

BÖLÜM 4

YAPILARDA KULLANILAN ÇELİKLER

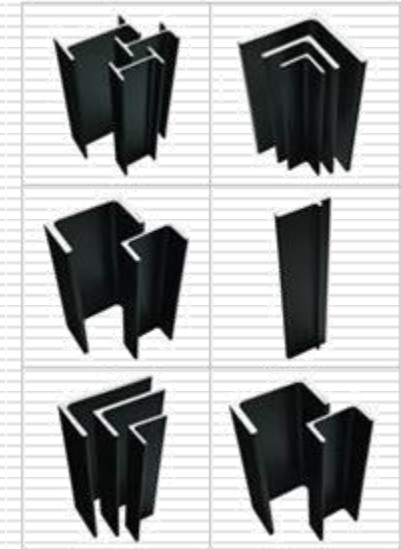
Yapılarda Kullanılan Çelikler

Yapılarda çelik,

1. Betonarme yapılarda donatı,

2. Yapılarda taşıyıcı profil

olarak kullanılır.



Betonarme Yapılarda Çelik

Betonarme yapılarda **beton**, çekme dayanımı düşük olduğundan çekme **gerilmelerini karşılayamamaktadır.**

Betonarme yapılarda **çelik**, herhangi bir yapı elemanında oluşan **çekme kuvvetlerini karşılamak** amacıyla kullanılır.

Betonla Çeliğin Uyumlu

Betona en uygun çekme donatısı çeliktir.

- a. Çeliğin çekme dayanımının betondan çok daha **yüksek** olması,
 - b. Çeliğin betonla çok iyi **aderans** sağlaması,
 - c. Çeliğin **genleşme katsayısının** betonunkine yakın olması
- dolayısıyla aynı şekil değişimi yapmaları.

Aderans

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

yapışmanın (aderansın) sağlanmaması halinde, donatı beton

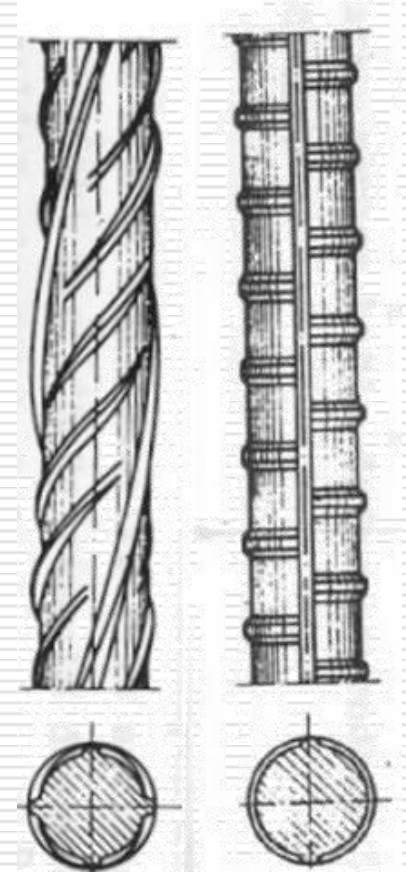
içinde kayarak kuvvetleri aktaramaz ve bu durum da yapının

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.



Nervür

Nervür, çubuğun betonla aderansını arttırmak amacıyla, çubuğun yüzeyinde oluşturulmuş, çubuk eksenine belirli bir açıyla (β) veya açılarla yer alan ve çubuk boyunca devam eden çıkıntılardır.



Tor Çelik

Enine ve boyuna nervürlü olan bu

çelikler kendi eksenleri etrafında

burularak **Tor** adı verilen çelikler

elde edilir.



Donatı Çapı, Ø





TÜRK STANDARDI
TURKISH STANDARD

TS 708
Nisan 2010

ICS 77.140.60

ÇELİK - BETONARME İÇİN - DONATI ÇELİĞİ

Steel for the reinforcement of concrete - Reinforcing steel

TS 708 Kapsamı

Bu standart, betonarme yapılarda kullanım için **çubuk, kangal**

(çubuk, tel) ve doğrultulmuş kangal biçimlerde imal ve teslim

edilen kaynaklanabilir ve kaynaklanmaz donatı çeliğinin

performans özelliklerine ilişkin gerekleri ve tarifleri kapsar.

Kangal

Beton elik çubuğunun (genellikle çubuk veya tel) tek bir boyunun eř merkezli **halkalar hâlinde sarılmış hâli**.



TS 708 Kapsamaz

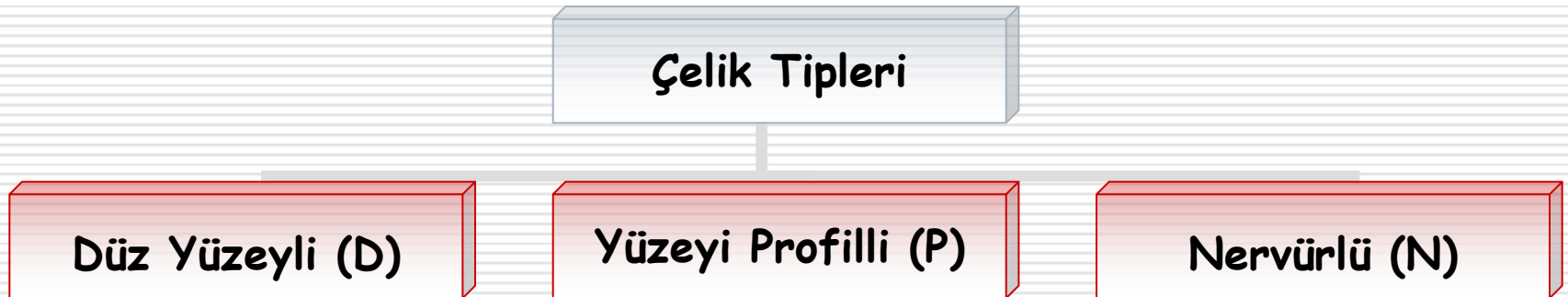
- Kaynaklı ön yapımlı (fabrikasyon) hasır çelik,
- Galvanizli donatı çeliği,
- Epoksi kaplanmış donatı çeliği,
- Korozyona dirençli donatı çeliği,
- Öngerme donatı çeliği (prEN10138-1 ila prEN 10138-4),
- Kesme veya eğme gibi işlemler uygulanmış donatı çeliği,
- Yüzeyi profilli şerit çelikler,
- Kullanılmış ray ve aks çeliğinden imal edilmiş donatı çeliği.

Beton Çelik Çubuğu

Beton çelik çubuğu, betonarme yapılarda

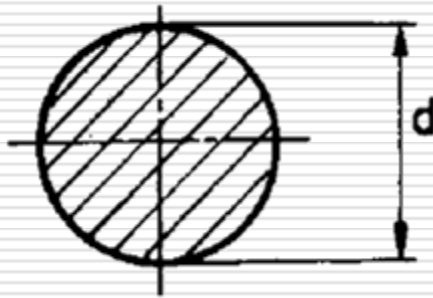
beton teçhizatı olarak kullanılan, dairesel

kesitli olan çelik çubuklardır.



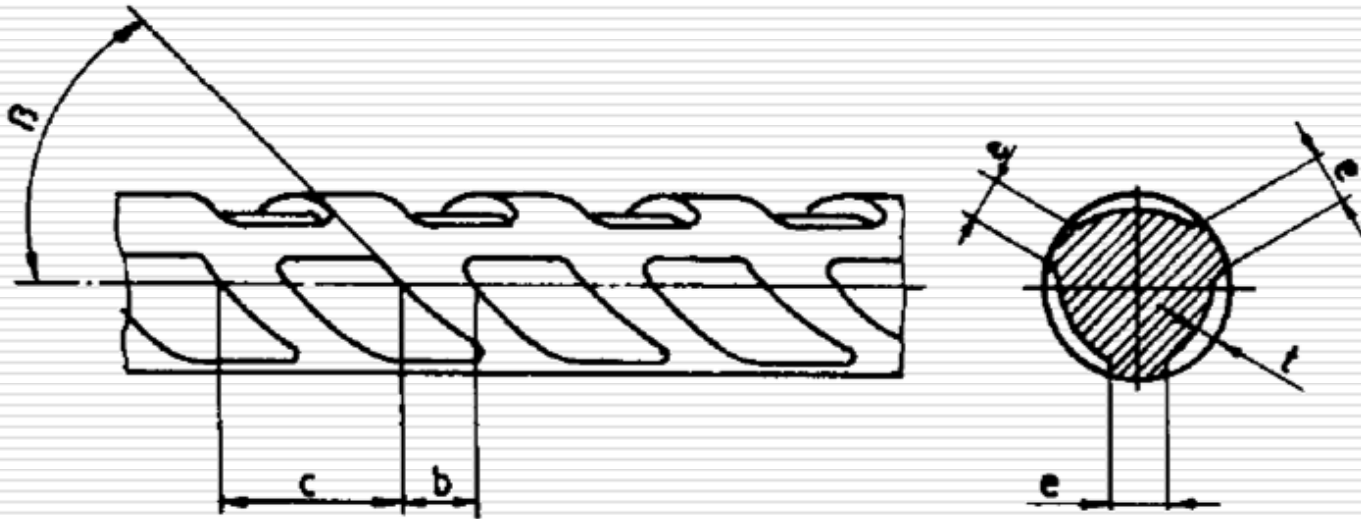
1. Düz Yüzeyli Çelik Çubuk

Düz yüzeyli çelik çubuk, yüzeyinde betonla aderans (kenetlemeyi) arttırıcı **nervürler veya profiller bulunmayan** yüzeyi düz, daire kesitli beton çelik çubuğudur.



2. Yüzeyi Profilli Çelik Çubuk

Yüzeyi profilli çelik çubuk, haddeleme sırasında, **yüzeyinde betonla aderans arttırıcı çeşitli şekilli girintiler** oluşturulmuş beton çelik çubuğudur.



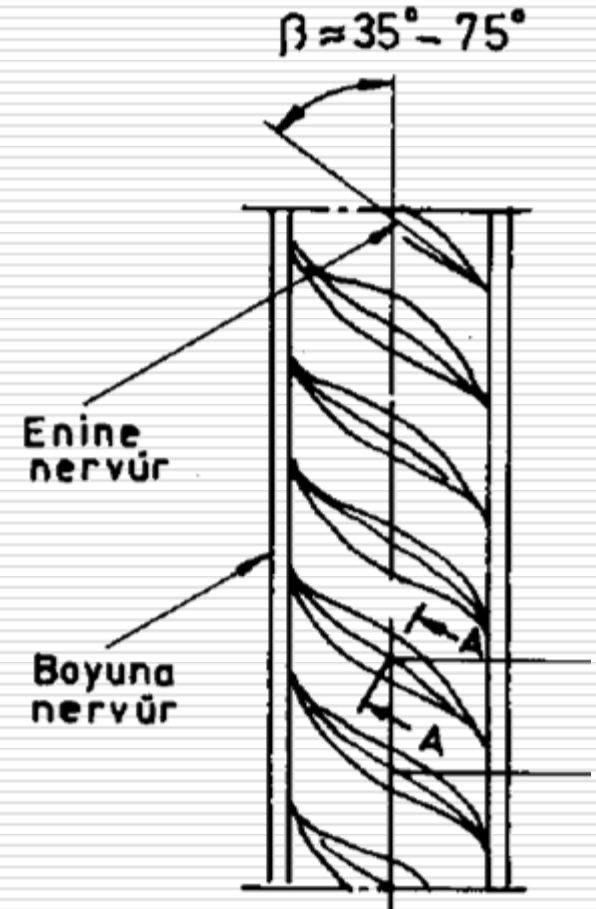
3. Nervürlü Çelik Çubuk

Nervürlü çelik çubuk, haddeleme

sırasında, yüzeyinde betonla

aderansını arttırıcı nervürler

oluşturulmuş beton çelik çubuğudur.



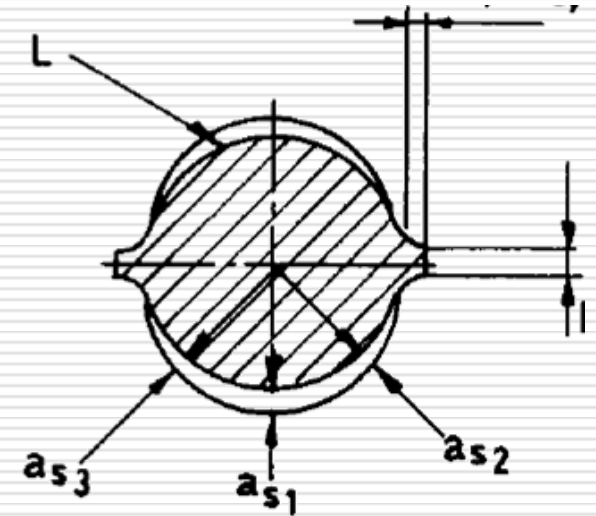
Fitul (Boyuna Nervür)

Fitul (boyuna nervür), nervürlü beton

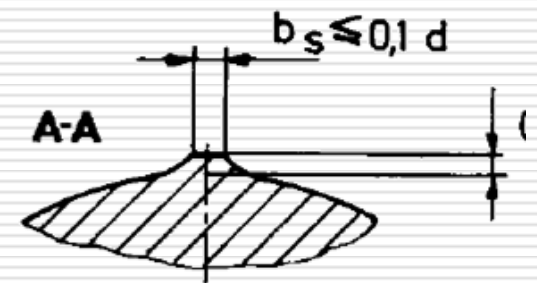
çelik çubuklarda çubuk eksenine

paralel olarak kesintisiz çift taraflı

devam eden çıkıntılardır.



Boyuna nervür (fitil)



Enine Nervür

Nervür Yüksekliği, Genişliği, Çapı ve Aralığı

Nervür yüksekliği, nervür tepe noktasının çubuk gövdesine olan uzaklığıdır.

Nervür genişliği, nervür kesitinin ortalama genişliğidir.

Nervür anma çapı, aynı uzunluktaki ve kütledeki düz yüzeyli beton çelik çubuğun anma çapına eşittir.

Nervür aralığı, birbirini izleyen iki nervürün tepe noktalarının, çubuk eksenine paralel olarak ölçülen mesafesidir.

Nervür Alanı

Nervür alanı, birim uzunluktaki çubuk çekirdeği üzerinde çubuk eksenine dik bir düzlem üzerine izdüşümü alınmış olan nervürlerin alanıdır.

Nervür alanı, beton çelik çubukların **beton ile aderans performansını belirlemek** için kullanılan bir kriterdir.

Beton Çelik Çubukların İmalat Sınıfları

- Sıcak haddeleme işlemi ile üretilen çelik; **çeliklerde,**

levha, çubuk, boru, ray ve profiller gibi çeşitli ürünler.

- Soğuk haddeleme uygulanarak imal edilen çelik; **sac,**

folyo, ince çubuk ve tel gibi küçük kesitli ürünler.

Beton Çelik Çubukların Akma Sınıfları

1. En küçük akma sınırı 220 N/mm^2 , (I)
2. En küçük akma sınırı 420 N/mm^2 , (III)
3. En küçük akma sınırı 500 N/mm^2 , (IV)



Çeliklerin Genel Sınıflandırılması

Karbon miktarına göre:

- Düşük karbonlu çelikler: Sünektir
- Yüksek karbonlu çelikler: Gevrektilir

En küçük akma dayanımına göre:

- En küçük akma dayanımı 220 N/mm^2 olan çelik: S 220
- En küçük akma dayanımı 420 N/mm^2 olan çelikler: S 420, B 420B, B 420C
- En küçük akma dayanımı 500 N/mm^2 olan çelikler: B 500A, B 500B, B 500C

Yüzey özelliğine göre:

- Düz yüzeyle çelik: S 220
- Nervürlü çelikler: S 420, B 420B, B 500C
- Profilli çelik: B 500A



Düz



Nervürlü



Hasır



Çubuk



Kangal



Firkete

S220

- Minimum akma dayanımı **220 MPa**,
- **Yumuşak ve nervürsüz** çeliktir,
- Karbon oranı **%0,25 den az** demir-karbon alaşımıdır.



S420

- Orta karbon oranlı,
- Yüksek dayanımlı ve sert çelik,
- Minimum akma dayanımı **420 MPa**,
- Karbon oranı **< %0,45**



Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılarda

S420 den daha yüksek dayanımlı donatı çeliği betonarme

taşıyıcı sistem elemanlarında kullanılmaz. Bunlar; kirişsiz

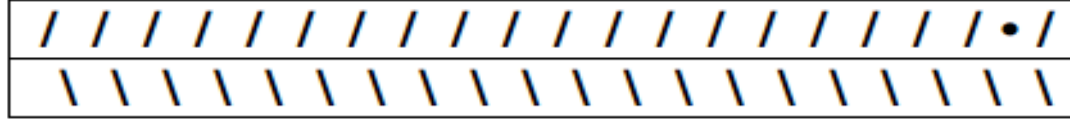
döşeme, bodrum katlarının çevresindeki dış duvarlar ve

öngerme olarak kullanılabilir.

Çeliklerin İşaretlenmesi

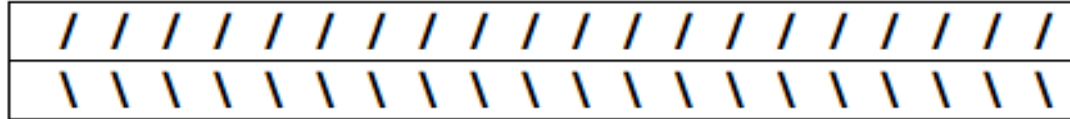
10.1.2 Nervür şekli

S 420

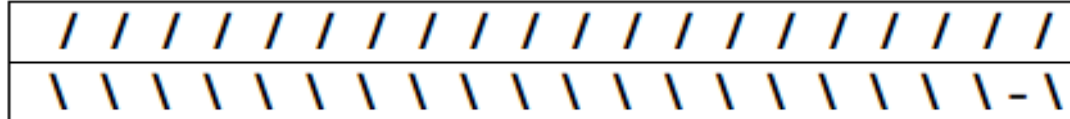


Not - Nervür şekli, çift açılı üretilebilir.

B 420 B

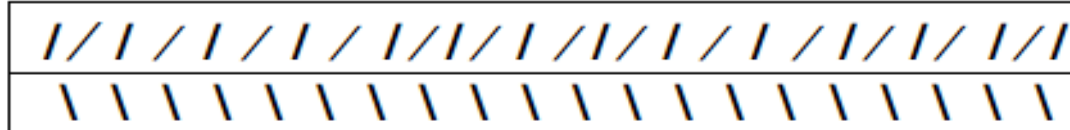


B 420 C

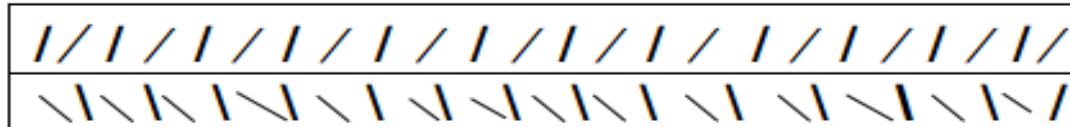


Not - En sondaki tire, C tipi süneklığı göstermektedir.

B 500 B



B 500 C



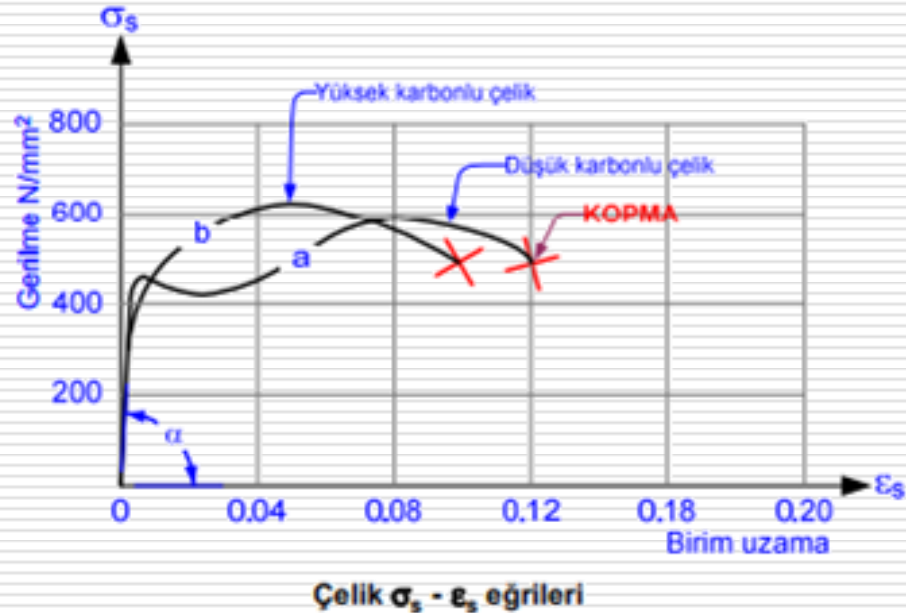
Not - Nervür şekli dört açılıdır.

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)	≥1,15 <1,35	1,08 (en az)	≥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
Maksimum yükte toplam uzama (en az) A_{gt} (%)	-	-	5	7,5	5	7,5	2,5
Bükme açısı (°)	180		-				
Bükme açısı/ters bükme açısı ^b	-		90/20				
^a Soğuk mekanik işlem uygulanarak da imal edilebilir.							
^b Çizelge 4'ün ^b , dip notu.							

Kimyasal Bileşimi

	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



Çelik Çubuklarda Kaynak

Soğuk şekillendirilmiş beton çeliklerine kaynak yapılamaz.

Kaynak yapılacak beton çeliklerinin karbon eşdeğeri **%0,4**

değerini geçmemelidir. Yüksek karbon oranlı çeliklerin yüksek

sıcaklıkta kaynak yapılması durumunda; **sert ve kırılgan**

olmaları ve yüksek sıcaklığa çıkan çeliğin ani soğuması ile

hacim sabitliği bozularak, çatlamlar oluşabilir.

Haddeleme Olayının Etkisi

Sıcakta çekilen çeliklerin mekanik özellikleri çaplarına bağlı olarak da değişebilmektedir. Donatı çapı küçük çelikler **haddeleme (laminage) olayı etkisinde daha fazla kalırlar.** Bunun sonucunda, kristaller bir doğrultu boyunca yönelerek gerilmelerle ilgili karakteristiklerinde bir artış oluşur. Bu nedenle çapı **18 mm den küçük olan donatıların daha büyük** akma sınırları vardır.

Tempeks Yöntemi

Bu yönteme göre **en çok %0,25** karbon oranlı çelik 1000°C

de nervürlendikten sonra ani soğutma işlemine tabi tutulur.

Böylece S420 çeliğinin, **sünekliliğini ve tokluğunu** artırır,

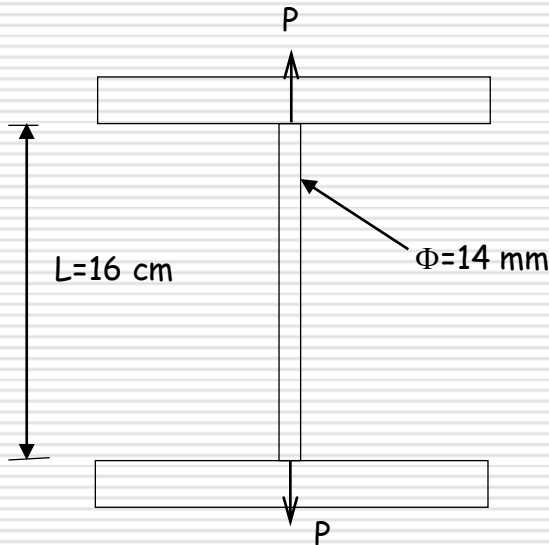
çeliğin yüzeyinde belli bir kalınlıkta daha sert ve dayanımı

yüksek temperlenmiş mikroyapı oluşturulur.

Çekme Dayanımı

Çekme deneyi silindirik veya prizmatik çubuklara **eksen**

doğrultusunda çekme kuvveti uygulanarak yapılır.

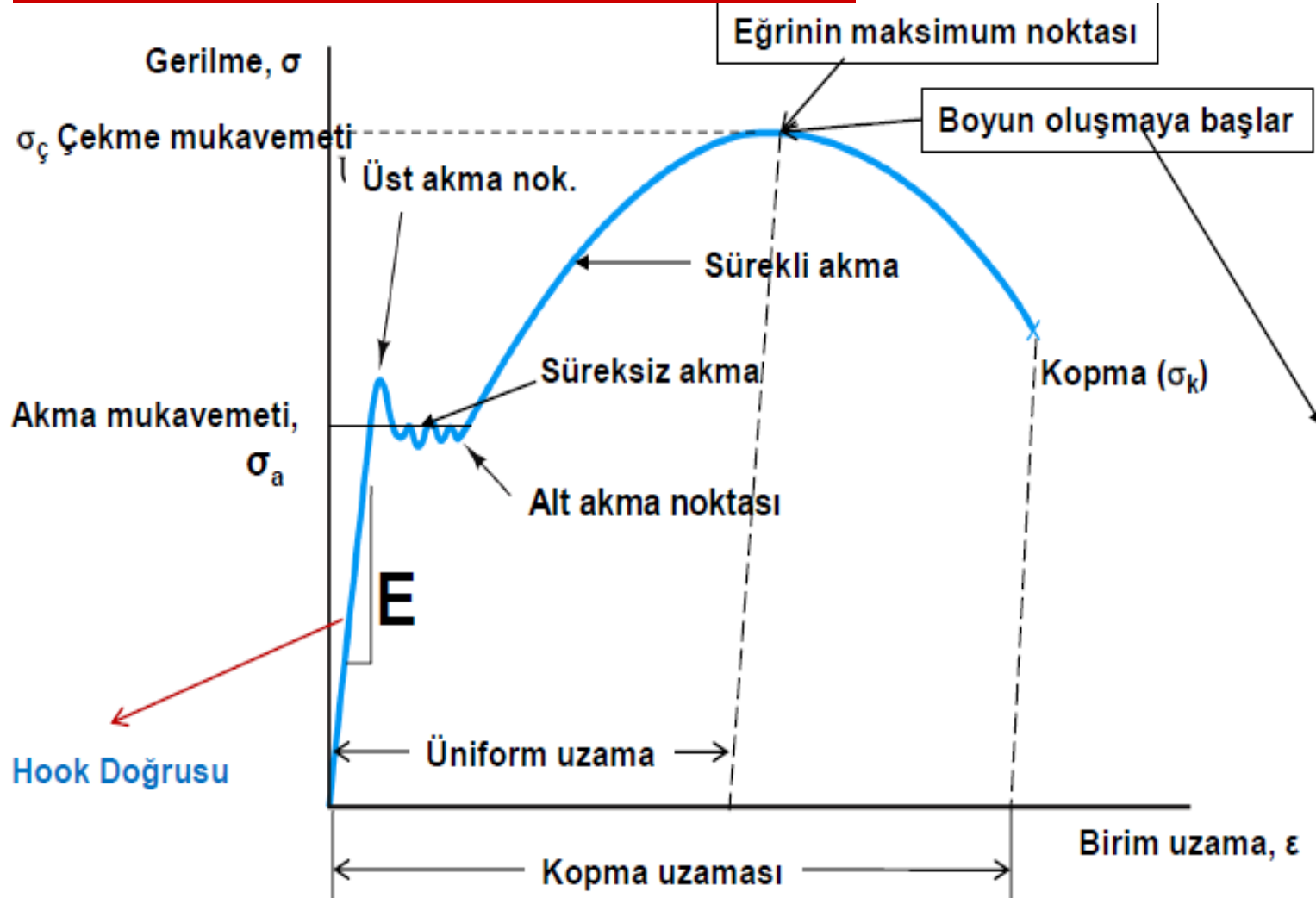


$$\sigma = \frac{P}{A}$$

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

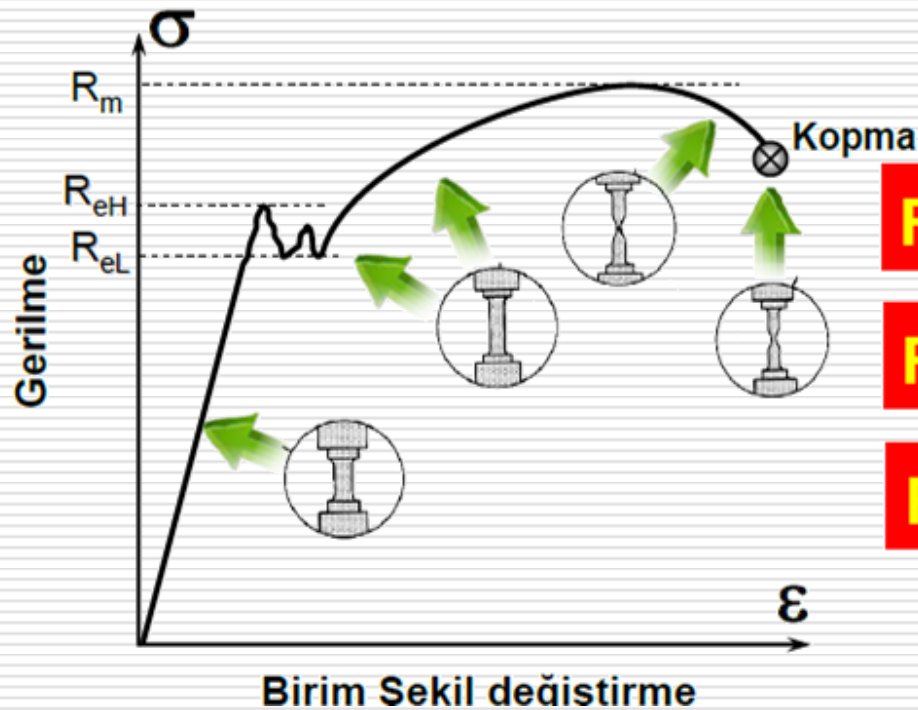
$$E = \tan \alpha = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Gerilme-Deformasyon Eğrisinin Özellikleri



Düşük karbonlu çelik için gerilme-birim uzama eğrisi

Boyun Verme



R_m : Çekme dayanımı

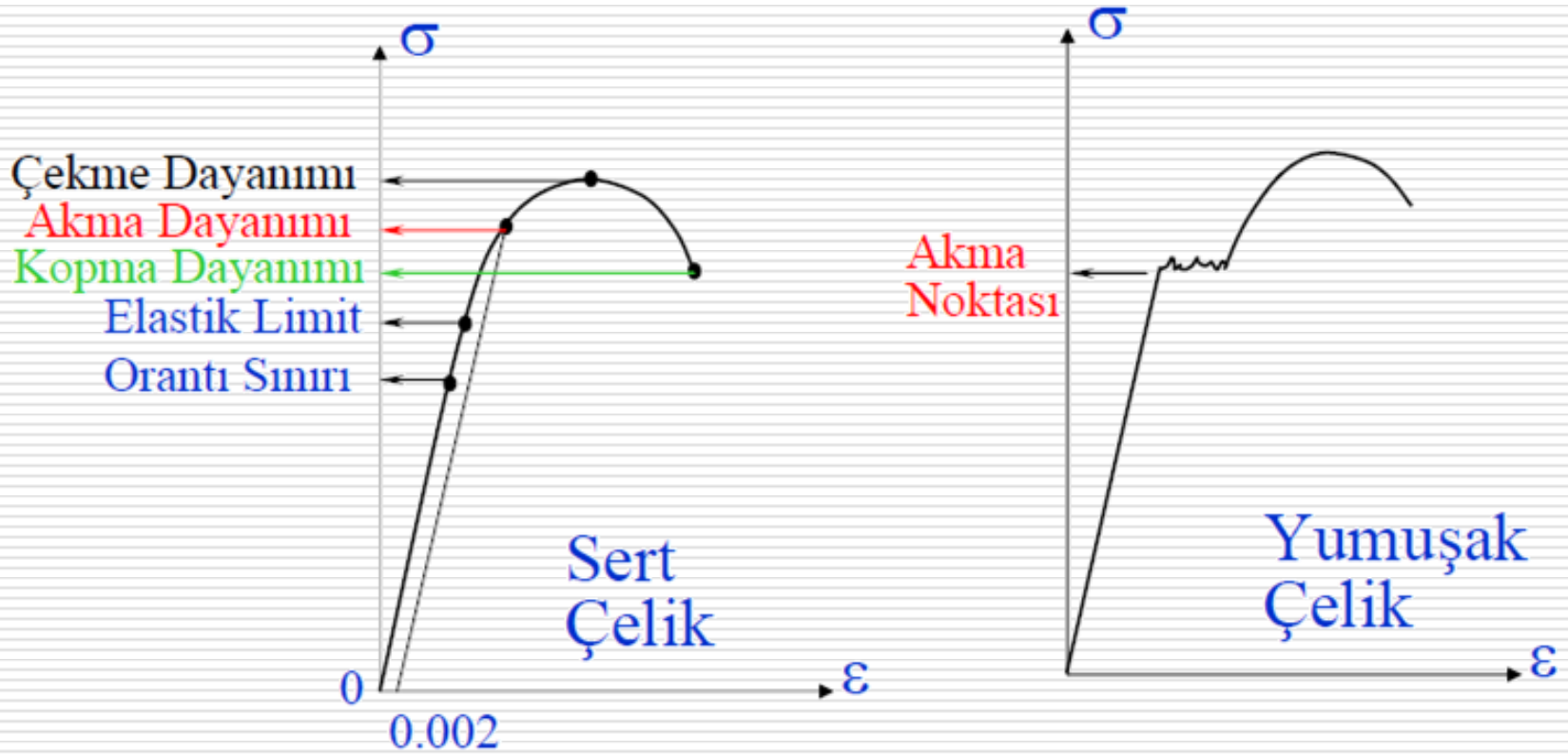
R_{eH} : Üst akma sınırı

R_{eL} : Alt akma sınırı

Çekme dayanımı noktasına kadar malzeme homojen uzar.

Bu noktadan sonra kesiti daralarak **boyun vererek** kopar.

Gerilme - Şekil Deęiřtirme Eęrileri

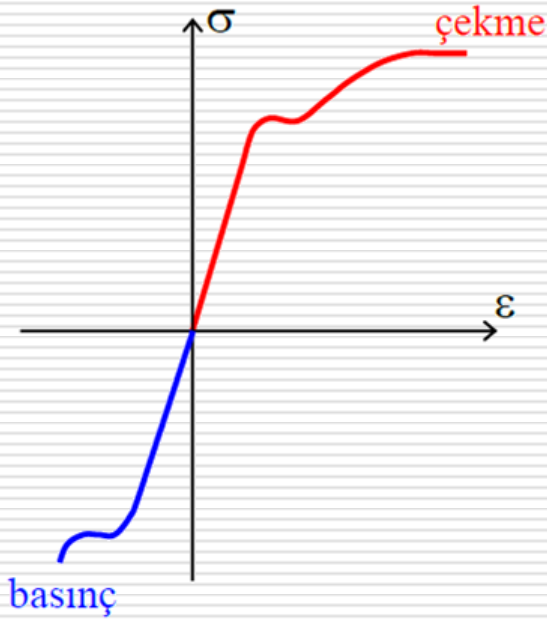


Akma Dayanımı

Malzemenin kalıcı şekil değişimi yapmaya başladığı gerilme değerine **akma dayanımı** denir. Mühendislik açısından **önem** taşır. **Plastik davranışın** başladığını belirtir. Mühendislik dizaynı ve hesaplarında kullanılır.

Çelikte Orantı ve Akma Bölgesinde...

Çekme ve basınçtaki davranışı birbirine



benzemektedir. Düşük gerilmelerde Hooke yasasına

uyan bir doğrusal davranış gösteren orantılık bölgesi

vardır. Sonra akma bölgesine girerek kesit

daralması gözlenir. Malzeme iç yapısında atomlar

arası bağlar kopar ve kalıcı şekil değişimleri görülür.

Çelikte Pekleşme ve Kopma...

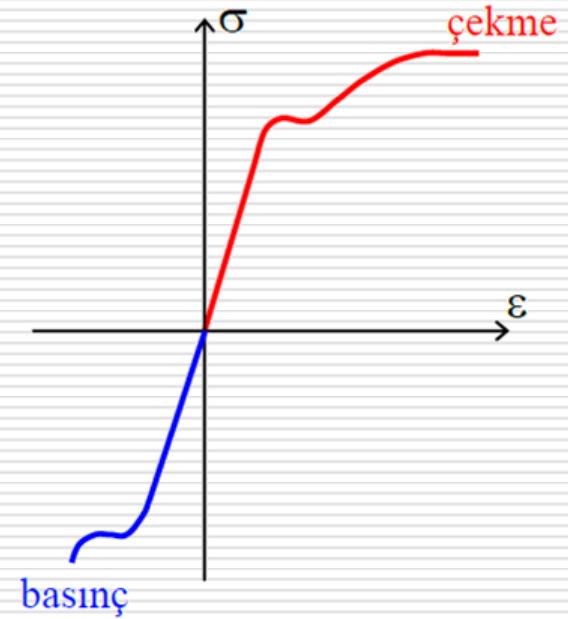
Ardından komşu atomlarla **yeni bağlar**

kurarak yük taşımaya devam eder.

Bu bölgeye **pekleşme bölgesi** denir.

Yükün artımı sürdürülünce malzeme boyun

vererek kopar.

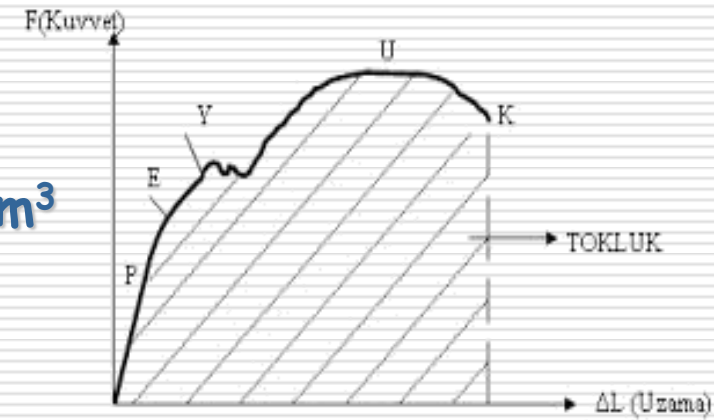


Enerji Yutma Yeteneđi

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

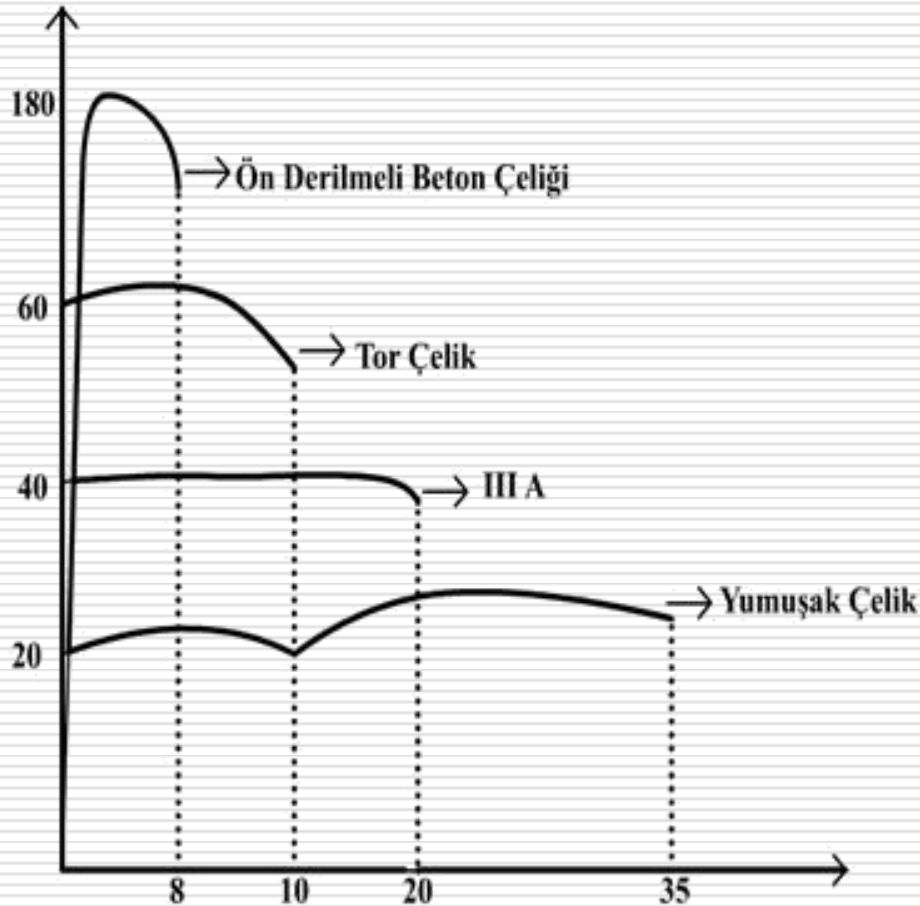
Boyutları $(\text{cm/cm} \times \text{kgf/cm}^2) \rightarrow \text{kgf.cm/cm}^3$

Kg.cm $\rightarrow$ **enerji veya iş,**



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

Çeliklerin σ - ε Davranışları



Çeliklerin Elastisite Modülleri

önemli derecede fark etmeyip,

210.000 MPa mertebesinde.

Yapı çeliklerinin Poisson Oranı

0,26-0,30 arasındadır.

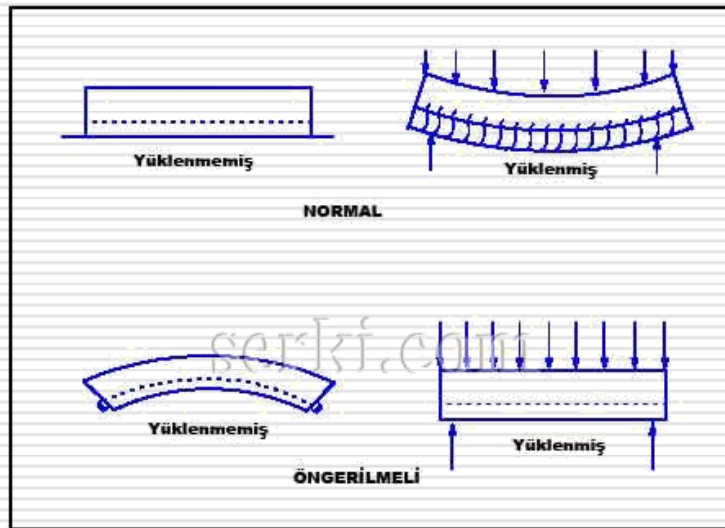
Öngerilmeli Çelik



Bu tip özel çelikler **%0,7 karbonlu Martin*** çeliklerine su verilmek suretiyle elde edilirler. Çekme dayanımı **1800 MPa** dolaylarında olan bu çeliklerin belirli bir akma noktası yoktur. Öngerilmeli beton yapılarda yüksek dayanımlı çeliklerin kullanılması gerekmektedir.

Öngerilmeli Beton

1940'larda öngerilmeli betonun gelişmesiyle, betonun düşük çekme gerilmesi mahzuru önlenmiştir. Öngerilmede, betonun yüksek basınç mukavemeti, çeliğin yüksek çekme mukavemetiyle birleştirilmektedir.



Öngerilme Şekli

Öngerilme, beton dökümünden önce gerilen ve betonun

dökülmesi ve sertleşmesinden sonra serbest bırakılan veya

betonun dökülüp sertleştikten sonra, yerleştirilen öngerilme

kablolarına kuvvet tatbik edilmesidir.



Öngerilmeli Beton Kullanım Alanları

- Prefabrik sanayi yapılarında,
- Köprü,
- Silo,
- Büyük açıklıklı yapılarda,
- Yer altı ve üstündeki büyük metro istasyonlarında,
- Spor salonlarının örtü yapılarında,
- Açık hava stadyumlarının tribün örtü yapılarında,



Çelik Hasır

Bazı betonarme elemanlarda,

örneğin döşemelerde, donatı

yerleştirilmesini kolaylaştırmak

amacı ile, birbirine dik ve paralel

çubuklardan oluşan hasır donatı

kullanılır.



Çelik Hasırda Bağlantı

Hasırda iki dik yöndeki donatının üst üste bindiği noktalardaki bağlantı, **kaynak veya özel kelepçelerle** sağlanır.



Çelik Hasırların Kullanım Alanları

- Her türlü konut inşaatının: temelleri, döşemeleri, perdeleri
- Metro ve tünel yapımında,
- İstinat duvarı,
- Beton pist ve yol kaplamaları,
- Prefabrik yapılarda,
- Kanal ve kanalet yapımında,
- Endüstriyel yapılarda,



Çelik Hasır Tipleri

Çelik Hasır

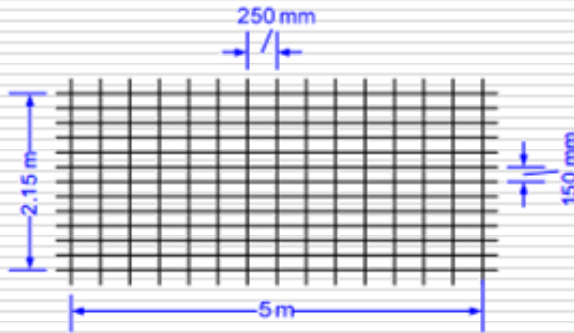
R tipi (Dikdörtgen)

Boy çubukları 10-15 cm,
en çubukları ise 20-25 cm

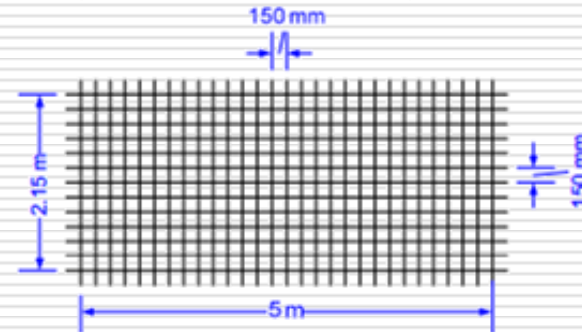
Q tipi (kare)

Boy ve en çubukları
10-15 cm,

R TİPİ HASIR (150x250 mmxmm dikdörtgen gözenekli):



Q TİPİ HASIR (150x150 mmxmm kare gözenekli):



Donatı 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)

Beton Çelik Çubuk Raporu

BETON ÇELİK ÇUBUKLARI DENEY RAPORU



Rapor No : 13.YÇ.06/2 Rapor Tarihi : 25.04.2013
Firma / Şahıs Adı : KAYSERİ ULAŞIM A.Ş.
İşin Adı / Yeri : KAYSERİ 2. VE 3. AŞAMA RAYLI TAŞIMA SİSTEMLERİ VE MEVCUT DEPO SAHASINDA YENİ HATLAR İNŞAATI YAPIM İŞİ / KAYSERİ
Deney Tarihi : 24.04.2013 Rapor Sayfası 1/1

No	Numune Sınıfı Tipi	Anma Çapı d (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 $R_{e,deney}/R_{e,karakteristik}$	Kopma Uzaması A_5 (%)	Anma Kütlesi (kg/m)
1-1	Nervürlü	10	501	642	1,28	1,19	15	0,63
1-2			439	590	1,34	1,05	18	0,62
1-3			498	651	1,31	1,18	14	0,62
1-4			510	647	1,27	1,22	12	0,61
1-5			491	632	1,29	1,17	16	0,63

TS 708/Nisan 2010 standardına göre S 420 beton çelik çubukları için;

Minimum Akma Dayanımı	420 N/mm ²
Minimum Çekme Dayanımı	500 N/mm ²
Minimum Çekme Dayanımı/ Akma Dayanımı Oranı	1.15
Maksimum Deneysel Akma Day./Karakteristik Akma Day. Oranı	1.30
Minimum Kopma Uzaması	% 10
Anma Kütlesi Aralığı	Ø10 için 0,59~0,64 kg/m

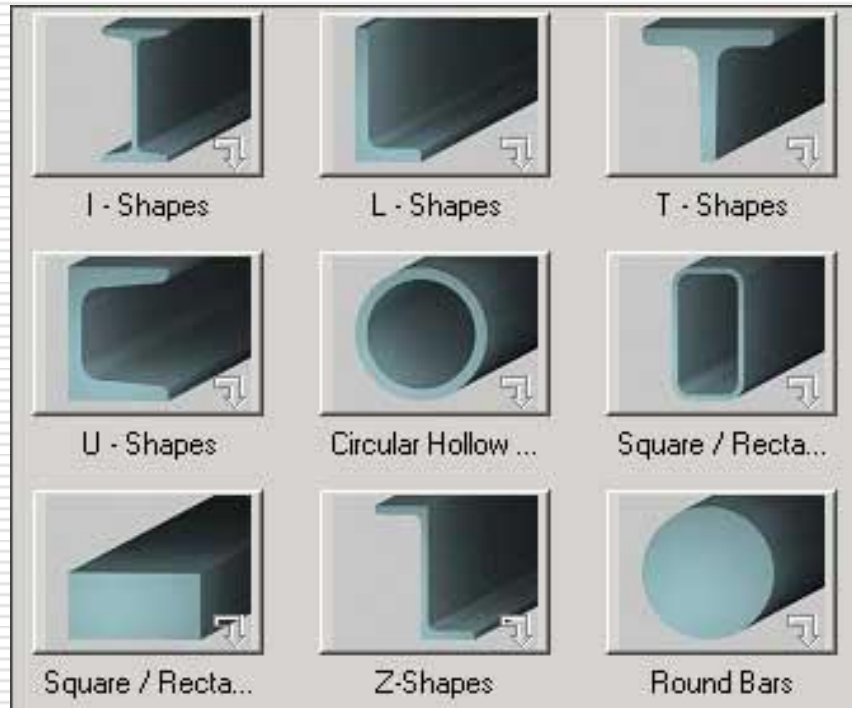
Çelik Yapılar

Çeliklerin ikinci geniş kullanım alanı çelik yapılardır. Çelik köprüler, çerçeveler ve çatı makasları gibi yapılar çelik levha ve profil çubuklarından imal edilir.



Profiller

Profil çubuklar kesit şekline göre, korniyer **L**, **T**, putrel **I**, veya **U** profili şeklin de adlandırılırlar.



Profil Mekanik Özellikleri (TS 910-912)

Çeliğin Gösterilişi	Kısa Çökme Dayanımı kgf/mm^2 (N/mm^2)	Akma (1) Sınırı kgf/mm^2 (N/mm^2) min	Kopma Uzaması (2) ($L_0=5 d_0$) % min
Fe 37	3447 (340-470)	24 (240)	26
Fe 44	41-54 (410-540)	28 (280)	22
Fe 50	47-61 (470-610)	30 (300)	20
Fe 52	49-63 (490-630)	36 (360)	22
Fe 60	57- 71 (570-710)	34 (340)	16
Fe 70	67-83 (670-830)	37 (370)	11

Profil Çekme Raporu

Profil Tipi	Numune No	Çekme Dayanımı (N/mm ²)	Akma Dayanımı (N/mm ²)	Kopma Uzaması %
IPN 180	1	442	318	25
	2	496	366	25
	Ortalama	469	342	25
IPN 270	1	468	320	26
	2	410	312	23
	Ortalama	439	316	25
IPN 360	1	450	338	22
	2	441	313	23
	Ortalama	446	326	23
TS 910/Nisan 1986, Çelik I-Profilleri – Sıcak Haddelenmiş ve standardına göre, Fe 37 Çeliği için Çekme Dayanımı 340 - 470 N/mm ² , Akma Sınırı 240 N/mm ² , Kopma Uzaması min %26				

Çelik Lif

Beton içerisindeki çelik lifi, **betonun**

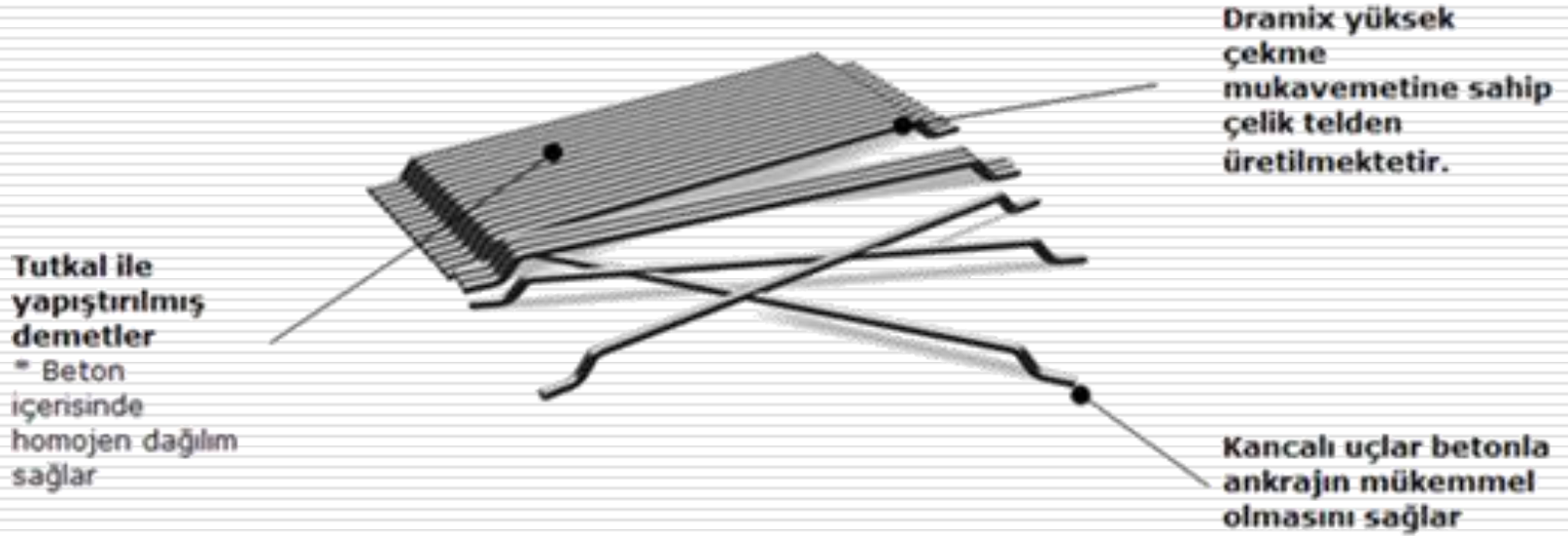
yapısını değiştiren ve ona plastik

davranış özelliği kazandıran bir

malzeme olarak nitelendirebiliriz.



Beton Donatısı İçin Çelik Teller



Ankraj: Yapısal bir elemanın, başka bir malzemeye ya da elemana, içine sokarak sabitlemesi yöntemiyle, beraber çalışır duruma getirmesi.

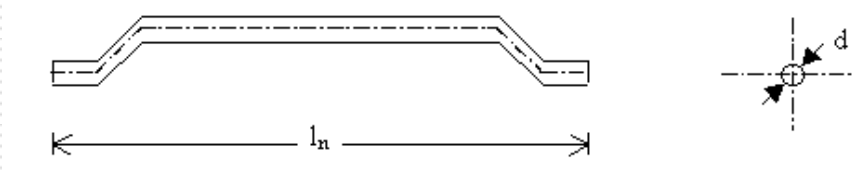
***Saplama-gömme eyleminin mühendisçe söylenişi.**

Çelik Lif Nasıl Olmalı?



- ✓ Lifler pas, yağ ve petrolden arınmış ve temiz,
- ✓ Düşük karbonlu çelikten soğuk çekme işlemi ile elde edilmeli,
- ✓ Çekme-kopma gerilmesi ortalaması 345 N/mm^2 ,
- ✓ Her bir lif ise 310 N/mm^2 den az olmamalıdır.

Çelik Lif Boyutları



- Çelik liflerin çapları **0.13-1.0 mm**,
- Narinlikleri ise (uzunluk/çap oranı) **30 ile 150**,
- Lif boyları **13 mm den 70 mm**,
- Lif hacmi ise genellikle **%0.5 ile %2** arasında değişmektedir.

Çelik Lif Sınıfları ve Tipleri

A Sınıfı: Düz, pürüzsüz yüzeyli teller

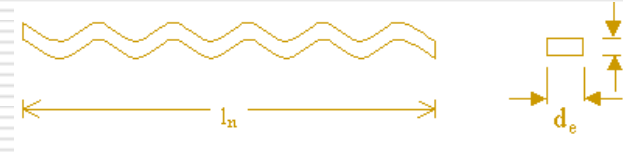


B Sınıfı: Bütün uzunluğu boyunca deforme olmuş teller

Tip 1: Üzerinde girintiler (çentikler) açılmış teller



Tip 2: Uzunluğu boyunca dalgalı (kıvrımlı) teller



Tip 3: Ay biçimi dalgalı teller



C Sınıfı: Sonu kancalı teller

Tip 1: İki ucu kancalı teller



Tip 2: Tek ucu kancalı teller



Çelik Lifler



Lifleri Tanımlayan Özellikler ve Tipleri

✓ Görünüm oranı

Tel Tipi

Tel Çapı (mm)

Tel Boyu (mm)

RC 80 / 60 BN

0.75

60

RC 65 / 60 BN

0.9

60

✓ Geometrik yapı

ZP 305

0.55

30

ZP 308

0.75

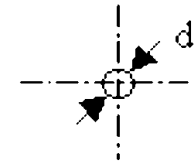
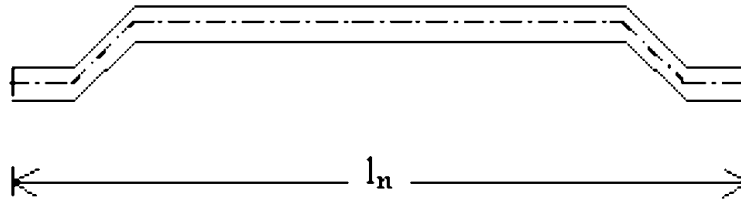
30

✓ Çekme dayanımı

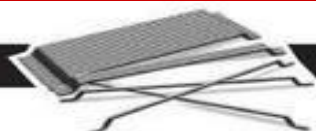
RC 65 / 35 BN

0.55

35



Dramix ile İlgili Bilgiler



Dramix®



Description:

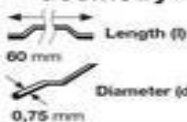


Dramix® fibres are filaments of wire, deformed and cut to lengths, for reinforcement of concrete, mortar and other composite materials. Dramix® RC-80/60-BN is a cold drawn wire fibre, with hooked ends, and glued in bundles.

Applications:

- jointless floors
- suspended ground slabs
- jointless floors on vibrocompacted piles
- industrial floors
- slabs on vibro-compacted piles
- liquid tight floors
- overlays
- pavements
- segmental linings
- compression layers
- cellar walls
- precast

Geometry:



80 Performance class: 80
Aspect ratio (= l/d): 80

4600 fibres/kg

Tensile strength:

- on the wire: minimum 1050 N/mm²
- low carbon conforms to EN 10016-2 - C90

Coating: None

Approvals:

Conforms to
ASTM A820

Product
Belgium

ATG 04/1857

The Netherlands



Turkey
TS 10513

Czech Republic

C.070-021415

Quality System in
Belgian, Brazilian, Czech,
Turkish and Chinese plants



Product

Poland

AT-15-2117/2001

Romania

007-01/068-2003

Germany

Z-3.71-1745

Slovak Republic

1402A/02/0771/1/C/C04

Technical data:

For industrial floors, floors on vibrocompacted piles, jointless floors... ask for specialized documentation.

PRODUCT DATA SHEET BEKAERT

Recommendations - mixing

1. General

- ✓ preferably use a central batching plant mixer
- ✓ recommended maximum dosage:

Max. aggregate size (mm)	Dosage (kg/m ³)	
	pour	pump
8	60	45
16	50	35
32	35	30

- ✓ a continuous grading is preferred
- ✓ mix until all glued fibres are separated into individual fibres. Fibres don't increase mixing time significantly.
- ✓ if special cements or admixtures are used, a preliminary test is recommended

2. Fibre addition

Bags are non-degradable and may not be thrown into the concrete.



2.1. In batching plant mixer

- ✓ never add fibres as first component in the mixer
- ✓ fibres can be introduced together with sand and aggregates, or can be added in freshly mixed concrete

2.2. Truckmixer

- ✓ run mixer at drum speed: 12-18 rpm
- ✓ adjust slump to a min. of 12 cm (preferably with water reducing agents or high water reducing agents)
- ✓ add fibres with maximum speed of 40 kg/min
- ✓ optional equipment: belt-hoist elevator
- ✓ after adding the fibres, continue mixing at highest speed for 4-5 min. (± 70 rotations)

2.3. Automatic dosing

- ✓ Fibres can be dosed from bulk at rates from 0 up to 3,5 kg/sec with a specially developed dosing equipment

Recommendations - storage



Protect the pallets against rain



Do not stack the pallets on top of each other



Delivered in
non water-soluble bags of 20 kg on pallet 1200 kg
big bag 1100 kg

N.V. Bekaert S.A. - Bekaertstraat 2 - 8550 Zwevegem - Belgium
Tel. +32 (0) 56 / 76 69 86 - Fax +32 (0) 56 / 76 79 47
Internet: <http://www.bekaert.com/building>

Values are indicative only. Modifications reserved. All details describe our products in general form only. For ordering and design only use official specifications and documents. N.V. Bekaert S.A. 2005

Çelik Lifli Beton



- ✓ Genel olarak beton yorulma dayanımını, aşınma dayanımını, çekme dayanımı, çatlama sonrası yük taşıma dayanımını ve enerji emme kapasitesi bakımından zayıf bir malzemedir.
- ✓ Çelik lifli betonların üretilmesindeki ana amaç; **malzeme tokluğu, darbe yüklerine karşı direnci, eğilme dayanımı gibi özelliklerin artırılmasına** yöneliktir.

Çelik Lifli Beton



Çelik Liflerin Üstünlüğü

- ✓ İdeal uzunluk/ çap oranı
- ✓ Ankrajlı uçlar sayesinde kontrollü sıyrılma
- ✓ Yüksek çekme mukavemeti (min. 1100 N/mm²)
- ✓ Tutkallı demetler ile homojen şekilde yayılma



Çelik Liflerin En Önemli Özellikleri

✓ Eğilme mukavemeti ve tokluk

✓ Çatlak kontrolü

✓ Şok darbe dayanımı



✓ Yüzey kabarmasının yok edilmesi

Çelik Tel Miktarı, kg/m³

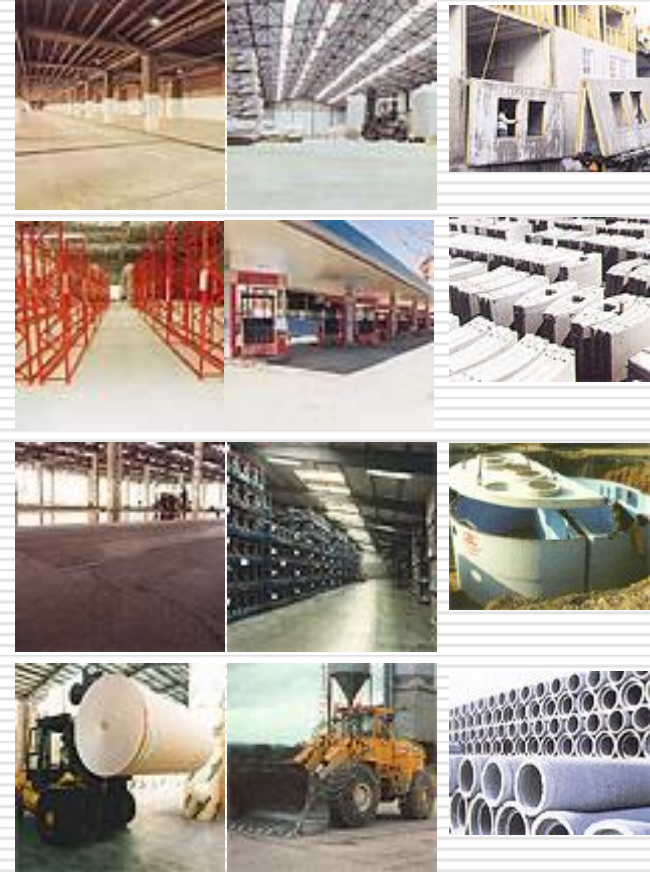
Tane çapı mm	Uzunluk/çap 60		Uzunluk/çap 75		Uzunluk/çap 100	
	Dök	Pom	Dök	Pom	Dök	Pom
32	50	40	40	30	30	25
16	85	65	70	55	55	40
8	125	95	100	75	75	55
4	160	120	125	95	95	70

Çelik Lifin Beton Özellikleri Üzerine Etkileri

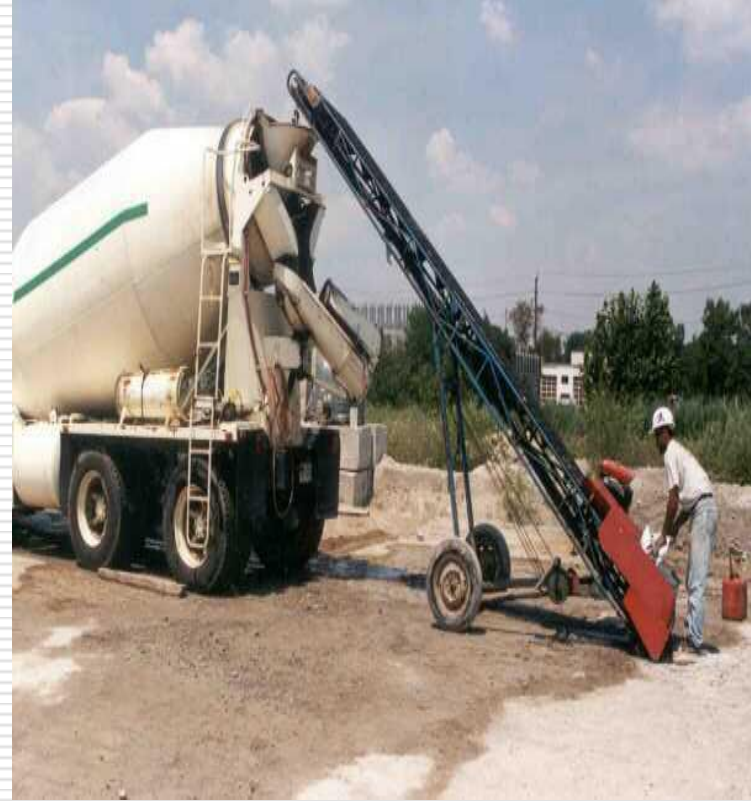
Beton Özelliği	Artış (%)
Tokluk	100-1200
Darbe Dayanımı	100-1200
İlk Çatlak Dayanımı	25-100
Çekme Dayanımı	25-100
Nihai Eğilme Dayanımı	50-100
Yorulma Dayanımı	50-100
Deformasyon Kapasitesi	50-100
Basınç Dayanımı	± 25
Kavitasyon Dayanımı	300
Elastisite Modülü	± 25

Çelik Lif Kullanım Alanları

- ✓ Endüstriyel Zeminlerde
- ✓ Yapılarda
- ✓ Tünellerde ve Madenlerde
- ✓ Dış Saha Kaplamaları
- ✓ Panel ve Borularda
- ✓ Su yapıları ve Arıtma Tesisleri
- ✓ Depreme Dayanıklı Yapılar
- ✓ Askeri Güvenlik Yapıları



Çelik Lifli Betona İlavesi



Çelik Lifli Beton Uygulaması

