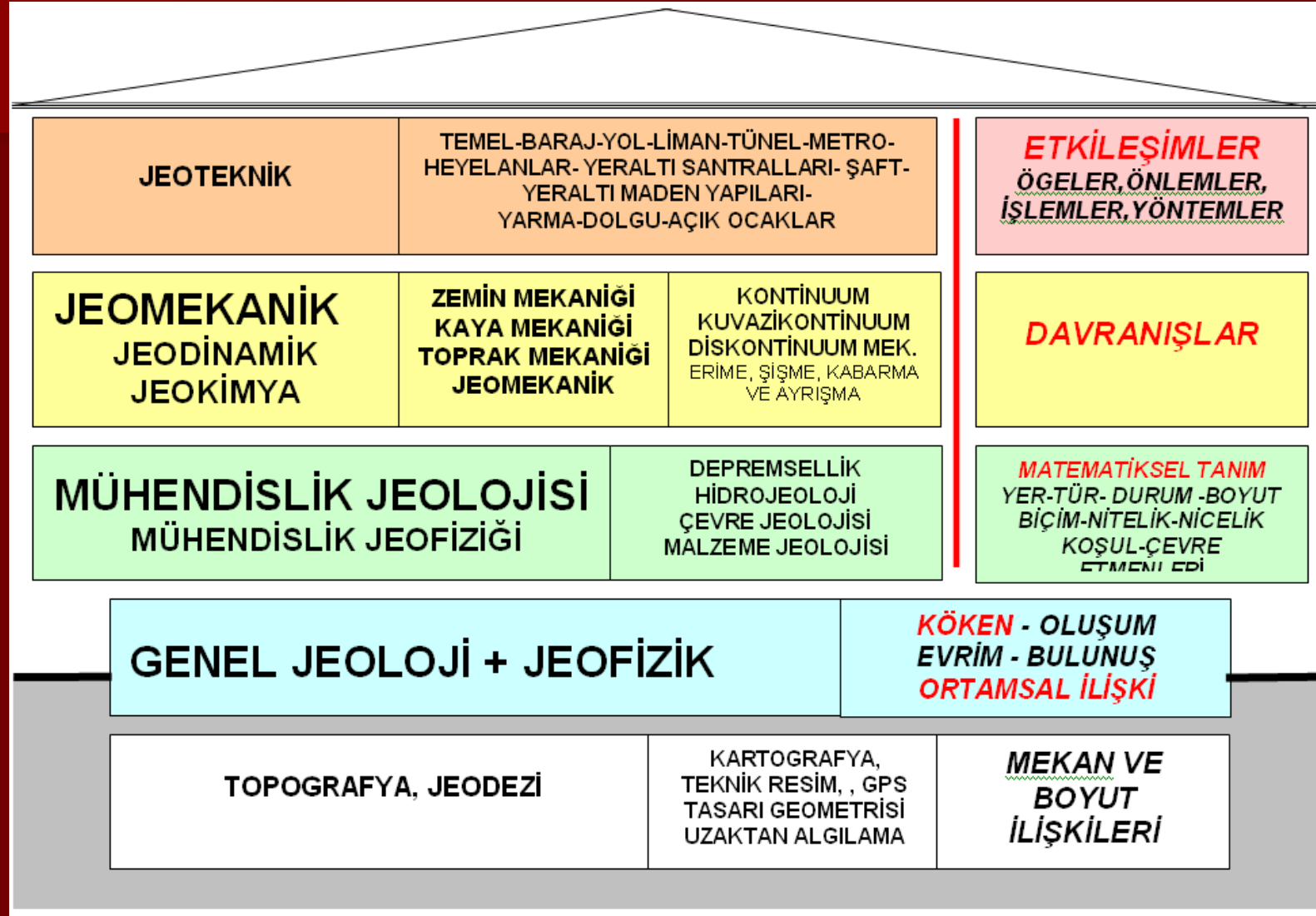


# ***KAYA MEKANIĐI***

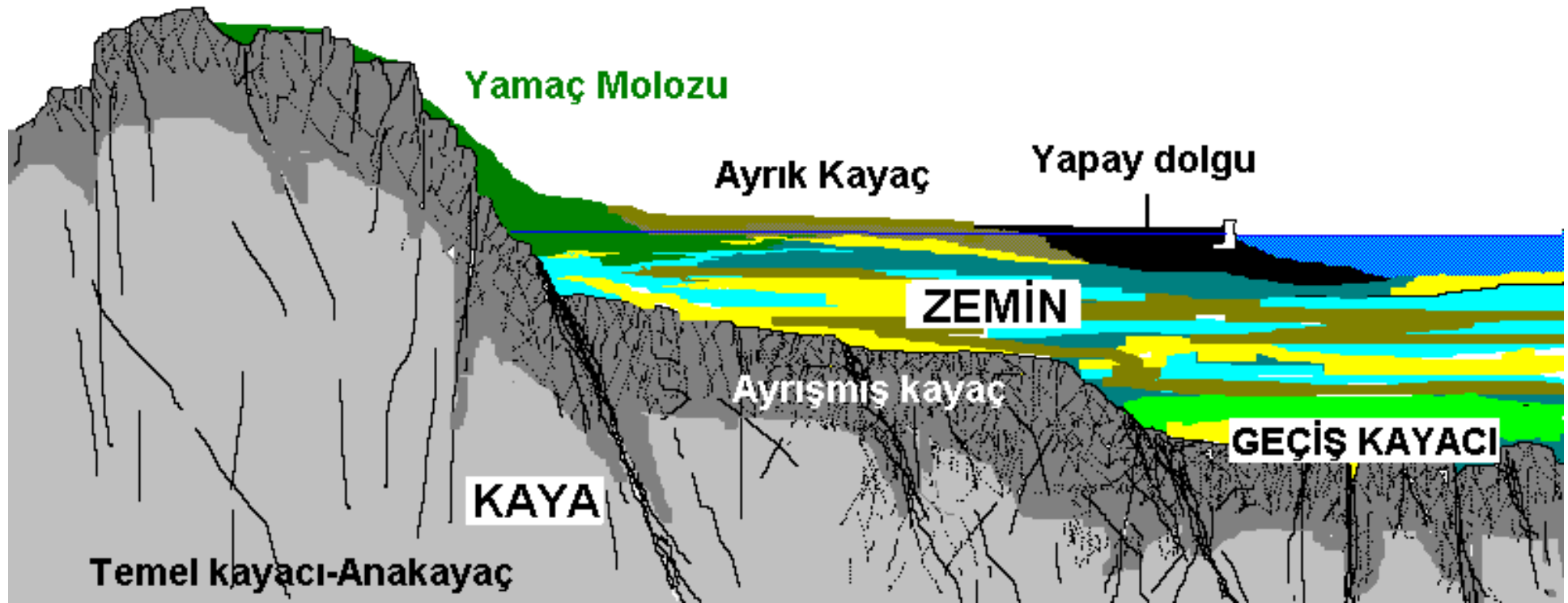
***Doç. Dr. Mustafa FENER***



# Yerbilimlerinden teknik girişime kadar uzanan çalışmalar

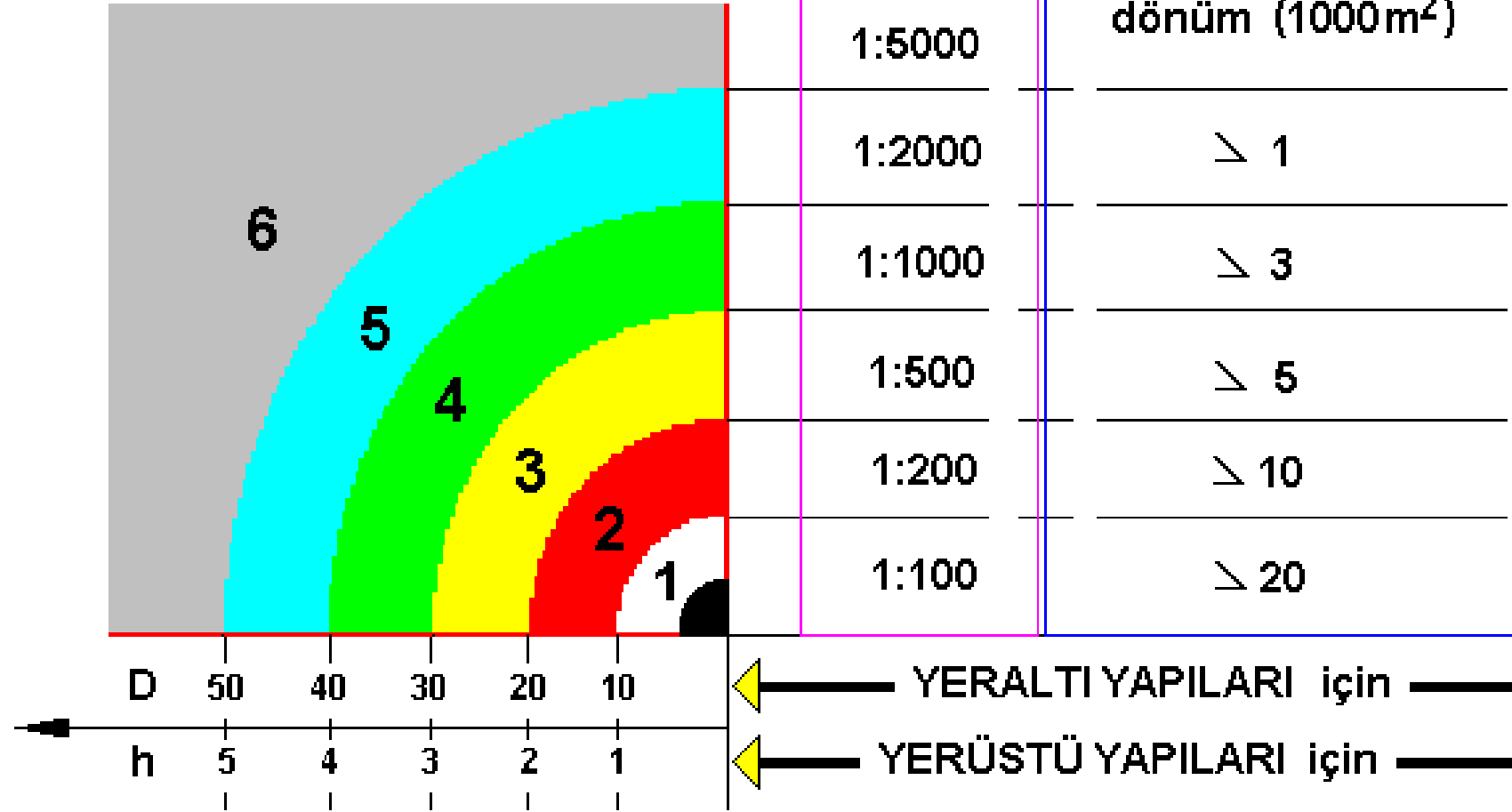


# Mühendislik Jeolojisinde Ortamlar



(Vardar, 2010)

## ETKİME ZONLARI



**D** : Yeraltı açıklığının eşdeğer çapı

**h** : Kazı çukuru derinliği ya da yarma yüksekliği

## Kaya,

Büyük kütleler veya parçalar şeklinde bulunan doğal ve katı haldeki mineral oluşuk (**ASTM**),

Büyük kütleler veya parçalar şeklinde bulunan mineral parçalarının doğal olarak meydana getirdiği oluşuk (**ISRM**),

Yapıya bağlı süreksizlikler ihtiva eden ve tabii olarak oluşan kütle (**TSE**),

olarak tanımlanabilir.

## Kaya Mekaniği,

Kaya kütleleri ve kayanın mekanik davranışını inceleyen teorik ve uygulamalı bir bilimdir.

**Kaya** ile **zemini** birbirinden ayıran birçok parametre kullanılmaktadır. Bunlar başlıca **dayanım** ve **tanelerin** sıklığıdır. Fakat bunlar her zaman belirleyici olamamaktadır. Zeminlerin özellikleri sonsuz bir ortamda sürekli olarak devam ettiği halde, kayalardaki özellikler süreksizliklerle kesintiye uğramaktadır. Dolayısıyla zemin mekaniği **sürekli** ortam, kaya mekaniği ise **süreksiz** ortam mekaniği olarak tanımlanabilir (Akyol, 2001).

# TARİHÇE

Kaya insanoğlunun tanıdığı ve kullandığı ilk cisimlerden birisidir. Kaya mekaniği, maden ve inşaat mühendisliğinin ilk günlerine kadar uzanır. Üniversitelerde ders olarak ilk 1960 yıllarında okutulmaya başlanmıştır. Tarih öncesi dönemde ok başları, kaya içine oyulmuş yer altı şehirleri kayanın ilk kullanım yerleridir. 4700 yıl önce Mısırda yapılan piramitlerinde iki milyondan fazla kireçtaşı bloğu kullanılmış olup, kayanın işlenmesi ile elde edilmiş en büyük eser olarak bilinmektedir. Bunun dışında, maden çıkarmak, savunma ve su temini için yapılmış çeşitli tarihi tüneller, kaya içerisinde yapılmış ilk mühendislik faaliyetleri olarak tanımlanabilir. M.Ö 2900 yıllarında ilk barajlar Mısır ve Irak'ta yapılmıştır. 19 ve 20 inci yüzyılda artan ekonomik ve teknolojik gelişmeye bağlı olarak yerüstü ve yeraltında yapılan mühendislik faaliyetleri büyük bir artış göstermiştir. Bu faaliyetler kaya mekaniği teorisinin ve uygulama alanlarının artmasına neden olmuştur. Aşağıdaki tabloda kaya mekaniğinin uygulama alanları görülmektedir:

KAYA MÜHENDİSLİĞİ

TEMEL JEOLJİSİ

YERALTI SUYU

GERİLMELER

Saha Çalışması Yöntemleri ve Deneyler

Tasarım-Modelleme

Hesaplama

Kazı ve Stabilizasyon (duraylılık)

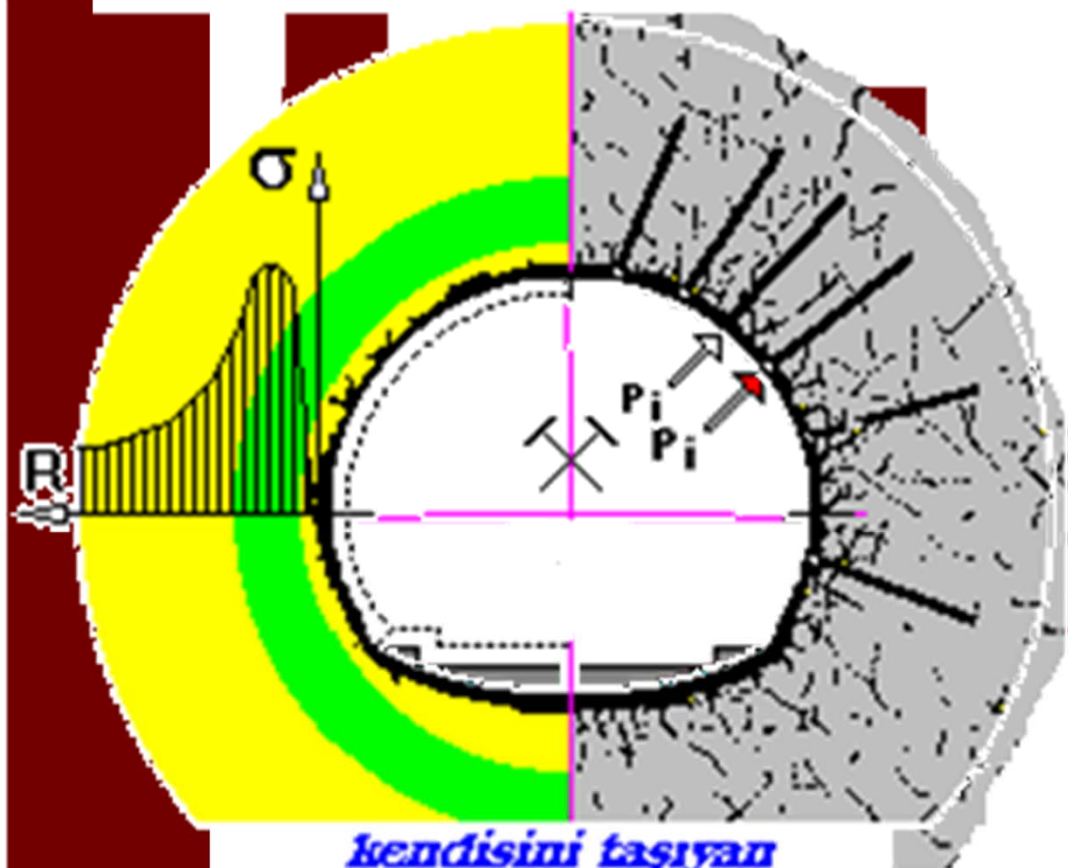
Instrumentasyon (aletli çalışma)

İzleme



Uyg.Alanı	Proje türü	Çalışmanın türü
Yüzey Yapıları	Konut arsaları	Heyelanlar, faylar, çeşitli deformasyonlar
	Köprüler, yüksek binalar Yüzey enerji yapıları	Jeoteknik sondaj, heyelan, fay, beton agrega, ankraj, taşıma gücü
	Barajlar	Heyelan, fay, agrega, gövde tipi seçimi, tünel ve şev destekleri, deformasyon analizi (tünel şev ve temel), patlatmalar
	Taş ocakları ve maden işi	Kaya şevler, heyelanlar, patlatma, deformasyon analizi, sökülebilirlik ve kesilebilirlik
	Dolu savaklar	Kaya şevler, heyelanlar, patlatma, deformasyon analizi, sökülebilirlik
Ulaşım Hatları	Kara ve demiryolları	Heyelan, kazı yönlenimi ve eğimi, şevler, patlatma, deformasyon analizi
	Kanallar, boru hatları	Heyelan, kazı yönlenimi ve eğimi, şevler, patlatma, deformasyon analizi
	Cebri borular	Heyelan, deformasyon
Yer altı Kazıları	Tüneller	Gerilme-deformasyon analizi, destek seçimi, kazı yöntemi
	Galeriler	Gerilme-deformasyon analizi, destek seçimi, kazı yöntemi
	Büyük yer altı boşlukları	Gerilme-deformasyon analizi, destek seçimi, kazı yöntemi
	Savunma	Gerilme-deformasyon analizi, destek seçimi, kazı yöntemi
Enerji Gelişimi	Petrol	Kaya çatlakları ve faylar, permeabilite
	Jeotermal	Kaya çatlakları ve faylar, permeabilite
	Nükleer enerji santralleri	Kaya çatlakları ve faylar, temel özellikleri
	Nükleer atık depolama	Kaya çatlakları ve faylar, permeabilite
	Petrol, doğalgaz için enerji depolama odaları	Gerilme-deformasyon analizi, destek seçimi, kazı yöntemi, kaya çatlakları ve faylar, permeabilite

(Akyol, 2001)



*kendisini taşıyan  
veya olabildiğince  
kendini taşımaya zorlanan doğal ortam*

*VERİMLİ HETKELİ*

# FİZİKSEL BÜYÜKLÜKLER

Fiziksel ölçüler üç gruba ayrılabilir:

- *Skalar* ölçüler: **büyükük** ifadesidir; sıcaklık, uzunluk, ağırlık vb.

Ağırlık kg, gr, t

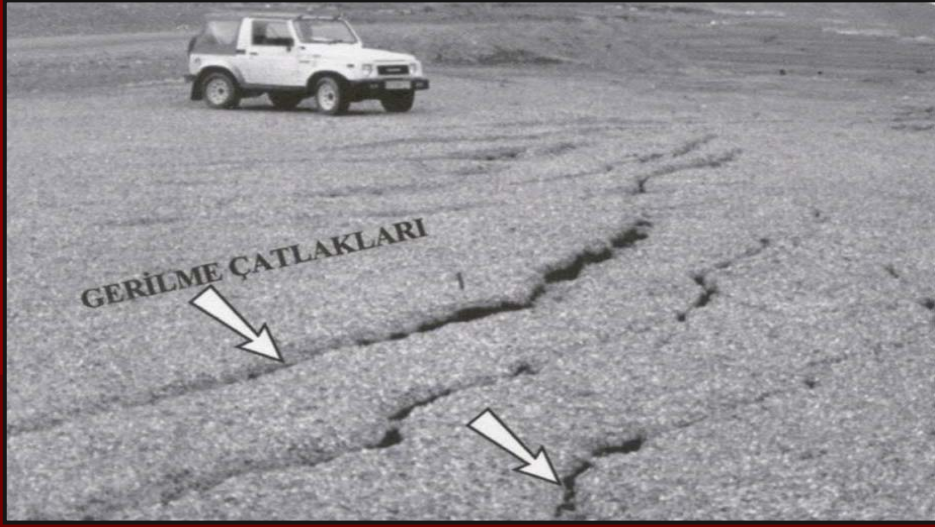
- *Vektörel* ölçüler: **büyükük ve yön** ifadesidir; kuvvet, akış vb.

Kuvvet kgk, grk, tk, N

- *Tensörel* ölçüler: **büyükük, yön ve etkime düzlemi** ifadesidir; gerilme, permeabilite vb.

Gerilme kgk/cm<sup>2</sup>, grk/cm<sup>2</sup>, tk/m<sup>2</sup>, N/m<sup>2</sup>=Pa

- **Yenilme** : Kayacın kapasitesini kaybetmesi sonucu başarısızlığın oluşmasıdır. Örneğin, bir köprü ayağının yerleştirildiği kayacın, uygulanan bu yüke karşı koyamaması ve köprünün normal fonksiyonunu yerine getirmesinin mümkün olmaması durumu yenilme olarak açıklanır. Ayrıca, aynı terim bir baraj veya basınç tüneline su tutulmasının mümkün olmaması durumunda da kullanılır.
- **Kırılma veya Kopma** : Kayaçlara uygulanan yük dayanma noktasının üzerinde ise, kayaçlarda çatlama veya kırılmalar oluşur. Bu durum kısaca kırılma olarak tanımlanır. Kırılma ve yenilme terimleri birbirleri ile karıştırılmamalıdır. Bir çok kazı işleminde kayaçta çatlamlar veya kırıklar oluşmasına rağmen duraylılık veya stabilite bozulmaz. Bu durum yenilme olarak açıklanmaz.
- **Mukavemet veya Dayanım** : Bir kaya numunesinin veya kütesinin uygulanan basınç veya gerilmeler karşısında kırılma gösterdiği basınç veya gerilme değeridir.



## KAYAÇLARIN MEKANİK YAPISI

Bütün jeolojik malzemeler farklı mineral tanelerinin bir araya gelmesinden oluşmaktadır. Aşağıdaki faktörler kuru bir malzemenin tanımlanmasına olanak vermektedir:

- Mineraloji
- Tane boyutu ve şekli
- Tane paketlenmesi
- Tane bağlanması

Yukarıda verilen her bir özelliğin ayrı bir önemi olmasına rağmen bunların doğrudan ölçülmesi ve nümerik değerlerle ifade edilmesi maalesef mümkün değildir. Bu nedenle mühendislik veya mekanik analizlerde bu özelliklerin önemi ikinci plana düşmektedir. Genelde laboratuvarda veya arazide ölçülerek nümerik değerlerle ifade edilebilen aşağıdaki temel parametreler mekanik analizlerde ön plana çıkar:

- Yoğunluk
- Gözeneklilik ve geçirgenlik
- Mukavemet veya dayanım
- Deformasyon
- Kimyasal duraylılık

## Malzemelerin Homojenliđi ve Sürekliliđi

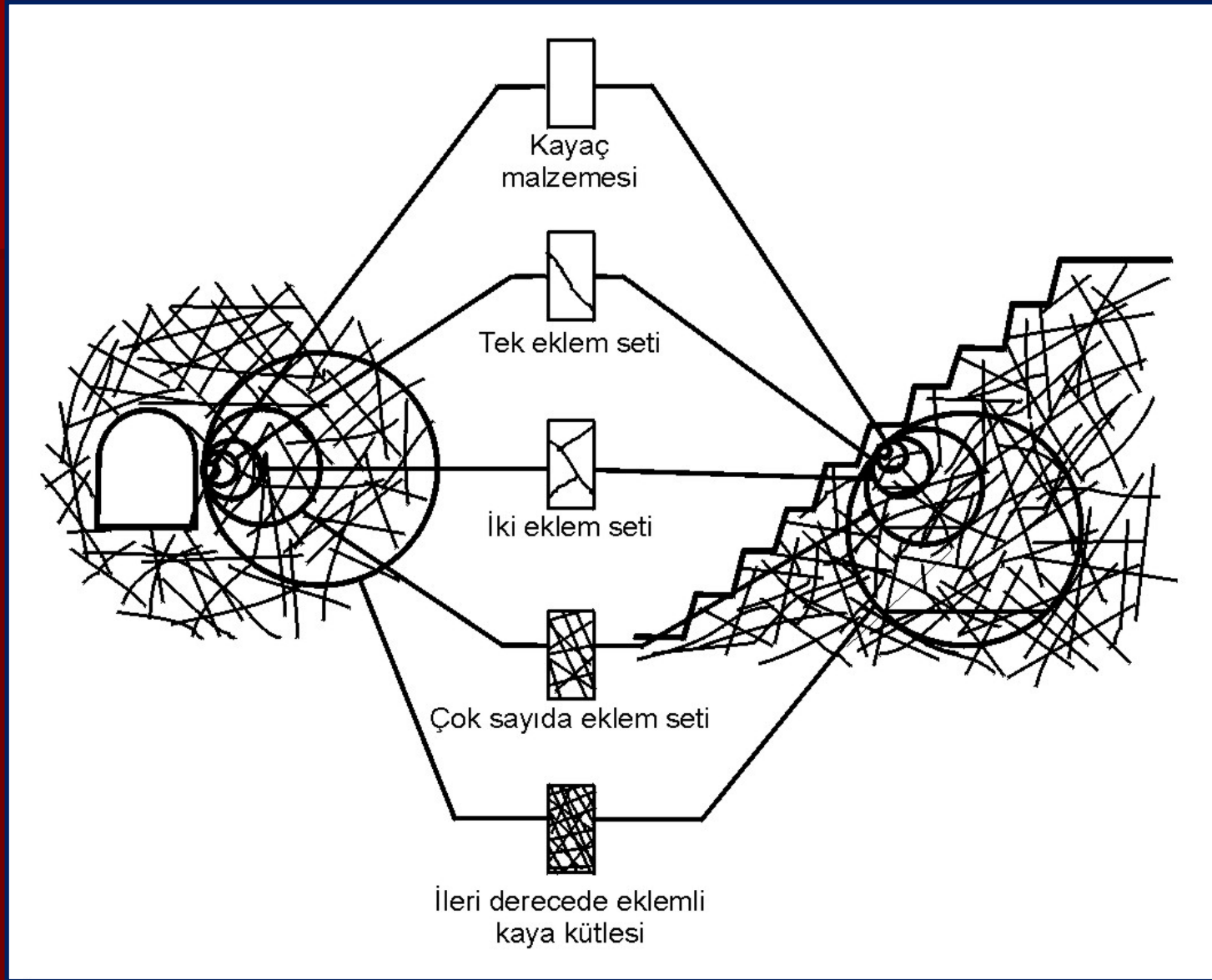
- Bir malzemededen alınan küçük parçanın özellikleri diğer parçalarla aynı ise, malzeme **homojen** olarak tanımlanır. Eğer aynı değil ise **heterojen** olarak tanımlanır.
- Bir malzemenin küçük parçalarının yoğunluk ve mukavemet gibi özellikleri aynı veya çok az farklılıklar gösteriyorsa malzeme **sürekli** olarak tanımlanır. Aksi durumda malzeme **süreksiz'dir**.

## Malzeme ve Kütle Kavramları

Kaya içinde yapılan yeraltı ve yerüstü kazılarında veya inşaatlarında stabilite (duraylılık), kayacın tümünün yapısal konumuna bağlıdır. Mekanikte kayacın tümü (arazideki konumu) **kütle** ve kütleden alınan sağlam (süreksizlik içermeyen) kaya parçası da **malzeme** olarak ifade edilmektedir. Kütle zellikleri süreksizliklerin kontrolü altındadır. Süreksizlik tipleri aşağıda verilmiştir:

1. Eklem
2. Tabakalanma
3. Fay zonu
4. Klivaj (dilininim)
5. řistozite
6. Foliasyon (yapraklanma)
7. Laminasyon
8. Makaslama yüzeyi
9. Gerilim atlaėı
10. Fisr
11. Damar

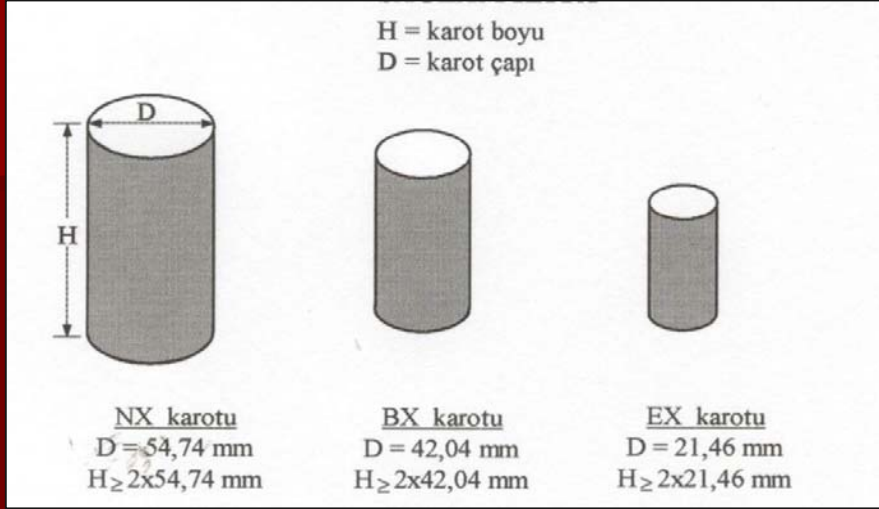




(Hoek vd. 1995)

- Kütle zellikleri **arazide** (yerinde) belirlenir. Malzeme zellikleri ise **laboratuvarda** yapılan deneylerle belirlenmektedir. Sağlam kayacın mukavemet (dayanım) ve deformasyon gibi mekanik özelliklerinin laboratuvarda belirlenebilmesi iēin ana kayadan alınan standart karotlar (silindirik numuneler) kullanılır. Standart karot boyutları Őekilde verilmiŐtir. Yıpranma, geēirgenlik, aŐınma, nokta yük dayanımı gibi diğer fiziksel özellikler iēin daha farklı boyutlarda numune kullanmak mümkündür.

# Standart Silindirik Numune (Karot) boyutları Sağlam Kaya



Karot Alıcı Türü (Karotiyer)	Karot Çapı (mm)
NX	54.7
BX	42.0
AX	30.1
EX	21.5
NQ	47.6
BQ	36.5
AQ	27.0



