

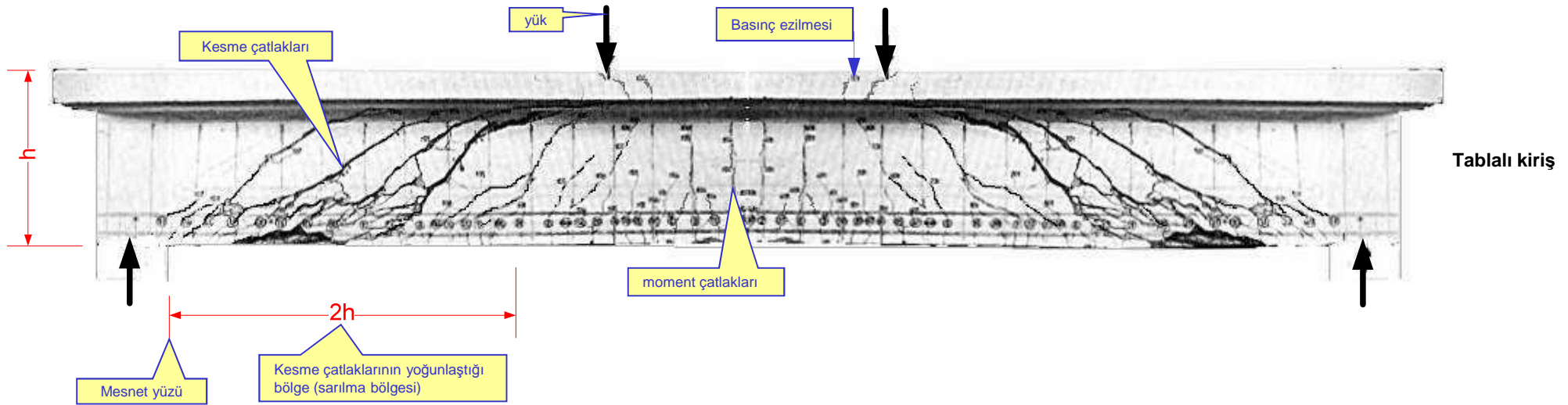
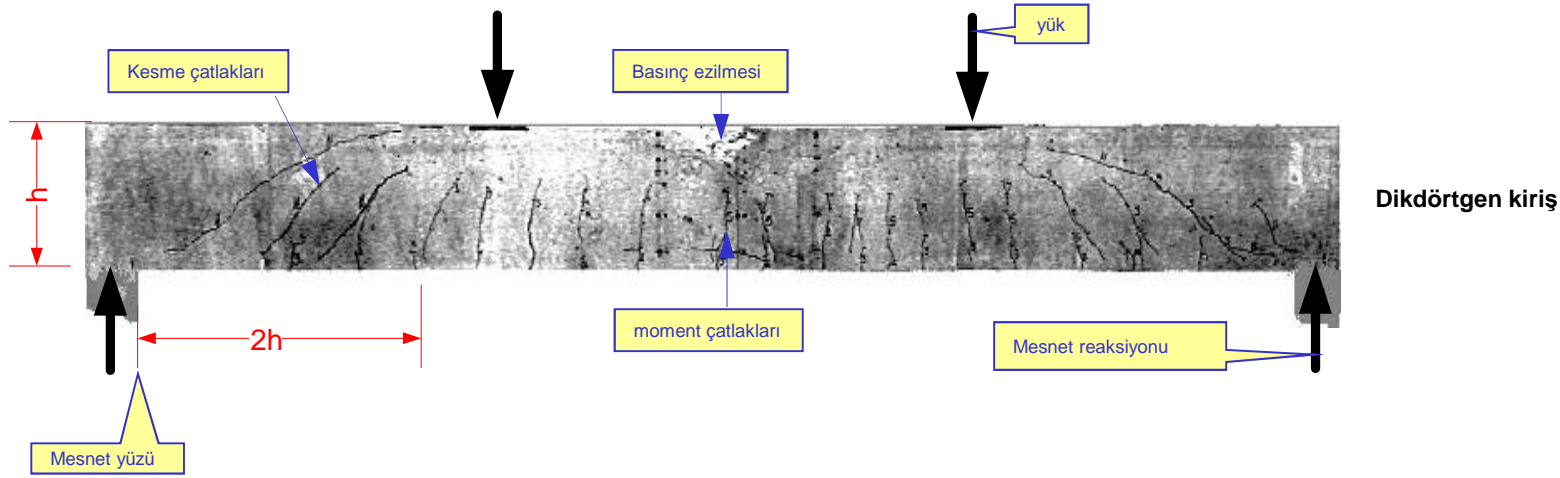


## **KESME**

### **Kirişlerde Etriye Hesabı**

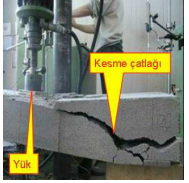
**(TS 500/2000)**

## Kesme çatlakları-Deney kirişleri



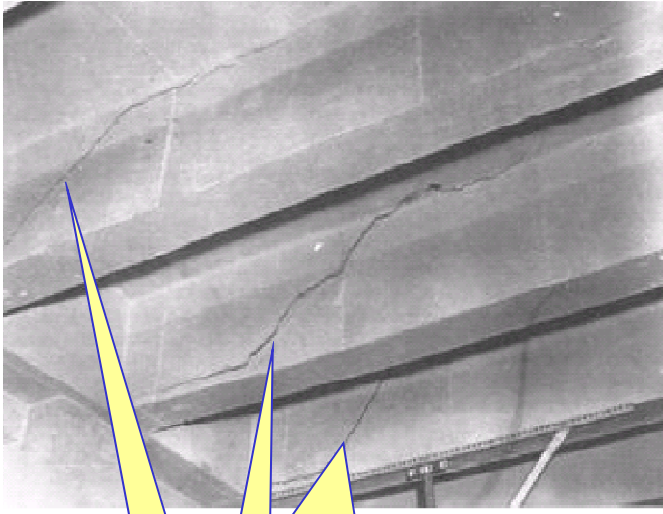
Video

<http://mmf2.ogu.edu.tr/atopcu>



### Gözlem:

- Kesme çatlakları mesnet yüzünden itibaren kiriş yüksekliğinin iki katı kadar bir bölgede yoğunlaşır. Bu bölgenin sık etriye ile sarılması gerekir.
- Bu bölgede kesme çatlakları yaklaşık 45° eğimlidir.
- Kirişi kesen kuvvet mesnetteki değil, mesnet yüzünden h kadar ötedeki kuvvettir.



- Etriye yetersiz: kesme çatlakları var
- Boyuna donatı yeterli: moment çatlakları yok
- Boyuna donatı kesme çatlaklarını önlemez!

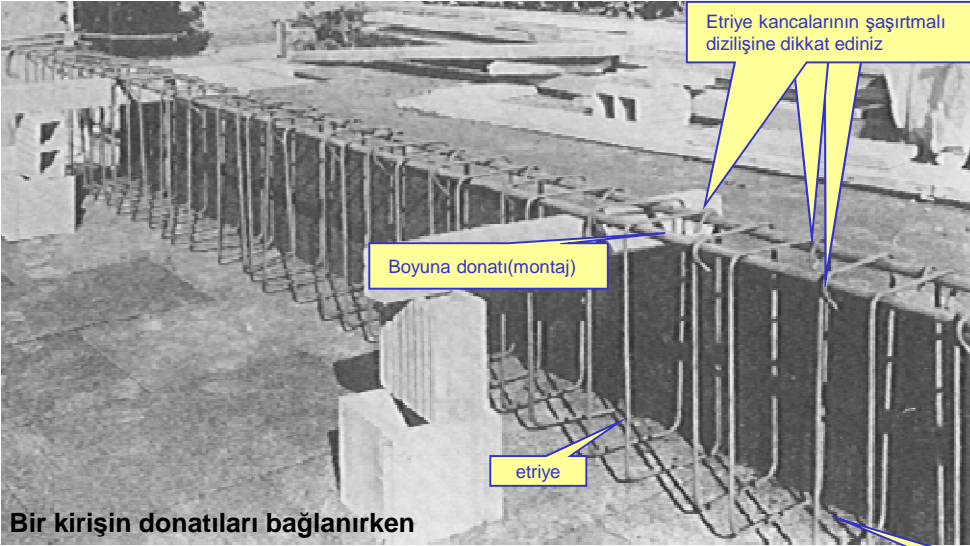


- Etriye yetersiz: kesme çatlakları var
- Boyuna donatı yeterli: moment çatlakları yok
- Boyuna donatı kesme çatlaklarını önlemez!



Boyuna donatı kesme çatlaklarını önlemez!

Eğik çekme (kesme) çatlakları



Etriye kancalarının şaşırtmalı dizilişine dikkat ediniz

Boyuna donatı(montaj)

etriye

Bir kirişin donatıları bağlanırken

Altaki boyuna donatılar henüz konulmamış

Etriye ve pilye donatısı kesme çatlaklarını sınırlar. Etriye daha etkindir. Gerekli etriye çap ve aralığı hesapla belirlenir. Pilyenin katkısı dikkate alınmaz.

Burada, kesme teorisine girmeden, TS 500/2000 e göre etriye hesabının adımları verilecek ve örneklenecektir. Deprem Yön. 2007 ye göre etriye hesabı biraz farklıdır.

## Hesap sırası:

- 1) Tasarım kesme kuvveti  $V_d$  yi belirle (Bak: TS 500/2000, Sayfa 29, Madde 8.1.2).
  - Kirişi kesmeye çalışan  $V_d$  kuvveti kolon yüzünden  $d$  (faydalı yükseklik) kadar uzakta hesaplanır.
  - Kiriş bir başka kirişe saplanıyorsa (dolaylı mesnet  $\equiv$  saplama kiriş),  $V_d$  saplandığı kirişin yüzünde hesaplanır.
  - Kolon yüzünden  $d$  veya daha az uzakta tekil kuvvet varsa,  $V_d$  kolon yüzünde hesaplanır.
  - Sol ve sağda hesaplanan  $V_d$  kuvvetlerinden mutlak değerce büyük olan dikkate alınır.
- 2)  $\text{Max } V_d = 0.22 f_{ctd} A_c$  yi belirle.  $V_d > \text{max } V_d$  durumunda kesit kesme açısından yetersizdir.  $A_c$  yi  $V_d \leq \text{max } V_d$  olacak kadar büyüt.
- 3)  $V_{cr} = 0.65 f_{ctd} A_c (1 + \gamma N_d/A_c)$  donatısız betonun kesme dayanımını hesapla. Bu bağıntıda  $N_d$  kiriş aksenal kuvvetidir ve pozitif alınır.  $N_d$  basınç ise  $\gamma = 0.07$ , çekme ise  $\gamma = -0.3$  alınır. Basınç kuvveti kesme dayanımını artırmakta, çekme kuvveti ise azaltmaktadır. Çünkü basınç kuvveti kesme çatlaklarını küçültür, çekme kuvveti ise büyütür.
- 4)  $V_d < V_{cr}$  durumunda beton tek başına tüm kesmeyi karşılar. Teorik olarak etriye gerekmez, ancak yönetmelik gereği minimum etriye konur:

$$\frac{A_{sw}}{s} = 0.3 \frac{f_{ctd}}{f_{ywd}} b_w \begin{cases} s & : \text{etriye aralığı} \\ f_{ywd} & : \text{etriye donatısı tasarım dayanımı} \\ b_w & : \text{en küçük gövde genişliği} \\ A_{sw} & : \text{etriye kolları toplam kesit alanı} \end{cases}$$

bağıntısında  $A_{sw}$  yi seç,  $s$  etriye aralığını hesapla. Açıklıkta  $s$  adımda, sarılma bölgelerinde  $s/2$  adımda bir etriye koy. Uygulamada genellikle öncelikle  $\phi 8$ , olmazsa  $\phi 10$ , ... tek etriye (çift kollu) kullanılır. Etriye çapı ve kol sayısı seçilir, düşey kolların toplam kesit alanı  $A_{sw}$  olarak alınır.

- 5)  $V_d > V_{cr}$  durumunda etriye hesabını aşağıdaki bağıntıdan yap:

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_d}{f_{ywd} d}$$

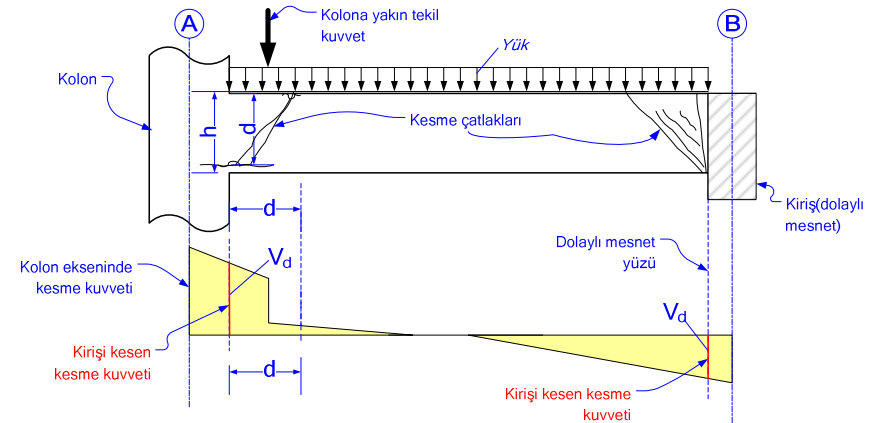
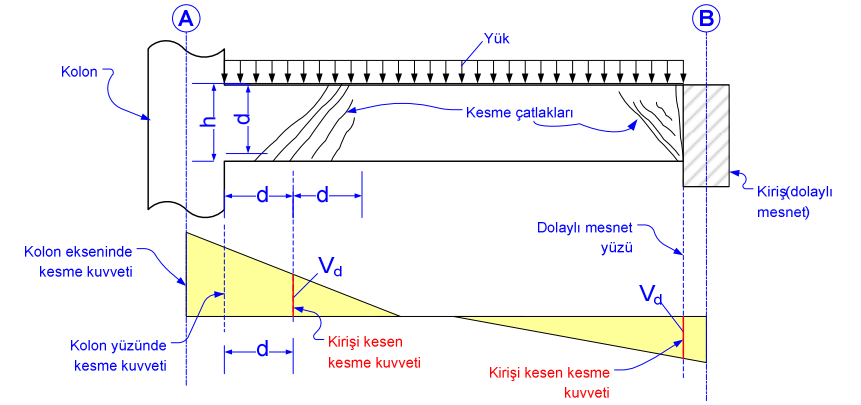
Türkiye ağır deprem tehlikesi altında olduğundan bu bağıntıda betonun aldığı kesme ihmal edilmiştir.

bağıntısında  $A_{sw}$  yi seç,  $s$  etriye aralığını hesapla. Açıklıkta  $s$  adımda, sarılma bölgelerinde  $s/2$  adımda bir etriye koy. Önce  $\phi 8$  çift kollu, olmazsa  $\phi 10$  çift kollu, olmazsa  $\phi 8$  çok kollu, vs... denir.

- 6) Açıklıkta  $s$  adımda, sarılma bölgelerinde  $s/2$  adımda bir etriye koy.
- 7) Etriye Min koşulları: Kararlaştırılan çap ve etriye adımı aşağıdaki koşulları sağlamalıdır.

$$s \leq h/2, s \leq 200 \text{ mm (açıklıkta)}, s \leq h/4, s \leq 100 \text{ mm (sarılma bölgelerinde)}$$

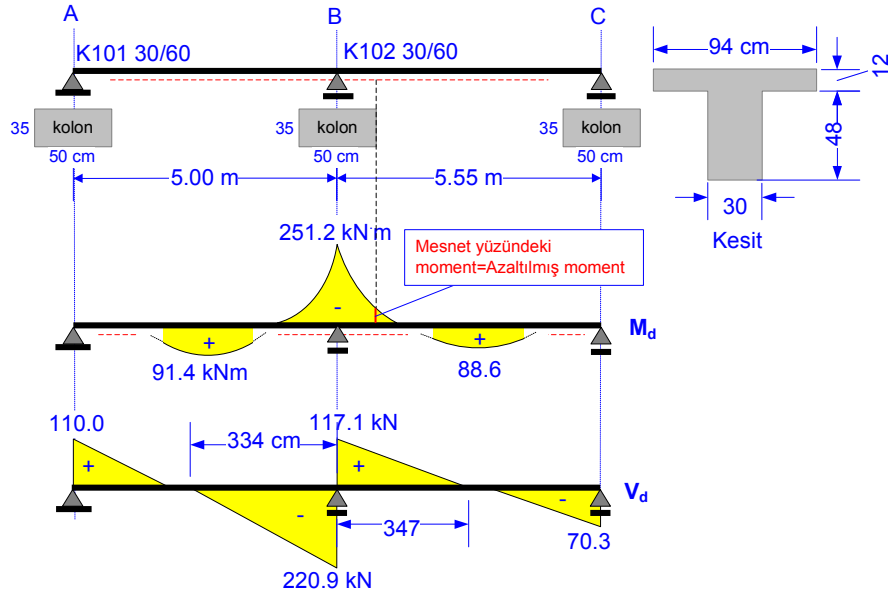
$$\rho_w = A_{sw} / (b_w s) \geq \text{Min } \rho_w = 0.3 f_{ctd} / f_{ywd}$$



NOT: Deprem yönetmeliği 2007 Madde 3.4.5 e göre kiriş kesmeye çalışan kuvvetin belirlenmesi farklıdır,  $V_d$  yerine  $V_e$  alınır.

## Örnek: Bir kirişin tüm donatılarının hesabı ve çizimi

Aşağıda verilen kirişin donatılarını belirleyiniz, şantiyeye gidecek gerekli çizimleri veriniz. Kolonlar 35x50, malzeme C20/25-B 420C, beton örtüsü (pas payı) 3 cm, iyi denetimli şantiye.



**ÇÖZÜM:** (ERSOY/ÖZCEBE Tabloları)

$$f_{cd}=13.33, f_{ctd}=1.07, f_{yd}=365.22 \text{ N/mm}^2, \rho_b=0.0164$$

$$\text{Min } \rho=0.8 \cdot 1.07/365.22=0.0023, \text{ max } \rho=0.02$$

$$\text{Max } (\rho-\rho')=0.85 \cdot 0.0164=0.0139$$

**K101/K102 açıklıkları:**

$$M_d=91.4 \text{ kN}\cdot\text{m}, d=60-3=57 \text{ cm}$$

$$b/b_w=94/30=3.13, t/d=12/57=0.21$$

$$Kf_{cd} = \frac{94 \cdot 570^2}{91.4 \cdot 10^6} 13.33 = 44.5$$

Minimum donatı yeterli.

$$A_s=0.0023 \cdot 300 \cdot 570 = 393 \text{ mm}^2$$

Seçilen : 3 $\phi$ 14(462 mm<sup>2</sup>)

Montaj : 3 $\phi$ 12 (339 mm<sup>2</sup>)

Piye kullanılmamasına ve donatıların kesilmemesine karar verildi

**B mesnedi:**

$$M_d=251.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{Azaltılmış tasarım momenti: } M_d < M_d - V_d \cdot a/3$$

a: mesnet genişliği  
V<sub>d</sub>: eksenindeki kesme kuvveti

$$V_d=117.1 \text{ kN}$$

$$M_d=251.2 - 117.1 \cdot 0.5/3 = 231.7 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Azaltılmış moment

$$K=300 \cdot 570^2 / 231.7 \cdot 10^3 = 421 \text{ mm}^2/\text{kN} \rightarrow j=0.879$$

$$A_s=231.7 \cdot 10^6 / (365.22 \cdot 0.879 \cdot 570) = 1266 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{sek}} = 1266 - 339 = 927 \text{ mm}^2$$

Seç.: 3 $\phi$ 20(942 mm<sup>2</sup>)

**Kontrol:**

$$A_{\text{smev}}=942+339=1281 \text{ mm}^2$$

$$\rho=1281/300/570=0.0075$$

$$\rho'=462/300/570=0.0027$$

$$\rho > \text{Min } \rho = 0.0023 \quad \checkmark$$

$$\rho < \text{Max } \rho = 0.02 \quad \checkmark$$

$$\rho - \rho' = 0.0075 - 0.0027 = 0.0048 < \text{Max } (\rho - \rho') = 0.0139 \quad \checkmark$$

**K101/K102 açıklıkları üst kontrol:**

$$339 > 1281/4 = 320 \text{ mm}^2 \quad \checkmark$$

**B mesnedi alt kontrol:**

$$\text{Min gerekli: } 1281/2 = 641 \text{ mm}^2$$

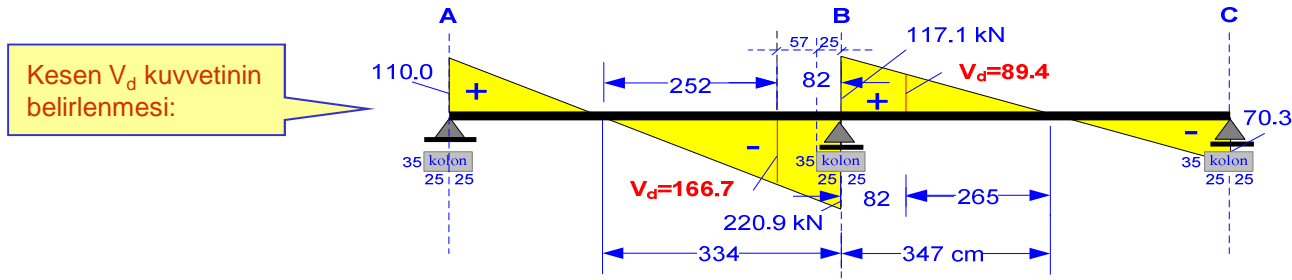
$$A_{\text{sek}} = 641 - 462 = 179 \text{ mm}^2$$

Seç.: 1 $\phi$ 16(201 mm<sup>2</sup>)

**Gövde donatısı:** gerekmez.

Bak: ERSOY/ÖZCEBE, say. 273-274  
TS500/2000, say. 20, Madde 6.3.9

## Etriye hesabı:



### K101 açıklığı:

$$\frac{V_d}{220.9} = \frac{252}{334}$$

$$\text{Max } V_d = 0.22 f_{ctd} A_c$$

$$V_d = 166.7 \text{ kN.}$$

$$\text{Max } V_d = 0.22 \cdot 13.33 \cdot 300 \cdot 570 = 501 \text{ kN} > V_d \text{ kesit yeterli } \checkmark$$

$$V_{cr} = 0.65 \cdot 1.07 \cdot 300 \cdot 570 = 118931 \text{ N} \approx 118.9 \text{ kN.}$$

$$V_{cr} = 0.65 f_{ctd} A_c (1 + \gamma N_d / A_c)$$

$V_{cr} = 118.9 < V_d = 166.7 \text{ kN}$ , Min etriye yetmez, hesaplanacak.

$\phi 8$  çift kollu etriye kullanılırsa:

$$A_{sw} = 2 \cdot 50 = 100 \text{ mm}^2$$

$$\frac{100}{s} = \frac{166.7 \cdot 10^3}{365.22 \cdot 570} = 0.80$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_d}{f_{ywd} d}$$

$$s = 125 \text{ mm} \approx 12 \text{ cm.}$$

$s = 19 \text{ cm}$  tercih edilecek: Açıklıkta  $\phi 10/19$  kullanılacak.

Kontrol:

$$\rho_w = 158 / (300 \cdot 190) = 0.0028$$

$$\text{Min } \rho_w = 0.3 \cdot 1.07 / 365.22 = 0.0009$$

$$\rho_w > \text{min } \rho_w \checkmark$$

$$s < h/2 = 60/2 \checkmark$$

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w s}$$

$$\text{Min } \rho_w = 0.3 \frac{f_{ctd}}{f_{ywd}}$$

Mesnetlerde (sarılma bölgelerinde)  $s = 19/2 \approx 9 \text{ cm}$ ,  $\phi 10/9$  kullanılacak.

### K102 açıklığı:

$$\frac{V_d}{117.1} = \frac{265}{347}$$

$$V_d = 89.4 \text{ kN} < \text{Max } V_d = 501 \text{ kN} \checkmark$$

$$V_d = 89.4 < V_{cr} = 118.9 \text{ kN. Min etriye yeterli!}$$

$\phi 8$  çift kollu etriye kullanılırsa:

$$A_{sw} = 2 \cdot 50 = 100 \text{ mm}^2$$

$$\frac{100}{s} = 0.3 \frac{1.07}{365.22} 300 \rightarrow s = 379 \text{ mm}$$

$$\frac{A_{sw}}{s} = 0.3 \frac{f_{ctd}}{f_{ywd}} b_w$$

$s = 20 \text{ cm}$  alınacak.

Açıklıkta  $\phi 8/20$ ,

mesnetlerde (sarılma bölgelerinde)  $\phi 8/10$  kullanılacak.

Gerekli tüm donatılar belirlenmiştir. Artık şantiyeye gidecek çizim hazırlanabilir.

**Kiriş açılımı:**

