

## **3. KAYA SINIFLAMALARI**

### **3.1. Kayanın jeolojik sınıflaması**

Oluşumları bakımından kayalar genellikle mağmatik, metamorfik ve sedimanter olmak üzere üç grupta toplanır. Bu sınıflandırma başlangıç değil sonuç olarak ortaya çıkmıştır.

Kaya mekaniğinde kayaların jenetik dağılımlarından ziyade davranışları ile ilgilenilir. Bu nedenle kayalar davranışlarına göre Çizelge.3.1 de verilen sınıf ve alt sınıflara ayrılmıştır (Goodman, 1989).

Çizelge 3.1. Kayanın jeolojik sınıflaması (Goodman, 1989).

<b>I. Kristalin dokulu kayalar</b>	<b>Örnekler</b>
1. Eriyebilir karbonat ve tuzlar	Kireçtaşı, dolomit, mermer, kaya tuzu, jips, trona
2. Devamlı band halindeki mika veya diğer düzlemsel mineralliler	Mika şist, klorit şist, grafit şist
3. Devamlı mika bantları içermiyen bantlı silikat mineralliler	Gnays
4. Düzgün tane boyunda dağılmış ve dizilmiş silikat mineralliler	Granit, diyorit, gabro, siyenit
5. Rastgele dizilmiş ve dağılmış çok ince taneli silikat mineralliler	Bazalt, riyolit ve diğer volkanik kayalar
6. Çok fazla parçalanmış kayalar	Serpantinit ve milonitleşmiş kayalar
<b>II. Kırıntılı kayalar</b>	
1. Sağlam çimentolu	Silis çimentolu ve limonitli kumtaşı ve çakıltası
2. Az çözülebilir çimentolu	Kalsit çimentolu kumtaşı ve çakıltası
3. Kolay çözülebilir çimentolu	Jips çimentolu kumtaşı ve çakıltası
4. Zayıf çimentolu	Ufalanabilir kumtaşı ve tuf
5. Çimentosuz	Kil, silt, kum, çakıl
<b>III. Çok ince taneli kayalar</b>	
1. İzotrop sert kaya	Hornfels ve bazı bazaltlar
2. Büyük ölçekte anizotrop ancak mikroskopik olarak sert kaya	Çimentolu şeyl ve dağılabilen fissürlü mikalı kumtaşı
3. Mikroskopik olarak sert kaya	Sleyt ve fillit
4. Yumuşak kaya (zemin davranışlı)	Sıkışmış şeyl, tebeşir ve marn
<b>IV. Organik kayalar</b>	
1. Yumuşak kömür	Linyit ve bitümlü kömür
2. Sert kömür	
3. Petrollü şeyl	
4. Bitümlü şeyl	
5. Katranlı kum	

### 3.2. Sağlam kayanın teknik sınıflaması

Mühendislikte kullanılan bu sınıflamada kırık ve çatlak içermeyen sağlam kayanın (taş) tek eksenli basma dayanımı ( $\sigma_c$ ) ile elastisite modülü (E) esas alınmıştır.  $\sigma_c$  değerleri  $L/D=2-2.5$  ölçüsündeki silindir şeklinde ( $D=40-50$  mm) deney örneklerinden elde edilir. Silindirik kaya örneğinin uzunluğu (L) ve çapı (D) mm cinsinden ifade edilmektedir. Tek eksenli basma dayanımına göre sınıflama Çizelge.3.2 de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Tek eksenli basma dayanımına göre sınıflama (Deere ve Miller 1966)

Sınıfı	Niteliği	Tek eksenli basma dayanımı $\text{kg/cm}^2$
A	Çok yüksek dayanımlı	>2000
B	Yüksek dayanımlı	1000-2000
C	Orta dayanımlı	500-1000
D	Düşük dayanımlı	250-500
E	Çok düşük dayanımlı	<250

Modül oranına göre sınıflama Çizelge.3.3 de ve Şekil 3.1 de verilmiştir.

Çizelge 3.3.  $E_t/\sigma_c$  oranına göre sınıflama

Sınıfı	Niteliği	Elas.mod./Tek eksenli basma dayanımı
Y = Yüksek	Yüksek modül orantılı	>500
O = Orta	Orta modül orantılı	200-500
D = Düşük	Düşük modül orantılı	<200

Tek eksenli basma dayanımı ve modül oranına göre kayalar aşağıdaki gibi 15 guruba ayrılır:

AY, AO, AD

BY, BO, BD

CY, CO, CD

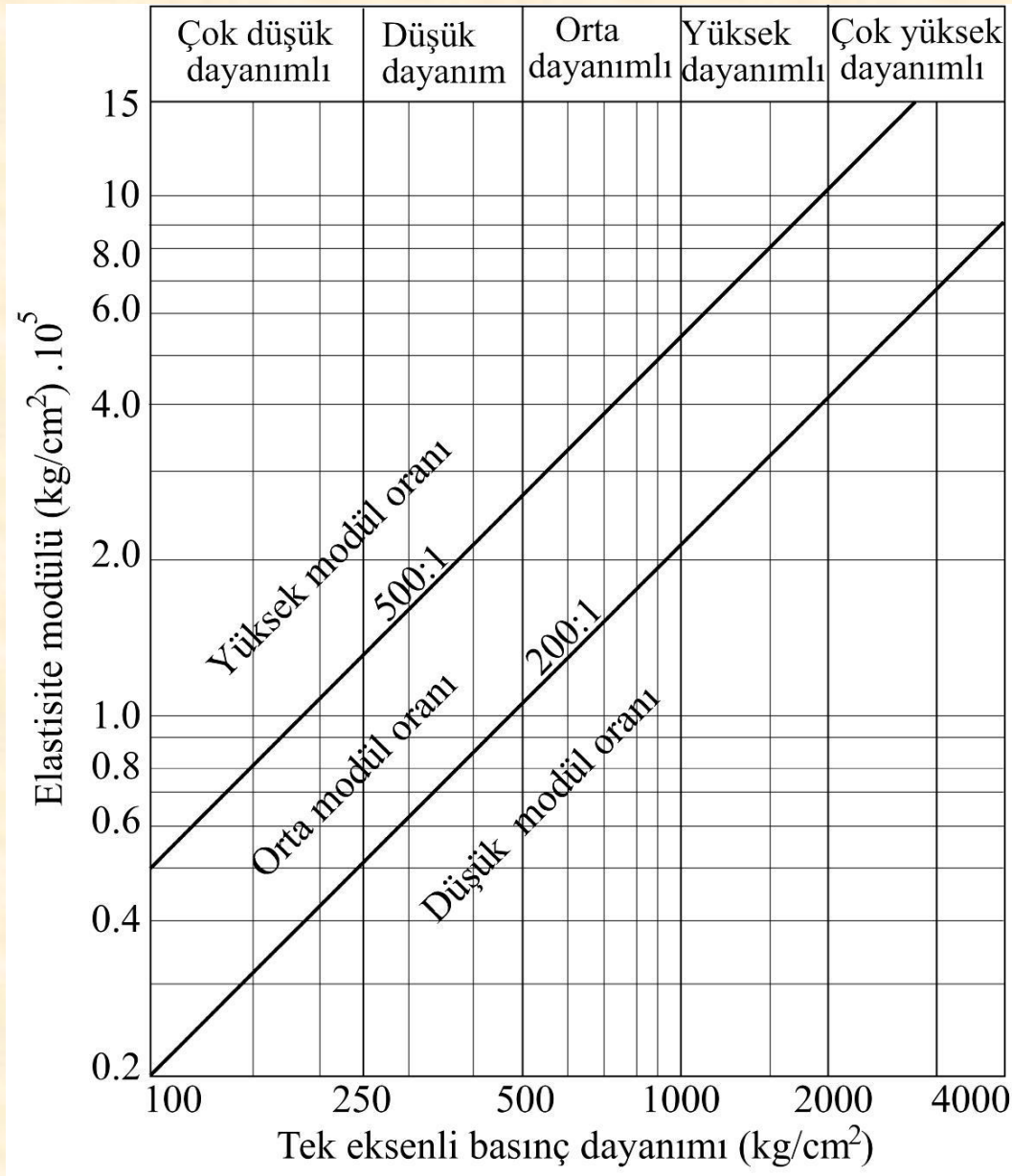
DY, DO, DD

EY, EO, ED

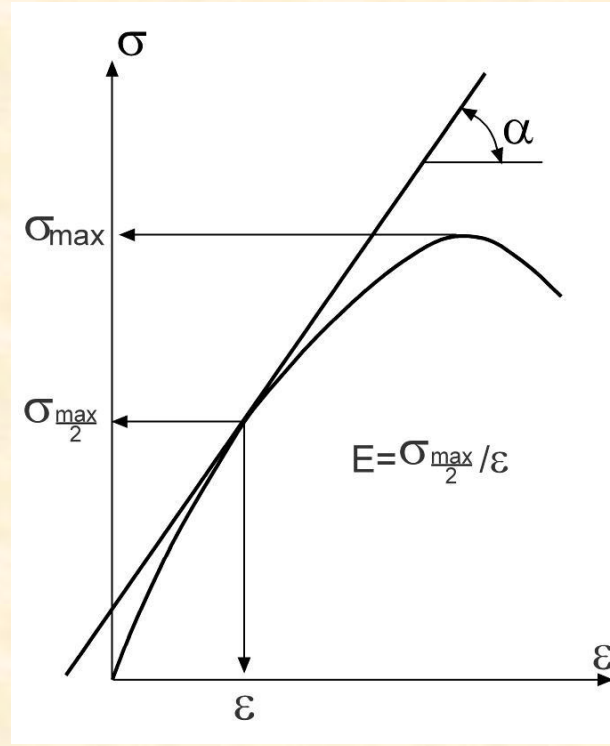
Modül orantısı =  $E_t/\sigma_c$  dır. Burada,

$E_t$  = Teğetsel elastisite modülü olup Şekil 3.2 deki  $\sigma_c/2$  değerindeki

$\sigma_c$ - $\varepsilon$  eğrisine teğetin yatayla yaptığı açısının tanjant değeridir (eğim).



Şekil 3.1. Sağlam kayanın tek eksenli basma dayanımı ve modül oranına göre sınıflaması (Deer and Miller 1966)



Şekil 3.2. Teğetsel elastisite modülünün belirlenmesi

Bu sınıflamaya göre kaya grupları aşağıda verilmiştir.

A sınıfı kayalar: Kuvarsit, granit, diyabaz ve bazalt gibi kayalar. Tek eksenli basma dayanımı  $c > 200$  MPa olanlar.

B sınıfı kayalar: Sert yapıdaki volkanik kayalar, metamorfik kayalar, iyi çimentolu kumtaşı, sert şistler, kireçtaşı ve dolomitlerin bir kısmı.  $100 < \sigma_c < 200$  MPa,

C sınıfı kayalar: Şist, kumtaşı, bazı kireçtaşları, metamorfik kayalardan kloritler ve mika şistler,  $50 < \sigma_c < 100$  MPa,

D ve E sınıfı kayalar: Ufalanabilen kumtaşları, tüfler, killi şist, kaya tuzu ve ayrıışmış kayalar,  $50 > \sigma_c$  MPa,

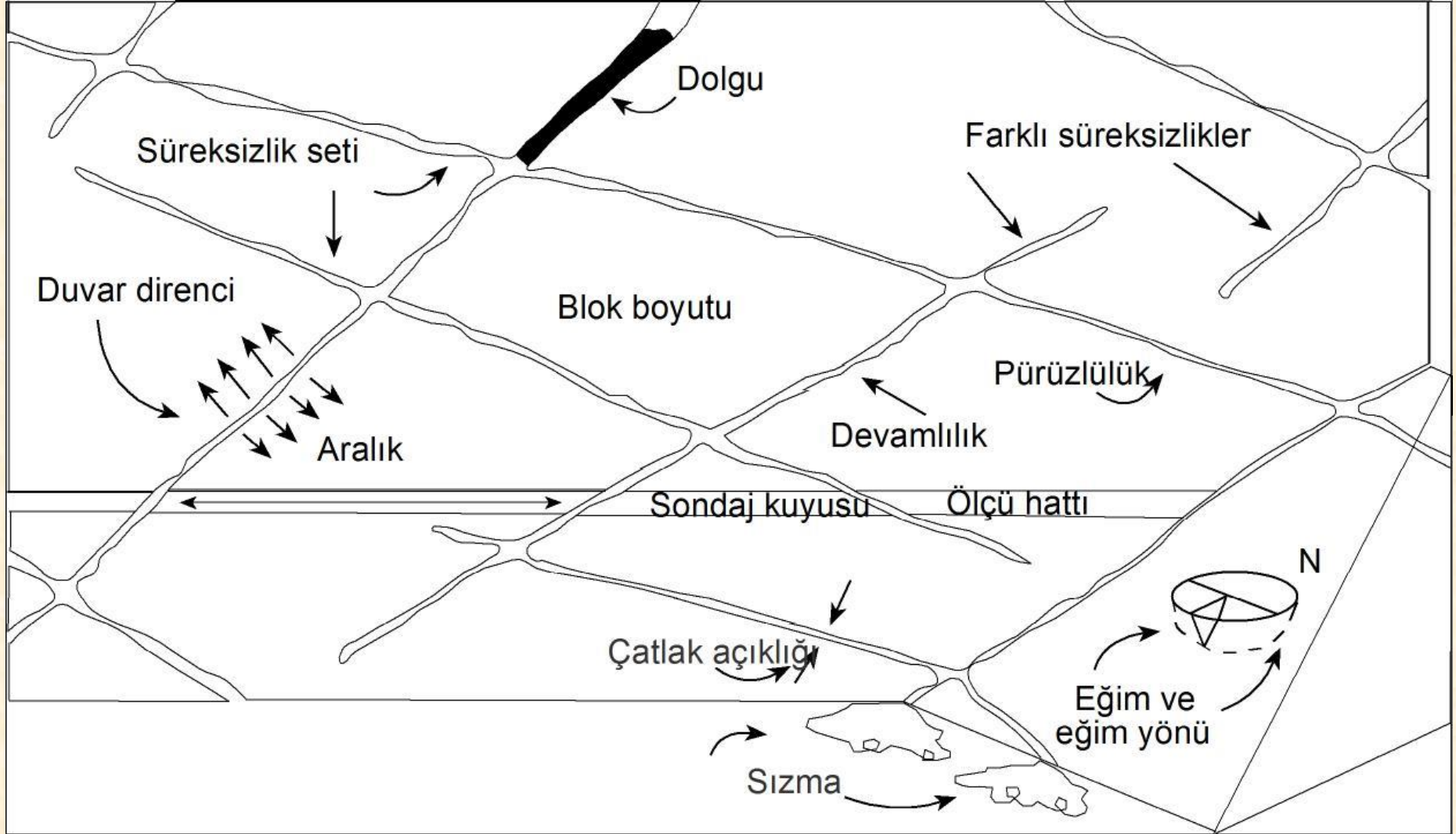
Tam sınıflandırmaya bir örnek;

Kireçtaşı, yüksek dayanımlı, yüksek modül orantılı (BY), ince taneli yoğun ve uniform.

Bunun yanında mühendislik işlerinde kullanılmak üzere süreksizliklerine göre, çatlak özelliklerine ayrıışma derecelerine fiziksel, mekanik ve teknolojik özelliklerine göre değişik sınıflandırmalar yapılmıştır.

### 3.3. Süreksizliklere göre sınıflama

Kayanın farklı süreksizlik özelliklerine göre sınıflamaları (Hudson 1989).





### 3.3. Süreksizlikler göre sınıflama

Kayanın farklı süreksizlik özelliklerine göre sınıflamaları.

Çizelge 3.4. Tabaka kalınlığına göre kaya sınıflaması (Deere, 1963)

<b>Tabaka Kalınlığı (cm)</b>	<b>Kayaç Tanımı</b>
> 300	Çok kalın tabakalı
300 - 100	Kalın tabakalı
100 - 30	Orta tabakalı
30 - 5	İnce tabakalı
< 5	Çok ince tabakalı

Çizelge 3.5. Çatlaklar arası mesafeye göre sınıflama (ISRM, 1981)

<b>Çatlaklar arası mesafe (cm)</b>	<b>Açıklama</b>
> 200	Çok geniş
60 - 200	Geniş
20 - 60	Orta
6 - 20	Yakın
< 6	Çok yakın

Çizelge 3.6. Çatlaklar arası mesafeye göre kaya sınıflaması (Deere, 1967)

<b>Çatlaklar arası mesafe (cm)</b>	<b>Açıklama</b>
<5 cm	Çok yakın
5 - 30 cm	Yakın
30 - 90 cm	Aralıklı
100 - 300	Uzak
300<	Çok uzak

Çizelge 3.7. Kırıkların sürtünme açlarına göre sınıflaması (ISRM, 1981);

<b>Aralık (derece)</b>	<b>Açıklama</b>
> 45	Çok yüksek
35 - 45	Yüksek
25 - 35	Orta
15 - 25	Düşük
< 15	Çok düşük

Çizelge 3.8. Çatlak açıklığına göre kaya sınıflaması (Deere, 1963)

<b>Çatlak açıklığı (mm)</b>	<b>Açıklama</b>
0	Çatlaksız
0.0 - 0.1	Çok ince çatlaklı
0.1 - 1.0	İnce çatlaklı
1.0 - 5.0	Orta çatlaklı
5.0<	Açık çatlaklı

### 3.4. Kaya Kalite Göstergesi (Rock Quality Designatin, RQD) ne göre

Sondajla alınan karot yüzdesinin değişik şekilde ifadesidir. Karot yüzdesi(CR) sondajla alınan karot uzunluğunun, sondaj derinliğine oranıdır.

$$CR = \frac{\text{Karotuzunluğu}}{\text{Kademe ilerlemesi}} \times 100$$

RQD ise sondajdan elde edilen karotların boyları 10 cm den fazla olanlarının toplamının kademe ilerlemesine oranı ile elde hesaplanır.

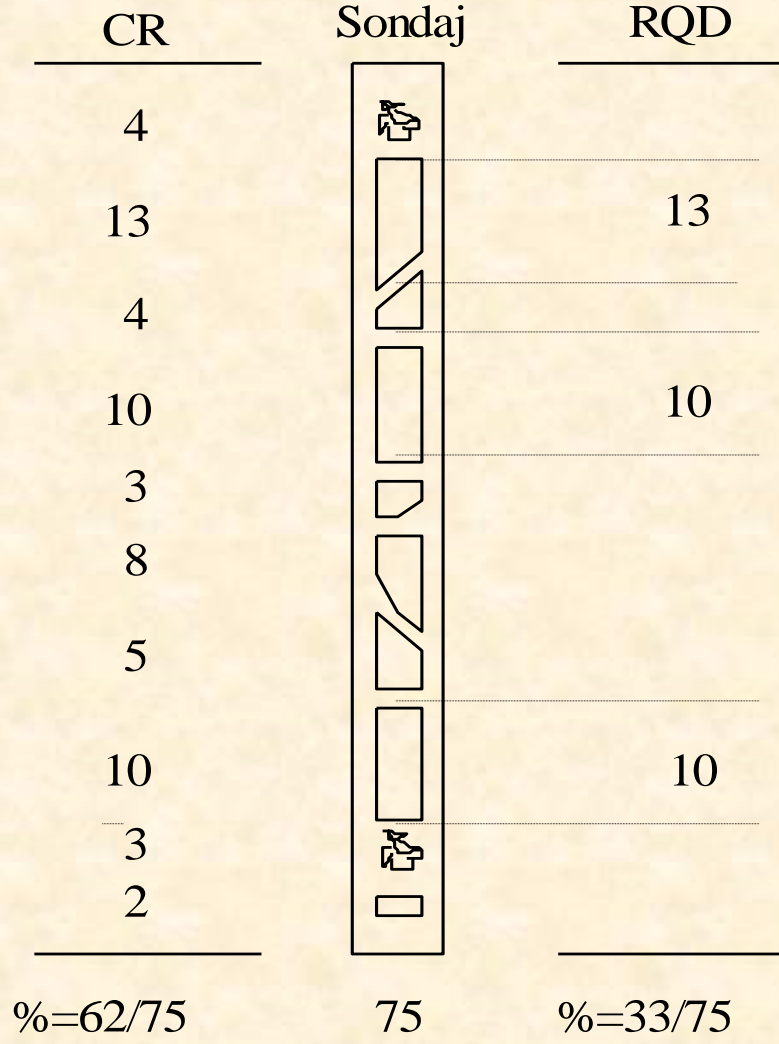
$$RQD = \frac{\sum L_{10}}{H} \times 100$$

H = Sondaj sırasındaki kademe ilerlemesi

1 metre uzunluğundaki aralıkta (karot veya blokta) sayılabilen çatlak sayısı kaya kalitesi hakkında bilgi vermektedir.

Çizelge 3.9. RQD değeri (Deere, 1964) ve 1m deki çatlak sıklığına (Franklin ve diğ., 1971) göre sınıflama

<b>RQD</b>	<b>Kaya Kalitesi</b>	<b>1 m deki çatlak sıklığı</b>
0 - 25	Çok düşük	>15
25 - 50	Düşük	15-8
50 - 75	Orta	8-5
75 - 90	İyi	5-1
90 - 100	Çok iyi	<1



Şekil 3.3. Karot yüzdesi ve RQD hesaplanması

### 3.5. Ayrışma indeksine göre sınıflama

Bazalt ve diyabaz için önerilen Birleşik Ayrışma İndeksi (Kılıç, 1999).

$$UAI = \sqrt{\left[1 - \frac{C_{pa}}{C_{pi}}\right] \left[1 - \frac{\sigma_{ca}}{\sigma_{ci}}\right]}$$

UAI = Birleşik ayrışma indeksi

$C_{pa}$  = Ayrışmış kayanın P-dalga hızı (m/s)

$C_{pi}$  = Sağlam kayanın P-dalga hızı (m/s)

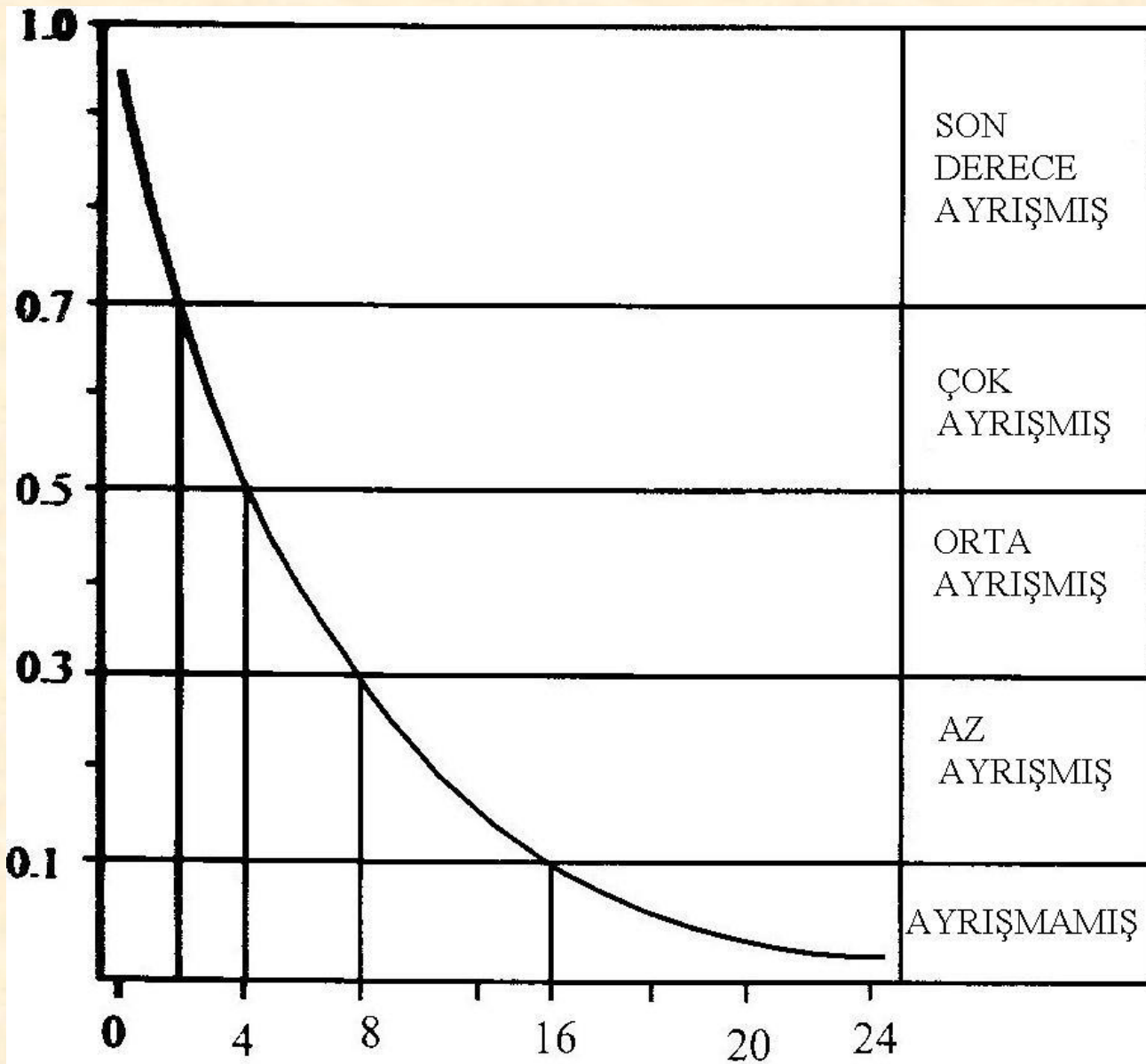
$\sigma_{ca}$  = Ayrışmış kayanın tek eksenli basma dayanımı (MPa)

$\sigma_{ci}$  = Sağlam kayanın tek eksenli basma dayanımı (MPa)

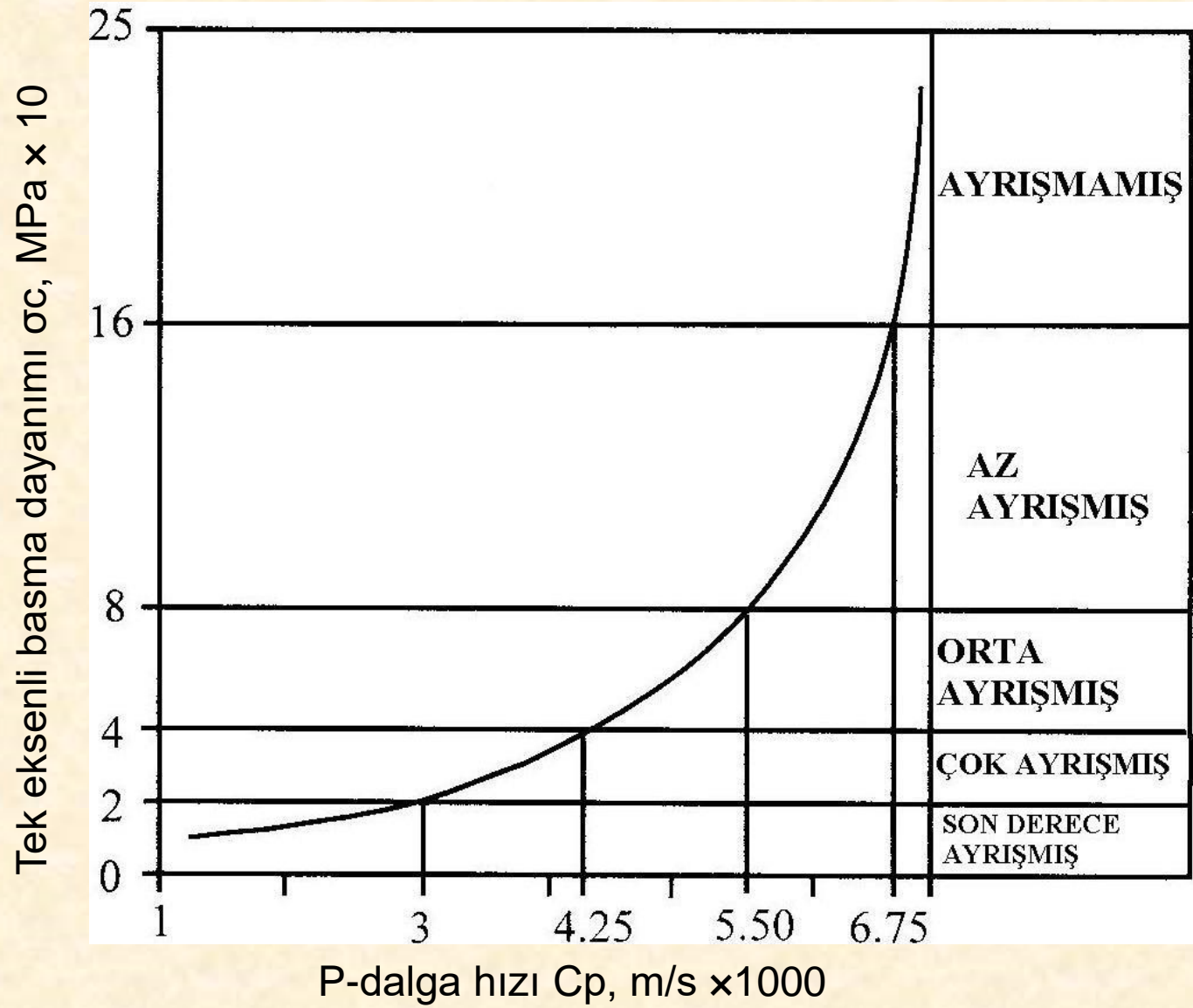
Çizelge 3.10. Mafik kayaçların ayrışma derecesi ve Birleşik Ayrışma İndeksi

Sınıfı	Ayrışma derecesi	UAI	$C_p$ (m/s)	$\sigma_c$ (MPa)
I	Ayrışmamış	$< 0,10$	$>6750$	$>160$
II	Az ayrışmış	0.10-0.30	6750-5500	160-80
III	Orta ayrışmış	0.30-0.50	5500-4250	80-40
IV	Çok ayrışmış	0.50-0.70	4250-3000	40-20
V	Son derece ayrışmış	$0.70<$	$3000>$	$20>$





Şekil 3.4: Mafik kayalar için tek eksenli basma dayanımı - Birleşik Ayrışma İndeksi ilişkisi

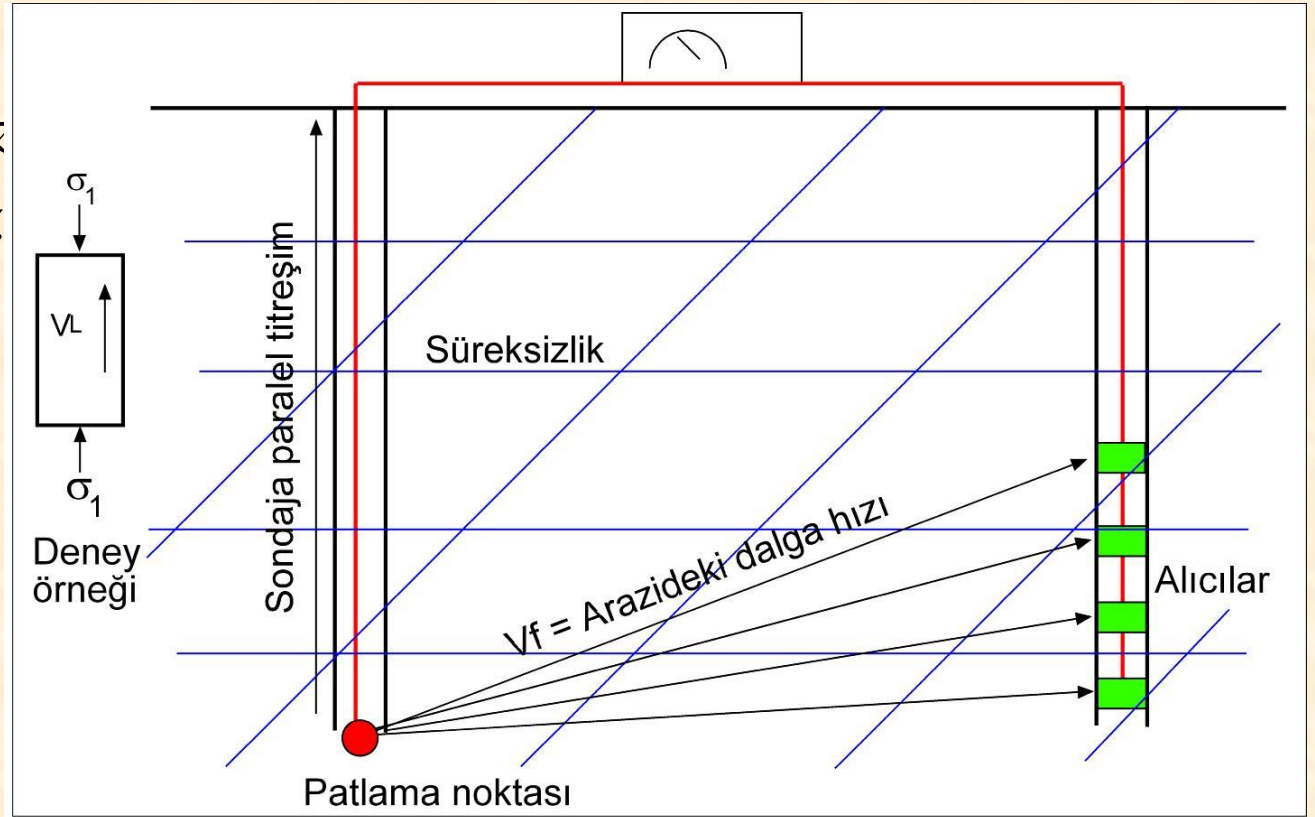


Şekil 3.5: Mafik kayalar için tek eksenli basma dayanımı, P-dalga hızı ve Birleşik Ayrışma İndeksi ilişkisi

### 3.6. Titreşim hızı oranı

Şekil.6 da görüldüğü gibi kayada görülen titreşim hızı  $V_F$ , A noktasında yapılan bir patlamanın B, C, D ve F noktalarına ulaştığı süreler tespit edilerek  $V_F$  hesaplanır. Ayrıca kayayı temsil eden numune üzerinde laboratuvar da hız ( $V_L$ ) belirlenir. Buradan da;

$$\frac{V_F}{V_L} = \frac{\text{Arazideki hız}}{\text{Lab.daki hız}}$$



Şekil 3.6. Titreşim hızı oranının belirlenmesi

$V_F/V_L$  oranı aynı zamanda kaya kütlesi kalite indisi olarak kabul edilir. Laboratuvarda hız belirlenirken doğal şartlardaki gerilme numune üzerine uygulanır. Süreksizlikler nedeniyle  $V_F < V_L$  ve  $V_F/V_L \%100 >$  dür. Hız indisine göre kaya kütlesi sınıflaması Çizelge 3.11 de verilmiştir (Coon ve Merritt, 1970).

Çizelge 3.11. Hız indisi ve kaya kütlesi kalitesi

Hız indisi ( $V_F/V_L$ ) <sup>2</sup>	Kaya kalitesi tanımı
<0.2	Çok zayıf
0.2-0.4	Zayıf
0.4-0.6	Orta
0.6-0.8	İyi