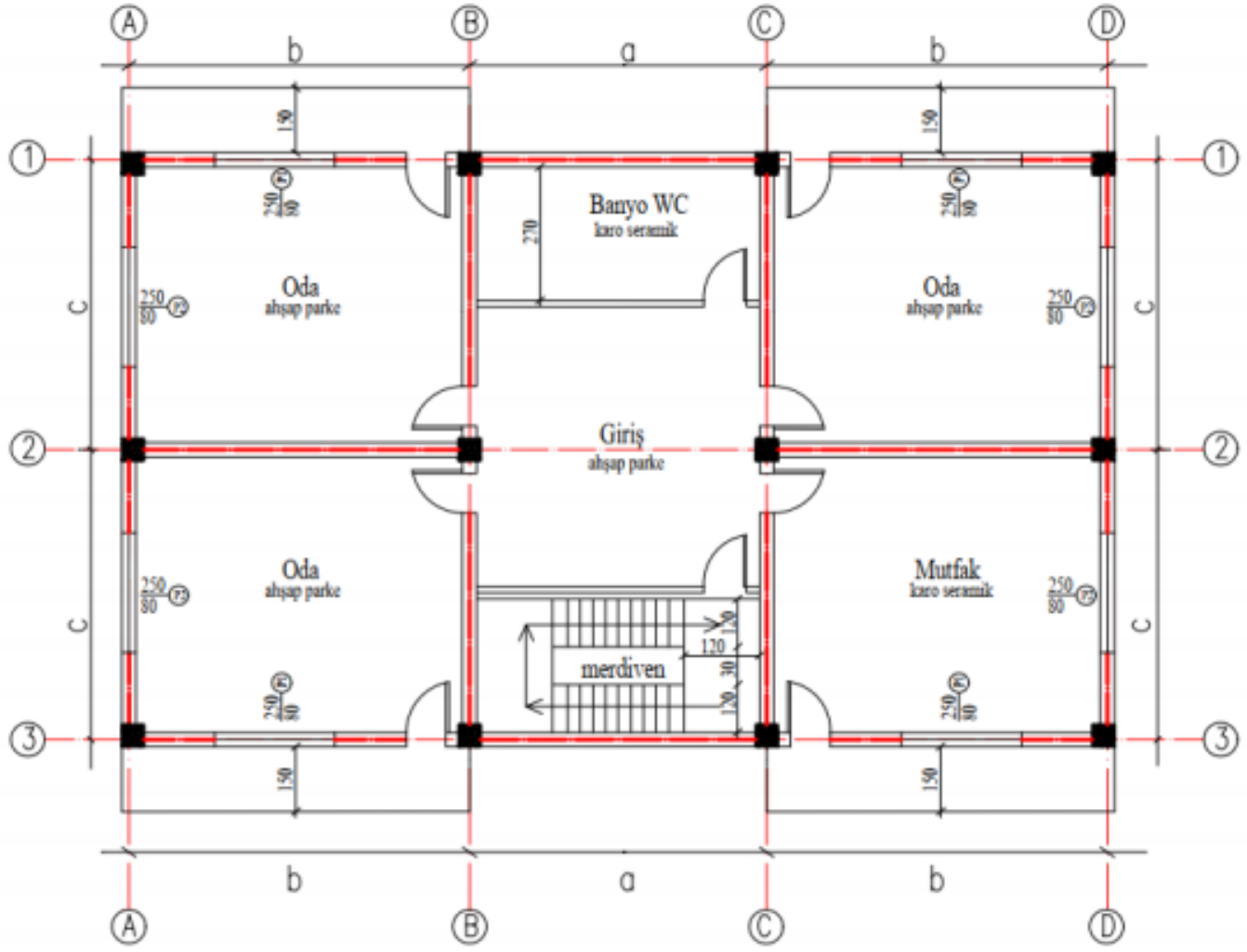


BETONARME YAPI TASARIMI DERSİ
2020/2021 GÜZ YARIYILI

DÖŞEME HESAPLARI

Dr.Öğr.Üyesi Sema ALACALI



Normal Kat Planı

1. Döşeme yükü Hesabı

- a)** Döşeme sabit (kalıcı) yükü (g): Bu yük, döşeme öz ağırlığı, tesviye betonu, kaplama, sıva, varsa yalıtım (izolasyon) ve dolgu malzemesi gibi döşemede daima var olan yüklerin toplamı olarak belirlenmektedir. Bu tür malzeme ağırlıkları TS 498 ve TS ISO 9194 de verilmektedir.
- b)** Döşeme hareketli yükü (q): Bu yükler binanın ve/veya döşeme gözlerinin kullanım amacına bağlı olarak TS 498 de verilmektedir. Bölme duvarlarının oturduğu döşemelerde hareketli yük 1.5 kN/m^2 artırılacaktır.

Döşeme hesap (tasarım) yükü (p_d): Döşeme hesap yükü, sabit ve hareketli yükler kullanılarak $p_d = 1,4g + 1,6q$ bağıntısıyla belirlenir.

Döşeme Yükleri (g, q, p_d)

Betonarme plak ağırlığı	$h_f \cdot \gamma_{\text{beton}}$	= kN / m ²
Kaplama ağırlığı	$h_{\text{kaplama}} \cdot \gamma_{\text{kaplama}}$	= kN / m ²
Sıva	$h_{\text{sıva}} \cdot \gamma_{\text{sıva}}$	= kN / m ²
Tesviye betonu	$h_{\text{tesviye}} \cdot \gamma_{\text{tesviye}}$	= kN / m ²
Asma tavan+izolasyon+tesisat vb.		= kN / m ²
Sabit yükler	g	= kN / m ²
Hareketli yük	q	= kN / m ²
Döşeme hesap yükü	p _d	= kN / m ²

Not: Balkon ve merdiven sahanlığının döşeme yüklerinin belirlenmesinde, asma tavan yükleri dikkate alınmayacaktır.

2. Döşeme Momentlerinin Hesaplanması

Düzgün yayılı yük taşıyan, dört kenarı boyunca mesnetlenmiş ve kısa ve uzun kenarları doğrultusundaki açıklıkları ℓ_s ve ℓ_ℓ ile gösterilmek üzere; $m = \frac{\ell_\ell}{\ell_s} \leq 2$

koşulunu sağlayan döşemelerin iki doğrultuda çalıştıkları kabul edilmektedir. Genel çözümleri elastik plak teorisi yardımıyla yapılabilir. TS500/2000’de açıklıkların birbirinden fazla farklı olmadığı veya daha kesin hesabın gerekmediği durumlarda iki doğrultuda çalışan kirişli döşemeler için yaklaşık bir yöntem verilmiştir. Moment hesaplarında, negatif moment için mesnet yüzündeki, pozitif moment için ise açıklık ortasındaki kesit göz önüne alınmalıdır.

Bu yaklaşık yöntemle iki doğrultudaki açıklık ve mesnet momentleri;

$$M_d = \alpha \cdot p_d \cdot \ell_{sn}^2$$

bağıntısıyla hesaplanır. Bu bağıntıda;

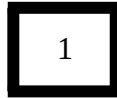
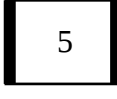
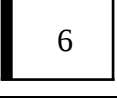
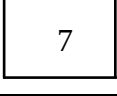
M_d : Döşeme birim genişliğine düşen tasarım eğilme momentini (kNm/m),

p_d : döşemenin hesap yükünü,

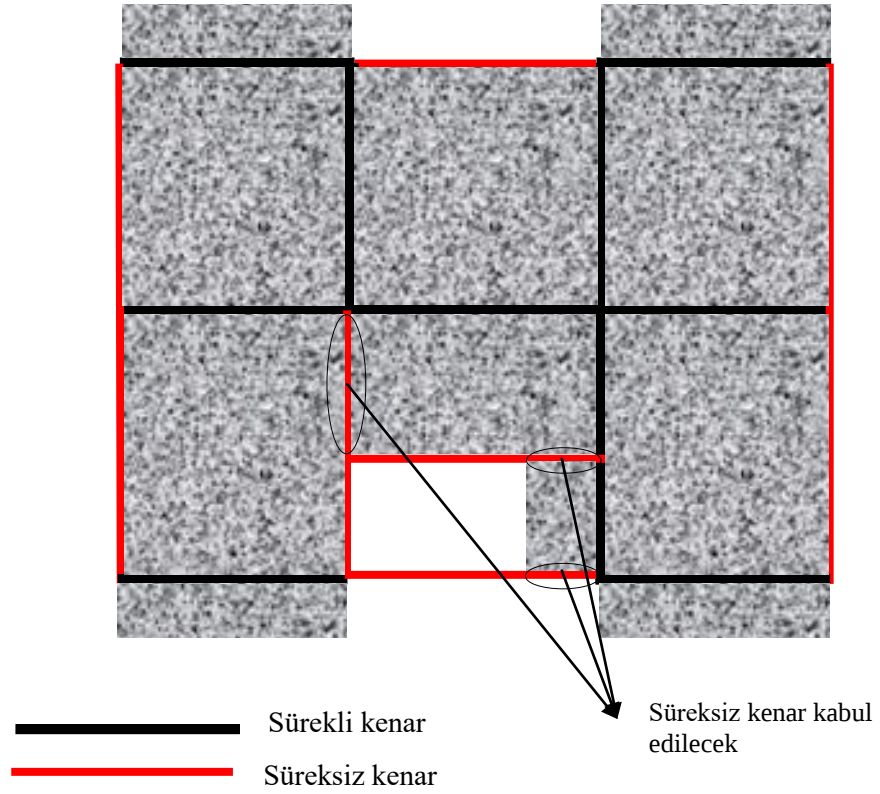
ℓ_{sn} : kısa kenar doğrultusundaki serbest açıklığını,

α : Çizelge 2.1 den alınacak moment katsayısını göstermektedir.

Çizelge 2.1 Dört Kenarından Mesnetli İki Doğrultuda Çalışan Dikdörtgen Plakların Moment Katsayıları (α)

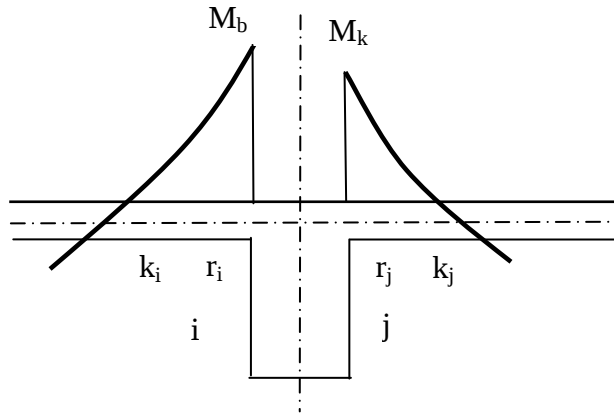
Döşemenin Sınır Koşulları		Kısa açıklık doğrultusunda moment katsayıları								Uzun açıklık doğrultusunda her (m) için
		$m = \ell_e / \ell_s$								
		1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.75	2.0	
	DÖRT KENAR SÜREKLİ Negatif moment sürekli kenarda Pozitif moment açıklık ortasında	0.033 0.025	0.040 0.030	0.045 0.034	0.050 0.038	0.054 0.041	0.059 0.045	0.071 0.053	0.083 0.062	0.033 0.025
	BİR KENAR SÜREKSİZ Negatif moment sürekli kenarda Pozitif moment açıklık ortasında	0.042 0.031	0.047 0.035	0.053 0.040	0.057 0.043	0.061 0.046	0.065 0.049	0.075 0.056	0.085 0.064	0.042 0.031
	İKİ KOMŞU KENAR SÜREKSİZ Negatif moment sürekli kenarda Pozitif moment açıklık ortasında	0.049 0.037	0.056 0.042	0.062 0.047	0.066 0.050	0.070 0.053	0.073 0.055	0.082 0.062	0.090 0.068	0.049 0.037
	İKİ KISA KENAR SÜREKSİZ Negatif moment sürekli kenarda Pozitif moment açıklık ortasında	0.056 0.044	0.061 0.046	0.065 0.049	0.069 0.051	0.071 0.053	0.073 0.055	0.077 0.058	0.080 0.060	- 0.044
	İKİ UZUN KENAR SÜREKSİZ Negatif moment sürekli kenarda Pozitif moment açıklık ortasında	- 0.044	- 0.053	- 0.060	- 0.065	- 0.068	- 0.071	- 0.077	- 0.080	0.056 0.044
	ÜÇ KENAR SÜREKSİZ Negatif moment sürekli kenarda Pozitif moment açıklık ortasında	0.058 0.044	0.065 0.049	0.071 0.054	0.077 0.058	0.081 0.061	0.085 0.064	0.092 0.069	0.098 0.074	0.058 0.044
	DÖRT KENAR SÜREKSİZ Negatif moment sürekli kenarda Pozitif moment açıklık ortasında	- 0.050	- 0.057	- 0.062	- 0.067	- 0.071	- 0.075	- 0.081	- 0.083	- 0.050

 Sürekli kenar
 Süreksiz kenar



Şekil 2.1 Döşeme Kenarlarının Mesnetlenme Durumu

Bu yöntemde, serbest açıklıklar kullanıldığından bulunan mesnet momentleri kiriş yüzündeki momentler kabul edilmektedir. Ayrıca moment düzeltmesi yapılmasına gerek yoktur. Ancak her döşeme tek tek alındığından bir ara mesnetin iki yüzünde farklı mesnet momentleri bulunacaktır. Bu mesnette, betonarme hesabına esas olacak hesap momenti şu şekilde bulunur.



Şekil 2.2 Döşeme Mesnetlerinde Momentlerin Farklı Olması Durumu

Bu momentlerden mutlak değerce küçük olanının büyüğüne oranı $|M_k|/|M_b| \geq 0,80$ ise, donatı hesabı mutlak değerce büyük momente göre yapılır. $|M_k|/|M_b| < 0,80$ ise momentler

arasındaki farkın 2/3'ü döşemelere döşeme rijitlikleri ile orantılı olarak dağıtılmalıdır. Fark momentinin 1/3'lük kısmının ise kirişe burulma momenti olarak gittiği varsayılır. Şekil 2.2'de i ve j nolu döşemelerden i nolu döşemenin j nolu döşemenin mesnet momentinden daha büyük olduğu varsayılmıştır. Döşemelerin dağıtma katsayıları aşağıdaki bağıntılarla hesaplanır. (k: birim deplasman sabitleri)

$$r_i = \frac{k_i}{k_i + k_j}, \quad r_j = \frac{k_j}{k_i + k_j}$$

Yeni mesnet momentleri ise;

$$\Delta M = (M_b - M_k)$$

$$M'_b = M_b - r_i \frac{2}{3} \Delta M$$

$$M'_k = M_k + r_j \frac{2}{3} \Delta M$$

bağıntıları yardımıyla belirlenir. Bu bağıntılarda moment değerleri işaretçe yerine yazılmalıdır. $|M'_k|/|M'_b| \geq 0,80$ olmalıdır. Aksi halde bu koşul sağlanıncaya kadar yapılan dağıtma işlemi yeni moment değerleriyle tekrarlanmalıdır. Belirtilen koşul sağlandığında bu iki momentten mutlak değerce büyüğü hesap mesnet momenti olarak dikkate alınmalıdır.

Balkonların mesnet momentleri ise döşeme yükünü taşıyan aynı açıklıklı konsol kirişin mesnet momenti olarak dikkate alınabilir.

$$M = -\frac{p_d \cdot \ell_{sn}^2}{2}$$

3. Betonarme Kesit Hesabı

Bulunan momentler döşemenin 1 m genişliği içindir. Bu nedenle kesit hesapları 1 m genişliğinde ve h_f yüksekliğinde tek donatılı dikdörtgen kesit için yapılır. Kesit hesapları kuvvet ve moment denge denklemleri ile ya da işlemleri hızlandırmak için Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2'de verilen katsayılar yardımıyla yapılabilir.

Döşeme Faydalı Yüksekliklerinin (d) Hesabı

Bu belirleme işleminde, döşemelerde net beton örtüsü (c_c) en az 15 mm olmalıdır. Daha ekonomik olması bakımından, açıklıkta kısa kenar doğrultusundaki donatının alt sıraya konacağı dikkate alınmıştır. h_f döşeme kalınlığı, $\varnothing$ donatı çapı olmak üzere, d faydalı yükseklikleri aşağıdaki gibi belirlenir.

Mesnette $d = h_f - c_c - \varnothing/2$

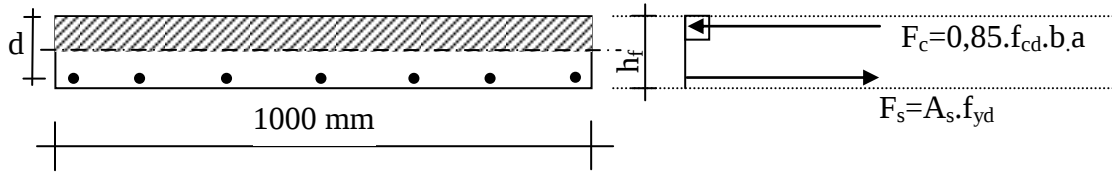
Açıklık, kısa kenar doğrultusunda $d = h_f - c_c - \varnothing/2$

Açıklık, uzun kenar doğrultusunda $d = h_f - c_c - \varnothing - \varnothing/2$

3.1. Açıklık Donatıları

Önce büyük momentin olduğu kısa doğrultuda hesap yapılır.

$M_d = \dots \text{kNm/m}$, $b=1000 \text{ mm}$, $d = h_f - c_c - \varnothing/2$

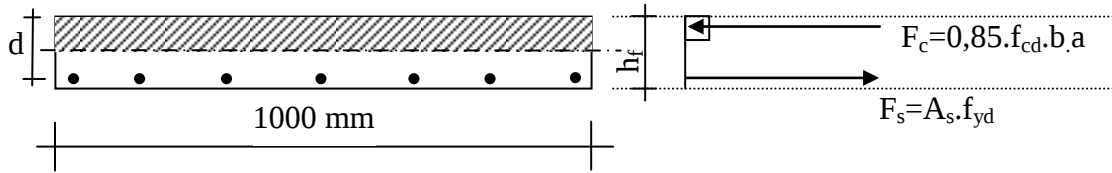


Tek donatılı dikdörtgen kesit hesabı yapılarak $A_{s,gerekli} = \dots \text{mm}^2 / \text{m}$ bulunur. Donatı seçilir.

$\varnothing/s$ (Çizelge 3.3). Donatının yarısı düz ve diğer yarısı pilye olarak yerleştirilir.

Daha sonra küçük momentin olduğu uzun doğrultuda hesap yapılır.

$M_d = \dots \text{kNm/m}$, $b=1000 \text{ mm}$, $d = h_f - c_c - \varnothing - \varnothing/2$

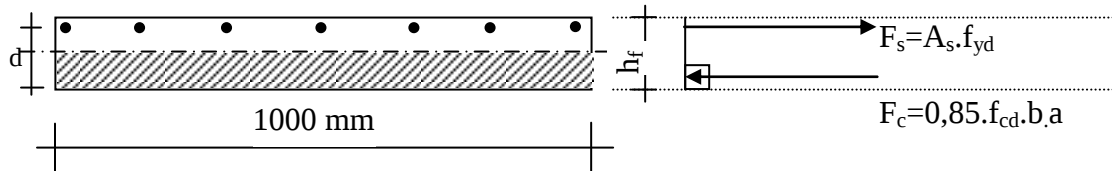


Tek donatılı dikdörtgen kesit hesabı yapılarak $A_{s,gerekli} = \dots \text{mm}^2 / \text{m}$ bulunur. Donatı seçilir.

$\varnothing/s$ (Çizelge 3.3). Donatının yarısı düz ve diğer yarısı pilye olarak yerleştirilir.

3.2. Mesnet Donatıları

Mesnet hesap momentleri dikkate alınarak 1 m genişlik için hesap yapılır. $M_d = - \dots \text{kNm/m}$, $b=1000 \text{ mm}$, $d = h_f - c_c - \varnothing/2$,



Tek donatılı dikdörtgen kesit hesabı yapılarak gerekli donatı alanı ($A_{s,gerekli}$) hesaplanır.

Komşu açıklıklardan gelen pilye donatıları toplanarak mevcut donatı ($A_{s,mevcut}$) bulunur.

$A_{s,mevcut} \geq A_{s,gerekli}$ ise ek donatıya ihtiyaç yoktur.

$A_{s,mevcut} < A_{s,gerekli}$ ise ek donatı hesaplanır. $A_{s,ek} = A_{s,gerekli} - A_{s,mevcut}$ Donatı seçilir. $\varnothing/s$

Ek donatı düz donatı olarak üste yerleştirilir (Çizelge 3.3).

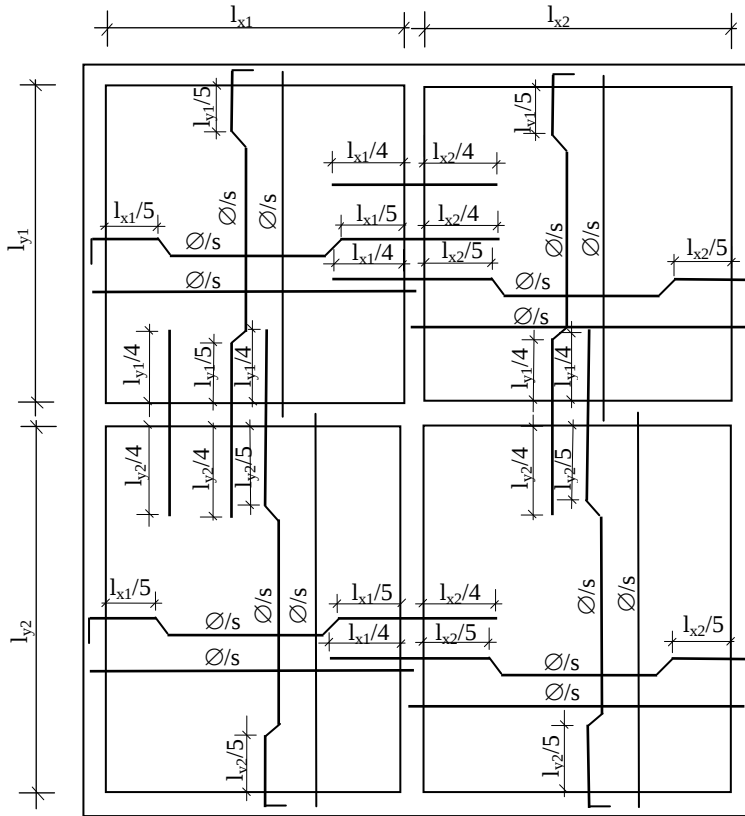
3.3 Donatıyla İlgili Koşullar

3.3.1 İki doğrultuda çalışan kirişli döşemelerde açıklık kesitinde her bir doğrultudaki donatı oranı (ρ_s ve ρ_ℓ) 0,0015 den az olmamalıdır. Ayrıca her iki doğrultudaki donatı oranlarının toplamı, S220 için 0,004 den ve S420 ve S500 için 0,0035 den az olmamalıdır.

Donatı aralıkları s_s ve s_ℓ sırasıyla kısa ve uzun kenarlar doğrultusunda yerleştirilen asal çekme donatı çubukları arasındaki mesafeleri göstermek üzere, bu mesafeler kısa doğrultuda $s_s \leq 1,5.h_f$ ve 200 mm ve uzun doğrultuda $s_\ell \leq 1,5.h_f$ ve 250 mm koşullarını sağlamalıdır.

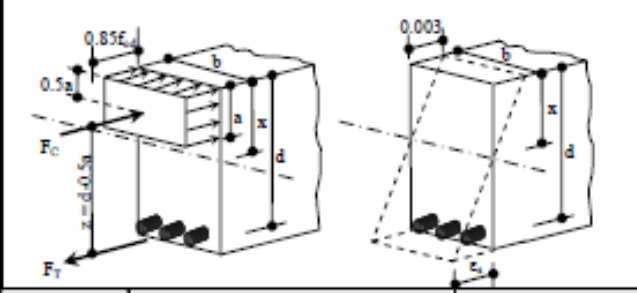
3.3.2 Dağıtma donatısı

Konsol döşemede uzun açıklık doğrultusunda ana donatının beşte birinden ($A_{s\ell} \geq \frac{1}{5} A_{ss}$) az olmamak üzere plak alt yüzünde dağıtma donatısı yerleştirilir. Ancak belirlenen bu donatı miktarı Ø8/300 den az olmamalıdır.

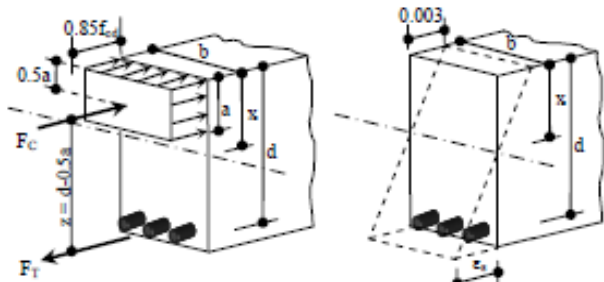


Şekil 3.1 İki Doğrultuda Çalışan Bir Döşemenin Donatı Şeması

Çizelge 3.1 Basit eğilme etkisindeki tek donatılı dikdörtgen kesitli betonarme elemanlarda çekme donatısı hesap tablosu

						Birimler		Formüller	
						M_d (Nmm) b_w, d (mm) f_{yd} (MPa) f_{cd} (MPa) A_s (mm ²)	$k_m = M_d/(bd^2)$ $k_x = \omega/(0.85k_1)$ $\omega = \rho f_{yd}/f_{cd}$ $k_a = k_1 k_x$ $k_z = 1-0.59\omega$ $A_s = M_d/(k_x d f_{yd})$		
ω	k_m					k_x (x/d)	k_a (a/d)	k_z (z/d)	
	C14	C16	C18	C20	C25				
0.01	0.09	0.11	0.12	0.13	0.17	0.014	0.012	0.994	
0.02	0.18	0.21	0.24	0.26	0.33	0.028	0.024	0.988	
0.03	0.28	0.31	0.35	0.39	0.49	0.042	0.035	0.982	
0.04	0.36	0.42	0.47	0.52	0.65	0.055	0.047	0.976	
0.05	0.45	0.52	0.58	0.65	0.81	0.069	0.059	0.971	
0.06	0.54	0.62	0.69	0.77	0.96	0.083	0.071	0.965	
0.07	0.63	0.72	0.81	0.89	1.12	0.097	0.082	0.959	
0.08	0.71	0.81	0.91	1.02	1.27	0.111	0.094	0.953	
0.09	0.80	0.91	1.02	1.14	1.42	0.125	0.106	0.947	
0.10	0.88	1.00	1.13	1.25	1.57	0.138	0.118	0.941	
0.11	0.96	1.10	1.23	1.37	1.71	0.152	0.129	0.935	
0.12	1.04	1.19	1.34	1.49	1.86	0.166	0.141	0.929	
0.13	1.12	1.28	1.44	1.60	2.00	0.180	0.153	0.923	
0.14	1.20	1.37	1.54	1.71	2.14	0.194	0.165	0.917	
0.15	1.28	1.46	1.64	1.82	2.28	0.208	0.176	0.912	
0.16	1.35	1.55	1.74	1.93	2.41	0.221	0.188	0.906	
0.17	1.43	1.63	1.84	2.04	2.55	0.235	0.200	0.900	
0.18	1.50	1.72	1.93	2.15	2.68	0.249	0.212	0.894	
0.19	1.57	1.80	2.02	2.25	2.81	0.263	0.224	0.888	
0.20	1.65	1.88	2.12	2.35	2.94	0.277	0.235	0.882	
0.21	1.72	1.96	2.21	2.45	3.07	0.291	0.247	0.876	
0.22	1.79	2.04	2.30	2.55	3.19	0.304	0.259	0.870	
0.23	1.86	2.12	2.39	2.65	3.31	0.318	0.271	0.864	
0.24	1.92	2.20	2.47	2.75	3.43	0.332	0.282	0.858	
0.25	1.99	2.27	2.56	2.84	3.55	0.346	0.294	0.853	
0.26	2.05	2.35	2.64	2.93	3.67	0.360	0.306	0.847	
0.27	2.12	2.42	2.72	3.03	3.78	0.374	0.318	0.841	
0.28	2.18	2.49	2.80	3.12	3.90	0.388	0.329	0.835	
0.29	2.24	2.56	2.88	3.21	4.01	0.401	0.341	0.829	
0.30	2.30	2.63	2.96	3.29	4.12	0.415	0.353	0.823	
0.31	2.36	2.70	3.04	3.38	4.22	0.429	0.365	0.817	
0.32	2.42	2.77	3.12	3.46	4.33	0.443	0.376	0.811	
0.33	2.48	2.83	3.19	3.54	4.43	0.457	0.388	0.805	
0.34	2.54	2.90	3.26	3.62	4.53	0.471	0.400	0.799	
0.35	2.59	2.96	3.33	3.70	4.63	0.484	0.412	0.794	
0.36	2.65	3.02	3.40	3.78	4.73	0.498	0.424	0.788	
0.37	2.70	3.09	3.47	3.86	4.82	0.512	0.435	0.782	
0.38	2.75	3.14	3.54	3.93	4.91	0.526	0.447	0.776	
0.39	2.80	3.20	3.60	4.00	5.00	0.540	0.459	0.770	
0.40	2.85	3.26	3.67	4.07	5.09	0.554	0.471	0.764	
0.41	2.90	3.32	3.73	4.14	5.18	0.567	0.482	0.758	
0.42	2.95	3.37	3.79	4.21	5.27	0.581	0.494	0.752	
0.43	3.00	3.42	3.85	4.28	5.35	0.595	0.506	0.746	
0.44	3.04	3.47	3.91	4.34	5.43	0.609	0.518	0.740	
0.45	3.08	3.53	3.97	4.41	5.51	0.623	0.529	0.735	
0.46	3.13	3.57	4.02	4.47	5.59	0.637	0.541	0.729	
0.47	3.17	3.62	4.08	4.53	5.66	0.651	0.553	0.723	

Çizelge 3.2 Basit eğilme etkisindeki tek donatılı dikdörtgen kesitli betonarme elemanlarda çekme donatısı hesap tablosu

					Birimler		Formüller	
					M_d	(Nmm)	$k_m = M_d / (b d^2)$	
					b_w, d	(mm)	$k_x = \omega / (0.85 k_1)$	
					f_{yd}	(MPa)	$\omega = \rho f_{yd} / f_{cd}$	
					f_{cd}	(MPa)	$k_a = k_1 k_x$	
					A_s	(mm ²)	$k_z = 1 - 0.59 \omega$	
					$A_s = M_d / (k_z d f_{yd})$			
ω	C30 ($k_1 = 0.82$)				C35 ($k_1 = 0.79$)			
	k_m	k_x	k_a	k_z	k_x	k_a	k_z	k_z
0.01	0.20	0.01	0.01	0.99	0.23	0.01	0.01	0.99
0.02	0.40	0.03	0.02	0.99	0.46	0.03	0.02	0.99
0.03	0.59	0.04	0.04	0.98	0.69	0.04	0.04	0.98
0.04	0.78	0.06	0.05	0.98	0.91	0.06	0.05	0.98
0.05	0.97	0.07	0.06	0.97	1.13	0.07	0.06	0.97
0.06	1.16	0.09	0.07	0.96	1.35	0.09	0.07	0.96
0.07	1.34	0.10	0.08	0.96	1.57	0.10	0.08	0.96
0.08	1.52	0.11	0.09	0.95	1.78	0.12	0.09	0.95
0.09	1.70	0.13	0.11	0.95	1.99	0.13	0.11	0.95
0.10	1.88	0.14	0.12	0.94	2.20	0.15	0.12	0.94
0.11	2.06	0.16	0.13	0.94	2.40	0.16	0.13	0.94
0.12	2.23	0.17	0.14	0.93	2.60	0.18	0.14	0.93
0.13	2.40	0.19	0.15	0.92	2.80	0.19	0.15	0.92
0.14	2.57	0.20	0.16	0.92	3.00	0.21	0.16	0.92
0.15	2.73	0.22	0.18	0.91	3.19	0.22	0.18	0.91
0.16	2.90	0.23	0.19	0.91	3.38	0.24	0.19	0.91
0.17	3.06	0.24	0.20	0.90	3.57	0.25	0.20	0.90
0.18	3.22	0.26	0.21	0.89	3.75	0.27	0.21	0.89
0.19	3.37	0.27	0.22	0.89	3.94	0.28	0.22	0.89
0.20	3.53	0.29	0.24	0.88	4.12	0.30	0.24	0.88
0.21	3.68	0.30	0.25	0.88	4.29	0.31	0.25	0.88
0.22	3.83	0.32	0.26	0.87	4.47	0.33	0.26	0.87
0.23	3.98	0.33	0.27	0.86	4.64	0.34	0.27	0.86
0.24	4.12	0.34	0.28	0.86	4.81	0.36	0.28	0.86
0.25	4.26	0.36	0.29	0.85	4.97	0.37	0.29	0.85
0.26	4.40	0.37	0.31	0.85	5.14	0.39	0.31	0.85
0.27	4.54	0.39	0.32	0.84	5.30	0.40	0.32	0.84
0.28	4.67	0.40	0.33	0.83	5.45	0.42	0.33	0.83
0.29	4.81	0.42	0.34	0.83	5.61	0.43	0.34	0.83
0.30	4.94	0.43	0.35	0.82	5.76	0.45	0.35	0.82
0.31	5.07	0.44	0.36	0.82	5.91	0.46	0.36	0.82
0.32	5.19	0.46	0.38	0.81	6.06	0.48	0.38	0.81
0.33	5.31	0.47	0.39	0.81	6.20	0.49	0.39	0.81
0.34	5.44	0.49	0.40	0.80	6.34	0.51	0.40	0.80
0.35	5.55	0.50	0.41	0.79	6.48	0.52	0.41	0.79
0.36	5.67	0.52	0.42	0.79	6.62	0.54	0.42	0.79
0.37	5.78	0.53	0.44	0.78	6.75	0.55	0.44	0.78
0.38	5.90	0.55	0.45	0.78	6.88	0.57	0.45	0.78
0.39	6.01	0.56	0.46	0.77	7.01	0.58	0.46	0.77
0.40	6.11	0.57	0.47	0.76	7.13	0.60	0.47	0.76
0.41	6.22	0.59	0.48	0.76	7.25	0.61	0.48	0.76
0.42	6.32	0.60	0.49	0.75	7.37	0.63	0.49	0.75
0.43	6.42	0.62	0.51	0.75	7.49	0.64	0.51	0.75
0.44	6.52	0.63	0.52	0.74	7.60	0.66	0.52	0.74
0.45	6.61	0.65	0.53	0.73	7.71	0.67	0.53	0.73
0.46	6.70	0.66	0.54	0.73	7.82	0.69	0.54	0.73
0.47	6.79	0.67	0.55	0.72	7.93	0.70	0.55	0.72

Çizelge 3.3 Plakların 1 metre Şerit Genişliği İçin (s) Donatı Aralıkları (cm) - Donatı Alanları (mm²/m)

s Donatı aralığı (cm)	Donatı çapı / aralık (Ø / s)										s Donatı aralığı (cm)
	Ø6/s	Ø8/s	Ø10/s	Ø12/s	Ø14/s	Ø16/s	Ø18/s	Ø20/s	Ø22/s	Ø24/s	
7.0	404	718	1122	1616	2199	2873	3636	4487	5430	6463	7.0
7.5	377	670	1047	1508	2052	2681	3393	4188	5081	6032	7.5
8.0	353	628	982	1414	1924	2514	3181	3926	4751	5655	8.0
8.5	333	591	924	1331	1811	2366	2994	3695	4472	5322	8.5
9.0	314	559	873	1257	1710	2234	2828	3490	4223	5027	9.0
9.5	298	529	827	1190	1620	2117	2679	3306	4001	4762	9.5
10.0	283	503	785	1131	1539	2011	2545	3141	3801	4524	10.0
10.5	269	479	748	1077	1466	1915	2424	2991	3620	4309	10.5
11.0	257	457	714	1028	1399	1828	2314	2855	3455	4113	11.0
11.5	246	437	683	984	1339	1749	2213	2731	3305	3934	11.5
12.0	236	419	654	942	1283	1676	2121	2617	3167	3770	12.0
12.5	226	402	628	905	1232	1609	2036	2513	3041	3619	12.5
13.0	217	387	604	870	1184	1547	1958	2146	2924	3480	13.0
13.5	209	372	582	838	1140	1490	1885	2327	2816	3351	13.5
14.0	202	359	561	808	1100	1436	1818	2244	2715	3231	14.0
14.5	195	347	542	780	1062	1387	1755	2166	2621	3120	14.5
15.0	189	335	524	754	1026	1341	1697	2094	2534	3016	15.0
15.5	182	324	507	730	993	1297	1642	2027	2452	2919	15.5
16.0	177	314	491	707	962	1257	1590	1964	2376	2828	16.0
16.5	171	305	476	685	933	1219	1542	1904	2304	2741	16.5
17.0	166	296	462	665	905	1183	1497	1848	2236	2661	17.0
17.5	162	287	449	646	879	1149	1454	1795	2172	2585	17.5
18.0	157	279	436	628	855	1117	1414	1746	2112	2513	18.0
18.5	153	272	425	611	832	1087	1376	1694	2055	2445	18.5
19.0	149	265	413	595	810	1058	1339	1654	2001	2381	19.0
19.5	145	258	403	580	789	1031	1305	1611	1949	2320	19.5
20.0	141	251	393	565	769	1005	1272	1572	1901	2262	20.0
21.0	131	240	374	539	733	958	1212	1496	1810	2155	21.0
22.0	128	229	357	513	700	914	1157	1428	1728	2057	22.0
23.0	123	219	341	492	670	875	1107	1367	1653	1967	23.0
24.0	118	210	327	472	642	838	1061	1309	1584	1185	24.0
25.0	113	201	314	453	616	805	1018	1257	1521	1810	25.0
26.0	109	193	302	435	592	774	979	1208	1462	1740	26.0
27.0	105	186	291	419	570	745	943	1164	1408	1676	27.0
28.0	101	180	280	404	550	718	909	1122	1358	1616	28.0
29.0	98	173	271	390	531	694	878	1083	1311	1560	29.0
30.0	94	168	262	377	513	671	849	1047	1267	1508	30.0
31.0	91	162	253	365	497	649	821	1014	1226	1460	31.0
32.0	88	157	245	354	481	629	795	982	1188	1414	32.0
33.0	86	152	238	343	467	610	771	952	1152	1371	33.0
34.0	83	148	231	333	453	592	749	924	1118	1331	34.0
35.0	81	144	224	323	440	575	727	898	1086	1293	35.0
36.0	79	140	218	314	428	559	707	873	1056	1257	36.0
38.0	74	132	207	298	405	529	670	827	1001	1191	38.0
40.0	71	126	196	283	385	503	636	786	951	1131	40.0

DÖŞEME HESAPLARI (TS500)

[illegible]

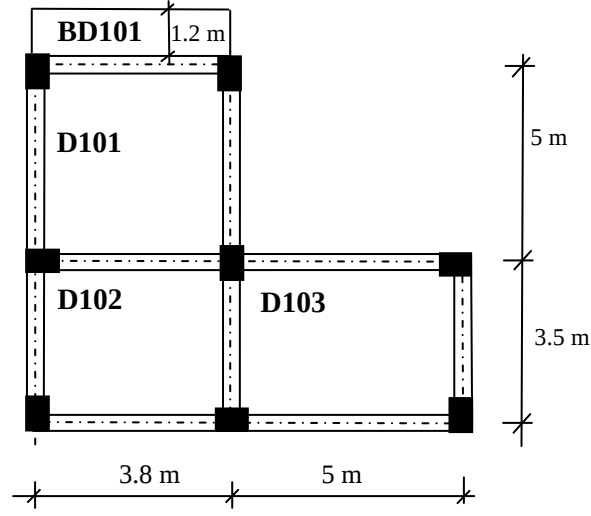
DÖŞEME AÇIKLIK DONATI HESAPLARI (TS500)

[illegible]

DÖŞEME MESNET DONATI HESAPLARI (TS500)

[illegible]

Örnek: Kirişli Döşeme Betonarme Hesabı



Şekil 2. Döşeme Planı

Verilenler:

Malzeme : C25 – B420C

Kiriş genişlikleri	: 25 cm
Döşeme kalınlığı	: 12 cm
Döşeme kaplamaları: (3 cm karo mozaik)	: 22 kN/m ³
Sıva (1,5 cm)	: 20 kN/m ³
Tesviye betonu (5 cm)	: 22 kN/m ³

Hareketli yükler:

D101 ve D102 döşemeleri	: 2 kN/m ²
D103 döşemesi	: 3,5 kN/m ²
BD101 döşemesi	: 5 kN/m ²

1. Döşeme Yükleri (g, q, p_d)

D101-D102 döşemeleri

Betonarme plak ağırlığı	$h_f \cdot \gamma_{\text{beton}}$	= 0,12.25	= 3	kN / m ²
Kaplama ağırlığı	$h_{\text{kaplama}} \cdot \gamma_{\text{kaplama}}$	= 0,03.22	= 0,66	kN / m ²
Sıva	$h_{\text{sıva}} \cdot \gamma_{\text{sıva}}$	= 0,015.20	= 0,3	kN / m ²
Tesviye betonu	$h_{\text{tesviye}} \cdot \gamma_{\text{tesviye}}$	= 0,05.22	= 1,1	kN / m ²
Sabit yükler	g	= 5,06		kN / m ²
Hareketli yük	q	= 2		kN / m ²
Döşeme hesap yükü	p _d	= 10,28		kN / m ²

D103 döşemesi

Sabit yükler	g	= 5,06	kN / m ²
Hareketli yük	q	= 3,5	kN / m ²
Döşeme hesap yükü	p _d	= 12,68	kN / m ²

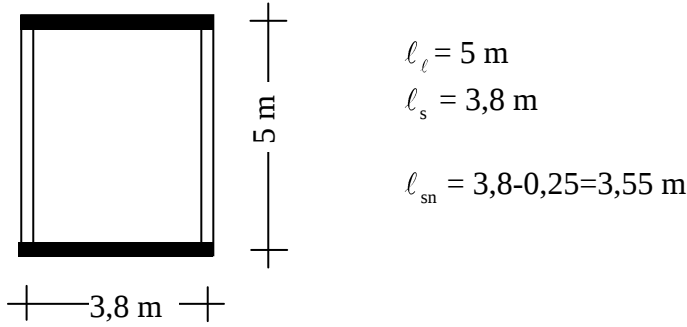
BD101 döşemeleri

Sabit yükler	$g = 5,06$	kN/m^2
Hareketli yük	$q = 5$	kN/m^2
Döşeme hesap yükü	$p_d = 15,08$	kN/m^2

2. Hesap (Tasarım) Açıklık ve Mesnet Momentleri

Bu örnekte $M_d = \alpha \cdot p_d \cdot \ell_{sn}^2$ bağıntısındaki M_d hesap momenti, x ve y doğrultularında açıklık kesitleri için M_x ve M_y , mesnet kesitleri için ise X ve Y olarak gösterilmiştir.

D101 döşemesi (İki uzun kenar süreksiz, Tip 5)



$$m = \frac{\ell_\ell}{\ell_s} = \frac{5}{3,8} = 1,32 < 2 \text{ olduğundan bu döşeme iki doğrultuda çalışmaktadır.}$$

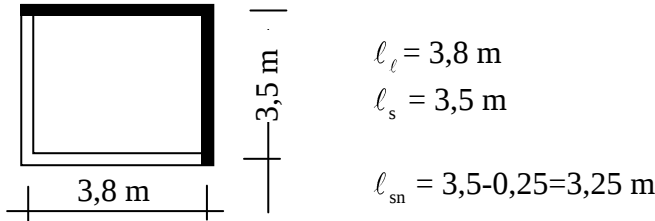
$$M_x = \alpha \cdot p_d \cdot \ell_{sn}^2 = 0,066 \cdot 10,28 \cdot 3,55^2 = 8,55 \text{ kNm/m}$$

$$M_y = \alpha \cdot p_d \cdot \ell_{sn}^2 = 0,044 \cdot 10,28 \cdot 3,55^2 = 5,70 \text{ kNm/m}$$

$$X = -$$

$$Y = -\alpha \cdot p_d \cdot \ell_{sn}^2 = -0,056 \cdot 10,28 \cdot 3,55^2 = -7,26 \text{ kNm/m}$$

D102 döşemesi (İki komşu kenar süreksiz, Tip 3)



$$m = \frac{\ell_\ell}{\ell_s} = \frac{3,8}{3,5} = 1,09 < 2 \text{ olduğundan bu döşeme iki doğrultuda çalışmaktadır.}$$

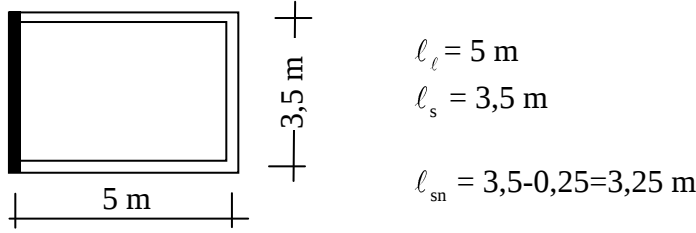
$$M_x = \alpha \cdot p_d \cdot \ell_{sn}^2 = 0,037 \cdot 10,28 \cdot 3,25^2 = 4,02 \text{ kNm/m}$$

$$M_y = \alpha \cdot p_d \cdot \ell_{sn}^2 = 0,042 \cdot 10,28 \cdot 3,25^2 = 4,56 \text{ kNm/m}$$

$$X = -\alpha \cdot p_d \cdot \ell_{sn}^2 = -0,049 \cdot 10,28 \cdot 3,25^2 = -5,32 \text{ kNm/m}$$

$$Y = -\alpha \cdot p_d \cdot \ell_{sn}^2 = -0,055 \cdot 10,28 \cdot 3,25^2 = -5,97 \text{ kNm/m}$$

D103 döşemesi (Üç kenar süreksiz, Tip 6)



$$m = \frac{l_l}{l_s} = \frac{5}{3,5} = 1,43 < 2 \text{ olduğundan bu döşeme iki doğrultuda çalışmaktadır.}$$

$$M_x = \alpha \cdot p_d \cdot l_{sn}^2 = 0,044 \cdot 12,68 \cdot 3,25^2 = 5,89 \text{ kNm/m}$$

$$M_y = \alpha \cdot p_d \cdot l_{sn}^2 = 0,062 \cdot 12,68 \cdot 3,25^2 = 8,30 \text{ kNm/m}$$

$$X = -\alpha \cdot p_d \cdot l_{sn}^2 = -0,058 \cdot 12,68 \cdot 3,25^2 = -7,77 \text{ kNm/m}$$

$$Y = -$$

BD101 döşemesi $l_{sn} = 1,2 \text{ m}$

Balkon döşemesi konsol olduğundan hesap momenti kısa kenar doğrultusundaki bir konsolun momenti olarak belirlenecektir.

$$Y = -0,5 \cdot p_d \cdot l_{sn}^2 = -0,5 \cdot 15,08 \cdot 1,2^2 = -10,86 \text{ kNm/m}$$

3. Donatı Hesabında Kullanılacak Düzeltilmiş Mesnet Momentleri

D102-D103 Mesneti

$$\left| \frac{X_{D102}}{X_{D103}} \right| = \frac{5,32}{7,77} = 0,68 < 0,80 \text{ olduğundan moment dengelemesi gerekmektedir.}$$

$$\Delta X = (X_{D103} - X_{D102}) = (X_{D103} - X_{D102}) = (-7,77 - (-5,32)) = -2,45 \text{ kNm}$$

$$X'_{D102} = X_{D102} + \frac{k_{D102}}{k_{D102} + k_{D103}} \cdot \frac{2}{3} \Delta X = -5,32 + \frac{(3EI/3,8)}{(3EI/3,8) + (3EI/5)} \cdot \frac{2}{3} \cdot (-2,45) = -6,25 \text{ kNm}$$

$$X'_{D103} = X_{D103} - \frac{k_{D103}}{k_{D102} + k_{D103}} \cdot \frac{2}{3} \Delta X = -7,77 - \frac{(3EI/5)}{(3EI/3,8) + (3EI/5)} \cdot \frac{2}{3} \cdot (-2,45) = -7,06 \text{ kNm}$$

$$\left| \frac{X'_{D102}}{X'_{D103}} \right| = \frac{6,25}{7,06} = 0,89 > 0,80 \text{ olduğundan donatı hesabında mutlak değerce büyük moment dikkate}$$

alınacaktır. Dolayısıyla $X = -7,06 \text{ kNm}$ olacaktır.

D101-D102 Mesneti

$$\left| \frac{Y_{D102}}{Y_{D101}} \right| = \frac{5,97}{7,26} = 0,82 > 0,80 \text{ olduğundan moment dengelemesine gerek yoktur. Donatı hesabında mutlak}$$

değerce büyük moment dikkate alınacaktır. Dolayısıyla $Y = -7,26 \text{ kNm}$ olacaktır.

D101-BD101 Mesneti

Döşemelerden birinin konsol olduğu durumlarda tasarım momenti olarak momentlerden mutlak değerce büyüğünün dikkate alınması uygundur.

Dolayısıyla $|Y_{D101}| = 7,26 \text{ kNm} < |Y_{BD101}| = 10,86 \text{ kNm}$ olduğundan mesnet momenti $Y = -10,86 \text{ kNm}$ olacaktır.

4. Döşeme Donatı Hesabı

Döşeme Faydalı Yüksekliklerinin (d) Hesabı

Bu belirleme işleminde, daha ekonomik olması bakımından, açıklıkta kısa kenar doğrultusundaki donatının alt sıraya konacağı dikkate alınmıştır. $h_f=120 \text{ mm}$, $c_c=15 \text{ mm}$, donatı çapı $\varnothing 8$

Mesnette $d = h_f - c_c - \varnothing/2 = 120 - 15 - 8/2 = 101 \text{ mm}$

Açıklık, kısa kenar doğrultusunda $d = h_f - c_c - \varnothing/2 = 120 - 15 - 8/2 = 101 \text{ mm}$

Açıklık, uzun kenar doğrultusunda $d = h_f - c_c - \varnothing - \varnothing/2 = 120 - 15 - 8 - 8/2 = 93 \text{ mm}$

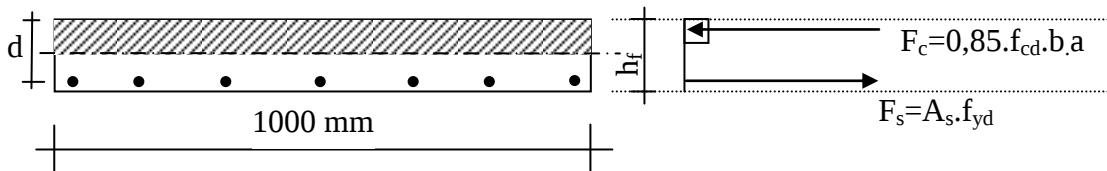
4.1. Açıklık Donatıları

D101 Döşemesi

Önce büyük momentin oluştuğu kısa doğrultuda hesap yapılır. D101 döşemesi için kısa doğrultu x-x doğrultusudur.

x Eksenli Doğrultusunda

$M_d = M_x = 8,55 \text{ kNm}$, $d = h_f - c_c - \varnothing/2 = 120 - 15 - 8/2 = 101 \text{ mm}$, $b=1000 \text{ mm}$



$$k_m = \frac{M_d}{b \cdot d^2} = \frac{8,55 \times 10^6}{1000 \times 101^2} = 0,84 \rightarrow k_z = 0,970$$

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{8,55 \times 10^6}{0,970 \times 101 \times 365} = 239,1 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

$$A_{s,\min} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 1000 \cdot 101 = 151,5 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

$$A_s > A_{s,\min} \text{ olduğundan gerekli donatı alanı } A_{s,\text{gerekli}} = 239,1 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

Seçilen donatı $\varnothing 8/180$

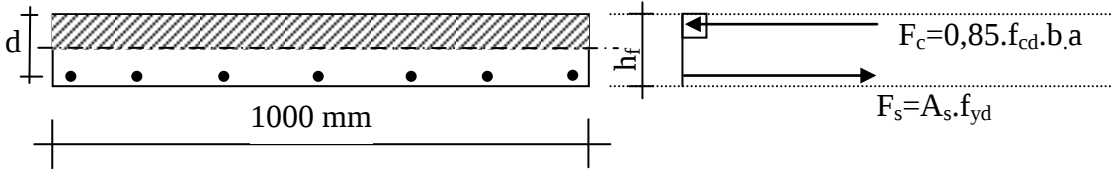
$s \leq 1,5h_f = 1,5 \cdot 120 = 180 \text{ mm}$ ve $s \leq 200 \text{ mm}$ koşulunu sağlamaktadır.

Sonuç: $\varnothing 8/360$ düz + $\varnothing 8/360$ pilye

Daha sonra küçük momentin olduğu uzun doğrultuda hesap yapılır. D101 döşemesi için uzun doğrultu y-y doğrultusudur.

y Eksenli Doğrultusunda

$$M_d = M_y = 5,7 \text{ kNm}, \quad d = h_f - c_c - \varnothing - \varnothing/2 = 120 - 15 - 8 - 8/2 = 93 \text{ mm}, \quad b=1000 \text{ mm}$$



$$k_m = \frac{M_d}{b.d^2} = \frac{5,7 \times 10^6}{1000 \times 93^2} = 0,66 \rightarrow k_z = 0,976$$

$$A_s = \frac{M_d}{k_z.d.f_{yd}} = \frac{5,7 \times 10^6}{0,976 \times 93 \times 365} = 172,05 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

$$A_{s,\min} = \rho_{\min} . b.d = 0,0015.1000.93 = 139,5 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

$$A_s > A_{s,\min} \text{ olduğundan gerekli donatı alanı } A_{s,\text{gerekli}} = 172,05 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

Seçilen donatı $\varnothing 8/180$,

$$s \leq 1,5h_f = 1,5.120 = 180 \text{ mm ve } s \leq 250 \text{ mm koşulunu sağlamaktadır.}$$

Sonuç: $\varnothing 8/360$ düz + $\varnothing 8/360$ pilye

x ve y eksenleri doğrultularındaki donatı oranları toplamının S420 için 0,0035 den küçük olmaması gerekmektedir. Buna göre, yerleştirilen donatı miktarları:

$$A_{ss} = 279 \text{ mm}^2 / \text{m} (\varnothing 8/180)$$

$$A_{s\ell} = 279 \text{ mm}^2 / \text{m} (\varnothing 8/180)$$

olduğundan, bunlara karşılık gelen donatı oranları, sırasıyla

$$\rho_s = \frac{279}{1000.101} = 0,00276$$

$$\rho_\ell = \frac{279}{1000.93} = 0,003$$

olmaktadır. Dolayısıyla

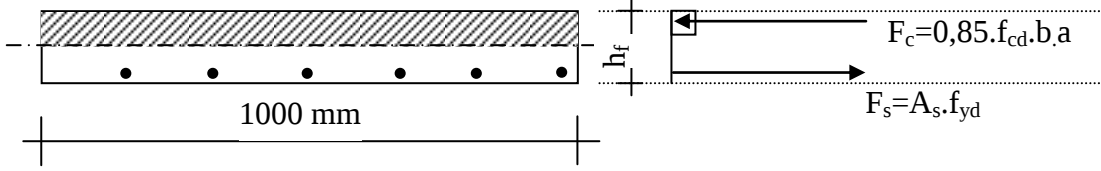
$$\rho_s + \rho_\ell = 0,00276 + 0,003 = 0,00576 > 0,0035 \text{ olduğundan yerleştirilen donatılar uygundur.}$$

D102 Döşemesi

Önce büyük momentin olduğu kısa doğrultuda hesap yapılır. D102 döşemesi için kısa doğrultu y-y doğrultusudur.

y Eksenli Doğrultusunda

$$M_d = M_y = 4,56 \text{ kNm}, \quad d = h_f - c_c - \varnothing/2 = 120 - 15 - 8/2 = 101 \text{ mm}, \quad b=1000 \text{ mm}$$



$$k_m = \frac{M_d}{b \cdot d^2} = \frac{4,56 \times 10^6}{1000 \times 101^2} = 0,45 \rightarrow k_z = 0,984$$

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4,56 \times 10^6}{0,984 \times 101 \times 365} = 125,71 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

$$A_{s,\min} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 1000 \cdot 101 = 151,5 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

$$A_s < A_{s,\min} \text{ olduğundan gerekli donatı alanı } A_{s,\text{gerekli}} = 151,5 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

Seçilen donatı $\varnothing 8/180$,

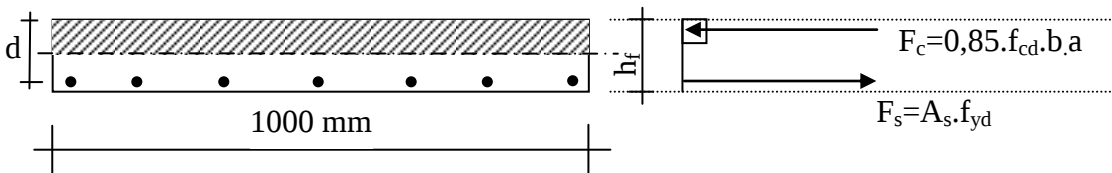
$$s \leq 1,5h_f = 1,5 \cdot 120 = 180 \text{ mm ve } s \leq 200 \text{ mm koşulunu sağlamaktadır.}$$

Sonuç: $\varnothing 8/360$ düz + $\varnothing 8/360$ pilye

Daha sonra küçük momentin olduğu uzun doğrultuda hesap yapılır. D102 döşemesi için uzun doğrultu x-x doğrultusudur.

x Eksenli Doğrultusunda

$$M_d = M_x = 4,02 \text{ kNm}, \quad d = h_f - c_c - \varnothing - \varnothing/2 = 120 - 15 - 8 - 8/2 = 93 \text{ mm}, \quad b=1000 \text{ mm}$$



$$k_m = \frac{M_d}{b \cdot d^2} = \frac{4,02 \times 10^6}{1000 \times 93^2} = 0,46 \rightarrow k_z = 0,983$$

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{4,02 \times 10^6}{0,983 \times 93 \times 365} = 120,47 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

$$A_{s,\min} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 1000 \cdot 93 = 139,5 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

$$A_s < A_{s,\min} \text{ olduğundan gerekli donatı alanı } A_{s,\text{gerekli}} = 139,5 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

Seçilen donatı $\varnothing 8/180$,

$s \leq 1.5h_f = 1.5.120 = 180 \text{ mm}$ ve $s \leq 250 \text{ mm}$ koşulunu sağlamaktadır.

Sonuç: Ø8/360 düz + Ø8/360 pilye

x ve y eksenleri doğrultularındaki donatı oranları toplamının S420 için 0,0035 den küçük olmaması gerekmektedir. Buna göre, yerleştirilen donatı miktarları:

$$A_{ss} = 279 \text{ mm}^2/\text{m} (\text{Ø}8/180)$$

$$A_{s\ell} = 279 \text{ mm}^2/\text{m} (\text{Ø}8/180)$$

olduğundan, bunlara karşılık gelen donatı oranları, sırasıyla

$$\rho_s = \frac{279}{1000.101} = 0,00276$$

$$\rho_\ell = \frac{279}{1000.93} = 0,003$$

olmaktadır. Dolayısıyla

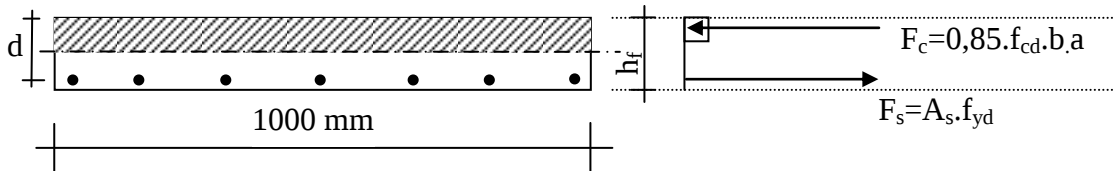
$$\rho_s + \rho_\ell = 0,00276 + 0,003 = 0,00576 > 0,0035 \text{ olduğundan yerleştirilen donatılar uygundur.}$$

D103 Döşemesi

Önce büyük momentin oluştuğu kısa doğrultuda hesap yapılır. D103 döşemesi için kısa doğrultu y-y doğrultusudur.

y Eksenli Doğrultusunda

$$M_d = M_y = 8,3 \text{ kNm}, d = h_f - c_c - \text{Ø}/2 = 120 - 15 - 8/2 = 101 \text{ mm}, b=1000 \text{ mm}$$



$$k_m = \frac{M_d}{b.d^2} = \frac{8,3 \times 10^6}{1000 \times 101^2} = 0,81 \rightarrow k_z = 0,971$$

$$A_s = \frac{M_d}{k_z.d.f_{yd}} = \frac{8,30 \times 10^6}{0,971 \times 101 \times 365} = 231,9 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_{s,\min} = \rho_{\min} . b.d = 0,0015.1000.101 = 151,5 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A_s > A_{s,\min} \text{ olduğundan gerekli donatı alanı } A_{s,\text{gerekli}} = 231,9 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Seçilen donatı Ø8/180 ,

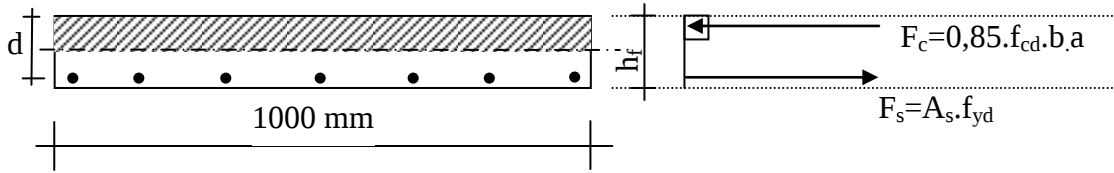
$$s \leq 1.5h_f = 1.5.120 = 180 \text{ mm} \text{ ve } s \leq 200 \text{ mm} \text{ koşulunu sağlamaktadır.}$$

Sonuç: Ø8/360 düz + Ø8/360 pilye

Daha sonra küçük momentin olduğu uzun doğrultuda hesap yapılır. D103 döşemesi için uzun doğrultu x-x doğrultusudur.

x Eksenli Doğrultusunda

$$M_d = M_x = 5,89 \text{ kNm}, \quad d = h_f - c_c - \varnothing - \varnothing/2 = 120 - 15 - 8 - 8/2 = 93 \text{ mm}, \quad b = 1000 \text{ mm}$$



$$k_m = \frac{M_d}{b \cdot d^2} = \frac{5,89 \times 10^6}{1000 \times 93^2} = 0,68 \rightarrow k_z = 0,975$$

$$A_s = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{5,89 \times 10^6}{0,975 \times 93 \times 365} = 177,97 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

$$A_{s,\min} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 1000 \cdot 93 = 139,5 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

$$A_s > A_{s,\min} \text{ olduğundan gerekli donatı alanı } A_{s,\text{gerekli}} = 177,97 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

Seçilen donatı $\varnothing 8/180$,

$$s \leq 1,5h_f = 1,5 \cdot 120 = 180 \text{ mm ve } s \leq 250 \text{ mm koşulunu sağlamaktadır.}$$

Sonuç: $\varnothing 8/360$ düz + $\varnothing 8/360$ pilye

x ve y eksenleri doğrultularındaki donatı oranları toplamının S420 için 0,0035 den küçük olmaması gerekmektedir. Buna göre, yerleştirilen donatı miktarları:

$$A_{ss} = 279 \text{ mm}^2 / \text{m} (\varnothing 8/180)$$

$$A_{s\ell} = 279 \text{ mm}^2 / \text{m} (\varnothing 8/180)$$

olduğundan, bunlara karşılık gelen donatı oranları, sırasıyla

$$\rho_s = \frac{279}{1000 \cdot 101} = 0,00276$$

$$\rho_\ell = \frac{279}{1000 \cdot 93} = 0,003$$

olmaktadır. Dolayısıyla

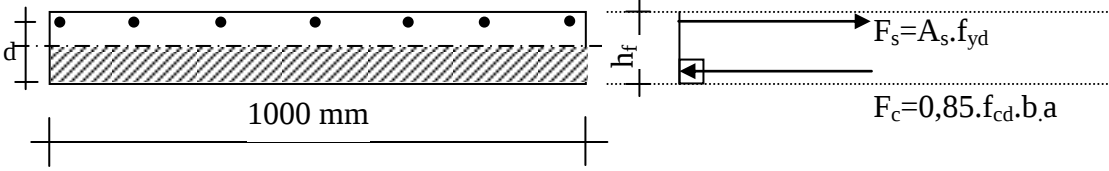
$$\rho_s + \rho_\ell = 0,00276 + 0,003 = 0,00576 > 0,0035 \text{ olduğundan yerleştirilen donatılar uygundur.}$$

4.2 Mesnet Donatıları

D102-D103 Mesneti

Bu mesnette hesap momenti $M_d = X = -7,06$ kNm olarak daha önce belirlenmiştir.

Mesnette $d = h_f - c_c - \varnothing/2 = 120 - 15 - 8/2 = 101$ mm



$$k_m = \frac{M_d}{b \cdot d^2} = \frac{7,06 \times 10^6}{1000 \times 101^2} = 0,69 \rightarrow k_z = 0,974$$

$$A_{s, \text{gerekli}} = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{7,06 \times 10^6}{0,974 \times 101 \times 365} = 196,62 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

Bu mesnetteki mevcut donatılar: D102 den gelen pilye: $\varnothing 8/360$ ($139,5 \text{ mm}^2/\text{m}$)

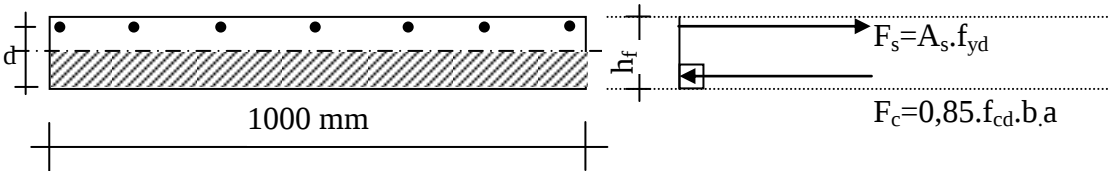
D103 den gelen pilye: $\varnothing 8/360$ ($139,5 \text{ mm}^2/\text{m}$)

$A_{s, \text{mevcut}} = 139,5 \text{ mm}^2/\text{m} + 139,5 \text{ mm}^2/\text{m} = 279 \text{ mm}^2/\text{m} > A_{s, \text{gerekli}} = 196,62 \text{ mm}^2 / \text{m}$ olduğundan ek donatıya ihtiyaç yoktur.

D101-D102 Mesneti

Bu mesnette hesap momenti $M_d = Y = -7,26$ kNm olarak daha önce belirlenmiştir.

Mesnette $d = h_f - c_c - \varnothing/2 = 120 - 15 - 8/2 = 101$ mm



$$k_m = \frac{M_d}{b \cdot d^2} = \frac{7,26 \times 10^6}{1000 \times 101^2} = 0,71 \rightarrow k_z = 0,974$$

$$A_{s, \text{gerekli}} = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{7,26 \times 10^6}{0,974 \times 101 \times 365} = 202,19 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

Bu mesnetteki mevcut donatılar: D101 den gelen pilye: $\varnothing 8/360$ ($139,5 \text{ mm}^2/\text{m}$)

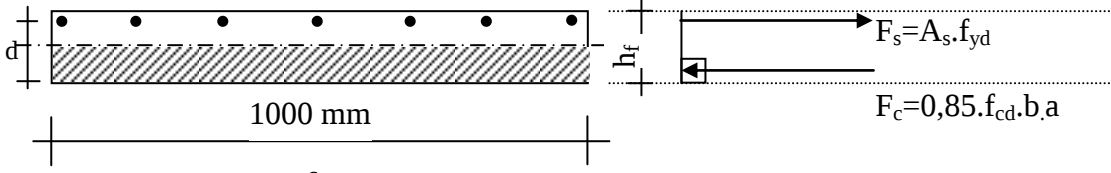
D102 den gelen pilye: $\varnothing 8/360$ ($139,5 \text{ mm}^2/\text{m}$)

$A_{s, \text{mevcut}} = 139,5 \text{ mm}^2/\text{m} + 139,5 \text{ mm}^2/\text{m} = 279 \text{ mm}^2/\text{m} > A_{s, \text{gerekli}} = 202,19 \text{ mm}^2 / \text{m}$ olduğundan ek donatıya ihtiyaç yoktur.

D101-BD101 Mesneti

Bu mesnette hesap momenti $M_d = Y = -10,86$ kNm olarak daha önce belirlenmiştir.

Mesnette $d = h_f - c_c - \varnothing/2 = 120 - 15 - 8/2 = 101$ mm



$$k_m = \frac{M_d}{b \cdot d^2} = \frac{10,86 \times 10^6}{1000 \times 101^2} = 1,06 \rightarrow k_z = 0,961$$

$$A_{s,gerekli} = \frac{M_d}{k_z \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{10,86 \times 10^6}{0,961 \times 101 \times 365} = 306,54 \text{ mm}^2 / \text{m}$$

Bu mesnetteki mevcut donatılar: D101 den gelen pilye: $\varnothing 8/360$ ($139,5 \text{ mm}^2/\text{m}$)

$A_{s,mevcut} = 139,5 \text{ mm}^2/\text{m} < A_{s,gerekli} = 306,54 \text{ mm}^2 / \text{m}$ olduğundan ek donatıya ihtiyaç vardır.

$$A_{s,ek} = A_{s,gerekli} - A_{s,mevcut} = 306,54 \text{ mm}^2/\text{m} - 139,5 \text{ mm}^2/\text{m} = 166,54 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Sonuç: Ek donatı $\varnothing 8/300$ düz ($168 \text{ mm}^2/\text{m}$)

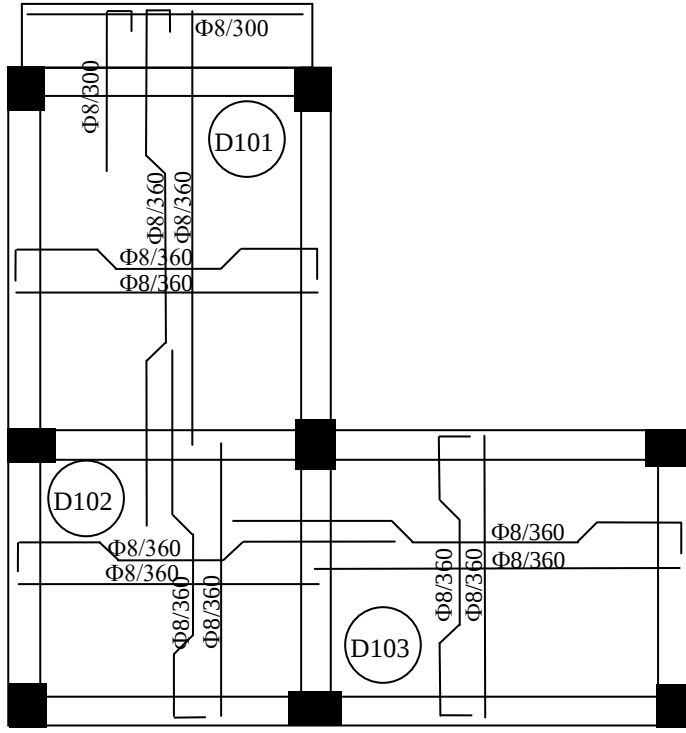
Konsol döşemede uzun açıklık doğrultusunda ana donatının beşte birinden ($A_{s\ell} \geq \frac{1}{5} A_{ss}$) az olmamak üzere plak alt yüzünde dağıtma donatısı yerleştirilir. Ancak belirlenen bu donatı miktarı $\varnothing 8/300$ den az olmamalıdır.

$A_{ss} = (139,5 \text{ mm}^2 / \text{m} + 168 \text{ mm}^2 / \text{m}) = 307,5 \text{ mm}^2 / \text{m}$ olduğuna göre uzun açıklık doğrultusundaki dağıtma donatısı alanı;

$$A_{s\ell} = \frac{1}{5} A_{ss} = \frac{307,5}{5} = 61,5 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Dağıtma donatısı miktarı $\varnothing 8/300$ den az olmamalıdır.

Sonuç: Dağıtma donatısı $\varnothing 8/300$ düz ($168 \text{ mm}^2/\text{m}$)



Donatı Şeması