



KTMMOB / UCCTEA

İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI  
CHAMBER OF CIVIL ENGINEERS

## BETONARME DONATI ÇELİĞİ İLE İLGİLİ TEKNİK DEĞERLENDİRME

Ülkemizde inşaat sahalarında uygulanan projelerde kullanılan malzemelerin yürürlükteki standart ve yönetmeliklere göre uygunluğu kritik bir öneme sahiptir.

İnşaat Mühendisleri Odası'na ulaşan bilgi ve yapılan araştırmalar neticesinde İnşaat sahalarında yürürlükteki standart ve Deprem Yönetmeliğindeki maddelere uygun olmayan bir şekilde donatı çeliği kullanıldığı bilgisi gelmiştir.

Ayrıca, İnşaat Mühendisleri Odası (İMO) Laboratuvarında test edilen bazı çaplara ait numunelerin akma dayanımları "TS-708 Betonarme İçin Donatı Çeliği" standardına göre nervürlü S420 sınıfına ait betonarme çeliğinin akma dayanımı alt sınır değerinin (420 MPa) altında olduğu, test edilen bazı çaplarda ise üst sınır değerinin (546 MPa) üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Bilindiği gibi; binaların depreme dayanıklı tasarımının ana ilkesi, betonarmede kullanılacak beton ve donatı çeliğinin mevcut standart ve yönetmeliklere uygun olarak kullanılmasıdır.

Bu bağlamda, donatı çeliği ile ilgili konunun önemini ve hassasiyetini vurgulamak açısından siz değerli üyelerimize konunun hatırlatmasını 4 ayrı konu başlığı ile yapmış bulunmaktayız.

- 1- Yönetmelik gereksinimleri
- 2- Donatı çeliği ile ilgili TS 708 standardına göre mekanik özellikler
- 3- Çelik çubuklar üzerinde imalatçının tanımı
- 4- Nervür şekline göre donatı çeliğinin hangi sınıfa ait olduğunun anlaşılması

### 1) YÖNETMELİK GEREKSİNİMLERİ

#### • Yürürlükte Olan Yönetmelik Gereksinimleri:

Ülkemizde yürürlükte olan 21/2005 Sayılı KKTC Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2015 Bölüm 3'de belirtildiği gibi; betonarme kiriş, kolon ve perdelerin başlık kısımlarında kullanılacak çeliğin nervürlü olması ve

- Akma Dayanımı = 420 N/mm<sup>2</sup> (Min)
- Çekme Dayanımı = 500 N/mm<sup>2</sup> (Min)
- Deneysel Çekme/ Deneysel Akma = 1.15 (Min)
- Deneysel Akma/Karakteristik Akma = 1.3 (Max)
- Kopma Uzaması = %10 (Min)

Koşullarının sağlanması istenmektedir (Madde 3.2.5).

Bu koşulları sağlayan S420 ve B420C sınıfı çeliklerdir.

Kolonlarda, kirişlerde ve perdelerin başlık kısmında 420 N/mm<sup>2</sup> den yüksek çelik kullanılamaz (Madde 3.2.5.3).

• **TBDY 2018 ve TDY2007 ile Kıyaslama Yapılması**

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) 2018’de Bölüm 7.2.5.3 (b) maddesinde “TS708’de verilen B420C ve B500C nervürlü donatı çelikleri kullanılacaktır” koşulu belirtilmektedir. Burada B420C olarak belirtilen çelik sınıfı TS500-2000 eşdeğeri aşağıdaki Tablo 1’de de görüleceği gibi S420A olmaktadır.

**Tablo 1. TDY 2007 Betonarme çeliği sınıfları ve mekanik özellikleri (TS708:2010<sup>1</sup>)**

	Çelik sınıfı						
	S 220 Düz	S 420 Nervürlü	B 420B Nervürlü	B 420C Nervürlü	B 500B Nervürlü	B 500C Nervürlü	B 500A Profilli
Akma dayanımı $f_{yk}=R_e$ (N/mm <sup>2</sup> )	≥ 220	≥ 420	≥ 420	≥ 420	≥ 500	≥ 500	≥ 500
Çekme dayanımı $f_{su}=R_m$ (N/mm <sup>2</sup> )	≥ 340	≥ 500	-	-	-	-	≥ 550
Çekme dayanımı/Akma dayanımı oranı $f_{su}/f_{yk}=R_m/R_e$	≥1.2	≥1.15	≥1.08	≥1.15 <1.35	≥1.08	≥1.15 <1.35	-
Deneyisel akma dayanımı/karakteristik akma dayanımı oranı $R_{e\ act}/R_e$	-	≤1.3	-	≤1.3	-	≤1.3	-
Kopma birim uzaması $\epsilon_{su}=A_5$ (%)	≥ 18	≥ 10	≥ 12	≥ 12	≥ 12	≥ 12	≥ 5
Maksimum yükte toplam uzama $A_{gt}$ (%)	-	-	≥ 5	≥ 7.5	≥ 5	≥ 7.5	≥ 2.5
En yakın TS500:2000 eşdeğeri	S 220a	S 420b	yok	S 420a	S 500a	yok	S 500bk
<b>Deprem yönetmeliği-2007 ye uygun mu?</b>	<b>Hayır</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Hayır</b>	<b>Hayır</b>

<sup>1</sup>Resmi gazete: 07.09.2010 gün ve 27695 sayı

**EN UYGUN**

**Tablo 2. TBDY-2018 Betonarme çeliği sınıfları ve mekanik özellikleri (TS708:2010<sup>1</sup>)**

	Çelik sınıfı						
	S220 Düz	S420 Nervürlü	B420B Nervürlü	B420C Nervürlü	B500B Nervürlü	B500C Nervürlü	B500A Profilli
Akma dayanımı $f_{yk}=R_e$ (N/mm <sup>2</sup> )	≥ 220	≥ 420	≥ 420	≥ 420	≥ 500	≥ 500	≥ 500
Çekme dayanımı $f_{su}=R_m$ (N/mm <sup>2</sup> )	≥ 340	≥ 500	-	-	-	-	≥ 550
Çekme dayanımı/akma dayanımı oranı $f_{su}/f_{yk}=R_m/R_e$	≥1.2	≥1.15	≥1.08	≥1.15 <1.35	≥1.08	≥1.15 <1.35	-
Deneyisel akma dayanımı/karakteristik akma dayanımı oranı $R_{e\ act}/R_{e\ nom}$	-	≤1.3	-	≤1.3	-	≤1.3	-
Kopma uzaması $\epsilon_{su}=A_5$	≥ %18	≥ %10	≥ %12	≥ %12	≥ %12	≥ %12	≥ %5
Maksimum yükte toplam uzama $A_{gt}$	-	-	≥ %5	≥ %7.5	≥ %5	≥ %7.5	≥ %2.5
<b>TBDY-2018 e uygun mu?</b>	<b>Hayır</b>	<b>Hayır</b>	<b>Hayır</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>	<b>Evet</b>	<b>Hayır</b>

**UYGUN**

**UYGUN**

TS708.2010’da tanımlı betonarme çelik simgeleri şu şekildedir; S220, S420, B420B, B420C, B500A, B500B, B500C. Burada S220 düz yüzeyli betonarme çeliğidir. S420, B420B, B420C, B500B ve B500C nervürlü donatı çeliğidir. B500A ise profilli donatı çeliğidir.

TS708’de verilen koşullara ek olarak, sünek davranışı olabildiğince sağlamak amacıyla; TBDY 2018 kiriş, kolon ve perdelerin uçlarında kullanılacak çeliğin

- Nervürlü olmasını,
- Akma dayanımı  $R_e \geq 420$  veya  $R_e \geq 500$  N/mm<sup>2</sup> olmasını,
- Çekme dayanımı/akma dayanımı oranının  $1.15 \leq R_m/R_e < 1.35$  olmasını,
- Deneyisel akma dayanımı/karakteristik akma dayanımı oranının  $R_{e\ act} / R_{e\ nom} \leq 1.3$  olmasını,

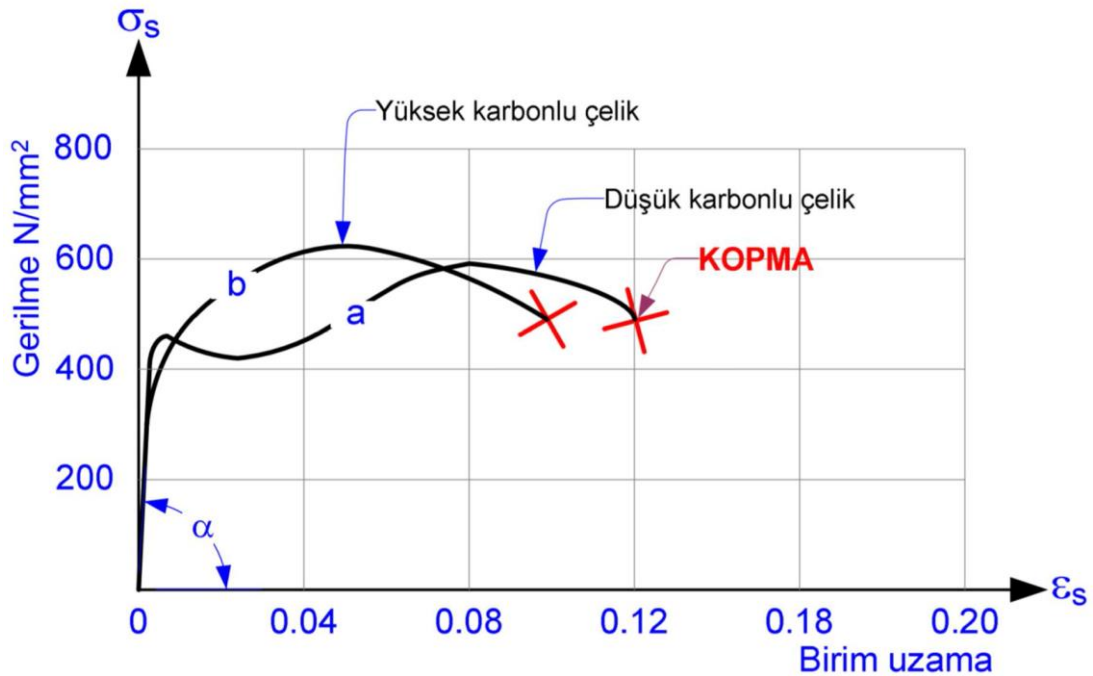
- Kopma uzamasının  $A_s \geq \%10$  olmasını,
- Eşdeğer karbon oranının  $\leq \%0.50$  olmasını

İstemektedir. Bu koşulları sadece Tablo 2’de görüleceği gibi B420C ve B500C sağlamaktadır. Bu nedenle, TBDY 2018, sadece B420C ve B500C çeliklerinin kullanılmasına doğrudan izin verirken S420 çeliğinin kullanımına koşullu izin vermiştir (TBDY2018, Madde 7.2.5.3).

Ayrıca TBDY 2018, Madde 17.2.17’de tasarımı yapılacak binalarda C25’ten düşük C50’den yüksek dayanımlı beton sınıfı ve madde 7.2.5.3’te tanımlanan B420C veya S420 sınıfları dışında donatı çeliği kullanılamaz olduğu yazılıdır.

TS500:2000 madde 3.2 “Beton donatısı olarak kullanılacak çelikler TS708’e uygun olmalıdır” denmektedir. TS500’e göre yukarıda verilen Tablo 1’deki mekanik özellikler irdelendiğinde Türkiye Deprem Yönetmeliği 2007 (TDY2007) göre en uygun çelik sınıfı B420C’dir (S420A). Bu deprem yönetmeliği şu anda KKTC’de geçerli olan yönetmeliktir.

Karbon miktarlarına göre düşük karbonlu çelikler sünektir ve kopma birim uzaması büyüktür, yüksek karbonlu çelikler ise gevrek ve kopma birim uzaması kısadır. Yüksek karbonlu ve düşük karbonlu çeliğin gerilme birim uzama eğrisi Şekil 1’de gösterilmiştir. Buna göre; a eğrisi düşük karbonlu çeliklerde görülür, akıncaya kadar doğrusal yükselir. Aktıktan sonra, gerilme artmaksızın, uzama hızla artar, eğride yatay bir bölge gözlenir. Bu bölgeye akma eşiği veya akma sahanlığı denir. Çeliğin aktığı anda ölçülen gerilmesine ‘akma gerilmesi’ veya ‘akma dayanımı’ denir. Sonra, pekleşme nedeni ile eğri biraz yükselerek bir tepe noktası oluşturur. Tepe noktasına karşılık gelen gerilmeye ‘çekme gerilmesi’ veya ‘çekme dayanımı’ denir. Çelik çekme dayanımına ulaştıktan sonra hızla uzayarak kopar. Koptuğu andaki birim uzamaya ‘kopma birim uzaması’ denir. b eğrisi ise yüksek karbonlu çeliklerde görülür. Akıncaya kadar doğrusal yükselir, fakat aktığını gösteren belirgin bir akma sahanlığı oluşmaz.



Şekil 1. Çelik  $\sigma_s$ - $\epsilon_s$  eğrisi

Yukarıda da anlatıldığı gibi, ülkemizde resmi olarak geçerli olan yönetmelikte belirtilen kurallara göre S420A donatı çeliği kullanılması en elverişli durumdur.

## 2) DONATI ÇELİĞİ İLE İLGİLİ TS 708 STANDARDINA GÖRE MEKANİK ÖZELLİKLER

Betonarme için donatı çeliği ile ilgili TS 708 standardına göre mekanik özellikler aşağıda belirtildiği gibidir;

Tip	Düz yüzeyli	Nervürlü					Profilli <sup>a</sup>
		S 220	S 420	B 420B	B 420C	B 500B	
Sınıf	S 220	S 420	B 420B	B 420C	B 500B	B 500C	B500A
Akma dayanımı (en az) $R_e$ (N/mm <sup>2</sup> )	220	420	420	420	500	500	500
Çekme dayanımı (en az) $R_m$ (N/mm <sup>2</sup> )	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 <sup>b</sup> (°)	-		90/20				

Belirtilen mekanik özelliklerin uygunluğunun kontrolü TS EN ISO 6892-1 deney standardına uygun olarak gerçekleştirilen çekme deneyi ile doğrulanmalıdır.

Deney yapılmadan önce mamülün hangi ülkeden geldiği, imalatçının tanımı ve sınıfını tanımlayıcı bazı işaretlemeler betonarme çelik çubukların üzerinden incelenerek anlaşılmaktadır. Ayrıca mamül üzerinde bulunan tanımlayıcı etikette de bu tip bilgiler doğrulanmalıdır.

## 3) ÇELİK ÇUBUKLAR ÜZERİNDE İMALATÇININ TANIMI

Betonarme çelik çubukların üzerinde imalatçının tanıtımı şöyledir;

Tanım her bir çubuk üzerinde olmalı ve 1.5 metreyi geçmeyen aralıklarla tekrarlanmalıdır.

İmalatçının tanıtım işareti, işaretin başlangıcını gösteren bir sembol ve ülke kodu ile firma kodundan oluşan ve imalatçıyı tanıtan bir kodlama sisteminden oluşmaktadır.

İşaretin başlangıcını gösteren sembol aşağıdakilerden birisi gibi olmalıdır:

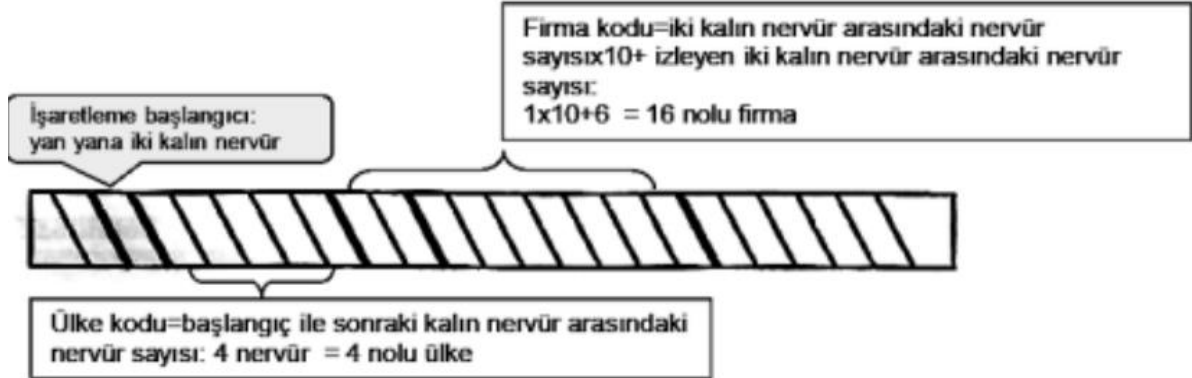
- İşaretleme yönteminden kalın nervür veya profil kullanıldığında, işaretin başlangıcını arka arkaya sıralanan iki kalın nervür veya profil gösterir
- İşaretleme yönteminde, nervürsüz veya profilsiz yöntem kullanıldığında, işaretin başlangıcını arka arkaya sıralanan iki nervürsüz veya profilsiz boş kısım gösterir.
- Numaralar çubuğun yüzeyine yazıldığında, işaretin başlangıcını X veya O işareti gösterir.
- İşaretin mamülün yüzeyine kabartma veya oyma şeklinde yazıldığı durumda, işaretin başlangıcını bir çift normal nervür veya profil arasına konulan iki işaret gösterir.

Ülkeyi ve imalatçıyı tanıtan kodlama sisteminde, aşağıdaki yöntemlerden birisi kullanılmalıdır:

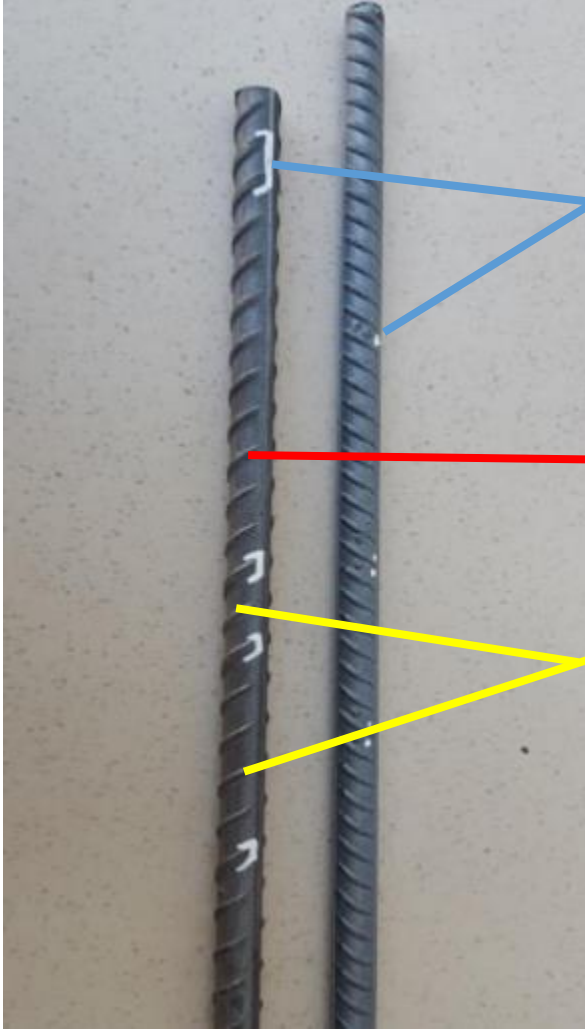
- Kalın nervür veya profil aralarına, normal nervür veya profil konulması,
- Kalın nervür veya profil aralarında normal nervürsüz kısım veya boş kısım bırakılması,
- Çubuk yüzeyine numara yazılması,
- Normal nervür veya profil arasına kabartma veya oyma ile işaretleme yapılması.

Ülke kodu, imal edildiği ükleye göre 1 ve 9 arasında bir rakamla belirtilir. Firma kodu, 10'un katları haricinde 1 ve 99 arasında bir veya iki haneli bir sayıdan oluşur.

Ülke	Ülke kodu
Avusturya, Çek Cumhuriyeti, Almanya, Polonya, Slovakya	1
Belçika, Hollanda, Lüksemburg, İsviçre	2
Fransa, Macaristan	3
İtalya, Malta, Slovenya	4
İngiltere, İrlanda, İzlanda	5
Danimarka, Estonya, Finlandiya, Letonya, Litvanya, Norveç, İsveç	6
Portekiz, İspanya	7
Güney Kıbrıs, Yunanistan	8
Türkiye ve diğer ülkeler	9



Örnek: Betonarme çelik çubuk üzerinde imalatçı bilgilerinin tanımlanması



İki ayrı işaretleme şekli yandaki resimde verilmiştir.

İki kalın nervür ve iki nokta üstüste işaretleme başlangıcını,

2. kalın nervür ve 2. Nokta işaretine kadar olan nervür sayısı imal edildiği ülke kodunu,

2 kalın nervür arasına 10 + diğer 2 kalın nervür arasındaki nervür sayısı ile iki nokta arası nervür sayısı imalatçı firma kodunu belirtir.

#### 4) NERVÜR ŞEKLİNE GÖRE DONATI ÇELİĞİNİN HANGİ SINIFA AİT OLDUĞUNUN ANLAŞILMASI

Betonarme çelik çubukların nevrür şekline göre hangi sınıfa ait olduğu aşağıda belirtildiği gibidir.

S 420



Not - Nervür şekli, çift açılı üretilebilir.

B 420 B



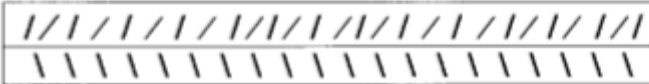
Not - Nervür şekli, çift açılı üretilebilir.

B 420 C



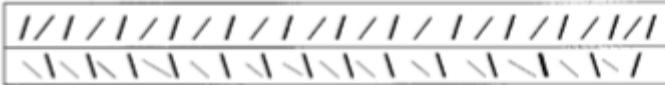
Not - En sondaki tire, C tipi süneklığı göstermektedir. Nervür şekli, çift açılı üretilebilir.

B 500 B

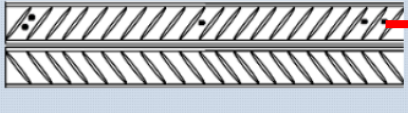
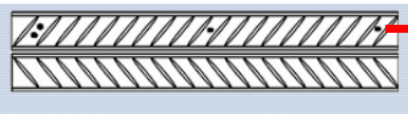
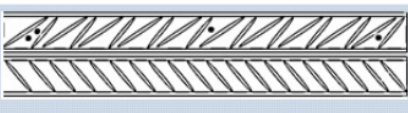
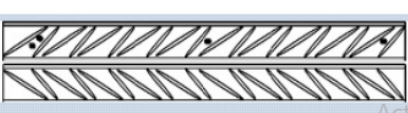


Not - Nervür şekli tek açılı da olabilir.

B 500 C



Not - Nervür şekli dört açılıdır.

Standart	Kalite	Markalama
TS 708 : 2016	S 420	
TS 708 : 2016	B 420B	
TS 708 : 2016	B 500B	
TS 708 : 2016	B 500C	

S420 için tanımlama noktası

imalatçı tanımlama noktası