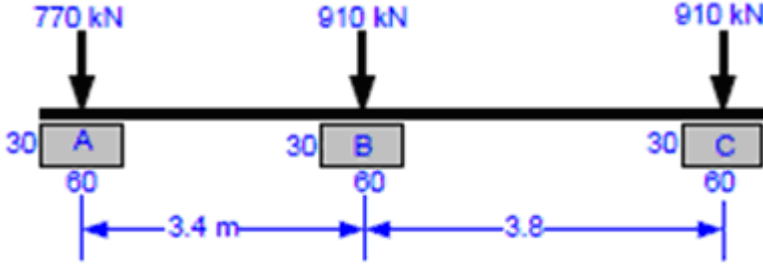


Örnek: Bir doğrultuda sürekli temel kirişi



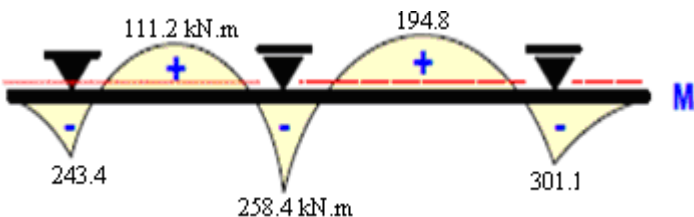
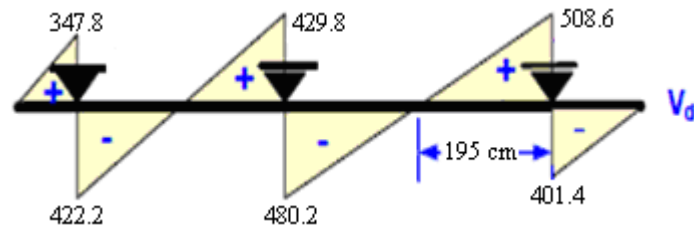
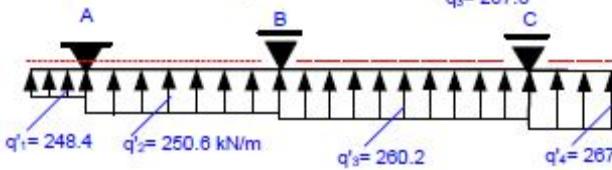
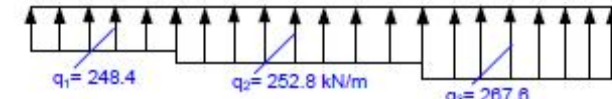
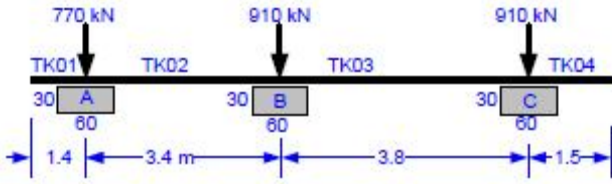
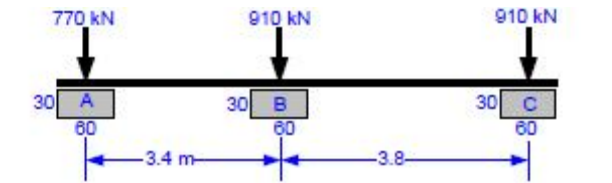
30/60 cmxcm kesitli üç kolonun oturduğu temel kirişi yapılacaktır. Gerekli statik-betonarme hesapları yapınız, çizimleri veriniz. Kolon yükleri tasarım yükleridir. Arsa sınırı ilk kolonun 1.4 m solunda, son kolonun 3 m sağındadır. $\sigma_{zem}=150 \text{ kN/m}^2$, Şantiye iyi denetimlidir.

Malzeme:

Beton: C16/20

Çelik: S420a

ÇÖZÜM:



q_1 ve q_3 'ün hesabı için a_1 ve a_3 bilinmeli. Bu yüzden, önce q_2 hesaplanmalı.

$$q_2 = \frac{910}{(3.4 + 3.8)/2} = 252.8 \text{ kN/m}$$

Arsa müsait olduğundan solda ve sağda konsol yapılabilir:

$$\frac{770}{a_1 + \frac{3.4}{2}} = 252.8 \text{ kN/m} \Rightarrow a_1 = 1.35 \text{ m}$$

$$\frac{910}{a_1 + \frac{3.8}{2}} = 252.8 \text{ kN/m} \Rightarrow a_2 = 1.70 \text{ m}$$

1.5 m den daha uzun konsol, moment ve kesme nedeniyle, fazla zorlanacağından $a_1=1.4 \text{ m}$ ve $a_2=1.5 \text{ m}$ seçilecektir.

$$q_1 = \frac{770}{1.4 + \frac{3.4}{2}} = 248.4 \text{ kN/m}$$

$$q_3 = \frac{910}{1.5 + \frac{3.8}{2}} = 267.6 \text{ kN/m}$$

Bu değerler ile hesaplanan q_1' , q_2' , q_3' , q_4' düzgün yayılı yüklerine ait moment ve kesme kuvveti diyagramları verilmiştir.

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_{mc}} = \frac{16 \text{ N/mm}^2}{1.5} = 10.67 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctk} = 0.35 \sqrt{f_{ck}} = 0.35 \sqrt{16} = 1.4 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_{mc}} = \frac{1.4 \text{ N/mm}^2}{1.5} = 0.93 \text{ N/mm}^2$$

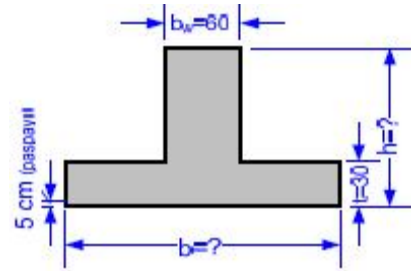
$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{ms}} = \frac{420 \text{ N/mm}^2}{1.15} = 365.22 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Min } \rho = 0.8 \frac{f_{ctd}}{f_{yd}} = 0.8 \frac{0.93 \text{ N/mm}^2}{365.22 \text{ N/mm}^2} = 0.002$$

Kiriş genişliği $b_w = 60 \text{ cm}$ seçildi.

Pabuç plağı kalınlığı $t = 30 \text{ cm}$ seçildi.

Paspayı = 5 cm seçildi.



Kiriş yüksekliği h nın tahmini:

$$\frac{V_d}{508.6} = \frac{165}{195}$$

$$V_d = 430.4 \text{ kN}$$

$V_{cr} = V_d$ sağlanmalı:

$$0.65 * f_{ctd} * b * d = 430400 \text{ N}$$

$$0.65 * 0.93 \text{ N/mm}^2 * 600 \text{ mm} * d = 430400 \text{ N}$$

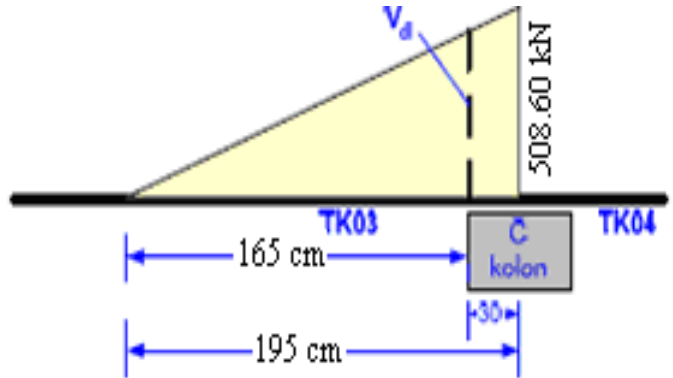
$$d = 1187 \text{ mm}$$

Kesmenin %80'ini beton alacak, kalan kısım etriye ile karşılanacaktır. Buna göre;

$$d = 0.80 * 118.7 = 94.96 \text{ cm}$$

$d = 95 \text{ cm}$, $h = 95 + 5 \text{ cm} = 100 \text{ cm}$ seçildi.

$$\text{Kontrol: } h = 100 \text{ cm} > \frac{L_{net}}{10} = \frac{(380 - 60)}{10} = 32 \text{ cm}$$

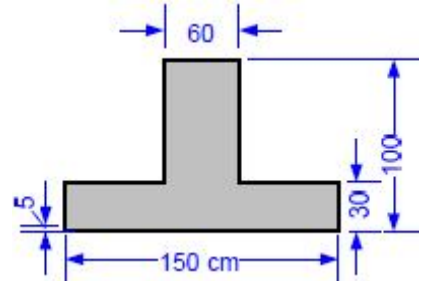


Pabuç genişliği b nin belirlenmesi:

$$\text{Max } \sigma_z = \frac{\text{Max } q_i'}{b} \leq f_{zn} \text{ olmalı.}$$

$$f_{zn} = 1.5 \sigma_{zem} - \gamma h = 1.5 * 150.0 - 18 * 1.0 = 207.0 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{267.6 \text{ kN}}{b} \leq 207.0 \text{ kN/m}^2 \rightarrow b \geq 1.29 \text{ m} \rightarrow b = 150 \text{ cm}$$



Zemindeki gerilme:

$$\text{Max } \sigma_z = \frac{\text{Max } q_i'}{b} \leq f_{zn} \rightarrow \text{Max } \sigma_z = \frac{267.6}{1.5} = 178.4 \leq f_{zn} = 207.0 \text{ kN/m}^2$$

Kiriş etriye hesabı:

$$V_d = 430.4 \text{ kN}$$

$$V_{cr} = 0.65 * f_{ctd} * b * d$$

$$V_{cr} = 0.65 * 0.93 \text{ N/mm}^2 * 600 \text{ mm} * 950 \text{ mm} = 344.6 \text{ kN}$$

$$\text{Max } V_d = 0.22 * f_{cd} * b * d = 0.22 * 10.67 \text{ N/mm}^2 * 600 \text{ mm} * 950 \text{ mm} = 1338.0 \text{ kN}$$

$V_d < \text{Max } V_d$ ✓ Kesit kesme açısından yeterlidir. Aksi halde, A_c büyütülmeliydi ve V_{cr} yeniden hesaplanmalıydı.

$V_{cr} < V_d$ olduğundan minimum etriye yetmez, etriye hesabı yapılması gerekir:

4 kollu $\phi 12$ etriye kullanılırsa $A_{sw} = 4 * 113 \text{ mm}^2 = 452 \text{ mm}^2$. Etriye aralığının hesabı için:

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

$$\frac{452 \text{ mm}^2}{s} = \frac{430400 \text{ N}}{365.22 \text{ N/mm}^2 * 950 \text{ mm}} \rightarrow s = 364 \text{ mm olur.}$$

2 $\phi 12$ /360 açıklıklarda

2 $\phi 12$ /180 sıkılaştırma bölgelerinde

Kontrol (Minimum etriyeye göre)

$$\frac{A_{sw}}{s * b_w} \geq \frac{0.3 * f_{ctd}}{f_{ywd}} \text{ olmalı.}$$

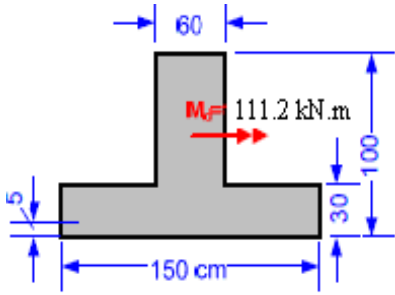
$$\frac{452}{360 * 60} \geq \frac{0.3 * 0.93}{365.22}$$

$$0.021 \geq 0.00076 \quad \checkmark$$

Kiriş Boyuna Donatı Hesabı

A-B açıklığında:

$$M_d = 111.2 \text{ kN.m, } d = 95 \text{ cm, } b/b_w = 150/60 = 2.5, h_f/d = 30/95 = 0.3$$



$$m = \frac{M_d}{b * d^2 * f_{cd}} = \frac{111.2 * 10^6 \text{ N.mm}}{1500 \text{ mm} * (950 \text{ mm})^2 * 10.67 \text{ N/mm}^2} = 0.0077 \rightarrow \omega = 0.0077$$

$$A_s = \omega \frac{b * d * f_{cd}}{f_{yd}} = 0.0077 \frac{1500 * 950 * 10.67}{365.22} = 320.56 \text{ mm}^2$$

$$\text{Min } A_s = \rho * b * d = 0.0020 * 600 \text{ mm} * 950 \text{ mm} = 1140 \text{ mm}^2 > A_s = 320.56 \text{ mm}^2$$

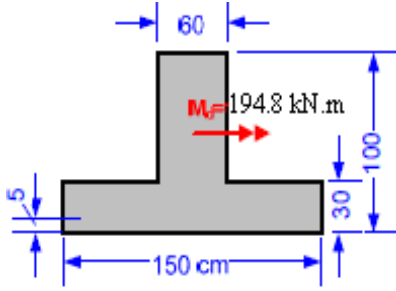
Asal Donatı $A_s = 1140 \text{ mm}^2$ alınacak. → **Üstte (çekme bölgesi) seçilen 6φ16 (3 pilye)** → $A_s = 1206 \text{ mm}^2$

$$\text{Montaj Donatısı } A_{sm} = \frac{A_s}{3} = \frac{1206}{3} = 402 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Altta (basınç bölgesi) seçilen 4φ12 (452 mm}^2\text{)}$$

Montaj ve düz donatılar kesilmeden kiriş boyunca uzatılacak ($L < 12 \text{ m}$)

B-C açıklığında:

$$M_d = 194.8 \text{ kN.m}, d = 95 \text{ cm}, b/b_w = 150/60 = 2.5, h_f/d = 30/95 = 0.3$$



$$m = \frac{M_d}{b * d^2 * f_{cd}} = \frac{194.8 * 10^6 \text{ N.mm}}{1500 \text{ mm} * (950 \text{ mm})^2 * 10.67 \text{ N/mm}^2} = 0.013 \rightarrow \omega = 0.0133$$

$$A_s = \omega \frac{b * d * f_{cd}}{f_{yd}} = 0.0133 \frac{1500 * 950 * 10.67}{365.22} = 553.70 \text{ mm}^2$$

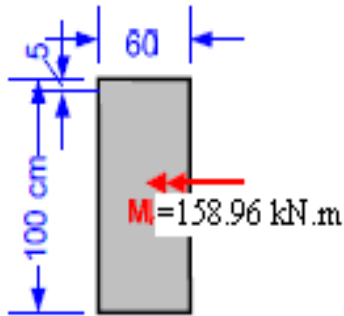
$$\text{Min } A_s = \rho * b * d = 0.0020 * 600 \text{ mm} * 950 \text{ mm} = 1140 \text{ mm}^2 > A_s = 553.70 \text{ mm}^2$$

Asal Donatı $A_s = 1140 \text{ mm}^2$ alınacak. → **Üstte (çekme bölgesi) seçilen 6φ16 (3 pilye) → $A_s = 1206 \text{ mm}^2$**

Montaj Donatısı $A_{sm} = \frac{A_s}{3} = \frac{1206}{3} = 402 \text{ mm}^2 \rightarrow$ **Altta (basınç bölgesi) seçilen 4φ12 (452 mm^2)**

Montaj ve düz donatılar kesilmeden kiriş boyunca uzatılacak ($L < 12 \text{ m}$)

A mesnede (dikdörtgen kesit):



$$M_d = 243.4 \text{ kNm} - \frac{V * a}{3} = 243.4 \text{ kNm} - \frac{422.2 \text{ kN} * 0.6 \text{ m}}{3} = 158.96 \text{ kNm}, d = 95 \text{ cm}$$

$$K = \frac{b_w * d^2}{M_d} = \frac{0.60 * 0.95^2}{158.96} = 341 \rightarrow k_s = 2.82$$

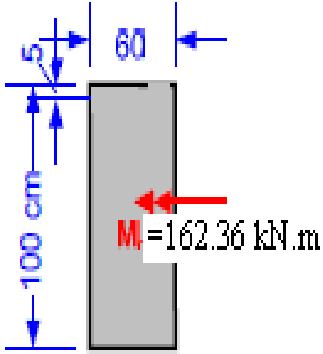
$$A_s = k_s \frac{M_d}{d} = 2.82 \frac{158.96}{0.95} = 472 \text{ mm}^2 < \text{Min } A_s \Rightarrow A_s = 1140 \text{ mm}^2 \text{ olur.}$$

$$A_{smevcut} = 603 + 452 = 1055 \text{ mm}^2$$

$$A_{sek} = 1140 - 1055 = 85 \text{ mm}^2$$

Altta ek seçilen → 1φ12 (113 mm^2)

B mesnedinde (dikdörtgen kesit):



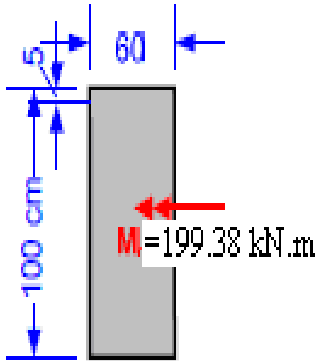
$$M_d = 258.4 \text{ kNm} - \frac{V * a}{3} = 258.4 \text{ kNm} - \frac{480.2 \text{ kN} * 0.6 \text{ m}}{3} = 162.36 \text{ kNm}, d=95 \text{ cm}$$

$$K = \frac{b_w * d^2}{M_d} = \frac{0.60 * 0.95^2}{162.36} = 334 \rightarrow k_s = 2.82$$

$$A_s = k_s \frac{M_d}{d} = 2.82 \frac{162.36}{0.95} = 482 \text{ mm}^2 < \text{Min } A_s \Rightarrow A_s = 1140 \text{ mm}^2 \text{ olur.}$$

$$A_{smevcut} = 2 * 603 + 452 = 1658 \text{ mm}^2 > A_s = 1140 \text{ mm}^2 \text{ olduğundan ek donatı gerekmez.}$$

C mesnedinde (dikdörtgen kesit):



$$M_d = 301.1 \text{ kNm} - \frac{V * a}{3} = 301.1 \text{ kNm} - \frac{508.6 \text{ kN} * 0.6 \text{ m}}{3} = 199.38 \text{ kNm}, d=95 \text{ cm}$$

$$K = \frac{b_w * d^2}{M_d} = \frac{0.60 * 0.95^2}{199.38} = 272 \rightarrow k_s = 2.83$$

$$A_s = k_s \frac{M_d}{d} = 2.83 \frac{199.38}{0.95} = 599.4 \text{ mm}^2 < \text{Min } A_s \Rightarrow A_s = 1140 \text{ mm}^2 \text{ olur.}$$

$$A_{smevcut} = 603 + 452 = 1055 \text{ mm}^2$$

$$A_{sek} = 1140 - 1055 = 85 \text{ mm}^2$$

Altta ek seçilen $\rightarrow 1\phi 12 (113 \text{ mm}^2)$

Temel Kirişi için Gövde Donatısı Hesabı:

$$A_s = 0.08 * A_{s \text{ max, açığıkl}} = 0.08 * 1140 \text{ mm}^2 = 91.23 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Seçilen Gövde } 4\phi 12$$

Pabuç statik-betonarme hesabı:

Pabuç konsol kuvvetleri:

$$M_d = -178.4 \cdot 0.45^2 / 2 = -18.1 \text{ kNm/m}$$

$$V_d = 178.4 \cdot 0.45 = 80.2 \text{ kN/m}$$

Pabuç kesme hesabı:

$$\text{Max } V_d = 0.22 \cdot 10.67 \cdot 1000 \cdot 250 = 586.9 \text{ kN/m} > V_d$$

$V_{cr} > V_d$ olmalı (**mutlaka!**)

$$V_{cr} = 0.65 \cdot 0.93 \cdot 1000 \cdot 250 = 151.1 \text{ kN/m} > V_d$$

Pabuç enine donatısının hesabı:

$$M_d = 18.1 \text{ kNm/m}, d = 25 \text{ cm.}$$

$$K = \frac{b \cdot d^2}{M_d} = \frac{1 \cdot 0.25^2}{18.1} = 345 \rightarrow k_s = 2.82$$

$$A_{s3} = 2.82 \cdot (18.1 / 0.25) = 204 \text{ mm}^2/\text{m} < \text{Min } A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$\text{Min } A_{s3} = 0.002 \cdot 1000 \cdot 250 = 500 \text{ mm}^2/\text{m} > A_{s3}$$

$$A_{s3} = 500 \text{ mm}^2/\text{m} \text{ alınacak.}$$

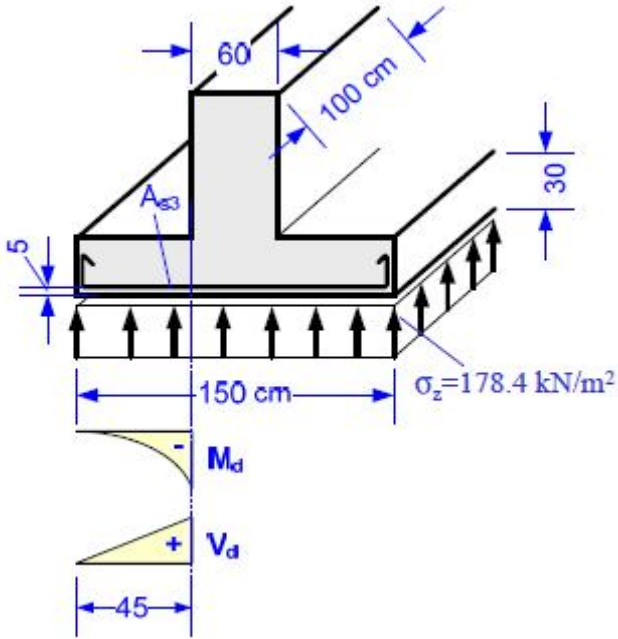
Seç.: $\phi 10/155$ (507 mm^2)

Pabuç boyuna(dağıtma) donatısının hesabı:

$$\text{Dağıtma donatısı } A_{s4} = A_{s3} \cdot b/5$$

$$A_{s4} = 507 \cdot 1.5/5 = 152 \text{ mm}^2$$

Seç.: $2\phi 10$ (157 mm^2)



DONATI KROKİSİ

