



Dokuz Eylül Üniversitesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü

İNŞ2024 YAPI MALZEMESİ II

BETON BASINÇ DAYANIMI

Doç. Dr. Halit YAZICI

<http://kisi.deu.edu.tr/halit.yazici>



SERTLEŞMİŞ BETON

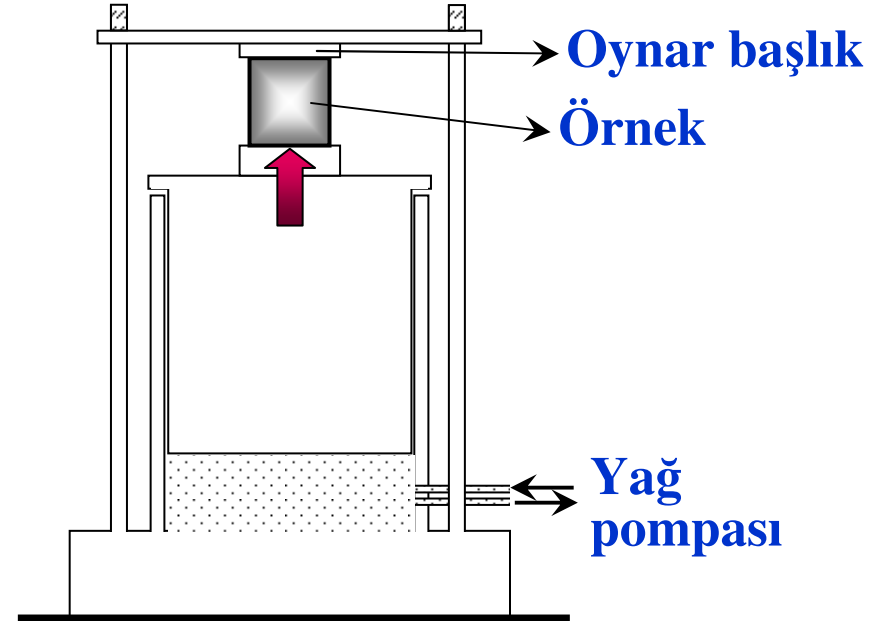
BETONUN ÖZELLİKLERİNDEN EN ÖNEMLİSİ

BASINÇ DAYANIMI

- **BETONUN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN EN YÜKSEK DEĞERİDİR.**
- **TÜM OLUMLU ÖZELLİKLERE PARALELLİK GÖSTERİR.**
- **BETONUN SINIFINI BELİRLER.**

BASINÇ DENEYİ ve BASINÇ DAYANIMI

BASINÇ DENEYİ ve BASINÇ DAYANIMI



- ✓ Yükleme çerçevesine -yüksekliği ayarlanabilir bir üst tabla ile oynar ve hareketli alt tabla arasına- deney örneği yerleştirilir.
- ✓ Alt tablanın altındaki pistonun silindrine bir pompa yardımıyla yağ basılır.

BASINÇ DENEYİ ve BASINÇ DAYANIMI



✓ Yağın basıncı alt tablayı yukarı yönde iterek örneğin kırılmasına yol açar.

✓ Bu arada haznedeki basınç kuvveti bir dinanometre ile ölçülür.



✓ Örneğe uygulanan gerilmenin üniform dağılmasının sağlanması için, örnek yüzeylerinin pürüzlü olmaması gerekir.

✓ Bu amaçla deney örneklerinin alt ve üst tablaya temas eden yüzeylerine eş dağılımlı gerilmeyi sağlamak amacıyla özel bir karışımdan başlık dökülür.

BASINÇ DENEYİ ve BASINÇ DAYANIMI



$$\sigma = \frac{P}{A}$$

BETON SINIFLARI (TS 500)



Beton Sınıfı	f_{ck} Karakteristik Silindir Basınç Dayanımı (N/mm ²)	Eşdeğer küp (150 mm) Basınç Dayanımı (N/mm ²)	f_{ctk} Karakteristik Eksenel Çekme Dayanımı (N/mm ²)	E_c (28 günlük) Elastisite Modülü (N/mm ²)
C16	16	20	1.4	27000
C18	18	22	1.5	27500
C20	20	25	1.6	28000
C25	25	30	1.8	30000
C30	30	37	1.9	32000
C35	35	45	2.1	33000
C40	40	50	2.2	34000
C45	45	55	2.3	36000
C50	50	60	2.5	37000

BETON SINIFI GÖSTERİMİ

•TS 500

C30



28 Günlük 15/30 cm Karakteristik Silindir
Basınç Dayanımı En Az 30 MPa

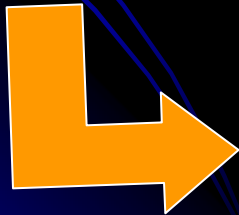


•TS EN 206/1

C30/37



28 Günlük 15 cm Ayrıtlı
Karakteristik Küp Basınç Dayanımı
En Az 37 MPa



28 Günlük 15/30 cm Silindir
Basınç Dayanımı En Az 30 MPa

BETON SINIFLARI (TS EN 206-1)



Basınç dayanımı sınıfı	Silindir dayanımı fck, silindir N/mm ²	Küp dayanımı fck, küp N/mm ²
C 8/10	8	10
C12/15	12	15
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
C30/37	30	37
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/75	60	75
C70/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105
C100/115	100	115

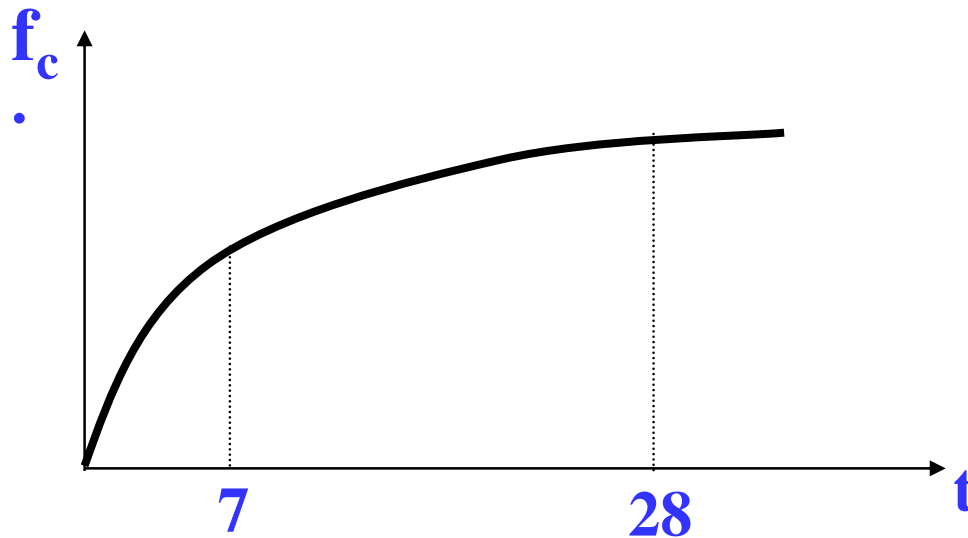


BETONUN ÖZELLİKLERİ

BASINÇ DAYANIMINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER:

1.) BETONUN YAŞI

f_c ZAMANIN ARTAN BİR FONKSİYONUDUR.



ÇİMENTO TİPİ VE KÜR KOŞULLARI ÖNEMLİDİR.



BETONUN ÖZELLİKLERİ

2.) ÇİMENTO İLE İLGİLİ FAKTÖRLER:

a) DOZAJ

MİN. DOZAJ:

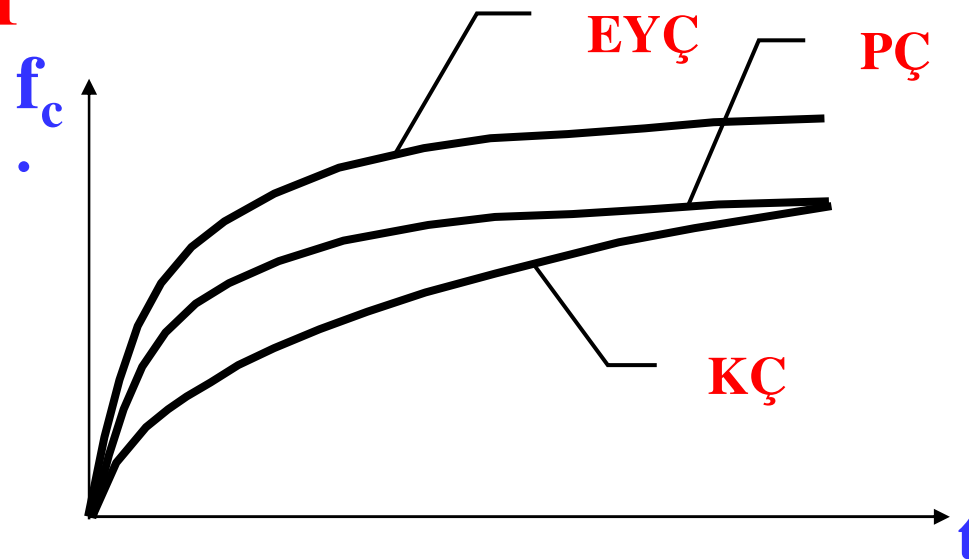
$$C_{\min} = 550 / \sqrt[5]{D}$$

D: Betonda Kullanılan Max. Agrega Tane Çapı.

$$D = 32 \text{ mm İÇİN } C_{\min} = 275 \text{ kg/m}^3$$

$$D = 16 \text{ mm İÇİN } C_{\min} = 316 \text{ kg/m}^3$$

b) ÇİMENTO TİPİ





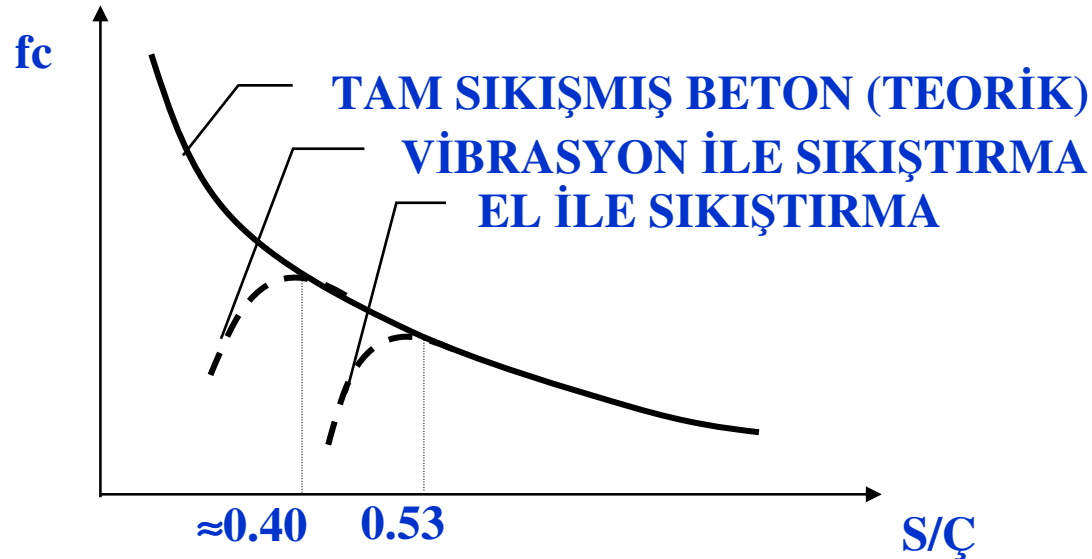
BETONUN ÖZELLİKLERİ

3.) SU İLE İLGİLİ FAKTÖRLER:

İŞLEVİ: KİMYASAL REAKSİYONU
(HİDRATASYONU) BAŞLATMAK,
İŞLENEBİLİRLİK SAĞLAMAK

KALİTESİ : İÇİLEBİLİR NİTELİKTE

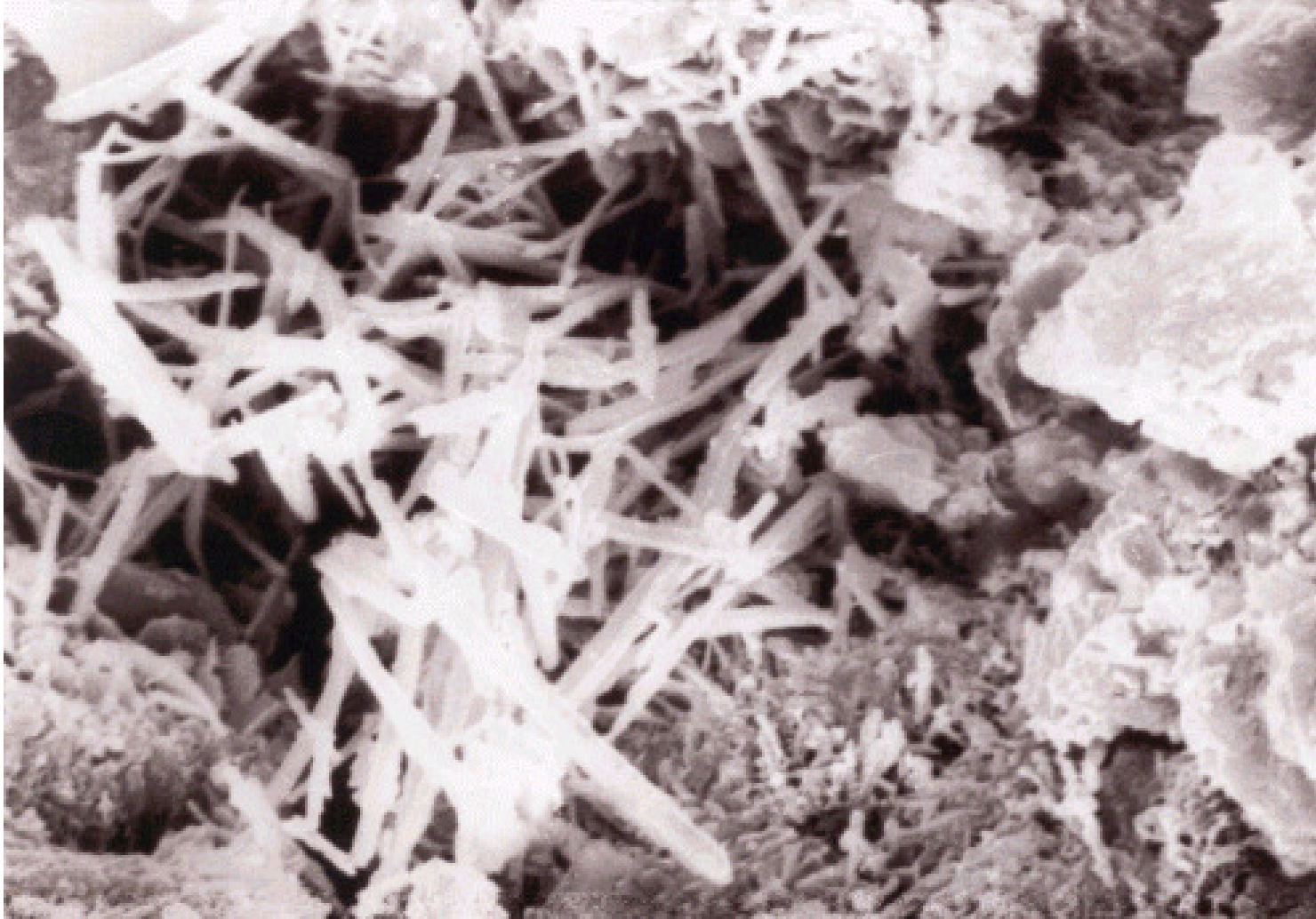
MİKTARI: HİDRATASYON İÇİN GEREKLİ
MİKTAR ÇİMENTO AĞIRLIĞININ
% 14-28'İ KADARDIR.





BETONUN ÖZELLİKLERİ

3.) SU İLE İLGİLİ FAKTÖRLER:





BETONUN ÖZELLİKLERİ

4.) KOMPASİTE - f_c İLİŞKİSİ:

YÜKSEK KOMPASİTE

YÜKSEK DAYANIM

5.) DIŞ ETKİLER - KÜR KOŞULLARI:

**YÜKSEK SICAKLIK
DERECELERİ
YÜKSEK NEM
ORANLARI**

**DAYANIM KAZANMA
HIZINDA ARTIŞ**



KÜR KOŞULLARI

- Priz ve sertleşme aşamasında betona çevre koşullarının etkisi çok büyüktür. Kür koşulları adı da verilen çevre koşullarını ayarlamak suretiyle betonun kalitesini yükseltmek mümkündür. Kür koşullarını, sıcaklık ve rutubet etkisi olarak düşünmek gerekir.
- Sıcaklık derecesinin ve rutubet oranının yüksekliği, hidratasyonu hızlandırması nedeniyle, betonun dayanım kazanma hızını artırır.
- Rutubeti yüksek tutmak, hatta ortamı doygun rutubette tutmak kaydıyla sıcaklık 60°C' nin üzerine çıkarılarak (70-90 °C) dayanım kazanma hızı arttırılabilir. Bu işleme, ısı işlem, atmosfer basıncında buhar kürü, etüvleme, tünel kalıp yöntemi gibi adlar verilmektedir. Bu yöntemlerde beton çok kısa sürede (1-2 gün) istenen dayanıma ulaşır. Prefabrik beton yapı elemanlarının üretiminde bu yöntemlerden yararlanılır.



KÜR KOŞULLARI

Tablo 9.3. ENV 206:1992’de tavsiye edilen minimum kür süreleri (gün)

Betonun Dayanım Kazanma Hızı	Hızlı			Orta			Yavaş		
Beton sıcaklığı (°C)	5	10	15	5	10	15	5	10	15
Güneş etkisi yok bağıl nem ≥ 80	2	2	1	3	3	2	3	3	2
Orta güneş veya orta rüzgar veya bağıl nem ≥ 50	4	3	2	6	4	3	8	5	4
Güçlü güneş veya aşırı rüzgar veya bağıl nem < 50	4	3	2	8	6	5	10	8	5

Beton dayanım kazanma hızı kriterleri, 2 günlük ortalama basınç dayanımının 28 günlük dayanımına oranına bağlı olarak tayin edilmektedir. Bu oranın 0.5’ten büyük olması durumunda dayanım gelişiminin hızlı, 0.3 ile 0.5 arasında olması durumunda orta, 0.15 ile 0.3 arasında olması durumunda ise yavaş olduğu kabul edilir.



OLGUNLUK DERECESESİ

- Gerekli sertleşme süreleri aşağıda açıklanan "**olgunluk derecesi**" kavramına dayanılarak saptanır. Olgunluk derecesi aşağıda verilen sıcaklık (T) ve zamanın (t) etkisini birlikte belirten bir büyüklüktür :

$$\text{Olgunluk} = f(T \times t)$$

Nurse-Saul Denklemi:

$$M(t) = \sum (T_a - T_o) \Delta t$$

Burada, M (t), t yaşındaki olgunluk,

$\Delta(t)$, zaman aralığı, gün veya saat,

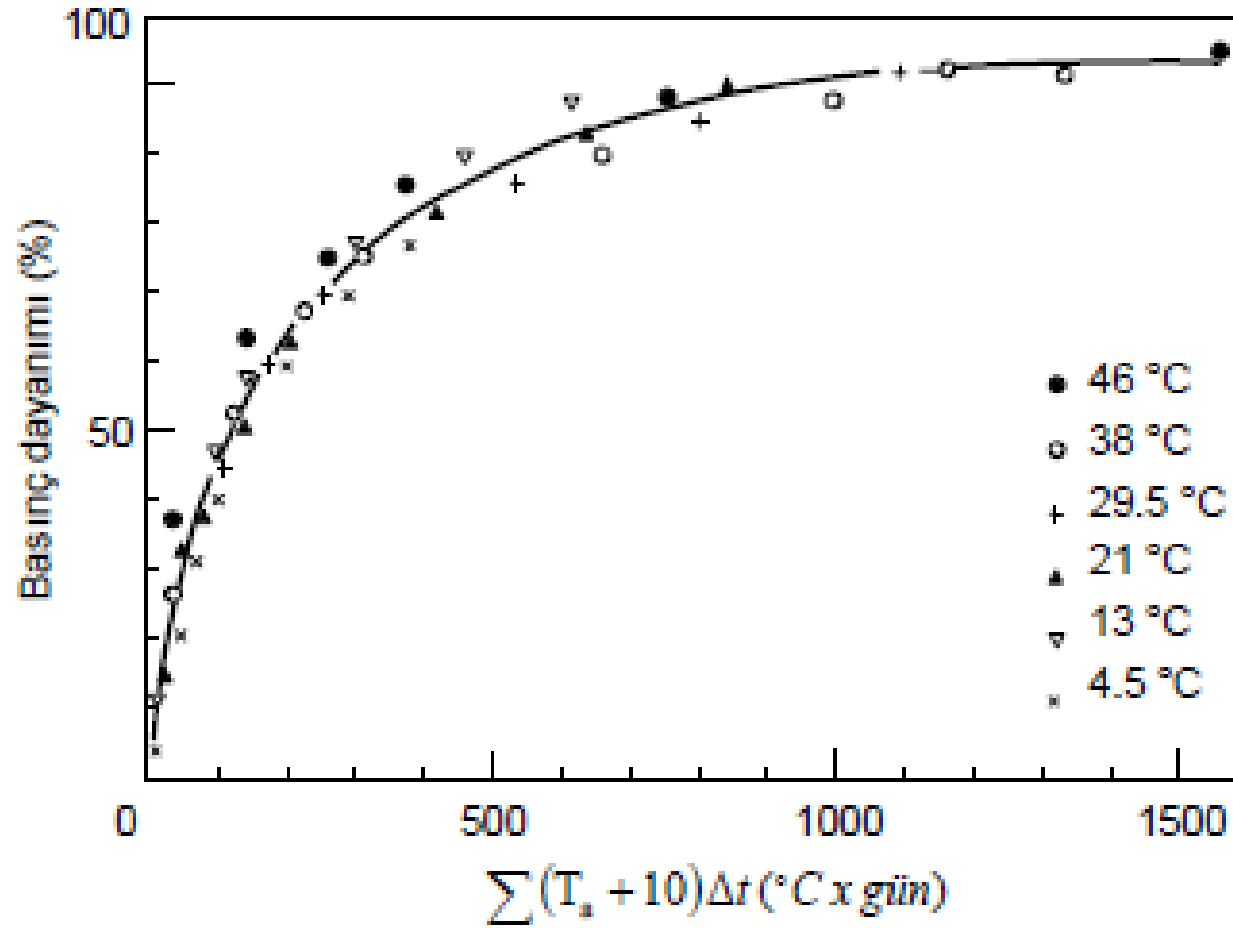
T_a , $\Delta(t)$ zaman aralığında ortalama beton sıcaklığı, °C

T_o , betonun zamanla dayanım kazanmadığı en yüksek sıcaklık (beton bu sıcaklığın altında dayanım kazanmaz), °C

$$M(t) = \sum (T_a - T_o) \Delta t$$

- Betonun eriştiği olgunluk seviyesinin hesaplanmasında, hangi sıcaklık derecesinin altında zamanla dayanım artışının olmadığıнын bulunması gerekmektedir. Farklı araştırmacılar, -20 °C ile 5 °C arasında değişen sıcaklıklar bulmuştur. Genellikle, 0 °C ve -10 °C kullanılmaktadır. Bu değerin değişiminde kullanılan çimento türü etkilidir.
- T_o sıcaklığı, çimentonun tipine, katkının veya çimentonun hidrasyon hızını etkileyen diğer bileşenlerin tipine ve dozajına, ve sertleşme aşamasında betonun maruz kaldığı sıcaklık aralığına bağlıdır.
- Örneğin, Tip I çimento için, katkı kullanılmamışsa ve kür sıcaklığı 0 ile 40 °C arasında değişiyor ise tavsiye edilen T_o sıcaklığı 0 °C'dir.
- Diğer durumlar için ve dayanım tahmininde maksimum doğruluk için T_o sıcaklığı *deneysel* olarak ASTM C1074 standardına göre belirlenmelidir.

Beton yaşının ve sıcaklığın fonksiyonu olarak beton basınç dayanımı yüzdeleri (%100 =28 gün 23 °C'de kür)



Olgunluk, kritik inşaat aktivitelerinin başlamasına izin vermek için, betonun dayanımının tahmin edilmesinde kullanılmaktadır. Örneğin,

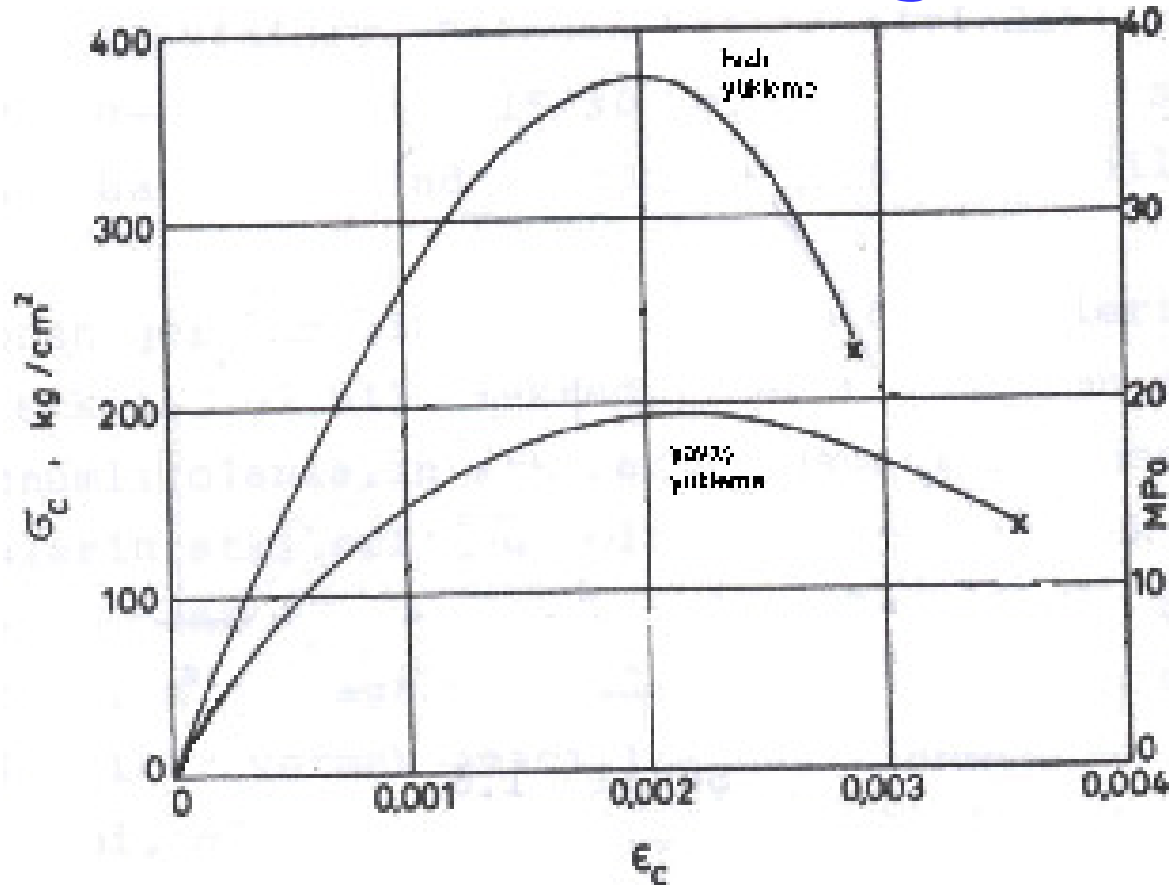
- Kalıpların ve dikmelerin sökülmesinde,
- Çubuklara art germe uygulanma zamanının tespitinde,
- Soğuk hava korumasının sona erdirilme süresinin tayininde,
- Yolların trafiğe açılma zamanının belirlenmesinde kullanılmaktadır.



BETONUN ÖZELLİKLERİ

6.) DENEY KOŞULLARI - ÖRNEK ŞEKLİ VE BOYUTLARI

- YÜKLEME HIZI: 1.5 - 3.5 kg/cm²/s





BETONUN ÖZELLİKLERİ

6.) DENEY KOŞULLARI - ÖRNEK ŞEKLİ VE BOYUTLARI

- YÜKLEME HIZI: 1.5 - 3.5 kg/cm²/s
- PRES TABLASI-ÖRNEK YÜZEYİ ARASI SÜRTÜNME
- ÖRNEKLERİN NEM DURUMU
- ÖRNEK ŞEKLİ VE BOYUTLARI



BETONUN ÖZELLİKLERİ

6.) DENEY KOŞULLARI - ÖRNEK ŞEKLİ VE BOYUTLARI • ÖRNEK ŞEKLİ VE BOYUTLARI

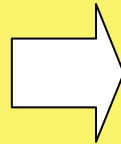


**STANDART
SİLİNDİR
15x30 cm**



h/d ORANI=2.0

**KAROTLARDA FARKLI
 h/d ORANLARI VARSA**



DÜZELTME YAPILMALIDIR.

TS 10465'de $h/d = 1.0$

ASTM ve BS'DE $h/d < 0.95$ İSE DENEY YAPILAMAZ !



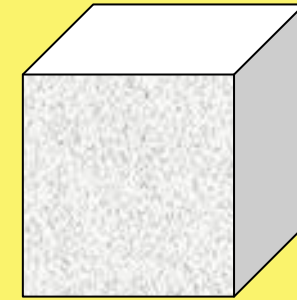
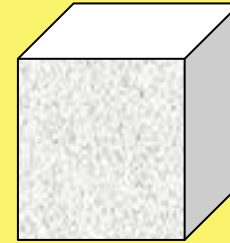
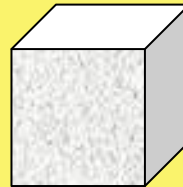
BETONUN ÖZELLİKLERİ

6.) DENEY KOŞULLARI - ÖRNEK ŞEKLİ VE BOYUTLARI • ÖRNEK ŞEKLİ VE BOYUTLARI



15 veya 20 cm
AYRITLI KÜP

BOYUT ETKİSİ :



ÖRNEK : **10 cm** **15 cm** **20 cm**

BAĞIL DAYANIM (%) : **120** **100** **90**



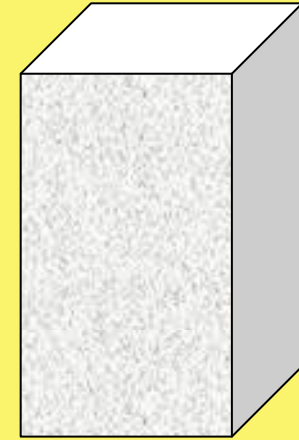
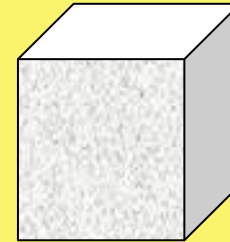
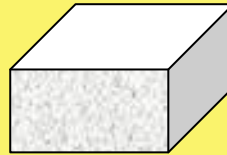
BETONUN ÖZELLİKLERİ

6.) DENEY KOŞULLARI - ÖRNEK ŞEKLİ VE BOYUTLARI • ÖRNEK ŞEKLİ VE BOYUTLARI



15 veya 20 cm
AYRITLI KÜP

ŞEKİL ETKİSİ :



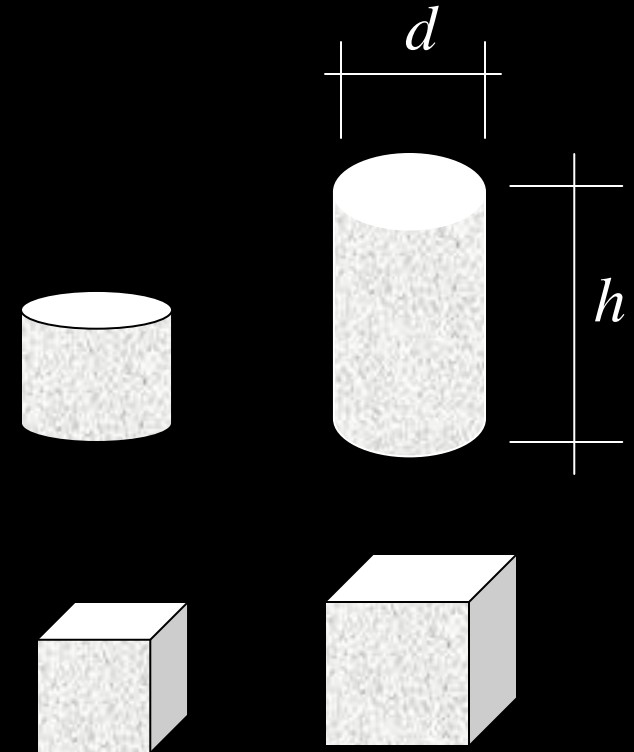
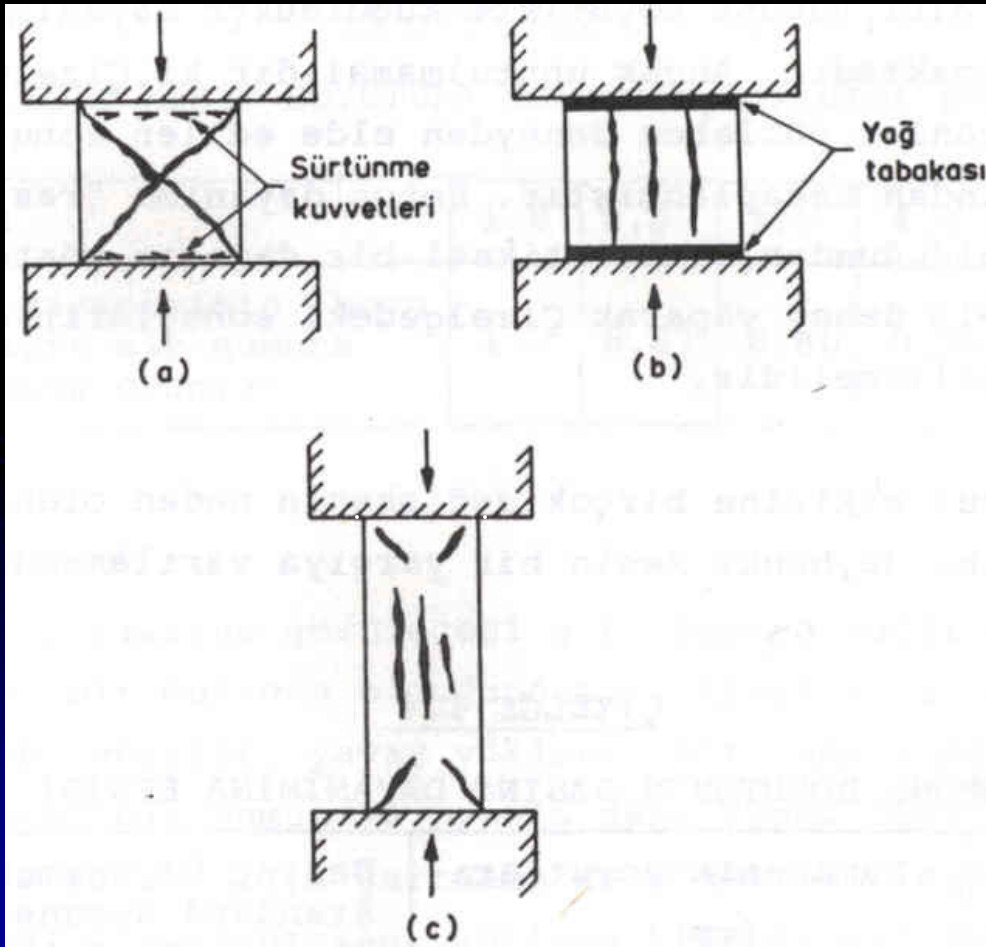
ŞEKİL : **PLAK** **KÜP** **PRİZMA**

NARİNLİK (h/a) : **0.5** **1.0** **2.0**

BAĞIL DAYANIM (%) : **140-200** **100** **75-95**

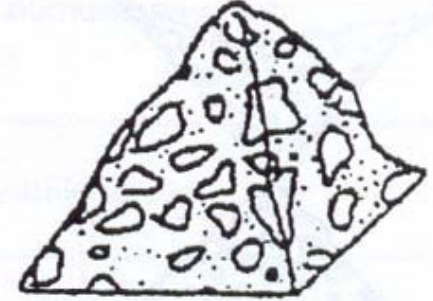
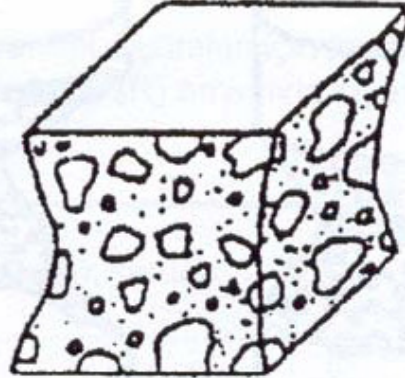
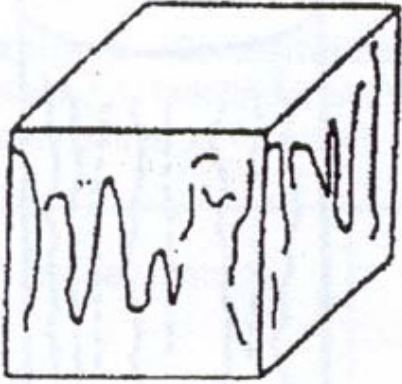
BASINÇ DAYANIMINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

- ÖRNEK ŞEKLİ, BOYUTLARI ve NARİNLİĞİ

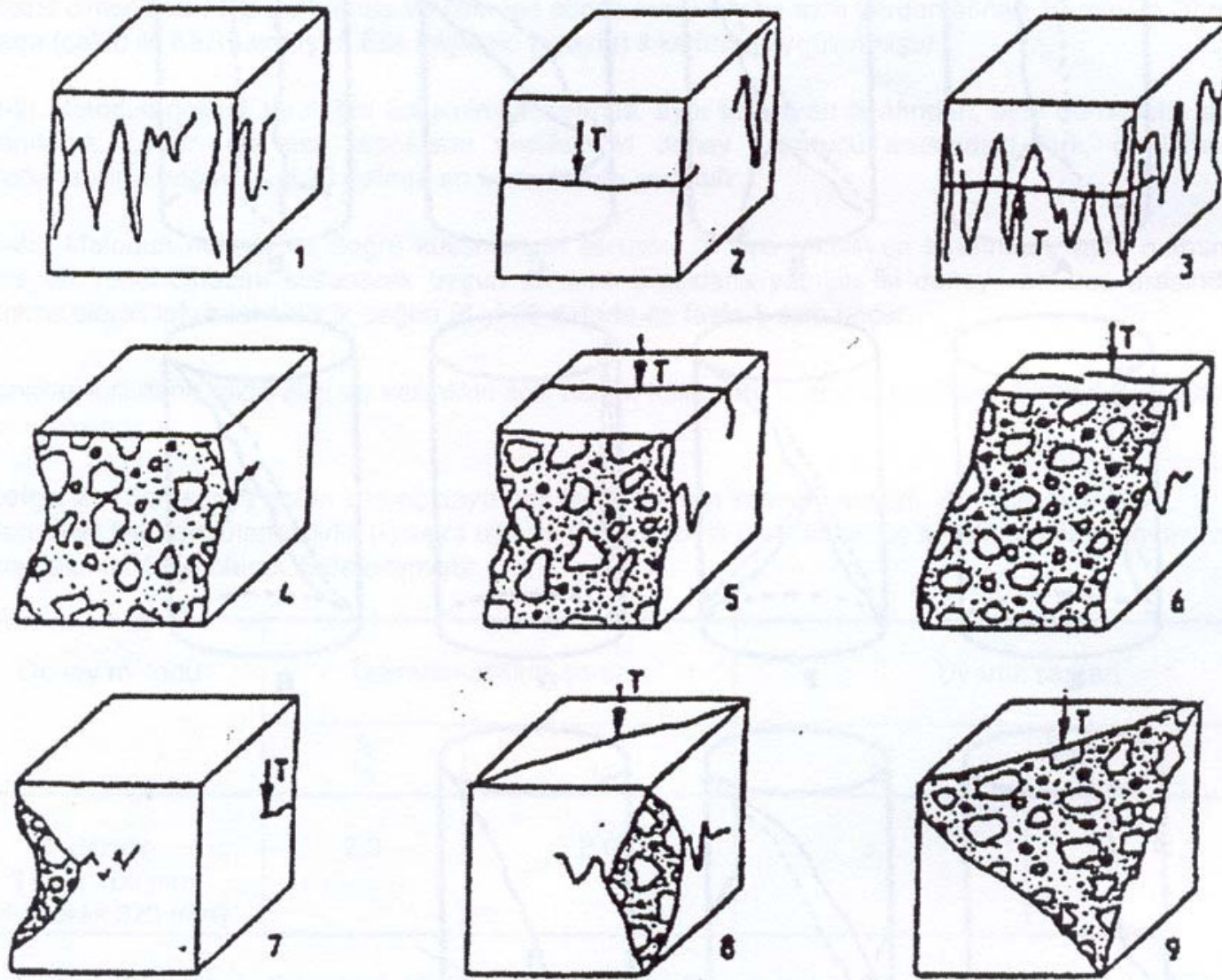


h/d ORANI

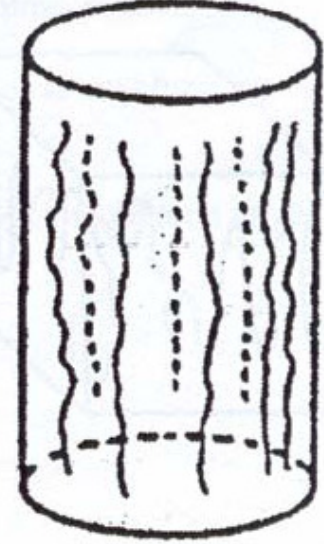
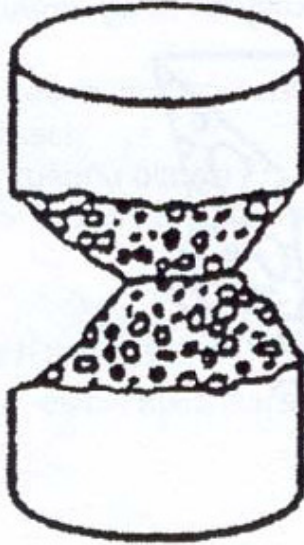
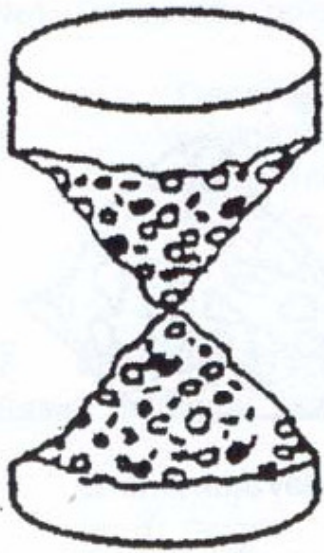
*PRES TABLASI İLE
SÜRTÜNME*



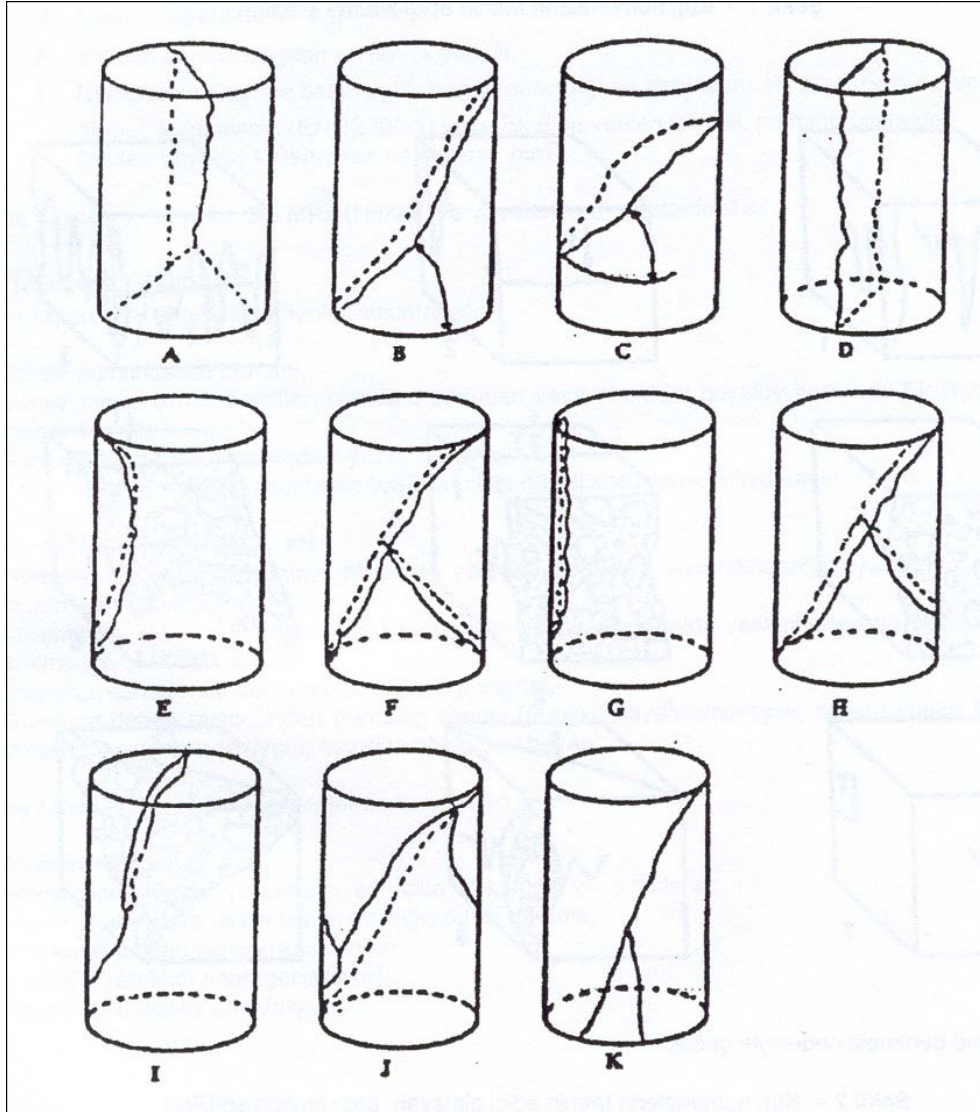
Düzgün kırılma



Düzgün olmayan kırılma

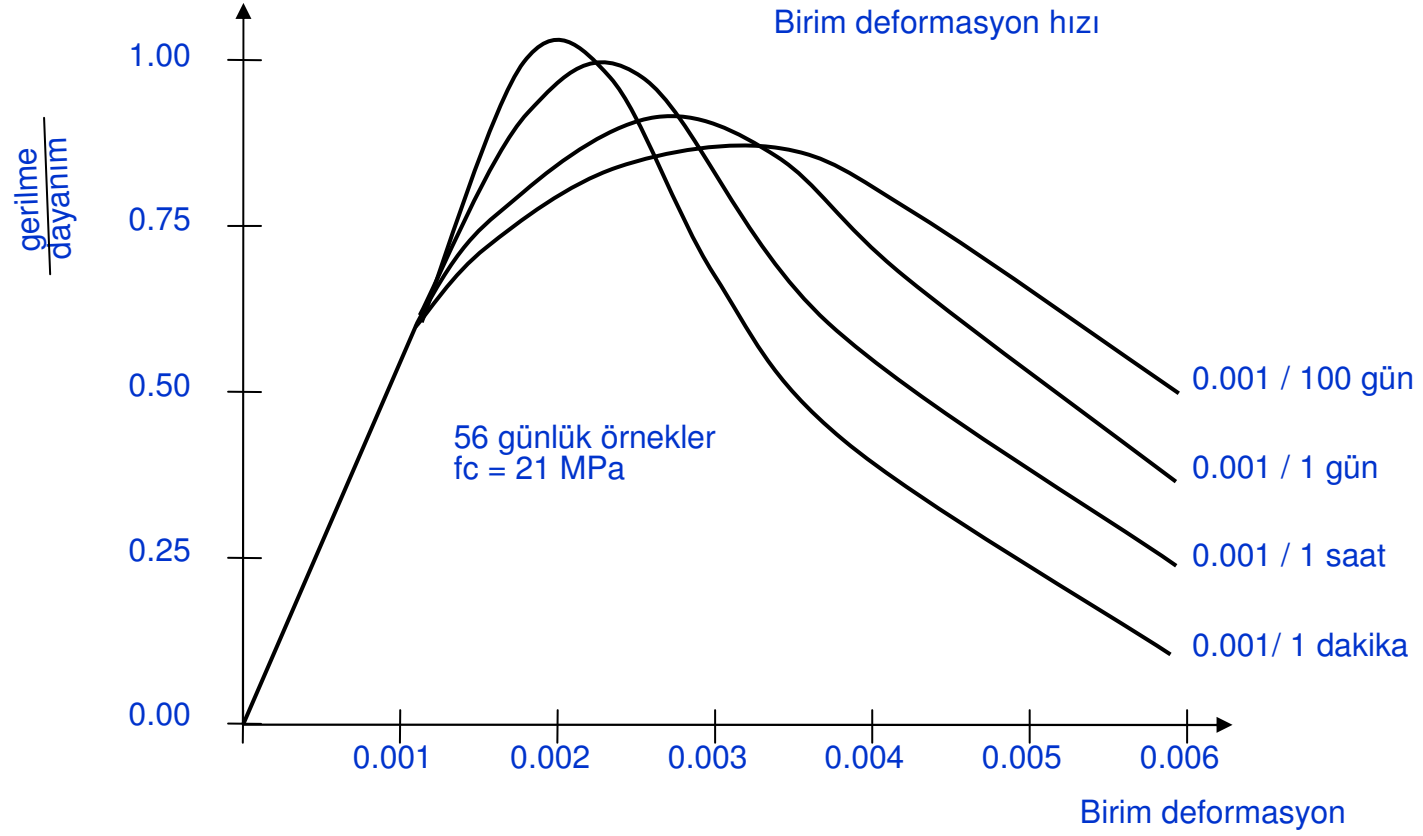


Düzgün kırılma



**Düzgün
olmayan
kırılma**

YÜKLEME HIZI



BASINÇ DAYANIMI BAĞINTILARI

- Deneysel çalışmalara dayanarak, malzeme oranları, ortam şartları, sıkıştırma şekli vb. faktörlere bağlı olarak betonun basınç dayanımı bağıntılarıyla yazılabilir. Bu konuda çok sayıda araştırına yapılmış ve değişik araştırmacılar tarafından farklı bağıntılar önerilmiştir.

- Ne varki bu alanda yapılan çalışmalar matematiksel kesinlik taşıyan bağıntıların elde edilemeyeceğini kanıtlamıştır. Deneylerle oluşturulan bağıntılar dayanımın hesaplanmasında değil, fakat tahmin edilmesinde yararlı olmaktadır. Özellikle beton deneme amacı ile daha önce üretilmiş betonların bulunan basınç dayanımlarından yararlanarak, bu formüllerdeki katsayılar daha kesin bir biçimde belirlenmektedir. Daha sonraki üretimlerde formüllerden yararlanarak hedeflenen dayanım elde edilebilmektedir.

- Bu formüllerin en önemlileri aşağıda verilmiştir. Hemen hemen bütün formüllerde çimento/su ilişkisi dayanımı etkileyen esas değişken olarak alınmıştır. Bu formüllerde kolaylık olması açısından; betona giren bileşenler çimento, su, kum, iri agrega, hava boşluğu sırasıyla, C, S, U, V ve H harfleriyle simgelenenecektir. Değerler ağırlık cinsinden ise büyük, mutlak hacim cinsinden ise küçük harfler kullanılacaktır. f_c ise betonun basınç dayanımını simgeleyecektir.

a) Bolomey formülü

$$f_c = K_B \left(\frac{C}{S + h} - k \right)$$

- Burada K_B ; çimentonun mekanik dayanımına, agreganın granülometri bileşimine, agreganın şekli ve biçimine, sıkıştırma şekline, ortam şartlarına ve deney örneğinin şekline bağlı bir deneysel parametredir. Ortalama olarak 7 gün için 15 N/mm^2 , 28 gün için 19 N/mm^2 değerleri alınabilir. k' katsayısı ikinci katsayı olup, 0.3-0.5 arasında değişir, 0.5 değerini almak yeterli olmaktadır. h hava boşluğunun su ile dolu olduğu varsayılır. Örneğin betonda 15 dm^3 hava boşluğu saptanmış ise, formülde h yerine 15 kg konur.

b) Feret formülü

- Bu formülde dayanımı etkileyen en önemli faktör çimento hamuru içindeki çimento miktarıdır. Bağıntı ikinci derecedir. Çimento hamuru hacmi, $c+s+h$, çimento miktarı ise c dir. Buradaki K_F katsayısı 80-300 N/mm² arasında alınır. 7 gün için 150, 28 gün için 180 N/mm² ortalama değerleri kullanılır.

$$f_c = K_F \left(\frac{c}{c+s+h} \right)^2$$

Graf Formülü

- Graf formülü çimento cinsinin etkisini formülde açık bir şekilde gözönüne alan bir bağıntıdır. Burada f_{cc} çimentonun standart mukavemetidir. Örneğin PÇ32.5 için 32.5 N/mm² alınır. Ancak daha iyi bir yaklaşım için standart mukavemet yerine, laboratuvarda saptanan gerçek dayanımın alınması önerilir. K_G değeri 4-10 arasında değişir ve beton yaşından bağımsızdır. Beton yaşının etkisi f_{cc} ile dikkate alınır.

$$f_c = \frac{f_{cc}}{K_G} \left(\frac{C}{S} \right)^2$$

d) Abrams Formülü

- Beton teknolojisinin kurucularından Amerikalı Abrams'ın formülü,
- A ve B ön deneylerde bulunan katsayılardır

$$f_c = \frac{A}{B^{1.5} S/C}$$



Dokuz Eylül Üniversitesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü

İNŞ2024 YAPI MALZEMESİ II

BETON BASINÇ DAYANIMI

Doç. Dr. Halit YAZICI

<http://kisi.deu.edu.tr/halit.yazici>