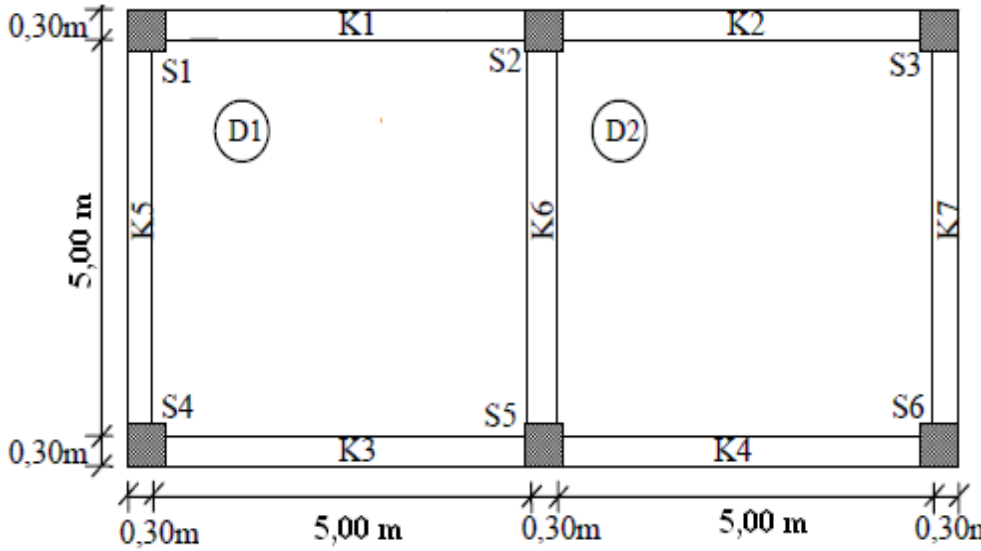




HARRAN ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
BÖLÜMÜ “BETONARME II” DERSİ FİNAL SINAV SORULARI 11 Ocak 2012

1.) Şekilde verilen döşeme sisteminde **minimum donatı koşullarını** kullanarak gerekli donatı miktarlarını hesaplayınız. Bulunan donatılara ait detayları krokide gösteriniz. (15 puan)

2.) Şekilde verilen kalıp planındaki K7 kirişine gelen döşeme ve duvar yüklerini hesaplayıp, statik yüklemesini eşdeğer düzgün yayılı olarak gösteriniz. (25 puan)



Tüm döşemelerde:

$h_f = 120\text{ mm}$ $d' = 20\text{ mm}$

Kaplama+Sıva = 1.5 kN/m^2

$q = 3.50\text{ kN/m}^2$

Duvar yükü = 4.20 kN/m^2

Kat yüksekliği: 3.0 m ,

Bütün kirişler: $30 \times 60\text{ cm} \times \text{cm}$

Bütün kolonlar: $50 \times 50\text{ cm} \times \text{cm}$

Malzeme:

C20/S420 (BÇIII)

1. KAT KALIP PLANI

3.) Plan ve kesitleri verilen sürekli rijit temele etki eden yükler altında zeminde düzgün yayılı gerilme oluştuğu varsayımı ile,

a.) Temele ait kesme kuvveti (V_d) ve eğilme momenti (M_d) diyagramlarını çiziniz. (10 puan)

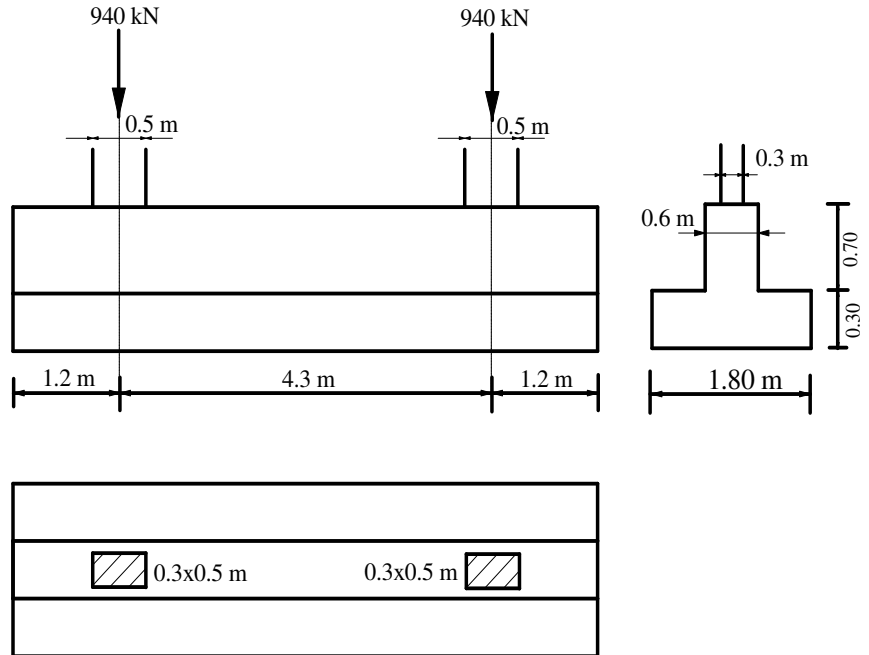
b.) Betonarme hesabını yapınız. (40 puan)

c.) Bulunan donatıları boyuna ve enine kesit üzerinde gösteriniz. (10 puan)

Malzeme: C30/S420

$d' = 5\text{ cm}$

$\sigma_{zem} = 150\text{ kN/m}^2$



Betonarme Tablo ve Abaklar kitapçığındaki ilave yazılar kopya kabul edilecektir.

CEVAP ANAHTARI

$$1.) f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_{mc}} = \frac{30 \text{ N/mm}^2}{1.5} = 13.33 \text{ N/mm}^2 \quad f_{ctk} = 0.35 \sqrt{f_{ck}} = 0.35 \sqrt{20} = 1.57 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_{mc}} = \frac{1.57 \text{ N/mm}^2}{1.5} = 1.04 \text{ N/mm}^2 \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{ms}} = \frac{420 \text{ N/mm}^2}{1.15} = 365.22 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Min } \rho = 0.8 \frac{f_{ctd}}{f_{yd}} = 0.8 \frac{1.04 \text{ N/mm}^2}{365.22 \text{ N/mm}^2} = 0.0023$$

$$d = h_f - 20 = 120 - 20 = 100 \text{ mm}$$

Donatı aralığı (s) :

$$s \leq 1.5 * h = 1.5 * 120 = 180 \text{ mm}$$

$$s \leq 200 \text{ mm (kısa doğrultuda)} \quad s \leq 250 \text{ mm (uzun doğrultuda)} \rightarrow s_{kmax} = s_{umax} = 180 \text{ mm}$$

$$\text{Min } A_s = \rho_{\min} * b * d = 0.0023 * 1000 \text{ mm} * 100 \text{ mm} = 230 \text{ mm}^2 / m$$

Seçilen $\phi 8/360$ düz ; $\phi 8/360$ pilye ($279 \text{ mm}^2 > 230 \text{ mm}^2$)

2.)

Döşemelerin (D1 ve D2) sabit yük analizi:

$$\text{Döşeme} \quad 0.12 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 3.00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Kaplama+Sıva} \quad 1.50 \text{ kN/m}^2$$

$$g = 4.50 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Döşeme Hesap Yüğü : } P_d = 1.4 * 4.50 + 1.6 * 3.50 = 11.9 \text{ kN/m}^2$$

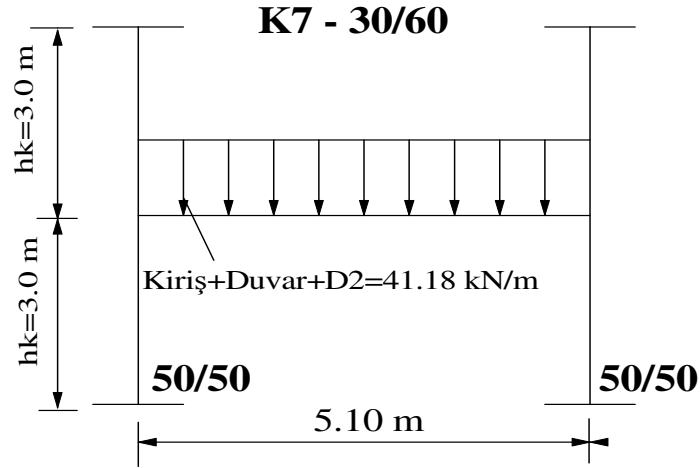
K7 Kiriş Yüklerinin Eşdeğer Düzgün Yayılı Yük Olarak Belirlenmesi

$$\text{Kiriş} = 1.4 * 0.30 * (0.60 - 0.12) * 25 = 5.04 \text{ kN/m}$$

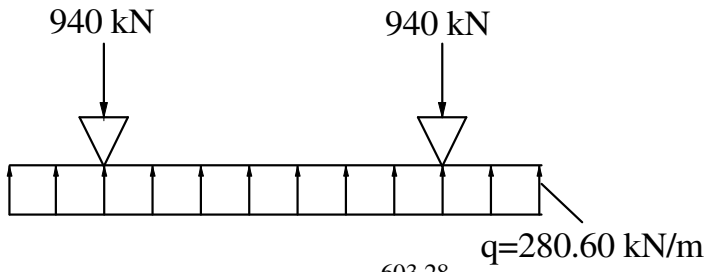
$$\text{Duvar} = 1.4 * (3.0 - 0.60) * 4.20 = 15.12 \text{ kN/m}$$

$$D1 = (5.30/3) * 11.9 = 21.02 \text{ kN/m}$$

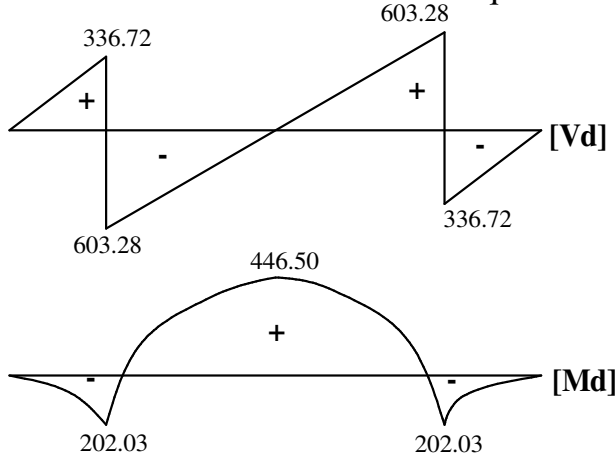
$$\text{TOPLAM} = 41.18 \text{ kN/m}$$



3.)



$$q = \frac{940}{(1.20 + 4.30/2)} = 280.6 \text{ kN/m}$$



$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_{mc}} = \frac{30 \text{ N/mm}^2}{1.5} = 20 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctk} = 0.35 \sqrt{f_{ck}} = 0.35 \sqrt{30} = 1.92 \text{ N/mm}^2$$

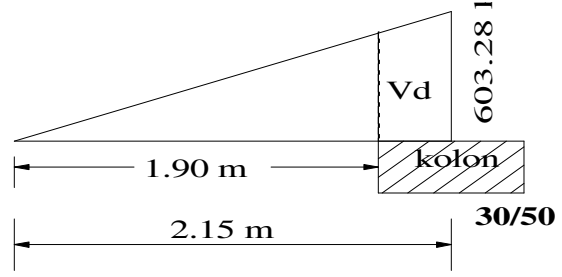
$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_{mc}} = \frac{1.92 \text{ N/mm}^2}{1.5} = 1.28 \text{ N/mm}^2$$

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

$$\text{Min } \rho = 0.8 \frac{f_{ctd}}{f_{yd}} = 0.8 \frac{1.28 \text{ N/mm}^2}{365.22 \text{ N/mm}^2} = 0.003$$

Hesap Kesme Kuvvetinin Hesabı:

$$\frac{V_d}{603.28} = \frac{1.90}{2.15} \rightarrow V_d = 533.13 \text{ kN}$$



Zemindeki gerilme:

$$f_{zn} = 1.5\sigma_{zem} - \gamma h = 1.5 * 150 - 18 * 0.95 = 207.9 \text{ kN/m}^2$$

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

$$Max \sigma_z = \frac{280.60}{1.8} = 155.89 \leq f_{zn} = 207.9 \text{ kN/m}^2$$

Kiriş etriye hesabı:

$$V_d = 533.13 \text{ kN}$$

$$Max V_d = 0.22 * f_{cd} * b * d = 0.22 * 20 \text{ N/mm}^2 * 600 \text{ mm} * 950 \text{ mm} = 2508 \text{ kN}$$

$$V_d < Max V_d \quad \checkmark \quad \text{Kesit kesme kuvveti açısından yeterlidir.}$$

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

$$V_{cr} = 0.65 * 1.28 \text{ N/mm}^2 * 600 \text{ mm} * 950 \text{ mm} = 474.24 \text{ kN} \leq V_d$$

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

$$4 \text{ kollu } \phi 12 \text{ etriye kullanılırsa } A_{sw} = 4 * 113 \text{ mm}^2 = 452 \text{ mm}^2$$

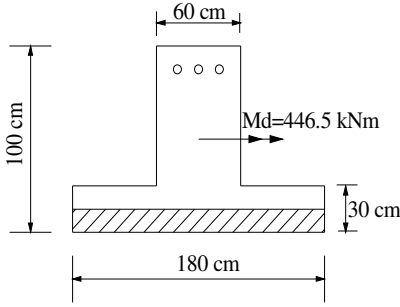
$$\frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_d}{f_{wd} * d}$$

$$\frac{452 \text{ mm}^2}{s} = \frac{533130 \text{ N}}{365.22 \text{ N/mm}^2 * 950 \text{ mm}} \rightarrow s = 294 \text{ mm olur.}$$

2 ϕ 12/290 açıklıklarda

2 ϕ 12/145 sıkılaştırma bölgelerinde

Açıklıkta Donatı Hesabı:



$$M_d = 446.5 \text{ kN.m}, d = 95 \text{ cm}, b/b_w = 180/60 = 3, h_f/d = 30/95 = 0.32$$

$$K = \frac{b * d^2}{M_d} = \frac{1.8 * 0.95^2}{446.50} = 364 * 10^{-5} \rightarrow k_x = 0.056$$

$$a = k_x * d = 0.056 * 95 = 5.32 \text{ cm} < 30 \text{ cm} \text{ Basınç bloğu tabla içinde kalır.}$$

$$m = \frac{M_d}{b * d^2 * f_{cd}} = \frac{446.5 * 10^6 \text{ N.mm}}{1800 \text{ mm} * (950 \text{ mm})^2 * 20 \text{ N/mm}^2} = 0.0137 \quad \omega = 0.0144$$

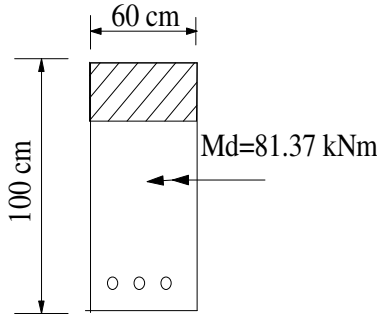
$$A_s = \omega \frac{b * d * f_{cd}}{f_{yd}} = 0.0144 \frac{1800 * 950 * 20}{365.22} = 1348 \text{ mm}^2$$

$$\text{Min } A_s = \rho * b * d = 0.003 * 600 \text{ mm} * 950 \text{ mm} = 1710 \text{ mm}^2 > A_s = 1348 \text{ mm}^2$$

$$\text{Asal Donatı } A_s = 1710 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Üstte (çekme) seç. } 7\phi 18 \text{ (3 pilye)} \rightarrow A_s = 1781 \text{ mm}^2$$

$$\text{Montaj Donatısı } A_{sm} = \frac{A_s}{3} = \frac{1781}{3} = 594 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Altta (basınç) seç. } 4\phi 14 \text{ (616 mm}^2\text{)}$$

Mesnette Donatı Hesabı:



$$M_d = 202.03 \text{ kNm} - \frac{603.28 \text{ kN} * 0.6 \text{ m}}{3} = 81.37 \text{ kNm}, d = 95 \text{ cm}$$

$$K = \frac{b_w * d^2}{M_d} = \frac{0.60 * 0.95^2}{81.37} = 665 * 10^{-5} \rightarrow k_s = 2.78$$

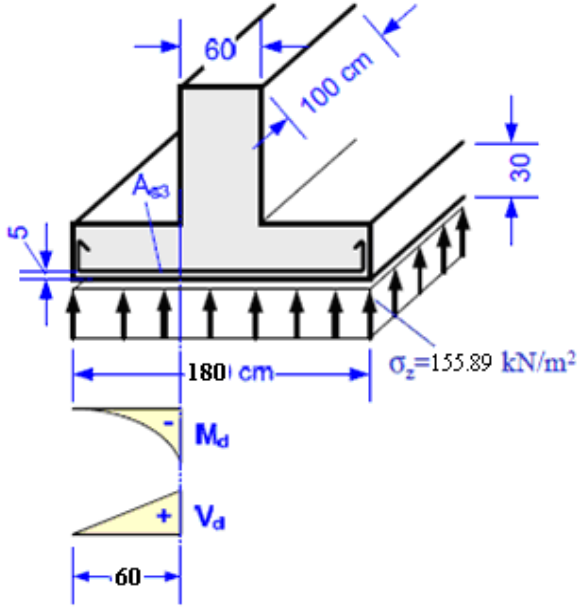
$$A_s = k_s \frac{M_d}{d} = 2.78 \frac{81.37}{0.95} = 238.11 \text{ mm}^2 < \text{Min } A_s \Rightarrow A_s = 1710 \text{ mm}^2 \text{ olur.}$$

$$A_{s\text{mevcut}} = 3\phi 18 + 4\phi 14 = 763 + 616 = 1379 \text{ mm}^2 < A_s = 1710 \text{ mm}^2$$

$$A_{sek} = 1710 - 1379 = 331 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Seç. Ek Donatı } 1\phi 22$$

$$A_{sgövde} = 0.08 * A_{s\text{max açıklık}} = 0.008 * 1781 = 143 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Seç. } 4\phi 12$$

Pabuç statik-betonarme hesabı:



Pabuç konsol kuvvetleri:

$$M_d = -155.89 \cdot 0.60^2 / 2 = -28.06 \text{ kNm/m}$$

$$V_d = 155.89 \cdot 0.60 = 93.53 \text{ kN/m}$$

Pabuç kesme hesabı:

$$\text{Max } V_d = 0.22 \cdot 20 \cdot 1000 \cdot 250 = 1100 \text{ kN/m} > V_d$$

$V_{cr} > V_d$ olmalı (**mutlaka!**)

$$V_{cr} = 0.65 \cdot 1.28 \cdot 1000 \cdot 250 = 208 \text{ kN/m} > V_d = 93.53 \text{ kN/m}$$

Pabuç enine donatısının hesabı:

$$M_d = 28.06 \text{ kNm/m, } d = 25 \text{ cm.}$$

$$K = \frac{b \cdot d^2}{M_d} = \frac{1 \cdot 0.25^2}{28.06} = 223 \cdot 10^{-5} \rightarrow k_s = 2.81$$

$$A_{s3} = 2.81 \frac{28.06}{0.25} = 316 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

$$\text{Min } A_{s3} = 0.003 \cdot 1000 \cdot 250 = 750 \text{ mm}^2 / \text{m} > A_{s3}$$

$A_{s3} = 750 \text{ mm}^2 / \text{m}$ alınacak. **Seç.: $\phi 12/150$ (754 mm^2)**

Pabuç boyuna(dağıtma) donatısının hesabı:

$$A_{s4} = \frac{A_{s3} \cdot b}{5} = \frac{754 \cdot 1.5}{5} = 226 \text{ mm}^2 / \text{m} \quad \text{Seç.: } 2\phi 12 \text{ (} 226 \text{ mm}^2 \text{)}$$

DONATI KROKİSİ

