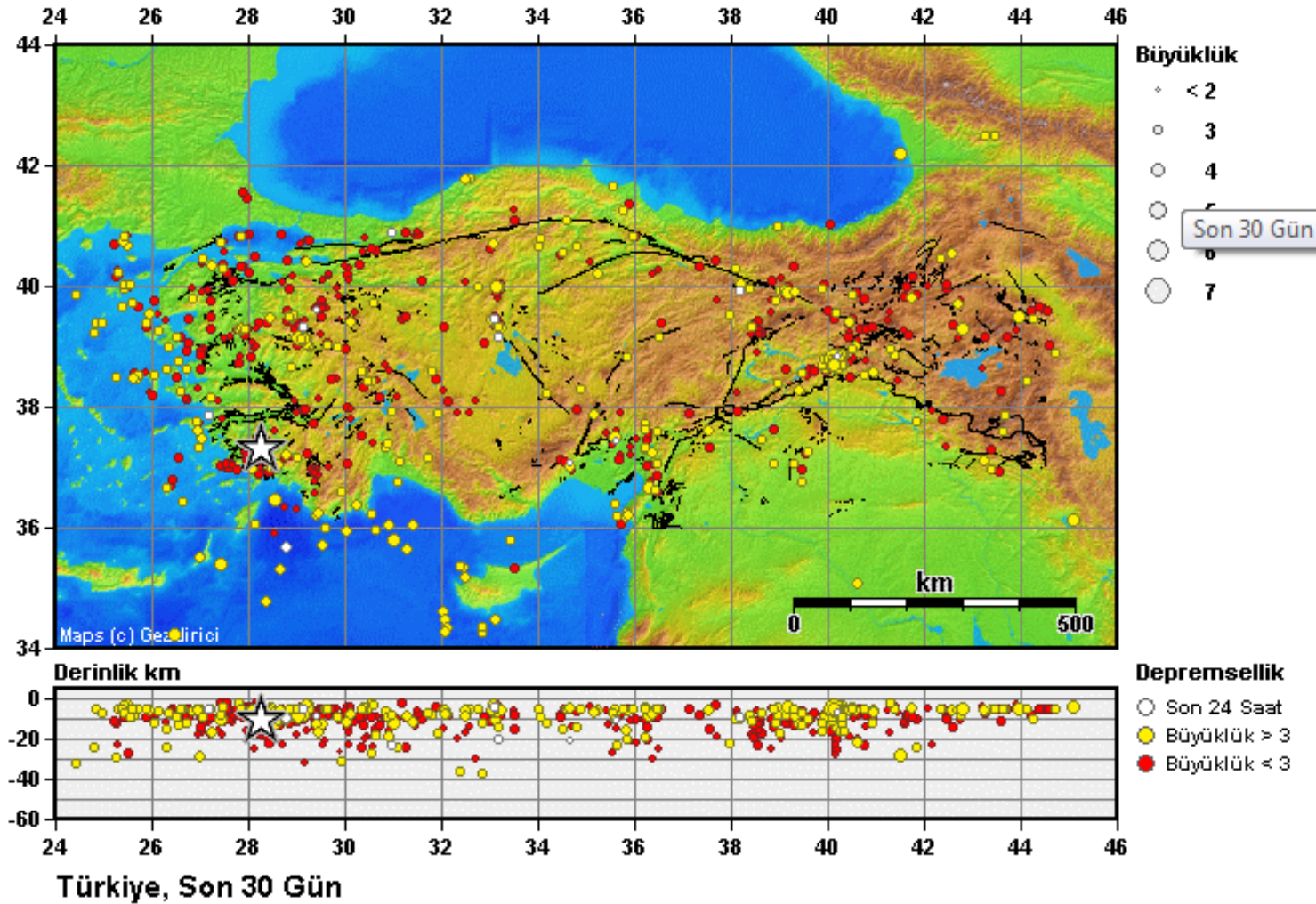
.....TÜRKİYE VE YAKIN ÇEVRESİNDEKİ SON DEPREMLER.....
.....ULUSAL DEPREM İZLEME MERKEZİ HIZLI ÇÖZÜMLERİ.....
..(YAPAY SARSINTI ANALİZİ YAPILMAMIŞTIR) Son 200 deprem listelenmiştir..

Büyüklük

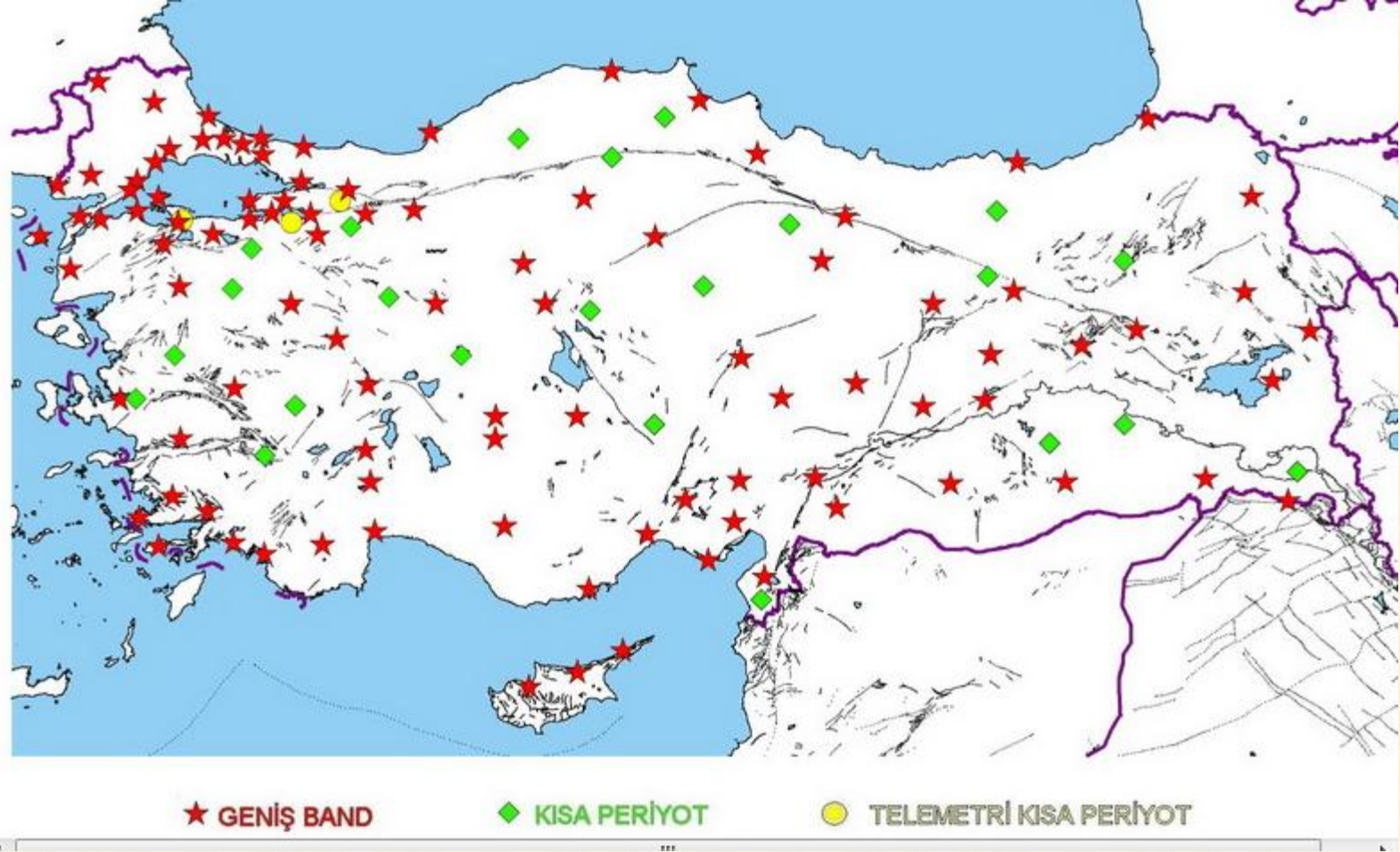
Tarih	Saat	Enlem(N)	Boylam(E)	Derinlik(km)	MD	ML	MS	Yer
2010.03.15	14:29:27	37.3003	28.2650	10.7	2.9	-.	-.	YATAĞAN (MUĞLA)
2010.03.15	12:32:06	40.8895	30.9417	23.3	2.8	-.	-.	CUMAYERİ (DÜZCE)
2010.03.15	11:44:12	38.8558	40.1652	5.9	2.7	-.	-.	GÖKDERE-PALU (ELAZIĞ)
2010.03.15	10:03:29	37.2288	28.1952	7.1	2.8	-.	-.	YERKESİK- (MUĞLA)
2010.03.15	07:01:33	39.4693	33.0608	4.1	3.2	-.	-.	AFŞAR-BALA (ANKARA)
2010.03.15	03:10:21	37.4822	35.5485	10.5	2.7	-.	-.	TEPECİKÖREN-KOZAN (ADANA)
2010.03.15	01:07:12	39.1562	33.1520	19.5	2.8	-.	-.	KULU (KONYA)
2010.03.15	00:46:23	39.9445	38.1507	9.0	2.8	-.	-.	İMRANLI (SİVAS)
2010.03.14	22:14:14	37.1022	34.5937	19.8	2.7	-.	-.	ÇAMLIYAYLA (MERSİN)
2010.03.14	21:55:55	39.3442	29.0882	5.0	3.0	-.	-.	DAĞARDI-SİMAV (KÜTAHYA)
2010.03.14	20:57:51	35.7102	28.7243	8.8	-.	3.6	-.	AKDENİZ
2010.03.14	20:16:11	37.8613	27.1590	5.0	-.	3.2	-.	KUŞADASI KÖRFEZİ (EGE DENİZİ)
2010.03.14	16:56:41	37.2390	28.1665	5.7	2.6	-.	-.	YATAĞAN (MUĞLA)
2010.03.14	15:36:07	39.6375	29.3748	8.2	2.7	-.	-.	TUNÇBİLEK-TAVŞANLI (KÜTAHYA)
2010.03.14	14:53:19	36.1393	45.0810	3.5	-.	3.9	-.	İRAN
2010.03.14	14:36:51	39.8012	38.7810	4.2	2.7	-.	-.	CENGERLİ-REFAHİYE (ERZİNCAN)
2010.03.14	11:11:29	37.2072	28.1980	5.2	2.6	-.	-.	YERKESİK- (MUĞLA)
2010.03.14	10:09:23	38.3125	31.9595	14.2	2.6	-.	-.	ILGIN (KONYA)
2010.03.14	10:02:00	38.7498	40.0455	9.7	2.6	-.	-.	BASYURT-KARAKOCAN (ELAZIĞ)







B.Ü. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü
Güncelleme: 15.03.2010 15:48:17
URL: <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/map/tr/thirtydays.gif>



B.Ü. Kandilli rasathanesi deprem istasyonları



MİNERALLER VE KAYAÇLAR



Yer kabuğu mineraller ve minerallerin oluşturduğu kayalardan meydana gelmektedir. Bütün inşaat işlerinde proje hazırlanmadan önce mühendislik yapısının (bina, tünel, baraj, yol vs.) yapılacağı ortamda görülen kayaç ve/veya minerallerin özellikleri, bozunma (ayrışma) durumları ve taşıma güçleri hesaplanarak araştırılır. Yine yapıtaşı olarak kullanılacak doğal malzemenin (endüstriyel hammadde) özellikleri de bilinmelidir.



MİNERALLER;

Minerallerle ilgilenen bilim dalına MİNERALOGİ denilmektedir. Mineralojinin kristalografi ve özel mineraloji olmak üzere iki alt dalı mevcuttur.

KRİSTALOGRAFİ: Kristal geometri, kristal fiziği ve kristal kimyasını kapsar.

ÖZEL MİNERALOGİ: Her bir mineralin ele alınıp tek tek incelenmesini kapsar.



MINERAL NEDİR?

Doğal olarak oluşmuş, belirli bir kimyasal bileşimi ve atomik dizilimi olan çoğunlukla inorganik, katı maddelerdir (civa hariç).

Mineraller aşağıdaki süreçler sonucunda oluşurlar;

1. H_2O ve CO_2 gibi akışkanlardan çökelme
2. Buhar fazdan süblimleşme yoluyla
3. Mağma gibi bir eriyikten kristalleşme
4. Katı-katı reaksiyonları (metamorfizma ve diyajenez)



Mineraller hangi süreçle oluşursa oluşsun, bir mineralin oluşumu için yeteri kadar kimyasal bileşenin ortamda bulunması gerekir

Mineraller bir veya birkaç elementten meydana gelirler. 104 element varlığı bilinmesine rağmen, yerkabuğunun % 96'dan fazlası 9 element meydana getirmektedir.

Element	Ağırlık %'si
O	49.5
Si	25.3
Al	7.5
Fe	5.08
Ca	3.39
Na	2.63
K	2.4
Mg	1.93

Elementlerin yerkabuğundaki bollukları hangi mineralin daha yaygın olacağını belirler. Tablodan görüleceği üzere yerkabuğunda en bol bulunan elementler **O (anyon)** ve **Si (katyon)** olduğu için **SİLİKAT** mineralleri doğadaki en yaygın mineral grubunu oluşturmaktadır.



KRİSTALOGRAFİ;

KRİSTAL GEOMETRİ;

Kristallerin tüm özelliklerini yansıtan en küçük birimine kristal hücresi veya birim hücre denir. Makro kristaller birim hücrelerin üç boyutlu sonsuz tekrarından oluşur. Birim hücrelerin x,y,z doğrultularında a,b,c gibi eksenler ve bu eksenler arasında α, β, γ gibi açılar bulunur. Birim hücrelerin farklı eksen ve açı ilişkileri 6 kristal sistemini oluşturmaktadır.

1. KÜBİK (İZOMETRİK)
2. TETRAGONAL
3. ORTOROMBİK
4. MONOKLİNİK
5. TRİKLİNİK
6. HEKSAGONAL

CUBIC

$$a = b = c$$
$$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$$

TETRAGONAL

$$a = b \neq c$$
$$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$$

ORTHORHOMBIC

$$a \neq b \neq c$$
$$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$$

HEXAGONAL

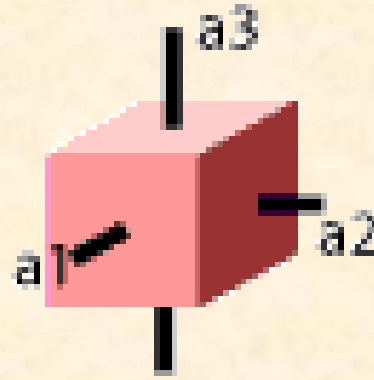
$$a = b \neq c$$
$$\alpha = \beta = 90^\circ$$
$$\gamma = 120^\circ$$

MONOCLINIC

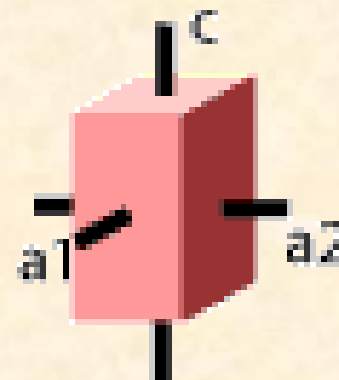
$$a \neq b \neq c$$
$$\alpha = \gamma = 90^\circ$$
$$\beta \neq 120^\circ$$

TRICLINIC

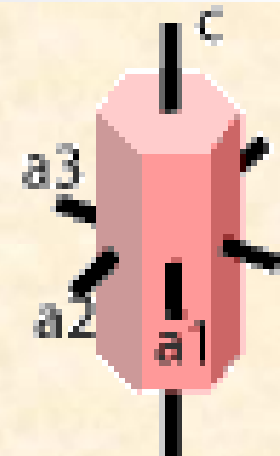
$$a \neq b \neq c$$
$$\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^\circ$$



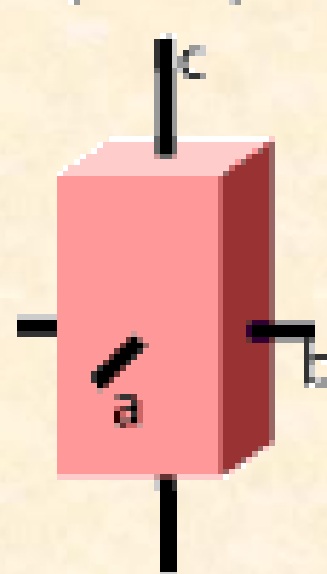
Isometric
(cubic)



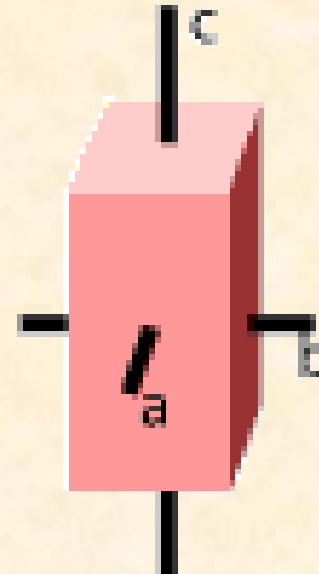
Tetragonal



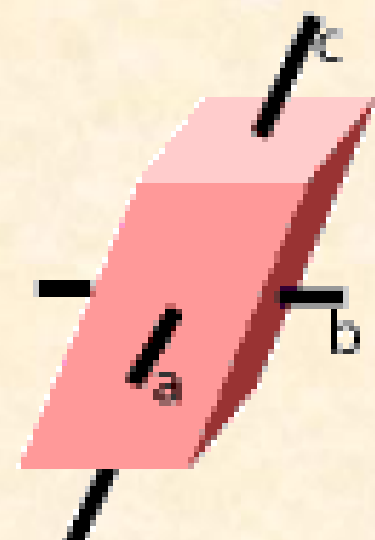
Hexagonal



Orthorombic



Monoclinic



Triclinic



KRİSTALOGRAFİ;

KRİSTAL FİZİĞİ; bu dal minerallerin fiziksel özelliklerini inceler.

1. YOĞUNLUK
2. SERTLİK
3. DİLİNİM
4. ELASTİKLİK
5. KIRILMA
6. RENK
7. ÇİZGİ RENGİ
8. MANYETİK ÖZELLİKLER
9. CİLA
10. TAD
11. KOKU
12. DOKUNUM

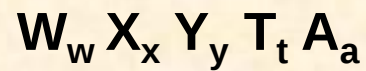


ÖZEL MİNERALOGİ: Minerallerin tek tek alıp inceler.

SİLİKATLAR; doğada bulunan tüm minerallerin üçte birini, yerkabuğunun ise % 90 oluşturdıkları için özel öneme sahiptir.

Silikat yapısı;

Bir anyonun (O) bir katyona (Si) bağlanabilmesi çap oranlarına bağlıdır. Pauling kuralına göre Si ve O birbirlerine bağlanarak SiO_4 tetraederi oluşturur. Tetraederlerin birbirine bağlanma şekli ve türü farklı silikat gruplarını oluşturur.



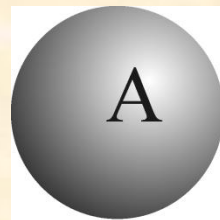
A = anion site

W = 12 co-ordinated site

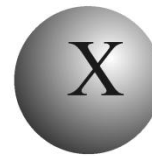
X = 8 co-ordinated site

Y = 6 co-ordinated site

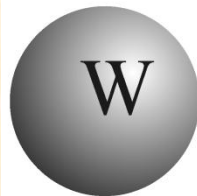
T = 4 co-ordinated site



O^{-2}, OH^{-}



Na^{+}, Ca^{2+}, Mn^{2+}



K^{+}, Na^{+}, Ca^{2+}

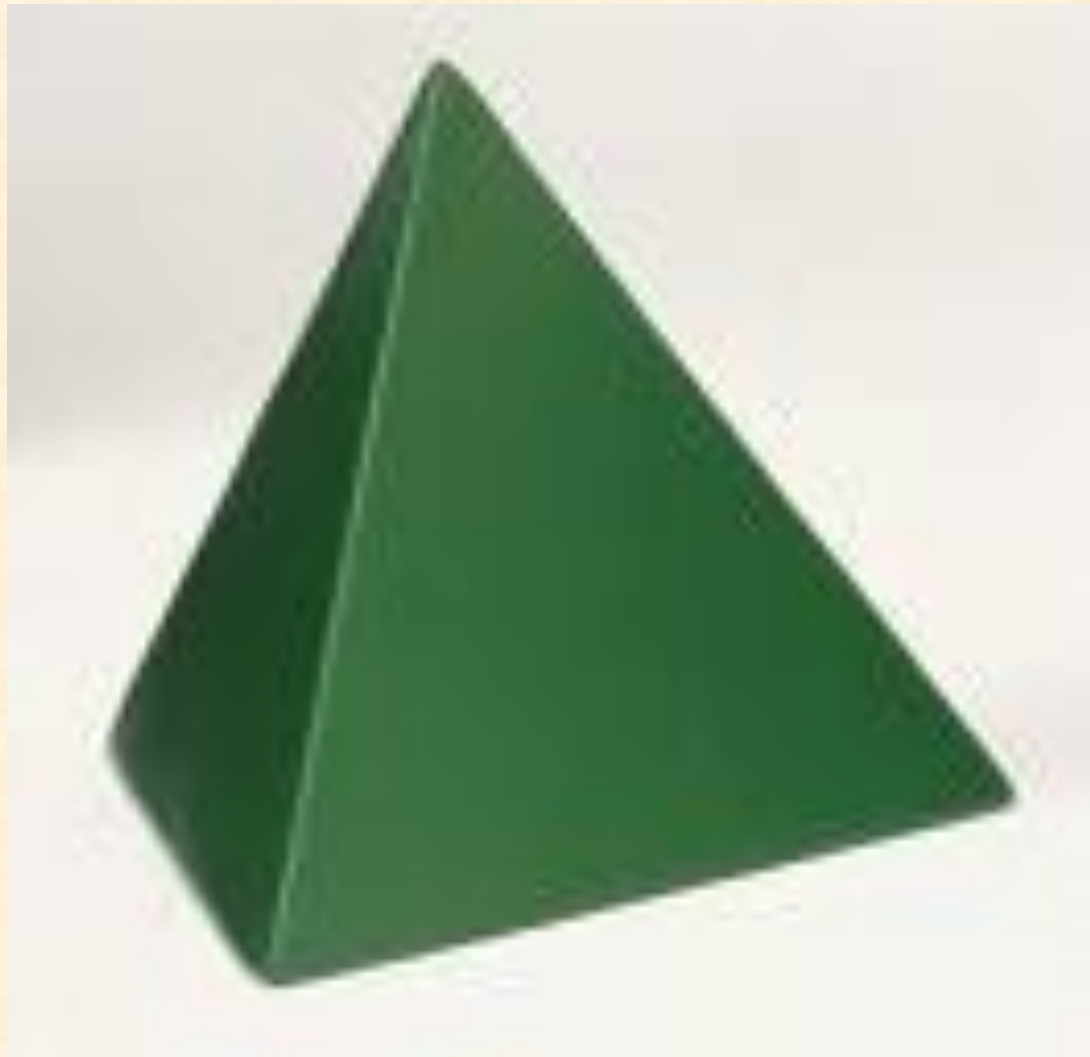


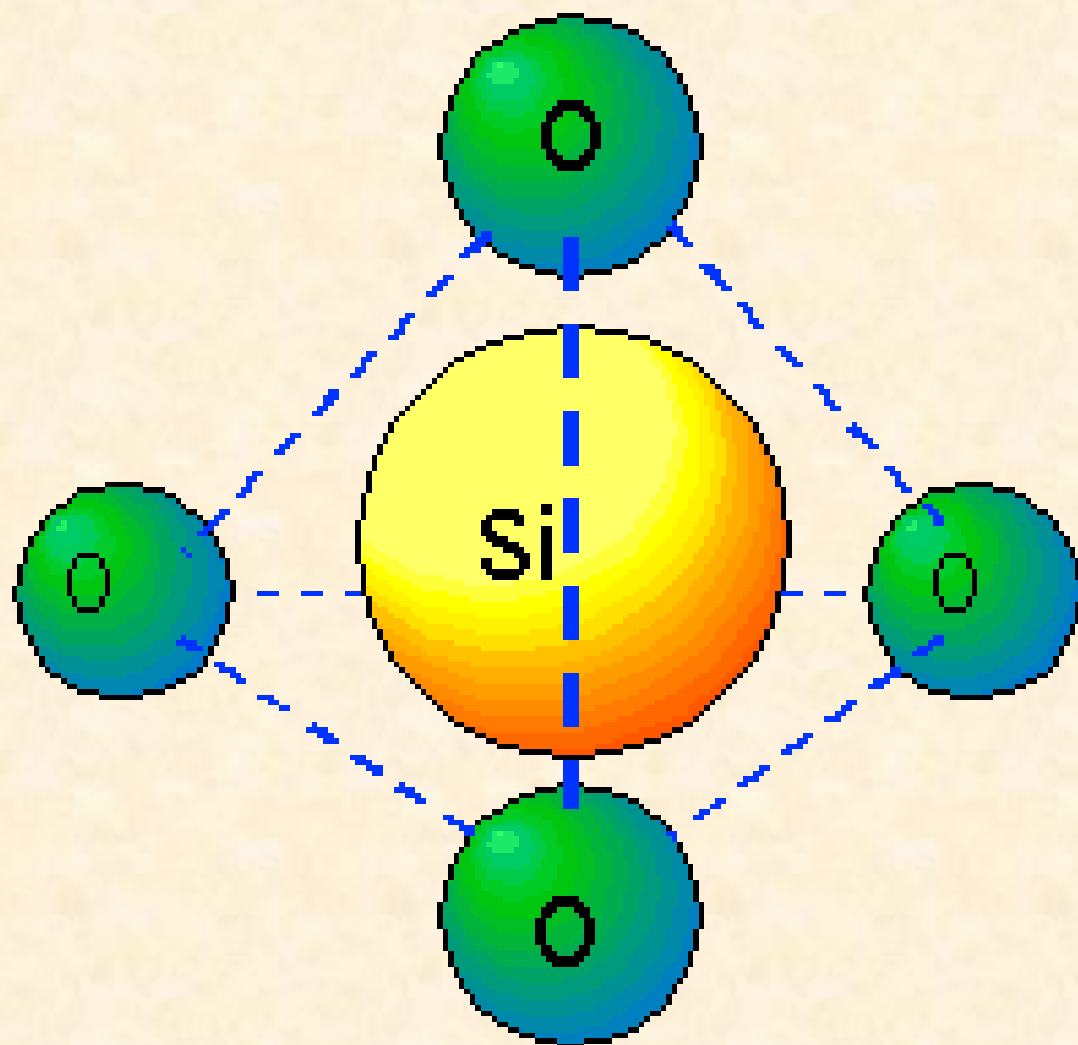
$Fe^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{3+}, Al^{3+}$



Si^{4+}, Al^{3+}

Silicates (lithophile elements)	Olivine: Y_2TO_4	$Mg_2SiO_4 - Fe_2SiO_4$
	Garnet: $X_3Y_2(TO_4)_3$	$Mg_3Al_2(SiO_4)_3 - Fe_3Al_2(SiO_4)_3$
	Clinopyroxene: XYT_2O_6	$CaMgSi_2O_6 - CaFeSi_2O_6$
	Orthopyroxene: $Y_2T_2O_6$	$Mg_2Si_2O_6 - Fe_2Si_2O_6$
	Amphibole: $W_{01}X_2Y_5T_8O_{22}(OH)_2$	$Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2 - NaCa_2Mg_4Al(Al_2Si_6O_{22}(OH)_2$
	Feldspar: WT_4O_8	$CaAl_2Si_2O_8 - NaAlSi_3O_8 - KAlSi_3O_8$
	Quartz: TO_2	SiO_2
	Micas: $WY_{2-3}T_4O_{10}(OH)_2$	$KAl_2(AlSi_3)O_{10}(OH)_2 - KMg_3(AlSi_3)O_{10}(OH)_2$
	Clays & Serpentine: $Y_3T_2O_5(OH)_4$	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$
Carbonates: (lithophile elements)	Calcite - Dolomite: YCO_3	$CaCO_3 - Ca(Mg,Fe)(CO_3)_2$
Other Oxides: (lithophile elements)	Spinel – Magnetite: Y_3O_4	$MgAl_2O_4 - FeCr_2O_4 - Fe_3O_4$
	Hematite – Ilmenite: Y_2O_3	$Fe_2O_3 - FeTiO_3$
Sulfides: (chalcophile elements)	Pyrite - Pyrrhotite	$FeS_2 - Fe_{1-x}S$







Mineraller dokuz sınıfa ayrılmaktadır;

1. Silikatlar
2. Doğal elementler
3. Sülfidler ve benzeri mineraller
4. Sülfotuzlar
5. Halojen tuzlar
6. Oksitler ve hidroksitler
7. Karbonatlar, boratlar ve nitratlar
8. Sülfatlar, volframatlar ve molibdatlar
9. Fosfatlar, arsenatlar ve vanadatlar

KUVARS GRUBU



Kimyasal Bileşim	SiO_2
Yoğunluk	2.5-2.8
Sertlik	7
Dilininim	
Renk	Renksiz, beyaz, sarı, eflatun, gri, pembe
Cila	Camsı
Türleri	Dağ kristali, ametist, süt kuvars, sitrin, dumanlı
Diğer	Kalsitten asitte tepkime vermemesi ile ayrılır
Kullanım Alanları	Metalurji, seramik, cam, süs taşı, inşaat sektörü

FELDİSPAT GRUBU



Kimyasal Bileşim	KAlSi_3O_8 , $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$, $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$
Yoğunluk	2.56-2.76
Sertlik	6
Dilinim	İki yönlü
Renk	Renksiz, beyaz, gri, sarı, pembe, mavi
Cila	camsı
Diğer	Kuvarstan sertliğinin düşük olmasına göre ayrılabilir
Türleri	Alkali Feldispat (ortoklas, mikroklin, sanidin, adularya) Plajiyoklas (albit, oligoklas, andezin, labrador, bitovnit, Anortit)
Kullanım Alanları	Seramik, cam, ziraat, refrakter malzeme, süs taşı sektörü

MİKA GRUBU



Kimyasal Bileşim	K'lu sulu alümino silikat (muskovit) K,Fe,Mg'lu sulu alümino silikat (biyotit)
Yoğunluk	2.8-3
Sertlik	2.5-3
Dilininim	Tek yönlü
Renk	Gri, beyaz, siyah
Cila	İpek (muskovit), camsı (biyotit)
Diğer	Dilininim düzlemleri boyunca levhalar şeklinde ayrılır
Türleri	Muskovit (beyaz), biyotit (siyah)
Kullanım Alanları	Plastik ve kauçuk, boya, çimento, dolgu, optik, seramik sekt

PİROKSENLER



Kimyasal Bileşim	(Ca,Na) (Mg,Fe,Al,Ti) Si ₂ O ₆
Yoğunluk	3.44-3.55
Sertlik	6
Dilininim	İki yönlü, ~90°
Renk	Yeşil, siyah
Cila	Camsı
Diğer	Dilininim açıları ile amfibollerden ayrılırlar
Türleri	Diyopsit, ojit, enstatit, hipersten
Kullanım Alanları	Süs taşı

AMFİBOLLER

Kimyasal Bileşim	Ca,Fe,Mg,Na'lu sulu (alümino) silikat
Yoğunluk	2.85-3.57
Sertlik	5.5-6
Dilinim	iki yönlü, $\sim 56^\circ$
Renk	Gri, yeşil, siyah
Cila	Camsı
Diğer	Bozunarak asbeste dönüşür
Türleri	Hornblend, tremolit, aktinolit vs.
Kullanım Alanları	Dolgu maddesi, plastik, boya, çimento sektörü



OLİVİN



Kimyasal Bileşim	$(\text{Mg, Fe})_2\text{SiO}_4$
Yoğunluk	3.22-4.39
Sertlik	6.5-7
Dilinim	
Renk	Yeşil, siyah
Cila	Camsı
Diğer	Bozunarak serpentine dönüşür
Türleri	Forsterit, fayalit
Kullanım alanları	Süs taşı, refrakter malzeme

SERPANTİN



Kimyasal Bileşim	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$
Yoğunluk	2.5-2.6
Sertlik	3-5
Dilinim	
Renk	Beyaz, gri, yeşil
Cila	Yağlımsı
Diğer	Kaygan dokunuma sahiptir, bozunarak asbeste dönüşür
Türleri	Krizotil, lizardit, antigorit
Kullanım Alanları	Asbestle ilişkili

TALK



Kimyasal Bileşim	$Mg_6Si_8O_{20}(OH)_4$
Yoğunluk	2.58-2.83
Sertlik	1
Dilinim	Tek yönlü
Renk	Beyaz, gri, yeşil, kahve
Cila	Yağlımsı, inci
Diğer	Kaygan dokunum,
Türleri	
Kullanım Alanları	Dolgu, boya, kauçuk, seramik, sıva, sabun, pudra

KLORİT



Kimyasal Bileşim	Mg,Al,Fe'li sulu alümino silikat
Yoğunluk	3.3-3.5
Sertlik	2-3
Dilinim	Tek yönlü
Renk	Yeşil, gri
Cila	Camsı, toprağımsı, inci
Diğer	
Türleri	Şamozit, Klinoklor
Kullanım Alanları	Seramik

KİL MİNERALLERİ



Kimyasal Bileşim	$Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$ Kaolinit
Yoğunluk	2.6-2.7
Sertlik	1-2
Dilinim	
Renk	Beyaz, sarı, yeşil
Cila	Toprağımsı
Diğer	Bazıları su alarak şişer
Türleri	Kaolinit, illit, Montmorillonit
Kullanım Alanları	Seramik, kozmetik, tuğla, temizleyici, sondaj vs.

KARBONATLAR

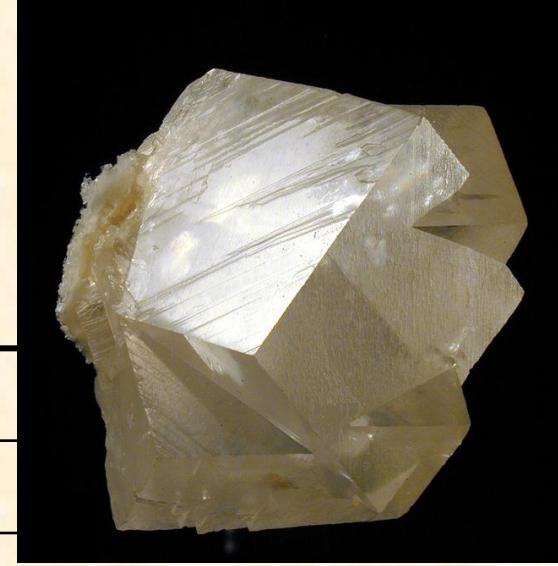
KALSİT



Kimyasal Bileşim	CaCO ₃
Yoğunluk	2.6-2.8
Sertlik	3
Dilinim	İki yönlü
Renk	Beyaz
Cila	Camsı
Diğer	HCl asitte köpürür
Türleri	
Kullanım Alanları	Çimento, kireç, inşaat sektörü

KARBONATLAR

DOLOMİT



Kimyasal Bileşim	$\text{Ca,Mg}(\text{CO}_3)_2$
Yoğunluk	2.85-2.95
Sertlik	3.5-4
Dilinim	İki yönlü
Renk	Sarı, kahve, siyah, gri
Cila	Camsı
Diğer	Midye kabuğu kırılması
Türleri	
Kullanım Alanları	Metalurji, inşaat, refrakter malzeme

KARBONATLAR

ARAGONİT

Kimyasal Bileşim	CaCO_3
Yoğunluk	2.95
Sertlik	3.5-4
Dilinim	İki yönlü
Renk	Sarı, kırmızı, yeşil,
Cila	Camsı
Diğer	c eksenini yönünde uzamış
Türleri	
Kullanım Alanları	



SÜLFATLAR

ANHİDRİT



Kimyasal Bileşim	CaSO ₄
Yoğunluk	2.9-3
Sertlik	3.5
Dilininim	
Renk	Beyaz, mavi, mor
Cila	camsı
Diğer	Su alarak jipse dönüşür
Türleri	
Kullanım Alanları	Çimento, kağıt

SÜLFATLAR

JİPS



Kimyasal Bileşim	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Yoğunluk	2.3-2.4
Sertlik	2
Dilinim	
Renk	Beyaz, mavi
Cila	camsı
Diğer	
Türleri	
Kullanım Alanları	Alçı, gübre, süs taşı

TUZLAR

HALİT



Kimyasal Bileşim	NaCl
Yoğunluk	2.1-2.2
Sertlik	2
Dilinim	
Renk	Beyaz
Cila	Camsı
Diğer	Suda kolayca çözünür, tadıyla kolayca tanınır
Türleri	
Kullanım Alanları	Tuz eldesi



KAYAÇLAR:

Kayaçlarla ilgilenen jeoloji dalına **PETROGRAFI** denir. Çeşitli minerallerin veya tek bir mineralin, kayaç parçacıklarının ya da hem mineral hem de kayaç parçacıklarının birlikte oluşturdukları katı maddelerdir. Örneğin;

Granit, gabbro, siyenit gibi magmatik kayaçlar minerallerden,

Mermer, kuvarsit tek bir mineralden

Kumtaşları, Çakıлтаşları ise kayaç parçası ve minerallerden oluşur.



Doğada üç tür kayaç grubuna rastlanır;

1. MAĞMATİK KAYAÇLAR
2. SEDİMANTER KAYAÇLAR
3. METAMORFİK KAYAÇLAR

			
	MAĞMATİK	SEDİMANTER	METAMORFİK
Kaynak	Kabuk ve üst manto kayaçlarının ergimesiyle oluşan magma	Yüzeydeki kayaçların bozunması ve erozyonu	Kabuk ve üst mantodaki yüksek basınç ve sıcaklık altındaki kayaçlar
Süreç	Mağma kristalizasyonu	Çökelme, gömülme, taşlaşma	Minerallerin katı durumunu koruyarak yeniden kristallenme

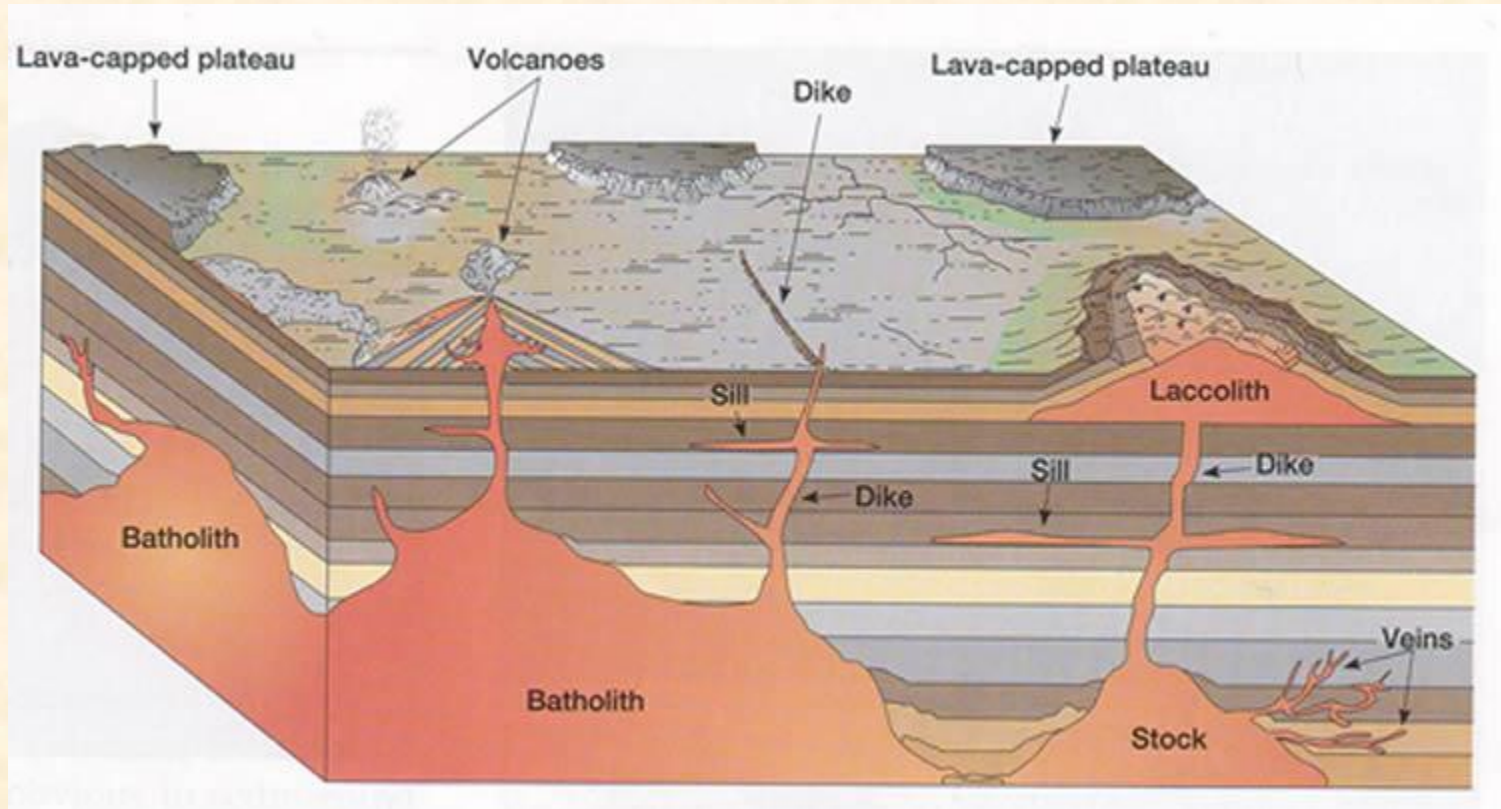
MAĞMATİK KAYAÇLAR;

Mağmanın yer kabuğunun farklı derinliklerine sokularak soğuması sonucu oluşurlar.

Soğuma derinlerde yavaş yavaş ise DERİNLİK (İNTRÜZİF=PLÜTONİK)

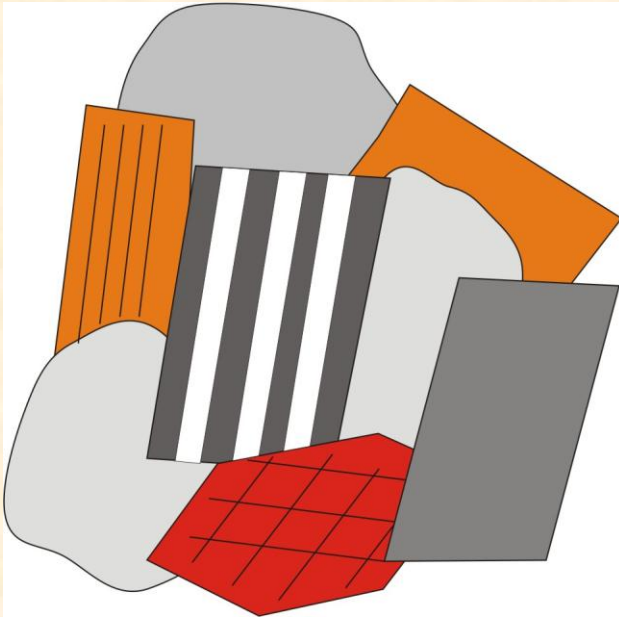
Soğuma yüzeyde hızlı ise YÜZEY (EKSTRÜZİF= VOLKANİK)

Soğuma derinlik-yüzey arasında ise YARIDERİNLİK (SUBVOLKANİK=DAMAR)

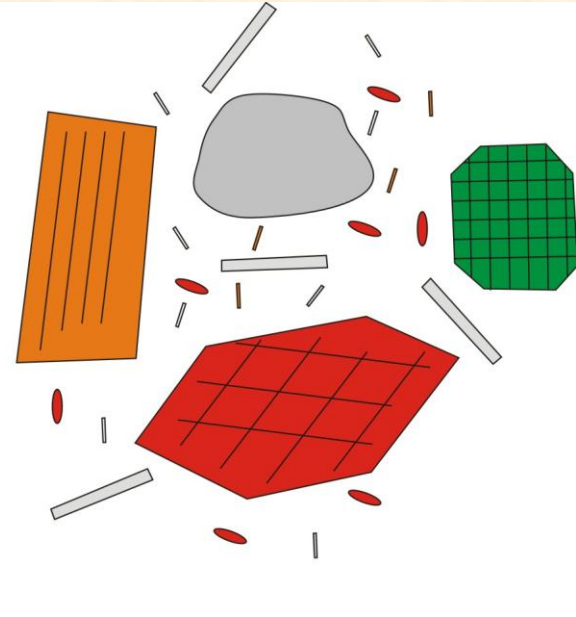


Mağmatik kayaçlar dokularına göre sınıflandırılırlar.

Doku: Kayacın kristallenme derecesi, tane boyu ve şekli, tanelerin birbiryle olan ilişkisi



Tanesel doku (derinlik kayacı)



Porfirik doku (yüzey kayacı)

Mağmatik kayaçlar; farklı kriterler kullanılarak sınıflanıp, adlanabilir.

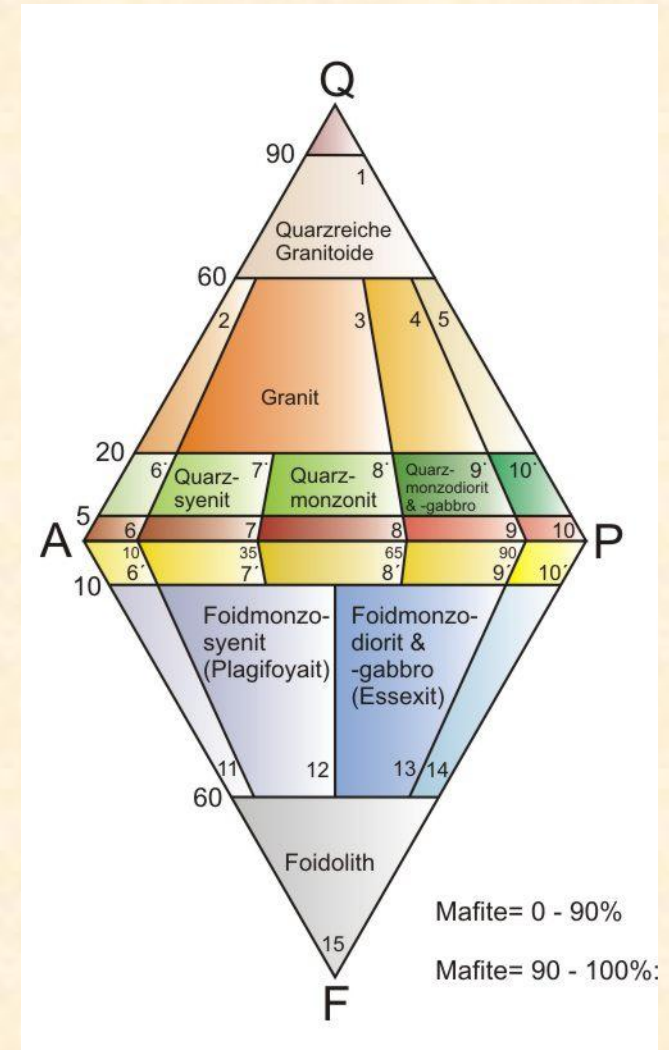
1. içindeki minerallerin cins ve oranlarına göre

Kuvars

Feldispat (plajiyoklas, K-feldispat)

Feldispatoid

Koyu renkli mineraller (olivin, piroksen, amfibol, biyotit)



Kimyasal bileşimine göre (SiO_2 içeriğine göre)

% SiO_2	Kayaç Sınıfı	Örnek
< 45	ULTRABAZİK	DUNİT
45-52	BAZİK	GABRO, BAZALT
52-63	NÖTR (ORTAÇ)	DİYORİT, ANDEZİT
> 63	ASİDİK	GRANİT, RİYOLİT

GRANİTİK KAYAÇLAR

Genellikle açık renkli, **tanesel dokulu** derinlik kayaçlarıdır.

Kuvars: % 10-40

Alkali Feldispat (ortoklas, mikroklin): % 30-60

Plajiyoklas: % 35

Mafik Mineral (biyotit, amfibol, bazen piroksen): % 10-35

Granit grubunun yüzey eşlenikleri DASİT ve RİYOLİT'tir. Bunlar **porfirik/afanitik** dokuludur.

GRANİT



RİYOLİT

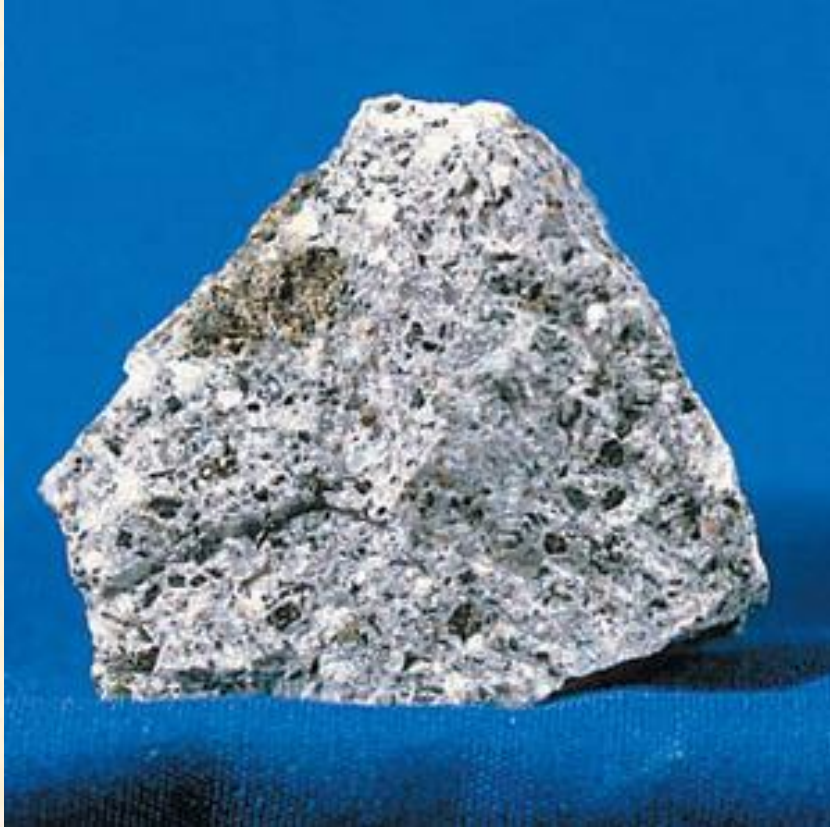


SİYENİTİK KAYAÇLAR

Ortoklas ve hornblend ihtiva ederler. Bazen plajiyoklas, biyotit ve piroksen bulunabilir. Kuvars hiç yok yada çok azdır. Genel olarak açık renklidirler (Gri, pembemsi).

Yüzey eşlenikleri TRAKİT'dir.

SİYENİT



TRAKİT



DİYORİTİK KAYAÇLAR

Plajiyoklas, amfibol, piroksen, az miktarda kuvars içerirler. Grimsi, yeşil bazen siyah renklidir.

Yüzey eşlenikleri ANDEZİT'tir

DİYORİT



ANDEZİT



BAZİK KAYAÇLAR (GABROYİK KAYAÇLAR)

Plajiyoklas, piroksen, olivin bazen amfibol içerirler. Koyu renklidirler (yeşil, siyah, koyu gri). Bu kayaların derinlerde oluşmuş türlerine GABRO, yarı derinlik türlerine DİYABAZ (DOLERİT), yüzey eşleniklerine ise BAZALT denir.

GABRO



BAZALT



PİROKLASTİK KAYAÇLAR

Volkandan püskürtülen kırıntıların yeryüzünde depolanması sonucu oluşurlar. Litolojik olarak tane boyuna göre sınıflanırlar. En önemli türleri TÜF, LAPİLLİ TAŞI, VOLKANİK BREŞ, AGLOMERA'dır.

TÜF



VOLKANİK BREŞ



Volkandan püskürtülen bol gözenekli, hafif, açık renkli asidik piroklasta POMZA, bazik ve koyu renkli piroklasta ise CÜRUF (SKORYA) adı verilir.

POMZA



CÜRUF





SEDİMANTER KAYAÇLAR

Daha önceden mevcut olan kayaçların ayrışma ve aşınması sonucunda oluşan kırıntıların(sedimanların) taşınarak ve uygun ortamlarda depolanması ve zamanlanma tutturulmasıyla (diyajenez) oluşan kayaçlardır. Ayrıca kimyasal ve biyolojik çökeltme sonucunda da sedimanter kayaçlar oluşmaktadır. Sedimanter kayaca işaret eden özellikler;

- Tabakalı olmaları
- Sedimanter kayaçlara has yapılar sunmaları
- Fosil varlığı
- Sedimanter kökenli mineraller

İki gruba ayrılarak inceleyebilirler;

- 1- kırıntılı sedimanter kayaçlar (tane boyu esas alınır)
- 2- kırıntılı olmayan sedimanter kayaçlar (mineral bileşim esas alınır)



KIRINTILI SEDİMANTER KAYAÇLAR

Tane boyu sınıflaması esas alınır.

ÇAKIL (ÇAKIL TAŞI)

2 mm

KUM (KUM TAŞI)

0.0625 mm

SİLT ve KİL (ÇAMURTAŞI)

ÇAKIL TAŞI (KONGLOMERA VE BREŞ)

% 50'den fazla 2mm'den büyük kırıntı içeren sedimanter kayalardır. Taneler yuvarlaklaşmış ise KONGLOMERA, köşeli ise BREŞ adını alır.

KONGLOMERA



BREŞ



KUMTAŞI

Tane boyu 2-0.0625 mm arasında kırıntılardan oluşan sedimanter kayaçlardır. İçerisindeki kuvars, feldispat ve kayaç parçalarının oranı dikkate alınarak, **Kuvarsit (kuvars arenit)**, **Arkoz ve grovak (litarenit)** olmak üzere e ayrılır.



ÇAMURTAŞLARI (SİLT ve KİL TAŞI)

Tane boyu 0.0625 mm'den küçük tanelerden oluşan kırıntılı sedimanter kayalar çamurtaşı genel adıyla sınıflanırlar. Bünyelerindeki silt-kil oranı ve fissilite (tabakalanma düzlemine paralel olarak yaprak şeklinde ayrılma) özelliklerine göre ŞEYL, SİLT TAŞI ve KİL TAŞI olarak sınıflanabilirler. Renkleri;

Gri-Siyah: Karbon içeriği

Farklı oksidasyon şartlarında Fe^{+3} içeren mineraller

Kırmızı: Hematit

Sarı: Limonit

Kahve: Götite

Yeşil: Fe^{+2} içeren mineraller

ŞEYL



KİL TAŞI

SİLT TAŞI



Bunlar;

1- kimyasal

2- biyo-kimyasal

3- organik sedimanter kayaçlardır

KARBONATLI KAYAÇLAR

% 50'nin üzerinde karbonat minerali (kalsit, dolomit*) içeren kimyasal sedimanter kayalardır.

Kalsitten oluşan karbonatlı kayaca KİREÇTAŞI,

Dolomitten oluşan karbonatlı kayaca DOLOMİT

*dolomit hem mineral hem de bu mineralin oluşturduğu kayadır. Bu karışıklığı gidermek için kayaca DOLOTAŞI da denilmektedir.

MARN: Bünyesinde %35-65 kil içeren kireçtaşıdır

KİREÇTAŞI



DOLOMİT



TRAVERTEN

Tabakalı ve gözenekli karbonatlı kayadır.



KÖMÜR: Bitkilerin bataklık, lagün, delta ve göllerde gömülerek, artan sıcaklık ve basınç etkisiyle. Gömülme derinliğine göre önce turba, linyit, taşkömürü, antrasit şeklinde oluşum sırası izler.

BİTÜMLÜ ŞEYL: Organik maddece zengin kırıntılı sedimanter kayadır.

BİTÜMLÜ
ŞEYL



METAMORFİK KAYAÇLAR

Kayaçlar oluştukları ortamından farklı sıcaklık ve basınç şartlarına maruz kaldıklarında kararlı kalamayarak yeni mineral oluşturacak şekilde başka kayaçlara dönüşürler. Bu olaya metamorfizma, bu olay sonucu oluşan kayaca da metamorfik kayaç denir.

En tipik özellikleri **FOLİASYON** göstermeleridir. Fakat metamorfik kayaçlar **MASİF** olarak da gözlenebilirler.

Metamorfik kayaçlar yapı/doku özellikleri iki ana başlıkta toplanabilir;

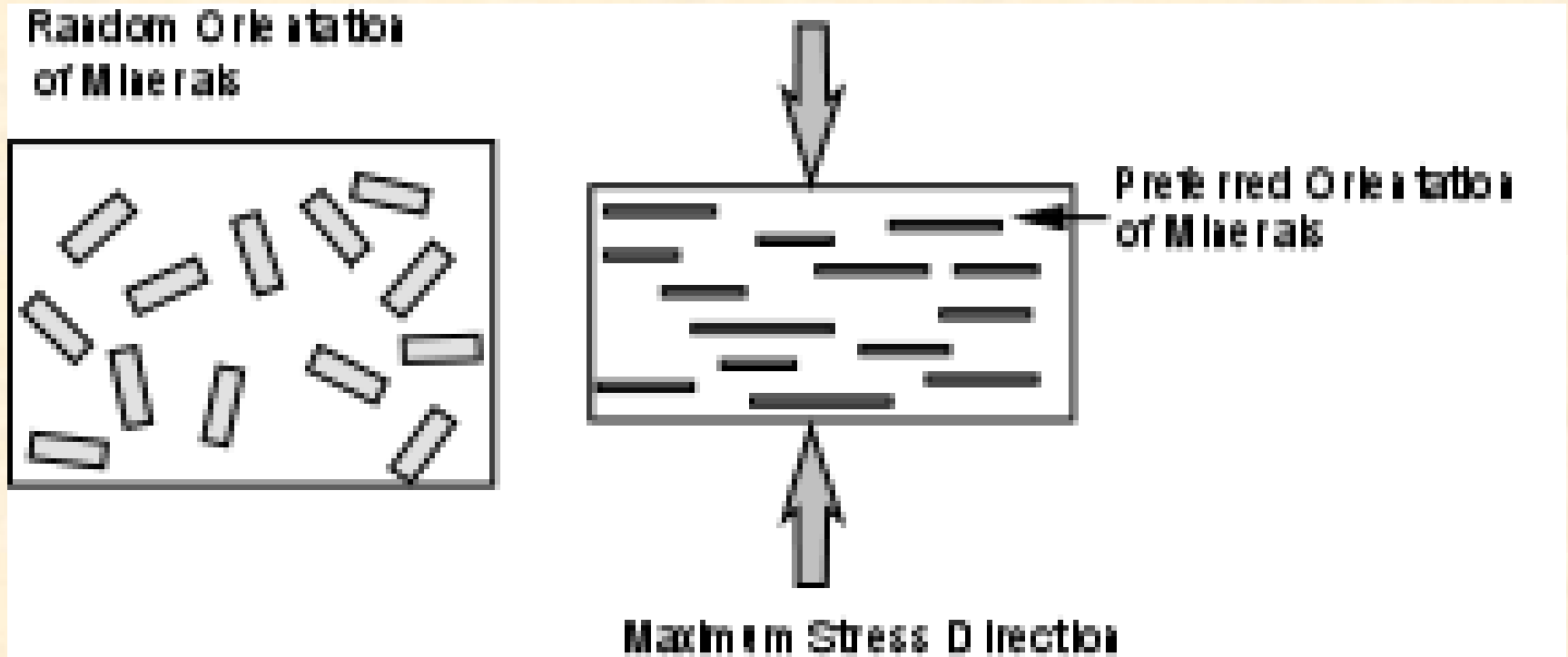
1- Masif (yönlenme yok): Kayacı oluşturan mineraller gelişigüzel dağılmıştır. Kuvars ve feldispat gibi minerallerden kaynaklanır. Kuvarsit ve mermer gibi kayaçlar

2- Foliasyonlu (yönlenme var): Belli düzlemler boyunca bazı minerallerin (yapraksı, levhamsı, prizmatik ve lifsi) paralel dizilerek kayaca yönlenme kazandırır. Üç tip foliasyondan bahsedilebilir;

-Yapraklanma (fillit, sleyt gibi kayaçlar)

-Şistozite (mikaşist, klorit şist)

-Bileşimsel katmanlanma (gnays)



FOLİASYONLU



MASİF





Metamorfizma derecesi arttıkça;

1- mineral tane boyları artar

Sleyt/Fillit → Şist → Gnays

2- foliasyon düzlemleri arasındaki mesafe artar

Yapraklanma (mm) → Şistozite (cm) → Bileşimsel Katmanlanma (dm)

ARDUVAZ (SLEYT)

Serizit, klorit, kuvars, organik madde içeren ve yapraklanmalı düşük dereceli metamorfik kayadır.



FİLLİT

Serizit, kuvars, klorit, plajiyoklas içeren ince taneli yapraklanma gösteren düşük dereceli metamorfik kayadır.



ŞİST

Orta –iri taneli foliasyonlu metamorfik kayalara verilen genel addır. İçinde bulunan en bol mineral kayaca adını verir. Mika şist, klorit şist vs.

MİKA ŞİST



KLORİT ŞİST



Orta-iri taneli foliasyonlu, yüksek dereceli metamorfik bir kayadır. Ana mineraller kuvars ve feldispatlardır. Bunlara ilaveten mika (muskovit, biyotit), amfibol, piroksen bulunabilir. **Şistlerden farkı feldispat oranı %20 den büyük, foliasyon düzlemleri de cm-dm boyutuna ulaşabilmesidir.** Koyu renkli mineraller belli düzlemler boyunca toğunlaşarak kayaca bantlı bir yapı kazandırabilir.



Kireçtaşlarının metamorfizmasıyla oluşan, % 50 den fazla karbonat minerali (Kalsit, Dolomit) içeren genellikle masif yapıli metamorfik kayadır. Bunun yanında mermerlerde bazı silikat ve oksit mineralleri yer alabilir. Yapı endüstrisinde kullanılan mermer kavramı çok daha geniş kayaç gruplarını kapsar (mağmatik, sedimanter).



AMFİBOLİT

Hornblend ve plajiyoklas ana minerallerinden oluşan metamorfik kayadır. Genel olarak koyu renklidir (yeşil, siyah bazen grimsi). Foliasyon gösterbilirler.



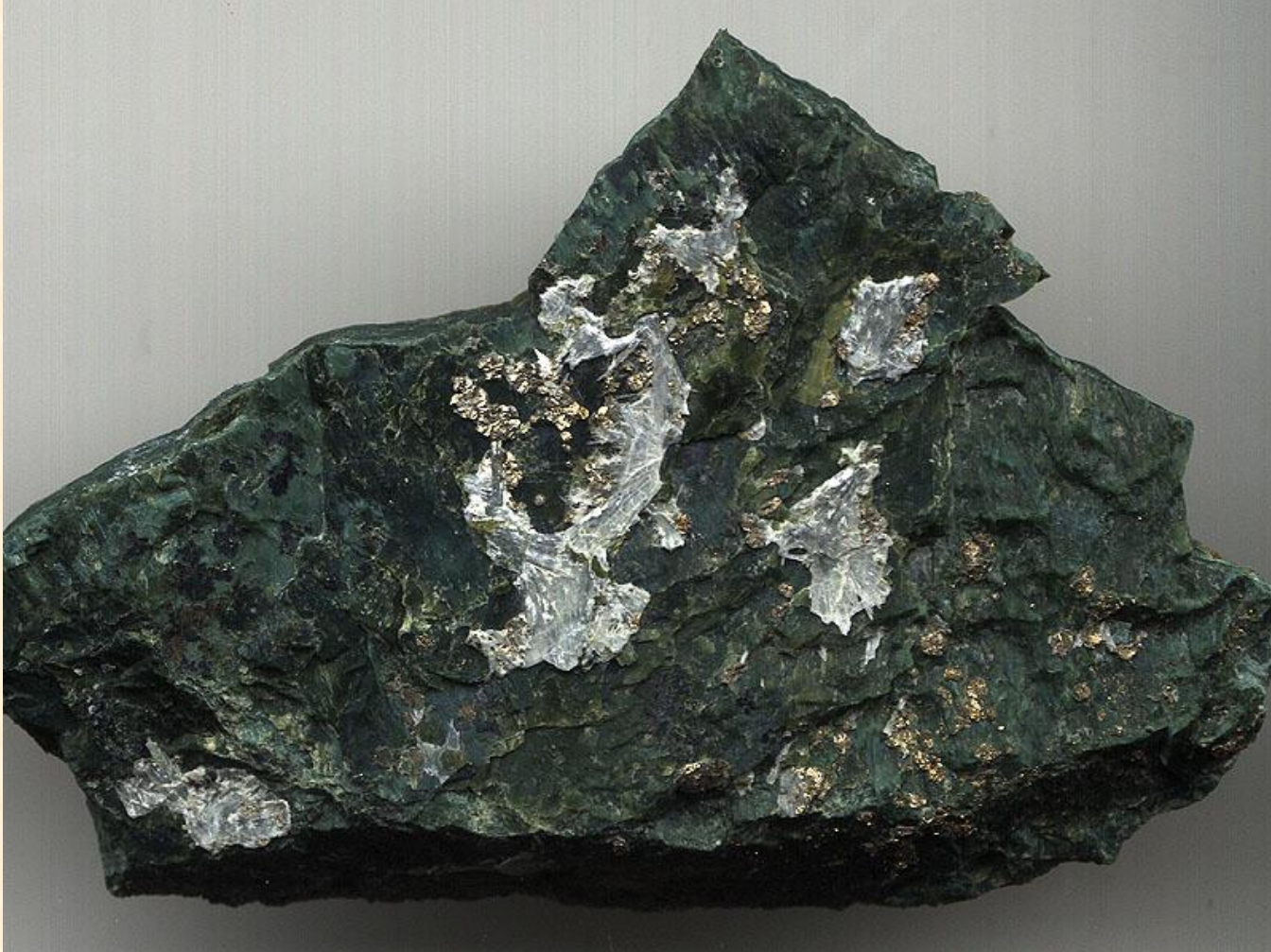
KUARSİT

% 90'dan fazla kuvars içeren açık renkli metamorfik kayadır. Genel olarak masiftir. Fakat bazen levhamsı minerallerin bulunuşu nedeniyle zayıf bir foliasyon gösterebilir.



SERPANTİNİT

Serpantinlerin ana mineral olarak bulunduğu koyu renkli düşük dereceli metamorfik kayadır. Genel olarak masiftir.



JEOLOJİ VE İNŞAAT MÜH.

Bütün inşaat müh. İşleri yerin ya üstünde ya da içinde gerçekleştirilir. Bu nedenle mühendislik yapılarının inşa edileceği ortamın (zemin veya kaya) jeolojik özelliklerinin bilinmesi önemlidir. Gözlem, araştırma ve deneylerle jeolojik ortamı inceleyen jeoloji müh. İlgili verileri inşaat müh. anlayacağı parametrelere dönüştürür ve ona sunar. Bu parametreleri alan inşaat müh mühendislik yapısını buna göre projelendirir.

Mühendislik jeolojisi;

Bir müh. Yapısı ve bu yapının yapılacağı yer ile ilgili jeolojik bilgileri bir takım sembol ve rakamlarla ifade eden müh. Yapısı ile yer arasındaki ilişkiyi kuran jeoloji alt dalıdır.

JEOLojİK YAPI	ÇÖZÜM
Yumuşak zemin ve oturma	Yükü azaltmak veya dağıtmak için gerekli temel tasarımı
Zayıf zemin ve potansiyel yenilmeler	Zeminin iyileştirilmesi veya boşluklarının doldurulması Tehlikeli bölgelerin tanımlanması ve bunlardan kaçınılması
Duraysız şevler ve potansiyel kayma	Şevleri stabil hale getirmek, desteklemek veya tehlikeli bölgelerden kaçınmak
Şiddetli nehir ve sahil erozyonu	Süreci kaya ve beton kullanarak yavaşlatmak
Potansiyel deprem tehlikesi	Depreme dayanıklı yapı tasarımı, duraysız zeminlerden kaçınma
Malzeme olarak kullanılacak kayalar	Rezerv değerlendirmesi, kaya testleri



Kayaçların mühendislik özellikleri **fiziksel** ve **mekanik** deneyler sonucunda elde edilen parametrelere göre değerlendirilir.

FİZİKSEL ÖZELLİKLER

1. Yoğunluk ve Birim hacim ağırlık
2. Özgül ağırlık
3. Su içeriği
4. Porozite ve boşluk oranı
5. Su emme oranı
6. Permeabilite vs

MEKANİK ÖZELLİKLER

1. Tek Eksenli Basınç dayanımı
2. Çekme Dayanımı
3. Kesme dayanımı
4. Üç Eksenli Basınç Dayanımı

Birim Hacim Ağırlık:

Porozite: Kayaçtaki boşluk (gözenek) hacminin, kayacın toplam hacmine oranıdır.

Porozite sınıflaması (Anon, 1979)

Tanım	Değer (%)
Düşük	1-5
Orta	5-15
Yüksek	15-30



TEK EKSENLİ BASINÇ DAYANIMI:

Kayaçların mekanik özellikleri hakkında bilgi veren en temel verilerden biridir.

Silindirik veya prizmatik numuneler kullanılır.

Pres arasına yerleştirilen numuneye belli bir değerde ve belli bir sũrede yũk uygulanarak numunenin kırılması sağlanır. Kırılma anındaki yũk değeri (P) kaydedilir. Bu değerin yũkũn uygulandığı alana (A) oranı kayacın tek eksenli basma dayanımını verir.

tek eksenli basma dayanımı (σ_c): P/A





Tek eksenli basınç deney düzeneğine deformasyon ölçer yerleştirilerek, yatay ve düşey deformasyonlar ölçülebilir. Deformasyon-gerilme ilişkisi incelenerek ELASTİSİTE MODÜLÜ (=young modülü) belirlenebilir.

E.Modülü; Gerilmenin birim deformasyona oranıdır.

$$E = \sigma / \epsilon$$

E.Modülünün yüksekliği dayanımla doğrudan ilişkilidir.

Yüksek basınç dayanımına sahip kayaçların E.Modülü yüksektir.



Bir kayacın basınç dayanımına etki eden fiziksel faktörler;

1- porozite: ters orantı

2- su içeriği: ters orantı

3- Bağlayıcı (çimento) türü:

4- yoğunluk: doğru orantı

Kayaçların serbest basınç dayanım sınıflaması (Anon, 1977)

Kaya Tanımı	Basınç Dayanımı (Mpa)
Çok sağlam	>100
Sağlam	50-100
Orta sağlam	12.5-50
Orta zayıf	5.0-12.5
Zayıf	<5.0

Mağmatik kayaçların bazı fiziko-mekanik özellikleri*

Kayaç	Yoğunluk (gr/cm ³)	E (Gpa)	σ_c (Mpa)
Granit	2.64	70	226
Diyorit	2.71	47	119
Gabro	3.03	55	186
Andezit	2.37	37	103
Bazalt	2.7	41	120
Tüf	2.39	3.65	11.3

* Değerler fikir vermek içindir. Fizikomekanik davranış bir çok faktöre bağlıdır. Aynı tür kayaçlardan farklı sonuçlar almak olasıdır.

$$1\text{Mpa}=0.001\text{Gpa}$$

Sedimanter kayaçların bazı fiziko-mekanik özellikleri

Kayaç	Yoğunluk (gr/cm ³)	E (Gpa)	σ_c (Mpa)
Çakıltası	2.54	14.1	88
Kumtaşı	2.2	21.37	107
Silttaşı	2.76	30.6	113
Kireçtaşı	2.3	26.96	53.1
Dolomit	2.58	51	90

Sedimanter kayaçlarda artan taşlaşma ve azalan gözeneklilikten dolayı dayanım artar.

Metamorfik kayaların bazı fiziko-mekanik özellikleri

Kayaç	Yoğunluk (gr/cm ³)	E (Gpa)	σ_c (Mpa)
Gnays	2.79	53.6	162
Şist	2.89	39.3	129.6
Fillit	3.24	76.5	126
Mermer	2.72	54	126.9
Kuvarsit	2.55	22	148



KAYAÇLARIN KULLANIM ALANLARI

Yapıtaşı

Kırmataş

Çatı ve Cephe malzemeleri

Çimento Hammadeleri



YAPI TAŞI

Bir kayacın yapı taşı olarabilirliği çeşitli faktörlere bağlıdır:

- 1- Miktar (Rezerv)
- 2- Çıkarılabilme kolaylığı
- 3- İşletme esnasındaki fire
- 4- Taşıma maliyeti
- 5- görünüm
- 6- fiziko-mekanik özellikler



Dekapaj oranı: Düşük olması istenir

Taze kayaç/Bozuşmuş kayaç oranı: Yüksek olması istenir.

Yapısal özellikler: Genelde yapıtaşı olarak kullanılacak kayacın masif olması istenir. Ayrıca blok boyutunu etkiledikleri için süreksizlik düzlemleri arasındaki açıklığın fazla olması istenir. Kırık ve çatlak gibi unsurların olabildiğince az olması beklenir.

Görünüm: Genelde bir yapıtaşından tek düze bir görünüm istenir. Görünüm renk ve dokuya bağlı olup, mineralojik bileşim tarafından kontrol edilir.

Tane boyu: ince taneli kayaçlar iri taneli kayaçlara göre daha kolay işlenir

Gözeneklilik: donma-çözünme etkisi nedeniyle az olması beklenir.

Dayanım: Genel olarak >35 Mpa'lık serbest basınç dayanımı yeterlidir.



Yapı taşı olarak kullanılan bazı kayaçlar;

Mağmatik Kayaçlar:

Granitoid,

Gabro

Serpantinit

İgnimbirit (tüf)

Sedimanter Kayaçlar:

Kireçtaşı ve dolomit

Traverten

Kumtaşı

Metamorfik Kayaçlar:

Mermer,

Sleyt

Gnays

Şist

ANROŞMAN

Deniz, nehir ve göl gibi su kütlelerinin istenmeyen etkilerini önlemek için kullanılan iri bloklara anroşman denilmektedir.

Su etkisine maruz kalması nedeniyle kullanılacak kayaçların ayrışmaya karşı dirençli olması istenir. Genel olarak >100 Mpa basınç dayanımı yeterlidir.



KIRMATAŞ

Beton Agregası:

Beton agregası olarak kullanılacak kayaçların genel olarak masif olması beklenir. Foliasyon, laminalanma gösteren kayaçlar ince boyutlara kırılmadıkları sürece kötü paketlenmeden ötürü betonun basınç dayanımını azaltır. Ayrıca beton içinde bu tür partiküller yatay olarak uzanarak altlarında su toplanmasına neden olur.

Agrega partiküllerinin yüzeyinin pürüzlü olması istenir.

Partiküllerin su emme oranı $< \%3$ olmalıdır.

Agregada muhtemel şişmeden kil oranı $< \%3$ olmalıdır.

Alkali Agrega Reaksiyonu:

Bazı agregalar ile betonun prizlenmesi esnasında açığa çıkan alkaliler ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) arasında reaksiyon gelişir ve beton çatlar ve dayanımı azalır.

Reaktif Kayaçlar	Reaktif bileşen
Silisli kayaçlar Opal içeren çört, kalsedon içeren çört silisçe zengin kireçtaşları	Opal, kalsedon, Kalsedon/Çört
Silisçe zengin volkanik: Riyolitik ve Dasitik lav ve tüfler	Volkanik cam Tridimit
Metamorfik Kayaç Fillit	İllit



YOL AGREGASI:

Taze ve aşınmaya karşı direnci yüksek olmalıdır.

Yüksek dayanım

Çarpma, Aşınma, Parlama, Patinaj ve Don etkisine karşı direnci yüksek
Geçirimsiz olmalıdır.

Değerlendirmede kullanılan bazı deneyler;

%10 ince malzeme deneyi

Agrega çarpma deneyi

Agrega aşınma deneyi

Parlamış taş değerini belirleme deneyi

Genel olarak mağmatik ve kontak metamorfik kayalar yol agregası için uygundur. Fakat foliasyonlu bölgesel metamorfik kayalar elverişsizdir. Sedimanter kayalarda ise bağlayıcının türü önemlidir.

Kayaç Adı	Agrega Ezilme Değeri	Agrega Çarpma Değeri
Bazalt	14	13
Dolerit	10	9
Granit	17	20
Hornfels	13	11
Kuvarsit	20	18
Kireçtaşı	14	20
Grovak	10	12



Çatı ve Cephe Malzemeleri

Bu amaçla kullanılacak kayaçlar;

Geçirimsiz

İnce levhalara ayrılabilen

Dayanıklı olması istenir.

Sleyt (=Arduvaz) bu amaçla kullanılan en yaygın düşük dereceli metamorfik kayadır. halk arasında kayrak olarak adlanan kay   sleyttir.





Çimento ve Alçı Hammaddeleri

Çimento için Kireçtaşı, kil ve marn ana hammadde, katkı maddesi olarak tras ve jips kullanılır.

Portland çimento : Kireçtaşı ve kil'in 3:1 oranında karıştırılması sonucu elde edilir. Bu iki kayaç toz haline getirilerek karıştırılır. Bu karışım 1800 °C fırında ısıtılır. Karbondioksit ve su buharı atılır. Kireç ve kildeki Al silikatten ibaret cürufumsu madde oluşur. Bu madde tekrar ince toz boyutuna getirilerek %3 jipsle karıştırılır.

Tras: Asidik ve/veya nötr bileşimli yüksek poroziteli volkanik (tüf) malzemedir. Tras puzolanik bir maddedir.

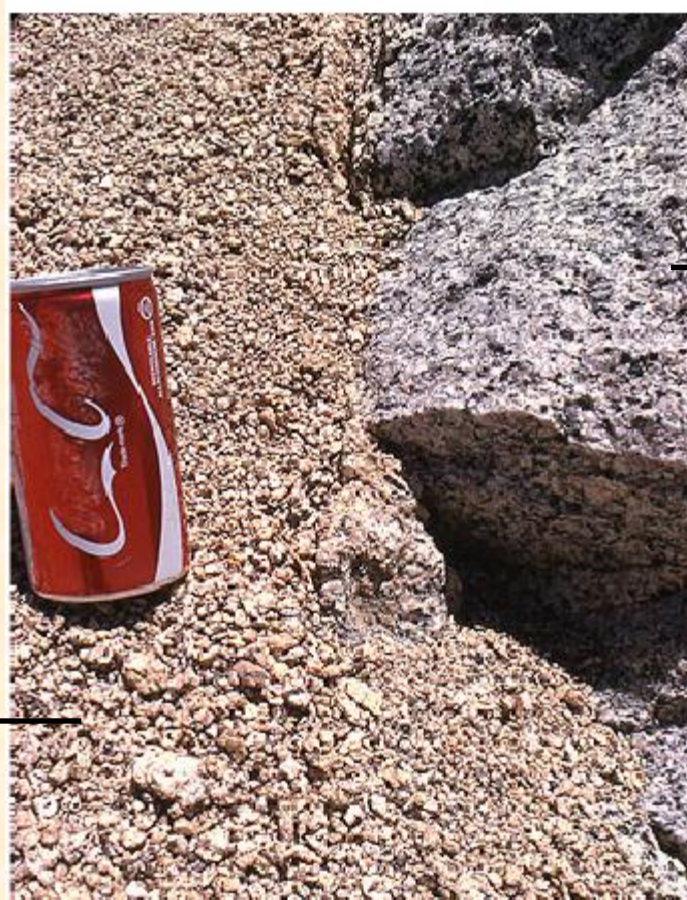
Puzolanik madde: kireçle karıştırılarak elde edilen üründür.

Portland çimentoya %22-24 oranında tras katılarak puzolanik çimento elde edilir. Su altında katılaşma özelliği sağlar.

AYRIŞMA, TOPRAK ve ZEMİNLER

AYRIŞMA (Bozunma):

Kayaçların fiziksel ve kimyasal olaylar sonucu çimentosuz, gevşek parçalara ayrılmasıdır.



Ana kaya
(ayrışmamış)

Ayrışma ürünü
parçalar

Kayaçlar neden ayrışır?

Kayaçlar, yüksek sıcaklık ve basınç şartlarının hakim olduğu, yerin derin kısımlarında oluşurlar. Kayaçlar bu derinlikte oldukça stabildirler. Kayaçlar yüzeye çıktıklarında değişen sıcaklık ve basınç şartlarıyla kayaçların stabilizasyonunun bozulur. Bunun sonucunda ayrışmaya başlar ve yeni ortama (yüzey şartları) uyumlu yeni mineraller oluşur.



İki tür ayrışma mevcuttur; Fiziksel ve Kimyasal, ***bu iki süreç genelde beraber gelişir.***

Fiziksel ayrışma:

Kayaç ve minerallerin fiziksel (mekanik) süreçlerle daha küçük parçalara ayrılmasıdır. oluşan parçalar orijinal ana kayacın fiziksel ve kimyasal özelliklerini taşırlar.

- tekrarlanan genleşme-büzülme
- tekrarlanan donma-çözünme
- organizma faaliyetleri
- kırık ve çatlaklarda ikincil mineral (tuz) oluşumları

Kimyasal ayrışma:

Kayaçların temas halinde oldukları su ve hava ile reaksiyona girerek ayrışmalarıdır. Örnek reaksiyonlar:

Hidroliz

Bir mineralin H₂O ile reaksiyona girmesi



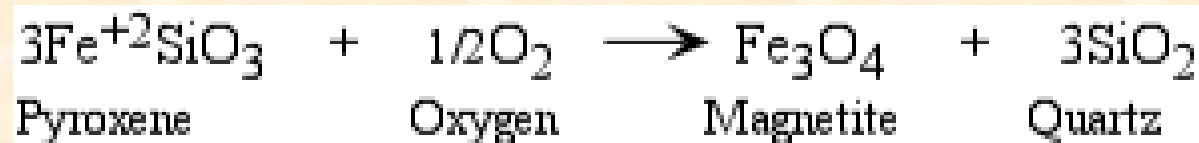
Çözünme (erime)

Karbonatlı (kireçtaşı, dolomit) ve sülfatlı kayaçların erimesi



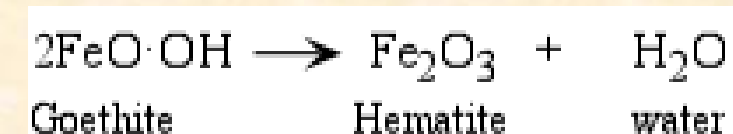
Oksidasyon

Havadaki serbest oksijenin kazanılması



Dehidrasyon

Mineralden H₂O veya OH⁻ iyonunun uzaklaştırılması



Bazı mineraller ayrışmaya karşı oldukça dirençlidir; **Kuvars ve muskovit**
Olivin ve feldispat ise oldukça hassastır.

- Fe oksitler (hematit, Fe_2O_3), Alüminyum oksitler (gipsit, $\text{Al}(\text{OH})_3$)
- Kuvars*
- Kil Mineralleri
- Muskovit*
- Alkali Feldispat (ortoklas, sandin vs)*
- Biyotit*
- Amfibol*
- Piroksen*
- Ca-zengin plajiyoklas*
- Olivin*

Ayrışmaya karşı
hassaslık artar

* Mağmadan doğrudan kristallenen mineraller

TOPRAK

Kayaçların ve organik maddelerin ayrışmasıyla oluşan, içinde canlılar topluluğu barındıran ve bitkilerin yetiştiği yer yuvarının organik maddece zengin en üst kısmıdır.

Toprak;

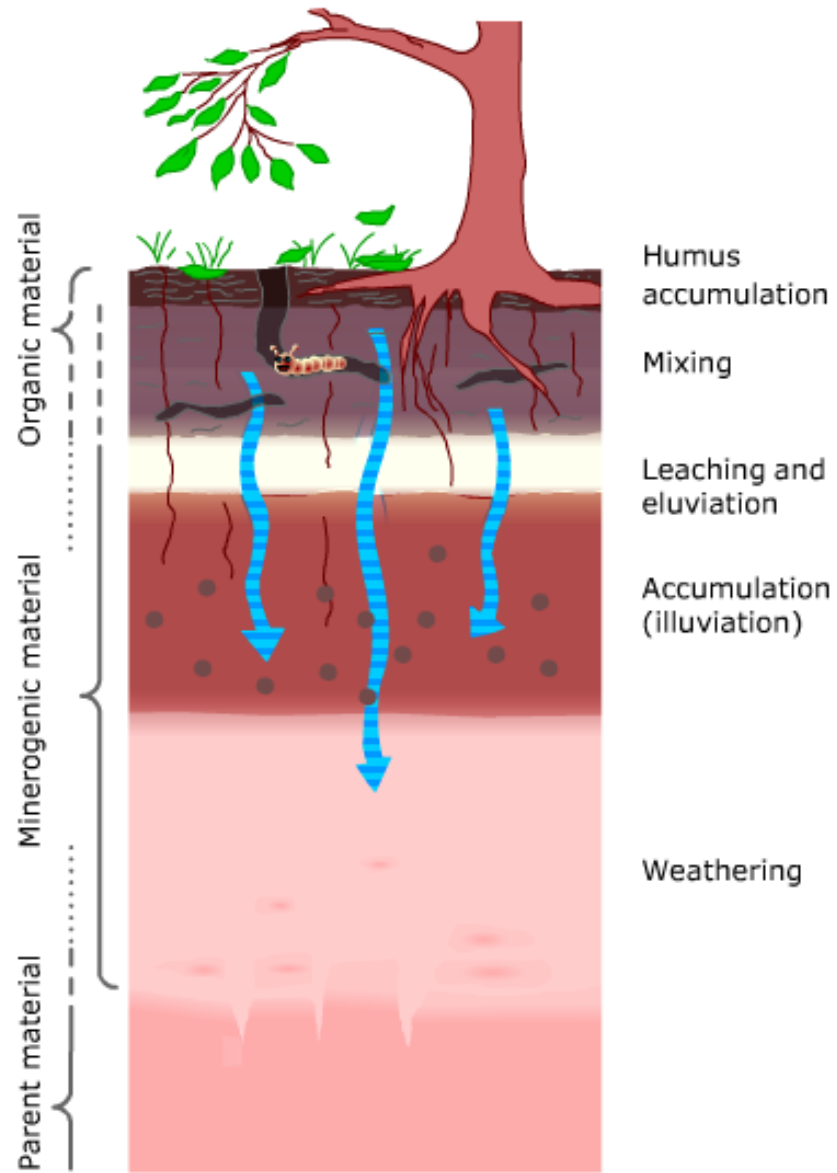
Jeolojik ve biyolojik süreçler sonucu oluşur. Bu süreçler

- Humus oluşumu
- Biyojenik karışım
- liçing (leaching)
- partikül ve iyonların aşağı doğru taşınması

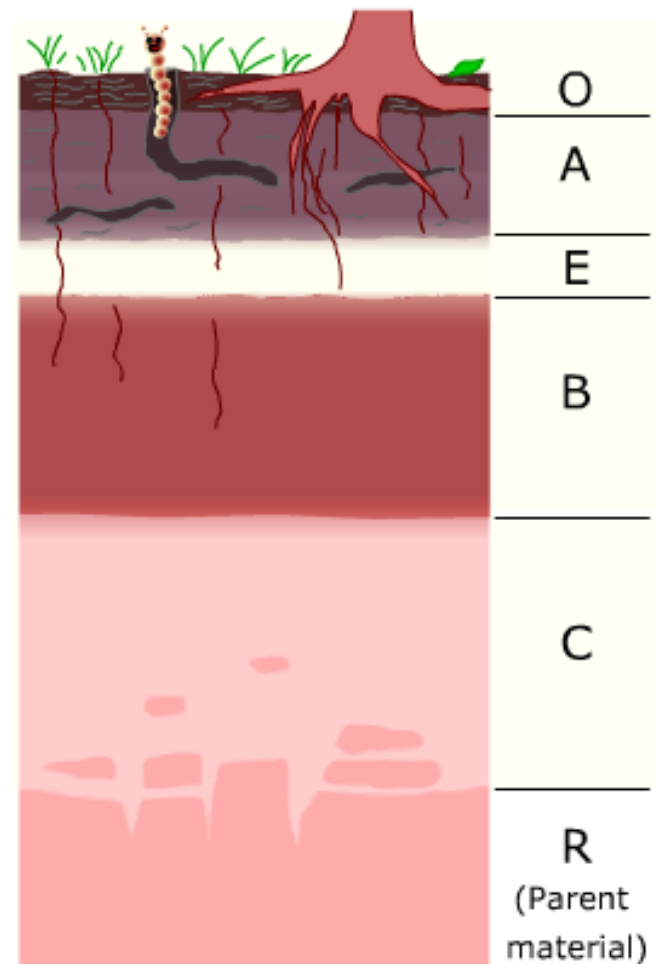
Bu süreçler sonucunda toprak profilinde farklı "horizon" lar oluşur;

- 1- organik horizon (üst)
- 2- liçing horizonu (orta)
- 3- Fe'ce zengin toplanma horizonu (alt)





Hori- zon	Main process*	Material	Colour
O	Organic decom- position	Plant debris and humus	Dark brown or black
A	Mixing	Humus and minerogenic material (clay minerals, quartz)	Black, grey or brown
E	Eluviation and leaching	Much residual quartz	Wood- ash white or grey
B	Accumulation (illuviation)	Clay minerals, carbonates, Fe/Al oxides/ hydroxides etc.	Brown, red or yellow
C	Weathering	Weathered rock or sediment	Discoloured parent material



AYRIŞMAYI KONTROL EDEN FAKTÖRLER;

1- KAYAÇ TİPİ

Yapı/doku,
Mineralojik bileşim

2- İKLİM

Sıcaklık
Yağış (nem)

3- ZAMAN

4- TOPRAK VARLIĞI/YOKLUĞU

Bağımsız değişkenler

Bağımlı değişken



ZEMİNLER

Kayaçların ayrışması sonucu oluşan tanelerin (kırıntıların), bulundukları yerde veya taşınıp* herhangi bir bölgede çökmesi ile meydana gelen gevşek/tutturulmamış jeolojik malzemedir. Zeminin oluşturan taneler boyutlarına göre;

ÇAKIL

_____ 2 mm

KUM

_____ 0.0625 (1/16) mm

SİLT

_____ 0.0039 (1/256) mm

KİL

* su, rüzgar, buzul ve gravite



Üç tip zemin mevcuttur;

1- yerinde oluşan (rezidüel): Taze ana kayalık üzerinde bulunurlar

2- taşınmış: Ayrışma sürecinden sonra taşınarak uygun yerlerde depolanırlar (çökeltme)

su ile taşınma (alüvyon)

gravite ile taşınma (kolüvyon)

Buzul (till)

rüzgar (löss)

3- organik (toprak): organik maddece zengin



Zeminlerin Mühendislik özellikleri

Zeminler müh. Jeolojisinde iki ana gruba ayrılır

- 1- kohezyonlu zeminler (silt, kil): büyük ve hızlı (birincil), küçük ve yavaş (ikincil)
- 2- kohezyonsuz zeminler (kum, çakıl, blok): oturma küçük ve hızlı



İnce taneli zeminler, kıvam limitlerine göre sınıflanırlar;

Plastik limit (PL): Zeminin 3 mm çaplı silindir şeklinde yuvarlanabildiği durumudaki en düşük su içeriği

Likit limit (LL): zeminin kendi ağırlığı altında akabildiği min. su içeriğidir.

Plastisite indeksi (PI): $LL - PL$

PI yüksek zeminler şişme potansiyeli yüksektir

Likitide indeksi (LI): $(w - PL) / PI$

Zemin Sınıflaması		Tane boyu (mm)	Tipik değerler		
Tür	Sınıf		LL	PI	⑩
Çakıl	G	2-60			>32
Kum	S	0.06-2			>32
Silt	ML	0.002-0.06	30	5	32
Killi silt	MH	0.002-0.06	70	30	25
Kil	CL	< 0.002	35		28
Plastik kil	CH	< 0.002	70	45	19
Organik	O				<10



JEOLOJİK AFETLER

1. Depremler
2. Volkanik aktivite
3. Kitle Hareketleri



HEYELANLAR(KİTLE HAREKETLERİ)

Her türlü doğal malzemenin yamaç aşağı hareketine heyelan veya kitle hareketi denilmektedir.



Neden heyelan oluşur?

Bir yamaca etkiyen kuvvetler incelenerek bu soruya cevap verilebilir;

İTİCİ KUVVETLER: Yamaçtaki malzemeyi eğim aşağı hareket ettirmeye çalışan kuvvettir. Yamaçtaki doğal ve yapay malzemenin kendi ağırlığının yamaç aşağı doğru olan bileşenidir.

TUTUCU KUVVETLER: itici kuvvete karşı koyan kuvvetlerdir. Kayma düzlemindeki sürtünme direncidir. Potansiyel kayma düzlemleri jeolojik olarak zayıflık düzlemleridir. Bunlar:

Metamorfik kayalarda foliasyon düzlemleri

Sedimanter kayalarda tabaka düzlemleri

Tüm kayalardaki eklem (kırık, çatlak vs) düzlemleridir.



Yamaçların (şev) duraylılığı emniyet katsayısı ile değerlendirilir

Emniyet Katsayısı (EK): Tutucu Kuvvet / İtici kuvvet oranıdır

>1 ise yamaç duraylıdır

<1 ise yamaç duraysızdır.

EK sabit değildir. Şartlara bağlı olarak değişir.

Yamaçtaki kuvvetler aşağıdakilere ilişkilidir

- doğal malzemenin tipi
- yamaç açısı ve topoğrafya
- iklim
- bitki örtüsü
- su
- zaman



Doğal malzemenin rolü

Yamaç hareketinin tipi ve sıklığını etkiler:

Dairesel kayma: Kayma eğrisel bir yüzey boyunca gelişir

Düzlemsel kayma: kayma düz bir yüzey boyunca gelişir. Kırık, tabaka ve foliasyon düzlemleri boyunca gelişir.

Yamaçtaki malzeme şeyl veya piroklastik kayalar gibi zayıf kayalardan oluşmuş ise buralar potansiyel heyelan alanlarıdır.

Kumtaşı, granit ve kireçtaşı gibi sağlam kayalardan yapılı yamaçlar heyelan açısından duraylıdır.



Yamaç açısı ve topoğrafya

Yamaç eğimi arttıkça itici kuvvetler artacağından yamaç duraylılığı azalır. Heyelanlar genellikle yüksek eğime sahip yamaçlarda gelişir.

İklim:

Gerek yağış gerekse de gelişen bitki örtüsü nedeniyle heyelan üzerinde önemli ölçüde etkiye sahiptir

Bitki örtüsü: olumlu ve olumsuz etkilere sahiptir;

Yamaç erozyonunu önler, heyelana karşı duraylılığı artırır

İlave ağırlık oluşturur, su toplar, suyun yamaca süzülmesine neden olur

Su:

Yamaçtaki malzemenin kaymasını kolaylaştırır

Yamaç topuğunu aşındırır

Sürtünme kuvvetini azaltır

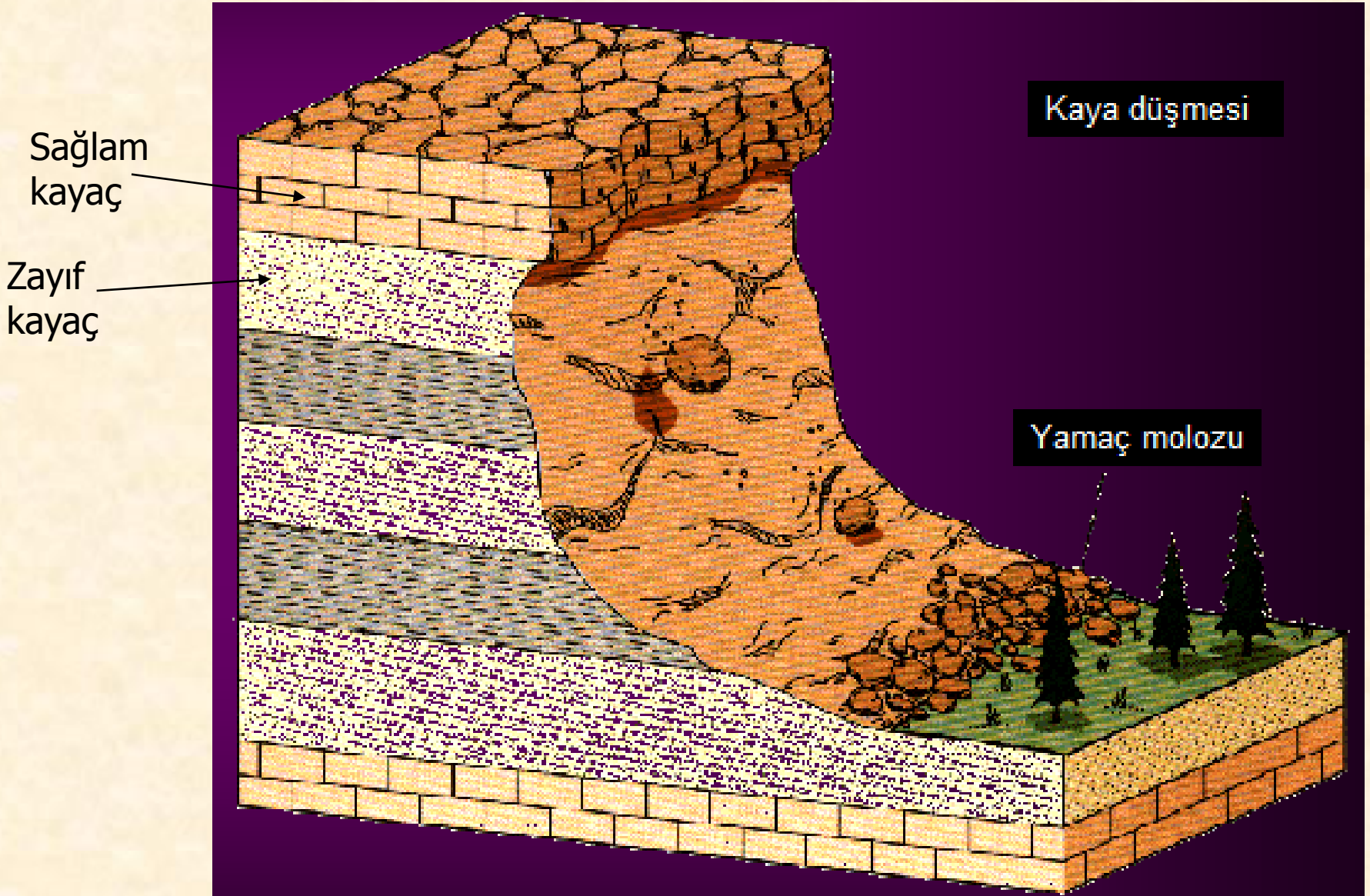


Heyelan Çeşitleri: heyelanların sınıflamasında dikkate alınan kriterler;

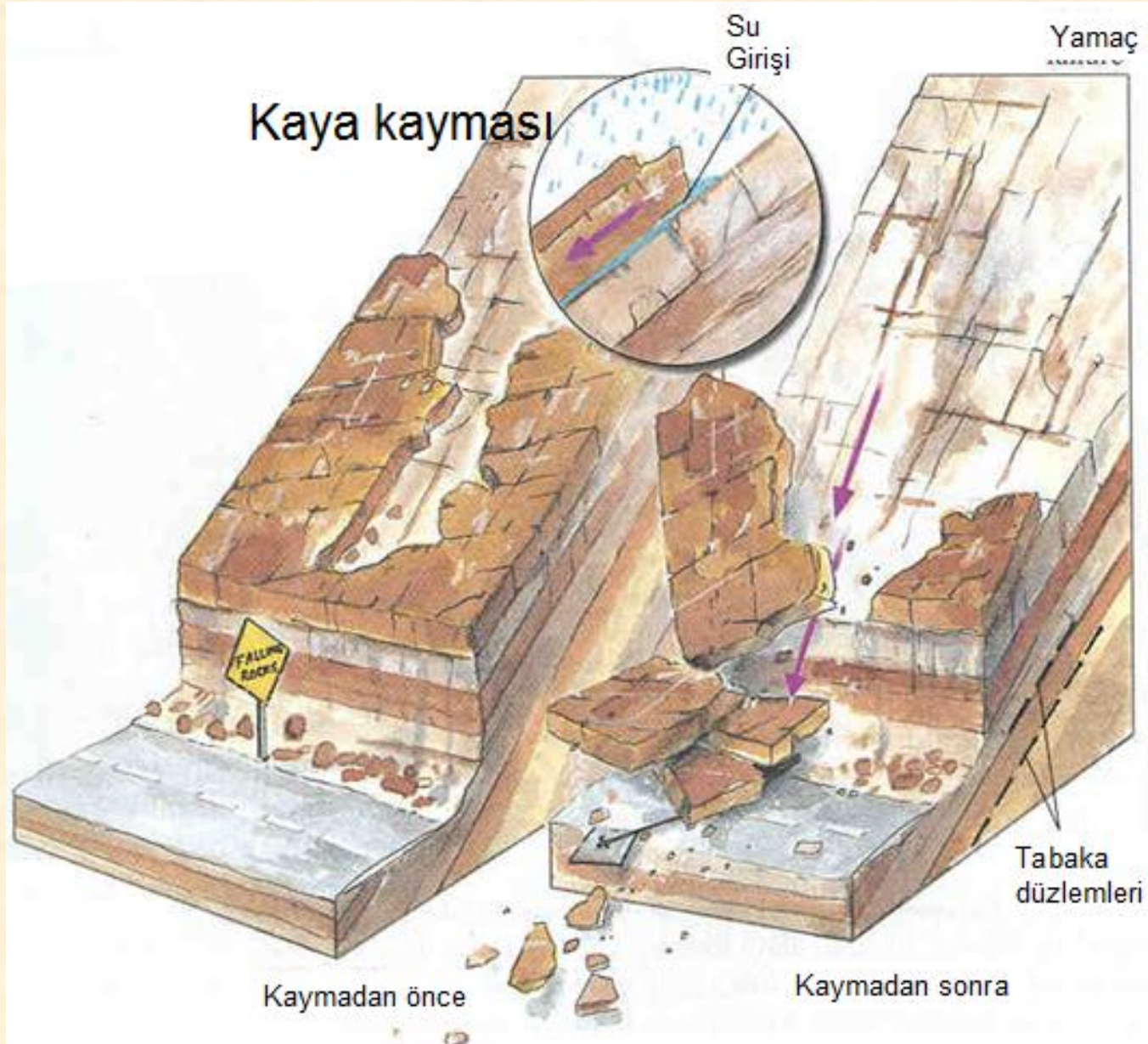
- Hareketin tipi
- Malzemenin türü
- Su miktarı
- Hareket hızı

- 1.Kayma
- 2.Akma
- 3.Düşme
- 4.Çökme (sübsidans)

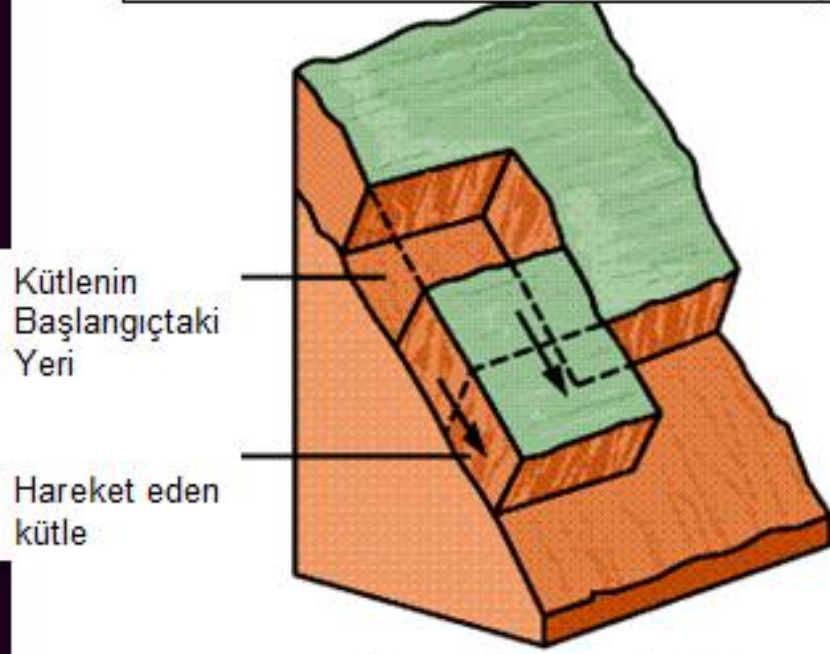
Düşme : doğal malzemenin serbest yüzey veya yardan serbest düşmesidir.



Kayma: Bloklu doğal malzemenin yamaç aşağı hareketi



kayma



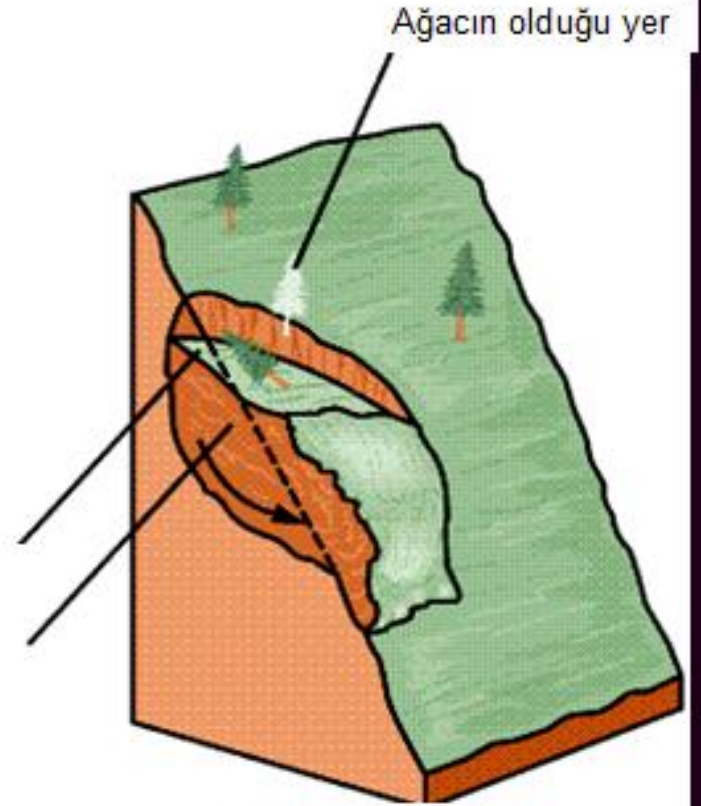
Kütlenin
Başlangıçtaki
Yeri

Hareket eden
kütle

Yerdeğiştirme ile kayma

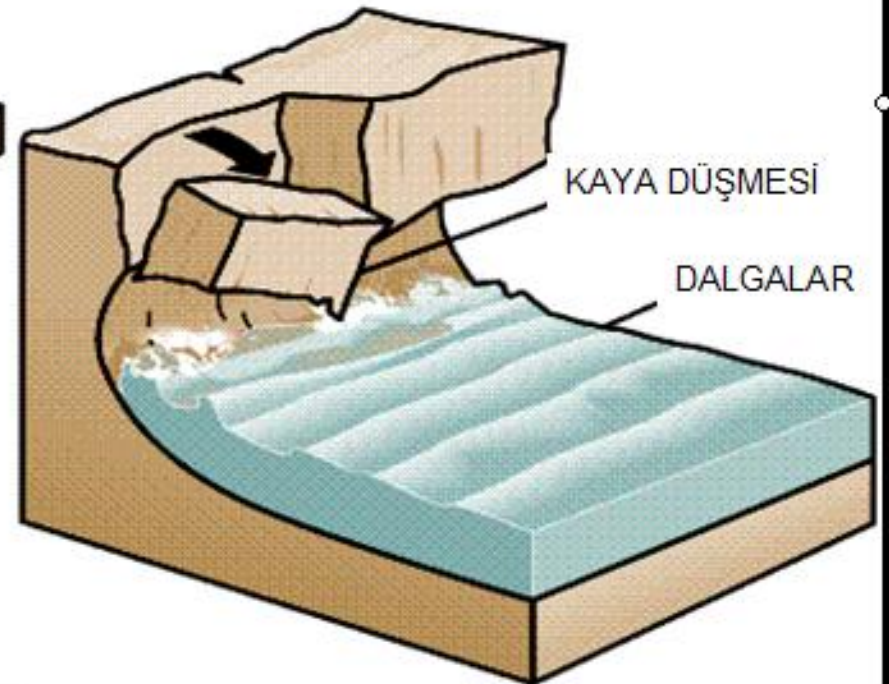
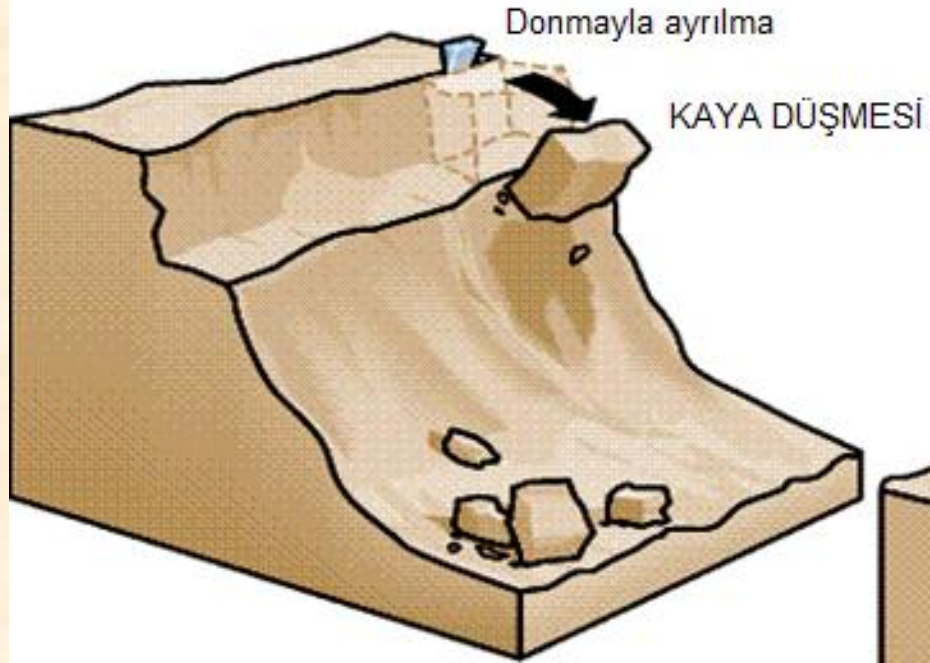
Başlangıçtaki durum

kayan kütle

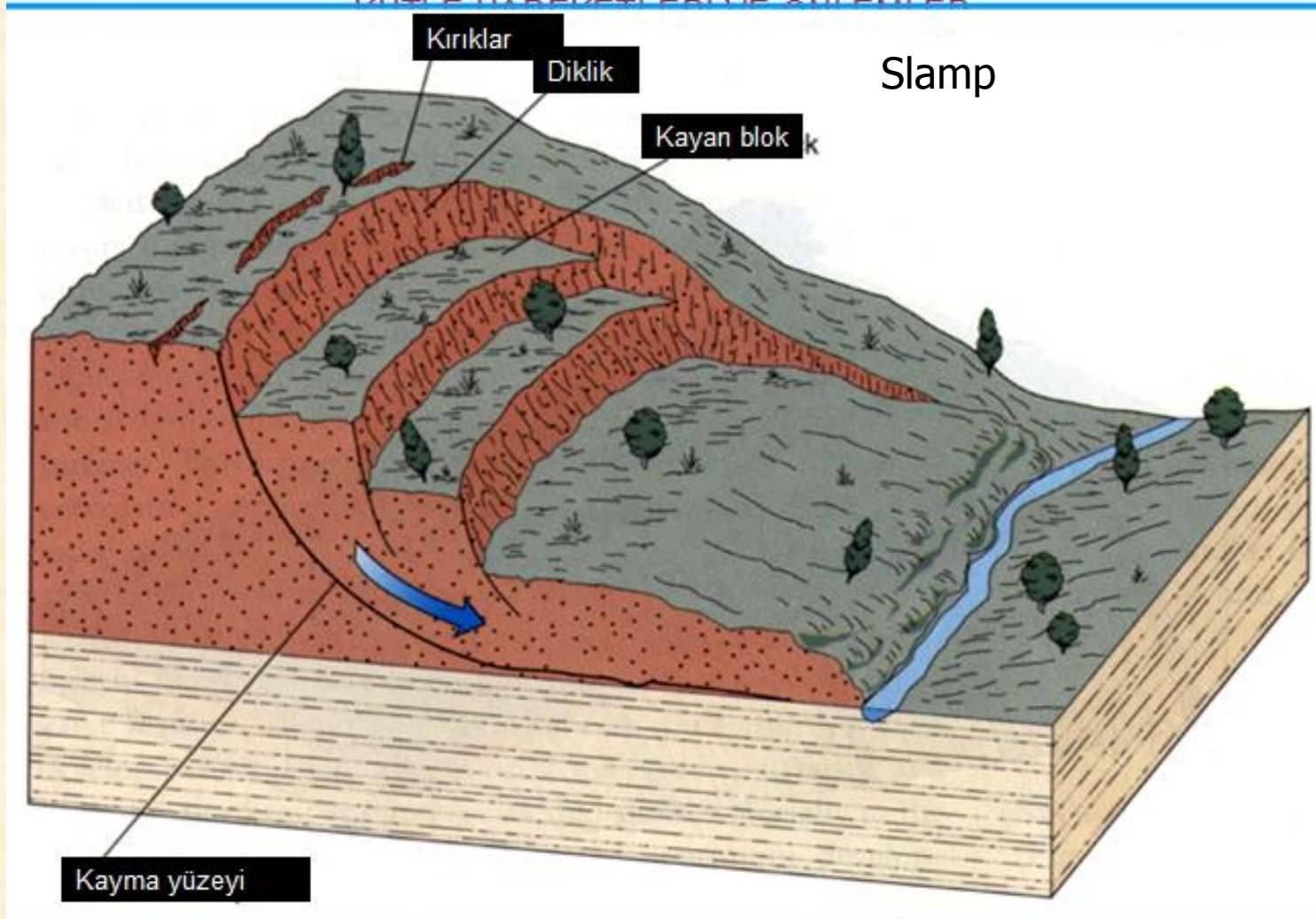


Ağacın olduğu yer

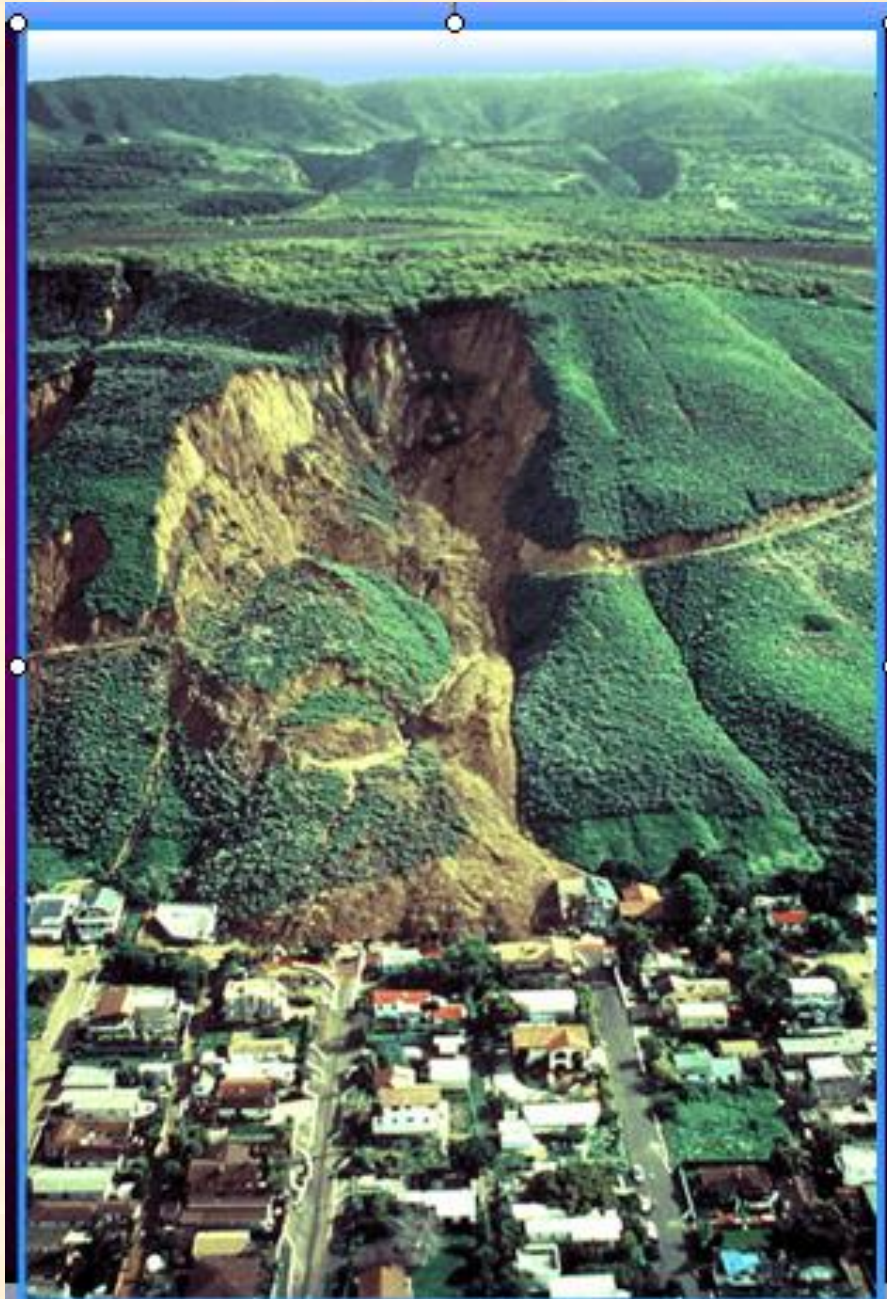
Rotasyonel kayma



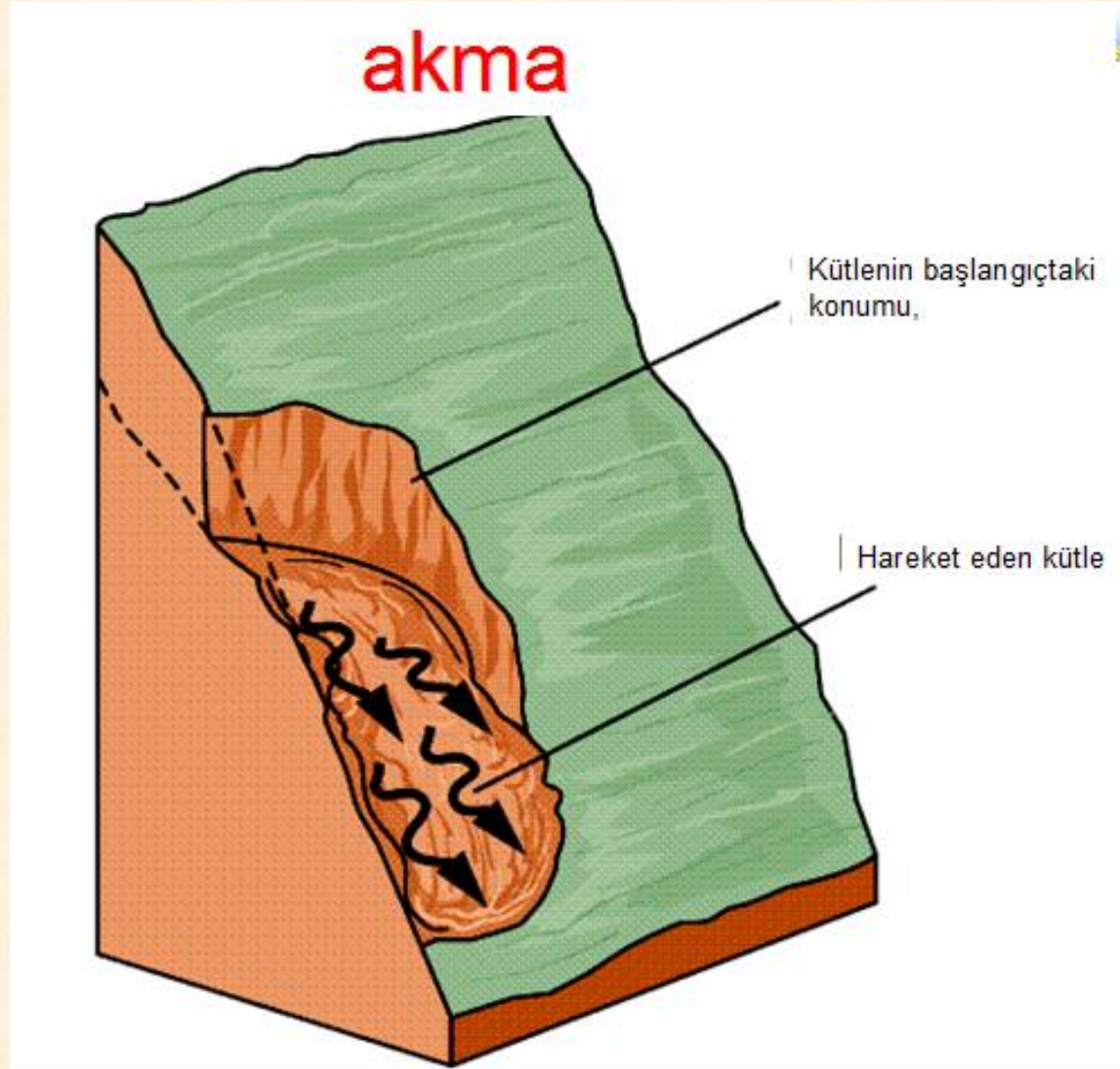
Slamp: bir kaya veya zeminin eğrisel bir kayma düzlemi boyunca kayarak düşme blokları oluşumasıdır.



Toprak kayması



Akma: Taneciklerin kütle içinde karışarak hareket ettiği pekleşmemiş malzemenin yamaç aşağı hareketidir.



Krip: Çok yavaş gelişen akma türüdür.



akma

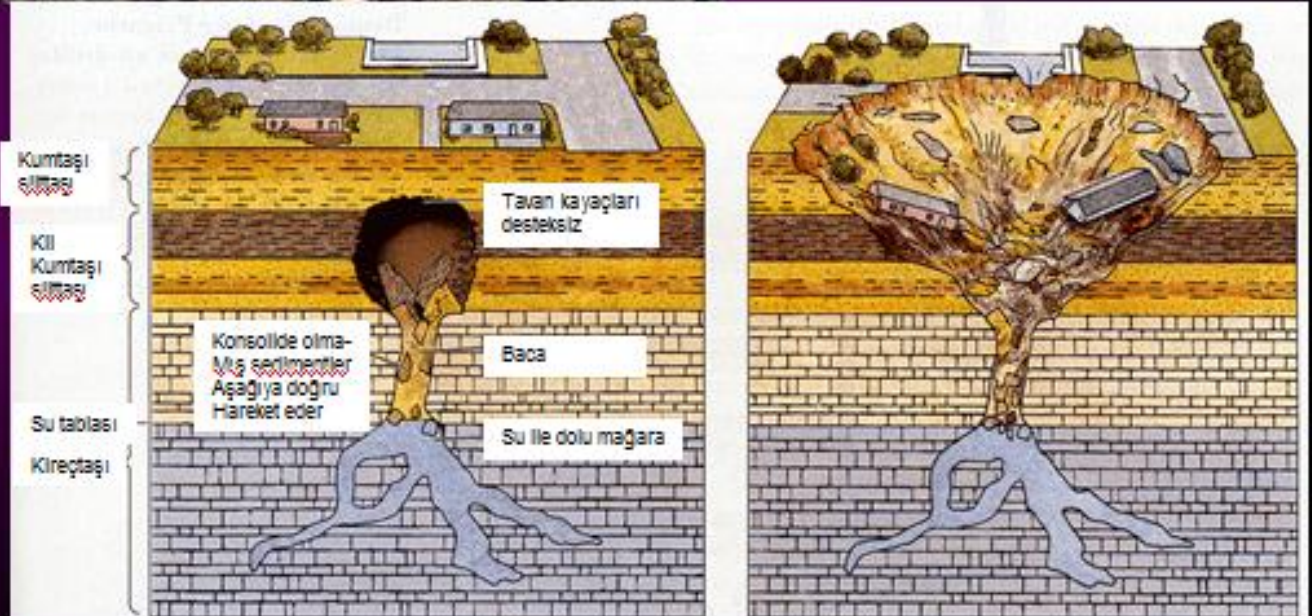




Çökme (sübsidans): Yamaç veya düz zeminde doğal kütlenin çevreye göre çökmesidir.

Yer altı rezervuarından sıvı çekimi

Yüzeye yakın doğal boşlukların çökmesi şeklinde ortaya çıkar (obruk). Karbonatlı kayaların kimyasal ayrışması sonucu oluşan boşlukların zamanla tavan kesimi çökerek dairesel şekilli obruk denilen çöküntüler oluşur.





Obruk- Winter Park, Florida



Konya (Karapınar) obrukları



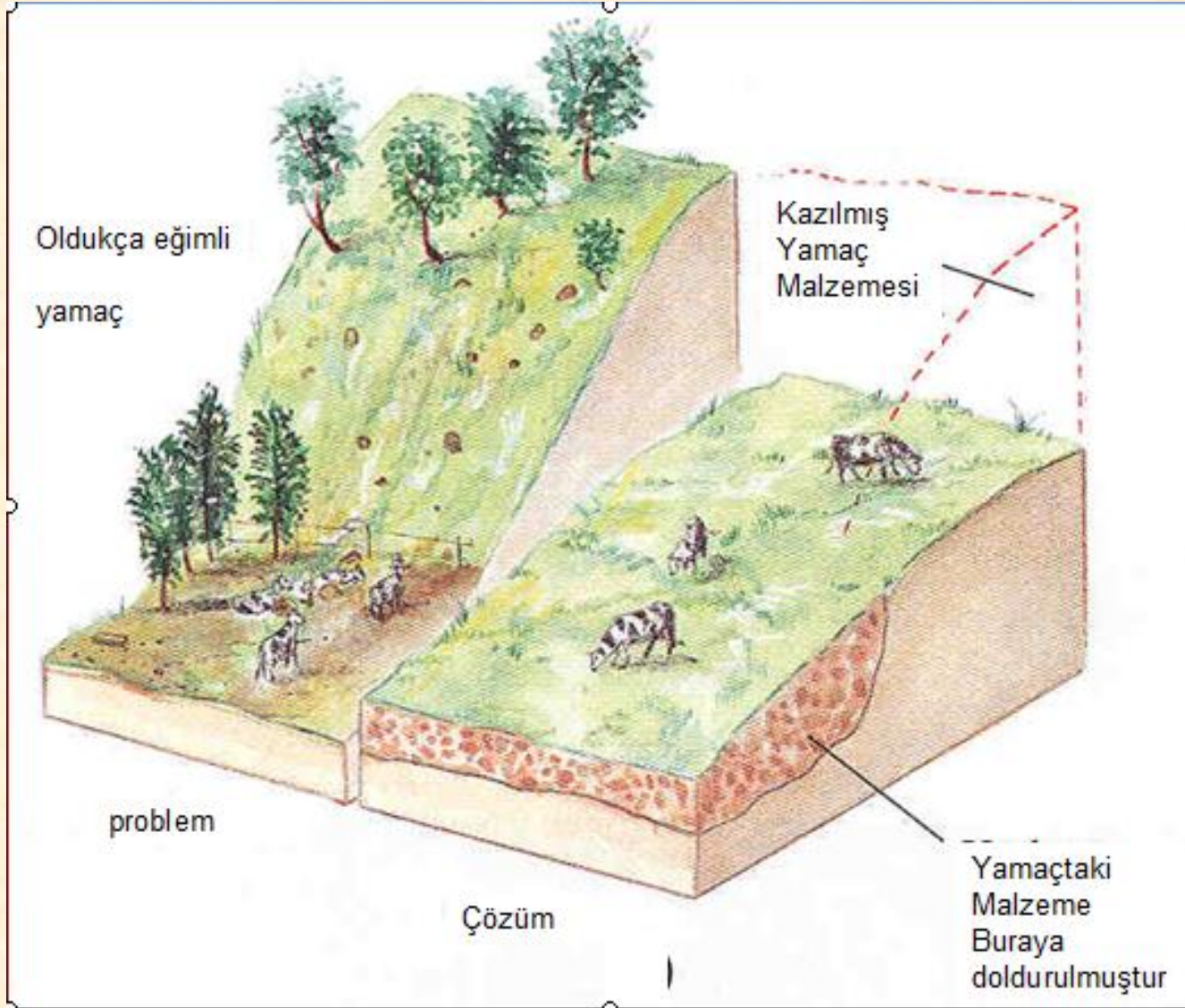


Heyelanları önleme:

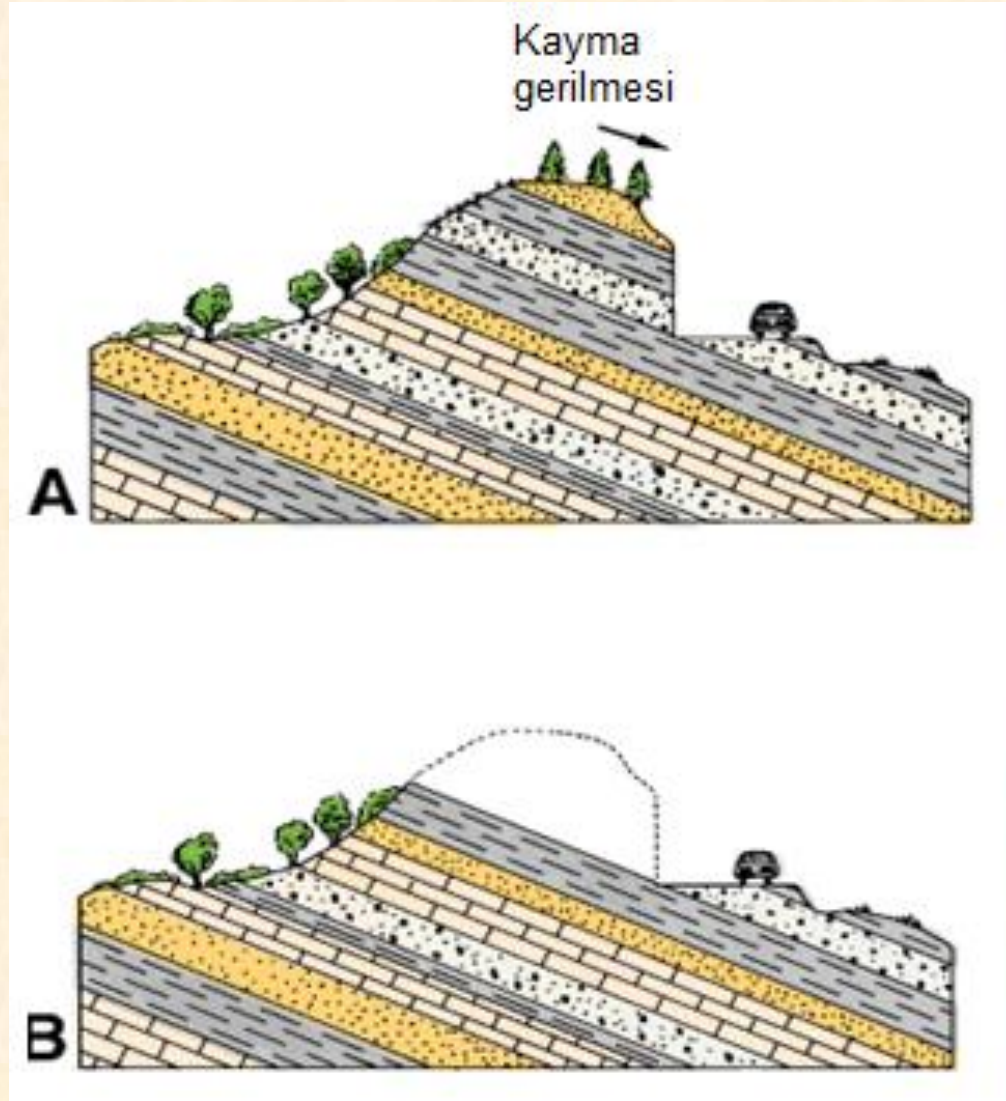
En çok tercih edilen ve en ucuz yöntem HEYELAN TEHLİKESİ OLAN BÖLGEDE YERLEŞİMDEN KAÇINMAKTIR.

1. Drenaj kontrolü: suyu yamaçtan uzaklaştırmak

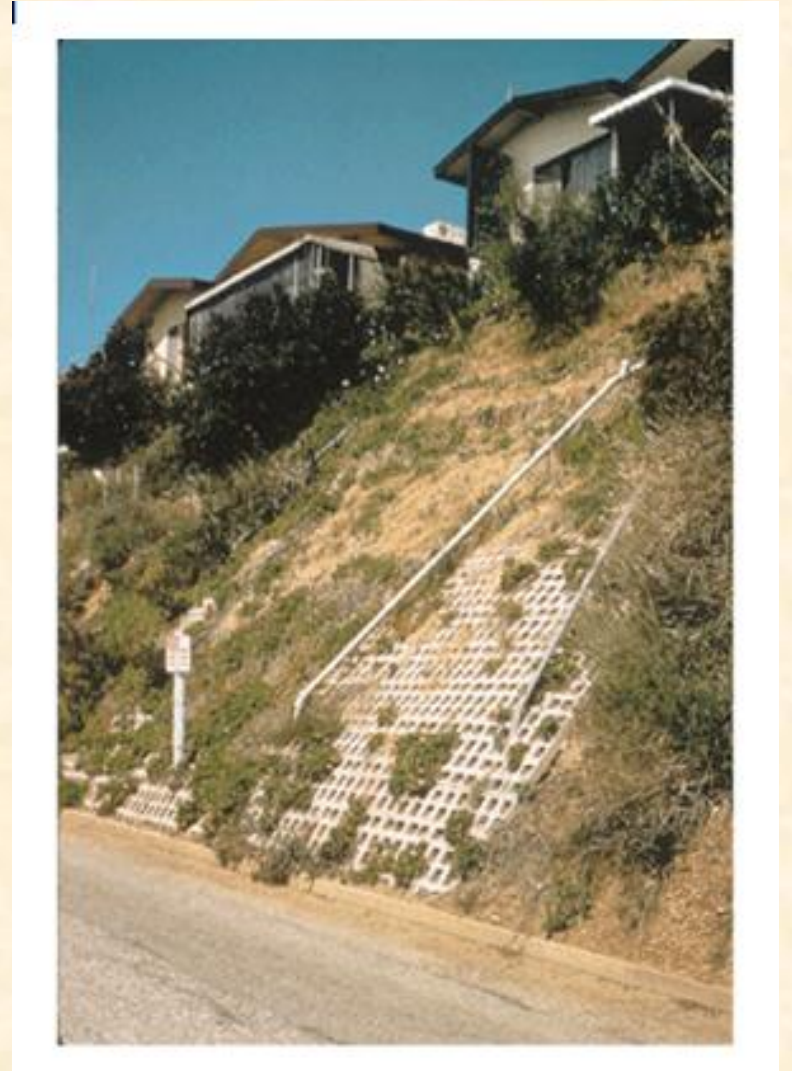
2. Yamaç eğimini azaltmak



3. Hassas yamaçların kesilmesi

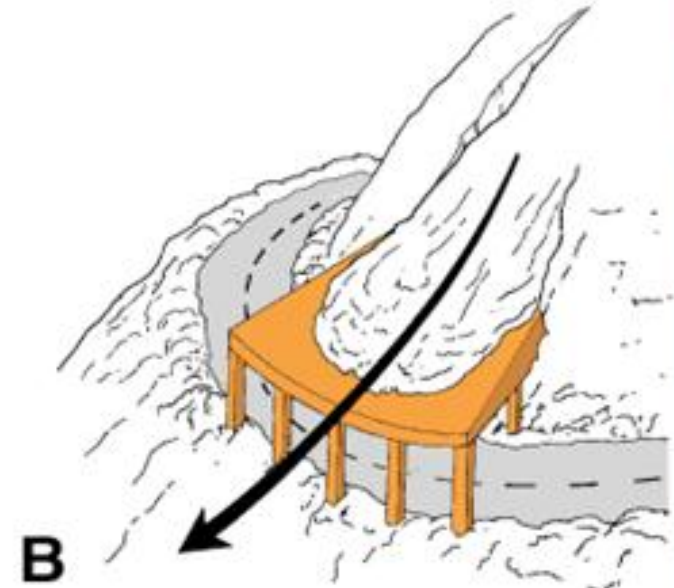


4. Destekler (istinat) yapıları

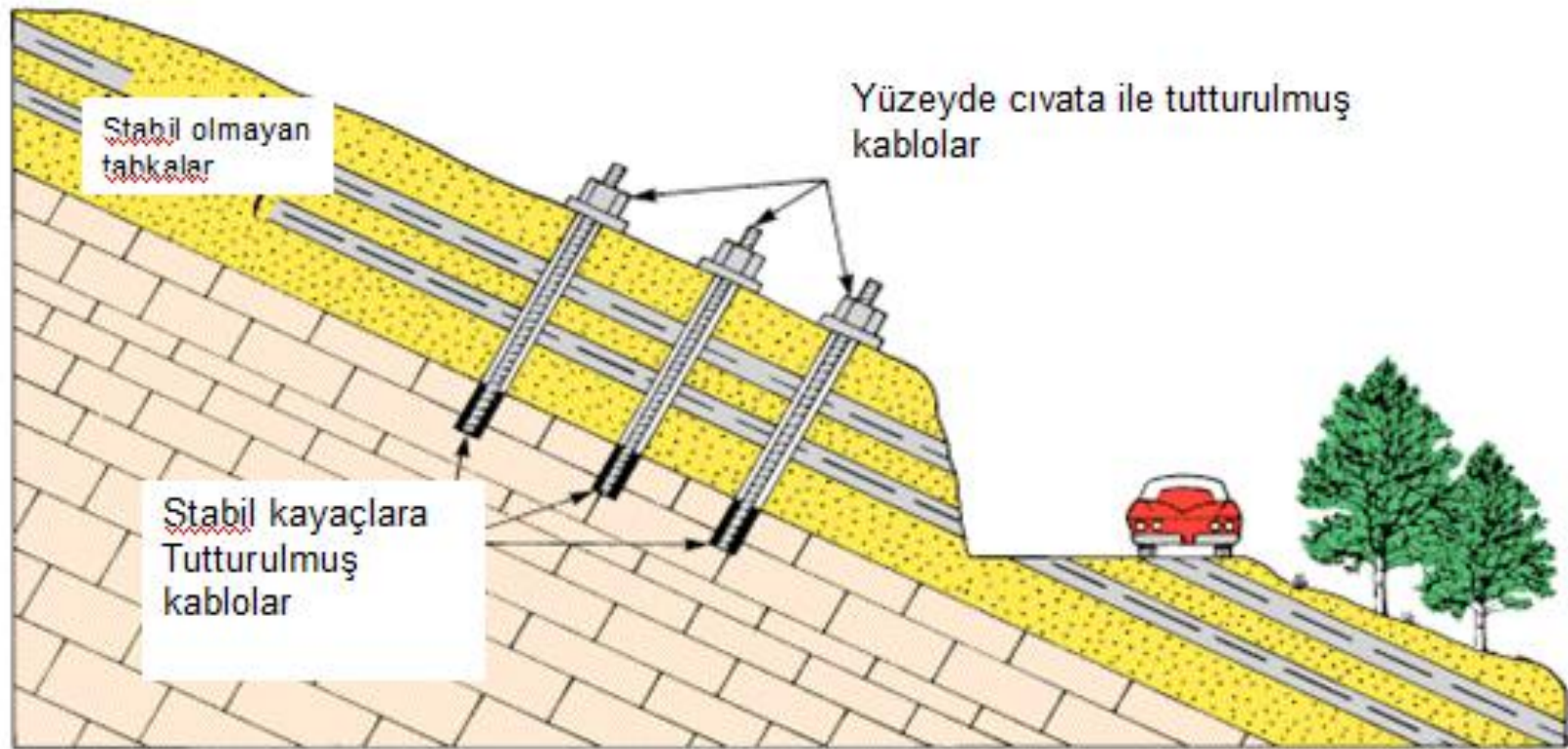


(A) Yol yarmasını kafesleyerek yola kaya
Düşmesini engellemek

(B) Yol üzerine korunak yapmak



) Kayaç vidalarının eklenmesi



VOLKANİK FAALİYETLER

Yerin derinlerinde oluşan mağmaların yer yüzüne çıkarak oluşturdukları faaliyetlerin tümüne volkanizma denir. Yüzeye çıkan mağmaya lav adı verilir. Lav aynı zamanda bu mağmanın soğuması sonucu oluşan volkanik kayalar (andezit, bazalt) için kullanılan genel terimdir. Volkanizma ile lavlarla beraber piroklastik kayalar adı verilen kırıntılı kayalar da oluşmaktadır.

MAĞMANIN FİZİKSEL DAVRANIŞINA ETKİ EDEN BAZI ÖZELLİKLERİ

Azalan SiO ₂ , viskozite*	Kayaç tipi	Sıcaklık (°C)	Artan sıcaklık, yoğunluk
	Riyolit	700-900	
	Dasit	800-1100	
	Andezit	950-1200	
	Bazalt	1000-1200	

* Maddenin (mağmanın) akmaya karşı olan içsel direncidir. Mağmanın viskozitesi lavın akış biçim ve hareketliliğini önemli ölçüde kontrol eder.



Birincil volkanik tehlikeler

1. lav akıntıları
2. Piroklastik aktivite

İkincil etkiler

- heyelanlar (lahar)
- yangınlar

[animasyon](#)

[animasyon](#)



LAHAR

Suyla karışmış volkaniklastik malzemenin volkanın yamaçları boyunca akması sonucunda oluşan çökellerdir. Bunların akış hızları 40 m/s çıkabilmektedir.

[Animasyon 1](#)

[Animasyon 2](#)

[Animasyon 3](#)



Volkanik tehlikeleri önleme*:

Hidrolik soğutma

Duvar inşası

Lav akış kanalları

*Bu önlemler büyük volkanik aktiviteler için oldukça yetersizdir.

JEOLojİDE ZAMAN

1- Göreli yaş:

Jeolojik olayların oluşum sırasını vermek amacıyla bazı kurallara dayanarak yapılır. Bu kurallardan bazıları şöyledir;

a- İstiflenme kuralı: Sedimanter tabakalar ilk oluştuklarında yataydırlar. İlk oluşan tabakalar istifin en altında bulunur ve dolayısıyla en yaşlıdır. Daha sonra oluşan tabakalar en alttaki en yaşlı olan tabaka üzerine çökelirler. Dolayısıyla istifin en üstüne doğru genç kayaçlar görülür.

b- kesme-kesilme kuralı: Kesen birim kesilen birimden gençtir. Mağmatik kayaçlar ile diğer kayaçlar arasında bu kurala dayanarak göreceli yaş verilebilmektedir. Örneğin sedimanter bir istifi kesen bir granit, sedimanter istiftten daha gençtir.

c- Bileşen kuralı: bir sedimanter kayaç onu oluşturan bileşenlerden daha gençtir

2- Çökelim yaşı: Sedimanter kayaçlar içinde yer alan karakteristik fosiller belli bir zaman aralığını yansıtır. Bu fosillerin varlığı belirlenerek sedimanter kayaçlar için çökelim yaşları ortaya konulabilir

3- Mutlak yaş: Radyoaktif elementlerin yarılanma sürelerinden yola çıkılarak kayaçların veya minerallerin oluşum yaşının yıl olarak verilmesidir.

Jeolojik zaman çizelgesi

[animasyon](#)

ÜST ZAMAN	ZAMAN	DEVİR	DEVRE	MİLYON YIL	
FANEREZOYİK	SENOZOYİK	KUVATERNER	HOLOSEN	0.8	
			PLEYİSTOSEN	1.8	
		TERSİYER	NEOJEN	PLİYÖSEN	5
			PALAJOJEN	MİYÖSEN	25
				OLİGOSEN	40
				EOSEN	55
		PALEOSEN	65		
	MESOZOYİK	KRETASE	ÜST	100	
			ALT	140	
		JURA	MALM	160	
			DOGGER	180	
			LİYAS	200	
		TRİAS	ÜST		
			ORTA		
			ALT	230	
	PALEOZOYİK	PERMİYEN	ÜST		
			ALT	280	
		KARBONİFER	ÜST		
			ALT	350	
		DEVONİYEN	ÜST		
			ORTA		
			ALT	400	
		SİLÜRİYEN	ÜST		
			ALT	430	
		ORDOVİSYEN	ÜST		
			ALT	500	
		KAMBRİYEN	ÜST		
			ORTA		
			ALT	570	
	PRETEREZOYİK	PREKAMBRİYEN	ALGONKİYEN	2 600	
KRİPTOZOYİK ARKEOZOYİK AZOYİK	ARKEEN		2 600 den önce		