



**ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ**  
**MÜHENDİSLİK MİMARLIK FAKÜLTESİ**  
**İnşaat Mühendisliği Bölümü**

**EKLER**

**EK1:****BETON SINIFLARI ve MEKANİK ÖZELLİKLERİ (28 GÜNLÜK BETON)**

TS 500:2000  
TS EN 206-1:2014  
TS 13515:2012  
TS EN 1992-1-1

Beton Sınıfı	Eksenel basınç $f_{ck}$ N/mm <sup>2</sup>		Eksenel çekme $f_{ctk}$ N/mm <sup>2</sup>	$\epsilon_{cu}$	$k_1$	$k_3$	$E_c$ N/mm <sup>2</sup>	$G_c \approx 0.4E_c$ N/mm <sup>2</sup>	$\mu_c$	$\alpha_c$ 1/C°
	Silindir $\phi 15, h=30$ cm	Küp (15x15x15)								
C16/20	16	20	1.4	0.003	0.85	0.85	27000	10800	0.20	10 <sup>-5</sup>
C18/22	18	22	1.5	0.003	0.85	0.85	27789	11116	0.20	10 <sup>-5</sup>
C20/25	20	25	1.6	0.003	0.85	0.85	28534	11414	0.20	10 <sup>-5</sup>
C25/30	25	30	1.8	0.003	0.85	0.85	30250	12100	0.20	10 <sup>-5</sup>
C30/37	30	37	1.9	0.003	0.82	0.85	31800	12720	0.20	10 <sup>-5</sup>
C35/45	35	45	2.1	0.003	0.79	0.85	33227	13291	0.20	10 <sup>-5</sup>
C40/50	40	50	2.2	0.003	0.76	0.85	34555	13822	0.20	10 <sup>-5</sup>
C45/55	45	55	2.3	0.003	0.73	0.85	35802	14321	0.20	10 <sup>-5</sup>
C50/60	50	60	2.5	0.003	0.70	0.85	36981	14792	0.20	10 <sup>-5</sup>
C55/67	55	67	2.6	0.003	0.79	0.98	38103	15241	0.20	10 <sup>-5</sup>
C60/75	60	75	2.7	0.003	0.78	0.95	39174	15670	0.20	10 <sup>-5</sup>
C70/85	70	85	2.9	0.003	0.75	0.90	41191	16476	0.20	10 <sup>-5</sup>
C80/95	80	95	3.1	0.003	0.73	0.85	43069	17228	0.20	10 <sup>-5</sup>

TBDY-2018 in taşıyıcı elemanlarda kullanımına izin verdiği betonlar

TBDY-2018, madde 7.2.4-7.2.5.3 e göre, C25/30 den daha düşük, C80/95 den daha yüksek dayanımlı beton kullanılmaz.

**EK2:****ÇELİK SINIFLARI ve MEKANİK ÖZELLİKLERİ**

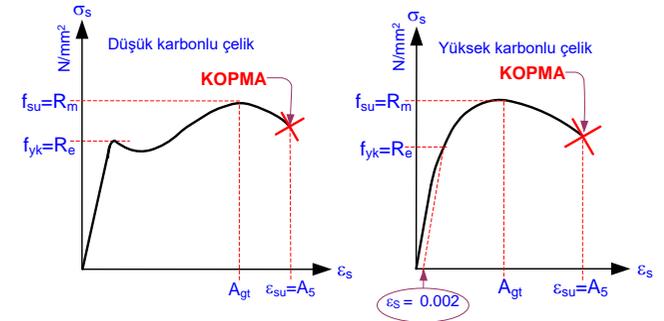
TS 708:2016

	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	-
Deneysel 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
Max yükte birim uzama $A_{gt}$ (%)	-	-	≥ 5	≥ 7.5	≥ 5	≥ 7.5	≥ 2.5
Malzeme katsayısı $\gamma_{ms}$	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
Elastisite modülü $E_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	2·10 <sup>5</sup>	2·10 <sup>5</sup>	2·10 <sup>5</sup>	2·10 <sup>5</sup>	2·10 <sup>5</sup>	2·10 <sup>5</sup>	2·10 <sup>5</sup>
Tasarım dayanımı $f_{yd}=f_{yk}/\gamma_{ms}$ (N/mm <sup>2</sup> )	191.30	365.22	365.22	365.22	434.78	434.78	434.78
Akma tasarım uzaması $\epsilon_{sd}=f_{yd}/E_s$	0.000957	0.001826	0.001826	0.001826	0.002174	0.002174	0.002174

TBDY-2018, madde 7.2.5.3 e göre :  
en uygun çelik B420C ve B500C dir

**EK3:****Dikdörtgen kesitli kirişlerde dengeli donatı oranları**

Çelik	Beton	$\gamma_{mc}=1.4$	$\gamma_{mc}=1.5$	$\gamma_{mc}=1.7$
$f_{yk}=420$ N/mm <sup>2</sup> olan çelikler	C25/30	0.0220	0.0205	0.0181
	C30/37	0.0254	0.0237	0.0209
	C35/45	0.0286	0.0267	0.0235
	C40/50	0.0314	0.0293	0.0259
	C45/55	0.0339	0.0317	0.0280
	C50/60	0.0362	0.0338	0.0298
	C55/67	0.0513	0.0479	0.0423
	C60/75	0.0537	0.0501	0.0442
	C70/85	0.0574	0.0536	0.0473
	C80/95	0.0599	0.0559	0.0494
$f_{yk}=500$ N/mm <sup>2</sup> olan çelikler	C25/30	0.0172	0.0161	0.0142
	C30/37	0.0199	0.0186	0.0164
	C35/45	0.0224	0.0209	0.0184
	C40/50	0.0246	0.0230	0.0203
	C45/55	0.0266	0.0248	0.0219
	C50/60	0.0283	0.0264	0.0233
	C55/67	0.0402	0.0375	0.0331
	C60/75	0.0421	0.0393	0.0347
C70/85	0.0450	0.0420	0.0371	
C80/95	0.0470	0.0438	0.0387	



**EK4:****DONATI ÇUBUKLARI KÜTLE ve ALANLARI**

Çap $\phi$ (mm)	Kütle kg/m	Çubuk sayısı														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6	0.222	28	57	85	113	141	170	198	226	254	283	311	339	368	396	424
8	0.395	50	100	151	201	251	302	352	402	452	503	553	603	653	704	754
10	0.617	79	157	236	314	393	471	550	628	707	785	864	942	1021	1100	1178
12	0.888	113	226	339	452	565	679	792	905	1018	1131	1244	1357	1470	1583	1696
14	1.209	154	308	462	616	770	924	1078	1231	1385	1539	1693	1847	2001	2155	2309
16	1.579	201	402	603	804	1005	1206	1407	1608	1810	2011	2212	2413	2614	2815	3016
18	1.998	254	509	763	1018	1272	1527	1781	2036	2290	2545	2799	3054	3308	3563	3817
20	2.467	314	628	942	1257	1571	1885	2199	2513	2827	3142	3456	3770	4084	4398	4712
22	2.985	380	760	1140	1520	1901	2281	2661	3041	3421	3801	4181	4561	4942	5322	5702
24	3.522	452	905	1357	1810	2262	2714	3167	3619	4071	4524	4976	5429	5881	6333	6786
25	3.854	491	982	1473	1963	2454	2945	3436	3927	4418	4909	5399	5890	6381	6872	7363
26	4.169	531	1062	1593	2124	2655	3185	3716	4247	4778	5309	5840	6371	6902	7433	7964
28	4.834	616	1232	1847	2463	3079	3695	4310	4926	5542	6158	6773	7389	8005	8621	9236
30	5.549	707	1414	2121	2827	3534	4241	4948	5655	6362	7069	7775	8482	9189	9896	10603
32	6.315	804	1608	2413	3217	4021	4825	5630	6434	7238	8042	8846	9651	10455	11259	12064
40	9.867	1257	2513	3770	5026	6283	7540	8796	10053	11309	12566	13823	15079	16336	17593	18850

$\phi \leq 10$  mm çubuklar kiriş ve kolonlarda boyuna donatı olarak kullanılmazlar.  $\phi 6$  eski yapılar içindir, yeni yapılarda kullanılmaz.

Alanlar (mm<sup>2</sup>)

**EK5:****Kiriş veya kolonlarda bir sıraya sığan çubuk sayısı**

b <sub>w</sub> (mm)	Çap $\phi$ (mm)												
	12	14	16	18	20	22	24	25	26	28	30	32	40
200	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2
250	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2
300	6	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	3	3
350	7	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	4	3
400	8	8	7	7	7	6	6	6	6	6	5	5	4
450	9	9	8	8	8	7	7	7	7	6	6	6	5
500	10	10	9	9	9	8	8	8	8	7	7	7	5
550	12	11	10	10	10	9	9	9	8	8	8	7	6
600	13	12	12	11	11	10	10	10	9	9	9	8	7
650	14	13	13	12	12	11	11	10	10	10	10	9	7
700	15	14	14	13	13	12	12	11	11	11	10	10	8
750	16	16	15	14	14	13	13	12	12	12	11	10	8
800	17	17	16	15	15	14	13	13	12	12	11	11	9
850	19	18	17	16	16	15	14	14	14	13	13	12	10
900	20	19	18	17	17	16	15	15	14	14	13	13	10
950	21	20	19	18	18	17	16	16	16	15	15	14	11
1000	22	21	20	19	19	18	17	17	16	16	15	14	12

Net beton örtüsü 30 mm, net donatı aralığı 30 mm ve etriye çapı  $\phi < 24$  için 8 mm,  $\phi \geq 24$  için 10 mm alınmıştır.  
b<sub>w</sub> = 200 mm eski yapıların kontrolü amaçlıdır.

Gerekli kiriş genişliği:  $b_w \geq n\phi + (n-1)c'_c + 2\phi_w + 2c_c$

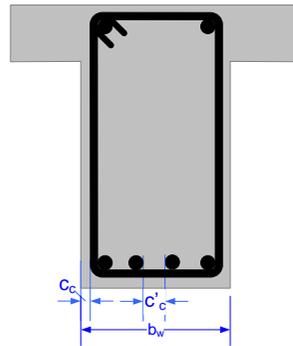
n: çubuk sayısı

$\phi$ : boyuna çubuk çapı

$\phi_w$ : etriye çapı

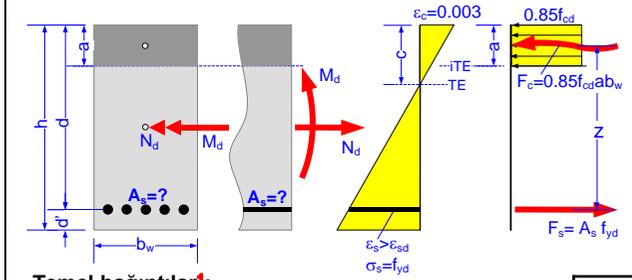
c<sub>c</sub>: net beton örtüsü

c'<sub>c</sub>: iki çubuk net aralığı

**EK6:****Dişli döşemelerde bir dişe sığan çubuk sayısı**

b <sub>w</sub> (mm)	Çap $\phi$ (mm)						
	10	12	14	16	18	20	22
100	2	2	2	2	2	0	0
105	2	2	2	2	2	0	0
110	2	2	2	2	2	2	2
115	2	2	2	2	2	2	2
120	3	2	2	2	2	2	2
125	3	3	2	2	2	2	2
130	3	3	3	2	2	2	2
135	3	3	3	3	2	2	2
140	3	3	3	3	3	2	2
145	3	3	3	3	3	2	2
150	4	3	3	3	3	3	2
155	4	4	3	3	3	3	3
160	4	4	3	3	3	3	3
165	4	4	4	3	3	3	3
170	4	4	4	4	3	3	3
175	4	4	4	4	3	3	3
180	5	4	4	4	4	3	3
185	5	4	4	4	4	3	3
190	5	5	4	4	4	4	3
195	5	5	4	4	4	4	4
200	5	5	5	4	4	4	4

Net beton örtüsü 15 mm, net donatı aralığı 20 mm ve etriye çapı 8 mm alınmıştır.

**EK7A:****Tek donatılı dikdörtgen kesit tablosu (her tür malzeme için)****Temel bağıntılar<sup>1</sup>:**

$$M'_d = M_d - N_d \left( \frac{h}{2} - d' \right)$$

$$K = \frac{100M'_d}{f_{cd}b_w d^2}$$

$$z = \frac{k}{1000} d$$

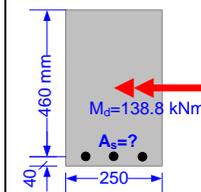
$$A_s = \frac{M'_d}{f_{yd}z} + \frac{N_d}{f_{yd}}$$

**Diğer bağıntılar:**

$$a = 2(d - z)$$

$$c = a/k_1$$

$$\epsilon_s = 0.003 \frac{d - c}{c}$$

**ÖRNEK: Donatı alanı hesabı**

Malzeme: C30/37-B420C

Denetim: iyi

Aranan:  $A_s = ?$

$$N_d = 0, M'_d = M_d = 138.8 \text{ kNm}$$

$$K = 100 \cdot 138.8 \cdot 10^6 / (20 \cdot 250 \cdot 460^2) = 13.1$$

$$K = 13.1 \text{ için } k = 916 \text{ okundu (interpolasyon)}$$

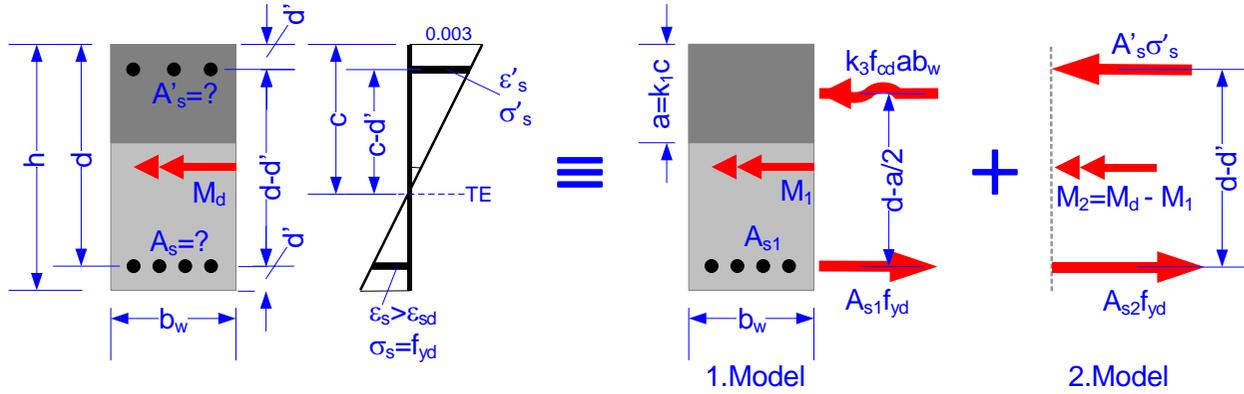
$$z = 916 \cdot 460 / 1000 = 421.4 \text{ mm}$$

$$A_s = 138.8 \cdot 10^6 / (365.22 \cdot 421.4) = 902 \text{ mm}^2$$

<sup>1</sup>  $|N_d| \leq 0.1 f_{tk} A_c$  olmalı. Aksi durumda kesit kolon olarak boyutlandırılmalı.  $N_d$ 'nin basınç olması durumunda ihmal edilmesi, yani  $N_d = 0$  alınması önerilir.

C25/30-C50/60 betonları ve her tür ve çelik için geçerlidir

K	k
1	994
2	988
3	982
4	976
5	970
6	963
7	957
8	950
9	944
10	937
11	930
12	924
13	917
14	909
15	902
16	895
17	887
18	880
19	872
20	864
21	856
22	847
23	839
24	830
25	821
26	812
27	802
28	792
29	782
30	771



Çift donatılı kesiti solda gösterilen 1. ve 2. modelin toplamı olarak düşünebiliriz,  $M_d = M_1 + M_2$  ve  $A_s = A_{s1} + A_{s2}$ . Sünek kırılma ön koşul olduğundan  $A_s$  donatısı akmak zorundadır, yani çekme bölgesindeki  $A_{s1}$  ve  $A_{s2}$  donatılarındaki gerilme  $f_{yd}$  olmalıdır.  $A'_s$  donatısı akmış veya akmamış olabilir. 0.003 kısalma yapan beton lifine çok yakın olduğu için genelde akar. Kırılmanın türünü (sünek, gevrek)  $A_{s1}$  in oranı belirler. 2. modelde beton bulunmadığından, aksine sadece sünek malzeme çelik bulunduğu için,  $A_{s2}$  ve  $A'_s$  ne kadar büyük olursa olsun gevrek kırılmaya neden olmaz.

$M_d$ ,  $b_w$ ,  $d$ ,  $d'$ ,  $f_{cd}$ ,  $f_{yd}$ ,  $E_s$  bilinmektedir.  $M_d$  momentini karşılayacak  $A_s$  ve  $A'_s$  aranmaktadır. Önce tek donatılı olan 1. modelin taşıyabileceği  $M_1$  momentini belirlemek gerekir.  $M_1$ ,  $A_{s1}$  in oranına bağlı olarak değişir. O halde  $\rho_1$  için  $\max \rho$  altında olmak kaydıyla herhangi bir değer seçebiliriz. Genellikle  $0.50 \rho_b \leq \rho_1 \leq 0.85 \rho_b$  aralığında bir değer seçilir. Aşırı sehim olmaması ve sehim hesabı istenmemesi durumunda  $\rho_1 = \rho_l = 0.235 f_{cd} / f_{yd}$  değeri uygun olmaktadır. Bu değer, aşağıdaki bağıntılarda tek donatılı kesitten çift donatılı kesite geçiş sınırı olarak kullanılmıştır.

$$\rho_1 = 0.235 f_{cd} / f_{yd}$$

1. model için seçilen donatı oranı çift donatılı kesite geçiş sınırı

$$A_{s1} = \rho_1 b_w d$$

1. modelde çekme donatısı

1. modelde yatay denge

$$k_3 f_{cd} a b_w = A_{s1} f_{yd} = \rho_1 b_w d f_{yd} = 0.235 f_{cd} b_w d$$

$$a = 0.235 d / k_3$$

basınç alanı derinliği

$$c = a / k_1 = 0.235 d / k_1 / k_3$$

tarafsız eksen derinliği

1. modelde moment

$$M_1 = A_{s1} f_{yd} (d - a/2) = \rho_1 b_w d f_{yd} (d - 0.235 d / 2 / k_3)$$

$$M_1 = 0.235 f_{cd} b_w d^2 (1 - 0.1175 / k_3)$$

1. modelin taşıma gücü

$M_1 \geq M_d$  ise tek donatılı:

$$K = \frac{M_d}{b_w d^2}$$

$$\rho = \frac{k_3 f_{cd}}{f_{yd}} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2K}{k_3 f_{cd}}} \right)$$

Sonuç:

$$A_s = \rho b_w d$$

$$A'_s = 0$$

$M_1 < M_d$  ise çift donatılı:

$$M_2 = M_d - M_1$$

2. modelin taşınması gereken moment

$$M_2 = A_{s2} f_{yd} (d - d')$$

2. modelde moment

$$A_{s2} = \frac{M_2}{f_{yd} (d - d')}$$

2. modelde çekme donatısı

$$\epsilon'_s = 0.003 \frac{c - d'}{c} = 0.003 \left( 1 - \frac{d'}{c} \right)$$

$$\epsilon'_s = 0.003 \left( 1 - \frac{k_1 k_3 d'}{0.235 d} \right)$$

Basınç donatısı birim kısalması

$$\sigma'_s = E_s \epsilon'_s$$

$$\sigma'_s \geq f_{yd} \text{ ise akmış, } \sigma'_s = f_{yd} a$$

$$A_{s2} f_{yd} = A'_s \sigma'_s$$

2. modelde yatay denge

$$A'_s = A_{s2} \frac{f_{yd}}{\sigma'_s}$$

Basınç donatısı

Sonuç:

$$A_s = A_{s1} + A_{s2}$$

Kesit çekme donatısı

$$A'_s = A_{s2} \frac{f_{yd}}{\sigma'_s}$$

Kesit basınç donatısı

**Hesap sırası: 1.**

$$M_1 = 0.235f_{cd}b_w d^2 \left(1 - \frac{0.1175}{k_3}\right)$$

**2.  $M_d < M_1$  ise, tek donatılı:**

$$K = \frac{M_d}{b_w d^2}; \rho = \frac{k_3 f_{cd}}{f_{yd}} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2K}{k_3 f_{cd}}}\right)$$

**Sonuç:**

$$A_s = \rho b_w d; A'_s = 0$$

**3.  $M_d \geq M_1$  ise, çift donatılı:**

$$A_{s1} = 0.235 \frac{f_{cd}}{f_{yd}} b_w d$$

$$M_2 = M_d - M_1$$

$$M_2 = A_{s2} f_{yd} (d - d')$$

$$A_{s2} = \frac{M_2}{f_{yd} (d - d')}$$

$$\epsilon'_s = 0.003 \left(1 - \frac{k_1 k_3 d'}{0.235 d}\right) \text{ veya}$$

$$\sigma'_s = E_s \epsilon'_s$$

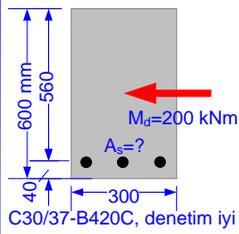
$$\sigma'_s \geq f_{yd} \text{ ise akmış, } \sigma'_s = f_{yd} \text{ al}$$

$$A_{s2} f_{yd} = A'_s \sigma'_s$$

$$A'_s = A_{s2} \frac{f_{yd}}{\sigma'_s}$$

**Sonuç:**

$$A_s = A_{s1} + A_{s2}; A'_s = A_{s2} \frac{f_{yd}}{\sigma'_s}$$



**ÖRNEK:**

Soldaki kesitin  $A_s$  donatı alanını hesaplayınız.

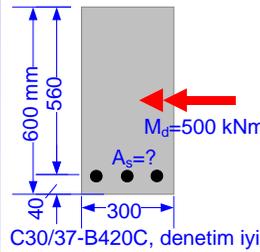
**HAZIRLIK:**

$f_{cd}=20 \text{ N/mm}^2, f_{ctd}=1.28 \text{ N/mm}^2, k_1=0.82, k_3=0.85$

$f_{yd}=365.22 \text{ N/mm}^2, \rho_b=0.0237$

Min  $\rho=0.8 \cdot 1.28/365.22=0.0028, \text{ Max } \rho=0.02$

Max  $(\rho-\rho')=0.85 \cdot 0.0237=0.0201$



**ÖRNEK:**

Soldaki kesitin  $A_s$  donatı alanı hesaplayınız.

**HAZIRLIK:** yukarıdaki örnekteki gibi

**ÇÖZÜM:**

$M_1=0.235 \cdot 20 \cdot 300 \cdot 560^2 (1-0.1175/0.85)=381 \text{ kNm}$

$M_1 < M_d$  olduğundan kesit  $M_d=500 \text{ kNm}$  momenti tek donatılı olarak taşımaz,

kesit büyütülmeli veya çift donatılı yapılmalı.

**Çift donatılı çözüm:**

$$A_{s1}=0.235 \cdot 20 \cdot 300 \cdot 560/365.22=2162 \text{ mm}^2$$

$$M_2=500-381=119 \text{ kNm}$$

$$A_{s2}=119 \cdot 10^6/365.22/(560-40)=627 \text{ mm}^2$$

$$\epsilon'_s=0.003(1-0.82 \cdot 0.85 \cdot 40/0.235/560)=0.0024$$

$$\sigma'_s=2 \cdot 10^5 \cdot 0.0024=480 \text{ N/mm}^2 > f_{yd}, \text{ Akmış} \rightarrow \sigma'_s=365.22 \text{ N/mm}^2 \text{ alınacak.}$$

$$A'_s=2162+627=2789 \text{ mm}^2$$

$$A'_s=627 \cdot 365.22/365.22=627 \text{ mm}^2$$

Seç.: 4 $\phi$ 24 (1810 mm<sup>2</sup>) alt-1.sıra çekme donatısı

4 $\phi$ 18 (1018 mm<sup>2</sup>) alt-2.sıra çekme donatısı

3 $\phi$ 18(763 mm<sup>2</sup>) üst-basınç donatısı

$$\rho=(1810+1018)/300/560=0.0117$$

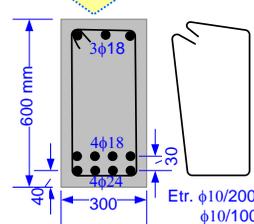
$$\rho'=763/300/560=0.0070$$

$$\rho-\rho'=0.0117-0.0070=0.0047$$

Min  $\rho < \rho < \text{Max } \rho$  ✓

$\rho-\rho' < \text{Max } (\rho-\rho')$  ✓

Çubuklar 300 mm ye sığmıyor, çift sıra donatılı yapıldı



**ÇÖZÜM:**

$$M_1=0.235 \cdot 20 \cdot 300 \cdot 560^2 (1-0.1175/0.85)=381 \text{ kNm}$$

$M_1 > M_d$  olduğundan kesit  $M_d=200 \text{ kNm}$  momenti tek donatılı olarak taşır:

$$K=200 \cdot 10^6/300/560^2=2.12585$$

$$\rho=0.85 \cdot 20/365.22 (1-\sqrt{(1-2 \cdot 1.2585 \cdot 2/0.85/20)})=0.006239$$

$$A_s=0.006239 \cdot 300 \cdot 560=1048 \text{ mm}^2$$

Seç.: 3 $\phi$ 22 (1140 mm<sup>2</sup>) alt  
2 $\phi$ 12 (226 mm<sup>2</sup>) üst

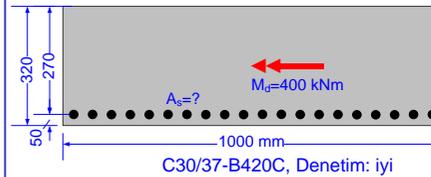
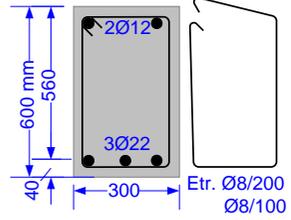
$$\rho=1140/300/560=0.0068$$

$$\rho'=226/300/560=0.0013$$

$$\rho-\rho'=0.0068-0.0013=0.0055$$

Min  $\rho < \rho < \text{Max } \rho$  ✓

$\rho-\rho' < \text{Max } (\rho-\rho')$  ✓



**ÖRNEK:**

Soldaki kesitin sehim hesabı gerektirmeyecek  $A_s$  donatı alanı hesaplayınız.

**HAZIRLIK:** yukarıdaki örnekteki gibi

**ÇÖZÜM:**

$$M_1=0.2025 \cdot 20 \cdot 1000 \cdot 270^2=295.2 \text{ kNm}$$

$M_1 < M_d$  olduğundan kesit  $M_d=400 \text{ kNm}$  momenti tek donatılı olarak taşımaz, kesit büyütülmeli veya çift donatılı yapılmalı.

**Çift donatılı çözüm:**

$$A_{s1}=0.235 \cdot 20 \cdot 1000 \cdot 270/365.22=3475 \text{ mm}^2$$

$$M_2=400-295.2=104.8 \text{ kNm}$$

$$A_{s2}=104.8 \cdot 10^6/365.22/(270-50)=1304 \text{ mm}^2$$

$$\epsilon'_s=0.003(1-0.82 \cdot 0.85 \cdot 50/0.235/270)=0.0014$$

$$\sigma'_s=2 \cdot 10^5 \cdot 0.0014=280 \text{ N/mm}^2 < f_{yd}, \text{ Akmamış, } \sigma'_s=280 \text{ N/mm}^2 \text{ alınacak}$$

$$A'_s=3475+1304=4779 \text{ mm}^2$$

$$\rho=4942/1000/270=0.0183$$

$$\rho'=1781/1000/270=0.0066$$

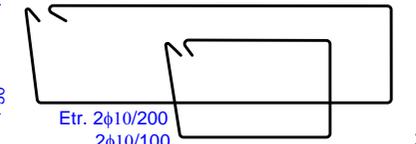
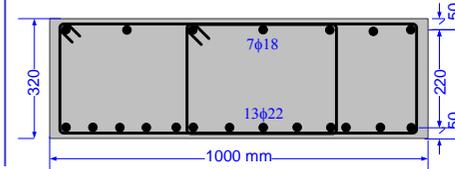
$$A'_s=1304 \cdot 365.22/280=1700 \text{ mm}^2$$

$$\rho-\rho'=0.0183-0.0066=0.0117$$

Seç.: 13 $\phi$ 22 (4942 mm<sup>2</sup>) alt  
7 $\phi$ 18 (1781 mm<sup>2</sup>) üst

Min  $\rho < \rho < \text{Max } \rho$  ✓

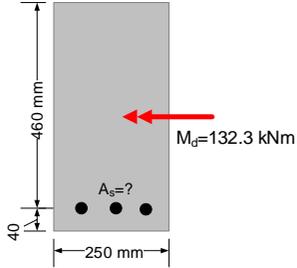
$\rho-\rho' < \text{Max } (\rho-\rho')$  ✓



Önceki sayfalarda verilen analitik çözümler konunun anlaşılması açısından önemli olmakla beraber, uygulamada karşılaşılabilecek yüzlerce kesitin donatı alanının hesabı açısından yorucudur. Uygulamada hızlı hesap ön plana çıkar. EKLER bölümünde verilen

- EK7A tablosu: tek donatılı dikdörtgen kesit (malzeme bağımsız)
- EK7B tabloları: tek donatılı dikdörtgen kesit( S420, B420 çelikleri için, malzeme bağımlı)
- EK7C tabloları: Çift donatılı dikdörtgen kesit(S420, B420 çelikleri için ,malzeme bağımlı)
- EK7D tabloları: tek donatılı dikdörtgen kesit( B500 çelikleri için, malzeme bağımlı)
- EK7E tabloları: Çift donatılı dikdörtgen kesit(B500 çelikleri için ,malzeme bağımlı)
- EK8A tabloları tek donatılı tablalı kesit(malzeme bağımsız)
- EK8B tabloları tek donatılı tablalı kesit(malzeme bağımsız)

veya herhangi bir betonarme kitabında verilen benzer tablolar bu amaca yönelik olarak kullanılabilir. Her yazarın tabloları farklı düzenlenmiş olabilir. Farklı gerilme bloğu modeli, farklı varsayımlar, farklı formüller, farklı yuvarlamalar ve tablodan okuma hataları nedeniyle tablodan-tabloya farklı sonuç alınır. Ancak fark kabul edilebilir düzeydedir. Örnek olmak üzere , tek donatılı dikdörtgen, çift donatılı dikdörtgen ve tek donatılı tablalı kesitin donatı alanı farklı yazarların tabloları ile hesaplanacak ve sonuçlar karşılaştırılacaktır. Hesaplarda yazarların özgün notasyon ve birimleri kullanılmıştır.



C25/30-B420C, denetim: iyi

## ÖRNEK:

Soldaki kesitin  $A_s$  donatı alanı analitik ve farklı tablolar ile hesaplanacaktır.

## HAZIRLIK:

$f_{cd}=16.67 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{ctd}=1.17 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{yd}=365.22 \text{ N/mm}^2$ ,  $k_3=0.85$ ,  $\rho_b=0.0205$   
 Min  $\rho=0.8 \cdot 1.17/365.22=0.0026$ , Max  $\rho=0.02$   
 Max  $(\rho-\rho')=0.85 \cdot 0.0205=0.0174$

## ANALİTİK çözüm:

$K=132.3 \cdot 10^6/250/460^2=2.501$   
 $\rho=0.85 \cdot 16.67/365.22(1-\sqrt{(1-2.501 \cdot 2/0.85/16.67)})=0.00759$   
 $A_s=0.00759 \cdot 250 \cdot 460=873 \text{ mm}^2$

## ERSOY<sup>1</sup> Çizelge B-5 ile çözüm:

$K=250 \cdot 460^2/(132.3 \cdot 10^3)=400 \text{ mm}^2/\text{kN} \rightarrow j=0.904$   
 $A_s=132.3 \cdot 210^6/365.22/0.904/460=871 \text{ mm}^2$

## CELEP<sup>2</sup> A8 tablosu ile çözüm:

$k_d=46/\sqrt{(132.3/0.25)}=2 \rightarrow k_s=2.99$   
 $A_s=2.99 \cdot 132.3/46=8.6 \text{ cm}^2=860 \text{ mm}^2$

## AYDIN<sup>3</sup> tabloları ile çözüm:

$K_f=460\sqrt{(250/132.3)}/100=6.32 \rightarrow k_s=0.300$   
 $A_s=10^4 \cdot 0.300 \cdot 132.3/460=863 \text{ mm}^2$

## BERKTAY<sup>4</sup> tabloları ile çözüm:

$K=25 \cdot 46^2/13230=4 \text{ cm}^2/\text{kN} \rightarrow \rho=0.0076$   
 $A_s=0.0076 \cdot 250 \cdot 460=874 \text{ mm}^2$

## KUYUCULAR<sup>5</sup> tabloları ile çözüm:

$K_m=132.3 \cdot 10^6/250/460^2=2.5 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \omega=0.163$   
 $A_s=0.163 \cdot 250 \cdot 460 \cdot 16.67/365.22=856 \text{ mm}^2$

## TOPÇU<sup>6</sup> EK7B tabloları ile çözüm:

$K=10 \cdot 132.3 \cdot 10^6/250/460^2=25 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \omega=76$   
 $A_s=76 \cdot 250 \cdot 460/10^4=874 \text{ mm}^2$

	Analistik	ERSOY <sup>1</sup>	CELEP <sup>2</sup>	AYDIN <sup>3</sup>	BERKTAY <sup>4</sup>	KUYUCULAR <sup>5</sup>	TOPÇU <sup>6</sup>
<b>Basınç bloğu</b>	Dikdörtgen	Dikdörtgen	Parabolik	Parabolik	Dikdörtgen	Dikdörtgen	Dikdörtgen
<b><math>A_s</math> (mm<sup>2</sup>)</b>	873	871	860	863	874	856	874
<b>Fark</b>	0	-5	-16	-13	-2	-20	-2
<b>Seçilen</b>	3φ20(942 mm <sup>2</sup> )	3φ20(942 mm <sup>2</sup> )	3φ20(942 mm <sup>2</sup> )	3φ20(942 mm <sup>2</sup> )	3φ20(942 mm <sup>2</sup> )	3φ20(942 mm <sup>2</sup> )	3φ20(942 mm <sup>2</sup> )
<b><math>\rho</math></b>	0.0082	0.0082	0.0082	0.0082	0.0082	0.0082	0.0082

Analistik çözüme göre fark

Çizelgeden görüldüğü gibi, tablolar arası fark önemsenmeyecek kadar azdır. Neticede konulan çubuk sayısı, çapı ve donatı oranı aynıdır.

<sup>1</sup> ERSOY, U, ÖZCEBE, G. Betonarme, 2012

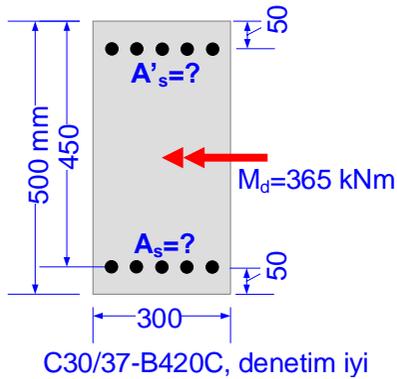
<sup>2</sup> CELEP, Z. Betonarme yapılar, 2009

<sup>3</sup> AYDIN, M. R. Betonarme hesap tabloları, 2002

<sup>4</sup> BERKTAY, Betonarme I-Taşıma Gücü ve Kesit Hesapları, 2003

<sup>5</sup> KUYUCULAR, A. Betonarme yapılar, 1998

<sup>6</sup> TOPÇU, A. Bak: EK7B



$$d'/d=50/450=0.10$$

#### ERSOY<sup>1</sup> çizelge 7 ile çözüm

$$Kf_{cd}=30 \cdot 45^2 \cdot 0.2/3650=3.33$$

$$\Psi=0.1, \Psi'=0.012$$

$$A_s=0.1 \cdot 30 \cdot 45 \cdot 0.2=27 \text{ cm}^2$$

$$A'_s=0.012 \cdot 30 \cdot 45 \cdot 0.2=324 \text{ cm}^2$$

#### CELEP A7 tablosu ile çözüm:

$$m_{sd}=365 \cdot 10^6/300/460^2/0.85/20=0.35$$

$$\rho_m=0.403, \rho'_m=0.126$$

$$A_s=0.403 \cdot 300 \cdot 450 \cdot 0.85 \cdot 20/365.22=2532 \text{ mm}^2$$

$$A'_s=0.126 \cdot 300 \cdot 450 \cdot 0.85 \cdot 20/365.22=792 \text{ mm}^2$$

#### CELEP A8 tablosu ile çözüm:

$$k_d=45/\sqrt{(365/0.3)}=1.30$$

$$k_s=3.45, \rho_m=1, k'_s=0.20, \rho'_m=1.03$$

$$A_s=3.45 \cdot 1 \cdot 365/45=27.98 \text{ cm}^2$$

$$A'_s=0.20 \cdot 1.03 \cdot 365/45=1.62 \text{ cm}^2$$

#### AYDIN tablosu ile çözüm:

$$k_n=450/\sqrt{(300/365)/100}=4.08$$

$$k_s=0.33, \rho=1, k_{s1}=0.02, \rho_1=1.05$$

$$A_s=10^4 \cdot 0.33 \cdot 1 \cdot 365/450=2677 \text{ mm}^2$$

$$A'_s=10^4 \cdot 0.02 \cdot 1.05 \cdot 365/450=170 \text{ mm}^2$$

#### KUYUCULAR tablosu ile çözüm:

$$k_m=365 \cdot 10^6/300/450^2/20=0.30$$

$$k_s=913, k'_s=483$$

$$A_s=913 \cdot 20 \cdot 300 \cdot 450/10^6=2465 \text{ mm}^2$$

$$A'_s=483 \cdot 20 \cdot 300 \cdot 450/10^6=1304 \text{ mm}^2$$

#### ÖRNEK:

Soldaki kesitin  $A_s$  ve  $A'_s$  donatı alanı farklı tablolar ile hesaplanacaktır.

#### HAZIRLIK:

$$f_{cd}=20 \text{ N/mm}^2, f_{ctd}=1.28 \text{ N/mm}^2, f_{yd}=365.22 \text{ N/mm}^2, \rho_b=0.0237$$

$$\text{Min } \rho=0.8 \cdot 1.28/365.22=0.0028, \text{Max } \rho=0.02$$

$$\text{Max } (\rho-\rho')=0.85 \cdot 0.0237=0.0201$$

#### TOPÇU EK7C tablosu ile çözüm:

$$K=10 \cdot 365 \cdot 10^6/300/450^2=60 \text{ N/mm}^2$$

$$\omega=188, \omega'=61$$

$$A_s=0.0188 \cdot 300 \cdot 450=2538 \text{ mm}^2$$

$$A'_s=0.0061 \cdot 300 \cdot 450=824 \text{ mm}^2$$

#### Analitik çözüm

$$M_{3/6} = \frac{1}{3} k_1 k_3 (1 - \frac{1}{6} k_1) f_{cd} b_w d^2$$

$$M_{3/6} = \frac{1}{3} \cdot 0.82 \cdot 0.85 \cdot (1 - \frac{0.82}{3}) \cdot 20 \cdot 300 \cdot 450^2 = 243.7 \text{ kNm}$$

$$\rho_{3/6} = \frac{A_{s1}}{b_w d} = \frac{1}{3} k_1 k_3 \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{1}{3} \cdot 0.82 \cdot 0.85 \cdot \frac{20}{365.22} = 0.01273$$

$$A_{s1} = 0.01273 \cdot 300 \cdot 450 = 1718 \text{ mm}^2$$

$$A_{s2} = \frac{M_d - M_{3/6}}{f_{yd} (d - d')} = \frac{(365 - 243.7) \times 10^6}{365.22(450 - 50)} = 830 \text{ mm}^2$$

$$\varepsilon'_s = 0.003(1 - \frac{3d}{d'}) = 0.002 > \varepsilon_{sd} \quad \sigma'_s = f_{yd}$$

$$A'_s = A_{s2} \frac{f_{yd}}{\sigma'_s} = 830 \text{ mm}^2, \quad A_s = A_{s1} + A_{s2} = 1718 + 830 = 2548 \text{ mm}^2$$

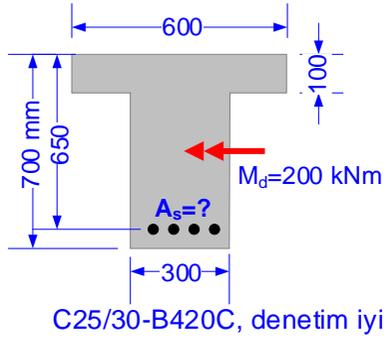
	Ersoy <sup>1</sup>	CELEP-A7	CELEP-A8	AYDIN	KUYUCULAR	TOPÇU-EK7C
<b>Basınc bloğu</b>	Dikdörtgen	Parabolik	Parabolik	Parabolik	Dikdörtgen	Dikdörtgen
<b>A<sub>s</sub> (mm<sup>2</sup>)</b>	2700	2532	2798	2677	2465	2538
<b>A'<sub>s</sub> (mm<sup>2</sup>)</b>	324	792	162	170	1304	824
<b>ρ</b>	0.02	0.0188	0.0207	0.0198	0.0183	0.0188
<b>ρ'</b>	0.0024	0.0059	0.0012	0.0013	0.0097	0.0061
<b>ρ-ρ'</b>	0.0176	0.0129	0.0195	0.0185	0.0086	0.0127
<b>M<sub>r</sub> (kNm)</b>	364	362	366	355	364	364

Hesaplanan  $A_s$  ve  $A'_s$  ile kesitin moment taşıma gücü

**Çözümlerin yorumlanması:** Yukarıdaki çizelgeden görüldüğü gibi, farklı tablolar ile çok farklı donatı alanı ve oranı hesaplanmıştır. Konulacak çubuk sayısı ve çapı da çok farklı olacaktır. İlk bakışta şaşırtıcı olan bu sonuçlar doğrudur. Çünkü, kesit hangi çözüme göre donatılırsa donatılsın, moment taşıma gücü  $M_r \approx 365 \text{ kNm}$  olmaktadır.

**Çözümlerin farklı olmasının nedeni:**  $M_d$  momentini tek donatılı kesit taşımazsa, yani  $\rho > 0.02$  veya  $\rho > 0.85\rho_b$  olursa, ya kesit büyütülür yada çift donatılı kesite geçilir. Tablo hazırlayanlar  $\rho$  nun bu üst sınırlarını biraz aşağı çekmiş olabilirler. Genellikle  $0.50\rho_b < \rho < 0.85\rho_b$  aralığında seçilir. İşte hangi  $\rho$  değerinde çift kesite geçildiğine bağlı olarak  $A_s$  ve  $A'_s$  alanları farklı çıkar. **EK7C tablosunda çift donatıya geçiş sınırı  $\rho=\rho_f=0.235f_{cd}/f_{yd}$  alınmıştır.**

<sup>1</sup> Ersoy, U., v.d. , Taşıma gücü el kitabı, 1980



### ÖRNEK:

Soldaki kesitin  $A_s$  donatı alanı analitik ve farklı tablolar ile hesaplanacaktır.

### HAZIRLIK:

$$f_{cd}=16.67 \text{ N/mm}^2, f_{ctd}=1.17 \text{ N/mm}^2, f_{yd}=365.22 \text{ N/mm}^2$$

$$k_3=0.85$$

$$\text{Min } \rho=0.8 \cdot 1.17/365.22=0.0026, \text{ Max } \rho=0.02$$

### ANALİTİK çözüm:

$$M^T=0.85 \cdot 16.67 \cdot 100 \cdot 600(650-100/2)=510 \text{ kNm}$$

$M^T > M_d=200$ , yani basınç bloğu tabla içindedir

$$K=200 \cdot 10^6/600/650^2=0.789$$

$$\rho=0.85 \cdot 16.67/365.22(1-\sqrt{(1-0.789 \cdot 2/0.85/16.67)})=0.002224$$

$$A_s=0.002224 \cdot 600 \cdot 650=867 \text{ mm}^2$$

### ERSOY tabloları ile çözüm:

$$Kf_{cd}=600 \cdot 650^2 \cdot 16.67/(200 \cdot 10^6)=21.1,$$

$$b/b_w=600/300=2 \rightarrow 4 \text{ (en yakın tabla)}, t/d=100/650=0.15 \rightarrow j=0.971$$

$$A_s=200 \cdot 10^6/365.22/0.971/650=868 \text{ mm}^2$$

### CELEP A9 tabloları ile çözüm:

$$m_f=200 \cdot 10^6/0.85/16.67/600/650^2=0.06$$

$$h_f/d=100/650=0.15, b_w/b=300/600=0.5 \rightarrow \omega=627$$

$$A_s=0.85 \cdot 0.0627 \cdot 16.67 \cdot 600 \cdot 650/365.22=948 \text{ mm}^2$$

### AYDIN tabloları ile çözüm:

$$m=200 \cdot 10^6/600/650^2/16.67=0.047, h_f/d=100/650=0.15$$

$$b/b_0=600/300=2 \rightarrow \omega=0.050$$

$$A_s=0.050 \cdot 16.67 \cdot 600 \cdot 650/365.22=890 \text{ mm}^2$$

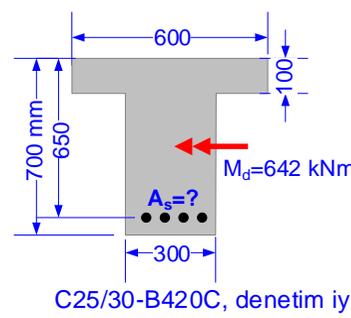
### TOPÇU EK8A tabloları ile çözüm:

$$K=1000 \cdot 200 \cdot 10^6/16.67/600/650^2=47, t/d=100/650=0.15$$

$$b/b_w=600/300=2 \rightarrow \omega=484$$

$$A_s=484 \cdot 16.67 \cdot 600 \cdot 650/10^4/365.22=862 \text{ mm}^2$$

	Analitik	ERSOY	CELEP	AYDIN	TOPÇU
Basınç bloğu	Dikdörtgen	Dikdörtgen	Parabol	Parabol	Dikdörtgen
$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	864	868	948	890	862
Fark	0	+4	+84	26	-2
Seçilen	3φ20(942 mm <sup>2</sup> )	3φ20(942 mm <sup>2</sup> )	3φ20(942 mm <sup>2</sup> )	3φ20(942 mm <sup>2</sup> )	3φ20(942 mm <sup>2</sup> )
ρ	0.0048	0.0048	0.0048	0.0048	0.0048



### ÖRNEK:

Soldaki kesitin  $A_s$  donatı alanı analitik ve farklı tablolar ile hesaplanacaktır.

### HAZIRLIK:

$$f_{cd}=16.67 \text{ N/mm}^2, f_{ctd}=1.17 \text{ N/mm}^2, f_{yd}=365.22 \text{ N/mm}^2$$

$$k_3=0.85$$

$$\text{Min } \rho=0.8 \cdot 1.17/365.22=0.0026, \text{ Max } \rho=0.02$$

### ANALİTİK çözüm:

$$M^T=0.85 \cdot 16.67 \cdot 100 \cdot 600(650-100/2)=510 \text{ kNm}$$

$M^T < M_d=642$ , yani basınç bloğu gövdeye sarkıyor

$$M_1=0.85 \cdot 16.67 \cdot 100(600-300)(650-100/2)=255051000 \text{ Nmm}=255.1 \text{ kNm}$$

$$A_{s1}=0.85 \cdot 16.67 \cdot 100(600-300)/365.22=1164 \text{ mm}^2$$

$$M_2=642-255.1=386.9 \text{ kNm}$$

$$K=386.9 \cdot 10^6/300/650^2=3.0525$$

$$\rho=0.85 \cdot 16.67/365.22(1-\sqrt{(1-3.0525 \cdot 2/0.85/16.67)})=0.009528$$

$$A_s=0.009528 \cdot 300 \cdot 650=1858 \text{ mm}^2$$

$$A_s=1164+1858=3022 \text{ mm}^2$$

### ERSOY tabloları ile çözüm:

$$Kf_{cd}=600 \cdot 650^2 \cdot 16.67/(642 \cdot 10^6)=6.6$$

$$b/b_w=600/300=2 \rightarrow 4 \text{ (en yakın tabla)}, t/d=100/650=0.15 \rightarrow j=0.866$$

$$A_s=642 \cdot 10^6/365.22/0.866/650=3123 \text{ mm}^2$$

### CELEP tabloları ile çözüm:

$$m_f=642 \cdot 10^6/0.85/16.67/600/650^2=0.18$$

$$h_f/d=100/650=0.15, b_w/b=300/600=0.5 \rightarrow \omega=2028$$

$$A_s=0.85 \cdot 0.2028 \cdot 16.67 \cdot 600 \cdot 650/365.22=3068 \text{ mm}^2$$

### AYDIN tabloları ile çözüm:

$$m=642 \cdot 10^6/600/650^2/16.67=0.152$$

$$h_f/d=100/650=0.15, b/b_0=600/300=2 \rightarrow \omega=0.172$$

$$A_s=0.172 \cdot 16.67 \cdot 600 \cdot 650/365.22=3062 \text{ mm}^2$$

### TOPÇU EK8A tabloları ile çözüm:

$$K=1000 \cdot 642 \cdot 10^6/16.67/600/650^2=152$$

$$t/d=100/650=0.15, b/b_w=600/300=2 \rightarrow \omega=1700$$

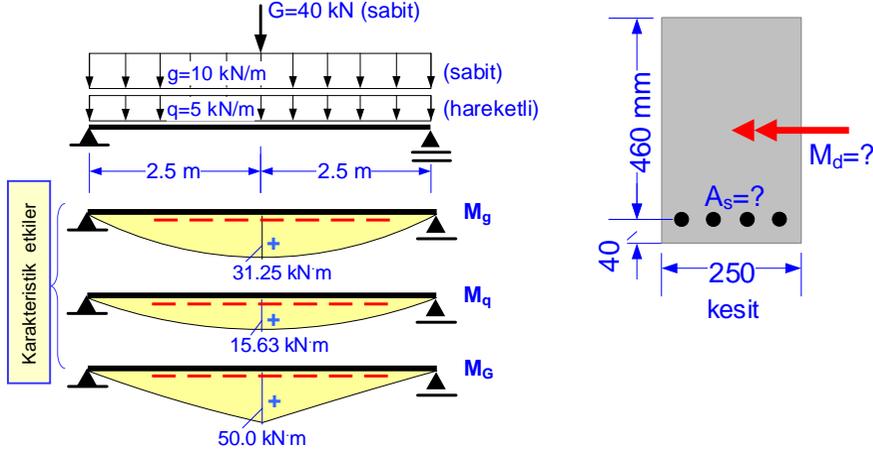
$$A_s=1700 \cdot 16.67 \cdot 600 \cdot 650/10^4/365.22=3026 \text{ mm}^2$$

	Analitik	ERSOY	CELEP	AYDIN	TOPÇU
Basınç bloğu	Dikdörtgen	Dikdörtgen	Parabol	Parabol	Dikdörtgen
$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	3023	3123	3068	3062	3026
Fark	0	+100	+45	+39	+3
Seçilen	8φ22(3041mm <sup>2</sup> )	8φ22(3041mm <sup>2</sup> )	8φ22(3041mm <sup>2</sup> )	8φ22(3041mm <sup>2</sup> )	8φ22(3041mm <sup>2</sup> )
ρ	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156	0.0156

Kesite sığmaz, çift sıra yapmak gerekir

**VERİLENLER:** Kiriş ve kesit boyutları, karakteristik yükler ve malzeme: C30/37, B420C. Şantiye denetimi iyi.

**İSTENENLER:** Yüklerden oluşan momenti **güvenle** taşıyabilmesi için  $A_s$  donatı alanı ne olmalıdır? Donatı çap ve sayısını belirleyiniz. Çizim için yönetmeliklere uygun, konstrüktif montaj ve sargı donatısı kullanınız.



## HAZIRLIK:

$$f_{cd}=20 \text{ N/mm}^2, f_{ctd}=1.28 \text{ N/mm}^2, f_{yd}=365.22 \text{ N/mm}^2, k_3=0.85, \rho_b=0.0237$$

$$\min \rho = 0.8 \cdot 1.28 / 365.22 = 0.0028, \max \rho = 0.02$$

$$\max (\rho - \rho') = 0.85 \rho_b = 0.0201$$

## ÇÖZÜM:

$$M_d = 1.4 (31.25 + 50.0) + 1.6 \cdot 15.63 = 138.8 \text{ kNm}$$

Çözüm için bu örnekte EK7B tabloları kullanılmıştır.

## EK7B tablosu ile ve Analitik :

$$K = 10 \cdot 138.8 \cdot 10^6 / 250 / 460^2 = 26.2 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \omega = 79$$

$$\rho = 79 / 10^4 = 0.0079,$$

$$\rho = 0.85 \cdot 20 / 365.22 (1 - \sqrt{(1 - 2 \cdot 6238 \cdot 2 / 0.85 / 20)}) = 0.007845$$

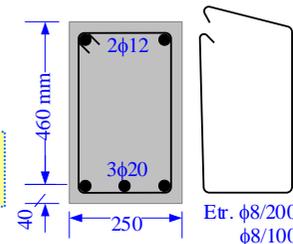
$$A_s = 0.0079 \cdot 250 \cdot 460 = 909 \text{ mm}^2$$

Seçilen  $3\phi 20$  (942 mm<sup>2</sup>) alt

Montaj:  $2\phi 12$  (226 mm<sup>2</sup>) üst Konstrüktif

Etr.:  $\phi 8/200$  konstrüktif

Tablodan alınan  $\omega$  Min  $\rho$ -Max  $\rho$  arasında olduğundan donatı oranlarını kontrolle gerek yoktur.



Sağda açıklık kesiti verilen kirişin  $M_d$  momentini güvenle taşıyabilmesi için  $A_s$  ne olmalıdır? Donatı çap ve sayısını belirleyiniz, kesiti çiziniz. Malzeme: C30/37-B420C, şantiye denetimi iyi.

Çizim için yönetmeliklere uygun, konstrüktif montaj ve sargı donatısı kullanınız.

## HAZIRLIK:

$$f_{cd}=20.0 \text{ N/mm}^2, f_{ctd}=1.28 \text{ N/mm}^2, f_{yd}=365.22 \text{ N/mm}^2, k_3=0.85$$

$$\min \rho = 0.8 \cdot 1.28 / 365.22 = 0.0028, \max \rho = 0.02$$

Kesit tablalı ve  $b/b_w > 2$  olduğundan  $\rho \leq 0.85 \rho_b$  kontrolü gerekmez.

## ÇÖZÜM:

Çözüm için bu örnekte EK8A tabloları kullanılmıştır.

## EK8A tablosu ile:

$$K = 1000 \cdot 314.6 \cdot 10^6 / 20 / 1000 / 560^2 = 50$$

$$t/d = 100 / 560 = 0.18 \approx 0.20 \text{ (en yakın tablo)}$$

$$b/b_w = 1000 / 300 = 3.3 \approx 3 \text{ (en yakın tablo)}$$

$$\omega = 516$$

$$A_s = 516 \cdot 20 \cdot 1000 \cdot 560 / 10^4 / 365.22 = 1582 \text{ mm}^2$$

## ANALİTİK çözüm:

$$M^T = 0.85 \cdot 20 \cdot 100 \cdot 1000 (560 - 100 / 2) = 867 \text{ kNm} > M_d \text{ Basınç bölgesi tabla içinde}$$

$$K = 314.6 \cdot 10^6 / 1000 / 560^2 = 1.0032$$

$$\rho = 0.85 \cdot 20 / 365.22 (1 - \sqrt{(1 - 1.0032 \cdot 2 / 0.85 / 20)}) = 0.002833$$

$$A_s = 0.002833 \cdot 1000 \cdot 560 = 1586 \text{ mm}^2$$

Seçilen  $5\phi 20$  (1571 mm<sup>2</sup>) alt

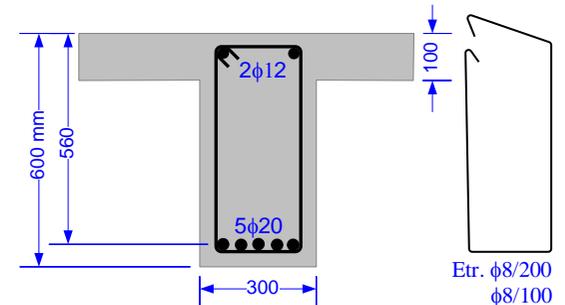
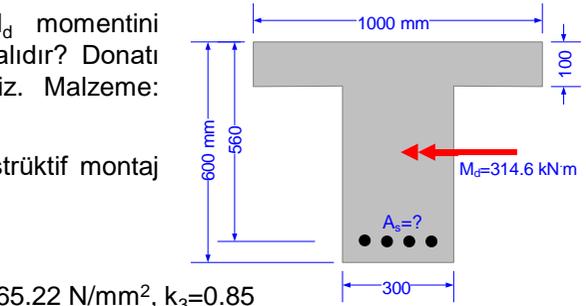
Montaj  $2\phi 12$  (226 mm<sup>2</sup>) üst konstrüktif

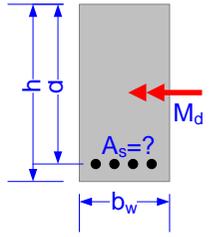
Etr.:  $\phi 8/200$  konstrüktif

Kontrol:

$$\rho = 1571 / 300 / 560 = 0.0094$$

Min  $\rho < \rho < \max \rho$  ✓



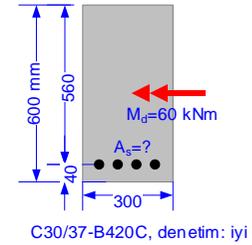


Bir kirişin soldaki kesitinin boyutları( $b_w$ ,  $h$ ,  $d$ ), malzemesi(beton ve çelik sınıfı), denetim koşulları( $\gamma_{mc}$ ) ve kesiti zorlayan momenti( $M_d$ ) biliniyor.

Gerekli donatı alanı( $A_s$ ) hesaplanmak isteniyor.

Kirişlerde sadece  $f_{yk}=420$  N/mm<sup>2</sup> çeliği kullanılabilir. Bu çelik ve her tür beton için tek ve çift donatılı dikdörtgen kesit tabloları **EK7B** ve **EK7C** de verilmiştir. Bu tablolardaki uygun  $K$ ,  $k$  ve  $\omega$  değerleri kullanılarak  $\rho$  ve  $A_s$  hesaplanır. Min  $\rho \leq \rho \leq$  Max  $\rho$  olmalıdır. Önceki konulardan bilindiği gibi, Min  $\rho = 0.8f_{ctd}/f_{yd}$ , Max  $\rho = 0.02$  ve Max  $(\rho - \rho') = 0.85 \rho_b$  dir. Sehim hesabı istenmezse  $\rho \leq \rho_I = 0.235f_{ctd}/f_{yd}$  ile sınırlandırılır. Tablolarda bu sınırlar vardır, ayrıca hesaplanması gerekmez.

Tablolarda  $A_s$  yani oranı  $\rho$  hesaplanırken, momentin değerine bağlı olarak, farklı durumlara karşılaşılabılır. Aranılan  $\rho$  sınırlar arasında olabilir, veya sınırlar dışında kalabilir. Her bir durumda ne yapabileceğimiz örnekler ile açıklanacaktır. Bu örneklerde montaj donatısı ve etriye, hesaplanmadan, konstrüktif yerleştirilmiştir.



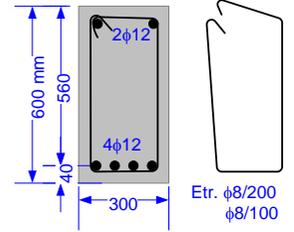
**ÖRNEK:** Soldaki kesitte  $A_s = ?$

EK7B C30/37 tablosunda  $K=10M_d/b_w/d^2=10 \cdot 60 \cdot 10^6/300/560^2=6.4$  N/mm<sup>2</sup> değeri yok, tablonun üstten dışında kalıyor. Kesit bu moment için büyüktür anlamındadır. Ne yapalım? Ya kesit küçültülür yada Min donatı konur. Uygulamada hemen her zaman ikinci yol tercih edilir. Biz de öyle yapalım. Tabloda koyu-sürekli çizginin altındaki satırından  $\omega=28$  okunur.  $\rho = \text{Min } \rho \approx 0.0028$ ,  $A_s = 0.0028 \cdot 300 \cdot 560 = 470$  mm<sup>2</sup>.

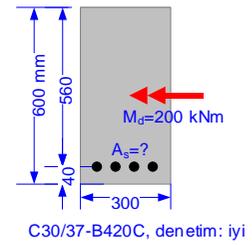
Seç.: 4 $\phi$ 12 (452 mm<sup>2</sup>) alt-çekme donatısı

2 $\phi$ 12 (226 mm<sup>2</sup>) üst-montaj

Donatı oranlarını kontrole gerek yoktur, zaten Min donatı kondu



Etr.  $\phi$ 8/200  
 $\phi$ 8/100



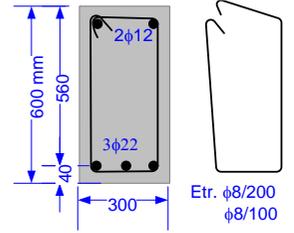
**ÖRNEK:** Soldaki kesitte  $A_s = ?$

EK7B C30/37 tablosunda  $K=10M_d/b_w/d^2=10 \cdot 200 \cdot 10^6/300/560^2=21.3$  N/mm<sup>2</sup> değeri var, Min  $\rho$ -Max  $\rho$  sınırları arasındadır.  $K=21.3$  için  $\omega = 63$  okunur.  $\rho = 0.0063$ ,  $A_s = 0.0063 \cdot 300 \cdot 560 = 1058$  mm<sup>2</sup>.

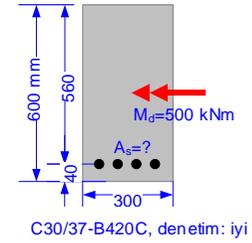
Seç.: 3 $\phi$ 22 (1140 mm<sup>2</sup>) alt-çekme donatısı

2 $\phi$ 12 (226 mm<sup>2</sup>) üst-montaj

Donatı oranlarını kontrole gerek yoktur, zaten Min-Max arasındadır



Etr.  $\phi$ 8/200  
 $\phi$ 8/100



**ÖRNEK:** Soldaki kesitte sehim hesabı gerektirmeyecek  $A_s = ?$

EK7B C30/37 tablosunda  $K=10M_d/b_w/d^2=10 \cdot 500 \cdot 10^6/300/560^2 \approx 53$  N/mm<sup>2</sup> değeri var,  $\omega=180$ ,  $\rho = 0.0180$  dir. Fakat bu değer kesik çizginin altında kalıyor. Eğer bu değeri kullanırsak  $\rho > \rho_I$  olacaktır. Sehim hesabı gerektirmeyecek  $A_s$  istendiğinden  $\rho \leq \rho_I$  olmak zorundadır.  $\omega$  yi  $\rho_I$  nin sınırı olan değer seçelim:  $K=40$ ,  $\omega=127$ ,  $\rho = \rho_I = 0.0127$  olur. Seçtiğimiz  $\rho$  gerekli olan  $\rho = 0.0180$  den küçüktür. Bu ise,  $\rho = 0.0127$  ile kesitin  $M_d=500$  kNm momenti taşıyamayacağı anlamındadır. Ne yapalım? Üç yol var 1) Kesit yüksekliğini artırmak 2) Kesit genişliğini artırmak 3) Basınç bölgesine de donatı koymak (çift donatılı kesit). Kesit boyutlarını artırmak, mimari bir sorun yaratmıyorsa, tercih edilir. Her üç durum aşağıda örneklenmiştir.

**1) Kesit yüksekliğini  $K=40$  N/mm<sup>2</sup>, yani  $\rho = \rho_I = 0.0127$  olacak kadar artıralım, gerekli d:**  $K=10 \cdot 500 \cdot 10^6/300/d^2=40 \Rightarrow d=645.5$  mm,  $h=645.5+40=685.5$  mm. Uygulamada kesit boyutları 50 mm nin katları olarak seçilir. Biz de öyle yapalım,  $h=700$  mm seçelim. Artık hesabın devamını  $b_w=300$  mm,  $h=700$  mm,  $d=700-40=660$  mm için yapmalıyız.

$K=10 \cdot 500 \cdot 10^6/300/660^2=38.3$  N/mm<sup>2</sup>, C30/37 tablosunda bu değer var ve kesik çizginin üstündedir:  $\omega=120$ ,  $\rho=0.0120$  olur.

$A_s = 0.0120 \cdot 300 \cdot 660 = 2376$  mm<sup>2</sup>

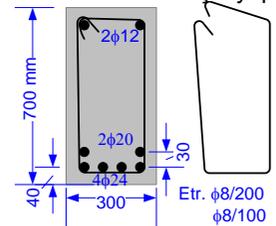
Kesite sığmaz, çift sıra yapılacak.

Seç.: 4 $\phi$ 24 (1810 mm<sup>2</sup>) alt-1.sıra çekme donatısı

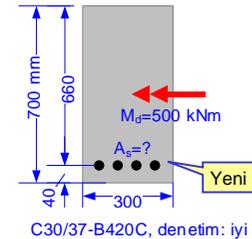
2 $\phi$ 20 (628 mm<sup>2</sup>) alt-2.sıra çekme donatısı

2 $\phi$ 12 (226 mm<sup>2</sup>) üst-montaj

Donatı oranlarını kontrole gerek yoktur, otomatik olarak  $\rho - \rho' \leq \rho_I$  dir.

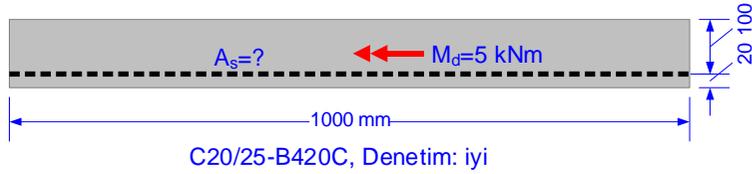


Etr.  $\phi$ 8/200  
 $\phi$ 8/100



Yeni kesit



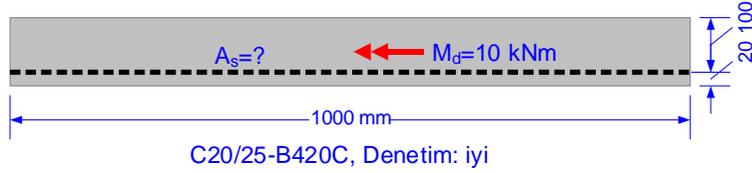


**ÖRNEK:** İki doğrultuda çalışan bir döşeme şeridi solda verilmiştir,  $A_s=?$

EK7B C20/25 tablosunda  $K=10M_d/b_w/d^2=10\cdot5\cdot10^6/1000/100^2=5$  yok, üstten tablo dışında kalıyor,  $\rho=\text{Min } \rho=0.0015$ ,  $A_s=0.0015\cdot1000\cdot100=150 \text{ mm}^2$

Seç.:  $\phi 8/180(279 \text{ mm}^2)$

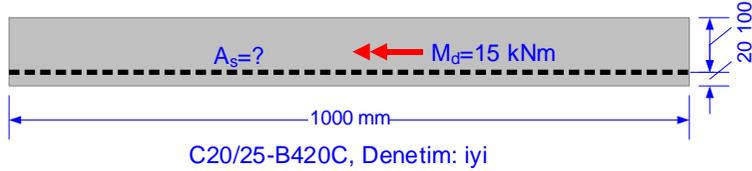
1.5 h koşulu



**ÖRNEK:** İki doğrultuda çalışan bir döşeme şeridi solda verilmiştir,  $A_s=?$

C20/25 tablosunda  $K=10M_d/b_w/d^2=10\cdot10\cdot10^6/1000/100^2=10$  değeri var,  $\omega=29$  dir,  $\rho=0.0029$ ,  $A_s=0.0029\cdot1000\cdot100=290 \text{ mm}^2$

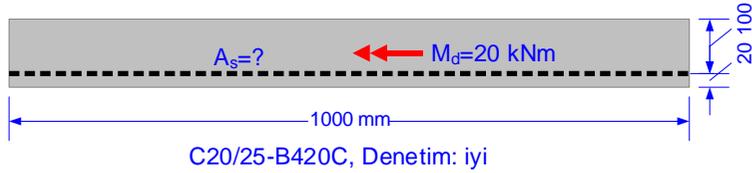
Seç.:  $\phi 8/170(296 \text{ mm}^2)$



**ÖRNEK:** İki doğrultuda çalışan bir döşeme şeridi solda verilmiştir,  $A_s=?$

C20/25 tablosunda  $K=10M_d/b_w/d^2=10\cdot15\cdot10^6/1000/100^2=15$  değeri var,  $\omega=44$  dir,  $\rho=0.0044$ ,  $A_s=0.0044\cdot1000\cdot100=440 \text{ mm}^2$

Seç.:  $\phi 10/175(449 \text{ mm}^2)$

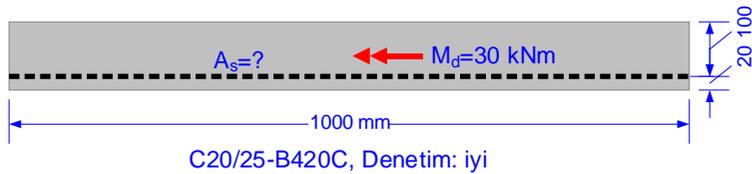


**ÖRNEK:** İki doğrultuda çalışan bir döşeme şeridi solda verilmiştir,  $A_s=?$

C20/25 tablosunda  $K=10M_d/b_w/d^2=10\cdot20\cdot10^6/1000/100^2=20$  değeri var,  $\omega=61$  dir,  $\rho=0.0061$ ,  $A_s=0.0061\cdot1000\cdot100=610 \text{ mm}^2$

Seç.:  $\phi 12/180(628 \text{ mm}^2)$

1.5 h koşulu

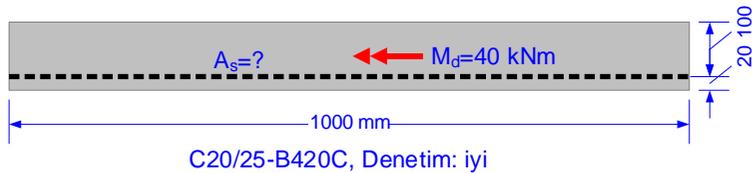


**ÖRNEK:** İki doğrultuda çalışan bir döşeme şeridi solda verilmiştir,  $A_s=?$

C20/25 tablosunda  $K=10M_d/b_w/d^2=10\cdot30\cdot10^6/1000/100^2=30$  değeri var,  $\omega=97$  dir,  $\rho=0.0097$ ,  $A_s=0.0097\cdot1000\cdot100=970 \text{ mm}^2$

Seç.:  $\phi 14/155(993 \text{ mm}^2)$

Çubuk çapı fazla! Döşeme kalınlığını artırmak daha uygun olur



**ÖRNEK:** İki doğrultuda çalışan bir döşeme şeridi solda verilmiştir,  $A_s=?$

C20/25 tablosunda  $K=10M_d/b_w/d^2=10\cdot40\cdot10^6/1000/100^2=40$  değeri yok, alttan tablo dışında kalıyor. Döşeme çift donatılı yapılamaz, kalınlık yetersizdir, artırılması gerekir.

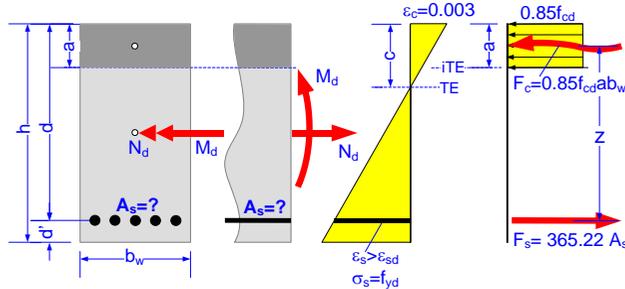
Hesaplarda Newton ve mm birimleri kullanılmalıdır. Min  $\rho$ ,  $\rho_l$ , Max  $\rho$  sınırları kirişler için geçerlidir

Temel bağıntılar:

$$K = \frac{10M_d}{b_w d^2}$$

$$\rho = \frac{\omega}{10^4}$$

$$A_s = \rho b_w d$$



$A_s$  nin hesap adımları:

Bilinenler:  $b_w$ ,  $d$ ,  $M_d$  ve beton sınıfı

Aranan:  $A_s=?$

1)  $K=10M'_d/b_w d^2$  hesapla

2) Beton sınıfı tablosundan K'yı bul, aynı satırdaki  $\omega$  yı oku

3)  $\rho=\omega/10^4$  hesapla

4)  $A_s=\rho b_w d$  hesapla

**NOT:**

•Tablo sadece  $f_{yk}=420$  N/mm<sup>2</sup> çelikleri için ve  $\gamma_{mc}=1.5$  için geçerlidir.

• $f_{ctk}=0.35 \sqrt{f_{ck}}$  den hesaplanmıştır.

•Max  $\rho=0.85\rho_b$  ve 0.02 değerlerinden küçüğü alınmıştır.

•Kalın sürekli çizginin altındaki değerler Min  $\rho$  -Max  $\rho$  arasındadır.

•Aranan değer kalın-sürekli çizgi üstünde, veya üstten tablo dışında kalıyorsa minimum donatı gerekir.

•Aranan değer alttan tablo dışında kalıyorsa, kesit yetersizdir. Kesit büyütülmeli veya çift donatılı yapılmalıdır.

•Aranan değer kesik çizgi altında kalıyorsa,  $\rho>\rho_l=0.235f_{cd}/f_{yd}$  anlamındadır.

•k değeri a, c,  $\epsilon_s$  gibi diğer büyüklüklerin hesabı için kullanılır:

$$z = \frac{k}{1000} d$$

$$a = 2(d-z)$$

$$c = a/k_1$$

$$\epsilon_s = 0.003 \frac{d-c}{c}$$

$$A_s = \frac{M_d}{365.22z}$$

Taşıma gücü  $M_d$  nin hesap adımları:

Bilinenler:  $b_w$ ,  $d$ ,  $A_s$  ve beton sınıfı

Aranan:  $M_d=?$

1)  $a=365.22A_s/0.85/b_w/f_{cd}$  hesapla

2)  $M_d=365.22A_s(d-a/2)$  hesapla

**Veya:**

1)  $\rho=A_s/b_w d$  hesapla

2)  $\omega=\rho \cdot 10^4$  hesapla, beton sınıfı tablosundan  $\omega$  yı bul, K'yı oku

3)  $M_d=Kb_w d^2/10$  hesapla

Min  $\rho$  sınırı

$\rho_l$  sınırı

Max  $\rho$  sınırı

C16/20		
K (N/mm <sup>2</sup> )	k	$\omega$
6	966	17
7	960	20
8	954	23
9	948	26
10	941	29
11	935	32
12	929	35
13	922	39
14	916	42
15	909	45
16	902	49
17	895	52
18	888	55
19	881	59
20	874	63
21	866	66
22	859	70
23	851	74
24	843	78
25	835	82
26	827	86
27	818	90
28	809	95
29	800	99
30	791	104
31	781	109

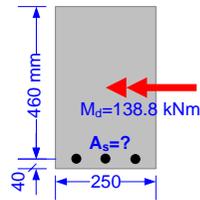
C18/22		
K (N/mm <sup>2</sup> )	k	$\omega$
6	970	17
7	964	20
8	959	23
9	954	26
10	948	29
11	943	32
12	937	35
13	932	38
14	926	41
15	920	45
16	914	48
17	908	51
18	902	55
19	896	58
20	890	62
21	883	65
22	877	69
23	870	72
24	864	76
25	857	80
26	850	84
27	843	88
28	836	92
29	828	96
30	821	100
31	813	104
32	805	109
33	797	113
34	789	118
35	780	123

C20/25		
K (N/mm <sup>2</sup> )	k	$\omega$
6	973	17
7	968	20
8	963	23
9	959	26
10	954	29
11	949	32
12	944	35
13	939	38
14	934	41
15	929	44
16	924	47
17	918	51
18	913	54
19	908	57
20	902	61
21	897	64
22	891	68
23	885	71
24	880	75
25	874	78
26	868	82
27	862	86
28	856	90
29	849	93
30	843	97
31	837	101
32	830	106
33	823	110
34	816	114
35	809	118
36	802	123
37	795	128
38	787	132
39	779	137

C25/30		
K (N/mm <sup>2</sup> )	k	$\omega$
6	978	17
7	975	20
8	971	23
9	967	25
10	963	28
11	960	31
12	956	34
13	952	37
14	948	40
15	944	44
16	940	47
17	936	50
18	932	53
19	928	56
20	924	59
21	919	63
22	915	66
23	911	69
24	907	72
25	902	76
26	898	79
27	893	83
28	889	86
29	884	90
30	880	93
31	875	97
32	870	101
33	865	104
34	861	108
35	856	112
36	851	116
37	846	120
38	840	124
39	835	128
40	830	132
41	824	136
42	819	140
43	813	145
44	808	149
45	802	154
46	796	158
47	790	163
48	784	168
49	778	173

$f_{yk}=420$  N/mm<sup>2</sup> çelikleri ve  $\gamma_{mc}=1.5$  için yardımcı bilgiler

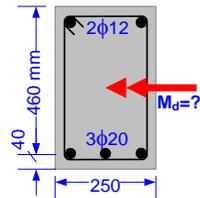
	C16/20	C18/22	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$f_{cd}$ (N/mm <sup>2</sup> )	10.67	12.00	13.33	16.67	20.00	23.33	26.67	30.00	33.33
$f_{ctd}$ (N/mm <sup>2</sup> )	0.93	0.99	1.04	1.17	1.28	1.38	1.48	1.57	1.65
$k_1$	0.85	0.85	0.85	0.85	0.82	0.79	0.76	0.73	0.70
$\rho_b$	0.0131	0.0148	0.0164	0.0205	0.0237	0.0267	0.0293	0.0317	0.0338
Min $\rho$	0.0020	0.0022	0.0023	0.0026	0.0028	0.0030	0.0032	0.0034	0.0036
$\rho_l=0.235f_{cd}/f_{yd}$	0.0069	0.0077	0.0086	0.0107	0.0129	0.0150	0.0172	0.0193	0.0214
Max $\rho$	0.0111	0.0126	0.0139	0.0174	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Max $\rho-\rho'=0.85\rho_b$	0.0111	0.0126	0.0139	0.0174	0.0201	0.0223	0.0249	0.0269	0.0287

**ÖRNEK: Donatı alanı hesabı**Bilinenler:  $b_w=250$  mm,  $d=460$  mm,  $M_d=138.8$  kNm,  $N_d=0$ 

Malzeme: C30/37-B420C, denetim: iyi.

Aranan:  $A_s=?$ 

- 1)  $K=10 \cdot 138.8 \cdot 10^6 / 250 / 460^2 \approx 26.2$
- 2) C30/37 tablosundan  $K=26.2$  için  $\omega = 78.6$  okundu (interpolasyon).
- 3)  $\rho = 78.6 / 10^4 = 0.00786$
- 4)  $A_s = 0.00786 \cdot 250 \cdot 460 = 904$  mm<sup>2</sup>  $\rightarrow 3\phi 20$  (942 mm<sup>2</sup>)

**ÖRNEK: Taşıma gücü hesabı (montaj ihmal edilmiştir)**Bilinenler:  $b_w=250$  mm,  $d=460$  mm,  $A_s=942$  mm<sup>2</sup>

Malzeme: C30/37-B420C, denetim: iyi.

Aranan:  $M_d=?$ 

- 1)  $a = 942 \cdot 365.22 / 0.85 / 250 / 20 = 80.9$  mm
- 2)  $M_d = 942 \cdot 365.22 \cdot (460 - 80.9 / 2) = 144.3 \cdot 10^6$  Nmm = 144.3 kNm

Veya:

- 1)  $\rho = 942 / 250 / 460 = 0.0082$
- 2)  $\omega = 0.0082 \cdot 10^4 = 82 \rightarrow K = 27.3$  N/mm<sup>2</sup>
- 3)  $M_d = 27.3 \cdot 250 \cdot 460^2 / 10 = 144.4 \cdot 10^6$  Nmm = 144.4 kNm

$$a = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{0.85 b_w \cdot f_{cd}}$$

$$M_r = A_s \cdot f_{yd} \cdot (d - \frac{a}{2})$$

$$M_d = K b_w d^2 / 10$$

 **$\rho_l$  sınırı****Max  $\rho$  sınırı**

C30/37		
K (N/mm <sup>2</sup> )	k	$\omega$
6	982	17
7	979	20
8	976	22
9	973	25
10	970	28
11	967	31
12	963	34
13	960	37
14	957	40
15	954	43
16	950	46
17	947	49
18	944	52
19	941	55
20	937	58
21	934	62
22	930	65
23	927	68
24	924	71
25	920	74
26	917	78
27	913	81
28	909	84
29	906	88
30	902	91
31	899	94
32	895	98
33	891	101
34	887	105
35	883	108
36	880	112
37	876	116
38	872	119
39	868	123
40	864	127
41	860	131
42	856	134
43	851	138
44	847	142
45	843	146
46	839	150
47	834	154
48	830	158
49	825	163
50	821	167
51	816	171
52	812	175
53	807	180
54	802	184
55	797	189
56	792	194
57	787	198

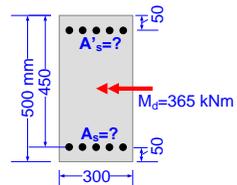
C35/45		
K (N/mm <sup>2</sup> )	k	$\omega$
6	985	17
7	982	20
8	979	22
9	977	25
10	974	28
11	971	31
12	969	34
13	966	37
14	963	40
15	961	43
16	958	46
17	955	49
18	952	52
19	950	55
20	947	58
21	944	61
22	941	64
23	938	67
24	935	70
25	932	73
26	929	77
27	927	80
28	924	83
29	921	86
30	918	90
31	915	93
32	911	96
33	908	99
34	905	103
35	902	106
36	899	110
37	896	113
38	893	117
39	889	120
40	886	124
41	883	127
42	880	131
43	876	134
44	873	138
45	870	142
46	866	145
47	863	149
48	859	153
49	856	157
50	852	161
51	848	165
52	845	169
53	841	173
54	837	177
55	834	181
56	830	185
57	826	189
58	822	193
59	818	197

C40/50		
K (N/mm <sup>2</sup> )	k	$\omega$
6	987	17
7	984	19
8	982	22
9	980	25
10	977	28
11	975	31
12	973	34
13	970	37
14	968	40
15	966	43
16	963	45
17	961	48
18	959	51
19	956	54
20	954	57
21	951	60
22	949	63
23	946	67
24	944	70
25	941	73
26	939	76
27	936	79
28	934	82
29	931	85
30	929	88
31	926	92
32	924	95
33	921	98
34	918	101
35	916	105
36	913	108
37	910	111
38	908	115
39	905	118
40	902	121
41	899	125
42	897	128
43	894	132
44	891	135
45	888	139
46	885	142
47	883	146
48	880	149
49	877	153
50	874	157
51	871	160
52	868	164
53	865	168
54	862	172
55	859	175
56	856	179
57	853	183
58	849	187
59	846	191
60	843	195
61	840	199

C45/55		
K (N/mm <sup>2</sup> )	k	$\omega$
6	988	17
7	986	19
8	984	22
9	982	25
10	980	28
11	978	31
12	976	34
13	974	37
14	972	39
15	970	42
16	968	45
17	965	48
18	963	51
19	961	54
20	959	57
21	957	60
22	955	63
23	953	66
24	950	69
25	948	72
26	946	75
27	944	78
28	942	81
29	939	85
30	937	88
31	935	91
32	933	94
33	930	97
34	928	100
35	926	104
36	924	107
37	921	110
38	919	113
39	917	117
40	914	120
41	912	123
42	909	126
43	907	130
44	905	133
45	902	137
46	900	140
47	897	143
48	895	147
49	892	150
50	890	154
51	887	157
52	885	161
53	882	164
54	880	168
55	877	172
56	874	175
57	872	179
58	869	183
59	866	186
60	864	190
61	861	194
62	858	198

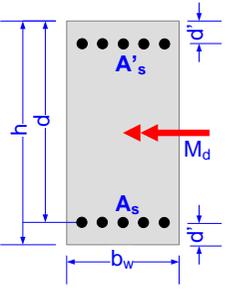
C50/60		
K (N/mm <sup>2</sup> )	k	$\omega$
6	989	17
7	987	19
8	986	22
9	984	25
10	982	28
11	980	31
12	978	34
13	977	36
14	975	39
15	973	42
16	971	45
17	969	48
18	967	51
19	965	54
20	963	57
21	961	60
22	960	63
23	958	66
24	956	69
25	954	72
26	952	75
27	950	78
28	948	81
29	946	84
30	944	87
31	942	90
32	940	93
33	938	96
34	936	99
35	934	103
36	932	106
37	930	109
38	928	112
39	926	115
40	924	119
41	921	122
42	919	125
43	917	128
44	915	132
45	913	135
46	911	138
47	909	142
48	907	145
49	904	148
50	902	152
51	900	155
52	898	159
53	896	162
54	893	166
55	891	169
56	889	173
57	887	176
58	884	180
59	882	183
60	880	187
61	877	190
62	875	194
63	873	198

**EK7C:** Çift donatılı dikdörtgen kesit tabloları **S420, B420B, B420C çelikleri ve  $\gamma_{mc}=1.5$  için geçerlidir** Hesaplarda Newton ve mm birimleri kullanılmalıdır.



**ÖRNEK:** Soldaki kesitte malzeme C30/37-B420C, denetim: iyi,  $A_s=?$ ,  $A'_s=?$   
**ÇÖZÜM:**  
 $d/d=50/450=0.10$   
 $K=10 \cdot 365 \cdot 10^6 / 300 \cdot 450^2 = 60 \text{ N/mm}^2$   
 $A_s = 0.0181 \cdot 300 \cdot 450 = 2538 \text{ mm}^2$   
 $A'_s = 0.0061 \cdot 300 \cdot 450 = 824 \text{ mm}^2$

Hesaplarda Newton ve mm birimleri kullanılmalıdır.



**Bağıntılar:**

$$K = \frac{10M_d}{b_w d^2}$$

$$\rho = \frac{\omega}{10^4}$$

$$\rho' = \frac{\omega'}{10^4}$$

$$A_s = \rho b_w d$$

$$A'_s = \rho' b_w d$$

K	C16/20			C18/22			C20/25			C25/30			C30/37			C35/45			C40/50			C45/55			C50/60			K
	0.06	0.10	0.20	0.06	0.10	0.20	0.06	0.10	0.20	0.06	0.10	0.20	0.06	0.10	0.20	0.06	0.10	0.20	0.06	0.10	0.20	0.06	0.10	0.20	0.06	0.10	0.20	
20	63	0	63	0	63	0																						20
21	66	0	66	0	66	0																						21
22	69	3	69	3	70	5																						22
23	72	6	72	6	73	10																						23
24	75	9	75	9	77	14																						24
25	78	12	79	12	80	17																						25
26	81	15	82	15	83	20																						26
27	84	17	85	18	87	23																						27
28	87	20	88	21	90	26																						28
29	90	23	91	24	94	29																						29
30	93	26	94	27	97	32																						30
31	96	29	97	30	101	34																						31
32	98	32	100	33	104	38																						32
33	101	35	103	37	107	41																						33
34	104	38	106	40	111	44																						34
35	107	41	109	43	114	48																						35
36	110	44	112	46	118	51																						36
37	113	47	115	49	121	55																						37
38	116	50	118	52	125	58																						38
39	119	52	121	55	128	62																						39
40	122	55	124	58	131	65																						40
41	125	58	127	61	135	68																						41
42	128	61	130	64	138	72																						42
43	130	64	133	67	142	75																						43
44	133	67	136	70	145	79																						44
45																												45
46																												46
47																												47
48																												48
49																												49
50																												50
51																												51
52																												52
53																												53
54																												54
55																												55
56																												56
57																												57
58																												58
59																												59
60																												60
61																												61
62																												62
63																												63
64																												64
65																												65

$\rho \geq \rho_r = 0.235 f_{cd} / f_{yd} \equiv$  çift donatı başlangıcı

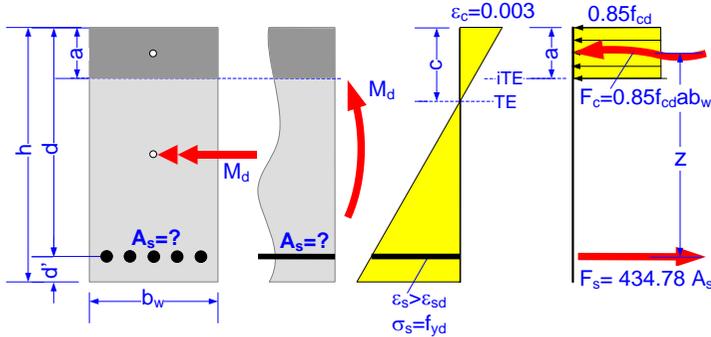
Hesaplarda Newton ve mm birimleri kullanılmalıdır. Min  $\rho$ ,  $\rho_l$ , Max  $\rho$  sınırları kirişler için geçerlidir

Temel bağıntılar:

$$K = \frac{10M_d}{b_w d^2}$$

$$\rho = \frac{\omega}{10^4}$$

$$A_s = \rho b_w d$$



$A_s$  nin hesap adımları:

Bilinenler:  $b_w$ ,  $d$ ,  $M_d$  ve beton sınıfı

Aranan:  $A_s=?$

1)  $K=10M_d/b_w d^2$  hesapla

2) Beton sınıfı tablosundan K'yı bul, aynı satırdaki  $\omega$  yı oku

3)  $\rho=\omega/10^4$  hesapla

4)  $A_s=\rho b_w d$  hesapla

Taşıma gücü  $M_d$  nin hesap adımları:

Bilinenler:  $b_w$ ,  $d$ ,  $A_s$  ve beton sınıfı

Aranan:  $M_d=?$

1)  $a=434.78 A_s/0.85/b_w/f_{cd}$  hesapla

2)  $M_d=434.78 A_s(d-a/2)$  hesapla

Veya:

1)  $\rho=A_s/b_w d$  hesapla

2)  $\omega=\rho \cdot 10^4$  hesapla, beton sınıfı tablosundan  $\omega$  yı bul, K'yı oku

3)  $M_d=Kb_w d^2/10$  hesapla

**NOT:**

•Tablo sadece  $f_{yk}=500$  N/mm<sup>2</sup> çelikleri için ve  $\gamma_{mc}=1.5$  için geçerlidir.

• $f_{ctk}=0.35 \sqrt{f_{ck}}$  den hesaplanmıştır.

•Max  $\rho=0.85\rho_b$  ve 0.02 değerlerinden küçüğü alınmıştır.

•Kalın sürekli çizginin altındaki değerler Min  $\rho$  -Max  $\rho$  arasındadır.

•Aranan değer kalın-sürekli çizgi üstünde, veya üstten tablo dışında kalıyorsa minimum donatı gerekir.

•Aranan değer alttan tablo dışında kalıyorsa, kesit yetersizdir. Kesit büyütülmeli veya çift donatılı yapılmalıdır.

•Aranan değer kesik çizgi altında kalıyorsa,  $\rho>\rho_l=0.235f_{cd}/f_{yd}$  anlamındadır.

•k değeri a, c,  $\epsilon_s$  gibi diğer büyüklüklerin hesabı için kullanılır:

$$z = \frac{k}{1000} d$$

$$a = 2(d-z)$$

$$c = a/k_1$$

$$\epsilon_s = 0.003 \frac{d-c}{c}$$

$$A_s = \frac{M_d}{434.78z}$$

Min  $\rho$  sınırı

$\rho_l$  sınırı

Max  $\rho$  sınırı

C16/20		
K (N/mm <sup>2</sup> )	k	$\omega$
6	966	14
7	960	17
8	954	19
9	948	22
10	941	24
11	935	27
12	929	30
13	922	32
14	916	35
15	909	38
16	902	41
17	895	44
18	888	47
19	881	50
20	874	53
21	866	56
22	859	59
23	851	62
24	843	65
25	835	69
26	827	72
27	818	76
28	809	80
29	800	83
30	791	87

C18/22		
K (N/mm <sup>2</sup> )	k	$\omega$
6	970	14
7	964	17
8	959	19
9	954	22
10	948	24
11	943	27
12	937	29
13	932	32
14	926	35
15	920	37
16	914	40
17	908	43
18	902	46
19	896	49
20	890	52
21	883	55
22	877	58
23	870	61
24	864	64
25	857	67
26	850	70
27	843	74
28	836	77
29	828	81
30	821	84
31	813	88
32	805	91
33	797	95

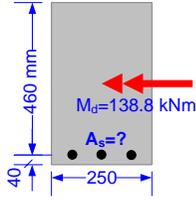
C20/25		
K (N/mm <sup>2</sup> )	k	$\omega$
6	973	14
7	968	17
8	963	19
9	959	22
10	954	24
11	949	27
12	944	29
13	939	32
14	934	34
15	929	37
16	924	40
17	918	43
18	913	45
19	908	48
20	902	51
21	897	54
22	891	57
23	885	60
24	880	63
25	874	66
26	868	69
27	862	72
28	856	75
29	849	79
30	843	82
31	837	85
32	830	89
33	823	92
34	816	96
35	809	99
36	802	103
37	795	107

C25/30		
K (N/mm <sup>2</sup> )	k	$\omega$
6	978	14
7	975	17
8	971	19
9	967	21
10	963	24
11	960	26
12	956	29
13	952	31
14	948	34
15	944	37
16	940	39
17	936	42
18	932	44
19	928	47
20	924	50
21	919	53
22	915	55
23	911	58
24	907	61
25	902	64
26	898	67
27	893	70
28	889	72
29	884	75
30	880	78
31	875	81
32	870	85
33	865	88
34	861	91
35	856	94
36	851	97
37	846	101
38	840	104
39	835	107
40	830	111
41	824	114
42	819	118
43	813	122
44	808	125
45	802	129
46	796	133

$f_{yk}=500$  N/mm<sup>2</sup> çelikleri ve  $\gamma_{mc}=1.5$  için yardımcı bilgiler

	C16/20	C18/22	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C40/50	C45/55	C50/60
$f_{cd}$ (N/mm <sup>2</sup> )	10.67	12.00	13.33	16.67	20.00	23.33	26.67	30.00	33.33
$f_{ctd}$ (N/mm <sup>2</sup> )	0.93	0.99	1.04	1.17	1.28	1.38	1.48	1.57	1.65
$k_1$	0.85	0.85	0.85	0.85	0.82	0.79	0.76	0.73	0.70
$\rho_b$	0.0103	0.0116	0.0128	0.0161	0.0186	0.0209	0.0230	0.0248	0.0265
Min $\rho=0.8f_{ctd}/f_{yd}$	0.0017	0.0018	0.0019	0.0022	0.0024	0.0025	0.0027	0.0029	0.0030
$\rho_l=0.235f_{cd}/f_{yd}$	0.0050	0.0056	0.0063	0.0078	0.0094	0.0110	0.0125	0.0125	0.0157
Max $\rho$	0.0088	0.0099	0.0109	0.0137	0.0158	0.0178	0.02	0.02	0.02
Max $\rho-\rho'=0.85\rho_b$	0.0088	0.0099	0.0109	0.0137	0.0158	0.0178	0.0200	0.0211	0.0225

**B500 çelikleri ve  $\gamma_{mc}=1.5$  için geçerlidir**



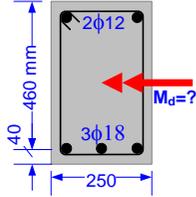
**ÖRNEK: Donatı alanı hesabı**

Bilinenler:  $b_w=250$  mm,  $d=470$  mm,  $M_d=138.8$  kNm,  $N_d=0$

Malzeme: C30/37-B500C, denetim: iyi.

Aranan:  $A_s=?$

- 1)  $K=10 \cdot 138.8 \cdot 10^6 / 250 / 460^2 \approx 26.2$
- 2) C30/37 tablosundan  $K=26.2$  için  $\omega = 65.6$  okundu (interpolasyon).
- 3)  $\rho = 65.6 / 10^4 = 0.00656$
- 4)  $A_s = 0.00656 \cdot 250 \cdot 460 = 754$  mm<sup>2</sup> → 3Ø18(763 mm<sup>2</sup>)



**ÖRNEK: Taşıma gücü hesabı (montaj ihmal edilmiştir)**

Bilinenler:  $b_w=250$  mm,  $d=460$  mm,  $A_s=763$  mm<sup>2</sup>

Malzeme: C30/37-B500C, denetim: iyi.

Aranan:  $M_d=?$

- 1)  $a = 763 \cdot 434.78 / 0.85 / 250 / 20 = 78.1$  mm
- 2)  $M_d = 763 \cdot 434.78 \cdot (460 - 78.1 / 2) = 139.6 \cdot 10^6$  Nmm = 139.6 kNm

**Veya:**

- 1)  $\rho = 763 / 250 / 460 = 0.0066$
- 2)  $\omega = 0.0066 \cdot 10^4 = 66 \rightarrow K = 26.3$  N/mm<sup>2</sup>
- 3)  $M_d = 26.3 \cdot 250 \cdot 460^2 / 10 = 139.1 \cdot 10^6$  Nmm = 139.1 kNm

$$a = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{0.85 b_w \cdot f_{cd}}$$

$$M_r = A_s \cdot f_{yd} \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

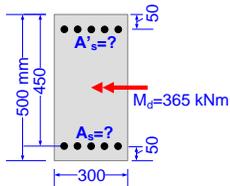
$$M_d = K b_w d^2 / 10$$

Min  $\rho$  sınırı

$\rho_l$  sınırı

Max  $\rho$  sınırı

C30/37			C35/45			C40/50			C45/55			C50/60		
K (N/mm <sup>2</sup> )	k	$\omega$	K (N/mm <sup>2</sup> )	k	$\omega$	K (N/mm <sup>2</sup> )	k	$\omega$	K (N/mm <sup>2</sup> )	k	$\omega$	K (N/mm <sup>2</sup> )	k	$\omega$
8	976	19	9	977	21	9	980	21	8	984	19	9	984	21
9	973	21	10	974	24	10	977	24	10	980	23	11	978	26
10	970	24	11	971	26	11	975	26	11	978	26	11	980	26
11	967	26	12	969	28	12	973	28	12	976	28	12	978	28
12	963	29	13	966	31	13	970	31	13	974	31	13	977	31
13	960	31	14	963	33	14	968	33	14	972	33	14	975	33
14	957	34	15	961	36	15	966	36	15	970	36	15	973	35
15	954	36	16	958	38	16	963	38	16	968	38	16	971	38
16	950	39	17	955	41	17	961	41	17	965	40	17	969	40
17	947	41	18	952	43	18	959	43	18	963	43	18	967	43
18	944	44	19	950	46	19	956	46	19	961	45	19	965	45
19	941	46	20	947	49	20	954	48	20	959	48	20	963	48
20	937	49	21	944	51	21	951	51	21	957	50	21	961	50
21	934	52	22	941	54	22	949	53	22	955	53	22	960	53
22	930	54	23	938	56	23	946	56	23	953	56	23	958	55
23	927	57	24	935	59	24	944	58	24	950	58	24	956	58
24	924	60	25	932	62	25	941	61	25	948	61	25	954	60
25	920	62	26	929	64	26	939	64	26	946	63	26	952	63
26	917	65	27	927	67	27	936	66	27	944	66	27	950	65
27	913	68	28	924	70	28	934	69	28	942	68	28	948	68
28	909	71	29	921	72	29	931	72	29	939	71	29	946	71
29	906	74	30	918	75	30	929	74	30	937	74	30	944	73
30	902	76	31	915	78	31	926	77	31	935	76	31	942	76
31	899	79	32	911	81	32	924	80	32	933	79	32	940	78
32	895	82	33	908	84	33	921	82	33	930	82	33	938	81
33	891	85	34	905	86	34	918	85	34	928	84	34	936	84
34	887	88	35	902	89	35	916	88	35	926	87	35	934	86
35	883	91	36	899	92	36	913	91	36	924	90	36	932	89
36	880	94	37	896	95	37	910	93	37	921	92	37	930	92
37	876	97	38	893	98	38	908	96	38	919	95	38	928	94
38	872	100	39	889	101	39	905	99	39	917	98	39	926	97
39	868	103	40	886	104	40	902	102	40	914	101	40	924	100
40	864	107	41	883	107	41	899	105	41	912	103	41	921	102
41	860	110	42	880	110	42	897	108	42	909	106	42	919	105
42	856	113	43	876	113	43	894	111	43	907	109	43	917	108
43	851	116	44	873	116	44	891	114	44	905	112	44	915	111
44	847	119	45	870	119	45	888	117	45	902	115	45	913	113
45	843	123	46	866	122	46	885	119	46	900	118	46	911	116
46	839	126	47	863	125	47	883	122	47	897	120	47	909	119
47	834	130	48	859	128	48	880	126	48	895	123	48	907	122
48	830	133	49	856	132	49	877	129	49	892	126	49	904	125
49	825	137	50	852	135	50	874	132	50	890	129	50	902	127
50	821	140	51	848	138	51	871	135	51	887	132	51	900	130
51	816	144	52	845	142	52	868	138	52	885	135	52	898	133
52	812	147	53	841	145	53	865	141	53	882	138	53	896	136
53	807	151	54	837	148	54	862	144	54	880	141	54	893	139
54	802	155	55	834	152	55	859	147	55	877	144	55	891	142
			56	830	155	56	856	151	56	874	147	56	889	145
			57	826	159	57	853	154	57	872	150	57	887	148
			58	822	162	58	849	157	58	869	153	58	884	151
			59	818	166	59	846	160	59	866	157	59	882	154
			60	814	169	60	843	164	60	864	160	60	880	157
			61	810	173	61	840	167	61	861	163	61	877	160
			62	806	177	62	837	170	62	858	166	62	875	163
						63	833	174	63	856	169	63	873	166
						64	830	177	64	853	173	64	870	169
						65	827	181	65	850	176	65	868	172
						66	823	184	66	847	179	66	865	175
						67	820	188	67	844	182	67	863	179
						68	816	192	68	842	186	68	861	182
						69	813	195	69	839	189	69	858	185
									70	836	193	70	856	188
									71	833	196	71	853	191
									72	830	200	72	851	195
												73	848	198



ÖRNEK: Soldaki kesitte malzeme C30/37-B500C, denetim: iyi,  $A_s=?$ ,  $A'_s=?$

ÇÖZÜM:

$$d'/d=50/450=0.10$$

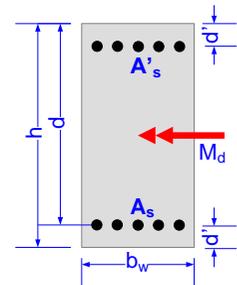
$$K=10 \cdot 365 \cdot 10^6 / 300 \cdot 450^2 = 60 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s = 0.0158 \cdot 300 \cdot 450 = 2133 \text{ mm}^2$$

$$A'_s = 0.0051 \cdot 300 \cdot 450 = 689 \text{ mm}^2$$

$$\omega = 158 \rightarrow \rho = 0.0158$$

$$\omega' = 51 \rightarrow \rho' = 0.0051$$



Bağıntılar:

$$K = \frac{10M_d}{b_w d^2}$$

$$\rho = \frac{\omega}{10^4}$$

$$\rho' = \frac{\omega'}{10^4}$$

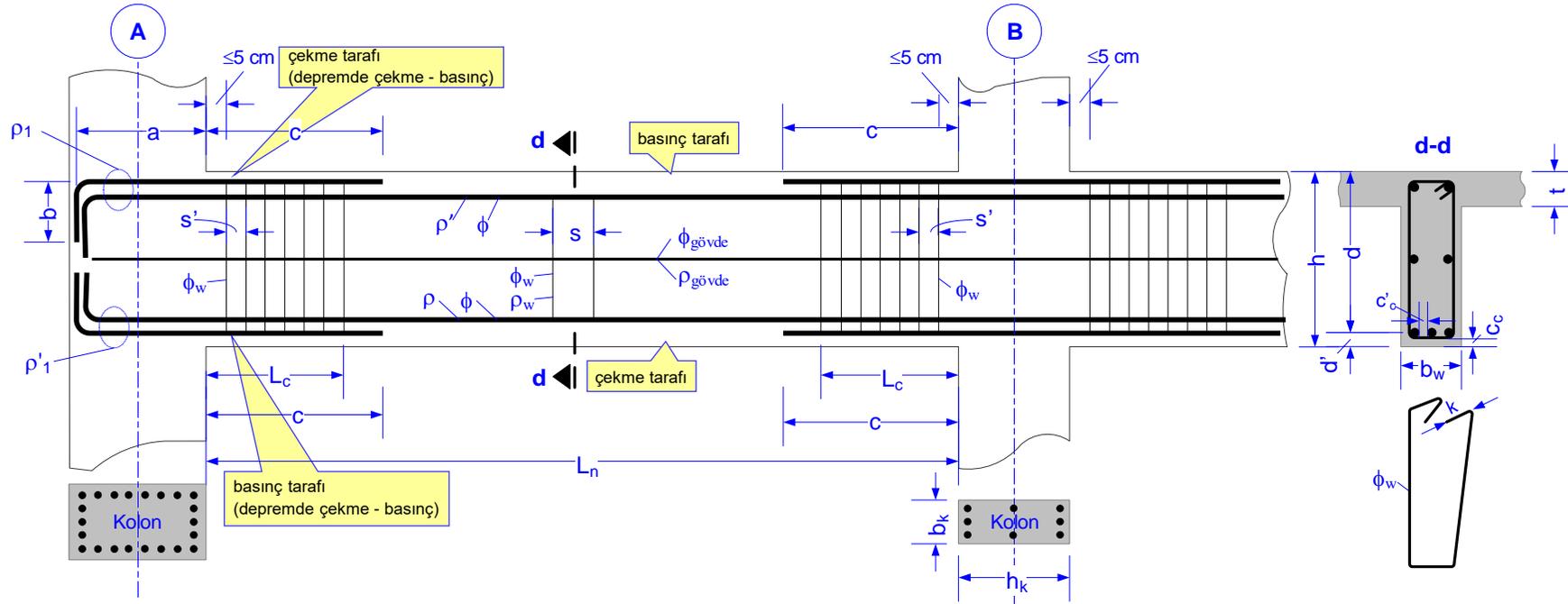
$$A_s = \rho b_w d$$

$$A'_s = \rho' b_w d$$

K	C16/20			C18/22			C20/25			C25/30			C30/37			C35/45			C40/50			C45/55			C50/60			K
	0.06	0.10	0.20	0.06	0.10	0.20	0.06	0.10	0.20	0.06	0.10	0.20	0.06	0.10	0.20	0.06	0.10	0.20	0.06	0.10	0.20	0.06	0.10	0.20	0.06	0.10	0.20	
20	53	0	53	0	53	0																						20
21	56	0	56	0	56	0																						21
22	58	2	58	3	59	5																						22
23	61	5	61	5	62	10																						23
24	63	7	63	8	64	14																						24
25	66	10	66	10	67	17																						25
26	68	12	69	13	70	20																						26
27	70	15	71	15	73	23																						27
28	73	17	74	18	76	26																						28
29	75	20	76	20	79	29																						29
30	78	22	79	23	82	32																						30
31	80	24	81	26	85	34																						31
32	83	27	84	28	87	36																						32
33	85	29	86	31	90	39																						33
34	88	32	89	33	93	41																						34
35	90	34	92	36	96	43																						35
36	92	37	94	38	99	45																						36
37	95	39	97	41	102	47																						37
38	97	42	99	43	105	49																						38
39	100	44	102	46	108	52																						39
40	102	46	104	49	110	55																						40
41	105	49	107	51	113	57																						41
42	107	51	109	54	116	60																						42
43	110	54	112	56	119	63																						43
44	112	56	115	59	122	66																						44
45																												45
46																												46
47																												47
48																												48
49																												49
50																												50
51																												51
52																												52
53																												53
54																												54
55																												55
56																												56
57																												57
58																												58
59																												59
60																												60
61																												61
62																												62
63																												63
64																												64
65																												65
66																												66
67																												67
68																												68
69																												69
70																												70
71																												71
72																												72
73																												73
74																												74
75																												75
76																												76
77																												77
78																												78







$b_w$ : kiriş genişliği

$h$ : kiriş yüksekliği

$d$ : faydalı yükseklik= $h-d'$

$t$ : tabla kalınlığı

$c_c$ : net beton örtüsü

$d'$ : beton örtüsü

$c'_c$ : net donatı aralığı

$b_k$ : kolonun kirişe dik kenarı

$h_k$ : kolonun kirişe paralel kenarı

$L_n$ : kiriş net açıklığı

$L_c$ : sarılma bölgesi uzunluğu

$c$ : donatının komşu açıklığa uzatılma miktarı

$a$ : ilk ve son kolonda donatının kolon içindeki uzunluğu

$b$ : donatının komşu açıklıkta devam ettirilememesi durumunda (örneğin: ilk ve son mesnette veya komşu kiriş yüksekleri farklı ara mesnetlerde ) boyuna donatının  $90^\circ$  aşağı veya yukarı bükülen kısmının uzunluğu

$\phi$ : boyuna donatı çapı

$\rho$ : çekme donatısı oranı

$\rho'$ : basınç (veya montaj) donatısı oranı

$\rho_1$ : mesnet üstündeki donatının oranı

$\rho'_1$ : mesnet altındaki donatının oranı

$\phi_w$ : etriye donatısı çapı

$\rho_w$ : etriye donatısı oranı

$s$ : açıklıkta etriye adımı (aralığı)

$s'$ : sarılma bölgesinde etriye adımı (aralığı)

$e$ : Etriyelerin komşu iki düşey kolu arasındaki mesafe

$k$ : etriye kanca boyu

$\phi_{gövde}$ : gövde donatısı çapı

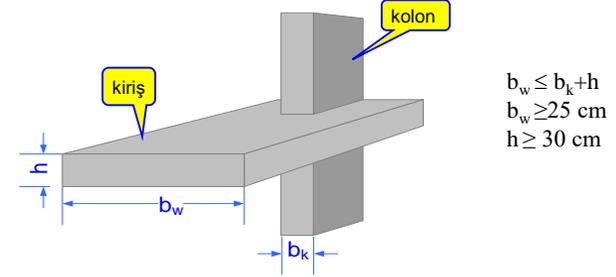
$\rho_{gövde}$ : gövde donatısı oranı

## KİRİŞLERDE SINIR DEĞERLER

Tanım	Zorunlu koşullar		Ek öneri	Açıklama
	TS 500:2000	TBDY-2018		
min $b_w$	20 cm	25 cm	25 cm	
max $b_w$	$b_k+h$	$b_k+h$	-	1
min $h$	30 cm , 3t, $L_n/10$	30 cm , 3t	40 cm	2
max $h$	$L_n/2.5$ (sürekli kirişlerde) $L_n/1.5$ (basit kirişte)	$3.5 b_w, L_n/4$	-	3
min $\rho$	$0.8 f_{ctd}/f_{yd}$	-	-	
max $\rho$	0.02	0.02	-	
min $\rho_1$	$0.8 f_{ctd}/f_{yd}$	$0.8 f_{ctd}/f_{yd}$	-	
max $\rho_1$	0.02	0.02	-	
min $\rho'$	-	$\rho_1/4$	-	Montaj donatısı alt sınırı
min $\rho'_1$	-	$0.5 \rho_1, 0.8 f_{ctd}/f_{yd}$	-	Mesnet altı donatısının alt sınırı
max $\rho'_1$	-	0.02	-	
max $(\rho-\rho')$	$0.85 \rho_b$	-	$\rho_1=0.235 f_{cd}/f_{yd}$	2
max $(\rho_1-\rho'_1)$	$0.85 \rho_b$	$0.85 \rho_b$	$\rho_1$	2
min $L_c$	2h	2h	-	Sarıma bölgesi
max s	0.5 h	0.5 h	20 cm	
min s	-	-	10 cm	
max $s'$	$h/4, 15$ cm	$h/4, 15$ cm , $8\phi_{min}$	$s/2, 10$ cm	$\phi_{min}$ : boyuna donatı min çapı
min $s'$	-	-	5 cm	
max e	-	35		4
min $\phi$	12 mm	12 mm	-	
max $\phi$	-	-	24 mm	
min $\phi_w$	8 mm	8 mm	-	
max $\phi_w$	-	-	12 mm	
min $\rho_w$	$0.3f_{ctd}/f_{ywd}$	Bak: 7.4.5.2	-	$f_{ywd}$ : etriye çeliği tasarım dayanımı
min $\phi_{gövde}$	10 mm	12	12	
min $\rho_{gövde}$	0.001	$0.3(\rho_1+\rho'_1)$	-	5

## AÇIKLAMALAR:

1. Kiriş genişliği sınırlaması: Dar bir kolona çok geniş bir kirişin oturtulması sakıncalıdır. TBDY- 2018, madde 7.4.1.1a.



2. Aşırı sehimi (yer değiştirme, çökme) önlemek için kiriş yüksekliği ve donatı oranı sınırlaması: Bak: TS 500:2000, Madde 13.2.

Süneklik için donatı oranı  $0.85\rho_b$  ve 0.02 sınırlarını aşmamalıdır. Bu sınırlara yakın donatılan kirişler sünek olmakta fakat aşırı sehim yapmaktadır. Araştırma ve gözlemlere göre, aşırı sehim olmaması için, donatı oranı  $\rho_1 \leq 0.235f_{cd}/f_{yd}$  ile verilen sınırı aşmamalıdır.

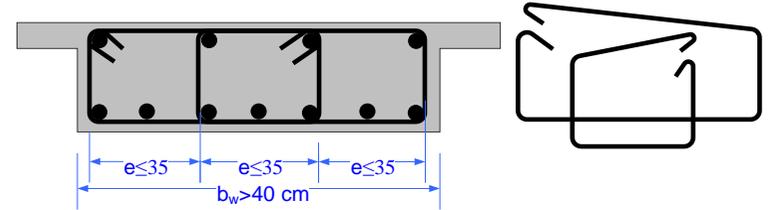
Bak:

ERSOY/ÖZCEBE, S. 260 Paragraf 5.4.2

BERKTAY, İ. S. 155, Paragraf 5.1.2.2

3. Bu koşulu sağlamayan kirişler, yüksek kiriş olarak tasarlanır ve donatılır, Bak: TBDY-2018, madde 7.4.1.1b ve 7.4.1.1c

4.  $b_w > 40$  cm olan geniş kirişlerde birden çok (4, 6, ... kollu) etriye kullanılmalı. Bak: TBDY-2018, madde 7.4.4.



## KİRİŞLERDE SINIR DEĞERLER (devamı)

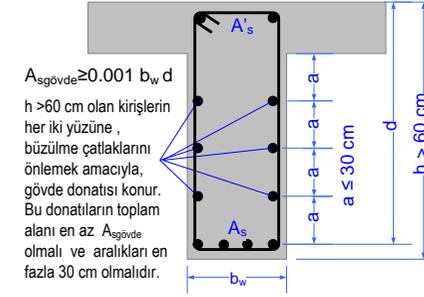
Tanım	Zorunlu koşullar		Ek öneri	Açıklama
	TS 500:2000	TBDY-2018		
min a	-	$0.4 l_b$	-	6
min b	-	$12\phi$	-	
min (a+b)	-	$l_b$	$50\phi$	$l_b$ Kenetlenme boyu
min c	-	-	$L_n/4$	Komşu açıklıktan gelen veya mesnet ek donatısı için kenetlenme boyu
min ( $h_k+c$ )	-	$l_b, 50\phi$	-	Komşu açıklıktan gelen veya mesnet ek donatısı için kenetlenme boyu
min k	$6\phi_w, 5\text{ cm}$	$6\phi_w, 8\text{ cm}$ (nervürlü)	$10\phi_w, 10\text{ cm}$	$135^\circ$ kıvrımlı etriye kancası boyu
max $N_d$	$0.1 f_{ck} A_c$	$0.1 f_{ck} A_c$	-	7
max $V_d$	$0.22 f_{cd} A_c$	Madde 7.4.5.	-	
min $c_c$	2 cm içte 2.5 cm dışta	-	3 cm içte ve dışta	8
min d'	-	-	Net beton örtüsü+2 cm	Beton örtüsü
min net donatı aralığı	2.5 cm, $\phi$	-	5 cm	8
min beton sınıfı	C16/20	C25/30	C30/37	Bak. TBDY-2018 Madde 7.2.5.1
max beton sınıfı	C50/60	C80/95	-	Bak. TBDY-2018 Madde 7.2.4 ve 7.2.5.1
çelik sınıfı(boyuna)	Her tür çelik	B420C, B500C	B500C	Bak. TBDY-2018 Madde 7.2.5.3
çelik sınıfı(sargı)	Her tür çelik	B420C, B500C	-	Bak. TBDY-2018 Madde 7.2.5.3
min çekme donatısı sayısı	-	2	3	
min montaj donatısı sayısı	2	2	-	



Kopmuş etriyeler



## 5. Gövde donatısı:



Kötü bir uygulama: Donatı aralığı sıfır!

6. Minimum kenetlenme boyu  $l_b$  nin hesabı için TS 500:2000, madde 9.1.2 ye bakınız.

## 7. Bu koşulun sağlanmaması durumunda kolon olarak boyutlandırılır. Bak. TBDY- 2018., Madde 7.4.1.2.

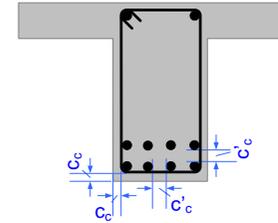
## 8. Net beton örtüsü ve net donatı aralığı. Bak: TS 500:2000, S. 44.

## YÖNETMELİK:

 $c_c \geq 2\text{ cm}$  içte,  $c_c \geq 2.5\text{ cm}$  dışta $c'_c \geq 2.5\text{ cm}$  ve  $c'_c \geq \phi$  $c_c$  ve  $c'_c \geq (4/3) D_{en\check{c}ok}$  $D_{en\check{c}ok}$  agrega max tane çapıdır.

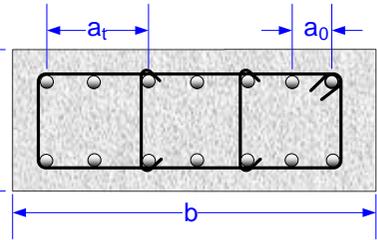
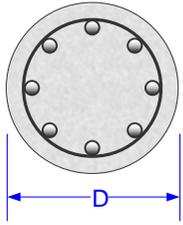
## ÖNERİ:

$c_c \geq 3\text{ cm}$  içte, dışta tüm kirişlerde önerilir. Yangına 2-4 saat dayanıklılık istenirse  $c_c \geq 4\text{ cm}$  olmalı. Deniz kıyısı yapılar da:  $c_c \geq 5\text{ cm}$

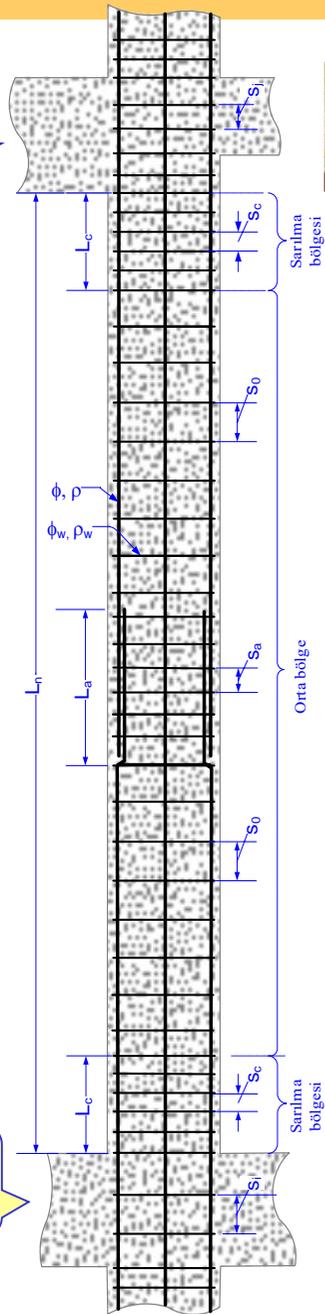


Yetersiz net beton örtüsü düşük kenetlenmeye ve paslanmaya neden olur !

**Kuşatılmamış kolon-kiriş birleşim noktası:**  
Kolonun en az bir tarafında kiriş yok veya kiriş yükseklikleri farklı. Kiriş olmayan tarafa doğru kolon şişme eğilimindedir.



**Kuşatılmış kolon-kiriş birleşim noktası:**  
Bu noktada kolon dört tarafından aynı yükseklikli kirişler ile kuşatılmıştır. Kirişler, sargı etkisi yapar, kolonun şişmesini zorlaştırır.



- $L_n$  : Kolon net yüksekliği
- $L_a$  : Boyuna donatı ek yerinde bindirme boyu
- $L_c$  : Sarılma bölgesi
- $s_0$  : Orta bölgede sargı aralığı
- $s_c$  : Sarılma bölgesinde sargı aralığı
- $s_a$  : Boyuna donatı bindirme bölgesinde sargı aralığı
- $s_i$  : Kiriş yüksekliğince sargı aralığı (kuşatılmış birleşim bölgelerinde)
- $s_j$  : Kiriş yüksekliğince sargı aralığı (kuşatılmamış birleşim bölgelerinde)
- $\phi$  : Boyuna donatı çapı
- $\rho$  : Boyuna donatı oranı
- $\phi_w$  : Sargı donatısı çapı
- $\rho_w$  : Sargı donatısı oranı
- $a_0$  : Boyuna donatı aralığı
- $a_t$  : Yanal hareketi tutulmuş donatı aralığı (etriye bombelenme boyu)
- $D$  : Dairesel kolon çapı

**Bak:** TBDY-2018, Şekil 7.3

**Kuşatılmış-kuşatılmamış birleşim noktası nedir?** Bir kolon dört tarafından aynı yükseklikte olan kirişler ile birleşiyorsa bu noktaya kuşatılmış, aksi halde kuşatılmamış birleşim noktası denir. Kuşatılmış noktada kolonun şişmesi, dağılması, boyuna donatıların burkulması daha zordur. Yani kirişler de sargı etkisi yapar.



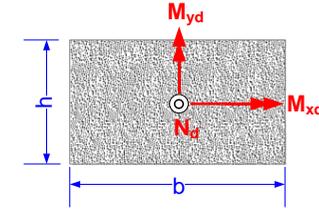
Kuşatılmış kolon-kiriş birleşim noktası

Kuşatılmamış kolon-kiriş birleşim noktası

Kuşatılmamış

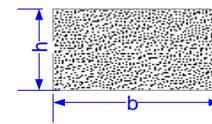
	TS 500-2000	TBDY-2018	Ek öneri	Açıklama
Min kenar (b veya h)	25 cm	30 cm	30 cm	1
Min $A_c$	$N_d / (0.9 f_{cd})$	$N_d / (0.4 f_{ck})$	1200 cm <sup>2</sup>	1
Max $L_n$ / kısa kenar	-	-	20	
Max uzunkenar/ kısa kenar	< 7	< 7	-	
Min $L_c$	-	Uzun kenarın 1.5 katı, $L_n/6$ , 50 cm	-	4
Min $L_a$	-	$1.5 l_b$	$60\phi$	2
Min $\rho$	0.01	0.01	-	
Max $\rho$	0.04	0.04	0.01~0.02	
Max $a_t$	30 cm	$25\phi_w$	$20\phi_w$ , 20 cm	
Max $a_o$	-	-	15 cm	
Min $a_o$	4 cm, $1.5\phi_{max}$	-	-	
Max $s_o$	$12\phi_{min}$ , 20 cm	Kısa kenar/2, 20 cm	-	4
Max $s_a$	-	Etriye: 15 cm, kısa kenar/3	-	
Max $s_c$	-	Etriye: 15 cm, kısa kenar/3, $6\phi_{max}$ Fret: D/5, 8 cm	Etriye: 10 cm Fret: 4cm	4
Max $s_i$	-	15 cm	10 cm	4
Max $s_j$	-	10 cm	-	4
Min $s_0, s_a, s_c, s_i, s_j$	-	5 cm	-	
Min $\phi$	14 mm	14 mm	-	
Max $\phi$	-	-	22 mm	
Min $\phi_w$	$\phi_{max}/3$	8 mm	10 mm	
Max $\phi_w$	-	-	12 mm	
Min $\rho_w$	Bak: madde 8.1.5	-	-	
Max $N_d$	$0.9 f_{cd} A_c$	$0.4 f_{ck} A_c$	-	TBDY- 2018, Madde 7.3.1.2 ve 7.6.1.1
Min $M_{xd}$	$(15 \text{ mm} + 0.03 h)N_d$	-	-	3
Min $M_{yd}$	$(15 \text{ mm} + 0.03 b)N_d$	-	-	3
Max $V_{xd}$ , Max $V_{yd}$	$0.22 f_{cd} A_c$	Bak: madde 7.3.7.5	-	
Min etriye kancası	-	$6\phi_w$ , 8 cm (nervürlü etriye) $10\phi_w$ , 10 cm (düz etriye)	$10\phi_w$ , 10 cm	
Min boyuna donatı sayısı	$6\phi_{14}$ , $4\phi_{16}$ (dikdörtgen) $6\phi_{14}$ (daire)	$4\phi_{14}$ (dikdörtgen) $6\phi_{14}$ (daire)	$6\phi_{14}$ (dikdörtgen) $8\phi_{14}$ (daire)	
Min net beton örtüsü	2 cm (içte), 2.5 cm (dışta)	-	3 cm	
Min beton sınıfı	C16/20	C25/30	C30/37	5
Max beton sınıfı	C50/60	C80/95		5
çelik sınıfı(boyuna)	Her tür çelik	B420C, B500C	B500C	5
çelik sınıfı(sargı)	Her tür çelik	B420C, B500C		5

$A_c$  : Beton kesit alanı  
 $l_b$  : Kenetlenme boyu  
 $\phi_{min}$  : Boyuna donatının en küçük çapı  
 $\phi_{max}$  : Boyuna donatının en büyük çapı  
 $N_d$  : Tasarım normal kuvveti  
 $M_{xd}$ ,  $M_{yd}$  : Tasarım momentleri  
 $V_{xd}$ ,  $V_{yd}$  : Tasarım kesme kuvvetleri



### 1. Farklı kesitlerde en küçük kenar:

#### Dikdörtgen Kesit:



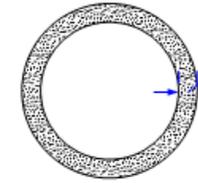
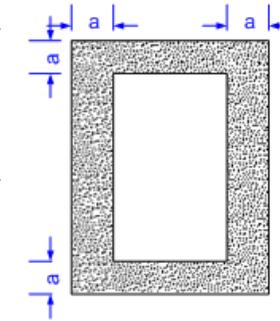
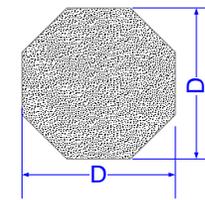
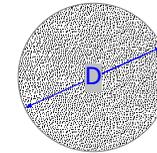
$b \geq 30 \text{ cm}$ ,  $h \geq 30 \text{ cm}$ ,  $b/h < 7$

En küçük kolon kesit alanı  $A_c = b \times h = 30 \times 30 = 900 \text{ cm}^2$

$A_c \geq 30 \times 40 = 1200 \text{ cm}^2$  (öneri)

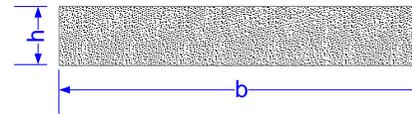
Uzun kenarın kısa kenara oranı

#### Daire, sekizgen, kutu halka kesit:



$D \geq 35 \text{ cm}$   
 $a \geq 12 \text{ cm}$

#### Perde (Betonarme duvar):



$h \geq 20 \text{ cm}$ ,  
 $h \geq \text{kat yüksekliği} / 16$

$b/h \geq 7$

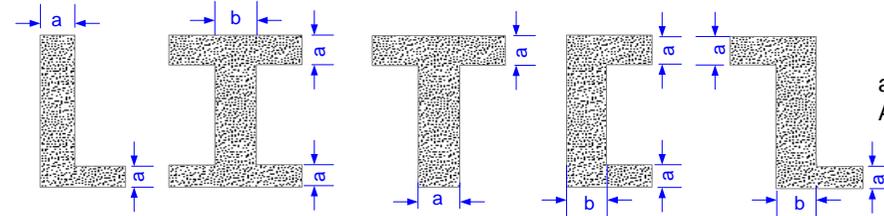
Uzun kenarın kısa kenara oranı

$A_c \geq N_d / (0.25 f_{ck})$

$h \geq 25 \text{ cm}$  (öneri)

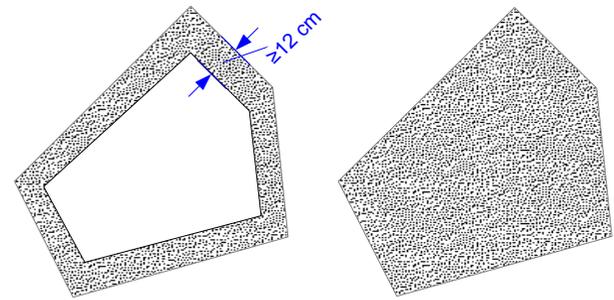
$b/h \geq 10$  (öneri)

#### L, I, T, C, Z perde:



$a \geq 25 \text{ cm}$ ,  $b \geq 20 \text{ cm}$   
 $A_c \geq N_d / (0.25 f_{ck})$

**Çokgen kesit:**



**Her tür kesitte:**

$\text{Min } A_c \geq N_d / (0.9f_{cd})$  (TS 500:2000, Madde 7.4.1)  
 $\text{Min } A_c \geq N_d / (0.4f_{ck})$  (TBDY- 2018, Madde 7.3.1.2)

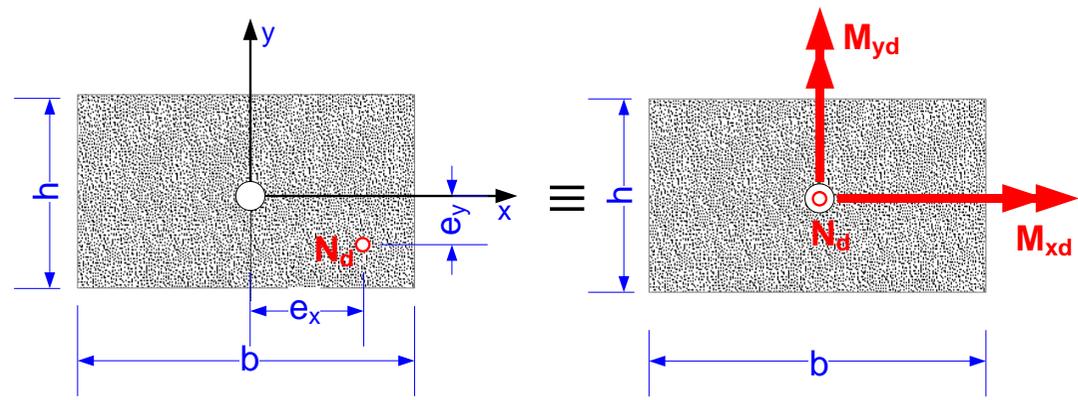
$N_d$  : en büyük tasarım eksenel basınç kuvveti.

Bu sınırlamanın amacı, büyük kolon kesiti kullanımına zorlamak ve böylece sünek davranış etkisini artırmaktır.

**2. Bak: TBDY- 2018 şekil 7.3 ve TS 500:2000, Madde 9.1.2**

**3. Minimum dışmerkezlilik (= eksantrisite=kaçıklık) ve minimum momentler(TS 500:2000, Madde 6.3.10 ):**

Üstteki ile alttaki kolonun aksları çakışmadığında veya kirişlerin kolon eksenine oturmadığı durumda eksenel kuvvet kolon merkezinden  $e_x$  ve  $e_y$  kadar kaçık (dışmerkezlilik, eksantrisite) olur. Kaçıklık nedeniyle ek momentler oluşur. Statik hesaplar eksenlerde yapıldığından dikkate alınamayan bu ek momentler yönetmeliğin bu maddesi ile düzeltilmeğe çalışılır.



**Min dışmerkezlilik (kaçıklık):**

$e_x \geq 15 + 0.03b$   
 $e_y \geq 15 + 0.03h$

$b, h, e_x$  ve  $e_y$  mm cinsinden.  
 $b$ :  $M_{yd}$  moment vektörüne dik kenar  
 $h$ :  $M_{xd}$  moment vektörüne dik kenar

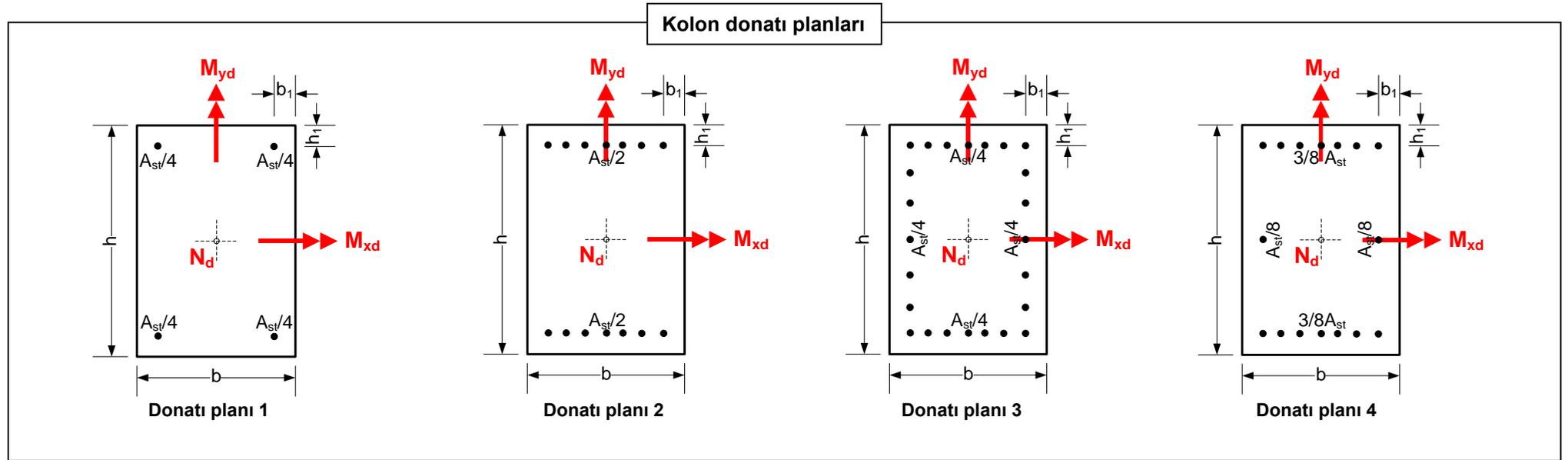
**Min Moment:**

$M_{xd} \geq N_d e_y$   
 $M_{yd} \geq N_d e_x$

Bak: TS 500:2000, Madde 6.3.10

**4. Bak: TBDY- 2018, Madde 3.3.4 ve Şekil 3.3**

**5. Bak: TBDY- 2018, Madde 7.2.5**



$$n = \frac{N_d}{b h f_{cd}}$$

$$m_x = \frac{100 M_{xd}}{b h^2 f_{cd}}$$

$$m_y = \frac{100 M_{yd}}{b^2 h f_{cd}}$$

$$A_{st} = \frac{\omega f_{cd}}{100 f_{yd}} b h$$

$A_{st}$  toplam donatı alanıdır.

$n$ ,  $m_x$  ve  $m_y$  değerlerine ve çelik sınıfına bağlı olarak  $\omega$  değeri tablodan alınır.

#### Varsayımlar:

Basınç bloğu modeli: eşdeğer dikdörtgen

$\varepsilon_{cu}=0.003$

$k_1=0.85$ ,  $k_3=0.85$

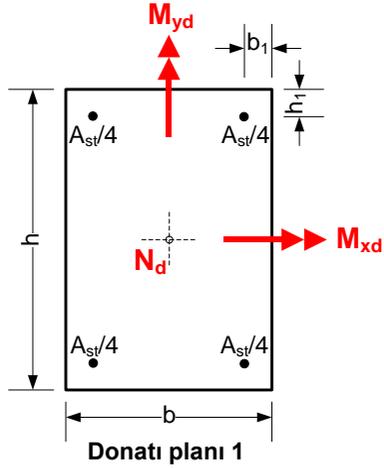
Her tür beton için sabit alınmıştır

Elasto-plastik çelik:  $\sigma_s = E_s \varepsilon_s \leq f_{yd}$

$\varepsilon_{su}=0.10$

$b_1/b=h_1/h=0.10$

## AYDIN/AKGÜN/TOPÇU Kolon Tabloları



$$n = \frac{N_d}{b h f_{cd}}$$

$$m_x = \frac{100 M_{xd}}{b h^2 f_{cd}}$$

$$m_y = \frac{100 M_{yd}}{b^2 h f_{cd}}$$

$$A_{st} = \frac{\omega f_{cd}}{100 f_{yd}} b h$$

**Çelik: S 420, B 420B, B 420C**

$A_{st}$  toplam donatı alanıdır.

$n$ ,  $m_x$  ve  $m_y$  değerlerine bağlı olarak  $\omega$  tablodan alınır.

**Varsayımlar:**

Basınç bloğu modeli: eşdeğer dikdörtgen.

$\epsilon_{cu}=0.003$

$k_1=0.85, k_3=0.85$

Her tür beton için sabit alınmıştır

Elasto-plastik çelik:  $\sigma_s = E_s \epsilon_s \leq f_{yd}$

$\epsilon_{su}=0.10$

$b_1/b=h_1/h=0.10$

**n=0**

		$m_x$																											
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56	60	64	
$m_y$	0			8	12	18	22	28	32	38	42	48	52	58	64	68	72	78	82	88	94	98	108	118	128	140	148	160	
	2		6	8	12	18	22	28	32	38	42	48	52	58	62	68	72	78	84	88	94	98	108	118	128	140	148	158	
	4	8	8	8	12	18	22	28	32	38	42	48	52	58	62	68	74	78	82	88	94	98	108	118	128	138	148	158	
	6	12	12	12	14	18	24	28	32	38	42	48	52	58	62	68	72	78	82	88	94	98	108	118	128	138	148	158	
	8	18	18	18	18	20	24	30	34	40	44	48	54	58	64	68	74	78	84	88	94	98	108	118	128	140	148	158	
	10	22	22	22	24	24	28	32	36	42	46	50	56	60	66	70	76	80	86	90	96	100	110	120	130	140	150	160	
	12	28	28	28	28	30	32	36	42	46	50	54	60	64	68	74	78	82	88	94	98	102	112	122	132	142	152	162	
	14	32	32	32	32	34	36	42	46	50	54	60	64	70	74	78	82	88	94	98	102	106	116	126	136	146	156	166	
	16	38	38	38	38	40	42	46	50	54	60	64	68	74	78	84	88	92	98	104	108	112	122	132	142	152	162	172	
	18	42	42	42	42	44	46	50	54	60	64	68	74	78	82	88	92	96	102	108	112	118	126	136	146	156	166	176	
	20	48	48	48	48	50	54	60	64	68	74	78	84	88	94	98	102	106	112	116	122	132	142	152	162	172	182	192	
	22	52	52	52	52	54	56	60	64	68	74	78	82	88	92	98	102	108	112	118	122	126	136	146	156	166	176	186	
	24	58	58	58	58	60	64	70	74	78	84	88	92	98	102	108	112	116	122	126	132	142	152	162	172	182	192	202	
	26	64	62	62	62	64	66	68	74	78	82	88	92	98	102	108	112	116	122	128	132	136	146	156	166	176	186	196	
	28	68	68	68	68	68	70	74	78	84	88	94	98	102	108	112	118	122	126	130	136	140	146	156	166	176	186	196	
	30	72	72	74	72	74	76	78	82	88	92	98	102	108	112	118	120	126	132	136	140	146	150	160	170	180	190	200	
	32	78	78	78	78	78	80	82	88	92	96	102	108	112	116	122	126	130	136	142	146	150	160	170	180	190	200	210	
	34	82	84	82	82	84	86	88	94	98	102	106	112	116	122	126	132	136	140	146	152	156	166	176	186	196	206	216	
	36	88	88	88	88	88	90	94	98	104	108	112	118	122	128	130	136	142	146	150	156	160	170	180	190	200	210	220	
	38	94	94	94	94	94	96	98	102	108	112	116	122	126	132	136	140	146	152	156	160	170	180	190	200	210	220	230	
	40	98	98	98	98	98	100	102	106	112	118	122	126	132	136	140	146	150	156	160	170	180	190	200	210	220	230	240	
	44	108	108	108	108	108	110	112	116	122	126	132	136	142	146	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	
	48	118	118	118	118	118	120	122	126	132	136	142	146	150	156	166	176	186	196	206	216	226	236	246	256	266	276	286	
	52	128	128	128	128	128	130	132	136	142	146	152	156	162	166	176	186	196	206	216	226	236	246	256	266	276	286	296	
	56	140	140	138	138	140	140	142	146	152	156	160	166	176	186	196	206	216	226	236	246	256	266	276	286	296	306	316	
	60	148	148	148	148	148	150	152	156	162	166	176	186	196	206	216	226	236	246	256	266	276	286	296	306	316	326	336	
	64	160	158	158	158	158	160	166	176	186	196	206	216	226	236	246	256	266	276	286	296	306	316	326	336	346	356	366	

$\omega$  sayıları

**n=0.1**

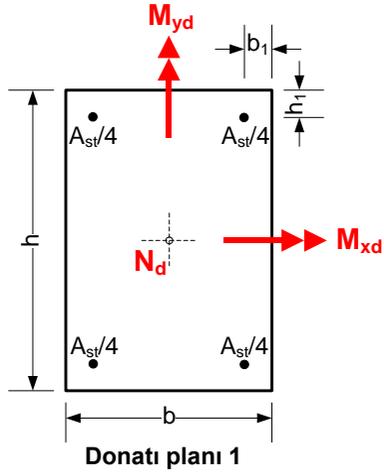
		$m_x$																												
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56	60	64	68	
$m_y$	0				6	8	12	18	22	28	32	38	44	48	54	58	62	68	74	78	84	88	98	108	118	130	138	148	158	
	2				6	8	12	18	22	28	32	38	44	48	54	58	64	68	74	78	84	88	98	108	118	130	138	148	158	
	4				6	8	14	18	24	28	34	38	44	48	54	58	64	68	74	80	84	90	100	110	120	130	140	150	160	
	6	6	6	6	6	8	12	16	20	26	30	36	40	46	50	56	60	66	70	76	80	86	90	100	110	120	130	140	152	
	8	8	8	8	8	12	16	20	24	28	34	38	42	48	52	58	62	68	72	78	82	86	92	96	106	116	126	136	146	156
	10	12	12	14	16	20	24	28	34	38	42	48	52	58	62	68	72	76	82	86	92	96	106	116	126	136	146	156	166	
	12	18	18	18	20	24	28	32	38	42	48	52	56	62	66	72	76	82	86	92	96	102	112	122	132	142	152	162	172	
	14	22	22	24	26	28	34	38	42	46	52	58	62	66	72	76	82	86	92	96	100	106	116	126	136	146	156	166	176	
	16	28	28	28	30	34	38	42	46	52	56	62	66	72	76	80	86	92	96	100	104	110	120	130	140	150	160	170	180	
	18	32	32	34	36	38	42	48	52	56	60	66	70	76	80	84	90	96	100	106	110	114	126	136	146	156	166	176	186	
	20	38	38	38	40	42	48	52	58	62	66	70	76	80	86	90	96	100	106	110	116	120	130	140	150	160	170	180	190	
	22	44	44	44	46	48	52	56	62	66	70	76	80	86	90	94	100	106	110	114	120	126	136	146	156	166	176	186	196	
	24	48	48	48	50	52	58	62	66	72	76	80	86	90	96	100	106	110	114	120	124	130	140	150	160	170	180	190	200	
	26	54	54	54	56	58	62	66	72	76	82	86	90	96	100	106	110	116	120	124	130	134	146	156	166	176	186	196	206	
	28	58	58	58	60	62	68	72	76	80	84	90	94	100	106	110	116	120	124	130	134	140	150	160	170	180	190	200	210	
	30	62	64	64	66	68	72	76	82	86	90	96	100	106	110	116	120	124	130	134	140	144	154	164	174	184	194	204	214	
	32	68	68	68	70	72	76	82	86	92	96	100	106	110	116	120	126	130	134	140	144	150	160	170	180	190	200	210	220	
	34	74	74	74	76	78	82	86	92	96	100	106	110	114	120	124	130	134	138	144	150	154	164	174	184	194	204	214	224	
	36	78	78	80	80	82	86	92	96	100	106	110	114	120	124	130	134	140	144	148	154	160	170	180	190	200	210	220	230	
	38	84	84	84	86	88	92	96	100	104	110	116	120	124	130	134	140	144	148	154	160	170	180	190	200	210	220	230	240	
	40	88	88	90	90	92	96	102	106	110	114	120	126	130	134	140	144	150	154	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	
	44	98	98	100	100	102	106	112	116	120	126	130	136	140	146	150	154	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	
	48	108	108	110	110	112	116	122																						







## AYDIN/AKGÜN/TOPÇU Kolon Tabloları



$$n = \frac{N_d}{b h f_{cd}}$$

$$m_x = \frac{100 M_{xd}}{b h^2 f_{cd}}$$

$$m_y = \frac{100 M_{yd}}{b^2 h f_{cd}}$$

$$A_{st} = \frac{\omega}{100} \frac{f_{cd}}{f_{yd}} b h$$

## Çelik: S 420, B 420B, B 420C

$A_{st}$  toplam donatı alanıdır.

$n$ ,  $m_x$  ve  $m_y$  değerlerine bağlı olarak  $\omega$  tablodan alınır.

## Varsayımlar:

Basınç bloğu modeli: eşdeğer dikdörtgen.

$$\varepsilon_{cu}=0.003$$

$$k_1=0.85, k_3=0.85$$

Her tür beton için sabit alınmıştır

Elasto-plastik çelik:  $\sigma_s = E_s \varepsilon_s \leq f_{yd}$

$$\varepsilon_{su}=0.10$$

$$b_1/b=h_1/h=0.10$$

n=0.8

		$m_x$																													
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56	60				
$m_y$	0			6	8	12	18	24	30	36	40	46	52	58	64	70	74	80	86	92	96	102	114	124	134	144	154				
	2			6	8	12	18	24	30	36	42	48	52	58	64	70	76	80	86	92	98	102	114	124	134	146	154				
	4	6	6	6	10	14	20	26	30	36	42	48	54	60	66	70	76	82	88	92	98	104	114	126	136	146	156				
	6	8	8	10	14	18	24	28	34	40	46	52	56	62	68	72	80	84	88	96	100	104	116	126	136	146	156				
	8	12	12	14	18	22	28	32	38	44	50	54	62	66	72	78	82	88	94	100	104	110	120	130	140	148	160				
	10	18	18	20	24	28	32	38	42	48	54	60	66	70	76	82	86	92	98	104	108	112	124	134	144	154					
	12	24	24	26	28	32	38	42	48	52	58	64	68	76	80	86	92	96	102	106	112	118	128	138	148	158					
	14	30	30	30	34	38	42	48	52	58	62	68	74	80	84	90	96	100	106	112	116	122	132	142	152						
	16	36	36	36	40	44	48	52	58	62	68	72	78	84	90	94	100	106	110	114	120	126	138	146	158						
	18	40	42	42	46	50	54	58	62	68	72	78	84	88	94	100	104	110	116	122	126	130	142	150							
	20	46	48	48	52	54	60	64	68	72	78	82	88	92	98	104	110	114	120	126	130	136	146	156							
	22	52	52	54	56	62	66	68	74	78	84	88	92	98	104	108	114	118	124	130	134	140	150								
	24	58	58	60	62	66	70	76	80	84	88	92	98	102	108	114	118	124	130	134	138	144	154								
	26	64	64	66	68	72	76	80	84	90	94	98	104	108	112	118	122	128	132	138	144	150	154								
	28	70	70	72	74	78	82	86	90	94	100	104	108	114	118	122	128	132	138	144	150	154									
	30	74	76	76	80	82	86	92	96	100	104	110	114	118	122	128	132	138	144	148	152	158									
	32	80	80	82	84	88	92	96	100	106	110	114	118	124	130	132	138	142	148	154	158										
34	86	86	88	88	94	98	102	106	110	116	120	124	130	134	138	144	148	152	158												
36	92	92	92	96	100	104	106	112	114	122	126	130	134	138	144	148	154	158													
38	96	98	98	98	100	104	108	112	116	120	126	130	134	138	144	150	152	158													
40	102	102	104	104	110	112	118	122	126	130	136	140	144	148	154	158															
44	114	114	114	116	120	124	128	132	138	142	146	150	154	160																	
48	124	124	126	126	130	134	138	142	146	150	156																				
52	134	134	136	136	140	144	148	152	158																						
56	144	146	146	146	148	154	158																								
60	154	154	156	156	160																										

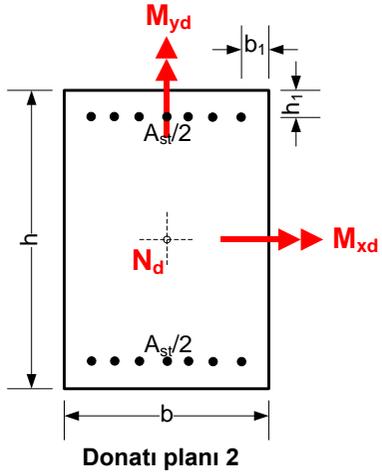
$\omega$  sayıları

n=0.9

		$m_x$																													
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56					
$m_y$	0			6	8	12	18	22	28	32	38	44	50	56	60	66	72	78	82	88	94	100	104	110	122	132	142	154			
	2			6	8	12	18	22	28	32	38	44	50	56	60	66	72	78	84	90	96	100	106	110	122	132	142	154			
	4	12	12	16	20	24	28	34	40	46	50	56	62	68	74	78	84	90	96	100	106	112	122	132	144	154					
	6	18	18	20	22	28	32	36	42	48	52	58	64	70	74	80	86	90	96	102	106	112	122	134	144	156					
	8	22	22	24	28	32	36	40	46	52	56	62	68	72	78	84	90	94	100	106	110	116	126	136	146	156					
	10	28	28	28	32	36	40	44	50	56	62	66	72	78	84	88	94	100	106	110	114	120	130	140	150	160					
	12	32	34	34	36	40	44	50	54	60	66	72	76	82	88	92	98	104	108	114	120	124	134	144	154						
	14	38	38	40	42	46	50	54	60	64	70	76	80	86	92	98	102	108	114	118	124	128	140	148	158						
	16	44	44	46	48	52	56	60	64	70	74	80	86	90	96	102	108	114	118	122	128	132	144	154							
	18	50	50	50	52	56	62	66	70	74	80	86	90	96	100	106	112	116	122	128	132	138	148	158							
	20	56	56	56	58	62	66	72	76	80	86	90	94	100	104	110	116	122	128	132	138	142	152								
	22	60	60	62	64	68	72	76	80	86	90	94	100	104	110	116	120	126	132	136	142	146	156								
	24	66	66	68	70	72	78	82	86	90	96	100	104	110	114	120	124	130	136	140	146	150	160								
	26	72	72	74	74	78	84	88	92	96	100	104	110	114	120	126	130	136	140	144	152	156									
	28	78	78	78	80	84	88	92	98	102	106	110	116	120	126	130	136	140	144	150	156	160									
	30	82	84	84	86	90	94	98	102	108	112	116	120	124	130	136	140	146	150	154	160										
	32	88	90	90	90	94	100	104	108	114	116	122	126	130	136	140	146	148	154	160											
34	94	94	96	96	100	106	108	114	118	122	128	132	136	140	144	150	154	160													
36	100	100	100	102	106	110	114	118	122	128	132	136	140	144	150	154	160														
38	104	106	106	106	110	114	120	124	128	132	138	142	146	152	156	160															
40	110	110	112	112	116	120	124	128	132	138	142	146	150	156	160																
44	122	122	122	122	126	130	134	140	144	148	152	156	160																		
48	132	132	132	134	136	140	144	148	154	158																					
52	142	142	144	144	146	150	154	158																							
56	154	154	154	156	156	160																									

$\omega$  sayıları

## AYDIN/AKGÜN/TOPÇU Kolon Tabloları



$$n = \frac{N_d}{b h f_{cd}}$$

$$m_x = \frac{100 M_{xd}}{b h^2 f_{cd}}$$

$$m_y = \frac{100 M_{yd}}{b^2 h f_{cd}}$$

$$A_{st} = \frac{\omega}{100} \frac{f_{cd}}{f_{yd}} b h$$

## Çelik: S 420, B 420B, B 420C

$A_{st}$  toplam donatı alanıdır.

$n$ ,  $m_x$  ve  $m_y$  değerlerine bağlı olarak  $\omega$  tablodan alınır.

## Varsayımlar:

Basınç bloğu modeli: eşdeğer dikdörtgen.

$$\varepsilon_{cu}=0.003$$

$$k_1=0.85, k_3=0.85$$

Her tür beton için sabit alınmıştır

Elasto-plastik çelik:  $\sigma_s = E_s \varepsilon_s \leq f_{yd}$

$$\varepsilon_{su}=0.10$$

$$b_1/b=h_1/h=0.10$$

n=0

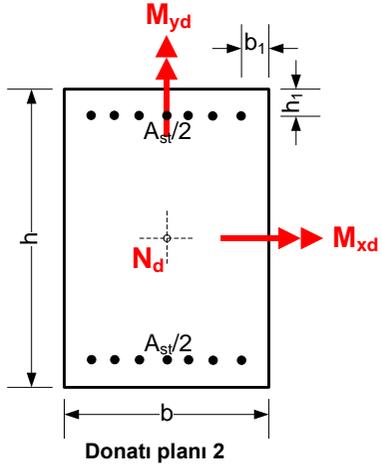
		$m_x$																													
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56	60	64			
$m_y$	0																														
	2	6	6	8	12	18	22	28	32	38	42	48	52	58	64	68	72	78	82	88	94	98	108	118	128	140	148	158			
	4	6	8	10	14	18	24	28	32	38	42	48	54	58	62	68	74	78	84	88	94	98	108	118	128	138	148	158			
	6	12	12	14	16	20	26	30	34	40	44	50	54	60	64	70	74	80	84	90	94	100	110	120	130	140	150	160			
	8	18	18	20	22	26	30	34	38	44	48	52	58	62	66	72	76	82	86	92	96	102	106	116	126	136	146	156			
	10	24	24	26	28	32	36	40	44	48	54	58	64	68	72	78	82	88	92	98	102	108	112	124	132	142	152				
	12	30	32	34	36	38	42	46	50	56	60	64	70	74	78	84	88	92	98	102	108	112	124	132	142	152					
	14	38	38	40	42	46	50	52	58	62	66	72	76	80	86	90	96	100	106	110	116	120	130	140	150	160					
	16	46	46	48	50	54	58	62	66	70	74	80	84	90	94	98	102	108	112	118	122	128	136	146	156						
	18	54	54	56	58	62	66	68	72	76	82	86	92	96	100	106	110	116	120	124	130	136	146	154							
	20	62	62	64	66	70	74	76	80	84	90	96	100	104	110	114	120	124	128	134	138	144	152								
	22	70	72	74	76	78	82	86	90	92	98	102	108	112	118	122	126	132	136	140	146	150	160								
	24	78	80	82	84	88	92	94	98	102	106	110	116	120	126	130	134	140	146	150	154	158									
	26	88	90	92	94	96	100	104	108	110	116	120	124	130	134	138	144	150	152	158											
	28	98	98	100	104	106	110	114	116	120	126	128	134	138	142	148	152	156	160												
	30	106	108	110	112	116	118	122	126	130	132	138	142	146	152	156															
	32	116	118	120	122	124	128	132	136	138	142	146	152	156																	
	34	126	126	128	134	136	138	140	144	148	152	158	160																		
	36	136	136	138	140	144	146	150	154	160																					
	38	144	144	148	150	152	154	160																							
40	156	158	158																												

$\omega$  sayıları

n=0.1

		$m_x$																														
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56	60	64	68			
$m_y$	0																															
	2				6	8	12	18	22	28	32	38	44	48	54	58	62	68	74	78	84	88	98	108	118	128	138	148	158			
	4				6	10	14	20	24	30	34	40	44	50	54	60	64	70	74	80	84	90	100	110	120	130	140	150	160			
	6	6	6	6	6	8	12	18	22	28	32	38	42	46	52	58	62	68	72	76	82	88	92	102	112	122	132	142	152			
	8	8	8	8	10	14	18	22	28	32	36	42	46	52	56	62	66	72	78	82	86	92	96	108	116	126	136	146	156			
	10	16	16	18	20	24	28	34	38	44	48	54	58	62	68	72	78	82	88	92	98	102	114	124	134	144	154					
	12	22	24	26	28	32	36	40	46	50	56	60	66	70	74	80	86	90	94	100	104	110	120	130	140	150	160					
	14	30	32	34	36	40	44	48	52	58	62	68	72	78	82	88	92	96	102	108	112	118	126	136	146	156						
	16	38	40	42	44	48	52	56	60	66	70	76	80	86	90	96	100	106	110	114	120	124	134	144	154							
	18	46	48	50	52	56	60	64	70	74	78	84	88	92	98	104	108	112	118	122	126	132	142	152								
	20	56	56	60	62	66	70	74	78	82	88	92	96	102	106	112	116	122	126	130	136	140	150	160								
	22	66	66	68	72	74	78	82	86	92	96	100	106	110	114	120	126	128	134	140	144	148	158									
	24	74	74	78	80	84	88	92	96	100	106	108	114	120	124	128	134	138	142	148	154	160										
	26	84	84	86	90	92	98	100	104	108	114	118	122	128	132	138	142	146	152	156												
	28	94	94	96	98	104	106	110	114	118	122	126	132	136	142	146	150	156														
	30	102	104	106	110	112	116	120	124	128	132	138	140	146	150	154	160															
	32	112	112	116	118	122	126	128	132	138	140	146	150	154	160																	
	34	122	122	126	128	130	134	138	142	148	150	156																				
	36	132	132	136	138	142	146	148	152	156	160																					
	38	142	144	146	148	150	154	158																								
40	152	154	156	158	160																											

$\omega$  sayıları



$$n = \frac{N_d}{b h f_{cd}}$$

$$m_x = \frac{100 M_{xd}}{b h^2 f_{cd}}$$

$$m_y = \frac{100 M_{yd}}{b^2 h f_{cd}}$$

$$A_{st} = \frac{\omega}{100} \frac{f_{cd}}{f_{yd}} b h$$

**Çelik: S 420, B 420B, B 420C**

$A_{st}$  toplam donatı alanıdır.

$n$ ,  $m_x$  ve  $m_y$  değerlerine bağlı olarak  $\omega$  tablodan alınır.

**Varsayımlar:**

Basınç bloğu modeli: eşdeğer dikdörtgen.

$\epsilon_{cu}=0.003$

$k_1=0.85$ ,  $k_3=0.85$

Her tür beton için sabit alınmıştır

Elasto-plastik çelik:  $\sigma_s = E_s \epsilon_s \leq f_{yd}$

$\epsilon_{su}=0.10$

$b_1/b=h_1/h=0.10$

**n=0.2**

		$m_x$																											
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56	60	64	68
0						6	10	14	20	24	30	34	40	44	50	54	60	64	70	74	80	90	100	110	120	130	140	150	160
2						6	10	16	20	26	30	36	40	46	52	56	62	66	72	76	82	92	102	112	122	132	142	152	
4					6	8	12	18	22	28	32	38	44	48	52	58	64	68	74	78	84	94	104	114	124	134	144	154	
6				6	6	12	16	22	26	32	38	42	48	52	58	62	68	74	78	84	88	98	108	118	128	138	148	158	
8			6	6	12	16	22	28	32	38	42	48	54	58	64	68	74	78	84	88	94	104	114	126	136	144	156		
10	6	8	10	14	18	24	28	34	38	44	50	54	60	66	70	74	80	86	90	96	100	110	122	132	142	150	160		
12	14	16	18	22	26	32	36	42	46	52	56	62	68	72	78	82	88	92	98	104	108	118	128	138	148	158			
14	24	24	28	32	34	40	44	50	54	60	64	70	74	80	84	90	94	100	104	110	114	126	134	146	156				
16	32	34	36	40	44	48	52	58	62	68	74	78	82	88	94	98	104	108	114	118	124	134	142	154					
18	42	44	46	50	52	58	62	66	72	76	82	86	90	96	102	106	110	116	122	126	132	142	152	160					
20	52	52	54	58	62	66	70	76	80	84	90	96	100	104	110	114	120	126	130	134	138	148	158						
22	62	62	64	68	72	76	80	84	90	94	100	104	108	114	118	124	128	132	138	144	148	158							
24	70	72	74	78	82	84	90	94	100	104	108	112	118	122	128	132	138	142	146	152	156	160							
26	82	82	84	88	92	94	98	104	108	112	118	122	126	132	136	140	146	152	156	160									
28	92	92	94	98	102	104	108	114	118	122	126	132	136	142	146	150	156	160											
30	100	102	104	108	112	114	118	124	128	132	136	140	144	150	156	160													
32	112	112	114	118	120	124	128	132	136	142	146	150	154																
34	122	122	124	128	132	136	138	142	148	152	156	160																	
36	132	132	134	136	140	144	150	152	156	160																			
38	142	142	144	148	152	154	158																						
40	152	152	156	158	160																								

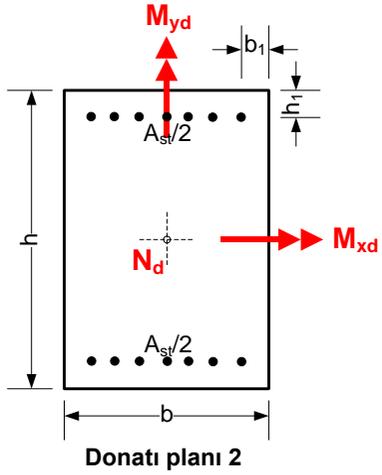
$\omega$  sayıları

**n=0.3**

		$m_x$																										
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56	60	64
0						6	10	16	20	26	30	36	40	46	50	56	60	66	70	76	86	96	106	116	126	136	146	156
2						6	10	16	20	26	30	36	40	46	50	56	62	66	72	76	86	96	106	116	126	136	146	156
4						6	8	14	20	24	30	34	40	46	50	56	60	66	70	76	80	92	100	112	122	130	142	152
6						6	12	18	24	30	34	40	46	50	56	62	66	72	76	82	86	96	106	116	126	138	146	158
8					6	6	12	18	24	30	34	40	46	52	56	62	66	72	78	82	88	92	102	112	122	134	144	154
10	6	8	10	14	18	24	28	34	38	44	50	54	60	66	70	76	82	86	92	96	102	106	118	128	138	148	158	
12	8	10	14	18	22	28	34	38	44	50	54	60	66	70	76	82	86	92	96	102	106	118	128	138	148	158		
14	18	20	24	28	32	36	42	46	52	58	64	68	74	80	84	90	94	100	104	110	116	124	136	144	154			
16	28	30	34	38	42	46	50	56	62	66	72	78	82	86	92	98	102	108	112	118	122	132	144	152				
18	38	40	44	48	52	56	60	66	70	76	80	86	90	96	100	106	110	116	120	126	132	142	150	160				
20	50	50	54	56	62	66	70	74	80	84	90	94	98	104	108	116	120	124	130	136	140	150	160					
22	58	62	64	66	72	76	80	86	90	94	98	104	108	112	120	122	128	134	138	144	148	158						
24	70	70	74	76	82	86	90	94	100	104	108	114	118	122	128	132	136	142	148	154	158							
26	80	82	84	86	92	96	100	104	108	112	118	124	126	132	136	142	146	150	156									
28	90	92	94	96	102	106	110	114	118	122	126	132	136	142	146	152	156	160										
30	100	102	104	108	110	114	120	124	128	132	136	140	146	150	156	160												
32	110	112	114	116	120	124	128	134	136	142	146	152	156															
34	120	122	124	128	130	134	138	142	146	152	156																	
36	130	132	134	138	140	144	148	152	158																			
38	140	142	146	148	150	154	158																					
40	150	152	156	158	160																							

$\omega$  sayıları





$$n = \frac{N_d}{b h f_{cd}}$$

$$m_x = \frac{100 M_{xd}}{b h^2 f_{cd}}$$

$$m_y = \frac{100 M_{yd}}{b^2 h f_{cd}}$$

$$A_{st} = \frac{\omega f_{cd}}{100 f_{yd}} b h$$

## Çelik: S 420, B 420B, B 420C

$A_{st}$  toplam donatı alanıdır.

$n$ ,  $m_x$  ve  $m_y$  değerlerine bağlı olarak  $\omega$  tablodan alınır.

### Varsayımlar:

Basınç bloğu modeli: eşdeğer dikdörtgen.

$\epsilon_{cu}=0.003$

$k_1=0.85$ ,  $k_3=0.85$

Her tür beton için sabit alınmıştır

Elasto-plastik çelik:  $\sigma_s = E_s \epsilon_s \leq f_{yd}$

$\epsilon_{su}=0.10$

$b_1/b=h_1/h=0.10$

$n=0.6$

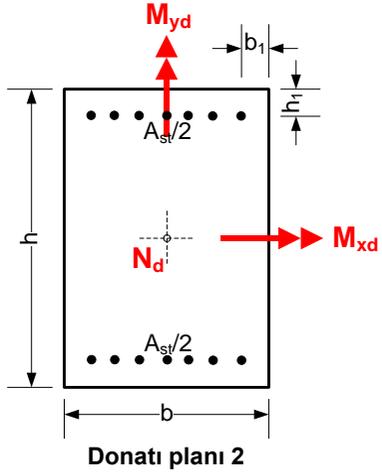
		$m_x$																												
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56	60	64	68	
$m_y$	0						6	8	14	20	26	32	38	44	48	54	60	66	70	76	82	86	96	108	118	128	138	148	158	
	2						6	10	16	22	28	34	40	44	50	56	62	66	72	78	82	88	98	108	120	130	140	150	160	
	4						6	12	18	24	30	36	42	48	54	58	66	70	76	80	86	92	102	112	122	132	142	152		
	6						6	10	16	24	30	36	42	48	54	58	64	70	74	80	86	92	96	106	118	128	136	146	158	
	8						6	10	16	22	30	36	42	48	54	60	64	70	76	82	88	92	98	102	112	124	134	144	152	
	10	6	6	8	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	82	88	92	98	104	110	120	130	140	148	158			
	12	14	14	18	22	28	34	38	44	50	56	62	68	74	78	84	90	96	100	106	112	116	126	136	146	156				
	14	24	26	28	32	38	42	48	52	58	64	70	76	80	86	92	96	102	108	112	118	124	134	144	154					
	16	36	38	40	44	48	52	58	62	66	72	78	82	88	94	100	106	110	114	120	126	130	142	152						
	18	46	48	50	54	58	64	68	72	78	82	86	92	98	102	108	114	118	122	128	134	138	148	160						
	20	58	58	62	64	68	72	78	82	86	92	96	102	106	110	116	120	126	132	138	142	148	158							
	22	68	70	72	76	78	84	88	92	96	102	106	110	116	120	124	130	136	140	144	150	154								
	24	78	82	84	86	90	94	98	102	106	112	116	120	124	130	134	140	144	150	154	160									
	26	88	90	94	96	98	104	108	112	116	120	126	130	134	140	144	150	154	158											
	28	98	100	102	106	108	114	118	122	126	132	136	138	144	150	154	160													
	30	108	110	114	118	120	124	128	132	136	140	144	150	154	160															
	32	118	120	122	126	130	134	138	142	146	152	156	160																	
	34	130	132	134	138	140	144	148	154	156																				
	36	138	140	144	148	150	156	158																						
	38	150	152	154	158																									
40	158																													

$\omega$  sayıları

$n=0.7$

		$m_x$																													
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56	60	64	68		
$m_y$	0						6	10	16	22	28	34	38	44	50	56	62	66	72	78	84	88	94	104	116	126	136	146	156		
	2						6	10	16	22	28	34	40	46	52	56	62	68	74	78	84	90	96	106	116	126	138	148	158		
	4						6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	76	82	86	92	98	108	118	130	140	150	160	
	6						6	6	10	16	22	28	34	42	46	52	58	64	70	76	82	88	92	98	104	114	124	134	144	154	
	8	6	6	8	12	16	22	28	34	40	46	52	58	64	70	76	82	88	92	98	102	110	118	130	140	150	158				
	10	12	14	16	20	24	30	36	42	48	54	60	66	70	76	82	88	94	100	104	110	116	126	136	146	156					
	12	22	22	24	30	34	38	44	50	56	60	68	72	78	84	90	96	100	106	112	118	122	132	142	152						
	14	32	34	36	40	44	48	52	58	64	68	74	80	86	92	98	102	108	112	118	124	128	140	150	160						
	16	42	44	46	50	54	58	62	68	72	78	82	88	94	98	104	110	116	122	126	132	136	148	158							
	18	52	54	56	60	64	68	72	78	82	88	92	98	102	106	114	118	124	128	134	138	144	154								
	20	64	66	68	70	74	78	82	88	92	98	102	106	112	116	122	126	132	138	144	148	154									
	22	74	76	80	82	84	88	94	98	102	106	110	116	122	126	130	136	140	146	150	156	160									
	24	84	86	88	92	96	98	104	108	112	116	122	126	130	136	140	144	150	154	160											
	26	94	96	100	102	104	110	114	118	122	128	132	134	140	146	148	154	158													
	28	106	108	110	112	114	120	124	128	132	136	142	146	150	156	158															
	30	116	118	120	122	126	130	134	138	142	146	150	156	158																	
	32	126	128	130	132	136	140	144	148	152	156																				
	34	136	132	140	144	146	148	154	160	160																					
	36	146	148	150	156	158	160																								
	38	156	158																												

$\omega$  sayıları



$$n = \frac{N_d}{b h f_{cd}}$$

$$m_x = \frac{100 M_{xd}}{b h^2 f_{cd}}$$

$$m_y = \frac{100 M_{yd}}{b^2 h f_{cd}}$$

$$A_{st} = \frac{\omega f_{cd}}{100 f_{yd}} b h$$

## Çelik: S 420, B 420B, B 420C

$A_{st}$  toplam donatı alanıdır.

$n$ ,  $m_x$  ve  $m_y$  değerlerine bağlı olarak  $\omega$  tablodan alınır.

### Varsayımlar:

Basınç bloğu modeli: eşdeğer dikdörtgen.

$\epsilon_{cu}=0.003$

$k_1=0.85$ ,  $k_3=0.85$

Her tür beton için sabit alınmıştır

Elasto-plastik çelik:  $\sigma_s = E_s \epsilon_s \leq f_{yd}$

$\epsilon_{su}=0.10$

$b_1/b=h_1/h=0.10$

n=0.8

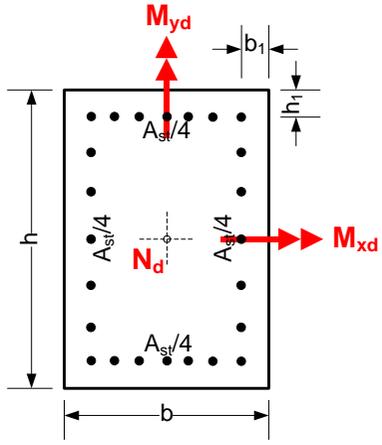
		$m_x$																									
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56	60
$m_y$	0			6	8	12	18	24	30	36	40	46	52	58	64	70	74	80	86	92	96	102	112	124	134	144	154
	2			6	8	12	18	24	30	36	42	48	52	58	64	70	76	82	86	92	98	104	114	124	136	146	156
	4	6	6	6	10	14	20	26	32	38	44	50	56	60	66	72	78	82	88	94	100	106	116	126	136	148	158
	6	8	8	10	14	20	24	30	36	42	48	54	60	66	70	76	82	88	94	98	104	110	120	130	140	152	
	8	14	16	18	22	26	30	36	42	48	54	60	64	70	76	82	88	94	98	104	110	116	126	136	146	156	
	10	22	24	26	28	34	38	44	48	54	60	66	72	76	82	88	94	100	106	110	116	122	132	142	152		
	12	30	32	34	38	42	46	52	56	62	66	72	78	84	90	94	100	106	112	118	124	128	138	150	160		
	14	40	40	44	46	50	56	60	64	70	74	80	86	92	96	104	108	114	118	124	130	134	146	156			
	16	50	50	54	56	60	64	70	74	80	84	90	96	100	106	110	116	122	128	132	138	144	154				
	18	60	62	64	66	70	74	80	84	88	94	98	104	108	114	118	126	130	134	140	146	150					
	20	70	72	74	76	80	84	90	94	98	104	108	114	118	122	128	132	138	144	148	154	160					
	22	80	82	86	88	90	94	100	102	108	112	118	122	128	132	136	140	148	152	156	160						
	24	92	94	94	98	102	104	110	114	118	124	128	132	136	140	146	150	154									
	26	102	104	106	108	110	116	120	124	128	134	138	140	146	152	154	160										
	28	112	114	116	122	122	126	130	134	138	142	148	152	156													
	30	122	124	128	128	132	136	140	144	150	152	156															
32	132	134	138	140	142	146	150	156	158																		
34	142	144	148	150	152	156	160																				
36	152	154	158																								

$\omega$  sayıları

n=0.9

		$m_x$																									
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56	
$m_y$	0																										
	2																										
	4	14	14	16	20	24	30	34	40	46	52	56	62	68	74	80	86	90	96	102	106	112	124	134	144	156	
	6	18	20	22	24	28	34	38	44	50	56	60	66	72	78	84	90	96	100	106	112	116	128	138	148	160	
	8	26	26	28	30	34	40	44	50	54	60	66	72	78	84	90	94	100	106	112	118	122	132	144	154		
	10	32	34	36	38	42	46	52	56	62	68	72	78	84	90	96	100	106	112	118	122	128	140	150	160		
	12	40	42	44	46	50	54	60	64	70	74	80	86	90	96	102	108	112	118	124	130	134	146	156			
	14	48	50	52	54	58	64	68	72	78	82	88	94	98	104	110	116	120	126	130	136	142	154				
	16	58	60	62	64	68	72	78	82	88	90	96	102	106	112	116	122	128	134	138	144	150	160				
	18	68	70	72	74	78	82	86	92	96	100	106	110	116	120	126	130	136	142	146	152	158					
	20	78	80	82	84	88	92	96	100	106	110	114	120	124	130	134	140	144	148	154	160						
	22	88	92	92	94	98	102	106	110	114	120	124	128	134	138	144	148	154	158								
	24	98	100	102	104	108	112	116	120	124	130	134	138	142	148	152	158	160									
	26	110	112	114	116	118	122	126	130	136	140	144	148	152	158												
	28	120	120	122	128	128	132	136	140	144	150	154	158														
	30	130	132	134	136	140	142	146	150	156	158																
32	140	142	144	148	150	152	156	160																			
34	150	152	154	158	160																						
36	160																										

$\omega$  sayıları



Donatı planı 3

$$n = \frac{N_d}{b h f_{cd}}$$

$$m_x = \frac{100 M_{xd}}{b h^2 f_{cd}}$$

$$m_y = \frac{100 M_{yd}}{b^2 h f_{cd}}$$

$$A_{st} = \frac{\omega}{100} \frac{f_{cd}}{f_{yd}} b h$$

**Çelik: S 420, B 420B, B 420C**

$A_{st}$  toplam donatı alanıdır.

$n$ ,  $m_x$  ve  $m_y$  değerlerine bağlı olarak  $\omega$  tablodan alınır.

**Varsayımlar:**

Basınç bloğu modeli: eşdeğer dikdörtgen.

$\epsilon_{cu}=0.003$

$k_1=0.85$ ,  $k_3=0.85$

Her tür beton için sabit alınmıştır

Elasto-plastik çelik:  $\sigma_s = E_s \epsilon_s \leq f_{yd}$

$\epsilon_{su}=0.10$

$b_1/b=h_1/h=0.10$

n=0

		$m_x$																											
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56			
$m_y$	0																												
	2			6	8	12	18	22	28	34	40	46	50	56	62	68	74	80	86	92	98	104	110	122	134	146	158		
	4	8	8	10	14	18	24	30	36	40	46	52	58	64	70	76	82	88	94	100	106	112	124	136	148	160			
	6	12	12	14	16	22	26	32	38	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	126	138	152				
	8	18	18	18	22	24	28	34	40	46	52	56	62	70	74	80	86	92	98	104	110	116	130	142	154				
	10	22	22	24	26	28	32	38	44	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	132	144	158				
	12	28	28	30	32	34	38	42	46	52	58	64	70	76	80	86	92	98	104	110	116	122	136	148	160				
	14	34	34	36	38	40	44	46	52	56	62	68	74	80	86	90	96	102	108	114	120	126	140	150					
	16	38	40	40	42	46	48	52	56	62	66	72	78	84	90	94	100	106	112	118	124	130	142	156					
	18	44	46	46	48	52	54	58	62	66	72	76	82	88	94	98	106	110	116	122	128	134	146	158					
	20	50	50	52	54	56	60	64	68	72	76	82	88	92	98	104	110	116	122	126	132	138	150						
	22	56	56	58	60	62	66	70	74	78	82	88	92	98	104	108	114	120	126	132	136	142	154						
	24	60	62	64	66	70	72	76	80	84	88	92	98	102	108	114	118	124	130	136	142	148	160						
	26	66	68	70	72	74	78	80	86	90	94	98	104	108	114	118	124	130	134	142	148	154							
	28	72	74	76	78	80	84	86	90	94	98	104	108	114	118	124	130	136	140	146	152								
	30	78	80	82	84	86	90	92	96	100	106	110	114	118	124	130	136	140	146	152	158								
	32	84	86	88	90	92	96	98	102	106	110	116	120	124	130	136	140	146	152	158									
	34	90	92	94	96	98	102	104	108	112	116	122	126	132	134	140	146	152	158										
	36	96	98	100	102	104	108	110	114	118	122	126	132	136	142	146	152	158											
	38	102	104	106	108	110	114	116	120	124	128	132	136	142	148	152	158												
	40	108	110	112	114	116	120	122	126	130	134	138	142	148	154														
	44	120	122	124	126	130	132	136	140	142	146	150	154	160															
	48	132	134	136	138	142	144	148	150	156	158																		
	52	146	146	148	152	154	158	160																					
	56	158	158	160																									

$\omega$  sayıları

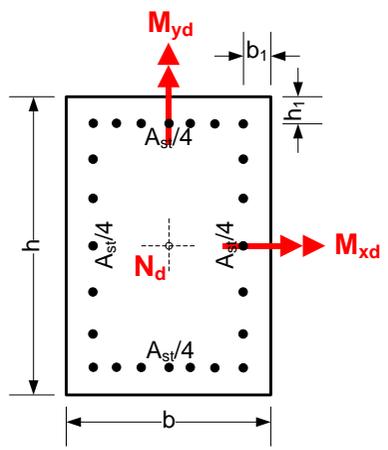
n=0.1

		$m_x$																											
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56			
$m_y$	0																												
	2				6	8	14	20	26	32	38	44	50	56	62	68	74	80	86	92	98	104	116	130	142	154			
	4				6	10	16	22	28	34	40	46	50	58	62	70	76	82	88	94	100	106	120	132	144	156			
	6	6	6	6	6	8	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	122	134	146	158		
	8	8	8	8	10	12	18	22	28	32	40	44	50	56	62	68	76	82	88	94	100	106	112	124	136	150			
	10	14	14	14	16	18	22	26	32	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	98	104	108	116	128	140	152			
	12	18	20	22	24	28	32	36	42	48	54	58	64	70	76	82	88	94	100	106	112	118	132	144	156				
	14	24	26	28	30	32	36	42	46	52	56	62	68	74	82	86	92	98	104	110	116	122	134	148	160				
	16	30	32	34	36	40	42	48	52	58	62	68	74	80	86	90	98	102	108	114	120	126	140	152					
	18	36	38	40	42	44	48	54	56	62	68	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	144	154					
	20	42	44	46	48	50	54	58	62	68	72	78	84	90	94	100	108	112	118	124	130	136	148	156					
	22	48	50	50	54	56	60	64	68	74	78	84	90	94	100	106	112	118	124	130	136	142	152						
	24	54	56	58	60	62	66	70	74	80	84	90	94	100	106	112	116	122	128	134	140	146	156						
	26	60	62	62	66	68	72	76	82	86	90	94	100	106	112	118	122	128	134	140	144	150							
	28	66	68	70	72	76	78	82	86	90	96	100	106	112	118	124	128	134	140	144	150	156							
	30	72	74	76	78	82	84	88	92	98	102	108	112	116	122	128	134	138	144	150	156								
	32	78	80	82	84	88	90	94	98	102	108	112	118	122	128	134	138	144	150	156	160								
	34	84	86	88	90	94	98	100	104	108	114	118	124	128	134	140	144	150	156	160									
	36	90	92	94	96	100	104	106	110	114	120	124	130	134	140	144	150	156	160										
	38	96	98	100	102	106	108	112	116	120	126	130	136	140	144	150	156	160											
	40	104	104	106	108	112	116	118	122	126	132	136	142	146	150	156	160												
	44	116	116	120	122	124	128	132	134	140	144	148	152	156															
	48	128	130	132	134	136	140	144	148	152	154	160																	
	52	140	142	144	146	150	152	156	160																				
	56	154	154	156	158																								

$\omega$  sayıları



AYDIN/AKGÜN/TOPÇU Kolon Tabloları



$$n = \frac{N_d}{b h f_{cd}}$$

$$m_x = \frac{100 M_{xd}}{b h^2 f_{cd}}$$

$$m_y = \frac{100 M_{yd}}{b^2 h f_{cd}}$$

$$A_{st} = \frac{\omega f_{cd}}{100 f_{yd}} b h$$

Çelik: S 420, B 420B, B 420C

$A_{st}$  toplam donatı alanıdır.  
 $n$ ,  $m_x$  ve  $m_y$  değerlerine bağlı olarak  $\omega$  tablodan alınır.

Varsayımlar:

Basınç bloğu modeli: eşdeğer dikdörtgen.

$\epsilon_{cu}=0.003$

$k_1=0.85, k_3=0.85$

Her tür beton için sabit alınmıştır

Elasto-plastik çelik:  $\sigma_s = E_s \epsilon_s \leq f_{yd}$

$\epsilon_{su}=0.10$

$b_1/b=h_1/h=0.10$

n=0.4

		$m_x$																													
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56					
$m_y$	0						6	10	18	24	30	38	44	50	56	64	70	76	82	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156
	2						6	12	18	26	32	38	44	52	58	64	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156
	4						8	16	22	28	36	42	48	54	60	66	74	80	86	92	98	104	110	116	122	128	134	140	146	152	158
	6					6	12	20	26	32	40	46	52	58	64	70	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156	
	8				6	10	18	24	30	38	44	50	56	62	68	76	82	88	94	100	106	112	118	124	130	136	142	148	154	160	
	10			6	10	18	24	30	36	42	48	56	62	68	74	80	86	92	98	104	110	116	122	128	134	140	146	152	158		
	12	6	6	8	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156		
	14	10	12	16	20	24	30	36	40	46	52	58	66	72	78	82	88	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156			
	16	18	18	22	26	30	36	42	46	52	58	64	72	78	82	88	96	100	108	114	120	126	132	138	144	150	156				
	18	24	26	28	32	38	42	48	52	58	64	70	76	82	88	94	100	106	112	118	124	130	136	142	148	154	160				
	20	30	32	36	40	44	48	54	58	64	70	76	82	88	94	100	106	112	118	124	130	136	142	148	154	160					
	22	38	38	42	46	50	56	60	66	72	76	82	88	94	98	104	110	116	122	128	134	140	146	152	158						
	24	44	46	48	52	56	62	66	72	78	82	88	94	98	104	110	116	122	128	134	140	146	152	158							
	26	50	52	54	58	62	68	72	78	82	88	94	98	104	110	116	122	128	134	140	146	152	158								
	28	56	58	60	64	68	74	78	82	88	94	100	104	110	116	122	128	134	140	146	152	158									
	30	64	64	66	70	76	80	84	90	96	100	106	112	118	122	128	134	140	144	150	156	160									
	32	70	72	74	78	82	86	90	96	100	106	112	116	122	128	134	140	144	150	156											
34	76	78	80	84	88	92	96	102	108	112	118	124	130	134	140	144	150	156													
36	82	84	86	90	94	98	102	108	114	118	124	128	134	140	146	152	158														
38	90	90	92	96	100	104	110	114	120	124	130	134	140	146	152	158															
40	96	98	98	102	106	110	116	120	126	130	136	140	146	152	158																
44	108	110	112	116	118	124	128	132	138	142	148	152	158																		
48	122	124	126	128	132	136	140	144	148	154	160																				
52	136	136	138	140	144	148	152	156																							
56	148	150	152	154	156	160																									

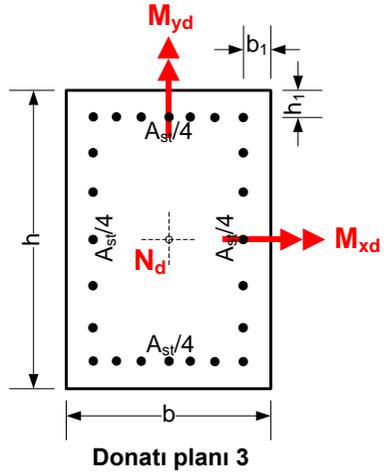
$\omega$  sayıları

n=0.5

		$m_x$																													
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56					
$m_y$	0						6	12	20	26	32	38	46	52	58	64	70	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156
	2						6	14	20	28	34	40	48	54	60	66	72	78	86	92	98	104	110	116	122	128	134	140	146	152	158
	4						10	16	24	30	38	44	50	56	62	70	76	82	88	94	100	106	112	118	124	130	136	142	148	154	160
	6					6	14	20	28	34	40	48	54	60	66	72	78	86	92	98	104	110	116	122	128	134	140	146	152	158	
	8					6	12	20	26	32	38	46	52	58	64	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156	
	10					6	12	18	24	32	38	44	50	56	64	68	76	82	88	94	100	106	112	118	124	130	136	142	148	154	160
	12	6	6	10	14	20	24	30	38	44	50	56	62	68	74	80	86	94	98	104	110	116	122	128	134	140	146	152	158		
	14	12	14	16	20	26	32	38	42	48	54	62	68	74	78	86	92	98	104	110	116	122	128	134	140	146	152	158			
	16	20	20	24	28	32	38	44	48	56	60	66	72	78	84	90	98	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156				
	18	26	28	30	34	38	44	50	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156					
	20	32	34	38	40	46	50	56	62	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	130	136	142	148	154	160					
	22	38	40	44	48	52	56	62	68	72	78	84	90	96	102	108	114	120	124	130	136	142	148	154	160						
	24	46	48	50	54	58	64	68	74	78	84	90	96	102	108	112	118	124	130	136	142	148	154	160							
	26	52	54	56	60	64	68	74	78	84	90	96	102	108	114	118	124	130	136	142	148	154	160								
	28	58	60	62	66	72	76	80	86	90	96	102	108	112	118	124	130	136	142	146	152	158	160								
	30	64	66	70	72	78	82	86	92	98	102	108	114	118	124	130	136	142	148	154	160										
	32	70	72	76	78	84	88	94	98	102	108	114	120	124	130	136	142	148	154	160											
34	78	78	82	86	90	94	98	104	110	114	120	124	130	136	142	148	154	160													
36	84	86	88	92	96	100	104	110	116	120	126	132	138	142	146	152	158														
38	90	92	94	98	102	108	110	116	122	126	130	136	142	148	154	160															
40	96	98	100	104	108	114	118	122	128	132	138	142	148	154	160																
44	110	112	114	116	120	126	130	134	140	144	150	154	160																		
48	122	124	126	130	132	138	142	146	152	156																					
52	136	138	138	142	146	150	154	158																							
56	148	150	152	154	158																										

$\omega$  sayıları

## AYDIN/AKGÜN/TOPÇU Kolon Tabloları



$$n = \frac{N_d}{b h f_{cd}}$$

$$m_x = \frac{100 M_{xd}}{b h^2 f_{cd}}$$

$$m_y = \frac{100 M_{yd}}{b^2 h f_{cd}}$$

$$A_{st} = \frac{\omega f_{cd}}{100 f_{yd}} b h$$

## Çelik: S 420, B 420B, B 420C

$A_{st}$  toplam donatı alanıdır.

$n$ ,  $m_x$  ve  $m_y$  değerlerine bağlı olarak  $\omega$  tablodan alınır.

## Varsayımlar:

Basınç bloğu modeli: eşdeğer dikdörtgen.

$$\varepsilon_{cu}=0.003$$

$$k_1=0.85, k_3=0.85$$

Her tür beton için sabit alınmıştır

Elasto-plastik çelik:  $\sigma_s = E_s \varepsilon_s \leq f_{yd}$

$$\varepsilon_{su}=0.10$$

$$b_1/b=h_1/h=0.10$$

n=0.6

		$m_x$																											
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56			
$m_y$	0					6	10	16	24	30	38	44	50	56	64	70	76	82	88	94	100	104	110	114	126	138	150		
	2					6	10	18	24	32	38	46	52	58	64	72	78	84	90	96	102	108	114	128	140	152			
	4					6	12	20	28	34	40	48	54	60	68	74	80	86	92	100	104	118	130	142	156				
	6					6	10	16	24	32	38	46	52	58	64	70	78	82	90	96	102	108	120	132	146	158			
	8					6	10	16	22	28	36	42	50	56	62	70	74	82	88	94	100	106	112	124	138	148			
	10	6	6	6	6	10	16	22	28	34	42	48	54	60	66	74	80	86	92	98	104	110	118	130	142	154			
	12	10	10	12	16	22	28	34	40	46	52	60	66	72	78	84	90	98	104	108	116	122	134	146	158				
	14	16	18	20	24	28	34	40	46	52	58	64	72	78	84	90	94	102	108	114	120	126	138	150					
	16	24	24	28	32	36	42	46	52	58	64	70	76	82	88	94	100	108	112	118	126	132	144	154					
	18	30	32	34	38	42	48	52	58	64	70	76	82	88	94	100	106	112	118	124	130	136	148	160					
	20	38	38	40	46	50	54	60	64	70	76	82	88	94	100	106	110	118	124	130	136	140	154						
	22	44	46	48	52	56	60	66	72	76	82	88	94	100	106	110	116	124	128	134	142	146	158						
	24	50	52	54	58	62	66	72	78	82	88	94	100	106	112	116	122	128	134	140	146	152							
	26	56	58	60	64	70	74	78	84	88	94	100	106	112	118	122	128	134	140	146	152	158							
	28	64	64	68	70	74	80	84	90	94	100	106	110	116	122	130	134	140	146	152	156								
	30	70	72	74	78	82	86	90	94	100	106	110	116	122	128	134	140	146	152	156									
	32	76	78	80	82	88	92	98	102	108	112	118	124	128	134	140	146	152	156										
	34	82	84	86	90	94	98	104	108	112	118	124	128	134	140	146	152	156											
	36	88	90	92	96	100	104	108	114	118	124	130	134	140	146	152	156												
	38	94	96	100	102	106	110	116	120	126	130	136	142	146	152	156													
	40	100	102	104	108	112	118	122	126	132	136	140	146	152	158														
	44	114	114	118	120	124	130	134	138	144	148	154	158																
	48	126	128	130	132	138	142	146	150	154	160																		
	52	138	140	142	146	148	154	158																					
	56	150	152	156	158																								

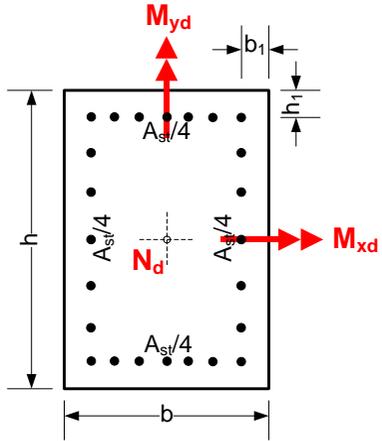
$\omega$  sayıları

n=0.7

		$m_x$																											
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56			
$m_y$	0					6	10	16	22	30	36	42	50	56	62	70	76	82	88	94	100	108	120	132	144	156			
	2					6	10	16	24	30	38	44	50	58	64	70	78	84	90	96	102	108	122	134	146	158			
	4					6	12	18	26	32	40	46	52	60	66	72	80	86	92	98	106	110	124	136	150	160			
	6					6	10	16	22	30	36	44	50	56	64	70	76	82	90	94	102	108	114	126	138	152			
	8		6	6	6	10	16	20	28	34	40	46	54	60	66	74	80	86	92	98	106	112	118	130	142	154			
	10	10	10	10	12	16	20	26	32	38	44	52	58	66	72	78	84	90	98	104	110	116	122	134	146	158			
	12	16	16	16	18	22	28	32	38	44	52	56	64	70	76	84	88	96	102	108	114	120	126	138	150				
	14	22	24	26	30	34	38	44	50	56	62	68	76	82	88	94	100	106	112	118	124	130	144	154					
	16	30	30	32	36	40	46	52	56	62	68	74	80	88	94	98	104	112	118	124	130	136	148	160					
	18	36	38	40	44	46	52	56	62	68	74	80	86	92	98	104	110	116	122	130	134	140	152						
	20	42	44	46	50	54	58	64	68	74	80	86	92	98	104	110	116	122	128	134	140	146	156						
	22	50	50	52	56	60	66	70	76	80	86	92	98	104	110	116	122	128	134	138	144	152	160						
	24	56	58	60	64	66	72	76	82	88	92	98	104	110	116	120	128	132	140	144	150	156							
	26	62	64	66	70	74	78	84	88	94	98	104	110	116	122	126	132	138	144	150	156								
	28	70	70	72	76	80	84	88	94	98	104	110	116	120	126	134	138	144	150	156									
	30	76	78	80	82	86	90	96	100	104	110	116	122	128	132	138	146	150	156	160									
	32	82	84	86	90	92	98	102	106	112	116	122	128	132	138	144	150	156	160										
	34	88	90	92	94	98	104	108	112	118	122	128	134	140	144	150	156	160											
	36	94	96	98	102	106	110	114	118	124	130	134	138	144	150	156	160												
	38	100	102	106	108	112	116	120	124	130	134	140	146	150	156														
	40	108	108	110	114	118	122	126	130	136	140	146	152	156															
	44	120	122	124	126	130	134	138	144	148	152	156																	
	48	132	134	136	138	142	146	150	154	160																			
	52	144	146	150	152	154	158																						
	56	156	158	160																									

$\omega$  sayıları

## AYDIN/AKGÜN/TOPÇU Kolon Tabloları



Donatı planı 3

$$n = \frac{N_d}{b h f_{cd}}$$

$$m_x = \frac{100 M_{xd}}{b h^2 f_{cd}}$$

$$m_y = \frac{100 M_{yd}}{b^2 h f_{cd}}$$

$$A_{st} = \frac{\omega}{100} \frac{f_{cd}}{f_{yd}} b h$$

## Çelik: S 420, B 420B, B 420C

$A_{st}$  toplam donatı alanıdır.

$n$ ,  $m_x$  ve  $m_y$  değerlerine bağlı olarak  $\omega$  tablodan alınır.

## Varsayımlar:

Basınç bloğu modeli: eşdeğer dikdörtgen.

$\epsilon_{cu}=0.003$

$k_1=0.85$ ,  $k_3=0.85$

Her tür beton için sabit alınmıştır

Elasto-plastik çelik:  $\sigma_s = E_s \epsilon_s \leq f_{yd}$

$\epsilon_{su}=0.10$

$b_1/b = h_1/h = 0.10$

n=0.8

		$m_x$																											
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52				
$m_y$	0			6	6	12	18	24	30	36	42	50	56	62	68	76	82	88	94	100	108	114	126	138	150				
	2			6	8	12	18	24	30	36	44	50	56	64	70	76	84	90	96	102	108	116	128	140	152				
	4	6	6	6	10	14	20	26	32	38	46	52	58	66	72	78	86	92	98	104	110	116	130	142	154				
	6	6	8	10	14	18	24	30	36	42	48	56	62	68	74	80	88	94	100	108	114	120	132	144	158				
	8	12	12	14	18	22	28	34	40	46	52	60	66	72	78	86	92	98	104	110	118	122	136	148	160				
	10	18	18	20	24	28	32	38	44	50	58	64	70	78	84	90	96	102	108	114	120	128	140	152					
	12	24	24	26	30	34	38	44	50	56	62	70	76	82	88	94	100	106	114	120	126	132	144	156					
	14	30	30	32	36	40	44	50	56	62	68	74	80	86	92	98	106	112	118	124	130	136	148	160					
	16	36	36	38	42	46	50	56	62	68	74	80	86	92	98	104	112	116	124	128	134	140	152						
	18	42	44	46	48	52	56	62	68	74	78	86	92	98	104	110	116	122	128	134	140	146	158						
	20	50	50	52	56	60	64	70	74	80	86	90	96	102	108	114	122	128	134	138	144	152							
	22	56	56	58	62	66	70	76	80	86	92	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156							
	24	62	64	66	68	72	78	82	86	92	98	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156								
	26	68	70	72	74	78	84	88	92	98	104	108	114	120	126	132	138	144	150	154									
	28	76	76	78	80	86	90	94	98	104	110	114	120	126	132	138	144	150	154										
	30	82	84	86	88	92	96	100	106	112	116	122	126	132	138	144	150	154											
	32	88	90	92	94	98	102	106	112	116	122	128	132	138	144	150	154												
	34	94	96	98	100	104	108	114	118	124	128	134	138	144	150	154													
	36	100	102	104	108	110	114	120	124	128	134	138	144	150	154														
	38	108	108	110	114	118	120	126	130	134	140	146	150	156															
	40	114	116	116	120	122	128	132	136	140	146	152	156																
	44	126	128	130	132	136	140	144	148	152	158																		
	48	138	140	142	144	148	152	156	160																				
	52	150	152	154	158	160																							

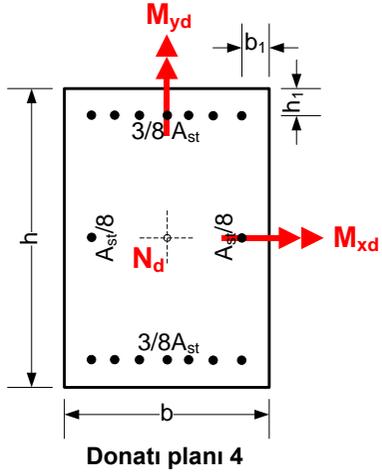
$\omega$  sayıları

n=0.9

		$m_x$																											
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52				
$m_y$	0			6	6	12	18	24	30	36	42	50	56	62	68	76	82	88	94	102	108	114	126	138	150				
	2			6	8	12	16	22	26	32	38	44	50	58	64	70	76	82	90	96	102	108	116	122	134	146	160		
	4	6	6	6	10	14	20	26	32	38	46	52	58	66	72	78	84	92	98	104	110	118	124	136	148				
	6	6	8	10	14	18	24	30	36	42	48	56	62	68	74	82	88	94	100	106	112	120	126	138	152				
	8	12	12	14	18	22	28	34	40	46	52	58	66	72	78	84	92	98	104	110	116	122	130	140	154				
	10	18	18	20	24	28	32	38	44	50	58	64	70	76	82	88	96	102	108	114	120	126	132	146	158				
	12	24	24	26	30	34	38	44	50	56	62	68	74	80	88	94	100	106	112	118	124	130	138	150					
	14	30	30	32	36	40	44	50	56	62	68	74	80	86	92	98	104	110	118	122	130	136	142	154					
	16	36	36	38	42	46	50	56	62	68	74	80	86	92	98	104	110	116	122	128	134	140	146	158					
	18	42	44	46	48	52	56	62	68	74	78	86	92	98	104	110	116	122	128	134	140	146	152						
	20	50	50	52	56	60	64	70	74	80	86	90	96	102	108	114	120	126	132	140	144	150	156						
	22	56	56	58	62	66	70	76	80	86	92	96	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156							
	24	62	64	66	68	72	78	82	86	92	98	102	108	114	120	126	132	138	144	150	156								
	26	68	70	72	74	78	84	88	92	98	104	108	114	120	126	132	136	144	148	156	160								
	28	76	76	78	80	86	90	94	98	104	110	114	120	126	132	136	142	148	154										
	30	82	84	86	88	92	96	100	106	112	116	122	126	132	138	144	148	154	160										
	32	88	90	92	94	98	102	106	112	116	122	128	132	138	144	150	154												
	34	94	96	98	100	104	108	114	118	124	128	134	138	144	150	156													
	36	100	102	104	108	110	114	120	124	128	134	138	144	150	156														
	38	108	108	110	114	118	120	126	130	134	140	146	150	156															
	40	114	116	116	120	122	128	132	136	140	146	152	156																
	44	132	134	136	138	140	146	150	154	158																			
	48	144	146	148	152	154	158																						
	52	158	160																										

$\omega$  sayıları

## AYDIN/AKGÜN/TOPÇU Kolon Tabloları



$$n = \frac{N_d}{b h f_{cd}}$$

$$m_x = \frac{100 M_{xd}}{b h^2 f_{cd}}$$

$$m_y = \frac{100 M_{yd}}{b^2 h f_{cd}}$$

$$A_{st} = \frac{\omega f_{cd}}{100 f_{yd}} b h$$

## Çelik: S 420, B 420B, B 420C

$A_{st}$  toplam donatı alanıdır.

$n$ ,  $m_x$  ve  $m_y$  değerlerine bağlı olarak  $\omega$  tablodan alınır.

## Varsayımlar:

Basınç bloğu modeli: eşdeğer dikdörtgen.

$$\varepsilon_{cu}=0.003$$

$$k_1=0.85, k_3=0.85$$

Her tür beton için sabit alınmıştır

Elasto-plastik çelik:  $\sigma_s = E_s \varepsilon_s \leq f_{yd}$

$$\varepsilon_{su}=0.10$$

$$b_1/b = h_1/h = 0.10$$

n=0

		$m_x$																											
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56			
$m_y$	0			8	12	18	22	28	32	38	42	48	54	58	64	68	74	80	86	92	98	104	118	130	144	156			
	2	6	6	8	12	18	22	28	32	38	44	48	54	60	66	70	76	82	88	94	100	106	118	130	144	156			
	4	8	8	10	14	18	24	30	34	40	46	52	58	62	68	74	80	84	90	96	102	110	122	134	146	160			
	6	12	12	14	18	22	26	32	38	42	48	54	60	64	70	76	82	88	94	100	106	112	126	136	150				
	8	18	18	20	22	26	30	36	40	46	50	56	62	68	74	80	84	90	96	104	110	116	128	140	154				
	10	22	24	24	28	32	36	40	44	50	54	60	66	70	76	82	88	94	100	106	114	118	132	144	156				
	12	28	30	30	34	36	40	46	50	54	60	64	70	74	80	86	92	98	104	110	116	122	134	148	160				
	14	34	34	36	40	42	46	50	56	60	64	70	76	80	86	92	96	102	108	114	122	128	140	152					
	16	40	40	42	46	48	52	56	62	66	70	76	80	86	90	96	102	108	114	120	126	132	146	156					
	18	46	48	50	52	56	58	62	68	72	76	82	86	92	96	102	108	114	120	126	132	138	150						
	20	52	54	56	58	62	64	68	74	78	84	88	92	98	102	108	112	120	124	130	138	144	156						
	22	60	60	62	64	68	72	76	80	84	90	94	98	104	108	114	120	124	132	136	142	148	160						
	24	66	66	70	72	76	78	82	86	92	96	100	106	110	116	120	126	132	138	144	148	154							
	26	72	74	76	78	82	86	88	92	98	102	108	112	116	122	126	132	138	144	150	154	160							
	28	80	80	82	86	88	92	96	100	104	110	114	118	122	128	132	138	144	150	156	160								
	30	86	88	90	92	96	100	102	106	110	114	120	126	130	136	140	144	150	156										
32	94	94	96	98	102	106	110	114	118	122	126	132	136	142	146	152	156												
34	100	102	104	106	108	112	116	120	124	130	134	138	144	148	152	158													
36	108	108	110	112	116	120	124	126	132	136	142	146	150	154	160														
38	116	116	118	120	124	126	130	134	138	144	148	152	156																
40	122	124	124	126	130	134	138	142	146	150	156	160																	
44	136	138	140	142	146	148	152	156	160																				
48	152	154	154	156	160																								

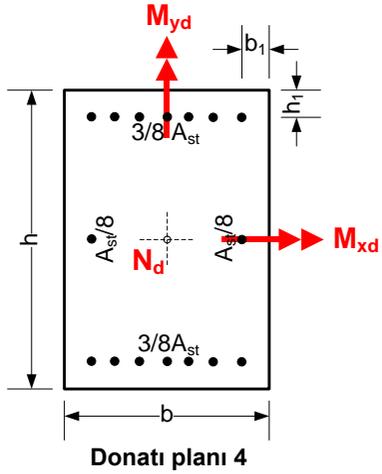
$\omega$  sayıları

n=0.1

		$m_x$																											
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56			
$m_y$	0				6	8	12	18	24	28	34	40	46	52	58	64	70	76	84	90	96	102	116	128	142	154			
	2				6	8	14	20	24	30	36	42	46	54	60	66	72	78	84	90	96	104	116	130	142	156			
	4				6	10	16	22	26	32	38	44	50	56	62	68	74	80	88	94	100	106	118	132	144	158			
	6	6	6	6	6	8	14	18	24	30	36	40	46	52	58	66	72	78	84	90	96	102	110	122	134	148	160		
	8	8	8	8	10	14	18	22	28	34	38	44	50	56	62	68	74	80	86	94	100	106	112	124	138	150			
	10	14	14	16	20	24	28	34	38	44	48	54	60	66	72	80	84	92	98	104	110	116	128	142	154				
	12	20	20	22	26	30	34	38	44	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	134	146	158				
	14	26	26	30	32	36	40	44	50	54	60	66	72	78	84	88	94	102	108	114	120	126	138	150					
	16	32	34	36	38	42	46	52	56	60	66	70	78	82	88	94	100	108	114	120	126	132	144	156					
	18	40	40	42	46	48	52	58	62	68	72	78	82	88	94	100	108	112	118	124	130	136	148						
	20	46	48	50	52	56	60	64	68	74	78	84	90	96	102	106	112	118	124	130	136	142	154						
	22	54	54	56	60	62	66	72	78	80	86	90	96	100	106	114	118	124	130	138	142	148	160						
	24	60	60	62	66	70	74	78	82	86	92	96	102	108	114	120	124	132	136	144	148	154							
	26	68	68	70	74	76	80	86	90	94	98	102	108	114	120	126	130	138	142	150	154	160							
	28	74	76	76	80	84	86	92	96	102	106	110	116	120	126	132	136	144	148	156	160								
	30	82	82	84	88	90	94	98	104	108	114	118	122	126	132	138	144	150	156										
32	90	90	92	94	98	102	106	110	114	120	124	130	134	140	144	152	156												
34	96	98	100	102	104	108	112	118	122	126	130	136	140	146	152	156													
36	104	106	106	110	112	116	120	126	130	134	138	142	148	154	158														
38	112	112	114	116	120	124	128	132	136	140	146	150	156	160															
40	120	120	122	124	128	130	134	140	144	148	152	158																	
44	134	136	136	140	142	146	148	154	158																				
48	150	150	152	154	158	160																							

$\omega$  sayıları

## AYDIN/AKGÜN/TOPÇU Kolon Tabloları



$$n = \frac{N_d}{b h f_{cd}}$$

$$m_x = \frac{100 M_{xd}}{b h^2 f_{cd}}$$

$$m_y = \frac{100 M_{yd}}{b^2 h f_{cd}}$$

$$A_{st} = \frac{\omega f_{cd}}{100 f_{yd}} b h$$

## Çelik: S 420, B 420B, B 420C

$A_{st}$  toplam donatı alanıdır.

$n$ ,  $m_x$  ve  $m_y$  değerlerine bağlı olarak  $\omega$  tablodan alınır.

## Varsayımlar:

Basınç bloğu modeli: eşdeğer dikdörtgen.

$\epsilon_{cu}=0.003$

$k_1=0.85$ ,  $k_3=0.85$

Her tür beton için sabit alınmıştır

Elasto-plastik çelik:  $\sigma_s = E_s \epsilon_s \leq f_{yd}$

$\epsilon_{su}=0.10$

$b_1/b=h_1/h=0.10$

$n=0.2$

		$m_x$																											
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56			
$m_y$	0						6	12	16	24	30	36	42	48	54	62	68	74	82	88	94	100	114	126	140	154			
	2						6	12	18	24	30	36	44	50	56	62	68	74	82	88	94	102	114	128	140	154			
	4				6	8	14	20	26	32	40	46	52	58	64	70	78	84	90	96	104	116	128	142	154				
	6			6	6	12	18	24	30	36	42	48	56	62	68	74	80	86	94	100	106	120	132	144	158				
	8			6	6	12	16	22	28	34	40	48	54	60	66	72	78	84	90	98	104	110	122	136	148	160			
	10	6	6	8	12	18	22	28	34	40	46	52	58	64	70	76	84	90	96	102	108	116	126	140	152				
	12	12	14	16	20	24	28	34	40	46	52	58	64	70	76	84	88	94	100	108	112	120	132	146	158				
	14	20	20	22	26	30	36	40	46	52	58	64	70	76	82	88	94	100	106	112	120	124	138	150					
	16	26	28	30	34	38	42	48	52	58	64	70	76	82	88	94	100	106	114	120	126	132	144	156					
	18	34	34	38	40	44	48	54	60	64	70	76	82	88	94	100	106	112	118	124	130	136	142	154					
	20	42	42	44	48	52	56	60	66	72	78	82	88	94	100	106	112	118	126	130	136	142	154						
	22	48	50	52	54	58	64	68	72	78	84	90	96	100	106	114	118	124	130	138	142	148	160						
	24	56	56	60	62	66	70	76	80	86	90	96	102	108	114	120	124	132	136	144	150	154							
	26	64	64	66	70	74	78	82	86	92	96	104	108	114	120	126	130	138	144	150	156	160							
	28	70	72	74	78	80	86	90	94	98	104	110	114	120	128	132	138	144	150	152									
	30	78	80	82	84	88	92	96	100	106	110	116	122	126	132	140	144	150	158										
	32	86	86	90	92	96	100	104	108	112	118	122	128	134	140	144	152	156											
	34	94	94	96	100	102	108	110	116	120	124	130	136	140	146	152	158												
	36	102	102	104	108	110	114	118	124	128	132	136	142	148	154	158													
	38	108	110	112	114	118	120	126	130	134	138	144	148	154	160														
	40	116	118	120	122	126	128	134	138	142	146	150	156																
	44	132	134	136	138	140	142	146	150	156	160																		
	48	148	148	150	154	156	158																						

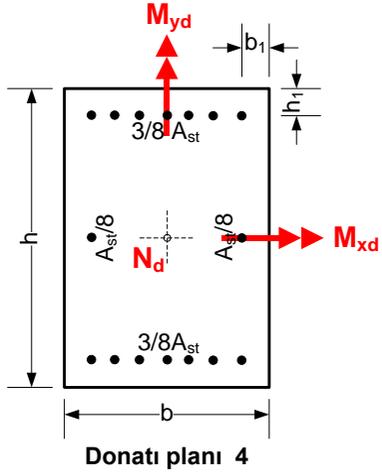
$\omega$  sayıları

$n=0.3$

		$m_x$																											
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56			
$m_y$	0						6	12	20	26	32	40	46	52	60	66	72	80	86	92	100	112	126	138	152				
	2						8	14	20	26	34	40	46	52	60	66	72	80	86	92	100	112	126	140	152				
	4				6	10	16	24	30	36	42	48	56	62	68	74	82	88	94	100	114	126	140	154					
	6			6	14	22	28	34	40	48	54	60	66	72	78	86	92	98	104	118	132	144	156						
	8			6	12	20	26	32	40	46	52	58	64	72	78	84	90	98	104	108	122	134	148	160					
	10		6	8	14	20	26	32	38	46	52	58	64	70	76	84	90	96	102	108	114	128	140	152					
	12	8	8	10	16	20	26	32	38	44	52	58	64	70	76	82	88	94	102	108	114	120	132	144	158				
	14	14	16	18	22	28	32	38	44	50	58	64	70	76	82	88	94	100	106	114	120	126	138	150					
	16	22	24	26	30	34	40	46	52	58	64	70	76	82	88	94	100	106	114	120	126	132	144	156					
	18	30	32	34	38	42	48	52	58	64	70	76	82	88	94	102	106	114	118	124	132	138	150						
	20	38	38	42	46	48	54	60	66	70	78	82	90	96	102	106	114	120	126	132	138	144	156						
	22	46	46	50	52	56	62	66	72	78	84	90	96	100	108	114	120	126	132	138	144	150							
	24	54	54	56	60	64	68	74	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	138	146	150	156							
	26	62	62	64	68	72	76	80	86	92	98	104	110	116	122	128	132	140	144	152	158								
	28	70	70	72	76	78	84	88	94	98	104	110	116	122	128	134	138	146	152	158									
	30	78	78	80	84	86	90	94	100	106	110	116	122	128	134	140	146	152	158										
	32	84	86	88	90	94	98	102	108	112	118	124	130	136	142	146	152	158											
	34	92	94	96	98	102	104	110	114	120	124	130	136	142	146	154	158												
	36	100	102	104	106	110	114	116	122	126	132	136	142	148	156	160													
	38	108	110	110	114	116	120	124	130	134	138	144	150	156															
	40	116	118	118	122	124	128	132	136	140	146	152	158																
	44	132	134	136	136	140	144	146	150	154	160																		
	48	148	148	150	152	156	158																						

$\omega$  sayıları

## AYDIN/AKGÜN/TOPÇU Kolon Tabloları



$$n = \frac{N_d}{b h f_{cd}}$$

$$m_x = \frac{100 M_{xd}}{b h^2 f_{cd}}$$

$$m_y = \frac{100 M_{yd}}{b^2 h f_{cd}}$$

$$A_{st} = \frac{\omega f_{cd}}{100 f_{yd}} b h$$

## Çelik: S 420, B 420B, B 420C

$A_{st}$  toplam donatı alanıdır.

$n$ ,  $m_x$  ve  $m_y$  değerlerine bağlı olarak  $\omega$  tablodan alınır.

## Varsayımlar:

Basınç bloğu modeli: eşdeğer dikdörtgen.

$$\varepsilon_{cu}=0.003$$

$$k_1=0.85, k_3=0.85$$

Her tür beton için sabit alınmıştır

Elasto-plastik çelik:  $\sigma_s = E_s \varepsilon_s \leq f_{yd}$

$$\varepsilon_{su}=0.10$$

$$b_1/b = h_1/h = 0.10$$

$n=0.4$

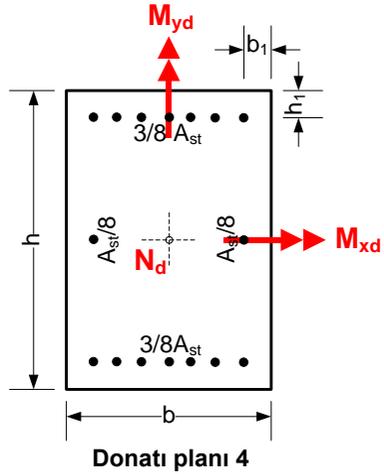
		$m_x$																											
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56			
$m_y$	0						6	12	18	24	32	38	44	52	58	64	72	78	84	92	98	112	124	138	152				
	2						6	12	20	26	32	38	46	52	58	66	72	78	86	92	98	112	124	138	152				
	4						8	16	22	30	36	42	50	56	62	68	74	82	88	94	102	114	128	140	154				
	6					6	12	20	26	34	40	48	54	60	66	74	80	86	92	100	106	118	132	144	156				
	8				6	12	18	26	32	40	46	52	58	66	72	78	86	92	98	104	110	124	136	148					
	10				6	12	18	26	32	38	46	52	58	64	70	78	84	90	96	104	110	116	130	142	154				
	12	6	6	10	14	20	26	32	38	44	52	58	64	70	76	84	90	96	102	110	116	122	134	146	160				
	14	14	14	18	22	28	34	40	46	52	58	64	70	76	84	90	96	102	108	116	122	128	140	154					
	16	22	22	26	30	36	40	46	52	58	66	70	76	82	90	96	102	108	114	122	126	134	146	158					
	18	30	30	34	38	42	48	54	60	64	72	76	84	90	96	102	108	116	120	126	134	140	152						
	20	38	38	42	46	50	56	62	66	72	78	84	90	98	102	108	116	120	128	134	138	146	158						
	22	46	46	50	54	58	64	68	74	78	86	90	96	102	108	116	122	128	134	140	146	152							
	24	54	54	56	62	66	70	74	80	86	92	98	104	110	116	122	128	134	140	146	152	158							
	26	62	62	64	68	72	78	82	88	92	100	104	110	116	122	130	134	142	146	154	160								
	28	70	70	72	76	80	86	90	96	100	106	112	118	122	130	136	142	148	154	160									
	30	78	78	80	84	88	92	96	102	108	112	120	126	132	136	142	150	154	160										
	32	86	86	88	92	94	98	104	110	114	120	126	132	138	144	150	154												
	34	94	94	96	100	104	106	112	118	122	128	134	140	144	150	156													
	36	102	102	104	108	110	116	118	124	130	134	140	144	150	158														
	38	110	110	112	116	118	122	126	132	136	142	146	152	158															
	40	118	118	120	122	126	130	134	138	144	150	154	160																
	44	134	132	136	138	142	146	148	152	158																			
	48	148	146	152	154	158	160																						

$\omega$  sayıları

$n=0.5$

		$m_x$																											
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56			
$m_y$	0						6	14	20	28	34	42	48	54	62	68	74	82	88	94	100	114	128	140	152				
	2						6	14	22	28	36	42	50	56	64	70	76	82	88	96	102	116	128	140	154				
	4					6	10	18	24	32	40	46	52	60	66	72	78	86	92	98	106	118	132	144	156				
	6				6	14	22	30	36	42	50	56	64	70	76	82	88	94	100	106	112	124	136	148	160				
	8				6	12	20	28	34	42	48	54	62	68	74	80	88	94	102	106	114	126	138	152					
	10			6	6	14	20	26	34	40	46	54	60	68	74	80	86	92	100	106	112	120	132	144	156				
	12	6	8	10	16	20	26	34	40	48	52	60	66	72	80	86	92	100	106	112	118	126	138	150					
	14	16	16	20	24	30	34	40	48	54	60	66	72	78	86	92	98	104	112	118	124	130	144	154					
	16	24	26	28	32	36	42	48	54	60	66	72	78	86	92	98	104	110	118	124	130	136	148						
	18	32	34	36	40	44	50	56	62	68	72	80	86	92	98	106	110	118	124	130	136	144	156						
	20	40	42	44	48	52	58	62	68	74	82	86	94	100	106	110	118	124	130	136	142	148							
	22	48	50	52	56	60	66	70	76	82	88	94	100	106	112	118	124	130	136	144	150	156							
	24	56	58	60	64	68	72	78	84	88	94	100	106	112	118	126	132	138	144	150	156								
	26	64	66	68	72	76	80	84	90	96	102	108	114	120	124	132	138	144	150	158									
	28	72	74	76	80	84	88	92	98	104	108	114	122	126	132	138	146	150	158										
	30	80	82	84	88	92	96	100	104	110	116	122	128	134	140	144	152	158											
	32	86	90	92	96	100	102	108	112	118	124	128	134	140	146	154	158												
	34	94	98	100	102	106	110	116	120	124	130	136	142	148	154	158													
	36	102	104	108	110	116	118	122	128	132	138	142	148	154	160														
	38	110	112	116	118	122	126	130	136	140	146	150	156																
	40	118	120	122	126	130	134	138	144	148	152	158																	
	44	134	136	140	142	146	150	154	158																				
	48	150	152	154	156	160																							

$\omega$  sayıları



$$n = \frac{N_d}{b h f_{cd}}$$

$$m_x = \frac{100 M_{xd}}{b h^2 f_{cd}}$$

$$m_y = \frac{100 M_{yd}}{b^2 h f_{cd}}$$

$$A_{st} = \frac{\omega f_{cd}}{100 f_{yd}} b h$$

## Çelik: S 420, B 420B, B 420C

$A_{st}$  toplam donatı alanıdır.

$n$ ,  $m_x$  ve  $m_y$  değerlerine bağlı olarak  $\omega$  tablodan alınır.

### Varsayımlar:

Basınç bloğu modeli: eşdeğer dikdörtgen.

$\epsilon_{cu}=0.003$

$k_1=0.85$ ,  $k_3=0.85$

Her tür beton için sabit alınmıştır

Elasto-plastik çelik:  $\sigma_s = E_s \epsilon_s \leq f_{yd}$

$\epsilon_{su}=0.10$

$b_1/b=h_1/h=0.10$

$n=0.6$

		$m_x$																											
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56			
$m_y$	0						6	10	18	26	32	40	46	54	60	68	74	82	88	94	100	108	122	134	148	160			
	2					6	12	18	26	34	42	48	56	62	68	76	82	90	96	102	110	124	136	148					
	4				6	14	22	30	36	44	50	58	64	72	78	84	92	98	104	112	126	138	150						
	6			6	12	18	26	34	40	48	54	62	68	76	82	88	96	102	108	114	128	140	154						
	8			6	10	16	24	30	38	46	52	60	66	74	80	86	92	100	106	112	120	132	146	158					
	10	6	6	6	12	16	24	30	36	44	52	58	66	72	78	86	92	98	104	110	116	124	136	150					
	12	12	12	16	20	24	30	38	44	52	56	64	70	78	84	92	98	104	110	116	122	128	142	154					
	14	20	22	24	28	34	38	44	50	58	64	70	76	84	90	96	102	110	116	122	128	134	148	160					
	16	28	30	32	36	40	46	52	58	64	70	76	84	90	96	102	110	114	122	128	134	140	152						
	18	36	38	42	46	50	54	60	66	72	78	84	90	96	102	110	114	122	128	134	140	146	160						
	20	46	48	50	54	58	62	68	72	78	84	90	96	104	110	114	122	128	134	140	146	152							
	22	54	54	58	62	66	70	76	80	86	92	98	104	110	116	122	128	134	140	146	154	158							
	24	62	64	66	68	74	78	82	88	94	98	104	112	118	122	128	134	140	146	154	160								
	26	70	72	74	76	80	86	90	96	100	106	112	118	124	130	134	142	148	154	160									
	28	78	80	82	84	88	92	98	102	108	112	118	124	132	136	142	150	154	160										
	30	85	88	90	92	96	100	104	108	114	120	126	132	138	144	150	154												
32	92	96	98	100	104	108	112	116	122	128	132	138	144	150	156														
34	100	104	106	108	112	116	120	124	128	134	140	146	152	158															
36	110	112	114	116	118	124	128	130	136	142	146	152	158																
38	116	118	120	124	128	130	136	138	144	148	154	160																	
40	126	128	130	130	134	140	142	146	152	156																			
44	140	142	146	148	150	154	158																						
48	154	156	160																										

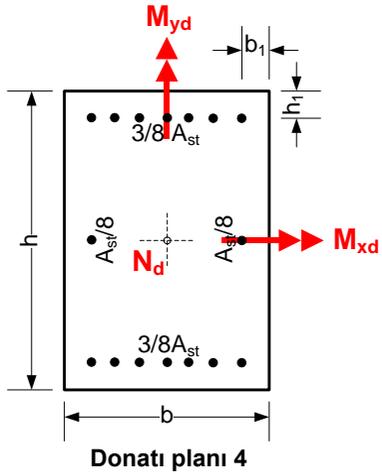
$\omega$  sayıları

$n=0.7$

		$m_x$																											
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	52				
$m_y$	0						6	10	18	24	32	40	46	54	60	68	74	82	88	96	102	108	116	128	142	154			
	2					6	12	18	26	34	40	48	54	62	70	76	82	90	96	104	110	118	130	144	156				
	4			6	6	14	20	28	34	42	50	56	64	70	78	84	92	98	106	112	118	132	144	158					
	6			6	6	10	18	24	32	40	46	54	60	68	74	82	88	94	102	108	114	122	134	148					
	8	6	6	6	8	10	16	22	30	36	44	50	58	66	72	78	86	94	100	106	112	120	126	138	152				
	10	12	12	14	18	24	30	36	42	50	56	64	70	78	84	90	98	104	110	116	124	130	144	156					
	12	20	20	22	26	30	36	42	48	56	62	70	76	82	88	96	102	110	116	122	130	136	148						
	14	26	28	30	34	38	44	50	56	62	68	74	82	88	96	102	108	116	122	128	134	142	154						
	16	36	36	38	42	48	52	58	64	70	76	82	88	96	102	108	114	120	128	134	140	146	158						
	18	44	46	48	52	54	60	66	70	76	82	88	96	100	108	114	120	128	134	140	146	152							
	20	52	54	56	60	64	68	72	78	82	90	96	102	108	114	120	128	132	140	146	152	158							
	22	60	62	64	68	72	76	80	86	90	96	104	108	116	120	126	134	140	144	152	158								
	24	68	70	72	76	80	84	88	92	98	104	110	116	122	128	134	140	146	152	158									
	26	76	78	80	82	86	92	96	100	106	110	118	124	130	134	140	148	152	158										
	28	84	86	88	90	94	100	104	108	114	118	124	130	136	142	146	154	158											
	30	92	94	96	98	102	106	110	114	120	126	132	136	142	148	154	160												
32	100	102	104	106	110	114	118	124	128	132	138	144	148	154	160														
34	108	110	112	114	118	122	126	130	134	140	146	152	156																
36	116	118	120	122	124	130	134	138	142	146	152	158																	
38	124	126	128	130	134	136	142	144	150	154	160																		
40	130	134	136	138	140	146	148	152	158																				
44	146	148	152	154	156	158																							

$\omega$  sayıları

## AYDIN/AKGÜN/TOPÇU Kolon Tabloları



$$n = \frac{N_d}{b h f_{cd}}$$

$$m_x = \frac{100 M_{xd}}{b h^2 f_{cd}}$$

$$m_y = \frac{100 M_{yd}}{b^2 h f_{cd}}$$

$$A_{st} = \frac{\omega f_{cd}}{100 f_{yd}} b h$$

## Çelik: S 420, B 420B, B 420C

$A_{st}$  toplam donatı alanıdır.

$n$ ,  $m_x$  ve  $m_y$  değerlerine bağlı olarak  $\omega$  tablodan alınır.

## Varsayımlar:

Basınç bloğu modeli: eşdeğer dikdörtgen.

$\varepsilon_{cu}=0.003$

$k_1=0.85$ ,  $k_3=0.85$

Her tür beton için sabit alınmıştır

Elasto-plastik çelik:  $\sigma_s = E_s \varepsilon_s \leq f_{yd}$

$\varepsilon_{su}=0.10$

$b_1/b=h_1/h=0.10$

n=0.8

		$m_x$																							
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	
$m_y$	0			6	8	14	20	26	32	40	48	54	60	68	76	82	88	96	102	110	116	122	136	150	
	2			6	8	14	20	26	32	40	48	54	62	70	76	84	90	98	104	110	118	124	138	152	
	4	6	6	6	10	16	22	28	36	42	50	56	64	70	78	84	92	98	106	112	120	126	140	152	
	6	8	8	10	14	20	26	32	38	46	52	60	66	74	80	88	94	102	108	116	122	130	142	156	
	8	14	14	16	20	24	30	36	44	50	56	64	72	78	86	92	100	106	114	120	126	132	146	158	
	10	20	22	24	26	32	36	42	48	56	62	70	76	84	90	98	104	110	116	124	130	138	150		
	12	28	28	30	34	38	44	50	54	62	68	76	82	88	96	102	108	116	122	130	136	142	154		
	14	36	36	38	42	46	50	56	62	68	74	80	88	94	102	108	114	120	128	136	142	148	160		
	16	44	44	46	50	54	58	64	68	74	82	86	92	100	108	114	120	126	134	140	146	152			
	18	52	52	54	58	62	66	70	76	82	88	94	100	106	114	120	126	132	138	144	152	158			
	20	58	60	62	66	70	74	78	84	88	96	102	108	114	120	126	132	138	146	152	158				
	22	66	68	70	74	78	82	86	90	98	102	108	114	120	126	132	138	146	150	158					
	24	76	78	80	82	86	90	94	100	104	110	116	122	128	132	140	146	152	156						
	26	82	86	88	90	94	98	102	106	112	116	122	128	134	140	146	152	158							
	28	90	94	96	98	102	106	110	114	118	124	130	136	142	148	152	160								
	30	98	102	104	106	110	114	116	122	126	132	138	142	148	154	160									
32	108	108	112	114	118	120	126	130	134	138	144	150	156	160											
34	116	118	120	122	124	128	134	138	140	146	152	158													
36	124	126	128	130	132	136	140	144	148	154	158														
38	132	134	136	138	140	144	148	152	156	160															
40	138	140	142	144	148	152	156	160																	
44	154	156	160																						

$\omega$  sayıları

n=0.9

		$m_x$																							
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	
$m_y$	0																								
	2																								
	4	12	14	16	20	26	32	38	44	50	56	64	72	78	86	92	100	106	114	120	128	134	148	160	
	6	18	18	20	24	28	34	40	46	54	60	68	74	82	88	96	102	108	116	122	128	136	150		
	8	24	24	26	30	34	38	44	52	58	66	72	78	86	92	100	106	114	120	126	132	138	152		
	10	30	32	32	36	40	44	50	56	62	70	76	82	90	96	104	110	116	124	130	136	144	156		
	12	38	38	40	42	46	52	56	62	68	74	82	88	96	102	108	114	122	130	136	142	148			
	14	44	44	46	50	54	58	64	68	74	80	88	94	100	108	114	120	126	134	140	148	154			
	16	52	52	54	58	62	66	70	76	82	88	94	100	106	114	120	126	132	140	146	152	158			
	18	60	60	62	66	70	72	78	82	88	94	100	106	112	118	126	132	140	146	152	158				
	20	66	68	70	72	78	80	86	90	96	100	108	114	120	126	130	140	144	152	158					
	22	74	76	78	82	84	88	94	98	104	108	114	120	126	132	138	144	152	156						
	24	82	84	86	88	94	96	102	106	110	116	122	128	134	138	146	152	158							
	26	90	92	94	98	100	104	108	114	118	122	128	134	140	146	152	158								
	28	100	102	104	104	108	112	116	120	126	130	136	142	148	154	158									
	30	108	108	110	112	116	120	124	128	132	138	144	148	154	160										
32	114	116	118	122	124	128	132	136	140	144	150	156													
34	122	124	126	128	132	136	140	144	148	154	158														
36	130	132	136	136	140	142	148	152	156	160															
38	138	140	144	144	148	150	156	158																	
40	146	148	150	152	154	158																			

$\omega$  sayıları

## EK12: U. ERSOY Kolon abakları<sup>1</sup>

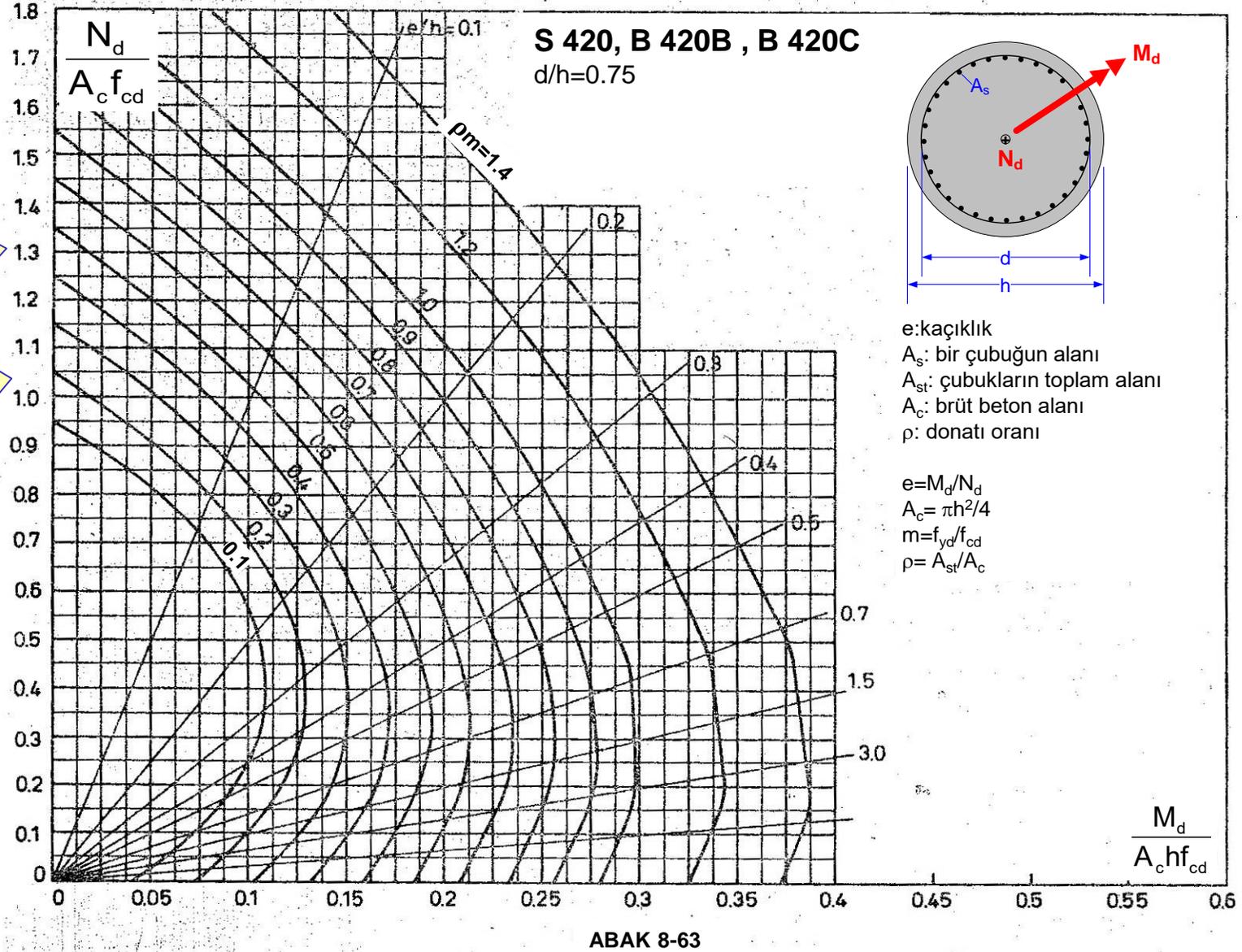
<sup>1</sup> ERSOY, v.d., Taşıma Gücü El Kitabı, ODTÜ, Ankara, 1980  
Kaynaktan alınan bazı abaklar burada verilmiştir.

**Kesit boyutları, malzeme,  $N_d$ ,  $M_d$  biliniyor.  $A_{st}$ =?**

$A_c$ ,  $m$ ,  $N_d/A_c f_{cd}$ ,  $M_d/A_c h/f_{cd}$  hesapla.  $N_d/A_c f_{cd}$ ,  $M_d/A_c h/f_{cd}$  noktasından  $\rho m$  değerini oku,  $\rho$  ve  $A_{st}=\rho A_c$  yi hesapla.

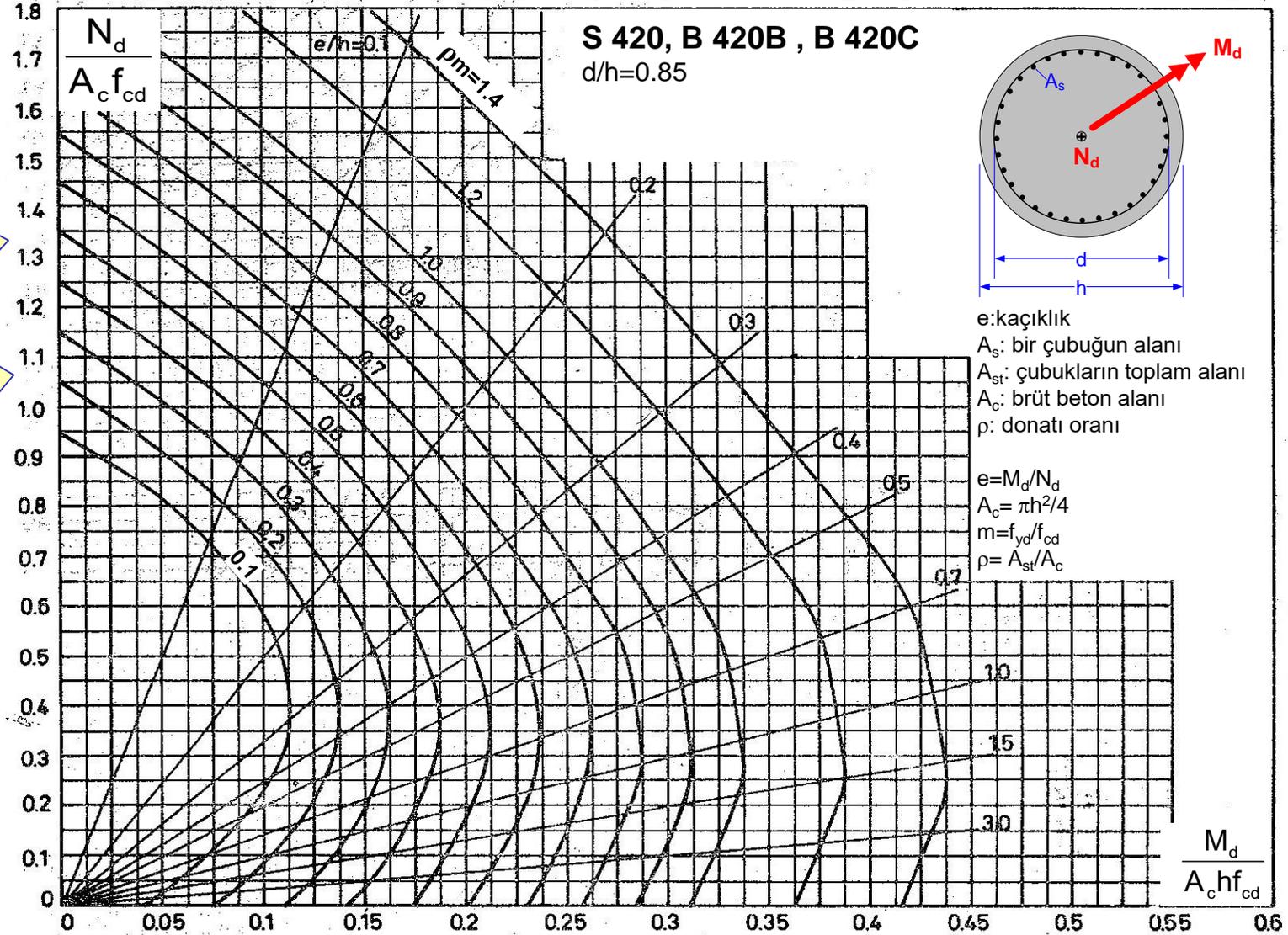
**Kesit boyutları, malzeme,  $A_{st}$ ,  $e$  biliniyor. Kesitin taşıyabileceği  $N_d$ =?  $M_d$ =?**

$A_c$ ,  $m$ ,  $\rho$ ,  $\rho m$  hesapla.  $e/h$  doğrusu ile  $\rho m$  eğrisinin kesiştiği noktaya karşılık gelen  $N_d/A_c f_{cd}$ ,  $M_d/A_c h/f_{cd}$  değerlerini oku. Bu değerlerden  $N_d$  ve  $M_d$  yi hesapla.



## EK12: U. ERSOY Kolon abakları<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ERSOY, v.d., Taşıma Gücü El Kitabı, ODTÜ, Ankara, 1980  
Kaynaktan alınan bazı abaklar burada verilmiştir.



**Kesit boyutları, malzeme,  $N_d$ ,  $M_d$  biliniyor.  $A_{st}=?$**

$A_c$ ,  $m$ ,  $N_d/A_c f_{cd}$ ,  $M_d/A_c h f_{cd}$  hesapla.  $N_d/A_c f_{cd}$ ,  $M_d/A_c h f_{cd}$  noktasından  $\rho m$  değerini oku,  $\rho$  ve  $A_{st}=\rho A_c$  yi hesapla.

**Kesit boyutları, malzeme,  $A_{st}$ ,  $e$  biliniyor. Kesitin taşıyabileceği  $N_d=?$   $M_d=?$**

$A_c$ ,  $m$ ,  $\rho$ ,  $\rho m$  hesapla.  $e/h$  doğrusu ile  $\rho m$  eğrisinin kesiştiği noktaya karşılık gelen  $N_d/A_c f_{cd}$ ,  $M_d/A_c h f_{cd}$  değerlerini oku. Bu değerlerden  $N_d$  ve  $M_d$  yi hesapla.

## EK12: U. ERSOY Kolon abakları<sup>1</sup>

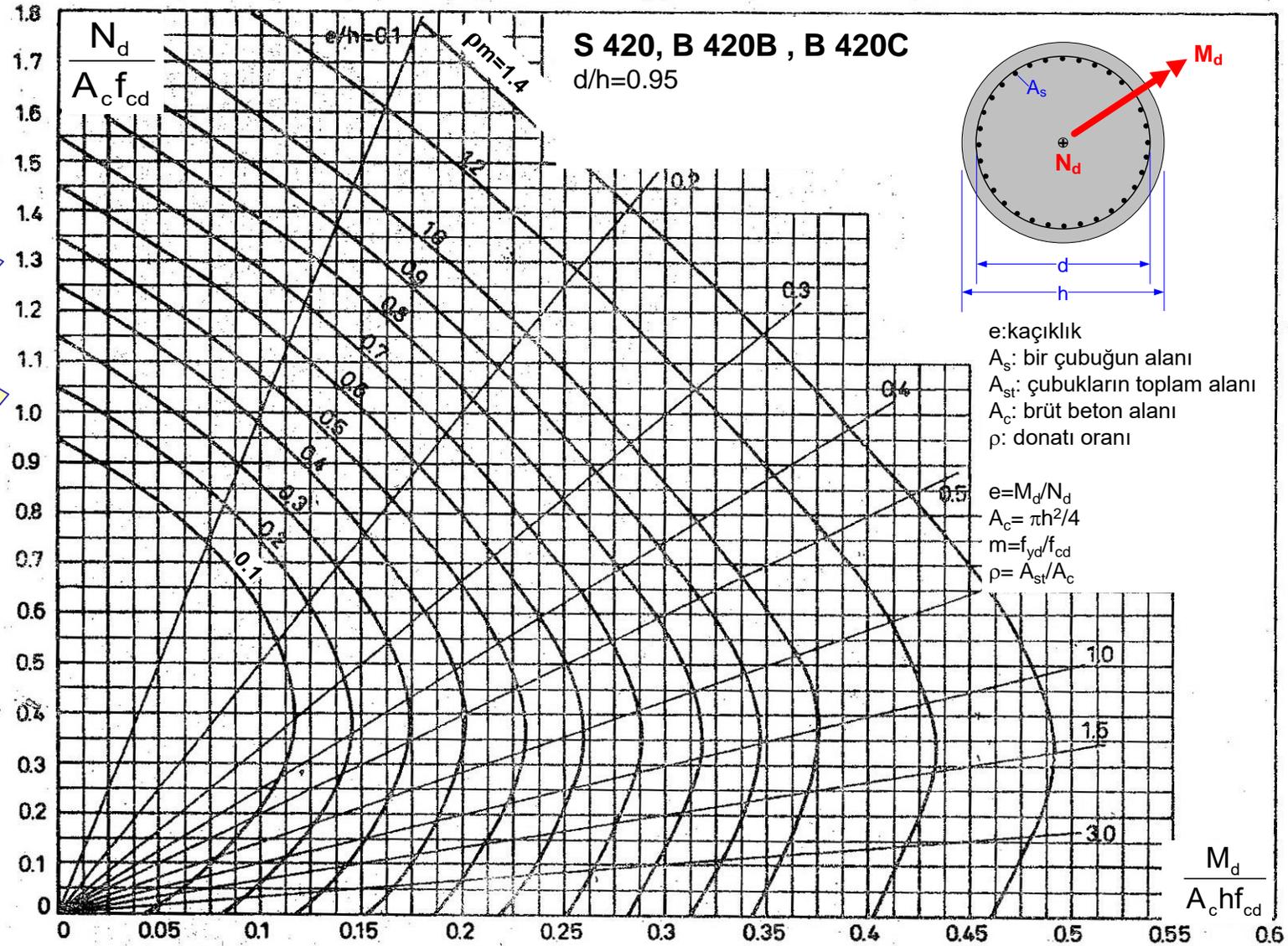
<sup>1</sup> ERSOY, v.d., Taşıma Gücü El Kitabı, ODTÜ, Ankara, 1980  
Kaynaktan alınan bazı abaklar burada verilmiştir.

**Kesit boyutları, malzeme,  $N_d$ ,  $M_d$  biliniyor.  $A_{st}=?$**

$A_c$ ,  $m$ ,  $N_d/A_c f_{cd}$ ,  $M_d/A_c h/f_{cd}$  hesapla.  $N_d/A_c f_{cd}$ ,  $M_d/A_c h/f_{cd}$  noktasından  $\rho m$  değerini oku,  $\rho$  ve  $A_{st}=\rho A_c$  yi hesapla.

**Kesit boyutları, malzeme,  $A_{st}$ ,  $e$  biliniyor. Kesitin taşıyabileceği  $N_d=?$   $M_d=?$**

$A_c$ ,  $m$ ,  $\rho$ ,  $\rho m$  hesapla.  $e/h$  doğrusu ile  $\rho m$  eğrisinin kesiştiği noktaya karşılık gelen  $N_d/A_c f_{cd}$ ,  $M_d/A_c h/f_{cd}$  değerlerini oku. Bu değerlerden  $N_d$  ve  $M_d$  yi hesapla.



ABAK 8-61

## EK12: U. ERSOY Kolon abakları<sup>1</sup>

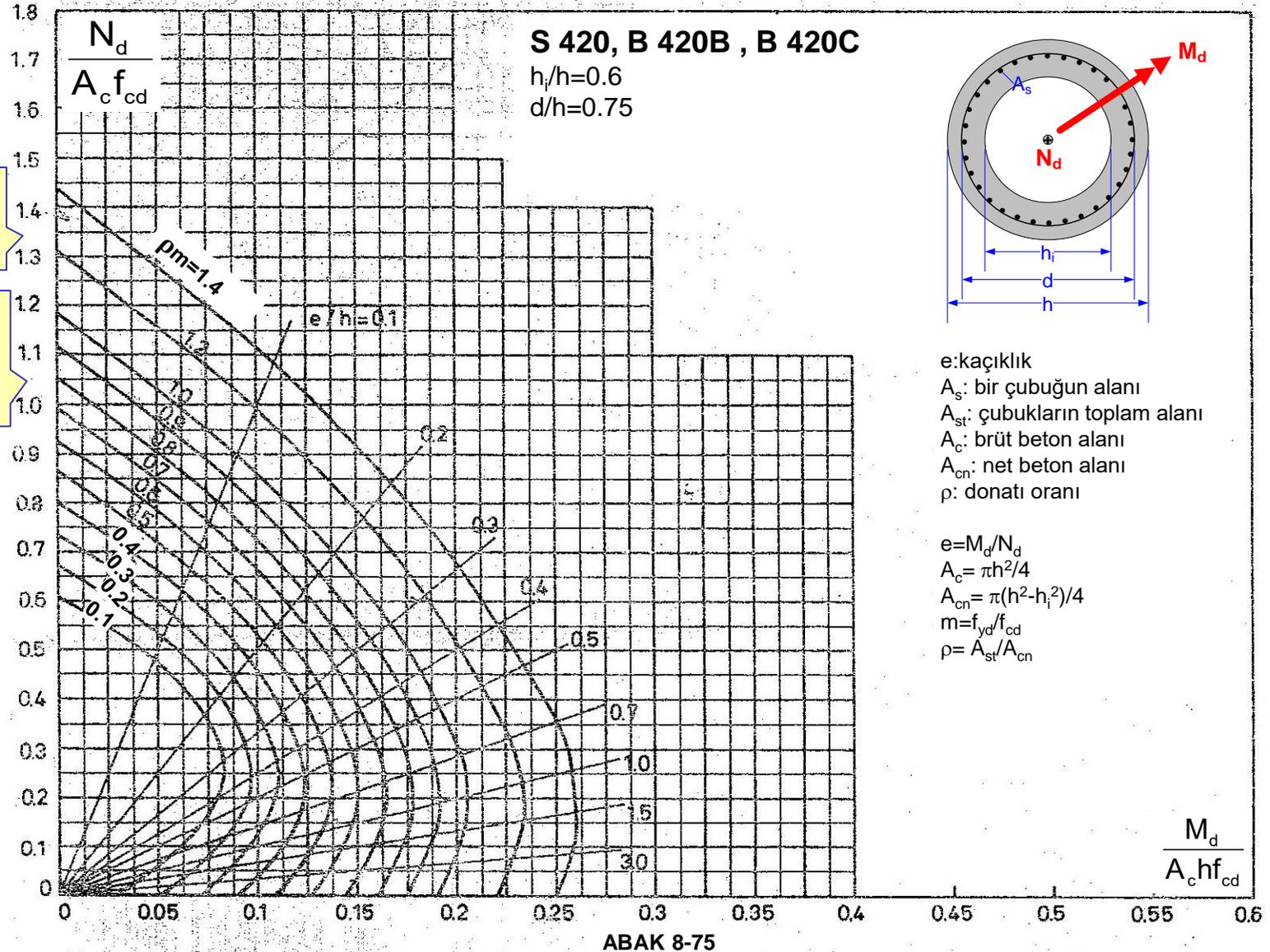
<sup>1</sup> ERSOY, v.d., Taşıma Gücü El Kitabı, ODTÜ, Ankara, 1980  
Kaynaktan alınan bazı abaklar burada verilmiştir.

**Kesit boyutları, malzeme,  $N_d$ ,  $M_d$  biliniyor.  $A_{st}$ =?**

$A_c$ ,  $A_{cn}$ ,  $m$ ,  $N_d/A_c f_{cd}$ ,  $M_d/A_c h/f_{cd}$  hesapla.  $N_d/A_c f_{cd}$ ,  $M_d/A_c h/f_{cd}$  noktasından  $\rho m$  değerini oku,  $\rho$  ve  $A_{st}=\rho A_{cn}$  yi hesapla.

**Kesit boyutları, malzeme,  $A_{st}$ ,  $e$  biliniyor. Kesitin taşıyabileceği  $N_d$ =?  $M_d$ =?**

$A_c$ ,  $A_{cn}$ ,  $e/h$ ,  $m$ ,  $\rho$ ,  $\rho m$  hesapla.  $e/h$  doğrusu ile  $\rho m$  eğrisinin kesiştiği noktaya karşılık gelen  $N_d/A_c f_{cd}$ ,  $M_d/A_c h/f_{cd}$  değerlerini oku. Bu değerlerden  $N_d$  ve  $M_d$  yi hesapla.



## EK12: U. ERSOY Kolon abakları<sup>1</sup>

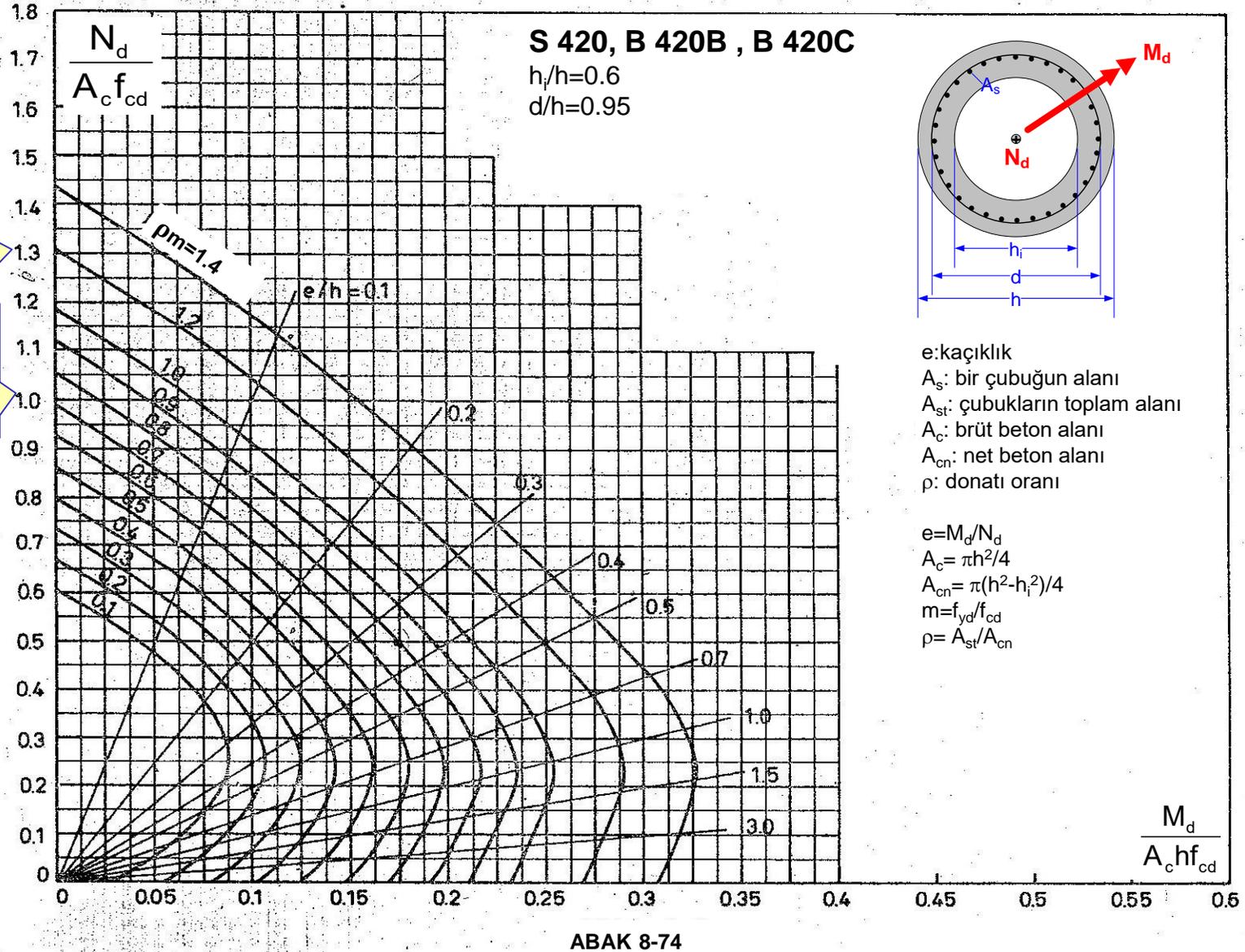
<sup>1</sup> ERSOY, v.d., Taşıma Gücü El Kitabı, ODTÜ, Ankara, 1980  
Kaynaktan alınan bazı abaklar burada verilmiştir.

**Kesit boyutları, malzeme,  $N_d$ ,  $M_d$  biliniyor.  $A_{st}$ =?**

$A_c$ ,  $A_{cn}$ ,  $m$ ,  $N_d/A_c f_{cd}$ ,  $M_d/A_c h/f_{cd}$  hesapla.  $N_d/A_c f_{cd}$ ,  $M_d/A_c h/f_{cd}$  noktasından  $\rho m$  değerini oku,  $\rho$  ve  $A_{st}=\rho A_{cn}$  yi hesapla.

**Kesit boyutları, malzeme,  $A_{st}$ ,  $e$  biliniyor. Kesitin taşıyabileceği  $N_d$ =?  $M_d$ =?**

$A_c$ ,  $A_{cn}$ ,  $e/h$ ,  $m$ ,  $\rho$ ,  $\rho m$  hesapla.  $e/h$  doğrusu ile  $\rho m$  eğrisinin kesiştiği noktaya karşılık gelen  $N_d/A_c f_{cd}$ ,  $M_d/A_c h/f_{cd}$  değerlerini oku. Bu değerlerden  $N_d$  ve  $M_d$  yi hesapla.



## EK12: U. ERSOY Kolon abakları<sup>1</sup>

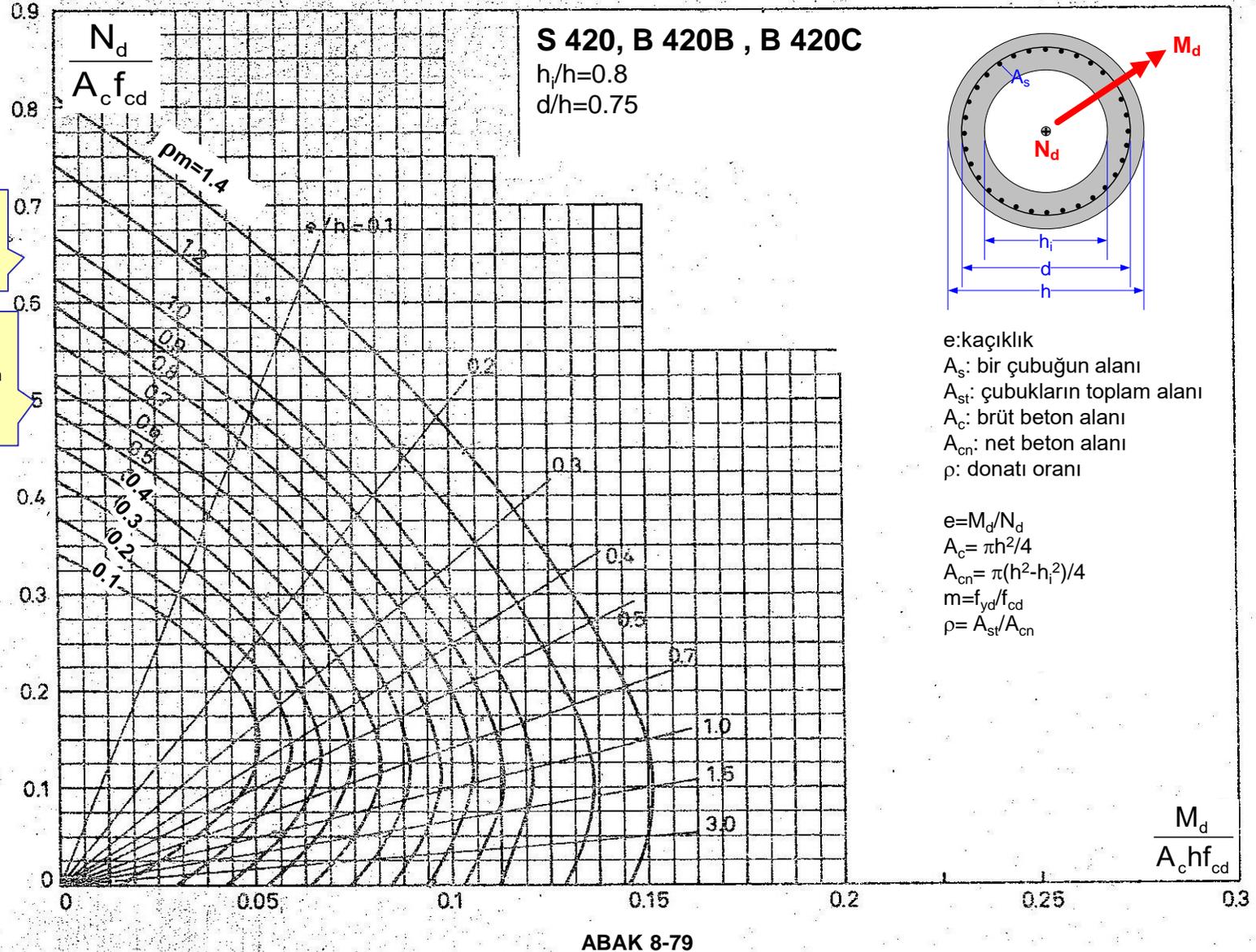
<sup>1</sup> ERSOY, v.d., Taşıma Gücü El Kitabı, ODTÜ, Ankara, 1980  
Kaynaktan alınan bazı abaklar burada verilmiştir.

**Kesit boyutları, malzeme,  $N_d$ ,  $M_d$  biliniyor.  $A_{st}$ =?**

$A_c$ ,  $A_{cn}$ ,  $m$ ,  $N_d/A_c f_{cd}$ ,  $M_d/A_c h/f_{cd}$  hesapla.  $N_d/A_c f_{cd}$ ,  $M_d/A_c h/f_{cd}$  noktasından  $\rho m$  değerini oku,  $\rho$  ve  $A_{st}=\rho A_{cn}$  yi hesapla.

**Kesit boyutları, malzeme,  $A_{st}$ ,  $e$  biliniyor. Kesitin taşıyabileceği  $N_d$ =?  $M_d$ =?**

$A_c$ ,  $A_{cn}$ ,  $e/h$ ,  $m$ ,  $\rho$ ,  $\rho m$  hesapla.  $e/h$  doğrusu ile  $\rho m$  eğrisinin kesiştiği noktaya karşılık gelen  $N_d/A_c f_{cd}$ ,  $M_d/A_c h/f_{cd}$  değerlerini oku. Bu değerlerden  $N_d$  ve  $M_d$  yi hesapla.



## EK12: U. ERSOY Kolon abakları<sup>1</sup>

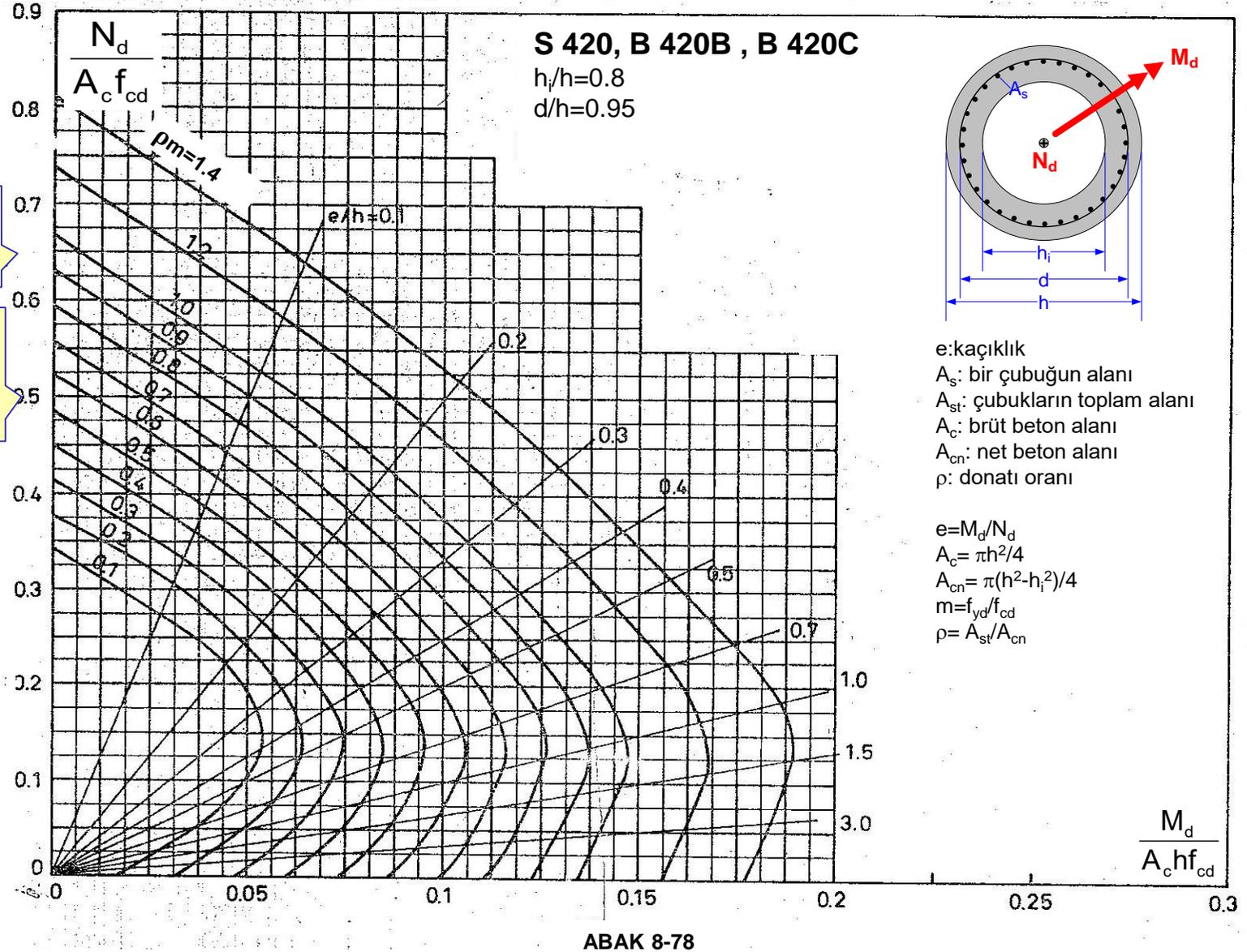
<sup>1</sup> ERSOY, v.d., Taşıma Gücü El Kitabı, ODTÜ, Ankara, 1980  
Kaynaktan alınan bazı abaklar burada verilmiştir.

**Kesit boyutları, malzeme,  $N_d$ ,  $M_d$  biliniyor.  $A_{st}$ =?**

$A_c$ ,  $A_{cn}$ ,  $m$ ,  $N_d/A_c f_{cd}$ ,  $M_d/A_c h/f_{cd}$  hesapla.  $N_d/A_c f_{cd}$ ,  $M_d/A_c h/f_{cd}$  noktasından  $\rho m$ = değerini oku,  $\rho$  ve  $A_{st}=\rho A_{cn}$  yi hesapla.

**Kesit boyutları, malzeme,  $A_{st}$ ,  $e$  biliniyor. Kesitin taşıyabileceği  $N_d$ =?  $M_d$ =?**

$A_c$ ,  $A_{cn}$ ,  $e/h$ ,  $m$ ,  $\rho$ ,  $\rho m$  hesapla.  $e/h$  doğrusu ile  $\rho m$  eğrisinin kesiştiği noktaya karşılık gelen  $N_d/A_c f_{cd}$ ,  $M_d/A_c h/f_{cd}$  değerlerini oku. Bu değerlerden  $N_d$  ve  $M_d$  yi hesapla.



Uygulamada karşılaşılan döşemelerin çoğu

1. Dikdörtgen geometrilidir
2. Düzgün yayılı yüklerle yüklüdür
3. Dört tarafından kirişlere otururlar.

Bu üç koşula uyan döşemelerin momentleri TS 500:2000 Çizelge 11.1, sayfa 56 da verilen tablo yardımıyla çok basit bir yolla hesaplanır. Bu tablonun benzeri aşağıda verilmiştir. Tabloda kenarların sürekli veya süreksiz olmasına bağlı olarak 7 farklı döşeme tipi vardır. Döşemenin ortasından geçen her iki doğrultudaki 1 m lik şeritlerin açıklık ve mesnetlerinde oluşan  $M_{xm}$ ,  $M_{xe}$ ,  $M_{ym}$  ve  $M_{ye}$  tasarım momentleri

$$M_d = \frac{1}{1000} \alpha P_d L_{knet}^2$$

bağıntısından hesaplanırlar. Momentin birimi kNm/m dir.

Dört kenarından kirişlere oturan döşemelerde  $\alpha$  sayıları

Döşeme tipleri	Kısa açıklık doğrultusunda $\alpha$								Uzun açıklık doğrultusunda $\alpha$
	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.75	2.0	
1	-33 +25	-40 +30	-45 +34	-50 +38	-54 +41	-59 +45	-70 +53	-83 +62	-33 +25
2	-42 +31	-47 +35	-53 +40	-57 +43	-61 +46	-65 +49	-75 +56	-85 +64	-41 +31
3	-49 +37	-56 +42	-62 +47	-66 +50	-70 +53	-73 +55	-82 +62	-90 +68	-49 +37
Karşılıklı uzun kenarlar sürekli	-56 +44	-61 +46	-65 +49	-69 +51	-71 +53	-73 +55	-77 +58	-80 +60	000 +44
Karşılıklı kısa kenarlar sürekli	000 +44	000 +53	000 +60	000 +65	000 +68	000 +71	000 +77	000 +80	-56 +44
6	-58 +44	-65 +49	-71 +54	-77 +58	-81 +61	-85 +64	-92 +69	-98 +74	-58 +44
7	000 +50	000 +57	000 +62	000 +67	000 +71	000 +75	000 +81	000 +83	000 +50

$$m = \frac{L_u}{L_k}$$

Döşeme tipleri

$\alpha$  sayıları

Artı değerler açıklık momentlerine, eksi değerler mesnet momentlerine ait  $\alpha$  değeridir. Buradaki  $\alpha$  sayıları TS 500:2000 değerlerinin 1000 katıdır.

$M_d$ : Döşemenin açıklık veya sürekli kenarındaki  $M_{xm}$ ,  $M_{xe}$ ,  $M_{ym}$  veya  $M_{ye}$  tasarım momentlerinden herhangi biri

$P_d$ : Döşeme üstünde yayılı olan tasarım yükü

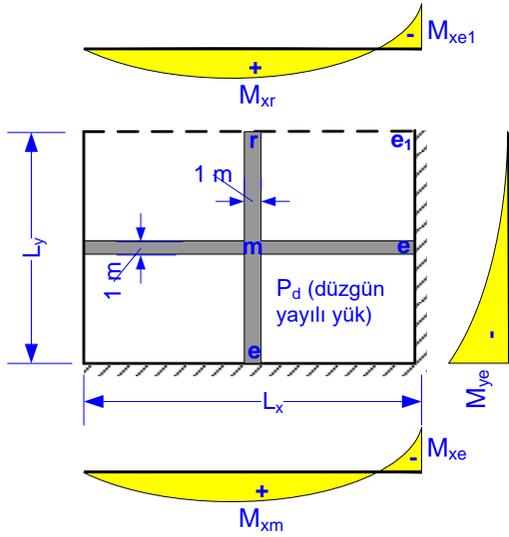
$L_{knet}$ : kısa doğrultudaki net açıklık (çok geniş olamayan kirişlerde  $L_{knet} \approx L_k$  alınabilir)

$\alpha$ : Tablodan alınacak katsayı. Kısa doğrultuda  $m = L_u/L_k$  oranına bağlı olarak değişir, uzun doğrultuda  $m$  den bağımsızdır.

$L_u$ : Uzun kenar,  $L_x$  ve  $L_y$  den büyük olanı.

$L_k$ : Kısa kenar,  $L_x$  ve  $L_y$  den küçük olanı.

## Bir kenarı boşa düzgün yayılı yüklü plak:



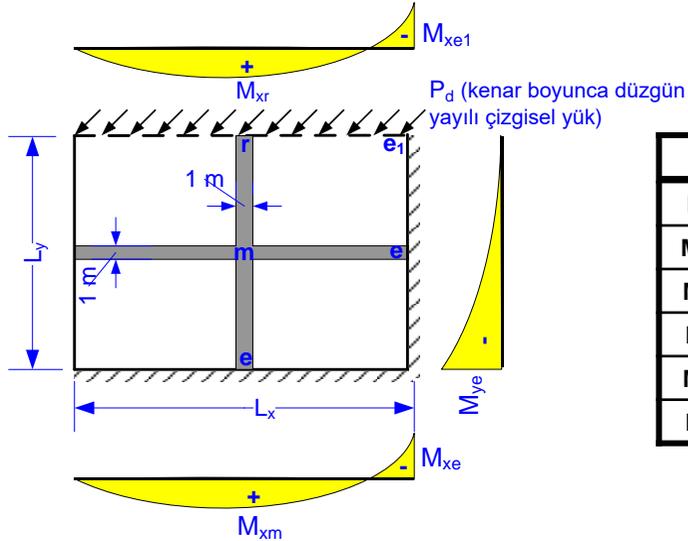
$$K = p_d L_x L_y, \quad \varepsilon = \frac{L_y}{L_x}, \quad M_d = \frac{K}{\alpha}$$

$L_x$  boşa kenara paralel kenardır

$\varepsilon \rightarrow$	0.25	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
$M_{xr}$	58.3	43.3	27.0	19.5	16.5	15.3	15.1	15.4	16.0	16.8	17.9	19.0	20.2	21.5
$M_{xe1}$	-10.8	-8.7	-6.8	-6.1	-6.0	-5.3	-6.5	-7.0	-7.6	-8.3	-9.0	-9.7	-10.5	-11.2
$M_{xm}$	118.0	97.0	61.7	43.3	34.0	29.2	26.7	25.4	24.8	24.6	24.8	25.1	25.6	26.2
$M_{xe}$	-27.6	-22.3	-16.9	-14.2	-12.6	-11.8	-11.3	-11.2	-11.2	-11.4	-11.7	-12.0	-12.4	-12.9
$M_{ym}$	-56.1	-68.5	-183.0	254.0	109.0	82.0	75.4	76.2	81.6	90.1	102.0	118.0	138.0	163.0
$M_{ye}$	-9.0	-8.2	-7.6	-7.7	-8.2	-8.9	-9.8	-10.8	-11.9	-13.2	-14.3	-15.6	-17.0	-18.4

$\alpha$  sayıları

## Boşa kenarı düzgün yayılı çizgisel yüklü plak:



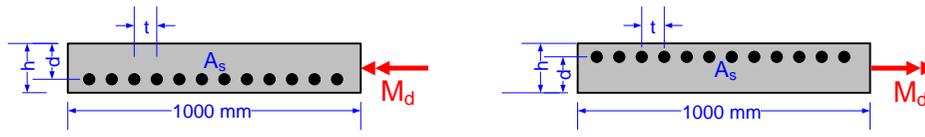
$$K = p_d L_x, \quad \varepsilon = \frac{L_y}{L_x}, \quad M_d = \frac{K}{\alpha}$$

$L_x$  boşa kenara paralel kenardır

$\varepsilon \rightarrow$	0.25	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
$M_{xr}$	22.2	16.8	10.6	7.8	6.52	6.0	5.7	5.6	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
$M_{xe1}$	-3.9	-3.1	-2.3	-2.0	-1.9	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.8	-1.9
$M_{xm}$	73.0	50.8	30.3	21.3	18.1	17.2	17.5	18.8	20.9	23.8	27.5	32.2	38.0	45.5
$M_{xe}$	-14.9	-12.8	-11.0	-10.5	-10.7	-11.4	-12.7	-14.5	-17.0	-20.3	-24.5	-30.0	-37.2	-46.3
$M_{ym}$	-11.3	-11.4	-12.8	-15.0	-17.4	-19.6	-21.7	-23.9	-26.5	-29.5	-32.9	-37.0	-42.2	-48.2
$M_{ye}$	-4.9	-4.7	-4.8	-5.6	-7.1	-9.4	-12.9	-18.4	-26.8	-39.8	-60.6	-93.5	-148.0	-239.0

$\alpha$  sayıları

<sup>1</sup>Çetmeli, E., Plaklar, İTÜ yayını, No.19, 1987.

1000 mm döşeme genişliği için donatı alanları (mm<sup>2</sup>)

t (mm)	φ (mm)									
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
50	565	1005	1571	2262	3079	4021	5089	6283	7603	9040
55	514	914	1428	2056	2799	3656	4627	5712	6912	8225
60	472	838	1309	1885	2566	3351	4241	5236	6336	7540
65	435	773	1208	1740	2368	3093	3915	4833	5848	6960
70	404	718	1122	1616	2199	2873	3636	4487	5430	6463
75	377	670	1047	1508	2052	2681	3393	4188	5068	6032
80	353	628	982	1414	1924	2514	3181	3926	4751	5655
85	333	591	924	1331	1811	2366	2994	3695	4472	5322
90	314	559	873	1257	1710	2234	2828	3490	4223	5027
95	298	529	827	1190	1620	2117	2679	3306	4001	4762
100	283	503	785	1131	1539	2011	2545	3141	3801	4524
105	269	479	748	1077	1466	1915	2424	2991	3620	4309
110	257	457	714	1028	1399	1828	2314	2855	3455	4113
115	246	437	683	983	1339	1749	2213	2731	3305	3934
120	236	419	654	942	1283	1676	2121	2617	3167	3770
125	226	402	628	905	1232	1609	2036	2513	3041	3619
130	217	387	604	870	1184	1547	1958	2416	2924	3480
135	209	372	582	838	1140	1490	1885	2327	2816	3351
140	202	359	561	808	1100	1436	1818	2244	2715	3231
145	195	347	542	780	1062	1387	1755	2166	2621	3120
150	189	335	524	754	1026	1341	1697	2094	2534	3016
155	182	324	507	730	993	1297	1642	2027	2452	2919
160	177	314	491	707	962	1257	1590	1964	2376	2828
165	171	305	476	685	933	1219	1542	1904	2304	2741
170	166	296	462	665	905	1183	1497	1848	2236	2661
175	162	287	449	645	880	1149	1454	1795	2172	2585
180	157	279	436	628	855	1117	1414	1746	2112	2513
185	153	272	425	611	832	1087	1376	1698	2055	2445
190	149	265	413	595	810	1058	1339	1654	2001	2381
195	145	258	403	580	789	1031	1305	1611	1949	2320
200	141	251	393	565	769	1005	1272	1572	1901	2262
210	135	239	374	539	733	957	1212	1496	1810	2154
220	129	228	357	514	700	914	1157	1428	1728	2056
230	123	219	341	492	669	874	1106	1366	1653	1967
240	118	209	327	471	641	838	1060	1309	1584	1885
250	113	201	314	452	616	804	1018	1257	1521	1810
260	109	193	302	435	592	773	979	1208	1462	1740
270	105	186	291	419	570	745	942	1164	1408	1676
280	101	180	280	404	550	718	909	1122	1358	1616
290	097	173	271	390	531	693	877	1083	1311	1560
300	094	168	262	377	513	670	848	1047	1267	1508
310	091	162	253	365	497	649	821	1013	1226	1459
320	088	157	245	353	481	628	795	982	1188	1414
330	086	152	238	343	466	609	771	952	1152	1371

h: plak kalınlığı(mm)  
d: faydalı yükseklik(mm)  
φ: çubuk çapı(mm)  
t: iki çubuk merkezi arası(mm)  
A<sub>s</sub>: 1000 mm plak şeridindeki donatı alanı(mm<sup>2</sup>)

$$A_s = \frac{1000}{t} \frac{\pi \phi^2}{4} = 785.398 \frac{\phi^2}{t}$$

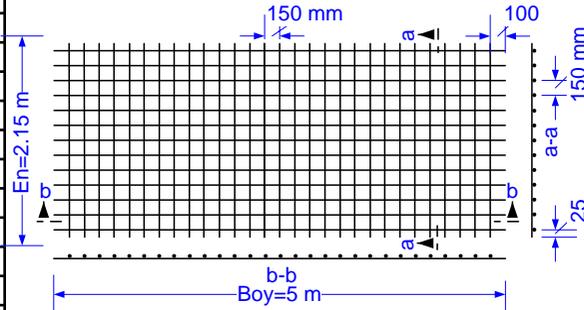
Alanlar(mm<sup>2</sup>)=A<sub>s</sub>

Not: φ6 eski projelerin kontrolü amaçlıdır. Yeni projelerde kullanılmaz.  
•Donatı aralığını 1.5 h ya yakın seçmek ekonomiktir.

**Q TİPİ Standart hasırlar**  
(150x150 mmxmm kare gözenekli):

İki doğrultuda çalışan plakların  
açıklıklarında tercih edilir

Tip	Çubuk çapı (mm)		Donatı alanı mm <sup>2</sup> /m	
	Boyuna	Enine	Boyuna	Enine
Q106/106	4,5	4,5	106	106
Q106/131	4,5	5,0	106	131
Q106/158	4,5	5,5	106	158
Q131/106	5,0	4,5	131	106
Q131/131	5,0	5,0	131	131
Q131/158	5,0	5,5	131	158
Q131/188	5,0	6,0	131	188
Q131/221	5,0	6,5	131	221
Q131/257	5,0	7,0	131	257
Q131/295	5,0	7,5	131	295
Q158/106	5,5	4,5	158	106
Q158/131	5,5	5,0	158	131
Q158/158	5,5	5,5	158	158
Q158/188	5,5	6,0	158	188
Q158/221	5,5	6,5	158	221
Q158/257	5,5	7,0	158	257
Q158/295	5,5	7,5	158	295
Q188/131	6,0	5,0	188	131
Q188/158	6,0	5,5	188	158
Q188/188	6,0	6,0	188	188
Q188/221	6,0	6,5	188	221
Q188/257	6,0	7,0	188	257
Q188/295	6,0	7,5	188	295
Q221/158	6,5	5,5	221	158
Q221/188	6,5	6,0	221	188
Q221/221	6,5	6,5	221	221
Q221/257	6,5	7,0	221	257
Q221/295	6,5	7,5	221	295
Q257/131	7,0	5,0	257	131
Q257/158	7,0	5,5	257	158
Q257/188	7,0	6,0	257	188
Q257/221	7,0	6,5	257	221
Q257/257	7,0	7,0	257	257
Q257/295	7,0	7,5	257	295
Q295/131	7,5	5,0	295	131
Q295/158	7,5	5,5	295	158
Q295/188	7,5	6,0	2,95	188
Q295/221	7,5	6,5	2,95	221
Q295/257	7,5	7,0	2,95	257
Q295/295	7,5	7,5	2,95	295



Tip	Çubuk çapı (mm)		Donatı alanı mm <sup>2</sup> /m	
	Boyuna	Enine	Boyuna	Enine
Q317/158	5,5d	5,5	317	158
Q317/188	5,5d	6,0	317	188
Q317/221	5,5fd	6,5	317	221
Q317/257	5,5d	7,0	317	257
Q317/295	5,5d	7,5	317	295
Q377/131	6,0d	5,0	377	131
Q377/158	6,0d	5,5	377	158
Q377/188	6,0d	6,0	377	188
Q377/221	6,0d	6,5	377	221
Q377/257	6,0d	7,0	377	257
Q377/295	6,0d	7,5	377	295
Q443/158	6,5d	5,5	443	158
Q443/188	6,5d	6,0	443	188
Q443/221	6,5d	6,5	443	221
Q443/257	6,5d	7,0	443	257
Q443/295	6,5d	7,5	443	295
Q513/188	7,0d	6,0	513	188
Q513/221	7,0d	6,5	513	221
Q513/257	7,0d	7,0	513	257
Q513/295	7,0d	7,5	513	295
Q589/221	7,5d	6,5	589	221
Q589/257	7,5d	7,0	589	257
Q589/295	7,5d	7,5	589	295

**Q hasır tablosu:**  
Enine donatı alanı  
boyuna donatı  
alanından az veya eşit

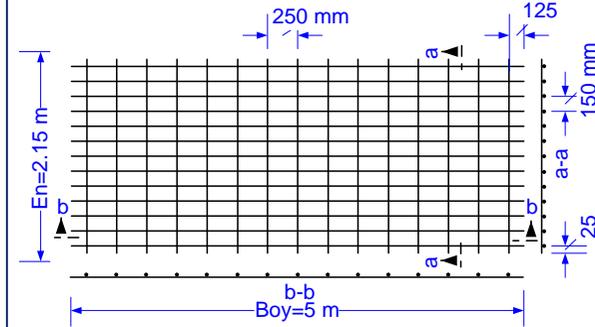
Mesnetlerde ek donatı ve bir  
doğrultuda çalışan plakların  
açıklıklarında tercih edilir

**Not:**

- 1) Çelik hasır akma dayanımı  $f_{yk}=500$  N/mm<sup>2</sup> olan nervürlü çelik (B500) ile üretilirler.
- 2) Bazı hasırların boyuna çubukları çift çubukludur. Bu hasırlar boyuna çubuk yanına d (=double=çift) harfi yazılarak gösterilir. Örnek: **Q 150.150.7d.6**
- 3) Her standart hasır her üreticide bulunamayabilir.
- 4) Sipariş verilerek özel boyutlarda üretim yaptırılabilir.

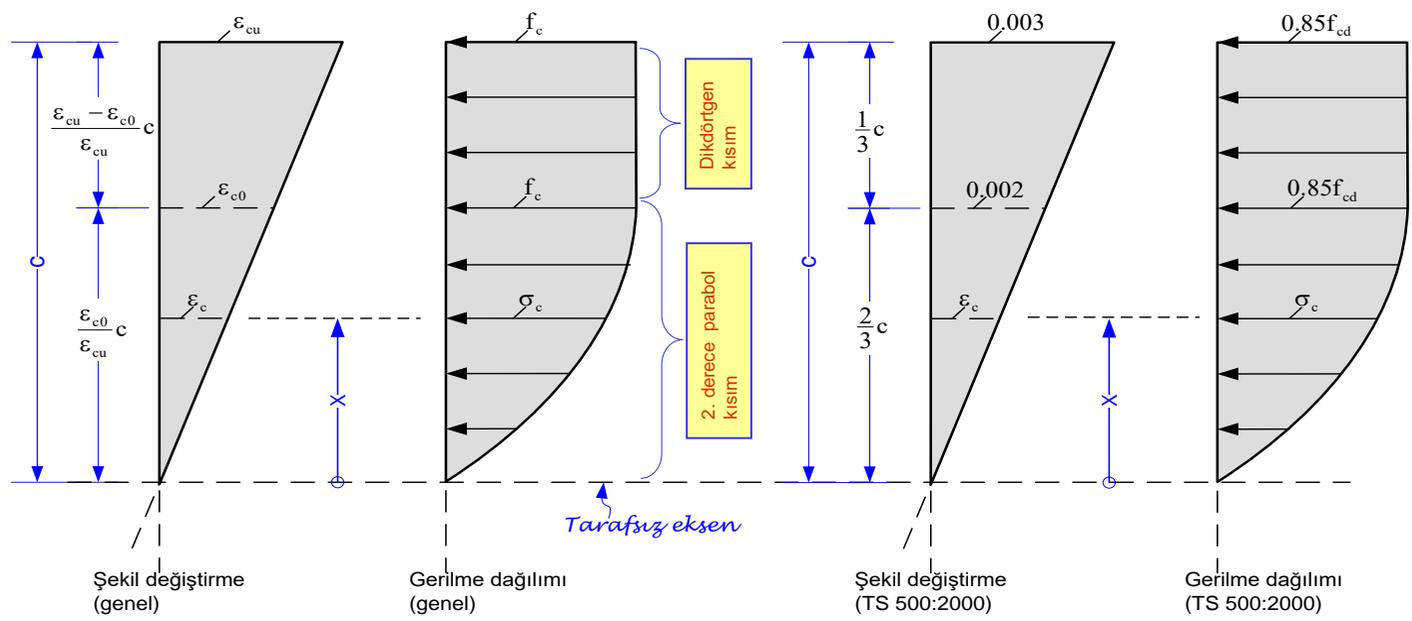
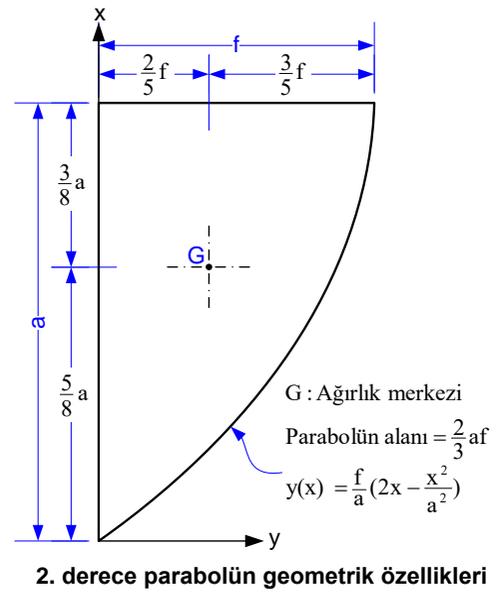
**R hasır tablosu:**  
Enine donatı alanı  
boyuna donatı  
alanından az

**R TİPİ Standart hasırlar**  
(150x250 mmxmm dikdörtgen gözenekli):



Tip	Çubuk çapı (mm)		Donatı alanı mm <sup>2</sup> /m	
	Boyuna	Enine	Boyuna	Enine
R106	4,5	4,5	106	64
R131	5,0	5,0	131	79
R158	5,5	5,0	158	79
R188	6,0	5,0	188	79
R221	6,5	5,0	221	79
R257	7,0	5,0	257	79
R295	7,5	5,0	295	79
R317	5,5d	5,0	317	79
R335	8,0	5,0	335	79
R377	6,0d	5,0	377	79
R443	6,5d	5,5	443	95
R513	7,0d	6,0	513	113
R589	7,5d	6,5	589	133

Gerilmenin tarafsız eksen ile  $\epsilon_{c0}$  arasında 2<sup>o</sup> derece parabol,  $\epsilon_{c0}$  ile  $\epsilon_{cu}$  arasında dikdörtgen dağıldığı varsayılır. TS 500:2000 de  $\epsilon_{c0} = 0.002$ ,  $\epsilon_{cu} = 0.003$ ,  $f_c = 0.85f_{cd}$  dir.



$$\epsilon_c = \frac{x}{c} \epsilon_{cu}$$

$0 \leq x < \frac{\epsilon_{c0}}{\epsilon_{cu}} c$  arasında :

Parabol kısmın alanı =  $\frac{2}{3} \frac{\epsilon_{c0}}{\epsilon_{cu}} c f_c$

$$\sigma(\epsilon_c) = f_c (2 \frac{\epsilon_c}{\epsilon_{c0}} - \frac{\epsilon_c^2}{\epsilon_{c0}^2})$$

$\frac{\epsilon_{c0}}{\epsilon_{cu}} c \leq x \leq c$  arasında :

Dikdörtgen kısmın alanı =  $\frac{\epsilon_{cu} - \epsilon_{c0}}{\epsilon_{cu}} c f_c$

$$\sigma(\epsilon_c) = f_c$$

$$\epsilon_c = \frac{x}{c} \epsilon_{cu}$$

$0 \leq x < \frac{2}{3} c$  arasında :

Parabol kısmın alanı =  $\frac{4}{9} c 0.85f_{cd}$

$$\sigma(\epsilon_c) = 0.85f_{cd} (2 \frac{\epsilon_c}{0.002} - \frac{\epsilon_c^2}{0.002^2})$$

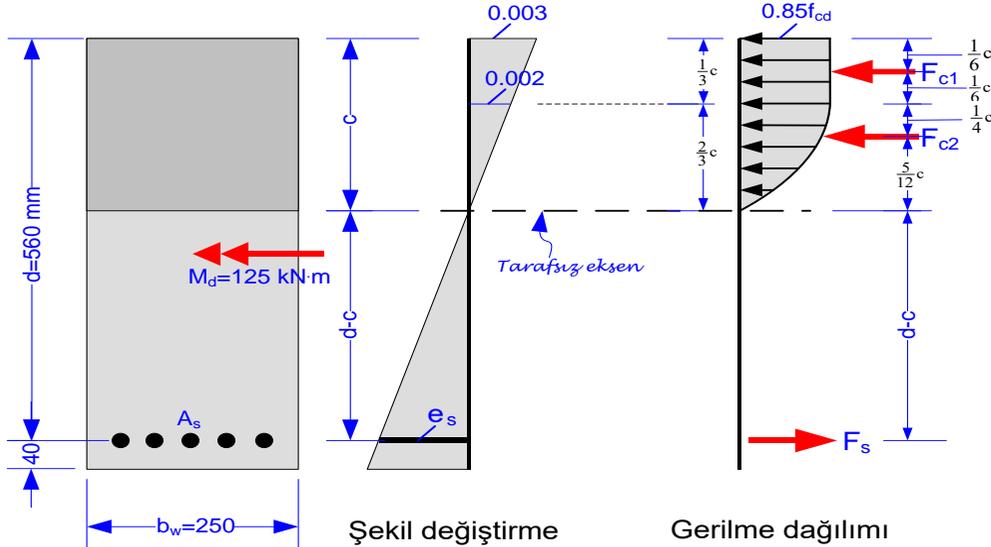
$\frac{2}{3} c \leq x \leq c$  arasında :

Dikdörtgen kısmın alanı =  $\frac{1}{3} c 0.85f_{cd}$

$$\sigma(\epsilon_c) = 0.85f_{cd}$$

## ÖRNEK: Eşdeğer parabol-dikdörtgen gerilme dağılımı

Genişliği 250 mm, yüksekliği 600 mm olan dikdörtgen kesitli bir kirişin açıklık kesitinde güvenle taşması gereken moment 125 kN·m dir. Malzeme C25/30-B420C, beton örtüsü 40 mm, şantiye denetimi iyidir. Eşdeğer parabol-dikdörtgen gerilme dağılımlı varsayımı ile gerekli çekme donatısı alanını belirleyiniz.



### Malzeme bilgileri :

$$f_{cd} = 25 / 1.5 = 16.67 \text{ N / mm}^2, f_{ctd} = 1.75 / 1.5 = 1.17 \text{ N / mm}^2$$

$$\varepsilon_{c0} = 0.002, \varepsilon_{cu} = 0.003, \rho_b = 0.0205$$

$$f_{yd} = 420 / 1.15 = 365.22 \text{ N / mm}^2$$

### Kuvvetler :

$$F_{c1} = \frac{1}{3} c 0.85 f_{cd} b_w = \frac{1}{3} c 0.85 \cdot 16.67 \cdot 250 = 1180.8c$$

$$F_{c2} = \frac{4}{9} c 0.85 f_{cd} b_w = \frac{4}{9} c 0.85 \cdot 16.67 \cdot 250 = 1574.4c$$

$$F_s = A_s f_{yd} = A_s \cdot 365.22$$

### Tarafsız eksen :

$$F_{c1} (d - \frac{1}{6} c) + F_{c2} (d - c + \frac{5}{12} c) = M_d$$

$$1180.8c (560 - \frac{1}{6} c) + 1574.4c (560 - \frac{7}{12} c) = 125 \cdot 10^6$$

$$c^2 - 1383.5c + 112087.5 = 0$$

$$c_1 = 86.4 \text{ mm}, c_2 = 1297 \text{ mm} \rightarrow c = 86.41 \text{ mm}$$

### Donatı alanı :

$$F_{c1} + F_{c2} = F_s$$

$$1180.8c + 1574.4c = A_s \cdot 365.22$$

$$1180.8 \cdot 86.4 + 1574.4 \cdot 86.4 = A_s \cdot 365.22$$

$$A_s = 651.9 \text{ mm}^2$$

### Kontrol :

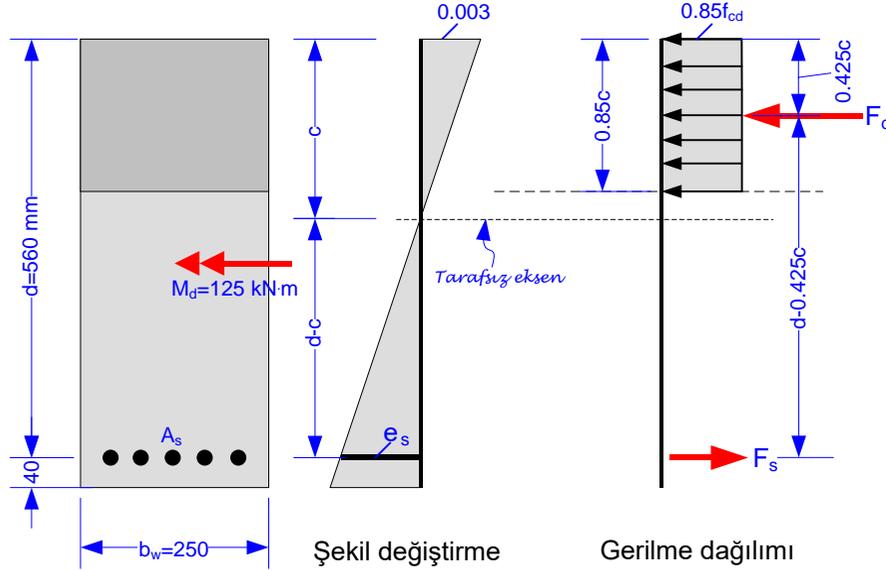
$$\rho = \frac{652}{260 \cdot 560} = 0.0046 < 0.85 \rho_b = 0.85 \cdot 0.0205 = 0.0174$$

$$< 0.02$$

$$> 0.8 \frac{f_{ctd}}{f_{yd}} = \frac{1.17}{365.22} = 0.0026$$

## ÖRNEK: Eşdeğer dikdörtgen gerilme dağılımı

Genişliği 250 mm, yüksekliği 600 mm olan dikdörtgen kesitli bir kirişin açıklık kesitinde güvenle taşınması gereken moment 125 kN·m dir. Malzeme C25/30-B420C, beton örtüsü 40 mm, şantiye denetimi iyidir. Eşdeğer dikdörtgen gerilme dağılımı varsayımı ile gerekli çekme donatısı alanını belirleyiniz.



### Malzeme bilgileri :

$$f_{cd} = 25 / 1.5 = 16.67 \text{ N / mm}^2, f_{ctd} = 1.75 / 1.5 = 1.17 \text{ N / mm}^2$$

$$\varepsilon_{cu} = 0.003, k_1 = 0.85, \rho_b = 0.0205$$

$$f_{yd} = 420 / 1.15 = 365.22 \text{ N / mm}^2$$

### Kuvvetler :

$$F_c = 0.85c \cdot 0.85 f_{cd} b_w = 0.85 \cdot 0.85 \cdot 16.67 \cdot 250c = 3011c$$

$$F_s = A_s f_{yd} = A_s \cdot 365.22$$

### Tarafsız eksen :

$$F_c (d - 0.425c) = M_d$$

$$3011c(560 - 0.425c) = 125 \cdot 10^6$$

$$c^2 - 1317.65c + 97681.05 = 0$$

$$c_1 = 78.85 \text{ mm}, c_2 = 1238.8 \text{ mm} \rightarrow c = 78.85 \text{ mm}$$

### Donatı alanı :

$$F_c = F_s$$

$$3011c = A_s \cdot 365.22$$

$$3011 \cdot 78.85 = A_s \cdot 365.22$$

$$A_s = 650 \text{ mm}^2$$

### Kontrol :

$$\rho = \frac{650}{260 \cdot 560} = 0.0046 < 0.85 \rho_b = 0.85 \cdot 0.0205 = 0.0174$$

$$< 0.02$$

$$> 0.8 \frac{f_{ctd}}{f_{yd}} = \frac{1.17}{365.22} = 0.0026$$

Eşdeğer dikdörtgen gerilme dağılımı modeli kullanılarak  $A_s=650 \text{ mm}^2$ , eşdeğer parabol-dikdörtgen gerilme dağılımı modeli kullanılarak  $A_s=652 \text{ mm}^2$  bulundu. Görüldüğü gibi aralarındaki fark önemsenmeyecek kadar azdır.

**EK17: Özel konular için nereye bakayım?**

Sağdaki özel konular için verilen kaynaklara bakınız.  
Kaynakların yeni baskılarında sayfa ve madde numaraları farklı olabilir!

**Yüksek kirişler**

CELEP, Z., 594-619  
ERSOY, U., ÖZCEBE. G., 623-627  
TS 500:2000, 23, Madde 8.5

**Kısa konsollar**

CELEP, Z., 351-355  
ERSOY, U., ÖZCEBE. G., 616-623  
DOĞANGÜN, A., 459-460  
TS 500:2000, 37-39

**Perdeler (betonarme duvar)**

CELEP, Z., 306-338  
DOĞANGÜN, A., 673-692  
TS 500/:2000, 61  
TBDY 2018, Madde 3.6

**Merdivenler**

CELEP, Z., 620-633, 763-769  
DOĞANGÜN, A., 593-616

**Kenetlenme, donatının eklenmesi**

ERSOY, U., ÖZCEBE. G., 721-748  
CELEP, Z., 48-60  
DOĞANGÜN, A., 77-85  
TS 500:2000, 39-45  
TBDY 2018, Madde 3.2.6, 3.4.3

**Çatlak genişliği hesabı**

CELEP, Z., 644-651  
DOĞANGÜN, A., 462  
TS 500:2000, 64

**Betonarme istinat duvarları**

CELEP, Z., 548-557

**Zımbalama**

CELEP, Z., 246-251  
ERSOY, U., ÖZCEBE. G., 504-517, 569-566  
DOĞANGÜN, A., 261-283  
TS 500:2000, 33-37

**Burulma**

CELEP, Z., 231-246  
ERSOY, U., ÖZCEBE. G., 649-712  
DOĞANGÜN, A., 450  
TS 500:2000, 31-33

**Dolaylı mesnet(saplama kiriş) askı donatısı**

ERSOY, U., ÖZCEBE. G., 501-503  
CELEP, Z., 357  
TS 500:2000, 29

**Narinlik, burkulma, İkinci mertebe etkisi**

CELEP, Z., 274-286  
ERSOY, U., ÖZCEBE. G., 374-422  
DOĞANGÜN, A., 509-550  
TS 500:2000, Madde 7.6

**Sehim hesabı, Çatlak kontrolü**

CELEP, Z., 643  
DOĞANGÜN, A., 344, 462  
TS 500:2000, Madde 13



# EK19:

Tek ve çift donatılı dikdörtgen kesitte donatı hesabı					
$f_{ck} =$	30	N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd} =$	20	N/mm <sup>2</sup>
$f_{yk} =$	420	N/mm <sup>2</sup>	$f_{yd} =$	365,22	N/mm <sup>2</sup>
$b_w =$	300	mm	$f_{ctd} =$	1,28	N/mm <sup>2</sup>
$d =$	560	mm	$k_1 =$	0,82	
$d' =$	40	mm	$k_3 =$	0,85	
$M_d =$	500	KNm	$A_{s\ min} =$	470	mm <sup>2</sup>
$N_d =$	0	KN	$\rho_b =$	0,023727	

$M'_d =$	500	KNm	
$M_{3/6} =$	377,41	KNm	<b>çift donatılı tasarıma geçiniz</b>

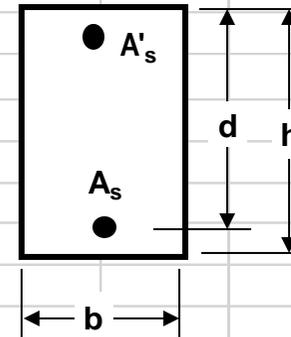
Tek donatılı tasarım		
$k =$	5,314626	N/mm <sup>2</sup>
$\rho =$	0,018053	
$A_s =$	3033	mm <sup>2</sup>
$A_{s\ seçilen} =$	480	
$A'_s =$	226	mm <sup>2</sup>

$\rho =$  0 Donatı az  
 $\rho - \rho' =$  0,001512 denge altı donatı

Çift donatılı tasarım		
$M_2 =$	122,59	KNm
$A_{s2} =$	645	mm <sup>2</sup>
$A_{s1} =$	2137	mm <sup>2</sup>
$\sigma'_s =$	471	mm <sup>2</sup>
$A'_s =$	645	mm <sup>2</sup>
$A_s =$	2783	mm <sup>2</sup>
$A_{s\ seçilen} =$	2800	mm <sup>2</sup>
$A'_s\ seçim =$	650	mm <sup>2</sup>

$\rho =$  0,016667 donatı oranı yönetmeliğe uygun  
 $\rho - \rho' =$  0,012798 denge altı donatı

Ek 5	As		Gerçek As	bw
	1048			300
$\Phi$	Teo çub sayısı	Çubuk sayısı	Çub. Say. Göre	1 sıra çub say
8				
10				
12	9,27	10	1131	6
14	6,81	7	1078	5
16	5,21	6	1206	5
18	4,12	5	1272	5
20	3,34	4	1257	5
22	2,76	3	1140	4
24	2,32	3	1357	4
26	1,97	2	1062	4
28	1,70	2	1232	4
30	1,48	2	1414	4
32	1,30	2	1608	4



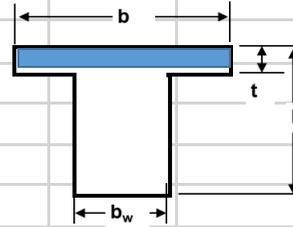
# EK20:

## TABLALI KESİTTE DONATI HESABI

$f_{ck} =$	25	N/mm <sup>2</sup>	$f_{cd} =$	16,66667	N/mm <sup>2</sup>
$f_{yk} =$	420	N/mm <sup>2</sup>	$f_{yd} =$	365,22	N/mm <sup>2</sup>
$b =$	650	mm	$f_{ctd} =$	1,17	N/mm <sup>2</sup>
$b_w =$	250	mm	$k_1 =$	0,85	
$d =$	550	mm	$k_3 =$	0,85	
$t =$	100	mm	$A_{s\ min} =$	351	mm <sup>2</sup>
$M_d =$	500	KNm	$\rho_b =$	0,03178	

$$\rho_b = \frac{A_{sb}}{b_w d} = k_3 \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \left( k_1 \frac{0.003}{0.003 + \varepsilon_{sd}} + \left( \frac{b}{b_w} - 1 \right) \frac{t}{d} \right)$$

$M_T =$  460,42 KNm **a>t durumu geçerli**



### a<t durumu

$k =$	2,542911634	N/mm <sup>2</sup>
$\rho =$	0,007733685	
$A_s =$	2765	mm <sup>2</sup>
$A_{s\ seçilen} =$	1571	<b>5Φ20</b>
$A'_s\ seçim =$	226	<b>2Φ12</b>

$\rho =$  0,011425 Donatı yönetmeliğe uygun seçilmiştir  
 $\rho - \rho' =$  0,009782 Kesit denge altı donatılmıştır

Ek 5	As		Gerçek As	bw
	1570			300
Φ	Teo çub sayısı	Çubuk sayısı	Çub. Say. Göre	1 sıra çub say
8				
10				
12	13,88	14	1583	6
14	10,20	11	1693	5
16	7,81	8	1608	5
18	6,17	7	1781	5
20	5,00	5	1571	5
22	4,13	5	1901	4
24	3,47	4	1810	4
26	2,96	3	1593	4
28	2,55	3	1847	4
30	2,22	3	2121	4
32	1,95	2	1608	4

### a>t durumu

$M_1 =$	283,33	KNm
$M_2 =$	216,67	mm <sup>2</sup>
$k =$	2,8650	N/mm <sup>2</sup>
$\rho =$	0,00886	
$A_{s2} =$	1218	mm <sup>2</sup>
$A_{s1} =$	1552	mm <sup>2</sup>
$A_s =$	2769	mm <sup>2</sup>
$A_{s\ seçilen} =$	2714	<b>6Φ24</b>
$A'_s\ seçim =$	226	<b>2Φ12</b>

$\rho =$  0,019738 donatı oranı yönetmeliğe uygun  
 $\rho - \rho' =$  0,015311 denge altı donatı

