

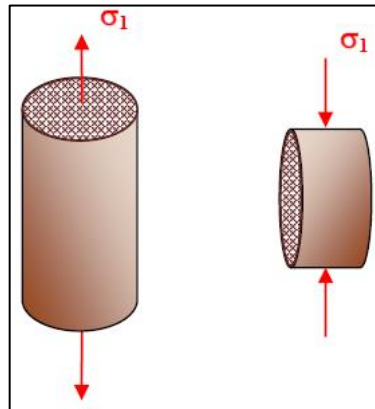
**ENDİREKT (DOLAYLI) ÇEKME DAYANIMI (BRAZILIAN) DENEYİ**  
*(INDIRECT TENSILE STRENGTH TEST)*

**1.GENEL BİLGİLER**

Aynı doğrultuda birbirlerinden uzaklaşan zıt yönlerdeki kuvvetlerin oluşturduğu gerilmeye “Çekme Gerilmesi” denir. Çekme gerilmesi kayaçların boylarında uzamaya, enlerinde ise daralmaya neden olur. Her iki ucundan çekilen bir numunenin yenildiği andaki gerilme değerine “Çekme Dayanımı” denir ( $\sigma_t$ ). Çekme dayanımı, kayaçların mekanik özelliklerinden birisidir. Birçok kayaç; birisi çekme asal gerilmesi, diğeri basma asal gerilmesi olan iki eksenli gerilme alanı içerisinde, tek eksenli basma kuvveti ve çekme sonucu kırılır. Çekme dayanımı genel olarak zedelenmemiş sağlam kayanın ayırtkanlığı, sınıflaması ve tanımı için kullanılmakla birlikte bu değer, bazı tasarım problemlerinde de girdi olarak kullanılır.

1

Kayaçların çekme dayanımını belirlemek için uygulamada “Direkt Çekme” ve “Endirekt Çekme (Brazilian)” olarak tanımlanan iki deney yöntemi bulunmaktadır (Şekil 1). “Direkt Çekme Deneyi”nin uygulanmasındaki bazı zorluklardan dolayı daha çok “Endirekt Çekme Deneyi” tercih edilmektedir.



Şekil 1. Direkt (solda) ve Endirekt Çekme (sağda)

**Deney Sorumlusu ve Hazırlayan: Arş. Gör. Serkan KAYA**

**Ders Sorumlusu: Prof. Dr. Ayhan KESİMAL**

**TRABZON - 2017**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**MADEN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**  
**KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI**

## 2.DENEYİN YAPILIŞI

### 2.1. Amaç

ISRM 1981 standartında yapılan bu deneyin amacı, kayaların tek eksenli çekme dayanımlarının dolaylı yoldan belirlenmesidir. Deneyin özü, yuvarlak disk şeklindeki numuneler üzerine düşey yönde basma kuvveti uygulandığında, numunenin yatay yönde oluşan çekme kuvveti neticesinde kırılması esasına dayanır.

### 2.2. Deney numuneleri

Deney için 10 adet yuvarlak disk şeklinde numune önerilmektedir (Şekil 2). Numune kalınlıkları yaklaşık olarak kendi yarıçaplarına eşit olmalıdır ( $L/D = 1/2$ ). Numune çapları en az 54,7 mm (NX) olmalıdır. Numune yüzeyleri birbirine paralel ve düşey eksene dik olmalıdır. Numune alt ve üst yüzeyleri 0.25 mm içinde düzgün olmalıdır.



Şekil 2. Disk şeklinde kayaç numuneleri

### 2.3. Deney Düzenegi

1. Numune üzerine düşey yük uygulayabilecek ve bu yükleri ölçebilecek bir **hidrolik pres**;

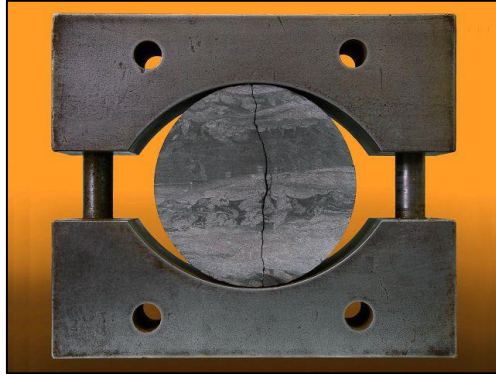
**Deney Sorumlusu ve Hazırlayan: Arş. Gör. Serkan KAYA**

**Ders Sorumlusu: Prof. Dr. Ayhan KESİMAL**

**TRABZON - 2017**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**MADEN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**  
**KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI**

2. Disk şeklindeki numunenin çap olarak zıt (yanal) yüzeylerine bir yay boyunca, kırılma anında yaklaşık olarak  $10^\circ$  açıyla temas sağlayacak şekilde tasarlanmış, çapı numune çapının 1,5 katı olan **2 adet çelik çene** (Şekil 3);
3. Yük ve deformasyonu otomatik olarak kaydedecek program veya kalemli kaydedici.



Şekil 3. Çelik çeneler ve deney numunesi

#### 2.4. Deneyin Yapılışı

1. Standartlara uygun olarak hazırlanan 10 adet numunenin, kumpas yardımıyla çap (**D**) ve kalınlıkları (**L**) ölçülerek kaydedilir.
2. Her numunenin tabakalaşma doğrultusu ve bu doğrultuya göre yükleme yönü kaydedilir.
3. Numune, çelik çeneli aygıt içerisine, her ikisinin dönme eksenleri çakışacak şekilde yerleştirilir. Bu durumda yük, numunenin alt ve üst yüzeylerine dik olarak ve çapı boyunca uygulanabilecektir (Şekil 4).

**Deney Sorumlusu ve Hazırlayan: Arş. Gör. Serkan KAYA**

**Ders Sorumlusu: Prof. Dr. Ayhan KESİMAL**

**TRABZON - 2017**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**MADEN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**  
**KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI**

4. Numune üzerine düşey yük devamlı ve sabit bir yükleme hızıyla uygulanır. Yükleme hızının **0,2 kN / saniye** (20,4 kg/saniye) olarak, zayıf kayaları 15 – 30 saniyede kırarak şekilde uygulanması önerilmektedir.
5. Yük ve deformasyon kaydedicisi ile donatılmış bir test makinasında, ilk kırılmanın tam olarak belirlenmesi için deney süresince kayıt alınmalıdır. Numune kırıldığı andaki yük değeri okunarak kaydedilir ( $F_c$ ). Bazı durumlarda, ilk kırılmadan sonra çatlamış numunenin hala yüke dayandığı ve yükün artmaya devam ettiği gözlenir. Bu yüzden ilk kırılma anının tespiti gerçek  $F_c$  değerinin bulunması adına önemlidir. Kaydedici dikkatle izlenmelidir.
6. Numune kırıldıktan sonra şekli çizilir ve kırılma düzlemleri açıkça gösterilir.
7. Kayacın tek eksenli çekme dayanımı aşağıdaki eşitlikle hesaplanır:

$$\sigma_t = 2.F_c / \pi.D.L; \text{ veya } \sigma_t = 0.6366.F_c / D.L$$

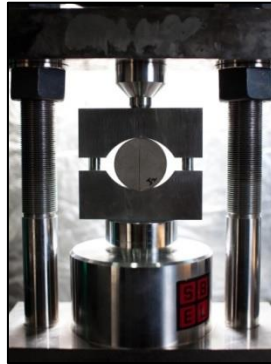
4

$\sigma_t$ : Numunenin tek eksenli çekme dayanımı;  $kg/cm^2$  [ ya da  $MPa$  ( $N/mm^2$ ) ]

$F_c$ : Yenilme anındaki yük;  $kg$  ( eğer  $\sigma_t$  direkt  $Mpa$  olarak bulunacaksa,  $N$ )

$D$ : Numunenin çapı;  $cm$  ( eğer  $\sigma_t$  direkt  $Mpa$  olarak bulunacaksa,  $mm$ )

$L$ : Numunenin kalınlığı;  $cm$  ( eğer  $\sigma_t$  direkt  $Mpa$  olarak bulunacaksa,  $mm$ )



Şekil 4. Endirekt çekme dayanımı deney düzeneği

**Deney Sorumlusu ve Hazırlayan: Arş. Gör. Serkan KAYA**

**Ders Sorumlusu: Prof. Dr. Ayhan KESİMAL**

**TRABZON - 2017**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**MADEN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**  
**KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI**

**KAYNAKLAR**

Ceylanođlu, A., 1996, Kaya Mekanikđi Laboratuvar Deneyleri, T.C. C.Ü. yayınları Ders Notları, 26-29 s.

Emir, E., 2014, Kaya Mekanikđi Ders Notları, ESOGÜ Maden Müh. Ders Notları, 13 s.

ISRM, 1981. Rock Characterization, Testing and Monitoring: ISRM suggested Methods. E.T. Brown (ed.), Pergamon Press, 178-184 s.

**Deney Sorumlusu ve Hazırlayan: Arş. Gör. Serkan KAYA**

**Ders Sorumlusu: Prof. Dr. Ayhan KESİMAL**

**TRABZON - 2017**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**MADEN MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**  
**KAYA MEKANİĞİ LABORATUVARI**

**SORULAR**

- 1) Direkt ve endirekt çekme deneylerini kıyaslayınız. Aralarındaki farkları belirtiniz Direkt Çekme Dayanımı deneyinin, yerine uygulamada Endirekt Çekme Dayanımı deneyinin tercih edilmesine neden olan sorunları-sakıncaları nelerdir? (30p)
- 2) Kayaçların çekme dayanımının belirlenmesinin maden mühendisliği açısından önemini tartışınız.(15 p)
- 3) 4 farklı kayaç numunesi üzerinde yapılan endirekt çekme dayanımı deneyi sonucunda bulunan kırılma yükleri ve kullanılan numune boyutları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Buna göre kayaçların çekme dayanımını hesaplayınız. (50p)

Kayaç Numuneleri	Kırılma Yüğü (Fc) (kN)	Numune Çapı (D) (mm)	Numune Kalınlığı (L) (mm)	Çekme Dayanımı ( $\sigma$ ) (kg/cm <sup>2</sup> )	Çekme Dayanımı ( $\sigma$ ) (MPa)
Traverten	7,no	54,70	27,10		
Kireçtaşı	9,no		26,80		
Andezit	14,no		27,50		
Granit	22,no		28,10		

**NOTLAR:**

- Tablolardaki “Kırılma Yüğü” sütunundaki virgülden sonraki kısma her öğrenci kendi öğrenci numarasının son 2 hanesini yazıp, hesaplamaları öyle yapacaktır.
- Rapor düzeni 5 puan üzerinden değerlendirilecektir.
- $1 \text{ MPa} = 10,1972 \text{ kg/cm}^2$   
 $1 \text{ KN} = 101,9716 \text{ kg} = 1000 \text{ N}$

**Deney Sorumlusu ve Hazırlayan: Arş. Gör. Serkan KAYA**

**Ders Sorumlusu: Prof. Dr. Ayhan KESİMAL**

**TRABZON - 2017**