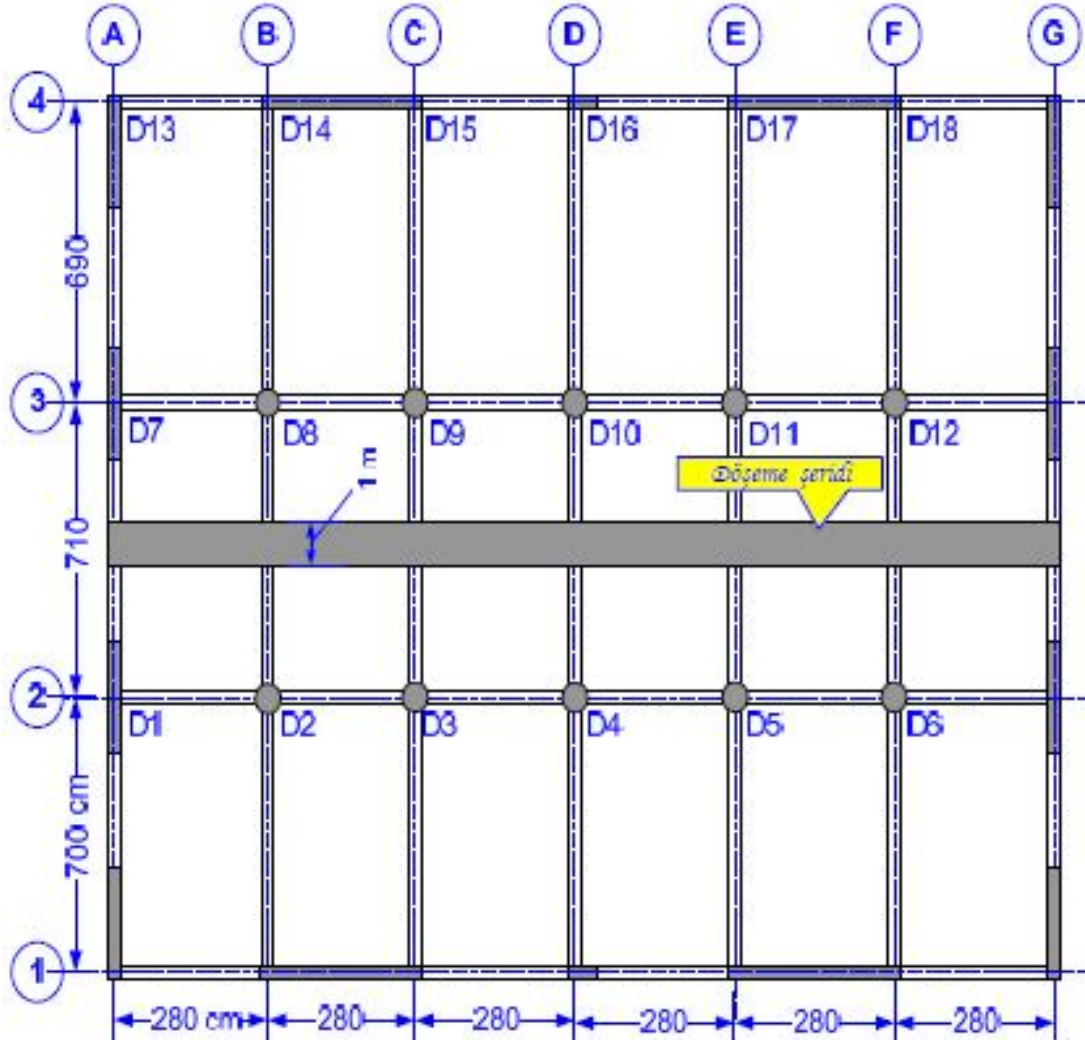


Örnek: Bir okulun +360 kotu kat kalıp planı verilmiştir. Kirişler 30/70 cmxcm boyutundadır. Tüm döşemeler mozaik karo kaplıdır. Malzeme C20/25/S420a, şantiye denetimi iyidir. Döşemelerin donatıları belirlenecek ve kalıp planı tamamlanacaktır.



+360 Kotu KALIP PLANI

Çözüm:

1. Döşeme tür ve kalınlıklarının belirlenmesi

$m = \frac{L_u}{L_k} = \frac{6.90m}{2.80m} = 2.46 > 2$ tüm plaklar bir doğrultuda çalıştığı ve sürekli oldukları için sürekli kiriş çözümü yapılabilir. Şerit döşemelerin kısa doğrultusunda herhangi bir yerden döşeme alınabilir.

$h \geq \frac{L_k}{30} = \frac{280}{30} = 9.33 \text{ mm}$ Tüm döşemelerde $h=10 \text{ cm}$ seçildi. Faydalı yükseklik= $10-2=8 \text{ cm}$ alınacak.

2. Yüklerin belirlenmesi

Döşeme	$0.10 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 2.5 \text{ kN/m}^2$
Tesviye	$0.05 \text{ m} * 22 \text{ kN/m}^3 = 1.10 \text{ kN/m}^2$
Kaplama	$0.025 \text{ m} * 22 \text{ kN/m}^3 = 0.55 \text{ kN/m}^2$
Sıva	$0.02 \text{ m} * 20 \text{ kN/m}^3 = 0.40 \text{ kN/m}^2$

$$g = 4.55 \text{ kN/m}^2$$

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

$$P_d = 1.4 * 4.55 + 1.6 * 3.50 = 11.97 \text{ kN/m}^2$$

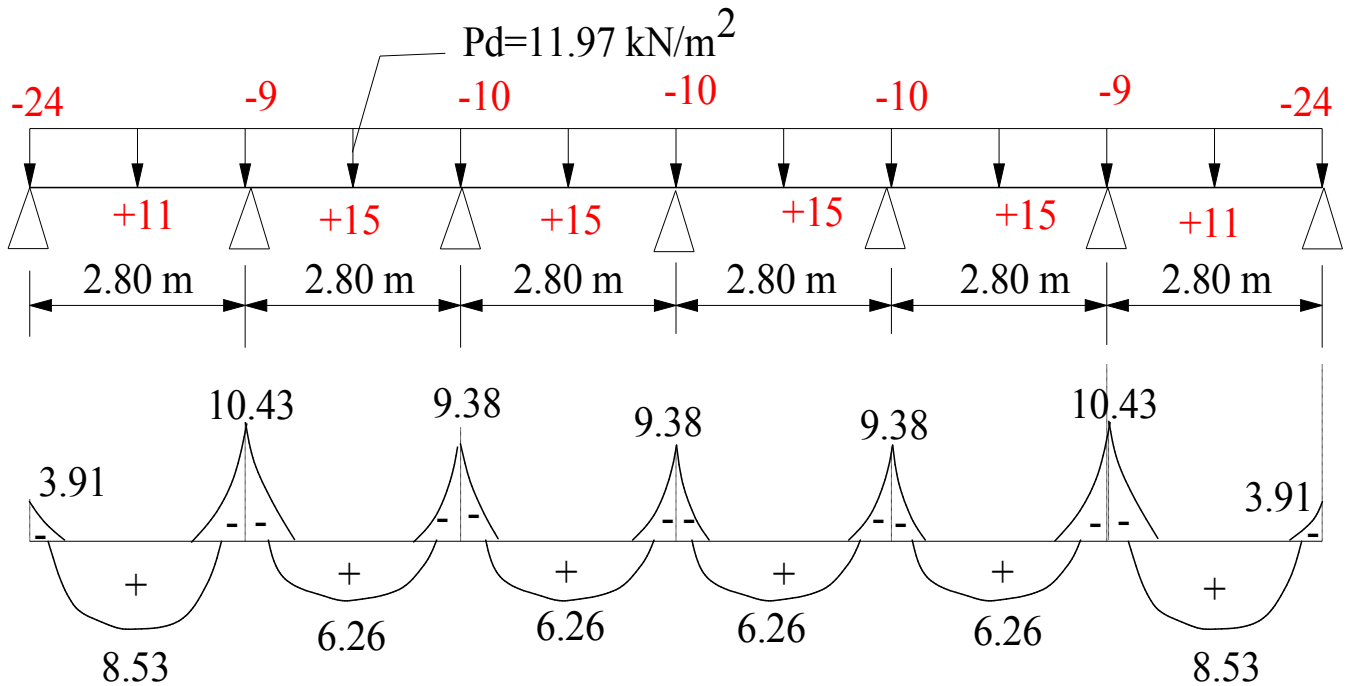
Tüm döşemelerde tasarım yükü aynı.

3. Döşeme momentlerinin belirlenmesi

Herhangi iki komşu açıklığın oranı: $L_{\text{küçük-komşu}}/L_{\text{büyük-komşu}} = 2.80/2.80 = 1 > 0.8$

Her açıklıkta karakteristik hareketli yükün karakteristik sabit yüke oranı: $q_i/g_i = 3.50/4.55 = 0.77 < 2$

olduğundan sürekli kirişin tasarım momentleri TS500–2000 sayfa 49 da verilen basit formüller ile yapılabilir.



Kenar açıklıkta:

$$M_d = \frac{P_d * L_k^2}{11} = \frac{11.97 * 2.8^2}{11} = 8.53 \text{ kNm / m}$$

İç açıklıkta:

$$M_d = \frac{P_d * L_k^2}{15} = \frac{11.97 * 2.8^2}{15} = 8.26 \text{ kNm / m}$$

Dış mesnetlerde:

$$M_d = -\frac{P_d * L_k^2}{24} = -\frac{11.97 * 2.8^2}{24} = -3.91 \text{ kNm / m}$$

Kenar açıklığın iç mesnedinde:

$$M_d = -\frac{P_d * L_k^2}{9} = -\frac{11.97 * 2.8^2}{9} = -10.43 \text{ kNm / m}$$

Diğer iç mesnetlerde:

$$M_d = -\frac{P_d * L_k^2}{10} = -\frac{11.97 * 2.8^2}{10} = -9.38 \text{ kNm / m}$$

Mesnet momenti düzeltmesi

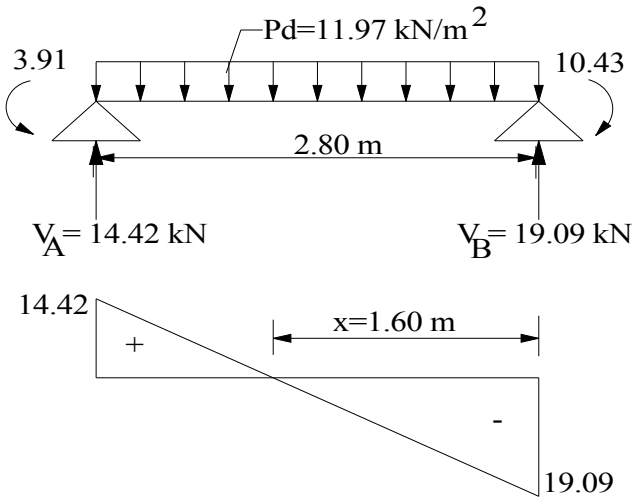
Mesnet yüzündeki kesme kuvvetinin (V) hesabında mesnedin her iki tarafındaki açıklıkların eşit olmaması durumunda bir yaklaşım olarak ortalama değer ya da küçük olan kullanılabilir. Fark momentin hesabından sonra, donatı hesabında kullanılacak tasarım (hesap) mesnet momenti aşağıdaki bağıntı ile belirlenebilir:

$$M_d \geq \left\{ \begin{array}{l} -\frac{1}{14} p_d l^2 \\ \frac{1}{\beta_m} p_d l^2 + \Delta M \end{array} \right\}$$

Mesnedin giriş yerine duvar olması durumunda, duvar ortasındaki mesnet momentleri azaltılmadan hesaplarda kullanılmaktadır. Bu durum için tasarım momenti aşağıdaki bağıntıyla belirlenecektir.

$$M_d \geq \left\{ \begin{array}{l} -\frac{1}{14} p_d l^2 \\ \frac{1}{\beta_m} p_d l^2 \end{array} \right\}$$

NOT : Bu örnekte aslında moment düzeltmesine gerek yoktur. Bütün mesnetlerin her iki tarafındaki açıklıklar eşittir. Örnek olması bakımından mesnet momenti düzeltmesi yapılmış fakat hesaplara yansıtılmamıştır.



$$\Sigma M_A = 0$$

$$V_B * 2.80 - 10.43 - 11.97 * 2.80 * \frac{2.80}{2} + 3.91 = 0$$

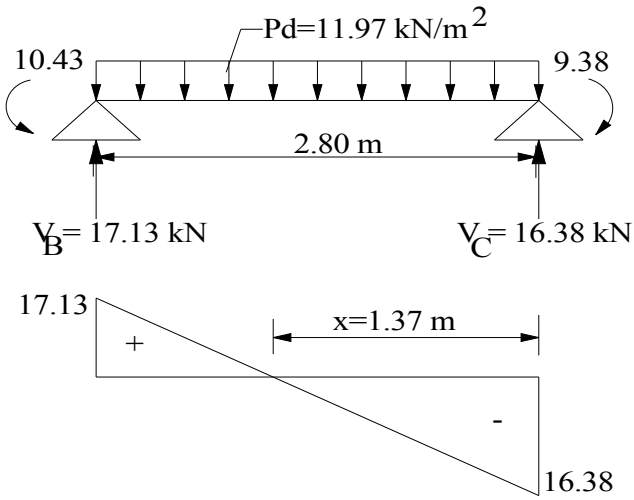
$$V_B = 19.09 \text{ kN} / m$$

$$\Sigma Y = 0$$

$$V_A + V_B = P_d * L$$

$$V_A + 19.09 = 11.97 * 2.80$$

$$V_A = 14.42 \text{ kN} / m$$



$$\Sigma M_B = 0$$

$$V_C * 2.80 - 9.38 - 11.97 * 2.80 * \frac{2.80}{2} + 10.43 = 0$$

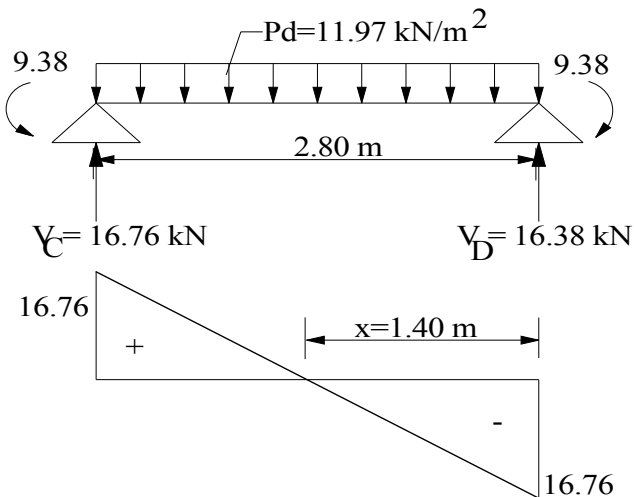
$$V_B = 16.38 \text{ kN} / m$$

$$\Sigma Y = 0$$

$$V_B + V_C = P_d * L$$

$$V_B + 16.38 = 11.97 * 2.80$$

$$V_A = 17.13 \text{ kN} / m$$



$$\Sigma M_C = 0$$

$$V_D * 2.80 - 9.38 - 11.97 * 2.80 * \frac{2.80}{2} + 9.38 = 0$$

$$V_D = 16.76 \text{ kN} / m$$

$$\Sigma Y = 0$$

$$V_C + V_D = P_d * L$$

$$V_C + 16.76 = 11.97 * 2.80$$

$$V_C = 16.76 \text{ kN} / m$$

Mesnedin kiriş olması durumunda mesnet momenti $\Delta M = \frac{V_d * a}{3}$ kadar azaltılabilir. (a: mesnet genişliği)

D1-D2 Mesnet Momenti Düzeltmesi :

Mesnet momenti düzeltmesi için mesnetin sol ve sağındaki kesme kuvveti değerlerinden küçük olan kullanılacaktır. (17.13 kN<19.09 kN)

$$\Delta M = \frac{V_d * a}{3} = \frac{17.13 * 0.30}{3} = 1.71 \text{ kNm} / m$$

$$M_{d'} = -10.43 + 1.71 = -8.72 \text{ kNm} / m \text{ (Birim genişlik için)}$$

TS500 düzeltilen mesnet momentinin ($M_{d'}$) hesabında aşağıdaki koşulların sağlanmasını öngörmüştür.

- $a \leq 0.175 * L$ olmalı $\rightarrow 0.30 \leq 0.175 * 2.80 = 0.49$
- Mesnet momenti $M_{d'} \geq \frac{P_d * L_k^2}{14}$ olmalı. $\rightarrow 8.72 \geq \frac{11.97 * 2.80^2}{14} = 6.70 \text{ kNm} / m$

D2-D3 Mesnet Momenti Düzeltmesi :

Mesnet momenti düzeltmesi için mesnetin sol ve sağındaki kesme kuvveti değerlerinden küçük olan kullanılacaktır. ($V_d = 16.38$ kN)

$$\Delta M = \frac{V_d * a}{3} = \frac{16.38 * 0.30}{3} = 1.64 \text{ kNm} / m$$

$$M_{d'} = -9.38 + 1.64 = -7.74 \text{ kNm} / m \text{ (Birim genişlik için)}$$

TS500 düzeltilen mesnet momentinin ($M_{d'}$) hesabında aşağıdaki koşulların sağlanmasını öngörmüştür.

- $a \leq 0.175 * L$ olmalı $\rightarrow 0.30 \leq 0.175 * 2.80 = 0.49$
- Mesnet momenti $M_{d'} \geq \frac{P_d * L_k^2}{14}$ olmalı. $\rightarrow 7.74 \geq \frac{11.97 * 2.80^2}{14} = 6.70 \text{ kNm} / m$

3. Betonarme Hesap

Malzeme C20 – BÇIII(S420)

$$f_{ck} = 20 \text{ N} / \text{mm}^2 \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_{mc}} = \frac{20 \text{ N} / \text{mm}^2}{1.5} = 13.33 \text{ N} / \text{mm}^2$$

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

$h = 100 \text{ mm}$ $d = h - d'$, $d = 100 - 20 = 80 \text{ mm}$ alınacak.

$b = 1 \text{ m}$ (Birim genişlik için)

Açıklık Donatı Hesabı:

Döşeme	Yer	M _d (kNm/m)	d (m)	K (x10 ⁻⁵)	k _s	A _s (mm ² /m)	Düz	Pilye
D1	Açıklık	8.53	0.08	75	2.95	315	φ8/300 (168 mm ²)	φ8/300 (168 mm ²)
D2	Açıklık	6.26	0.08	103	2.90	227	φ8/300 (168 mm ²)	φ8/300 (168 mm ²)
D3	Açıklık	6.26	0.08	103	2.90	227	φ8/300 (168 mm ²)	φ8/300 (168 mm ²)
D4	Açıklık	6.26	0.08	103	2.90	227	φ8/300 (168 mm ²)	φ8/300 (168 mm ²)
D5	Açıklık	6.26	0.08	103	2.90	227	φ8/300 (168 mm ²)	φ8/300 (168 mm ²)
D6	Açıklık	8.53	0.08	75	2.95	315	φ8/300 (168 mm ²)	φ8/300 (168 mm ²)

$$K = \frac{b * d^2}{M_d} = \frac{1 * 0.08^2}{8.53} = 75 \rightarrow \text{Tablodan } k_s = 2.95$$

$$A_s = k_s \frac{M_d}{d} = 2.95 \frac{8.53}{0.08} = 315 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

BÇIII için minimum donatı:

$$\rho_k = 324 / (1000 * 80) = 0.0041 \geq 0.002$$

Donatı aralığı (s) :

$$s \leq 1.5 * h = 1.5 * 100 = 150 \text{ mm}$$

$$s \leq 200 \text{ mm} \rightarrow s_{\max} = 150 \text{ mm olur.}$$

Mesnet Donatı Hesabı :

Mesnet	M _d (kN.m/m)	d (m)	K (x10 ⁻⁵)	k _s	A _s (mm ² /m)	Mevcut Donatı	İlave Donatı
D1-D2	10.43	0.08	62	2.99	390	φ8/300 (168 mm ²) + φ8/300 (168 mm ²)	A _{sek} =390-(168+168)=54 mm ² /m → φ8/150
D2-D3	9.38	0.08	69	2.96	348	φ8/300 (168 mm ²) + φ8/300 (168 mm ²)	A _{sek} =348-(168+168)=12 mm ² /m → φ8/150
D1-D7-D13	-	-	-	-	-	-	A _{sek} =0.60*315=189 mm ² /m → φ8/150
D2-D8-D14	-	-	-	-	-	-	A _{sek} =0.60*227=137 mm ² /m → φ8/150

NOT: Diğer mesnet donatıları simetriden tamamlanmıştır.

Uzun doğrultu (dağıtma) donatıları:

Döşemelerin uzun doğrultularında hesaplanan hiçbir moment yoktur. Bu doğrultularda yönetmeliğin öngördüğü minimum donatı konulur.

D1/D7/D13 dağıtma donatısı:

$$A_{su} = A_{sk} / 5 = 315 / 5 = 63 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

Seç.: φ8/150 (335 mm²/m)

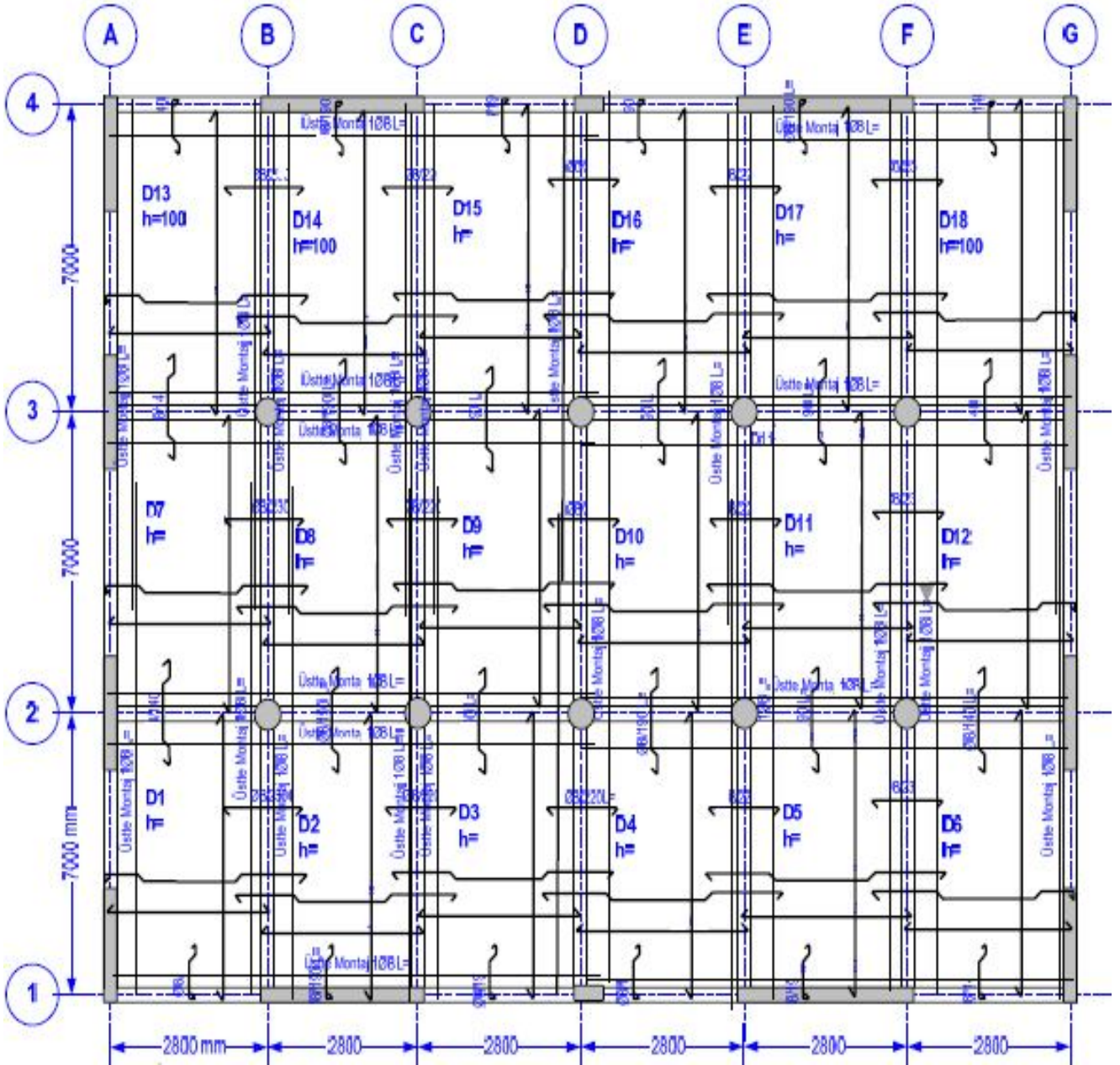
D2/D8/D14 dağıtma donatısı:

$$A_{su} = A_{sk} / 5 = 227 / 5 = 46 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

Seç.: φ8/150 (335 mm²/m)

Diğer dağıtma donatıları simetriden tamamlanmıştır.

DONATI KROKİSİ



+360 Kotu KALIP PLANI