

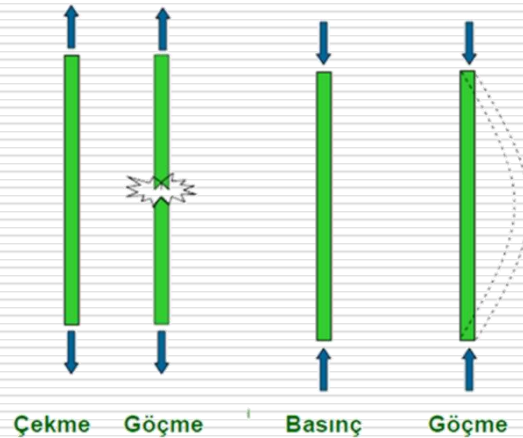
BETON DAYANIM

DENEYLERİ

- Basınç Dayanımı
- Yarmada Çekme Dayanımı
- Eğilmede Çekme Dayanımı

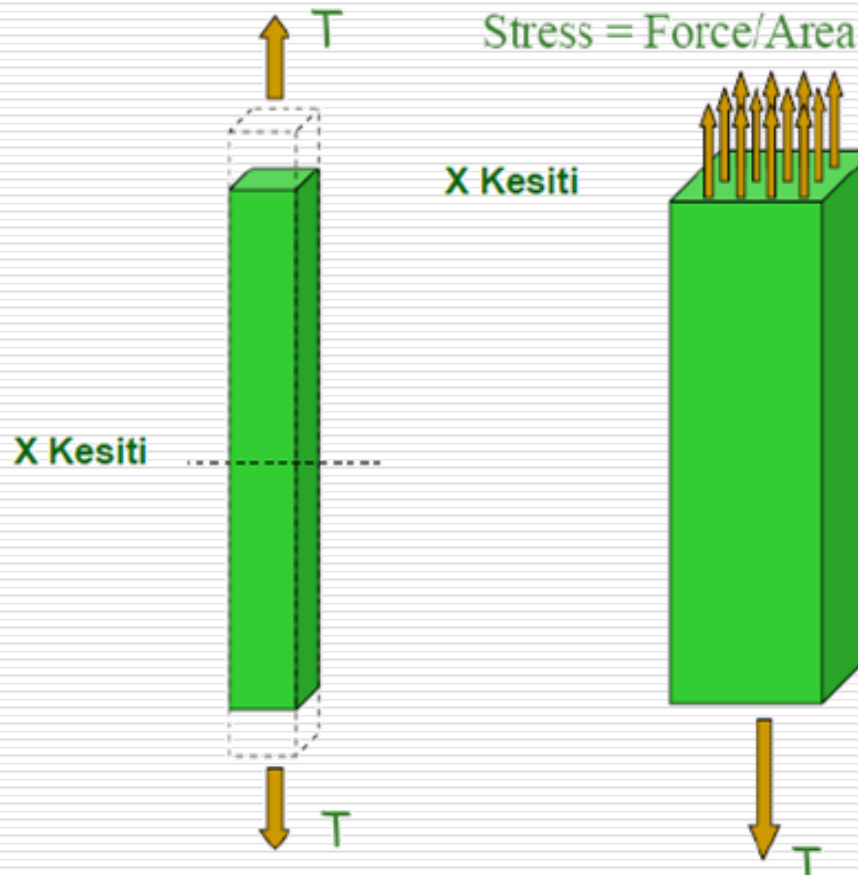
Beton Dayanımı

Beton dayanımı, üzerine gelen yüklerin neden olacağı **şekil** **değiştirmelere** ve kırılmaya karşı, betonun gösterebileceği **maksimum direnme** olarak tanımlanmaktadır.



Gerilme

Gerilme, **birim alana gelen kuvvet** olarak tanımlanır.



Gerilme = Kuvvet / Alan
 $\sigma = P / A$

Kuvvet P : dış etki

Gerilme σ : iç reaksiyon

Gerilme ($\sigma; \tau$)	$\frac{N}{m^2} \rightarrow$	Pascal (Pa)
	$\frac{N}{mm^2} \rightarrow$	MegaPascal (MPa)

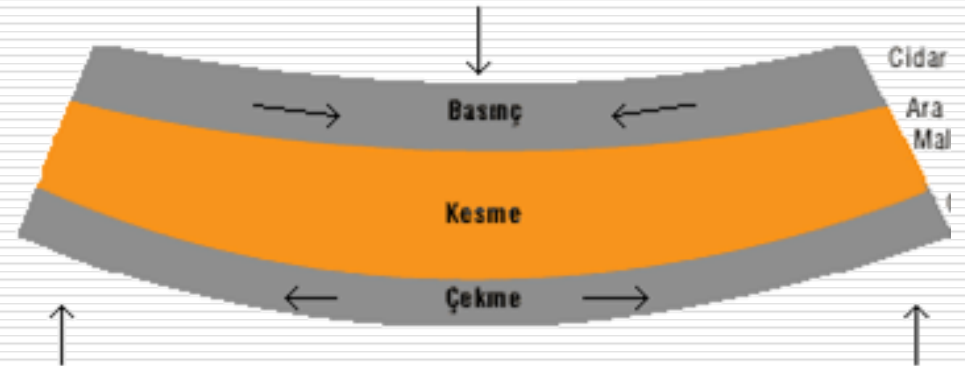
Beton Dayanımları

❖ Basınç Dayanımı

❖ Eğilme Dayanımı

❖ Çekme Dayanımı

❖ Kesme Dayanımı

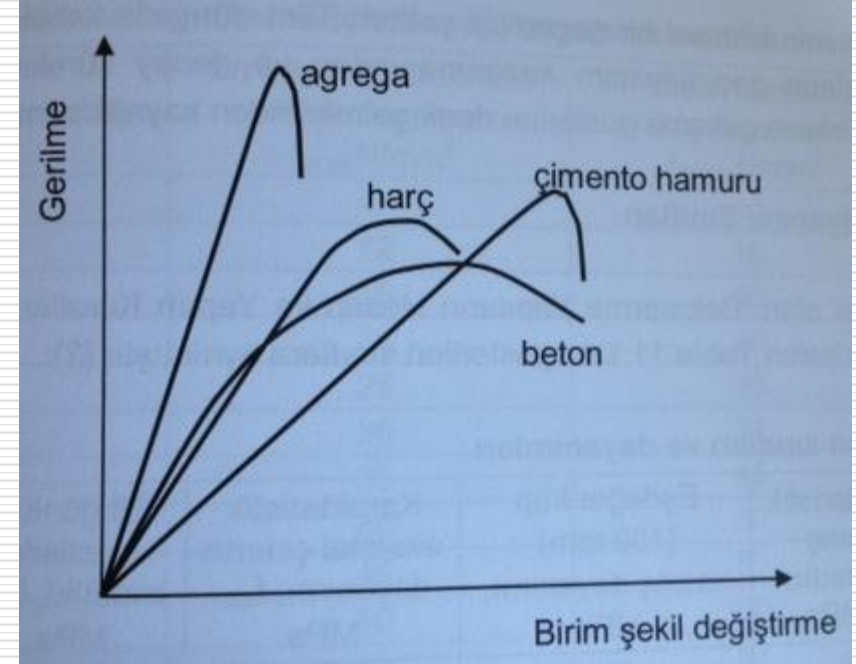


Beton Dayanımının Önemi

1. Betondaki basınç, çekme, eğilme ve kayma dayanımlarının bilinmesi, beton yapıların bu yükler altındaki **taşıma kapasitelerinin bilinmesine** yaramaktadır.
2. Sertleşmiş betonda aranılan dayanıklılık, su geçirimsizlik ve dayanım gibi özellik arasında, **deneysel olarak en kolay tayin** edileni, betonun dayanım özeliğidir.
3. Betonun **dayanımı ile diğer özellikleri arasında bir korelasyon** kurabilmek mümkündür. Dayanımı yüksek olan bir betonda, su geçirimsizliği ve dayanıklılık da iyi olmaktadır.

Betonun Dayanımı Nelere Bağlı...

- Çimento hamurunun dayanımı,
- Agreganın dayanımı,
- Çimento hamuru ile agregataneleri arasındaki aderans.



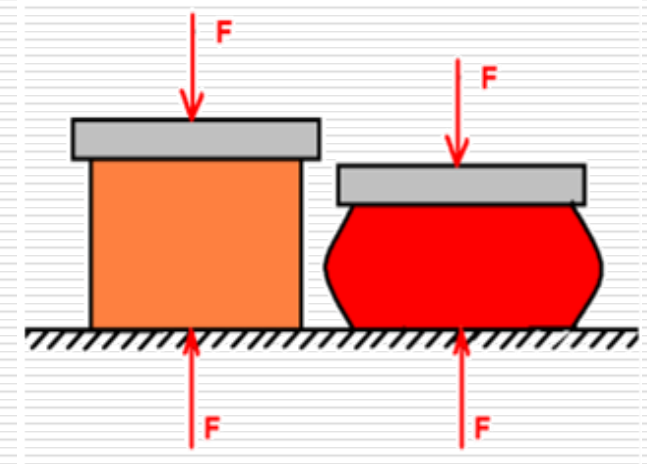
Beton Basınç Dayanımı

Eksenel basınç yükü etkisi

altındaki betonun kırılmamak için

gösterebileceği direnme kabiliyeti

olarak tanımlanmaktadır.



$$P = F / A$$

Basınç

Kuvvet

Alan

Bölü

Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 1 : Deney numunesi ve kalıplarının şekil, boyut ve diğer özellikleri

1 Kapsam

Bu standard, kalıba dökülerek meydana getirilmiş, küp, silindir ve prizma şeklindeki beton deney numunelerinin ve numune yapımı için gerekli kalıpların biçim, boyut ve toleranslarını kapsar .

Not - Bu standardda, dayanım deneylerinde ihtiyaç duyulan toleranslar verilmiştir. Ancak bu toleranslar, diğer özelliklerle ilgili deneylerde de kullanılabilir.

2 Atıf yapılan standard ve/veya dokümanlar

Bu standardda, tarih belirtilerek veya belirtilmeksizin diğer standard ve/veya dokümanlara atıf yapılmaktadır. Bu atıflar metin içerisinde uygun yerlerde belirtilmiş ve aşağıda liste halinde verilmiştir. Tarih belirtilen atıflarda daha sonra yapılan tadil veya revizyonlar, atıf yapan bu standardda da tadil veya revizyon yapılması şartı ile uygulanır. Atıf yapılan standard ve/veya dokümanın tarihinin belirtilmemesi halinde en son baskısı kullanılır.

EN, ISO, IEC vb. No	Adı (İngilizce)	TS No ¹⁾	Adı (Türkçe)
ISO 1101	Technical drawings - Geometric tolerancing - Tolerancing of form, orientation, location and run-out - Generalities, definitions, symbols, indications on drawings	TS 1304 ISO 1101	Teknik Resim-Geometrik Toleranslar-Şekil, Doğrultu, Konum ve Dönme Toleransları-Genel, Tarifler, Semboller ve Resimler Üzerinde Gösterme

Standart Deney Yöntemi



Standart boyutlu beton silindir numunenin çapı 15 cm, ve yüksekliği 30 cm 'dir (boy/çap= 2), standart boyutlu küp olarak ise kenarları 15 cm olan numuneler kullanılmaktadır.



**STANDART
SİLİNDİR
15x30 cm**

h/d ORANI=2.0



**15 cm AYRITLI
KÜP**

$$\sigma_{\text{silindir}(15/30)} \sim 0.80 \sigma_{\text{KÜP}(15*15*15)}$$

TS 13515 Basınç Dayanımı Bölümünde

Beton basınç dayanımı tayininde referans yöntem **silindir**

şekilli numunelerin kullanılmasıdır.

Özellikle beton dayanım sınıfı C35/45 ve üzerindeki beton

sınıflarında (150x300) mm veya (100x200) mm boyutlardaki

silindir şekilli numunelerin kullanılması önerilir.

100x200 mm Silindir ve 100x100x100 mm Küp

C35/45 ve üzerindeki beton sınıflarında ve agrega en büyük tane büyüklüğü 25 mm'den küçük olan betonlarda (150x150x150) mm küp şekilli veya (150x300) mm silindir şekilli numuneler yerine **(100x200) mm silindir ve (100x100x100) mm küp** şekilli numunelerin kullanılmasına da aşağıda verilen bağıntıların kullanılması şartı ile müsaade edilebilir.

$$f_s (150) = 0,97 \times f_s (100) \qquad f_k (150) = 0,95 \times f_k (100)$$

C30/37



28 günlük
Basınç dayanımı
30 Mpa olan
Standart silindir

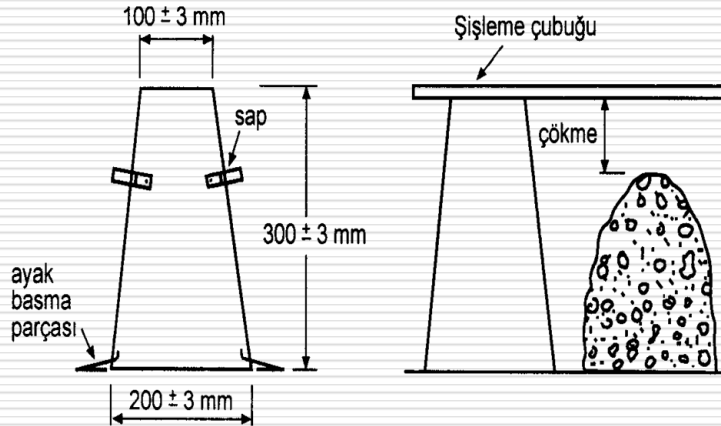
İkisi de aynı
beton ile üretilmiş



28 günlük
Basınç dayanımı
37 Mpa olan
15 cm ayrıtlı küp

Çökme Sınıfları TS EN 206-1 göre

Pratik ve dünyada **en yaygın** olarak uygulanan bir yöntemdir.



Sınıf	Çökme, mm
S 1	10 - 40
S 2	50 - 90
S 3	100 - 150
S 4	160 - 210
S 5 ¹⁾	≥ 220





TÜRK STANDARDI

TS EN 206

Şubat 2014

TS EN 206-1: 2002 ve TS EN 206-9: 2010 yerine

ICS 91.100.30

Beton - Özellik, performans, imalat ve uygunluk

Concrete - Specification, performance, production and
Conformity

Béton - Spécification, performances, production
et conformité

Beton - Festlegung, Eigenschaften, Herstellung
und Konformität

TÜRK STANDARDI TASARISI

TS 13515

2021

TS 13515: 2019 **yerine**

ICS 91.100.30; 91.080.40

TS EN 206'nın uygulanmasına yönelik tamamlayıcı standart

Complementary Turkish Standard for the implementation of TS EN 206

Yapı Denetimi Kapsamında Hazır Beton Uygunluk Denetimi

Yapı denetimi kapsamında hazır betonun uygunluk kontrolü

TS 500 Standardı'na göre yapılmaktadır. Kasım 2014'de TS

500 Standardı'nda tadilat yapılmıştır. Bu tarihten itibaren

yapı denetimi kapsamında hazır betonun nitelik denetimi

TS 13515 Ek B1'e göre yapılmaktadır.



TS 500: 2000
T3: Kasım 2014

ICS 91.080.40

Bu tadil, TSE İnşaat İhtisas Kurulu'na bağlı TK10 Yapı Malzemeleri Teknik Komitesi tarafından hazırlanmış ve TSE Teknik Kurulu'nun 13 Kasım 2014 tarihli toplantısında kabul edilerek yayımına karar verilmiştir.

Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları

Requirements for design and construction of reinforced concrete structures

1) Madde 3.4 aşağıdaki gibi değiştirilmiştir:

3.4 Betonda nitelik denetimi ve kabul koşulları

Betonda nitelik denetimi ve kabul koşulları TS 13515 Ek B1'e uygun olmalıdır.

TS 13515:2021 Numune Alma ve Deney Planı

(1) Numuneler, yetkili personel tarafından, TS EN 12350-1'e uygun olarak farklı harman veya yüklerden, taze betondan rastgele seçilerek alınır.

(2) Bir harman veya yük (üretim birimi), aynı hesap dayanımı istenen, aynı malzemelerle, aynı karışım oranlarında hazırlanan betondur. Bu beton, aynı gün içerisinde projenin farklı yapı elemanlarında uygulansa da tek bir üretim birimi olarak kabul edilir. Her bir betoniye veya mikserde bir defada karıştırılarak hazırlanan miktardaki taze beton, beton harmanı, her bir transmiksere taşınan taze beton miktarı, bir beton yükü olarak kabul edilir. Bir basınç dayanımı deney sonucu teşkili için, beton harmanı veya beton yükünden en az 3 (üç) adet numune alınır.

(3) Numune alınmasında, dökülen bir günlük betonu temsil edecek, (varsa, kolon veya perde gibi taşıyıcı eleman dökümünde kullanılan betonu temsil edecek şekilde) en az bir beton harmanı veya yükü belirlenmelidir. şantiyeye aynı gün içerisinde yalnızca bir beton yükü teslim edilmişse bu yükten asgari 3 (üç) adet numune alınmalıdır.

(4) Hazır beton tesisinden şantiyeye bir gün içerisinde bir beton yükünden daha fazla sayıda teslim edilen beton için asgari numune alma sıklığı Çizelge B1.1'de belirtildiği şekilde uygulanmalıdır. Nitelik denetimi için ilgili betondan alınacak numune miktarı, Çizelge B1.1'de verilen kriterlerden en yüksek numune alma sıklığında, en fazla deney sonucu elde edilecek şekilde belirlenmelidir.

(5) Beton dayanımı C55/67 ve üzerinde ise Çizelge B1.1'de belirtilen numune sayıları iki katına çıkarılmalıdır.

(Yüksek dayanımlı beton; basınç dayanım sınıfı C 55/67'den daha yüksek olan normal veya ağır beton ve basınç dayanım sınıfı LC 55/60'dan daha yüksek olan hafif beton)

TS 13515:2021 Numune Alma ve Deney Planı

(6) Numuneler, TS EN 12390-2'ye uygun olarak hazırlanmalı ve küre tâbi tutulmalıdır. Numunelerin basınç dayanımları TS EN 12390-3'e göre tayin edilmelidir. **Beton basınç dayanımının uygunluğu, 28 gün yaşta deneye tabi tutulmuş numuneler üzerinde tayin edilir. Elde edilen beton basınç dayanımı değerlerinin değerlendirilmesinde; aynı taze beton harmanından en az üç veya daha fazla sayıda deney numunesi hazırlandığında ve bu numunelerden elde edilen basınç dayanımı değerlerinin (f_{ti}) aralığı (en düşük ve en yüksek değerler arasındaki fark) ortalamanın (f_{ci}) %15'inden fazla olduğunda deney sonucu geçersiz sayılır.** Ancak numuneler ve numune dayanım değerleri üzerinde yapılacak incelemeye göre bu değerlerden herhangi birinin ortalamaya dahil edilmemesini haklı gösterecek bir sebep varsa bu sonuç ortalamaya dahil edilmez ve ortalama hesaplanmasında geriye kalan uygun numune dayanım değerleri kullanılır. Geriye kalan numune sayısının üç veya daha fazla olması durumunda aynı değerlendirme tekrar yapılır. Ortalama alınma şartlarını sağlayan iki adet dayanım değeri kalması halinde işlem sonlandırılmalıdır. (uygulama örneği aşağıdaki Not 1'de verilmiştir).

(7) Beton basınç dayanımı gelişmesinin tayini için, gerekli durumlarda, 28 gün yaşta deneye tabi tutulmak üzere numune alınmış en az iki farklı beton yükünden (transmikser) uygun sayıda (3 numuneden az olmamak üzere) ilave numune alınmalı ve bu numuneler 28 günlük referans numuneler ile aynı koşullarda küre tabi tutularak uygun yaşlarda (sürelerde) deneye tabi tutulmalıdır. **Dayanım gelişiminin göstergesi olan dayanım oranı, yapı denetim sorumlusu tarafından aksi belirtilmedikçe, 7 günlük ortalama basınç dayanımının 28 günlük ortalama basınç dayanımına oranıdır.** Şantiyeye teslim edilmiş beton (hazır beton) için bu oran, hazır beton imalatçısı tarafından TS EN 206+A1, Madde 7.2'ye göre kullanıcıya verilmelidir.

TS 13515:2021 Numune Alma ve Deney Planı

Beton Sınıfı	Bir beton harmanı veya yüküne ait (15x15x15)cm numune basınç dayanımı değerleri (MPa)	Basınç dayanımı ortalama değeri (deney sonucu) (MPa)	Basınç dayanımı ortalama değerinin (deney sonucu) % 15'i (MPa)	Numune basınç dayanım değeri aralığı (MPa)	Deney sonucunun geçerli olup olmadığı
C 20/25	22,0	25,5	3,8	(29,1-22) 7,1	GEÇERSİZ
	29,1				
	25,4				
C 25/30	26,0	30,5	4,6	(33,1-26) 7,1	GEÇERSİZ
	32,3				
	33,1				
C 35/45	48,7	48,7	7,3	(49,1-48,3) 0,8	GEÇERLİ
	49,1				
	48,3				

Numune Alma Planı (Çizelge B1.1)

1. Kriter	2. Kriter	Numune alınacak asgari beton yükü veya transmikser adedi	7 günlük adet	28 günlük adet	Toplam adet
Bir günde dökülen beton miktarı (m ³)	Bir günde dökülen kat döşeme alanı veya perde (tek yüzey) alanı (m ²)				
0 - 24	-	2	2	6	8
25 - 100	< 450	3	3	9	12
101 - 150	451 - 650	4	4	12	16
151 - 200	651 - 850	5	5	15	20
201 - 250	851 - 1050	6	6	18	24
251 - 300	1051 - 1250	7	7	21	28
301 - 400	1251 - 1450	8	8	24	32
401 - 500	1451 - 1650	9	9	27	36
501 - 600	1651 - 1850	10	10	30	40
> 600	> 1850	İlave her 200 m ³ hacim veya ilave her 200 m ² alan için yukarıdaki sayılara 1 ilave edilir			

Not - Numune alma işlemi, bütün imalâta yayılmalı ve numune alınan iki beton yükü (transmikser) arasında en az 25 m³ beton hacmi bırakılmalıdır.

Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 2 : Dayanım deneylerinde kullanılacak deney numunelerininin yapımı ve küre tâbi tutulması

1 Kapsam

Bu standard, dayanım deneylerinde kullanılacak beton deney numunelerin yapımını ve küre tâbi tutulması metotlarını kapsar. Deney numunelerinin yapımı ve küre tâbi tutulması, deney numunesi kalıplarının hazırlanması, betonun kalıplara doldurulması, yüzeyin tesviye edilmesi, deney numunelerinin kuru ve nakliyesini ihtiva eder.

2 Atıf yapılan standard ve/veya dokümanlar

Bu standardda, tarih belirtilerek veya belirtilmeksizin diğer standard ve/veya dokümanlara atıf yapılmaktadır. Bu atıflar metin içerisinde uygun yerlerde belirtilmiş ve aşağıda liste halinde verilmiştir. Tarih belirtilen atıflarda daha sonra yapılan tadil veya revizyonlar, atıf yapan bu standardda da tadil veya revizyon yapılması şartı ile uygulanır. Atıf yapılan standard ve/veya dokümanın tarihinin belirtilmemesi halinde en son baskısı kullanılır.

EN, ISO, IEC vb. No	Adı (İngilizce)	TS No ¹⁾	Adı (Türkçe)
EN 12350-1	Testing fresh concrete - Part 1 : Sampling	TS EN 12350-1	Beton - Taze beton deneyleri - Bölüm 1: Numune alma

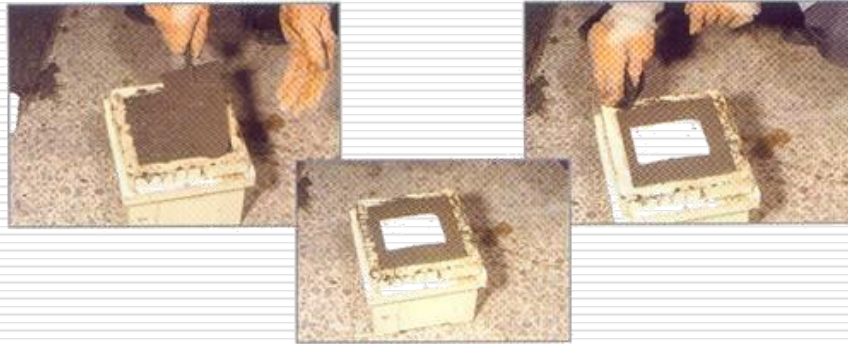
Taze Betondan Numune Alımı



Küp numune **iki tabaka** halinde, **çapı 16 mm** **yüksekliği 60 cm** olan metal bir çubukla, her tabaka **25 kez şişlenerek** sıkıştırılmakta ve üst kısmı bir mala yardımıyla **düzgün** duruma getirilmektedir. **Numune alma işlemi, bütün imalata yayılmalı** ve numune alınan **iki beton yükü (transmikser) arasında en az 25 m³** beton hacmi bırakılmalıdır.

Numunelerin Kalıpta Bekletilmesi

Deney numuneleri, kalıp içerisinde, 16 saatten az, 3 günden daha fazla olmamak üzere, yeterli sertliğe ulaşincaya kadar, şoktan, titreşimden ve kurumadan korunarak, $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ veya sıcak iklimlerde $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki ortamda tutulmalıdır.



Numunelere Kür Uygulaması

Deney numuneleri, kalıptan çıkartıldıktan sonra, deney anına kadar, $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki su içerisinde veya sıcaklığı $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ ve bağıl nemi $\geq 95\%$ olan kür odasında küre tâbi tutulmalıdır.



Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 3 : Deney numunelerinde basınç dayanımının tayini

1 Kapsam

Bu standard, sertleşmiş beton deney numunelerinde basınç dayanımı tayini için uygulanacak deney metodunu kapsar.

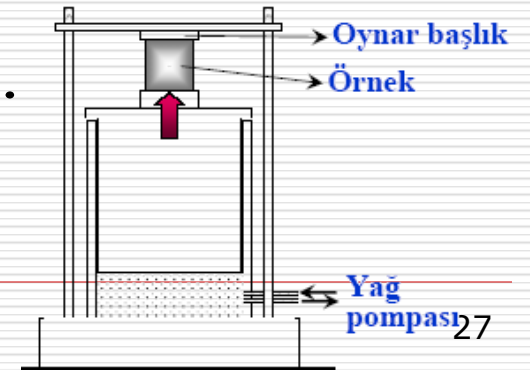
2 Atıf yapılan standard ve/veya dokümanlar

Bu standardda, tarih belirtilerek veya belirtilmeksizin diğer standard ve/veya dokümanlara atıf yapılmaktadır. Bu atıflar metin içerisinde uygun yerlerde belirtilmiş ve aşağıda liste halinde verilmiştir. Tarih belirtilen atıflarda daha sonra yapılan tadil veya revizyonlar, atıf yapan bu standardda da tadil veya revizyon yapılması şartı ile uygulanır. Atıf yapılan standard ve/veya dokümanın tarihinin belirtilmemesi halinde en son baskısı kullanılır.

EN, IEC, ISO No	Adı (İngilizce)	TS No ¹⁾	Adı (Türkçe)
EN 197-1	Cement-Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements	TS EN 197-1	Çimento- Bölüm 1: Genel Çimentolar- Bileşim, özellikler ve uygunluk kriterleri
EN 12350-1	Testing fresh concrete - Part 1 : Sampling	TS EN 12350-1	Beton - Taze beton deneyleri - Bölüm 1 : Numune alma
EN 12390-1	Testing hardened concrete - Part 1 : Shape, dimensions and	TS EN 12390-1	Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 1: Denev

Hidrolik Deney Presi ve Yükleme Hızı

Deney presi, **iki bloktan** oluşmaktadır. **Altındaki blok (alt tabla)** **rijitdir**. Numune, bu blok üzerine yerleştirilmektedir. **Üstteki blok ise, oynak başlıktır**. Bu düzen, **yükün tamamen dik ekseninde uygulanmış olmasına** yaramaktadır. Hidrolik sistemle çalışan deney presleri ile yapılan deneylerde, numunenin üzerine **$0.2-1.0 \text{ N/mm}^2/\text{s}$** hızla yük uygulanmaktadır.



Beton Sınıfları

C 8/10 başlar ve **C 100/115** sınıfına kadar.

Betonun basınç dayanım sınıfını gösteren notasyonda "**C**"

betonun İngilizcesi olan "**concrete**" kelimesinin ilk harfini,

ilk rakam betonun karakteristik **silindir** dayanımı (N/mm²),

ikinci rakam ise betonun karakteristik **küp** dayanımı (N/mm²)

TS EN 206 göre Beton Sınıfları

ICS 91.100.30

TÜRK STANDARDI

TS EN 206-1/Nisan 2002

Çizelge 7- Normal ve ağır beton için basınç dayanımı sınıflar

Basınç dayanımı sınıfı	En düşük karakteristik silindir dayanımı	En düşük karakteristik küp dayanımı
	$f_{ck,sil}$ N/mm ²	$f_{ck,küp}$ N/mm ²
C 8/10	8	10
C 12/15	12	15
C 16/20	16	20
C 20/25	20	25
C 25/30	25	30
C 30/37	30	37
C 35/45	35	45
C 40/50	40	50
C 45/55	45	55
C 50/60	50	60
C 55/67	55	67
C 60/75	60	75
C 70/85	70	85
C 80/95	80	95
C 90/105	90	105
C 100/115	100	115

Dayanım Oranı (Dayanım Gelişim Hızı 7/28)

Dayanım gelişiminin göstergesi olan dayanım oranı, 7 günlük ortalama basınç dayanımının 28 günlük ortalama basınç dayanımına oranıdır. Dayanım gelişmesinin tayini için, beton yükünden (transmikser) 1'er adet numune alınmalı 7. gün deneye tabi tutulmalıdır. Ayrıca dayanım oranı hazır beton üreticisi tarafından irsaliyede mutlaka yer verilecektir.

Basınç Dayanımının Kabul Kriterleri

(1) Beton, her bir dayanım deney sonucu ve "n" adet örtüşmeyen deney sonucunun ortalaması ile tanımlanır.

(2) Çizelge B1.2'de verilen her iki kriterin, belirlenmiş hacimdeki betondan alınan basınç dayanımı numunelerinden elde edilen n adet deney sonucu ile sağlanması durumunda, betonun belirtilen sınıfa ait olduğu kabul edilir.

Çizelge B1.2 - Basınç dayanımı deney sonuçları ile denetim kriterleri

Belirli hacimdeki betondan elde edilen deney sonucu adedi "n"	1. Kriter	2. Kriter
	"n" adet deney sonucu ortalaması (f_{cm}) N/mm ²	Herhangi tek deney sonucu (f_i) N/mm ²
1	Uygulanmaz	$\geq f_{ck}$
2 - 4	$\geq f_{ck} + 1.0$	$\geq f_{ck} - 4.0$
≥ 5	$\geq f_{ck} + 2.0$	$\geq f_{ck} - 4.0$

Numune Deney Bilgileri	Numune Boyutu / Şekli		Numune Adedi	Miktar (m³)	Slump (cm)	Beton Sınıfı
	150 x 150 x 150 mm / Küp		24	236	-	C 25/30
	Döküm Tarihi	15.11.2019	Deney Tarihi		22.11.2019	7 GÜNLÜK
	Geliş Tarihi	16.11.2019			13.12.2019	28 GÜNLÜK

TS 13515 Ek B1'e göre Basınç Dayanımı Deney Sonuçları ile Denetim Kriterleri				
Belirli Hacimdeki Betondan Elde Edilen Deney Sonucu Adedi 'n'	1. KRİTER	2. KRİTER	Sağlanması Gereken Kriterler	
	n adet deney sonucu ortalaması (f_{cm}) N/mm²	Herhangi tek deney sonucu (f_i) N/mm²	1. Kriter	2. Kriter
1	Uygulanmaz	$\geq f_{ck}$	-	-
2-4	$\geq f_{ck} + 1.0$	$\geq f_{ck} - 4.0$	-	-
≥ 5	$\geq f_{ck} + 2.0$	$\geq f_{ck} - 4.0$	$\geq 32,0$	$\geq 26,0$

Numune Deney Sonuçları	Mikser No	BASINÇ DAYANIMLARI (N/mm²)					
		7 GÜNLÜK	28 GÜNLÜK	28 GÜNLÜK	28 GÜNLÜK	28 GÜNLÜK (ort.)	KRİTER
	1	33,4	38,1	35,2	39,4	37,6	$\geq 26,0$
	2	36,5	40,6	37,9	37,6	38,7	$\geq 26,0$
	3	32,9	34,7	38,2	35,1	36,0	$\geq 26,0$
	4	34,8	35,8	39,2	40,3	38,4	$\geq 26,0$
	5	36,1	38,9	41,6	39,7	40,1	$\geq 26,0$
	6	33,7	41,2	42,5	37,3	40,3	$\geq 26,0$
			Ortalama Basınç Dayanımı			38,5	$\geq 32,0$

BETON SINIFI-MİKTARI (m3) : C25/30 - 299										ALINAN NUMUNE ADEDİ : 28				
YAPI ELEMANI : -										İSTENEN DENEYLER : TAZE BETON				
UYG. STANDARDLAR : TS EN 12350-1, TS EN 12350-2, TS EN 12390-2, TS EN 12390-3, TS EN 12390-7, TS EN 206, TS 500														
ETİKET SERİ NO	T.MİKSER NO	İRSALİYE NO	Numune Kalıp No	Alınış Saati/Dak.		Sıcaklık (°C)		Beyan Ed. Slump (S/mm)	Ölçülen Slump (S/cm)	Kırılma Yüğü (kN)	Görünür Yoğunluk (kg/m³))	Basınç Dayanımı Değerleri (N/mm²)(MPa)		
						Ortam	Beton					7 Günlük Numune	28 Günlük Numune	28 Günlük Deney Sonuçları
9872846	1	202000000191	1-3	14	52	33	28	14	13	849,43	2.370	37,8		36,1
9872897	1	202000000191	1-2	14	52	33	28	14	13	914,82	2.420		40,7	
9872763	1	202000000191	1-1	14	52	33	28	14	13	679,03	2.410		30,2	
9872775	1	202000000191	1-4	14	52	33	28	14	13	840,91	2.440		37,4	
9872825	2	202000000191	2-2	14	53	33	28	14	13	784,03	2.370	34,8		38,8
9872833	2	202000000191	2-3	14	53	33	28	14	13	854,32	2.380		38,0	
9872787	2	202000000191	2-1	14	53	33	28	14	13	829,97	2.430		36,9	
9872828	2	202000000191	2-4	14	53	33	28	14	13	934,99	2.430		41,6	
9872836	3	202000000191	3-4	14	54	33	28	14	13	758,88	2.370	33,7		35,9
9872898	3	202000000191	3-2	14	54	33	28	14	13	738,89	2.390		32,8	
9872776	3	202000000191	3-1	14	54	33	28	14	13	867,41	2.420		38,6	
9872778	3	202000000191	3-3	14	54	33	28	14	13	819,67	2.440		36,4	
9509705	4	202000000191	4-4	14	55	33	28	14	13	941,54	2.330	41,8		42,2
9872810	4	202000000191	4-1	14	55	33	28	14	13	1.018,52	2.450		45,3	
9872834	4	202000000191	4-2	14	55	33	28	14	13	891,28	2.410		39,6	
9872819	4	202000000191	4-3	14	55	33	28	14	13	936,28	2.420		41,6	
9509660	5	202000000191	5-3	14	56	33	28	14	13	876,96	2.370	39,0		42,8
1029193	5	202000000191	5-4	14	56	33	28	14	13	983,81	2.420		43,7	
1029181	5	202000000191	5-2	14	56	33	28	14	13	929,73	2.420		41,3	
1029186	5	202000000191	5-1	14	56	33	28	14	13	977,57	2.410		43,4	
9872848	6	202000006900	6-4	14	58	33	28	14	13	887,36	2.350	39,4		42,4
1029178	6	202000006900	6-2	14	58	33	28	14	13	1.015,52	2.440		45,1	
9509655	6	202000006900	6-1	14	58	33	28	14	13	987,89	2.430		43,9	
1029192	6	202000006900	6-3	14	58	33	28	14	13	858,53	2.410		38,2	
9872773	7	202000006900	7-2	14	59	33	28	14	13	917,94	2.360	40,8		44,8
9509663	7	202000006900	7-4	14	59	33	28	14	13	1.040,34	2.430		46,2	
9509652	7	202000006900	7-3	14	59	33	28	14	13	968,78	2.440		43,1	
9872774	7	202000006900	7-1	14	59	33	28	14	13	1.015,88	2.390		45,2	

Betonun Çekme Dayanımı

Betonun çekme dayanımı, "betonda çekme etkisi oluşturacak kuvvetlerin neden olacağı şekil değiştirmelere ve kırılmaya karşı, betonun gösterebileceği direnme kabiliyeti" olarak tanımlanmaktadır. Genellikle, yapıdaki betona doğrudan çekme kuvveti uygulanmamaktadır.

Çekme Dayanımının Önemi

Genel olarak, betonun çekme dayanımı, basınç dayanımının %10'u kadardır. Gevrek bir malzeme olan betonun çekme kuvvetlerine karşı direnme kabiliyeti çok düşük olduğundan, çekme dayanımı betonda **çatlakların oluşmasında önemli rol** oynamaktadır. Betonda büyük çatlakların oluşması, kırılmaya neden olmaktadır.

Çekme Dayanımı Deney Yöntemleri

1. Çekme yüklerinin doğrudan uygulanması ile,

Doğrudan Çekme Dayanımı Deneyi

2. Çekme yüklerinin dolaylı olarak uygulanması ile,

Yarmada Çekme Dayanımı Deneyi

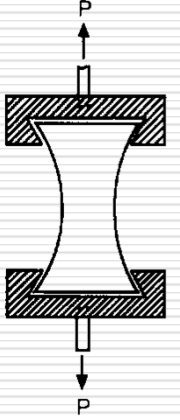
3. Beton kirişlere eğilme yüklerinin uygulanması ile,

Eğilmede Çekme Dayanımı Deneyi

Eğilmede Çekme Dayanımı > Yarmada Çekme Dayanımı > Doğrudan Çekme Dayanımı

Doğrudan Çekme Dayanımı Deneyi

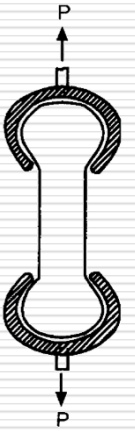
Değişik boyutlardaki silindir, prizma gibi özel boyutlu numuneler üzerinde uygulanabilmektedir. Numunenin



uçlarına özel olarak hazırlanmış metal başlıkların

$$\sigma = P/A$$

yapıştırılması ve başlıkların ortasına da 90° açıyla dik



olacak tarzda metal çubukların bağlı olmalıdır.

Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 6 : Deney numunelerinin yarmada çekme dayanımının tayini

1 Kapsam

Bu standard, silindirik şekilli sertleşmiş beton deney numunelerinin yarmada çekme dayanımının tayini metodunu kapsar. Küp ve prizma şekilli deney numunelerinde kullanılacak deney metodu da bu standardda ilâve edilmiştir (Ek A).

2 Atıf yapılan standard ve/veya dokümanlar

Bu standardda, tarih belirtilerek veya belirtilmeksizin diğer standard ve/veya dokümanlara atıf yapılmaktadır. Bu atıflar metin içerisinde uygun yerlerde belirtilmiş ve aşağıda liste halinde verilmiştir. Tarih belirtilen atıflarda daha sonra yapılan tadil veya revizyonlar, atıf yapan bu standardda da tadil veya revizyon yapılması şartı ile uygulanır. Atıf yapılan standard ve/veya dokümanın tarihinin belirtilmemesi halinde en son baskısı kullanılır.

EN, ISO, IEC vb. No	Adı (İngilizce)	TS No ¹⁾	Adı (Türkçe)
EN 12350-1	Testing fresh concrete - Part 1: Sampling	TS EN 12350-1	Beton - Taze beton deneyleri - Bölüm 1: Numune alma
EN 12390-1	Testing hardened concrete - Part 1: Shape, dimensions and other requirements for specimens and moulds		

Yarma Dayanımı

Dolaylı çekme dayanımı yönteminin uygulanması

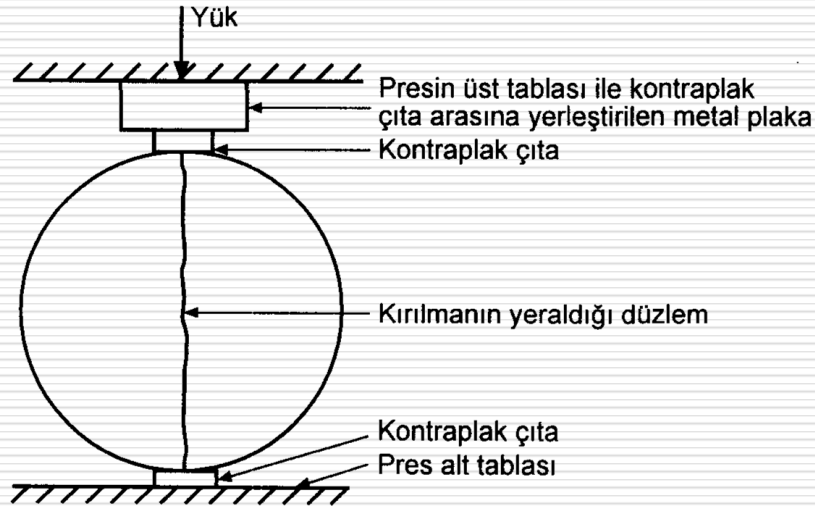
sonucunda beton numune yarılarak **iki parçaya ayrıldığı**

için, bu yöntem, genellikle **“yarma deneyi yöntemi”**

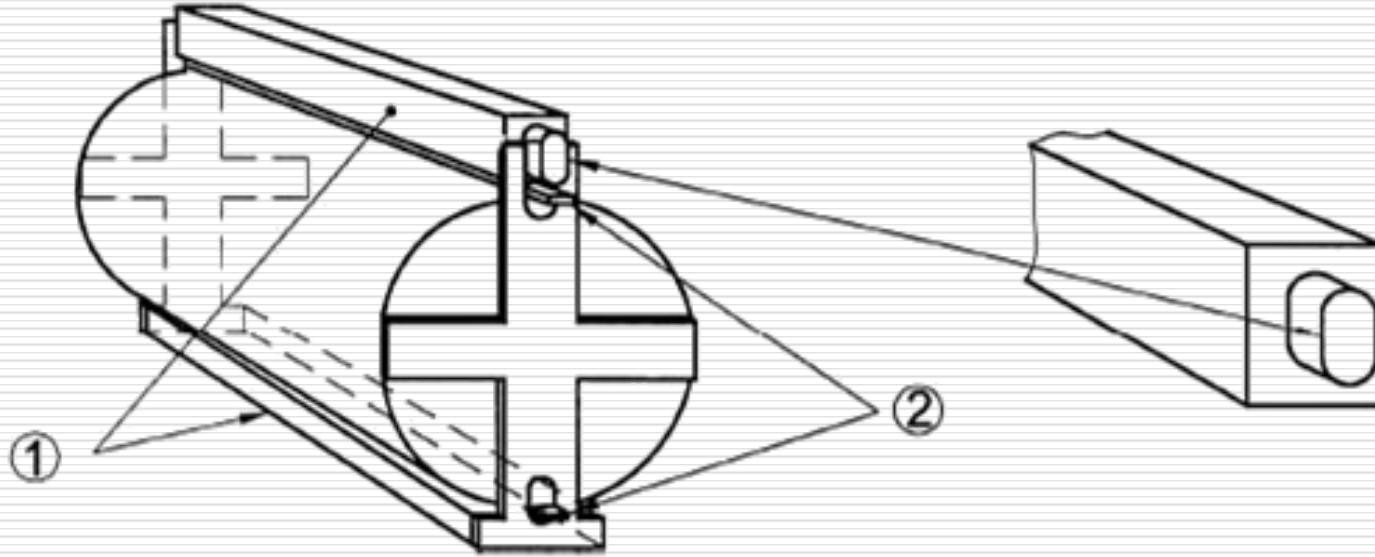
olarak anılmaktadır.



Beton Yarma Deneyi Uygulama Düzeni



Yarma Çekme Dayanım Formülü



$$f_{ct} = \frac{2 \times F}{\pi \times L \times d}$$

Burada;

f_{ct} Yarmada çekme dayanımı, MPa (N/mm^2),

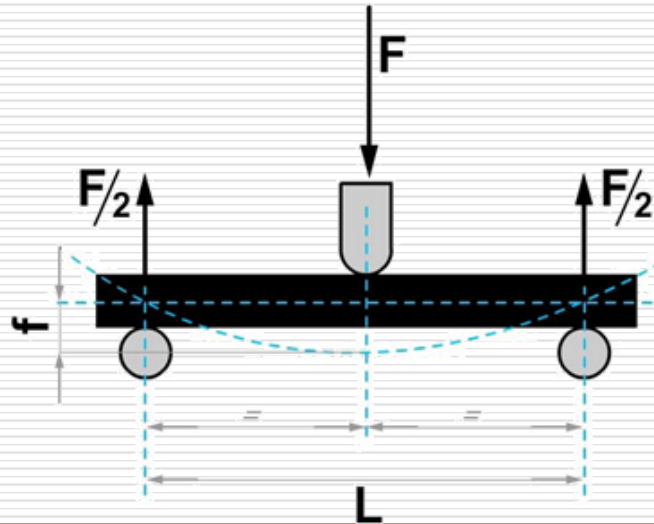
F En büyük yük, N,

L Numunenin yükleme parçasına temas çizgisi uzunluğu, mm,

d Numunenin seçilen en kesit boyutu, mm

Eğilme Dayanımı

Prizmatik çubuk eksenlerine **dik kuvvetlerle yüklenirlerse**, çubuk kesitinde kesme kuvveti ve eğilme momenti meydana gelir. Eğilme momenti sonucunda **çubuk eğilir**. Buna eğilme dayanımı denir.



Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 5 : Deney numunelerinin eğilme dayanımının tayini

1 Kapsam

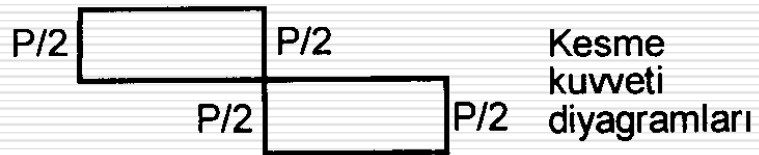
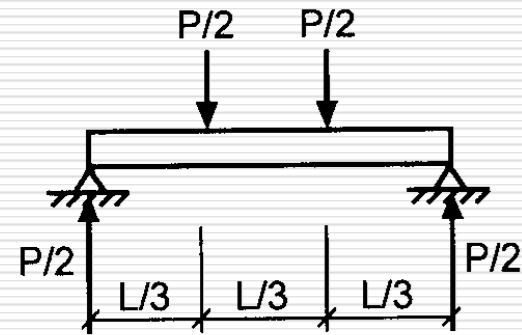
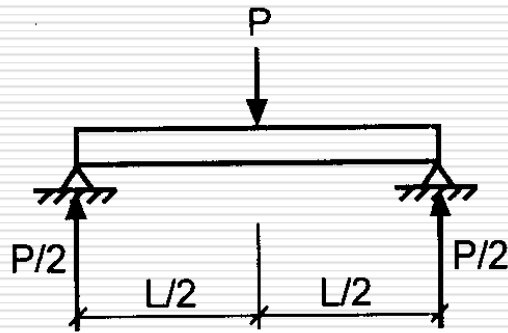
Bu standard, sertleşmiş beton deney numunelerinin eğilme dayanımının tayini metodunu kapsar.

2 Atıf yapılan standard ve/veya dokümanlar

Bu standardda, tarih belirtilerek veya belirtilmeksizin diğer standard ve/veya dokümanlara atıf yapılmaktadır. Bu atıflar metin içerisinde uygun yerlerde belirtilmiş ve aşağıda liste halinde verilmiştir. Tarih belirtilen atıflarda daha sonra yapılan tadil veya revizyonlar, atıf yapan bu standardda da tadil veya revizyon yapılması şartı ile uygulanır. Atıf yapılan standard ve/veya dokümanın tarihinin belirtilmemesi halinde en son baskısı kullanılır.

EN, ISO, IEC vb. No	Adı (İngilizce)	TS No ¹⁾	Adı (Türkçe)
EN 12350-1	Testing fresh concrete - Part 1 : Sampling		
EN 12390-1	Testing hardened concrete - Part 1: Shape, dimensions and other requirements for specimens and moulds		

Eğilmede Çekme Yöntemi



Moment diyagramları



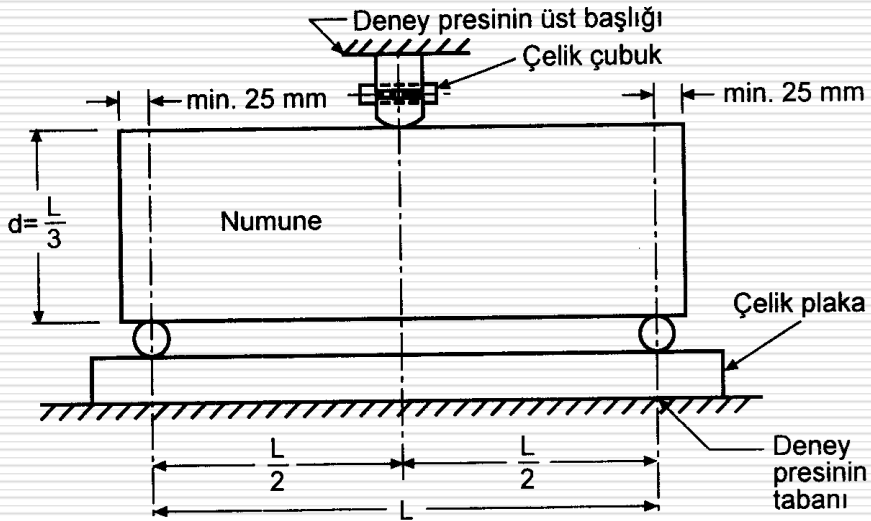
Eğilme Dayanımı

$$\sigma_e = \frac{Mc}{I}$$

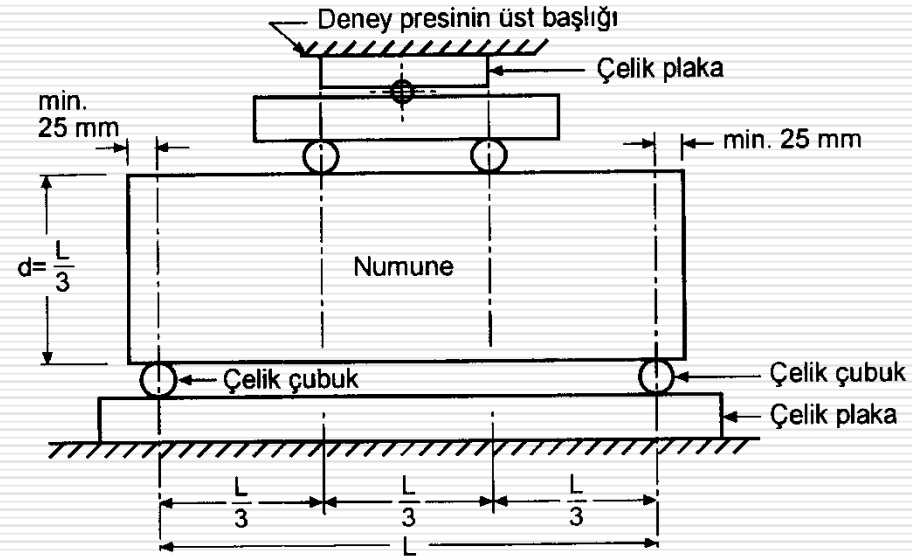
Burada;

- σ_e = Eğilme dayanımı,
- M = Maksimum moment,
- c = Tarafsız eksen ile kiriş yüksekliğinin en uç noktası arasındaki uzaklık, yani, $d/2$,
- d = Kiriş kesitinin yüksekliği,
- b = Kiriş kesitinin eni,
- I = Atalet momenti (dikdörtgen kesitler için $I = bd^3/12$;
kare kesitler için $I = d^4/12$)

Eğilme Dayanımı Formülleri

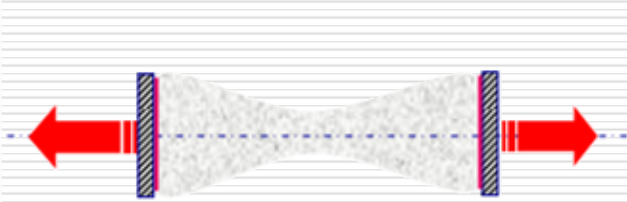


$$\sigma_e = \frac{3PL}{2bd^2}$$



$$\sigma_e = \frac{PL}{bd^2}$$

Çekme Dayanımları Arasındaki İlişki



EKSENEL
ÇEKME

(f_{ct})



SİLİNDİR YARMA(f_{ct}')



EĞİLME

(f_{ct}'')

$$f_{ct} = \frac{(f_{ct}')}{1.5} = \frac{(f_{ct}'')}{2.0}$$

BETONARME DONATI ÇELİĞİ

ÇEKME DENEYİ

Çelik

Çelik (demir ve karbon) metal olmayan bir elemanı içeren bir alaşımdır. Ana bileşeni **demir**, ana alaşım elementi ise **karbon**.



Betonarme Yapılarda Çelik

Betonarme yapılarda **çelik**, betonun çekme dayanımınının zayıf

olması nedeniyle, herhangi bir yapı elemanında oluşan **çekme**

kuvvetlerini karşılamak amacıyla kullanılır.



Aderans

Betonarme yapılarda donatı ve beton arasında **yeterli bir**

yapışmanın (aderansın) sağlanmaması halinde, donatı beton

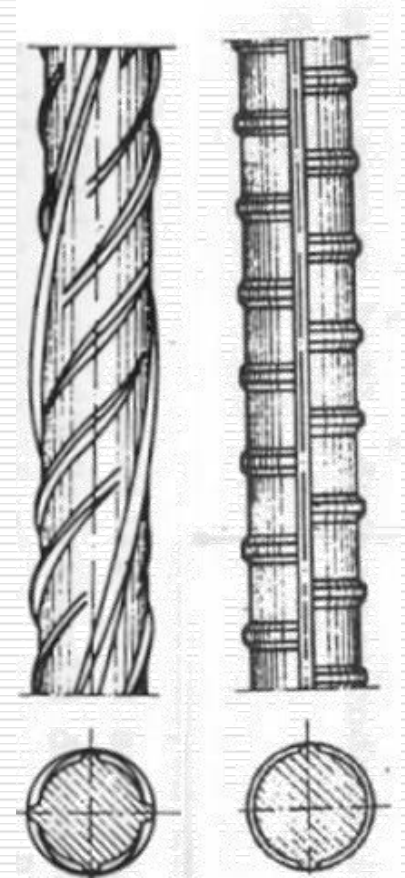
içinde kayarak kuvvetleri aktaramaz ve bu durum da yapının

yıkılmasına yol açabilir.

Nervürler

Donatının aderans yeteneğini arttırmak amacıyla, çelik çubukların yüzeyinde **çıkıntı ve girintiler** yapılır.

Beton kütlesine takılarak yapışmayı arttıran bu çıkıntılar genelde **nervürler** vasıtasıyla meydana getirilir.



Donatı Çapı, ϕ



Ø 10 mm



Ø 14 mm



Ø 18 mm



Ø 22 mm



Ø 26 mm



Ø 30 mm



Ø 40 mm



Ø 50 mm

TS 708 (Özellikler ve uygunluk kriterleri)



TÜRK STANDARDI
TURKISH STANDARD

TS 708

Mart 2016

ICS 77.140.60

ÇELİK - BETONARME İÇİN - DONATI ÇELİĞİ

Steel for the reinforcement of concrete - Reinforcing steel

Beton Çelik Çubuğu

Beton çelik çubuğu, betonarme yapılarda

beton teçhizatı olarak kullanılan, dairesel

kesitli olan çelik çubuklardır.



Çelik Tipleri

Düz Yüzeyli (D)

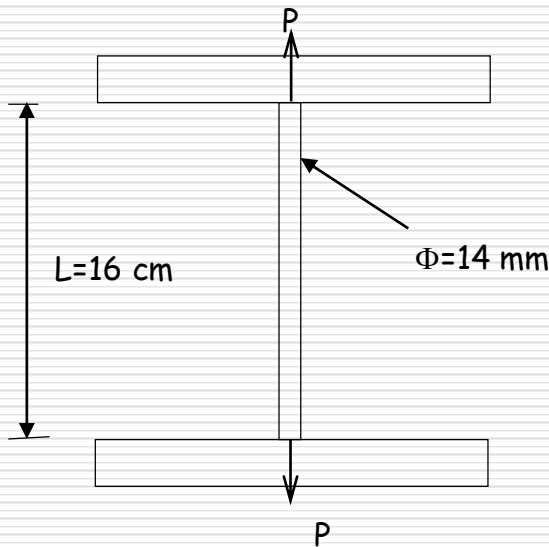
Yüzeyi Profilli (P)

Nervürlü (N)

Çekme Dayanımı (TS EN ISO 15630-1)

Çekme deneyi silindirik veya prizmatik çubuklara **eksen**

doğrultusunda çekme kuvveti uygulanarak yapılır.



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

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

$$E = \tan \alpha = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Çekme Deney Presi



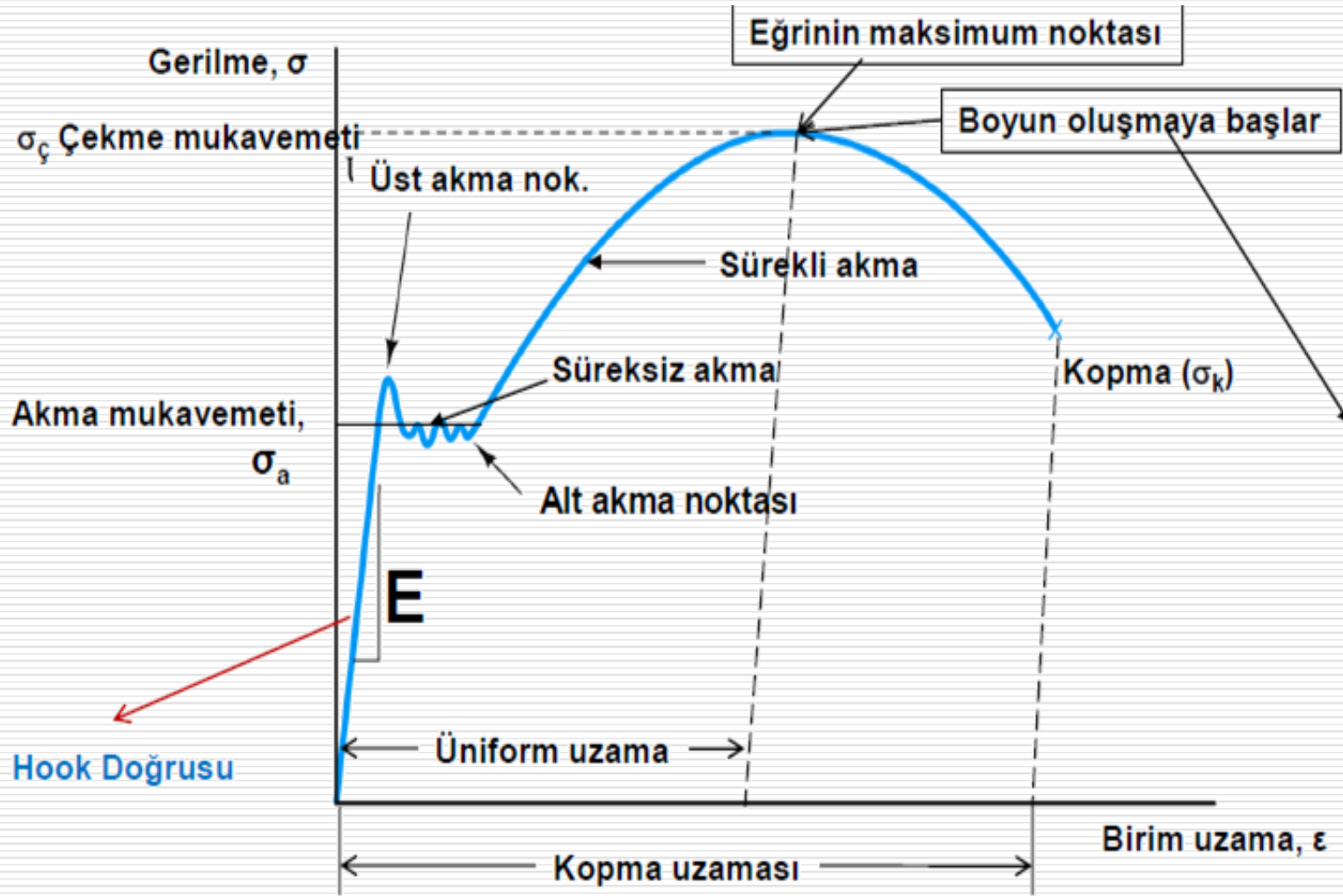
Çekme Deney Presi



Çekme Kuvveti Altında Gerilme-Birim Şekil Değişirme

Bu eğriler uygulanan gerilmelere karşıt gelen birim uzamaların ölçülüp işlenmesi ile çizilir. **Gerilme**, kuvvetin orijinal kesit alanına bölünmesi ile, **Birim Şekil Değişimi** ise, kuvvet uygulanması sırasında oluşan çubuk boy değişiminin, kuvvet uygulanmadan önceki ilk çubuk boyuna bölünmesi ile elde edilir.

Gerilme-Deformasyon Eğrisinin Özellikleri



Düşük karbonlu çelik için gerilme-birim uzama eğrisi

Akma Dayanımı

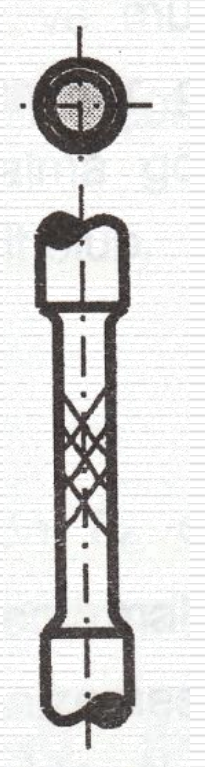
Malzemenin kalıcı şekil değişimi yapmaya başladığı

gerilme değerine akma dayanımı denir. Akma

sınırında malzeme içinde büyük değişiklikler ve

kaymalar olur. Malzeme ısınır ve üzerinde Lüders-

Hartmann çizgileri belirir.



Akma Dayanımının Önemi

- ✓ Akma dayanımına erişince kalıcı şekil değiştirmeler görülür.
- ✓ Yalnız her malzemedede bu nokta belirgin değildir.
- ✓ Mühendislik açısından önem taşır.
- ✓ Plastik davranışın başladığını belirtir.
- ✓ Mühendislik dizaynı ve hesaplarında kullanılır.

Pekleşme

Akma bölgesinden sonra diyagramda **tekrar bir**

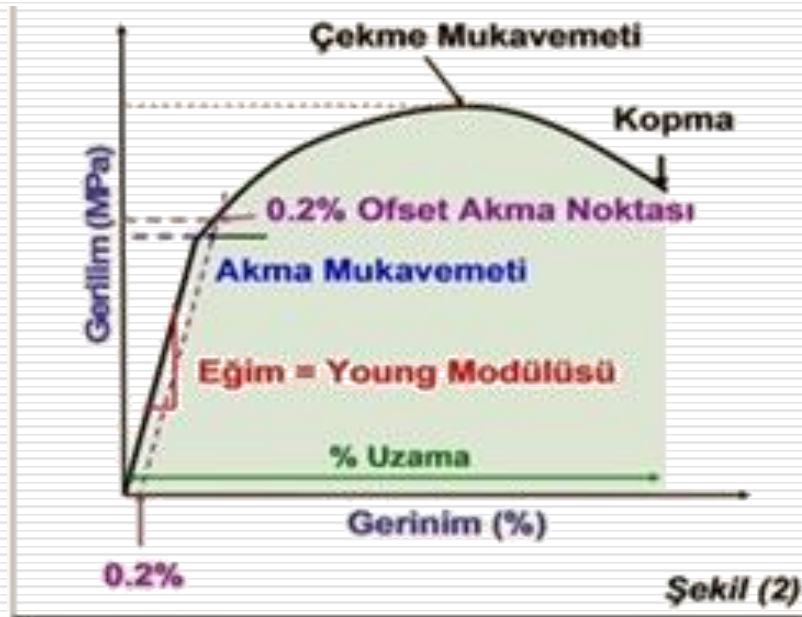
yükselme görülür ve yine birim şekil değiştirmelerin

artması ancak gerilmelerin artmasıyla mümkün olur. Bu

olaya malzemenin **Pekleşmesi*** adı verilir.

Çekme Dayanımı

Çekme dayanımı malzemenin **kopmadan evvel dayanabildiği** en büyük kuvvetin **ilk alana bölünmesi** ile elde edilir. Hesaplarda akma dayanımı kadar olmamasına rağmen kullanılır.



Kopma Dayanımı

Kırılma anında uygulanan yükün **orijinal**

alana bölünmesi ile bulunan gerilmedir.

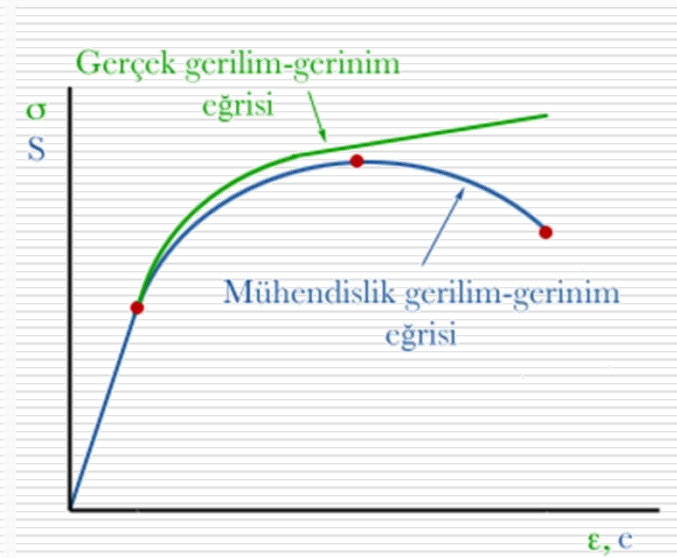
Çekme dayanımından küçük görülmesine

rağmen bu kesit daralması olayı

sonucu olduğundan gerçekte durum

böyle değildir. Mühendislik açısından

önem taşımaz.



Kopma Dayanımı

Sünek



Gevrek



Elastisite Modülü (E)

Birim uzama ile normal gerilme (çekme ya da basma gerilmesi) arasındaki **doğrusal ilişki olarak tanımlanabilir.**

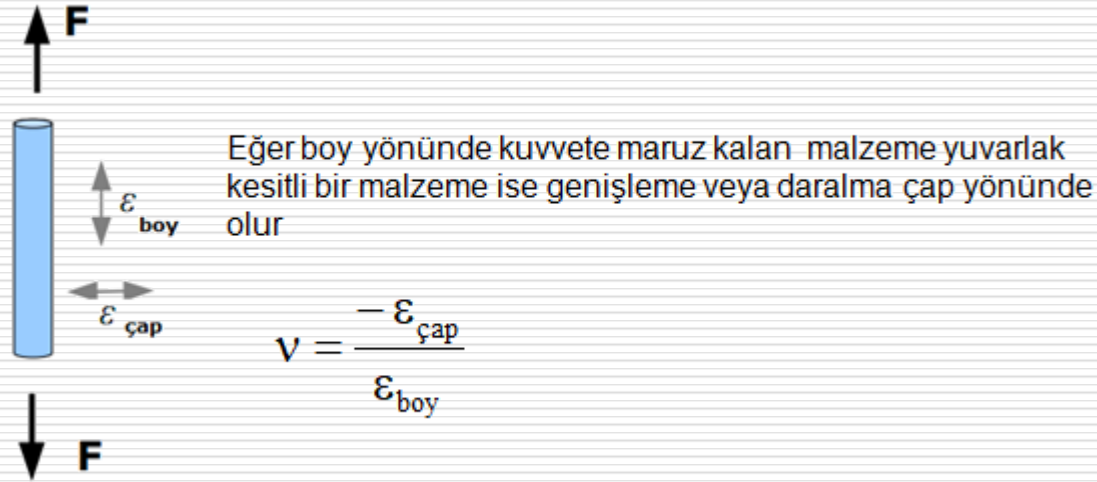
Birim uzama başına gerilme olarak tanımlanır.

Orantılık sınırı altındaki gerilmelerde, gerilmeler ve birim şekil değişimleri birbiriyle orantılıdır. Buna sabit orantı denir.

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad \text{veya} \quad E = \sigma / \varepsilon$$

Donatı çeliğinin elastiklik modülü $E_s = 2 \times 10^5$ MPa'dır.

Donatı Çeliğinin Poisson Oranı



Yapı çeliklerinde Poisson oranı **0.30** alınmaktadır. Poisson oranı (ν) 0,30 olan bir malzeme, gerilme kuvvetine maruz kalıyorsa ve eksenel yönde (ϵ eksenel) 1 cm uzuyorsa, bu malzemenin yanal şekil değişimi (ϵ yatay) (daralma) 0,30 cm olur.

Düktilite (Süneklik)

Bir malzemenin kırılmaya kadar **geçici şekil değiştirme yeteneğine** düktilite denir. Düktilite uzama ve alan azalmasının ölçülmesi ile belirlenir.

$$\text{Kopma Uzaması (\%)} = [(L_f - L_o) / L_o] \cdot 100$$

L_f : Son boy

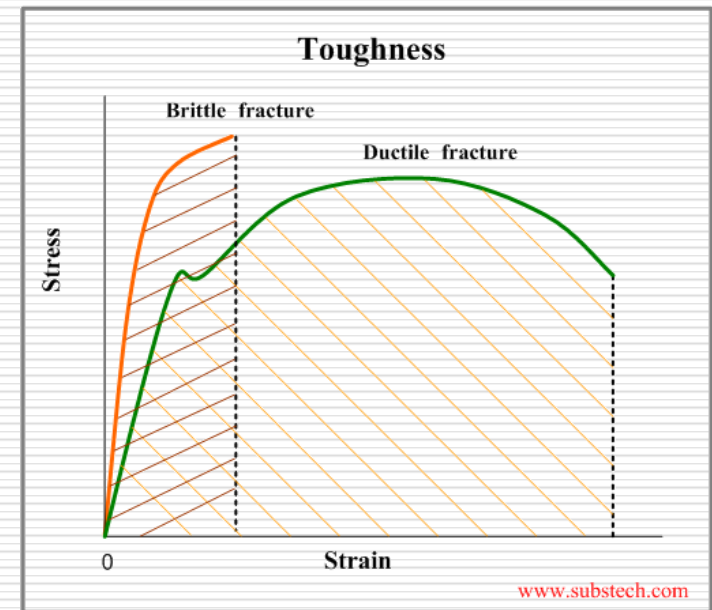
L_o : İlk boy

Enerji Yutma Yeteneđi

Bir metalik malzemenin kopmadan enerji yutabilme yeteneği o malzemenin çekme altında **gerilme-şekil değişimi eğrisinin altında kalan alanı** temsil edebilir.

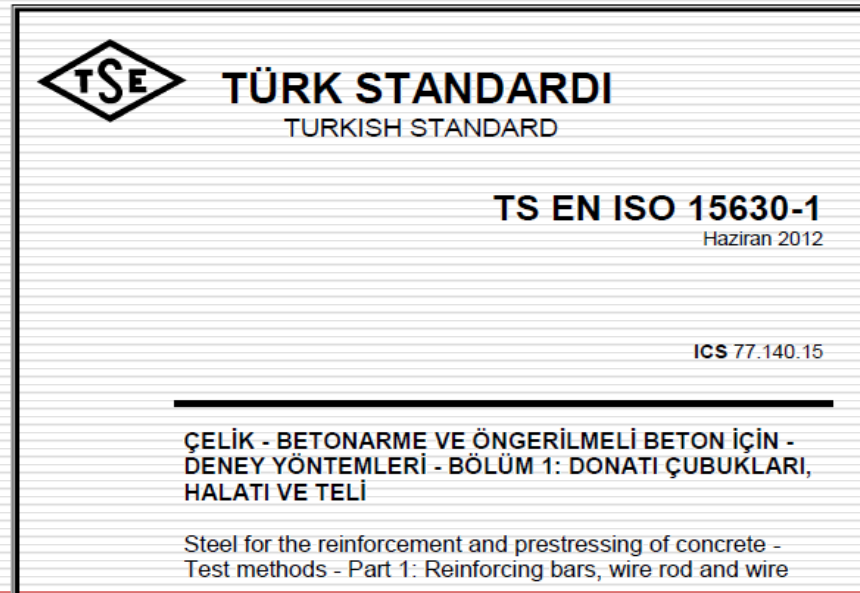
Boyutları ($\text{cm/cm} \times \text{kgf/cm}^2$) $\rightarrow$ **kgf.cm/cm^3**

Enerji yutabilme kapasitesi **birim hacme düşen iş** olur.



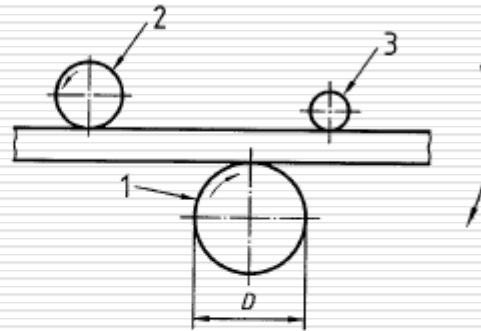
Bükmeye Elverişlilik

Bükmeye elverişlilik, donatıya uygulanan bükme ve/veya geri bükme deneylerine göre belirlenir. S sınıf çelik için, bükme deneyi, mamulün, en az 180° bükülmesi ile B sınıf çelik için, geri bükme deneyi, TS EN ISO 15630-1'e göre yapılmalıdır.



Bükme Açısı/Geri Bükme Açısı

Numuneler, belirtilen çapta bir mandrel etrafında en az 90° açıyla bükülür, 100°C en az 1 saat bekletilerek, havada kendiliğinden soğutulur. Daha sonra en az 20° açıyla bir geri bükme işlemine maruz bırakılır. Deneyden sonra, numune üzerinde çıplak gözle görülebilecek kırılma veya çatlama oluşmamalıdır.



Açıklama

1 Mandrel

2 Döner mesnet

3 Bükme mesnedi

Şekil 2 - Bükme düzeneği

Azami Yükte Yüzde Toplam Uzama Tayini

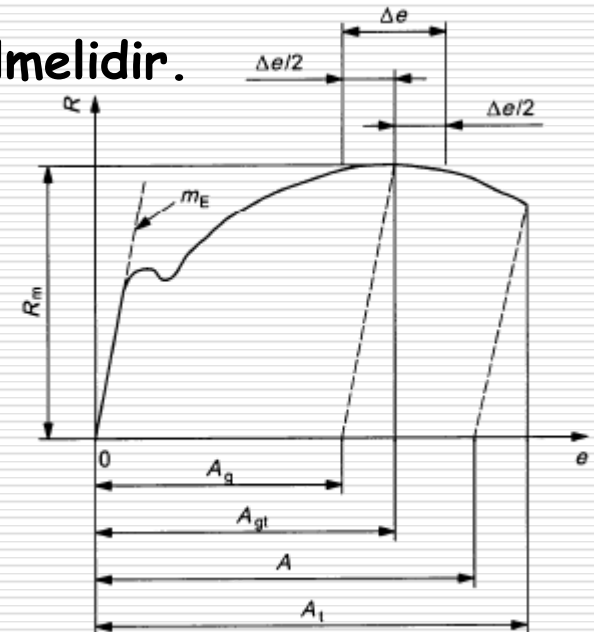
Metot, bir ektansiyometre ile elde edilmiş yük-uzama eğrisi üzerinde azami yükteki uzamayı tayin etmekten ibarettir. Akma olayından sonra gerilme-gerinme eğrisinin en yüksek değerine karşılık gelen toplam uzama olarak kabul edilmelidir.

$$A_{gt} = \frac{\Delta L_m}{L_e} \times 100$$

Burada;

L_e : Ektansiyometre ölçü uzunluğu;

ΔL_m : Azami yükteki uzama



Yeni Deprem Yönetmeliğinde

Deprem etkisini karşılayacak betonarme elemanlarda;

TS 708'de verilen **B420C ve B500C** nervürlü donatı çelikleri

kullanılacaktır. Ayrıca yüksek binalarda sadece B420C ve

B500C nervürlü donatı çelikleri kullanılabilir.

TS 708 Mekanik Özellikler

Tip	Düz yüzeyli	Nervürlü					Profilli ^a
Sınıf	S 220	S 420	B 420B	B 420C	B 500B	B 500C	B500A
Akma dayanımı (en az) R_e (N/mm ²)	220	420	420	420	500	500	500
Çekme dayanımı (en az) R_m (N/mm ²)	340	500	-	-	-	-	550
Çekme dayanımı/akma dayanımı oranı R_m/R_e	1,20 (en az)	1,15 (en az)	1,08 (en az)	$\geq 1,15$ $< 1,35$	1,08 (en az)	$\geq 1,15$ $< 1,35$	-
Deneysel akma dayanımı/karakteristik akma dayanımı oranı $R_{e\text{ act}}/R_{e\text{ nom}}$ (max)	-	1,30	-	1,30	-	1,30	-
Kopma uzaması (en az) A_5 (%)	18	10	12	12	12	12	5
En büyük yükte toplam uzama (en az) A_{gt} (%)	-	-	5	7,5	5	7,5	2,5
Bükme açısı (°)	180		-				
Bükme açısı/geri (ters) bükme açısı ^b (°)	-		90/20				
^a Soğuk mekanik işlem uygulanarak da imal edilebilir.							
^b Çizelge 4'ün ^b dip notu.							

Çeliklerin Kimyasal Bileşimi (en çok %)

Çelik sınıfı	C ^a	S	P	N ^b	Cu	Karbon eş değeri ^a
S 220	0,25	0,050	0,050	-	-	-
S 420	0,45	0,050	0,050	-	-	-
B 420 - B 500	0,22	0,050	0,050	0,012	0,80	0,50
Mamuldeki en büyük sapma değeri	0,02	0,005	0,005	0,002	0,05	0,02
^a Karbon eş değerinin kütlece % 0,02 oranından az olması şartıyla, en büyük karbon değerinin kütlece % 0,03 oranından fazla olmasına izin verilir.						
^b Yeterli miktarda azot bağlayıcı element varsa, daha yüksek azot ihtiva etmesine izin verilir.						

Karbon eş değeri C_{eq} aşağıdaki bağıntı kullanılarak hesaplanmalıdır.

$$C_{eq} = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$$

S420 Sınıfı için Ek Koşullar

Tip	Düz yüzeyli	Nervürlü					Profilli *
Sınıf	S 220	S 420	B 420B	B 420C	B 500B	B 500C	B500A
Akma dayanımı (en az) R_s (N/mm ²)	220	420	420	420	500	500	500
Çekme dayanımı (en az) R_m (N/mm ²)	340	500	-	-	-	-	550
Çekme dayanımı/akma dayanımı oranı R_m/R_s	1,20 (en az)	1,15 (en az)	1,08 (en az)	$\geq 1,15$ <1,35	1,08 (en az)	$\geq 1,15$ <1,35	-
Deneyisel akma dayanımı/karakteristik akma dayanımı oranı $R_{s,act}/R_{s,nom}$ (max)	-	1,30	-	1,30	-	1,30	-
Kopma uzaması (en az) A_g (%)	18	10	12	12	12	12	5
Maksimum yükte toplam uzama (en az) A_{gt} (%)	-	-	-	7,5	5	7,5	2,5
Bükme açısı (°)	180	-	-	-	-	-	-
Bükme açısı/ters bükme açısı ^b	-	-	-	-	90/20	-	-
* Soğuk mekanik işlem uygulanarak da imal edilebilir.							
^b Çizelge 4'ün ^b dip notu.							

Ayrıca TBDY 2017 S420 çeliği için maksimum eşdeğer karbon oranını %0.55 ile sınırlamıştır.

Çizelge 2 - Kimyasal bileşim (en çok %)

	C ^a	S	P	N ^b	Cu	Karbon eş değeri ^a
S 220	0.25	0.050	0.050	-	-	-
S 420	0.45	0.050	0.050	-	-	-
B 420 - B 500	0.22	0.050	0.050	0.012	0.60	0.50
Mamukteki en büyük sapma değeri	0.02	0.005	0.005	0.002	0.05	0.02

^a Karbon eşdeğerinin kütlece olarak % 0.02 oranından az olması şartıyla, en büyük karbon değerinin kütlece olarak % 0.03 oranından fazla olmasına izin verilir.

^b Yeterli miktarda azot bağlayıcı element varsa, daha yüksek azot ihtiva etmesine izin verilir.

S420 beton çeliğinin de “çekme dayanımı/akma dayanımı” oranının 1.35 değerinden küçük olması ve eşdeğer karbon oranının %0.55'i geçmemesi koşulu ile kullanılabileceği vurgulanmıştır.

Nervür Şekilleri

S 420



Not - Nervür şekli, çift açılı üretilebilir.

B 420 B



B 420 C

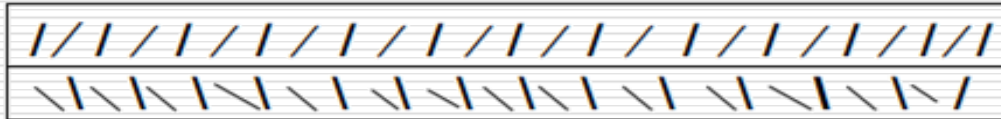


Not - En sondaki tire, C tipi süneklığı göstermektedir.

B 500 B



B 500 C



Not - Nervür şekli dört açılıdır.

Anma Kütlesi

Anma çapı d	Çubuk	Kangal	Anma kesit alanı, mm ²	Anma birim uzunluk kütlesi kg/m
4,0		X	12,6	0,099
4,5		X	15,9	0,125
5,0		X	19,6	0,154
5,5		X	23,8	0,187
6,0	X	X	28,3	0,222
6,5		X	33,2	0,260
7,0		X	38,5	0,302
7,5		X	44,2	0,347
8,0	X	X	50,3	0,395
8,5		X	56,7	0,445
9,0		X	63,6	0,499
9,5		X	70,9	0,556
10,0	X	X	78,5	0,617
10,5	X	X	86,5	0,679
11,0	X	X	95,0	0,746
11,5	X	X	103,8	0,815
12,0	X	X	113,0	0,888
12,5	X	X	122,7	0,963
13,0	X	X	132,7	1,042
13,5	X	X	143,1	1,123
14,0	X	X	154,0	1,210
14,5	X	X	165,0	1,296
15,0	X	X	176,6	1,386
15,5	X	X	188,6	1,481
16,0	X	X	201,0	1,580
16,5	X		213,7	1,678
18,0	X		254,4	2,000
18,5	X		268,7	2,109
20,0	X		314,0	2,470
20,5	X		329,9	2,590
22,0	X		380,0	2,985
22,5	X		397,4	3,120
24,0	X		452,3	3,550
24,5	X		471,2	3,699
25,0	X		491,0	3,850
25,5	X		510,4	4,007
26,0	X		531,0	4,168
26,5	X		551,3	4,327
28,0	X		616,0	4,830
28,5	X		637,6	5,005
30,0	X		706,5	5,550
30,5	X		730,2	5,732
32,0	X		804,0	6,310
32,5	X		829,2	6,509
40,0	X		1257,0	9,860
40,5	X		1287,6	10,108
50,0	X		1963,5	15,400
50,5	X		2001,9	15,715

Anma birim uzunluk kütleleri **7,85**

kg/dm³'lük yoğunluk değeri

kullanılarak, anma en kesit alanı

için verilen değerlerden hesaplanır.

Anma birim uzunluk kütlesi için izin

verilen toleranslar, tüm çaplar için

± %6,0 'dır.

Boyut Kontrolü

Çelik çubukların çaplarını bulmak için numune olarak alınan çubuklardan yaklaşık **1000 mm** uzunlukta kesilen parçalar en az **0,5 g duyarlıkta** tartıldıktan sonra çapları hesaplanır.

$$d_s = 12,74 \sqrt{\frac{G}{l}}$$

G : Çubuk kütlesi (g)
l : Çubuk boyu (mm)

Örneğin;

G=631 g

l= 402 mm

ds= 15.96

10 ÖRNEK RAPOR (B420C)

Tip	Nervürlü
Sınıf	B 420C
Akma dayanımı (en az) R_e (N/mm ²)	420
Çekme dayanımı (en az) R_m (N/mm ²)	-
Çekme dayanımı/akma dayanımı oranı R_m/R_e	$\geq 1,15$ $< 1,35$
Deneysel akma dayanımı/karakteristik akma dayanımı oranı $R_{e\text{ act}}/R_{e\text{ nom}}$ (max)	1,30
Kopma uzaması (en az) A_5 (%)	12
En büyük yükte toplam uzama (en az) A_{gt} (%)	7,5

Anma Çapı (mm)	Akma Dayanımı R_e (N/mm ²)	Çekme Dayanımı R_m (N/mm ²)	Çekme/Akma Oranı R_m/R_e	Deneysel Akma / Karakteristik Akma Oranı $R_{e\text{ act}}/R_{e\text{ nom}}$	En Büyük Yükte Toplam Uzama A_{gt} (%)	Kopma Uzaması A_5 (%)	Anma Kütlesi (kg/m)
8	517	620	1,20	1,23	11	30	0,40
	496	611	1,23	1,18	11	24	0,40
	479	600	1,25	1,14	12	26	0,40
12	515	635	1,23	1,23	12	28	0,93
	514	636	1,24	1,22	10	24	0,91
	500	635	1,27	1,19	12	20	0,90
14	458	578	1,26	1,09	12	31	1,21
	460	576	1,25	1,10	11	30	1,20
	447	579	1,29	1,06	12	25	1,20
16	500	638	1,28	1,19	11	25	1,56
	496	601	1,21	1,18	11	29	1,57
	497	598	1,20	1,18	11	28	1,57

TS 708 standardına göre nervürlü tip B 420C sınıfı betonarme çelik çubukları için;

Akma dayanımı R_e 420 N/mm² (en az)

Çekme dayanımı/akma dayanımı oranı R_m/R_e 1,15 (en az)

Çekme dayanımı/akma dayanımı oranı R_m/R_e 1,35 (en fazla)

Deneysel akma dayanımı/karakteristik akma dayanımı oranı $R_{e\text{ act}}/R_{e\text{ nom}}$ 1,30 (en fazla)

Kopma Uzaması A_5 (%) 12 (en az)

En büyük yükte toplam uzama A_{gt} (%) 7,5 (en az)

Anma birim uzunluk kütlesi (kg/m) Ø8 için 0,371-0,419 kg/m, Ø12 için 0,835-0,941 kg/m, Ø14 için 1,137-1,283 kg/m, Ø16 için 1,485-1,675 kg/m, olmalıdır.

YAPIDA BETON DENEYLERİ

- Schmidt,
- Pundit,
- Karot Deneyleri

TS EN 12504-2

TÜRK STANDARDI



TS No :	TS EN 12504-2
Kabul Tarihi :	30.09.2021
Hazırlık Grubu :	Teknik Kurul
Doküman Tipi :	
Yürürlük Durumu :	U (Yürürlükteki Standard/Standard)
Başlık :	Yapılarda beton deneyleri - Bölüm 2: Tahribatsız muayene - Geri sıçrama sayısının belirlenmesi
Başlık (İng) :	Testing concrete in structures - Part 2: Non-destructive testing - Determination of rebound number
Kapsam :	
Kapsam (İng) :	This document specifies a method for determining the rebound number of an area of hardened concrete using a spring-driven hammer. NOTE 1 The rebound number determined by this method can be used to assess the uniformity of concrete in situ, to delineate zones or areas of poor quality or deteriorated concrete in structures. NOTE 2 The test method is not intended as an alternative for the compressive strength determination of concrete (EN 12390-3), but with suitable correlation, it can provide an estimate of in situ compressive strength. For the assessment of in situ compressive strength, see EN 13791. NOTE 3 The hammer can be used for comparative testing, referenced against a concrete with known strength or against a concrete which has been shown that it has come from a defined volume of concrete with a population verified as conforming to a particular strength class.
Yerini Aldığı :	TS EN 12504-2 :2013; TS EN 12504-2 :2013;
Yararlanılan Kaynak :	EN 12504-2:2021
Uluslararası Karşılıklar :	EN 12504-2-EQV

Windows'u Etkinleştir

Schmidt Çekici Concrete Test Hammer

“Beton test çekici” olarak adlandırılan alet,
sertleşmiş betonun yüzey sertliğini ölçmektedir.

Schmidt isimli İsviçreli bir mühendis tarafından
geliştirilmiş bu alet, “Schmidt Çekici”, veya
“Beton Tabancası” gibi isimlerle de anılmaktadır.



Beton Yüzey Sertliğinin Ölçülmesi



Beton test çekicinin uygulanmasında, aletin içerisinde yer alan bir kütle vasıtasıyla sertleşmiş betonun yüzeyine darbe vurulmaktadır. Yaylı bir sisteme bağlı olan kütle, geri sıçramaktadır. Kütlenin ne kadar geri sıçradığı, alet üzerindeki bir göstergeden sayısal olarak ölçülebilmektedir. Doğal olarak, daha sert yüzeylere sahip olan betonlarda, kütlenin geri sıçraması daha çok olmaktadır.

Hasarsız Deney Yöntemi



- Deney yapılan beton yüzeyinin (yaklaşık **30 mm derinliğine** kadar olan) nitelikleri hakkında bilgi verirler.
- Beton test çekici ile yapıdaki **betonun yüzey sertliği**, ve buna bağlı olarak basınç dayanımı ölçülebilmektedir.
- Üç aydan **(90 gün)** daha yaşlı betonlar için değerleri azaltıcı katsayılar kullanılmalıdır.
- Beton çekici her **1000 okumadan** sonra kalibre edilmelidir.
- Beton test çekicinin uygulanmasıyla **betonda çatlama veya kırılma oluşmamaktadır**. Yani, "hasarsız deney yöntemi'dir.

Düzeltilme Katsayıları

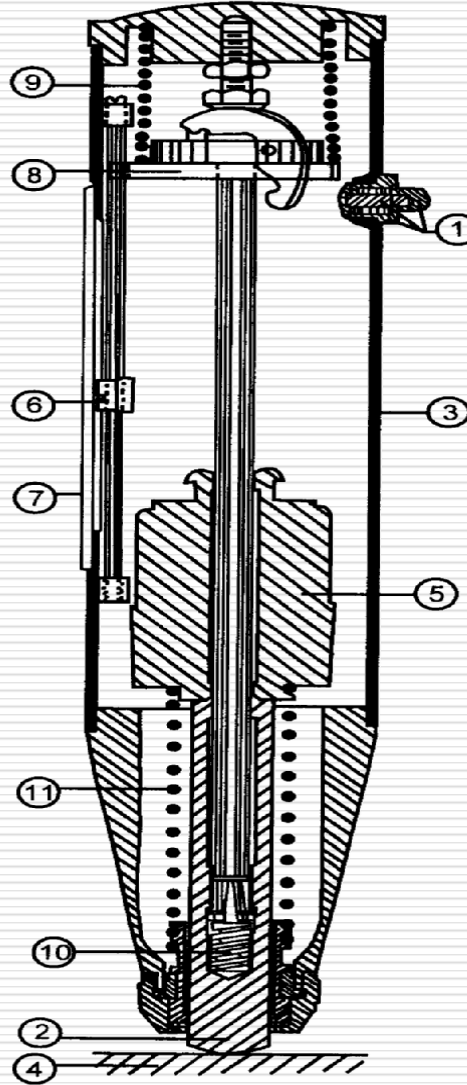
Tablo 2. Beton Çekici Sonuçlarında Zaman Faktörü

Betonun yaşı gün	7	50	100	200	400	800
Zaman faktörü	1,1	1,0	0,94	0,87	0,79	0,7



Beton Çekicinin Kısımları

- ① Açma-kapama düğmesi
- ② Darbe çubuğu
- ③ Aletin silindirik metal kabı
- ④ Beton
- ⑤ Çekiç kütlesi
- ⑥ Gösterge çubuğu
- ⑦ Gösterge
- ⑧ Disk
- ⑨ Basınç yayı
- ⑩ Yay
- ⑪ Darbe yayı



Beton Test Çekici Değerlerini Etkileyen Faktörler

1. Darbenin uygulandığı yön;
2. Beton yüzeyinin ıslak veya kuru olması durumu;
3. Beton yüzeyinde karbonatlaşmanın olup olmadığı;
4. Darbenin iri agregalar veya demir donatıya uygulanması;

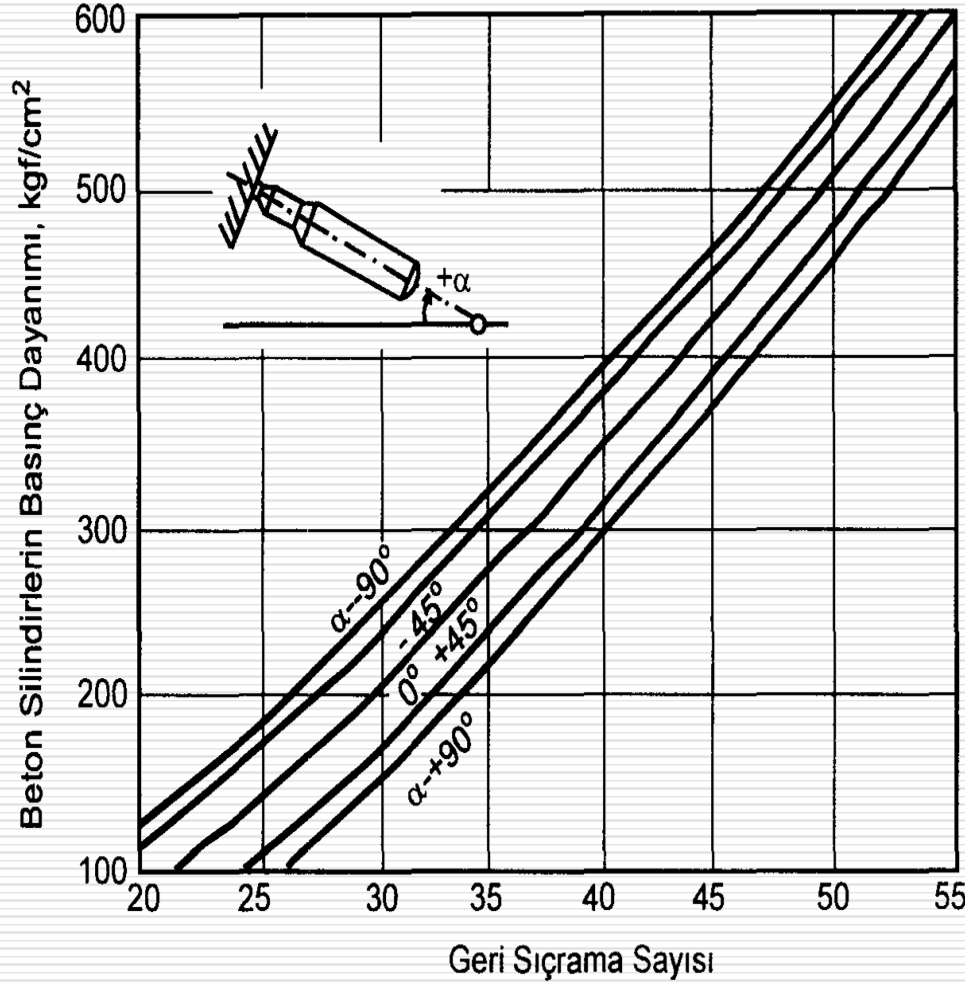
Schmidt Çekici Deneyi

- Test çekicinin **kalibrasyonunun iyi** olduğundan emin olunmalıdır,
- Beton **yüzeyi temizlenmeli**,
- Temizleme işlemi için betona **karborondum taşı** sürtülmeli,
- Beton yüzeyine yaklaşık **2-5 cm** aralıklarla,
- **9-25 adet darbe** uygulanmalı değerler kaydedilmelidir,
- **En düşük ve en yüksek** değerler atılmalıdır,
- Okunan değerlerin **ortalaması** alınmalıdır.

Schmidt Çekici Deney Uygulaması



Schmidt Tablosu



Geri Sıçrama Sayısı	14-56 Gün		7 Gün	
	σ_{maks}	σ_{min}	σ_{maks}	σ_{min}
20	86	46	103	63
21	96	54	112	71
22	107	64	123	80
23	118	73	133	88
24	129	83	144	98
25	141	94	156	108
26	153	104	167	117
27	166	115	179	128
28	179	127	191	139
29	191	139	203	150
30	205	151	216	162
31	218	164	229	174
32	233	178	242	187
33	247	191	255	199
34	261	204	268	211
35	275	218	281	224
36	291	232	296	237
37	306	247	310	251
38	320	261	324	264
39	336	275	338	278
40	351	290	354	292
41	367	305	369	307
42	383	320	383	321
43	399	336	400	337
44	415	352	415	352
45	431	367	431	367
46	447	383	447	383
47	464	400	464	400
48	480	416	480	416
49	496	432	496	432
50	513	448	513	448
51	530	464	530	464
52	547	480	547	480
53	564	496	564	496
54	581	513	581	513
55	598	529	598	529

TS EN 12504-4

TÜRK STANDARDI

TS No :	TS EN 12504-4	
Kabul Tarihi :	30.09.2021	
Hazırlık Grubu :	Teknik Kurul	
Doküman Tipi :		
Yürürlük Durumu :	U (Yürürlükteki Standard/Standard)	
Başlık :	Yapılarda beton deneyleri - Bölüm 4: Ultrasonik atımlı dalga hızının tayini	
Başlık (İng) :	Testing concrete in structures - Part 4: Determination of ultrasonic pulse velocity	
Kapsam :		
Kapsam (İng) :	This document specifies a method for the determination of the velocity of propagation of pulses of ultrasonic longitudinal waves or ultrasonic transverse waves in hardened concrete, which is used for a number of applications.	
Yerini Aldığı :	TS EN 12504-4 :2004 ; TS EN 12504-4 :2012 ;	
Yararlanılan Kaynak :	EN 12504-4:2021	
Uluslararası Karşılıklar :	EN 12504-4-EQV	
ICS Kodu :	91.100.30 Beton ve Beton Ürünleri	

Ultrasonik Hız Deneyleri

İngiliz Standardı C-1881-203 ve
Amerikan Standardı ASTM-597-97-
02'de tanımlanan, ve kısaca "Pundit"
olarak bilinen cihaz, iki beton yüzey
arasında geçen ultrasonik ses zamanını
mikrosaniye (μs) cinsinden
ölçmektedir.



Ultrasonik Test Uygulaması



Ultrasonik Hız Hesabı

Ölçülen yüzeyler arasındaki metre (mm) cinsinden mesafenin, mikrosaniye (μs) cinsinden ultrason zamanına bölümü, km/s cinsinden ultrason hızını vermektedir.

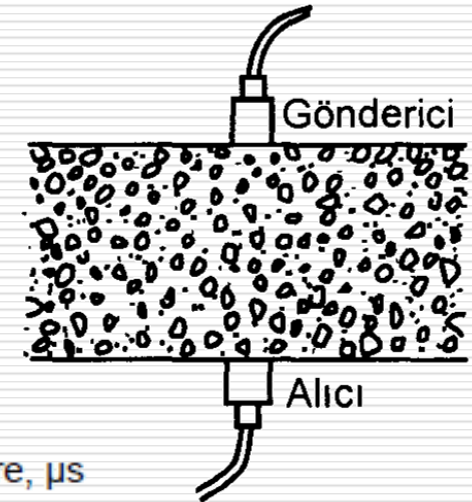
$$V = \frac{L}{T} \quad (1)$$

Burada,

V : Atımlı dalga hızı, km/s,

L : Yol uzunluğu, mm,

T : Atımlı dalganın geçiş yolunu katetmesi sırasında geçen süre, μs dir.



Ultrasonik Test Hızını Etkileyen Faktörler

1. Başlıkların beton yüzeyi ile temaslarının iyi olup olmaması;
2. Verici ile alıcının arasındaki mesafe yatay ve dikey mesafe;
3. Ultrasonik test yönteminin uygulandığı ortamın sıcaklığı;
4. Betondaki nem miktarı;
5. Betonun içerisindeki demir donatılar;

Ultrasonik Test - Basınç Dayanımı İlişkisi

Ses üstü dalganın hızı ile betonun yoğunluğu arasında belirli bir ilişki bulunmaktadır. Yoğunluğu az olan bir betonda, yani, içerisinde **daha çok boşluk** bulunan bir betonda, sesüstü dalganın betonun bir yüzeyinden diğerine ulaşabilme **süresi daha uzundur**. Bir başka deyişle, betonun içerisindeki boşluk miktarı arttıkça, ses üstü dalganın hızı daha az olmaktadır.

Ultrasonik Test Yöntemiyle Beton Kalitesi

Dalga Hızı, m/saniye

Beton Kalitesi

> 4500	mükemmel
3500-4500	iyi
3000-3500	şüpheli
2000-3000	zayıf
< 2000	çok zayıf

Ultrasonik Yönteme Örnek



$$\text{Ultrasonik Hız} = \frac{160\text{mm}}{39.9\mu\text{s}} = 4.01 \text{ km/s}$$



Hız (km/s)	Beton Kalitesi
> 4.5	Mükemmel
3.5 – 4.5	İyi
3.0 – 3.5	Şüpheli
2.0 – 3.0	Zayıf
< 2.0	Çok Zayıf

TS EN 12504-1

TÜRK STANDARDI

TS No :	TS EN 12504-1	
Kabul Tarihi :	30.09.2019	
Hazırlık Grubu :	Teknik Kurul	
Doküman Tipi :		
Yürürlük Durumu :	U (Yürürlükteki Standard/Standard)	
Başlık :	Beton - Yapıda beton deneyleri - Bölüm 1: Karot numuneler - Karot alma, muayene ve basınç dayanımının tayini	
Başlık (İng) :	Testing concrete in structures - Part 1: Cored specimens - Taking, examining and testing in compression	
Kapsam :	Bu standard, sertleşmiş betondan karot numune alma yöntemini, bu karot numunelerin muayenesini, deney için hazırlanmasını ve basınç dayanımının tayinini kapsar.	
Kapsam (İng) :	This document specifies a method for taking cores from hardened concrete, their examination, preparation for testing and determination of compressive strength.	
Yerini Aldığı :	TS EN 12504-1 :2010; TS EN 12504-1 :2011;	
Tadil Eden :	TS EN 12504-1/AC :2021;	
Yararlanılan Kaynak :	EN 12504-1:2019	
Uluslararası Karşılıklar :	12504-1-EQV	
ICS Kodu :	91.100.30 Beton ve Beton Ürünleri	



**TÜRK
STANDARLARI
ENSTİTÜSÜ**

Türk Standardı

TS EN 13791

Eylül 2019

TS EN 13791:2007 ve TS EN 13791:2010 yerine

ICS 91.080.40

**Beton basınç dayanımının yapılar ve
öndökümlü beton bileşenlerde yerinde tayini**

Assessment of in-situ compressive strength in structures and
precast concrete components

Karot Deneyi

Bir yapı veya yapı bileşeni betonuna ait kalite kontrol bazında **taze beton deney sonuçları yoksa**, var olan **sonuçlar yetersiz** ise veya yapıdaki **beton mukavemetinde bir şüphe** ortaya çıkmışsa uygulanır.



Karot Deneyi Gereken Durumlar!

- ❑ Beton dökümü esnasında taze betondan alınan numunelerin düşük dayanımda çıkması
- ❑ Beton üreticisi ve kontrol firması arasındaki ihtilaf durumu
- ❑ Beton dökümü esnasında taze betondan numune alınmaması
- ❑ Beton yerleştirme ve kür gibi işlemlerde yetersizlik tespit edilmesi
- ❑ Beton dökümü esnasında betona müdahale (su ilavesi vb.) edildiğinin tespit edilmesi
- ❑ Beton teslimatında yaşananlar sorunlar (gecikme, priz başlangıcı vb.)
- ❑ Mevcut bir yapının beton basınç dayanımının tespit edilmesi

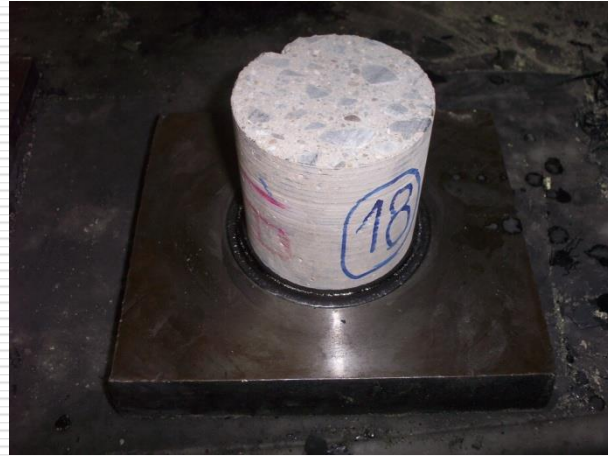
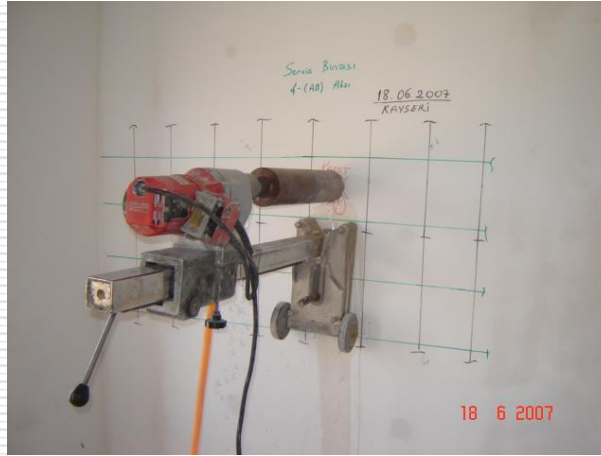
Karot Alırken...

- Aşağıya doğru dayanımın artabileceği göz önüne alınmalıdır.
- Taşıma gücünü etkilemeyecek yerler seçilmelidir.
- Teçhizatlar (donatı) kesilmemelidir ve karot numuneleri içerisinde donatı yer almamalıdır.
- 28 günden önce karot alınmamasına dikkat edilmelidir.
- Uygulama açısından mümkün olmayan durumlar hariç tutulmak üzere, uçları tıraşlanmış karotun boy/çap oranı 2:1 veya 1:1 ve karot çapı ≥ 75 mm olarak belirlenmiş olmalıdır. Dönüşüm katsayısı 0,82'dir.
- $0,82 \times (1:1 \text{ karot basınç dayanımı}) = (2:1 \text{ karot basınç dayanımı})$

Karot Hazırlarken...

- $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta ve kür odasında saklanmalıdır.
- Deney numuneleri deneyde hava kurusu halde olmalıdır.
- Her iki yüze %70 kükürt+%30 grafitten başlık yapılmalıdır.
- Numuneler en az 24 saat sonra deneye tabi tutulmalıdır.

Karot Uygulaması



TS EN 13791 Beton uygunluğunun, standart deneylere göre şüpheli olduğu durumdaki değerlendirme (Madde 9)

Beton basınç dayanım sınıfının tayini için uygulanabilecek işlemler, en düşük maliyetliden en yüksek maliyetliye göre sıralanarak aşağıda belirtilmiştir:

- tarama testi (9.4'e bakılmalıdır);(Schmidt ve UPV)
- dolaylı deneylere ilaveten seçilmiş karotlara ait deney verilerinin kullanımı (9.3'e bakılmalıdır);
- karot verilerinin kullanımı (9.2'ye bakılmalıdır).

9.4'te verilen tarama testleri, hızlı uygulanabilen ve yapıya hasar vermeyen bir yapı değerlendirme yöntemi olup, yapıda kullanılan betonun uygun bir beton grubundan (popülasyondan) geldiğinin teyit edilmesini sağlayabilir. Güvenli tarafta kalınmasını sağlayan bu gereklerin karşılanmaması, betonun uygun olmadığının bir kanıtı olmayıp, sorunu çözüme kavuşturmak için karot almak suretiyle doğrudan deneylerin yapılma ihtiyacı olduğu anlamına gelmektedir.

TS EN 13791 Beton uygunluğunun, standart deneylere göre şüpheli olduğu durumdaki değerlendirme (Madde 9)

- ❑ 9.3 dolaylı deneylere ilaveten seçilmiş karotlara ait deney verilerinin kullanımı
- ❑ (1) İncelenen beton, yaklaşık 180 m³'ü aşmayan deney bölgelerine ayrılmalıdır.
- ❑ (2) Asgari olarak Çizelge 9'da verilen sayıdaki deney alanı, seçilen dolaylı deney yöntemi uygulanarak deneye tabi tutulmalıdır. Uygulanabilir olduğunun görülmesi hâlinde, her bir beton teslimatı için deney bölgesindeki deney alanlarından en az bir dolaylı deney ölçümü alınmalıdır.
- ❑ (3) Her bir deney alanında, EN 12504-2'ye göre geri sıçrama deneyi veya EN 12504-4'e göre UPV ölçümü yapılmalıdır. Cihazlar, deney işlemi ve deney sonuçlarının gösterimi EN 12504-2 veya EN 12504-4'ten ilgili olanına uygun olmalıdır.
- ❑ (4) Çizelge 10'da belirtilen deney alanlarından, Madde 6'ya göre bir karot deney sonucu elde edilmelidir.
- ❑ (5) Çizelge 10'da verilen her iki kriterin sağlanması hâlinde, incelenen deney bölgesinde kullanılan betonun basınç dayanımının uygun olduğu kabul edilebilir.

TS EN 13791 Beton uygunluğunun, standart deneylere göre şüpheli olduğu durumdaki değerlendirme (Madde 9)

Çizelge 9 — Deney bölgesi için dolaylı deney ölçümleri yapılacak asgari deney alanı sayısı

Deney bölgesinde yaklaşık 30 m³'lük beton içeren bölümlerin sayısı ^a	Dolaylı deney ölçümleri yapılacak asgari deney alanı sayısı
1 ^b	9
2 ila 4	12
5 ila 6	20
^a Beton hacmi geniş bir alanı kapsıyorsa, deney bölgesindeki dayanım değişkenliklerini temsil etmesi için dolaylı deney sayısı artırılmalıdır.	
^b Deney bölgesinin tek bir bölüm olarak değerlendirilmesi şartıyla, 9.2 (1)'e bakılmalıdır.	

TS EN 13791 Beton uygunluğunun, standart deneylere göre şüpheli olduğu durumdaki değerlendirme (Madde 9)

Çizelge 10 — Seçilmiş karotların alınacağı deney alanları ve değerlendirme kriterleri

Deney bölgesinde yaklaşık 30 m ³ 'lük beton içeren bölümlerin sayısı	Karot alınacak asgari deney alanı sayısı ^a	Bir deney bölgesi için geri sıçrama sayısı ortanca değerine veya UPV ortalama değerine tekabül eden yerlere en yakın deney alanlarından elde edilen karot deney sonuçlarının ortalaması ^b	En düşük deney sonucu ^{b,c}
1 ^d	Bir deney bölgesi için en düşük iki dolaylı deney değerinin elde edildiği deney alanlarının her birinden bir karot	—	$\geq 0,85 (f_{ck,spec} - M)$
2 ila 4	Bir deney bölgesi için en düşük dolaylı deney değerinin elde edildiği alandan bir karot ve bir deney bölgesi için geri sıçrama sayısı ortanca değerine veya UPV ortalama değerine tekabül eden yerlere en yakın 2 deney alanının her birinden bir karot	$\geq 0,85 (f_{ck,spec} + 1)$	$\geq 0,85 (f_{ck,spec} - M)$
5 ila 6	Bir deney bölgesi için en düşük dolaylı deney değerinin elde edildiği alandan bir karot ve bir deney bölgesi için geri sıçrama sayısı ortanca değerine veya UPV ortalama değerine tekabül eden yerlere en yakın 2 deney alanının her birinden bir karot	$\geq 0,85 (f_{ck,spec} + 2)$	$\geq 0,85 (f_{ck,spec} - M)$

^a Her bir deney alanına ait deney sonucunu elde etmek üzere gereken asgari karot sayısı için Madde 6'ya bakılmalıdır.

^b Karot dayanımı, seçilen $f_{ck,spec}$ değerine bağlı olarak $f_{c,1:1core}$ veya $f_{c,2:1core}$ olarak ifade edilebilir.

^c C20/25 veya daha yüksek beton basınç dayanım sınıfı için $M = 4$ MPa'dır. C16/20, C12/15 ve C8/10 sınıfları için ihtiyat payı M , sırasıyla 3, 2 ve 1'e düşürülebilir.

^d Deney bölgesinin tek bir bölüm olarak değerlendirilmesi şartıyla, 9.2 (1)'e bakılmalıdır.

TS EN 13791 Beton uygunluğunun, standart deneylere göre şüpheli olduğu durumdaki değerlendirme (Madde 9)

Örnek 1:

Bölge = 180 m³

30 m ³ A1	30 m ³
30 m ³ B1	30 m ³ C1
30 m ³	30 m ³

Geri Sırama Sayıları			
28 A1	29	30	32
33	34	36	37
38	39 B1	40 C1	41
42	42	43	44
45	45	46	48
Kod	Kerot Dayanımı (2:1)		
A1	30 MPa		
B1	32 MPa		
C1	34 MPa		

Asgari 3 kerot numunesi

Beton Dayanım Sınıfı = C35/45

$f_{ck,spec} = 35 \text{ MPa}$

En düşük kerot dayanımı = 30 MPa

Ortalama kerot dayanımı = $(32 \text{ MPa} + 34 \text{ MPa}) / 2$
= 33 MPa

$0,85 (f_{ck,spec} - M) = 0,85 (35 \text{ MPa} - 4 \text{ MPa}) = 26,35 \text{ MPa}$

$0,85 (f_{ck,spec} + 2) = 0,85 (35 \text{ MPa} + 2 \text{ MPa}) = 31,45 \text{ MPa}$



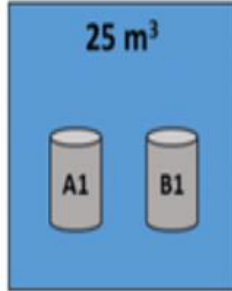
30 MPa ≥ 26,35 MPa



33 MPa ≥ 31,45 MPa

TS EN 13791 Beton uygunluğunun, standart deneylere göre şüpheli olduğu durumdaki değerlendirme (Madde 9)

Bölge = 25 m³



Geri Sıçrama Sayıları		
36 A1	37 B1	38
39	40	41
43	44	44

Beton Dayanım Sınıfı = C30/37

$$f_{ck,spec} = 30 \text{ MPa}$$

En düşük karot dayanımı (dönüştürülmüş) = 32 MPa

$$0,85 (f_{ck,spec} - M) = 0,85 (30 \text{ MPa} - 4 \text{ MPa}) = 22,1 \text{ MPa}$$

Kod	Karot Dayanımı* (1:1)	2:1 Karot Dayanımına Dönüştürülmüş**
A1	32 MPa	26,2 MPa
B1	34 MPa	27,9 MPa

* Karot çapı ≥ 75 mm

** CLF = 0,82

Asgari 2 karot numunesi



$$26,2 \text{ MPa} \geq 22,1 \text{ MPa}$$

TS EN 13791 Beton uygunluğunun, standart deneylere göre şüpheli olduğu durumdaki değerlendirme (Madde 9)

Örnek 3:

Bölge = 120 m³

30 m ³	30 m ³	Geri Sıçrama Sayıları			
A1		28 A1	29	30	32
30 m ³	30 m ³	33	34 B1	36 C1	37
B1	C1	38	39	40	41

Kod	Karot Dayanımı* (1:1)	2:1 Karot Dayanımına Dönüştürülmüş**
A1	30 MPa	24,6 MPa
B1	31 MPa	25,4 MPa
C1	32 MPa	26,2 MPa

* Karot çapı ≥ 75 mm

** CLF = 0,82

Asgari 3 karot numunesi

Beton Dayanım Sınıfı = C30/37

$f_{ck,spec} = 30 \text{ MPa}$

En düşük karot dayanımı = 24,6 MPa

Ortalama karot dayanımı = $(25,4 \text{ MPa} + 26,2 \text{ MPa}) / 2$
= 25,8 MPa

$0,85 (f_{ck,spec} - M) = 0,85 (30 \text{ MPa} - 4 \text{ MPa}) = 22,1 \text{ MPa}$

$0,85 (f_{ck,spec} + 1) = 0,85 (30 \text{ MPa} + 1 \text{ MPa}) = 26,35 \text{ MPa}$



24,6 MPa ≥ 22,1 MPa



25,8 MPa ≤ 26,35 MPa

2019 Deprem Yönetmeliği Mevcut Dayanım

Kolonlardan veya perdelerden TS EN 12504-1'de belirtilen koşullara uygun şekilde **zemin katta üç**, diğer katlarda **iki adetten az olmamak üzere** ve binada toplam **dokuz adetten az olmamak üzere**, her 400 m²'den bir adet beton örneği alınarak deney yapılacaktır. Uzunluğu ve anma çapı birbirine eşit ve 100 mm olan karotların deneye tabi tutulmasıyla bulunan dayanım değerleri, herhangi bir katsayı uygulanmaksızın **mevcut beton dayanımının** tayininde kullanılabilir. Elemanların kapasitelerinin hesaplanmasında, örneklerden elde edilen **(ortalama eksi standart sapma)** değeri ile **(0.85 çarpı ortalama)** değeri arasından **büyük olanı mevcut beton dayanımı** olarak alınacaktır.

Deprem Performansı için Örnek

Adet	Numunenin Alındığı	Çap	Boy	Kuvvet	Alan	Gerilme
	Yer	(mm)	(mm)	(kN)	(mm ²)	(MPa)
1	Bodrum Kat I-4/5	100	101	207.46	7854	26.4
2	Bodrum Kat F-3	100	94	210.14	7854	26.8
3	Bodrum Kat H-4/5	100	102	223.27	7854	28.4
4	Zemin Kat B-3	100	100	270.65	7854	34.5
5	Zemin Kat L-2	100	102	241.66	7854	30.8
6	Zemin Kat C-3	100	103	262.00	7854	33.4
7	1.Kat J/K-3	100	101	184.21	7854	23.5
8	1.Kat H-4/5	100	100	182.57	7854	23.2
9	1.Kat I-4/5	100	101	236.62	7854	30.1
10	2.Kat J-1	100	101	260.08	7854	33.1
11	2.Kat G-1	100	101	183.03	7854	23.3
12	2.Kat	100	101	204.42	7854	26.0
13	3.Kat C-3	100	103	239.92	7854	30.5
14	3.Kat J/K-3	100	102	228.45	7854	29.1
15	3.Kat H-4	100	102	184.35	7854	23.5
16	4.Kat I-4	100	101	248.17	7854	31.6
17	4.Kat F-3	100	103	164.60	7854	21.0
18	4.Kat	100	101	209.44	7854	26.7
19	5.Kat H-4	100	103	208.84	7854	26.6
20	5.Kat J/K-3	100	103	201.87	7854	25.7
21	5.Kat J-2	100	101	148.01	7854	18.8
22	6.Kat B-1	100	101	128.24	7854	16.3
23	6.Kat G-2	100	103	184.56	7854	23.5
24	6.Kat	100	102	239.68	7854	30.5
25	7.Kat E-3	100	102	135.38	7854	17.2
26	7.Kat E-5	100	102	152.13	7854	19.4
27	7.Kat K-2	100	101	172.14	7854	21.9

Karot Değerlendirme

2019 Deprem Yönetmeliğine göre:

1. Koşul: $26 - 5,0 = 21,0 \text{ MPa}$

2. Koşul: $26 \times 0,85 = 22,1 \text{ MPa}$

Mevcut Beton Dayanımı (küp) = **22,1 MPa** dır.