

T. C.
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ

DÖRT KATLI KARKAS YAPININ BETONARME HESAP VE ANALİZİ

MÜHENDİSLİK PROJESİ

Yusuf KOÇ
(2013138042)

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Öğr. Gör. E. Murat TONUS

SİVAS
MAYIS 2017

ÖNSÖZ

Bu çalışma Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Yapı Anabilim Dalında Mühendislik Projeleri olarak hazırlanmıştır. Tüm çalışmamız boyunca yardımını esirgemeyen, bilgi ve birikimlerini cömertçe aktaran değerli hocamız Öğr. Gör. E. Murat TONUS'a teşekkürlerimizi sunmayı bir borç biliriz.

Aldığımız mühendislik eğitiminde iyi bir mühendislik vizyonuna sahip olmamız için bilgilerini esirgemeyen ders aldığımız veya almadığımız bölümümüz bünyesindeki tüm hocalara bizler için gösterdikleri çabalardan ötürü teşekkür ederiz.

Ayrıca, bugünlere ulaşmamı sağlayan, hayatım boyunca benim için maddi manevi destek ve dualarını eksik etmeyen aileme, gösterdikleri sevgi, saygı, sabır ve hoşgörü için müteşekkirdiğimi belirtmek isterim.

MAYIS 2017

YUSUF KOÇ

İÇİNDEKİLER

1.GİRİŞ	1
2.Döşeme Hesapları	5
2.1. Döşeme Tipinin Belirlenmesi	5
2.2. Döşeme Kalınlığının Belirlenmesi	5
2.3. Döşeme Yüklerinin Belirlenmesi	6
2.4. Döşeme Kesme Kuvveti Kontrolü	6
2.5. Döşeme Sehim Kontrolü	6
2.6. Mesnet Momenti Dengeleme	7
2.7. Clepeyron Yöntemi İle Momentlerin Belirlenmesi	8
2.8. Döşeme Donatısı Hesabı	10
2.8.1.Açıklık	10
2.8.2.Mesnet	12
3.Kiriş Hesapları	13
3.1. Kiriş Üzerine Gelen Yükler	13
3.2. Kiriş Hesapları	14
3.2.1. Hiperstatik Hesaplar	14
3.2.2. İzostatik Bir Kirişin Hesabı	29
4.Kolon Hesapları	32
4.1.Kolon Üzerine Gelen Yük Hesabı	32
4.2.Kolon Donatı Hesapları	33
5.Temel Çözümü	35
6.SONUÇ	37

1.GİRİŞ

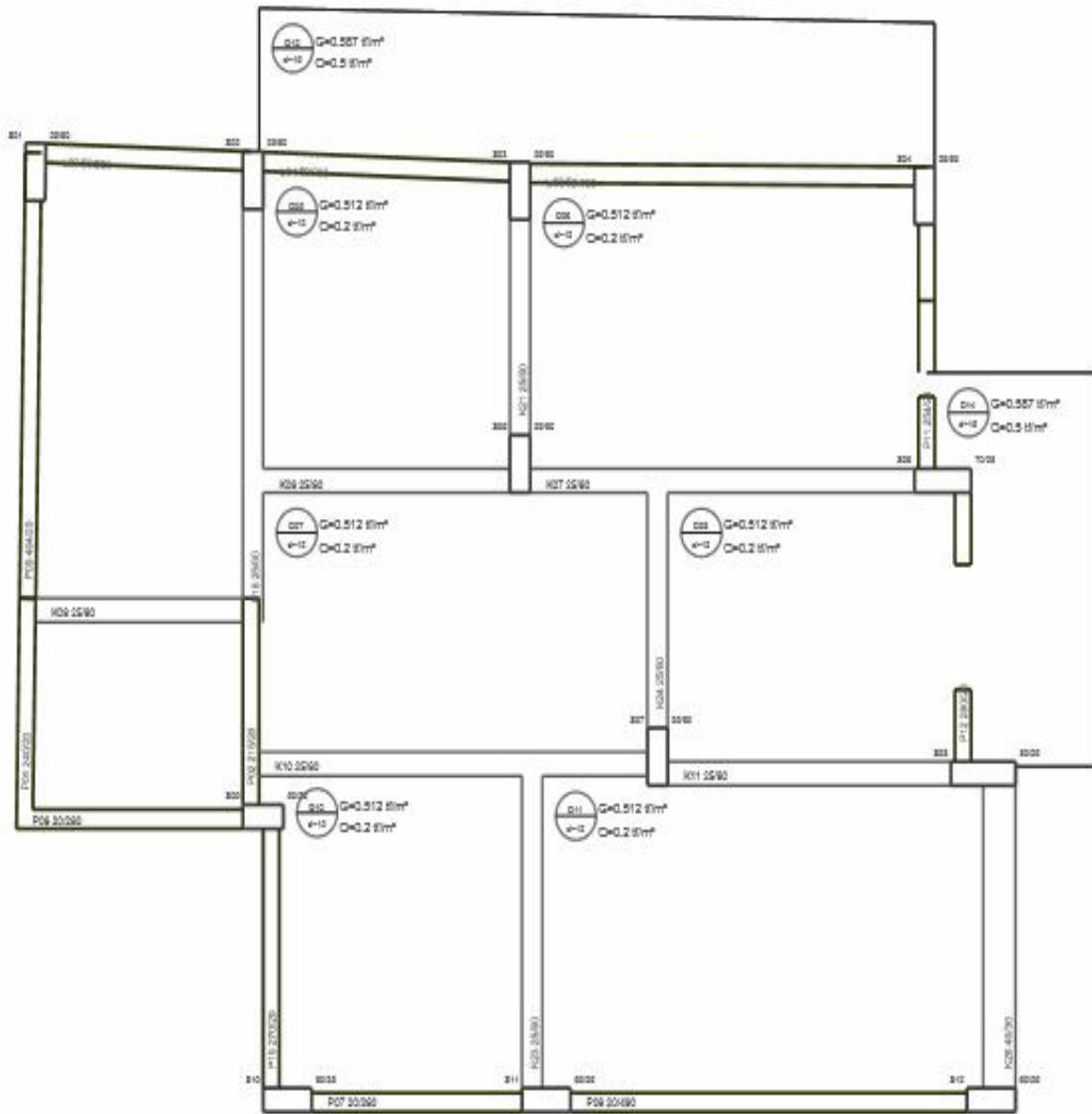
Proje 4 katlı karkas bina olup, her katta tek daire vardır. Projede 1. ve 2. kat ortak olup, zemin ve bodrum katlarda küçük farklılıklar vardır. Statik çözümlemesi için ETABS ve SAFE programları kullanılmıştır. Yapı ETABS da modellenip, kolon, kiriş çözümlemesi yapılmıştır. Döşeme ve temel hesabı için SAFE programı kullanılmıştır. Temel tipi olarak kirişsiz radye plak döşeme kullanılmıştır.

Bu çalışma 4 katlı betonarme bir yapının düşey yüklere göre analizinin yapılması hakkındadır. Yapılan bu analizler sonucunda maksimum tesirlerin elde edilmesi ve betonarme yapı elemanlarının donatılarının belirlenmesi amaçlanmaktadır.

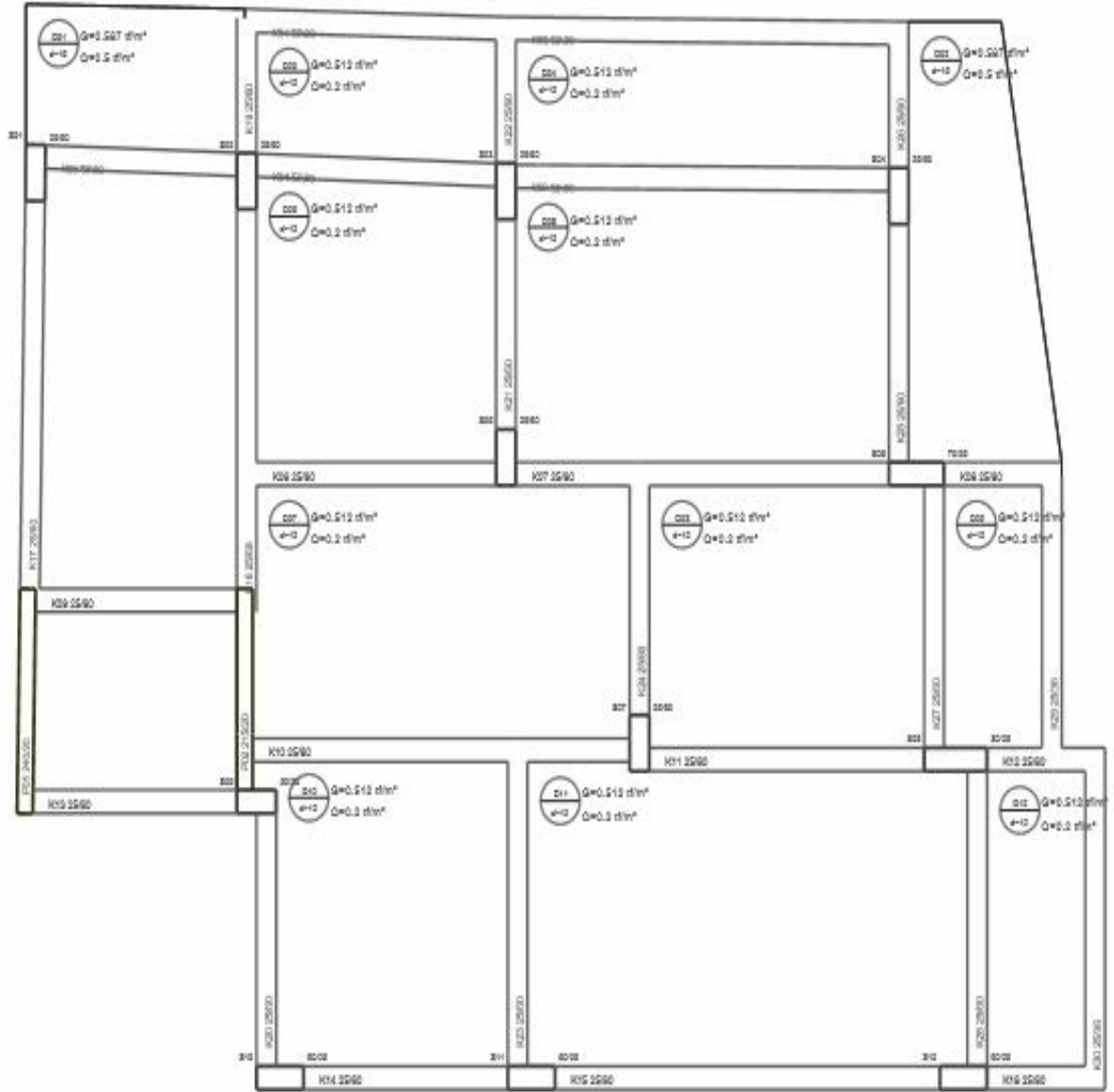
Taşıyıcı sistemin hesabında kullanılacak şartnameler:

- TS 500 Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları (Şubat 2000)
- Derpem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (2007)
- TS 498 Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri (Kasım 1997)

Yapının hesaplamasında düşey yükler göz önüne alınarak çerçevelerde iç kuvvetler belirlenecektir. Yapılan bu hesaplamalar sonucunda bulunan iç kuvvetler de $1.4G+1.6Q$ kombinasyonu yapılarak betonarme hesaba esas olan kesit tesirleri belirlenecektir. Bulunan bu iç kuvvetlere göre taşıyıcı sistemde betonarme hesap yapılarak donatılar belirlenecektir.

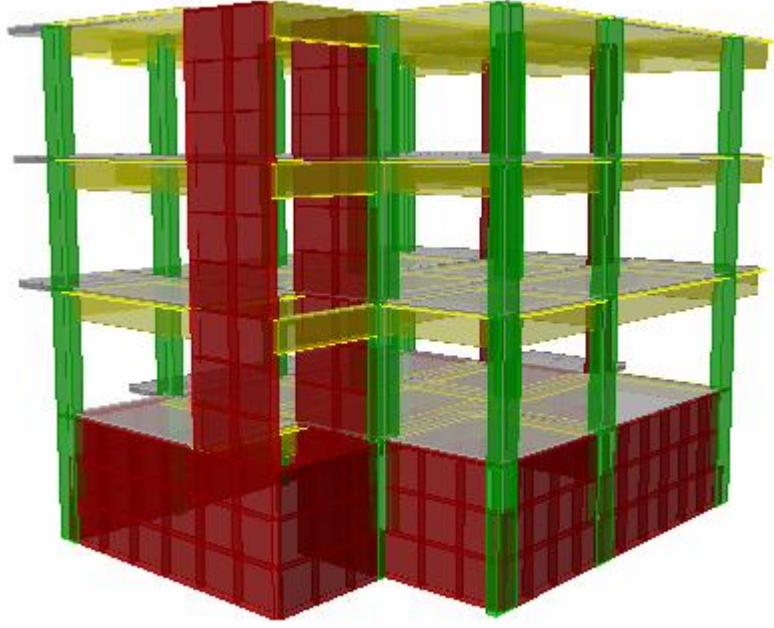


Bodrum Kat Kat planı

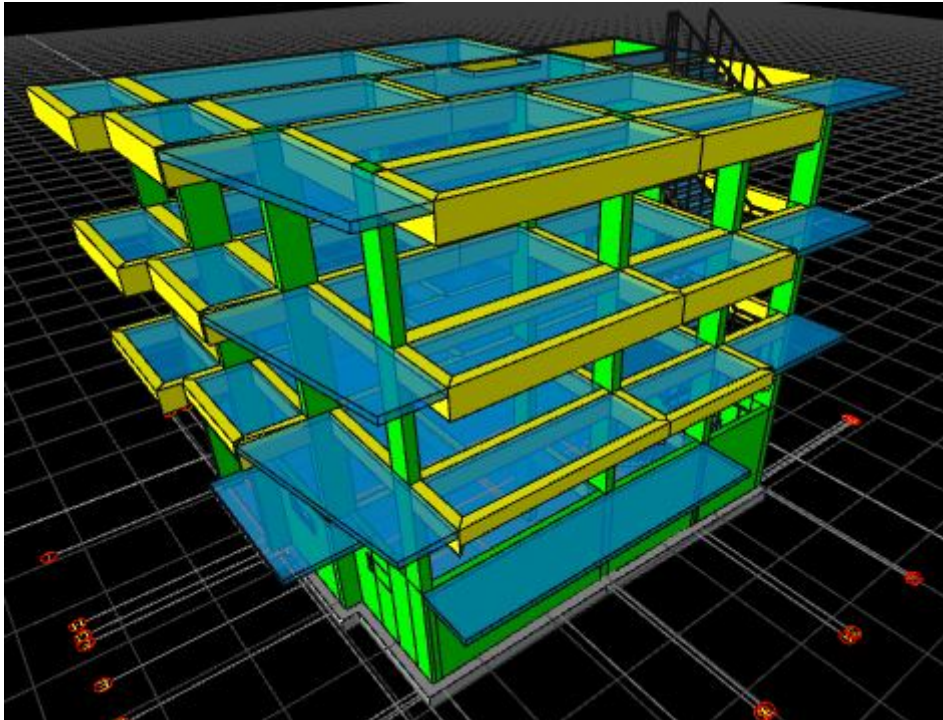


Zemin Kat Kat Planı

Malzeme	C 20	S 420	Bina Önem Katsayısı	1.00
Zemin Sınıfı	Z2		Deprem Bölgesi	3
Zemin Emniyet G.	16.9 t/m²		Yatak katsayısı	4500.00 t/m³
Etkin yer ivme kat.	0.20		Deprem Davranış Kat.	4.00



Yapının ETABS Modeli



Yapı İDECAD Modeli

2.Döşeme Hesapları

Yapıdaki sabit ve hareketli yükler döşemelerin mesnetlendiği kirişlere , kirişlerden kolonlara , kolonlardan temele aktarılır. Statik çözümlemeye döşemelerden başlanır ve yükler taşıyıcı elemanlar sırasınca aktarılır. Taşıyıcı her bir eleman kendi üzerine gelen yükü güvenle taşıyıp bu taşıdığı yükü belli oranlarda mesnetlendiği elemana aktarması istenir.

Döşemeler statik çalışma bakımından iki çeşittir. Tek doğrultuda çalışan ve çift doğrultuda çalışan döşeme.Döşeme uzun kenarının kısa kenara oranının 2 'den küçük olduğu döşemeler çift, 2' den büyük olduğu döşemeler tek doğrultuda çalışan döşemedir.

2.1. Döşeme Tipinin Belirlenmesi









DB105	Luzun = 330.00 Lkisa = 327.50	m105 = 1.01
DB106	Luzun = 505.00 Lkisa = 320.00	m106 = 1.58
DB107	Luzun = 500.00 Lkisa = 305.00	m107 = 1.64
DB108	Luzun = 380.00 Lkisa = 305.00	m108 = 1.25
DB110	Luzun = 340.00 Lkisa = 320.00	m110 = 1.06
DB111	Luzun = 590.00 Lkisa = 340.00	m111 = 1.74

$$m = \frac{\text{Luzun}}{\text{Lkisa}}$$

$m \leq 2$ olduğundan Çift Doğrultuda çalışan döşeme

2.2. Döşeme Kalınlığının Belirlenmesi

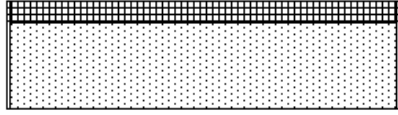
$$h \geq \frac{L_{sn}}{15 + (20/m)} \times [1 - (as / 4)]$$

		m	ΣL sürekli (cm)	Σ kenarlar (cm)	as	L kısa (cm)	Lsn (cm)	$\frac{L_{sn}}{15+(20/m)}$	$1 - (as/4)$	$h \geq$ (mm)	$h \geq$ (mm)	$h \geq$ (mm)
DB105		1.01	981.00	1316.20	0.745	327.50	304.4	8.73	0.814	71.07	101.47	120.00
DB106		1.58	1330.70	1651.40	0.806	320.00	296.0	10.70	0.799	85.41	98.67	120.00
DB107		1.64	1305.00	1610.00	0.811	305.00	270.0	9.93	0.797	79.15	90.00	120.00
DB108		1.25	1370.00	1370.00	1.000	305.00	280.0	9.02	0.750	67.63	93.33	120.00
DB110		1.06	660.00	1320.00	0.500	320.00	300.0	8.87	0.875	77.61	100.00	120.00
DB111		1.74	930.00	1860.00	0.500	340.00	320.0	12.06	0.875	105.56	106.67	120.00
						f kısa	Ln	$h \geq Ln/10$				
DB112							1.5	150.00		150.00		
DB114							2	150.00		150.00		

Döşeme kalınlığı $h =$ **120 mm** olarak seçilmiştir.

2.3. Döşeme Yüklerinin Belirlenmesi

1 - Normal Döşeme



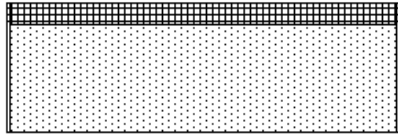
karo mozaik
betonarme

$$\begin{aligned} \text{karo mozaik} &= \frac{m}{t/m^3} = 0.212 \quad t/m^2 \\ \text{betonarme} &= 0.12 \times 2.5 = 0.30 \quad t/m^2 \\ \Sigma g &= 0.512 \quad t/m^2 \\ \text{hareketli yük} &\Rightarrow \Sigma q = 0.2 \quad t/m^2 \end{aligned}$$

$$\text{Hesap Yükü } Pd = 1.40 g + 1.60 q$$

$$\underline{\underline{Pd = 1.037 \quad t/m^2}}$$

2 - Balkon Döşeme



karo mozaik
betonarme

$$\begin{aligned} \text{karo mozaik} &= \frac{m}{t/m^3} = 0.287 \quad t/m^2 \\ \text{betonarme} &= 0.12 \times 2.5 = 0.300 \quad t/m^2 \\ \Sigma g &= 0.59 \quad t/m^2 \\ \text{hareketli yük} &\Rightarrow \Sigma q = 0.5 \quad t/m^2 \end{aligned}$$

$$\text{Hesap Yükü } Pd = 1.40 g + 1.60 q$$

$$\underline{\underline{Pd = 1.622 \quad kN/m^2}}$$

2.4. Döşeme Kesme Kuvveti Kontrolü

$$Vd = X_k \times Pd \times (0.5 l_{sn} - d)$$

$$Vcr = 0.65 \times f_{ctd} \times b \times d$$

	X_k	$Pd(ton/m^2)$	$l_{sn}(m)$	d	$Vd(ton)$	$f_{ctd}(N/mm^2)$	$b \times d$	$Vcr(ton)$	$Vd \leq Vcr$
DB110	0.554	1.037	3.000	0.095	0.81	1	95000	6.175	✓
DB111	0.898	1.037	3.200	0.095	1.40	1	95000	6.175	✓
DB107	0.928	1.037	2.700	0.095	1.21	1	95000	6.175	✓
DB108	0.705	1.037	2.800	0.095	0.95	1	95000	6.175	✓
DB105	0.339	1.037	3.044	0.095	0.50	1	95000	6.175	✓
DB106	0.918	1.037	2.960	0.095	1.32	1	95000	6.175	✓

2.5. Döşeme Sehim Kontrolü

$$\delta_i = \delta_1 \frac{p \cdot l_s^4}{D}, \quad D = \frac{E_c h_f^3}{12(1 - \mu_c^2)}, \quad \delta \leq l_{sn}/360 = 280/360 = 7.8 \text{ mm}$$









l_i/l_s	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
δ_1	0.00126	0.00254	0.0026	0.0026	0.0026

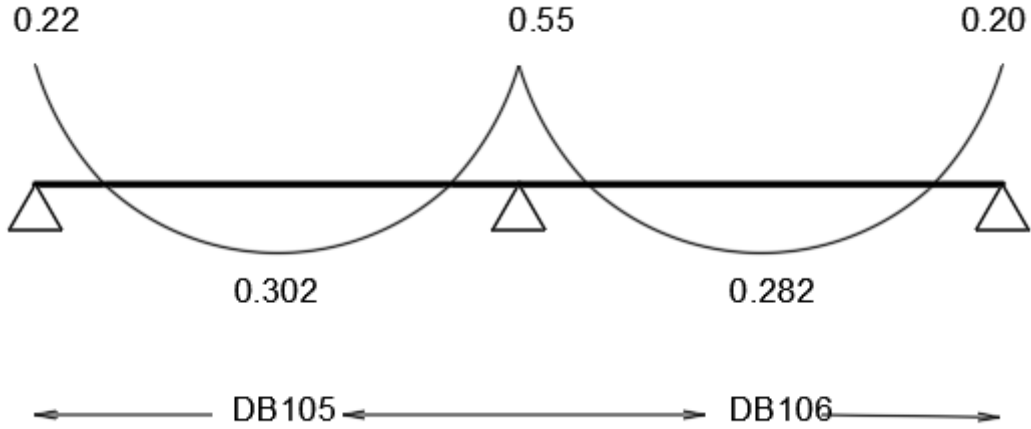
$$\delta_1 = 0.00158 ; D = 420$$

$$\delta_i = 3.38 \text{ mm} < 7.8 \text{ mm}$$

* Lx ve Ly döşemelerin aks açıklıklardır.
 * $M = \alpha \times Pd \times Lsn^2$

* Tasarım yükü olan $Pd = 1.037 \text{ t/m}^2$ dir.
 * Lsn, döşemenin kısa kenarının temiz açıklığıdır.

DÖŞEME		Lsn	kısa k. doğrultusu		uzun k. doğrultusu	
			α	Ma	α	Ma
DB105		3.0440	0.031400	0.302	0.031	0.298
DB106		2.9600	0.051037	0.464	0.031	0.282
DB107		2.7000	0.052563	0.397	0.031	0.234
DB108		2.80	0.036000	0.293	0.025	0.203
DB110		3.00	0.040000	0.373	0.037	0.345
DB111		3.20	0.061972	0.658	0.037	0.393
DB112		1.50		1.82		
DB114		1.50		1.82		



2.6. Mesnet Momenti Dengeleme

$$\frac{L_{n-1}}{I_{n-1}}x_{n-1} + 2\left(\frac{L_{n-1}}{I_{n-1}} + \frac{L_n}{I_n}\right)x_n + \frac{L_n}{I_n}x_{n+1} + \left(\frac{L_{n-1}}{I_{n-1}}R_{n-1} + \frac{L_n}{I_n}R_n\right) = 0$$

$$x_0 = 0 ; x_3 = 0$$

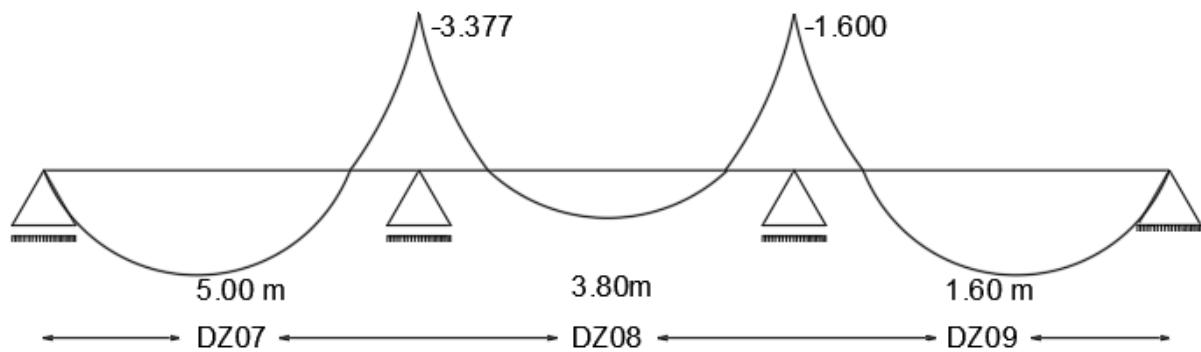
$$2\left(\frac{5}{I} + \frac{3,8}{I}\right)x_1 + \frac{3,8}{I}x_2 + \left(\frac{45,525+19,988}{I}\right) = 0$$

$$\frac{3,8}{I}x_1 + 2\left(\frac{3,8}{I} + \frac{1,6}{I}\right)x_2 + \left(\frac{19,988 + 1,488}{I}\right) = 0$$

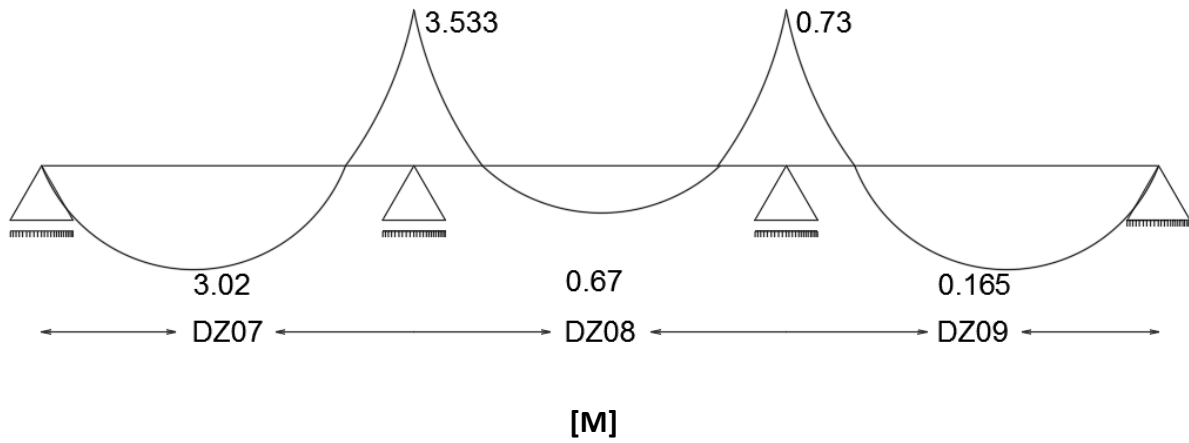
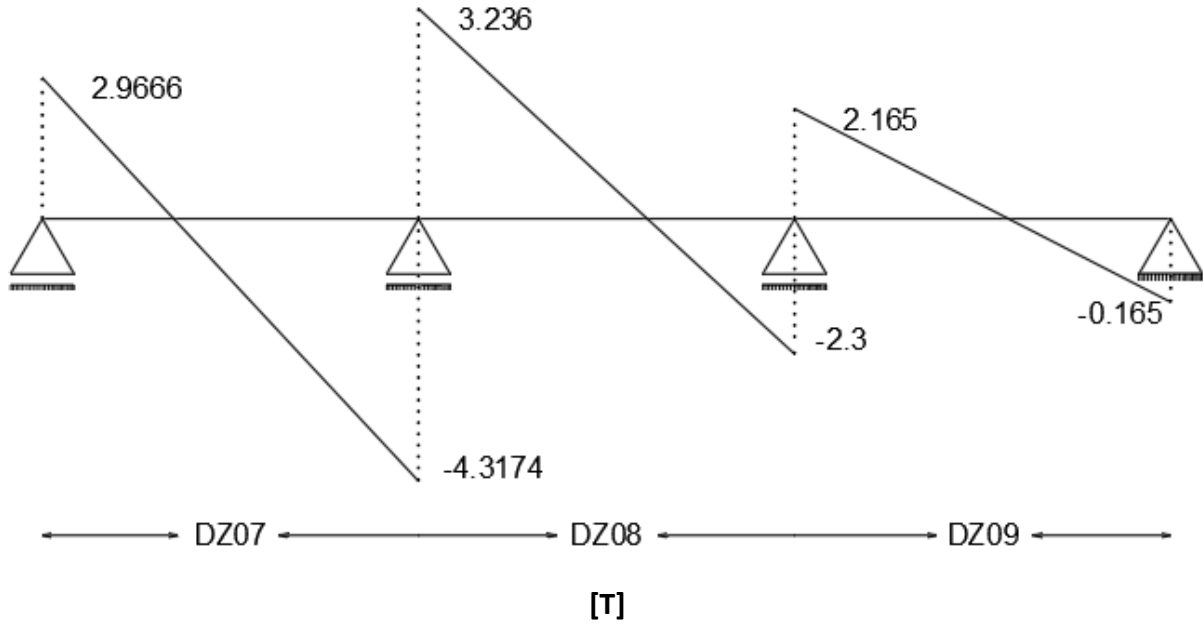
$$\frac{17,6}{I}x_1 + \frac{3,8}{I}x_2 + \frac{65,513}{I} = 0$$

$$\frac{3,8}{I}x_1 + \frac{5,4}{I}x_2 + \frac{21,476}{I} = 0$$

$$\rightarrow x_1 = -3.377 \quad , \quad x_2 = -1.600$$



x_i	0	-3.377	-3.377	-1.600	-1.600	0
ΔT		-0.6754		0.468		1
T_0	3.642	-3.642	2.768	-2.768	1.165	-1.165
$\Delta T + T_0$	2.9666	-4.3174	3.236	-2.3	2.165	-0.165



2.8. Döşeme Donatısı Hesabı

2.8.1. Açıklık

$$h = 0.12 \text{ m}$$

$$b = 1 \text{ m}$$

$$\text{Döşeme } d' = 0.025 \text{ m}$$

$$A_s = \frac{M_d}{f_{cd}(d - a/2)}$$

$$a = d - \left(d^2 - \frac{2M_d}{0.85f_{cd}b} \right)^{1/2}$$

DÖŞEME	Doğrultu	Md (kNm)	d (m)	a (mm)	As (mm ²)	SEÇİLEN DONATI		İDECAD		SAFE	
						DÜZ	PİLYE	DÜZ	PİLYE	DÜZ	PİLYE
DB105	K.K.D.	0.302	0.095	2.92	88.37	Ø 8/ 36	Ø 8/ 36	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35
DB105	U.K.D.	0.298	0.095	2.88	87.23	Ø 8/ 36	Ø 8/ 36	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35
DB106	K.K.D.	0.464	0.095	4.53	136.99	Ø 8/ 36	Ø 8/ 36	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35
DB106	U.K.D.	0.282	0.095	2.72	82.41	Ø 8/ 36	Ø 8/ 36	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35
DB107	K.K.D.	0.397	0.095	3.86	116.97	Ø 8/ 36	Ø 8/ 36	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35
DB107	U.K.D.	0.234	0.095	2.26	68.40	Ø 8/ 36	Ø 8/ 36	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35
DB108	K.K.D.	0.293	0.095	2.83	85.68	Ø 8/ 36	Ø 8/ 36	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35
DB108	U.K.D.	0.203	0.095	1.96	59.23	Ø 8/ 36	Ø 8/ 36	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35
DB110	K.K.D.	0.373	0.095	3.63	109.76	Ø 8/ 36	Ø 8/ 36	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35
DB110	U.K.D.	0.345	0.095	3.35	101.37	Ø 8/ 36	Ø 8/ 36	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35
DB111	K.K.D.	0.658	0.095	6.49	196.50	Ø 8/ 33	Ø 8/ 33	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35
DB111	U.K.D.	0.393	0.095	3.82	115.63	Ø 8/ 36	Ø 8/ 36	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35
DZ03	K.K.D.	0.103	0.095	0.99	29.86	Ø 8/ 36	Ø 8/ 36	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35
DZ03	U.K.D.		0.095	0.00	5.97	Ø 8/ 18	X	Ø 8/ 18	X	Ø 8/ 18	X

DÖŞEME	Doğrultu	Md (kNm)	d (m)	a (mm)	As (mm ²)	SEÇİLEN DONATI		İDECAD		SAFE	
						DÜZ	PİLYE	DÜZ	PİLYE	DÜZ	PİLYE
DZ04	K.K.D.	0.113	0.095	1.08	32.78	Ø 8/ 36	Ø 8/ 36	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35
DZ04	U.K.D.		0.095	0.00	6.56	Ø 8/ 18	X	Ø 8/ 18	X	Ø 8/ 18	X
DZ06	K.K.D.	0.466	0.095	4.55	137.69	Ø 8/ 36	Ø 8/ 36	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35
DZ06	U.K.D.	0.319	0.095	3.09	93.52	Ø 8/ 36	Ø 8/ 36	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35
DZ09	K.K.D.	0.165	0.095	1.59	47.99	Ø 8/ 36	Ø 8/ 36	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35
DZ09	U.K.D.		0.095	0.00	9.60	Ø 8/ 18	X	Ø 8/ 18	X	Ø 8/ 18	X
DZ11	K.K.D.	1.930	0.095	20.62	624.37	Ø 8/ 36	Ø 8/ 36	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35
DZ11	U.K.D.	0.600	0.095	5.90	178.58	Ø 8/ 36	Ø 8/ 36	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35
DZ12	K.K.D.	2.620	0.095	29.56	894.78	Ø 8/ 36	Ø 8/ 36	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35
DZ12	U.K.D.	0.000	0.095	0.00	178.96	Ø 8/ 36	X	Ø 8/ 18	X	Ø 8/ 18	X
DZ08	K.K.D.	0.835	0.095	8.32	251.83	Ø 8/ 36	Ø 8/ 36	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35
DZ08	U.K.D.	0.670	0.095	6.61	200.19	Ø 8/ 36	Ø 8/ 36	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35
DZ05	K.K.D.	0.500	0.095	4.89	148.00	Ø 8/ 36	Ø 8/ 36	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35
DZ05	U.K.D.	0.298	0.095	2.88	87.26	Ø 8/ 36	Ø 8/ 36	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35	Ø 8/ 35

* S420 için;

$$\begin{aligned} \min(\rho_x + \rho_y) &= 0.0035 \\ \min(A_s) &= 0.0015 \times 1000 \times d = 142.5 \text{ mm}^2 \\ \min(A_s) &= 1000 \times A_{c1}/s_k = 279.25 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

* Maksimum donatı aralığı;

$$\begin{aligned} s_{maks} &\leq 1,5 \times h \\ s &\leq 200 \text{ mm (kısa doğrultu)} \\ s &\leq 250 \text{ mm (uzun doğrultu)} \end{aligned} \Rightarrow s_{maks} \leq 18 \text{ cm}$$

2.8.2.Mesnet

MESNET	Md (tm)	d (mm)	a (mm)	As (mm ²)	ELLE ÇÖZÜM		İDECAD		SAFE	
					MEVCUT	EK DONATI	MEVCUT	EK DONATI	MEVCUT	EK DONATI
DB105-DB106	0.55	95.0	5.43	164	279.28	X	287.26	X	287.26	X
DB105-DB107	0.75	95.0	7.38	224	279.28	X	287.26	X	287.26	X
DB106-DB108	0.86	95.0	8.54	259	279.28	X	287.26	X	287.26	X
DB107-DB108	0.44	95.0	4.25	129	279.28	X	287.26	X	287.26	X
DB107-DB110	0.75	95.0	7.38	224	279.28	X	287.26	X	287.26	X
DB111-DB108	0.98	95.0	9.86	298	279.28	3φ 8/30	287.26	X	287.26	X
DB110-DB111	0.73	95.0	7.24	219	279.28	X	287.26	X	287.26	X
DB112	1.82	125.0	13.99	424	139.64	42φ 12/ 190	143.63	42φ 12/ 200	143.63	42φ 12/ 200
DB114	1.82	125.0	13.99	424	139.64	16φ 12/ 190	143.63	18φ 12/ 180	143.63	18φ 12/ 180
DB105-sürekli	0.22	95.0	2.08	63	139.64	X	143.63	X	143.63	X
DB106-sürekli	0.20	95.0	1.96	59	139.64	X	143.63	X	143.63	X
DB107-sürekli	0.17	95.0	1.63	49	139.64	X	143.63	X	143.63	X

MESNET	Md (tm)	d (mm)	a (mm)	As (mm ²)	ELLE ÇÖZÜM		İDECAD		SAFE	
					MEVCUT	EK DONATI	MEVCUT	EK DONATI	MEVCUT	EK DONATI
DB110-u.k.sürekli	0.25	95.0	2.40	73	139.64	X	143.63	X	143.63	X
DB110-k.k.sürekli	0.27	95.0	2.56	77	139.64	X	143.63	X	143.63	X
DB111-u.k.sürekli	0.28	95.0	2.75	83	139.64	X	143.63	X	143.63	X
DB111-k.k.sürekli	0.46	95.0	4.51	136	139.64	X	143.63	X	143.63	X
D103-D105	0.67	95.0	6.61	200	279.28	X	287.26	X	287.26	X
D104-D106	0.64	95.0	6.31	191	279.28	X	287.26	X	287.26	X
D101	2.34	125.0	18.28	553	139.64	7φ 12/ 240	143.63	9φ 12/ 180	143.63	9φ 12/ 180
D102	3.08	125.0	24.75	749	139.64	27φ 12/ 180	143.63	27φ 12/ 180	143.63	27φ 12/ 180
D108-D109	0.52	95.0	5.09	154	279.28	X	287.26	X	287.26	X
D111-D112	2.59	95.0	29.14	882	558.56	X	287.26	X	287.26	X

3.Kiriş Hesapları

3.1. Kiriş Üzerine Gelen Yükler

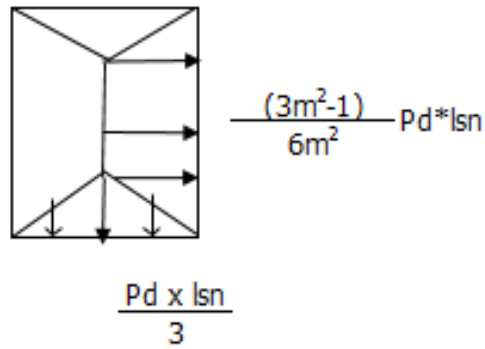
			Döşeme Ağırlığı						
			m	lsn (m)	K.K. (t/m)		U.K. (t/m)		
					g	q	g	q	
	g(t/m ²)	q (t/m ²)	DB105	1.01	3.04	0.52	0.20	0.52	0.20
			DB106	1.58	2.96	0.51	0.20	0.66	0.26
Normal Kat	0.512	0.20	DB107	1.64	2.70	0.46	0.18	0.61	0.24
Konsol	0.587	0.50	DB108	1.25	2.80	0.48	0.19	0.56	0.22
			DB110	1.06	3.00	0.51	0.20	0.54	0.21
			DB111	1.74	3.20	0.55	0.21	0.73	0.28
			DZ03	2.32	1.30	-	-	0.33	0.13
			DZ04	3.61	1.30	-	-	0.33	0.13
			DZ09	2.26	1.25	-	-	0.32	0.13
			DZ12	2.13	1.25	-	-	0.32	0.13
			DZ05	1.01	2.99	0.51	0.20	0.52	0.20
			DZ06	1.58	2.91	0.50	0.19	0.65	0.25
			DZ08	1.25	2.80	0.48	0.19	0.56	0.22
			DZ11	1.74	3.15	0.54	0.21	0.72	0.28
			D105-D205	1.01	3.84	0.66	0.26	0.66	0.26
			D106-D206	1.58	2.76	0.47	0.18	0.61	0.24
			D108-D208	1.25	2.80	0.48	0.19	0.56	0.22
			D111-D211	1.74	3.15	0.54	0.21	0.72	0.28
			DZ01	-	1.50	-	-	0.88	0.75
			DZ02	-	1.57	-	-	0.92	0.78

13 cm tuğla duvar = 0.25 t/m³

19 cm tuğla duvar = 0.32 t/m³

	Duvar Ağ. (t/m)	Kiriş Ağ. (t/m)	Döşeme Ağırlıkları		Σg	Σq	ΣP 1.4g+1.6q
			g (t/m)	q (t/m)			
KB106	0.55	0.375	1.13	0.44	2.06	0.44	3.58
KB107	0.55	0.375	1.46	0.71	2.38	0.71	4.48
KB110	0.70	0.375	1.85	0.52	2.93	0.52	4.93
KB111	0.55	0.375	1.29	0.51	2.22	0.51	3.91
KB118	0.70	0.375	0.98	0.38	2.06	0.38	3.50
KB121	0.55	0.375	1.02	0.40	1.95	0.40	3.37
KB124	0.70	0.375	0.94	0.37	2.02	0.37	3.41
KB123	0.55	0.375	1.09	0.42	2.01	0.42	3.49
KB128	0.78	0.36	0.87	0.34	2.01	0.34	3.35
KZ01	0.78	0.225	0.33	0.13	1.34	0.13	2.08
KZ02	0.78	0.225	0.33	0.13	1.34	0.13	2.08
KZ03	0.70	0.375	0.88	0.75	1.96	0.75	3.94
KZ04	0.70	0.375	0.86	0.33	1.94	0.33	3.25
KZ05	0.70	0.375	0.99	0.39	2.07	0.39	3.51

KZ14	0.70	0.375	0.51	0.20	1.59	0.20	2.55
KZ15	0.70	0.375	0.73	0.28	1.81	0.28	2.99
KZ17	0.70	0.375	0.48	0.19	1.56	0.19	2.48
KZ20	0.70	0.375	0.54	0.21	1.62	0.21	2.60
KZ26	0.70	0.375	0.92	0.78	1.99	0.78	4.04
KZ25	0.70	0.375	1.42	0.98	2.50	0.98	5.07
KZ27	0.70	0.375	0.32	0.13	1.40	0.13	2.16
KZ29	0.78	0.225	0.32	0.13	1.33	0.13	2.06
KZ30	0.78	0.225	0.32	0.13	1.33	0.13	2.06
K101	0.70	0.375	0.33	0.13	1.41	0.13	2.18
K102	0.70	0.375	0.33	0.13	1.41	0.13	2.18
K104	0.78	0.36	0.86	0.33	2.00	0.33	3.33
K105	0.78	0.36	0.99	0.39	2.13	0.39	3.60
K127	0.78	0.36	0.32	0.13	1.46	0.13	2.25
KZ28	0.70	0.375	0.87	0.34	1.95	0.34	3.26
K129	0.70	0.375	0.32	0.13	1.40	0.13	2.16
K130	0.70	0.375	0.32	0.13	1.40	0.13	2.16

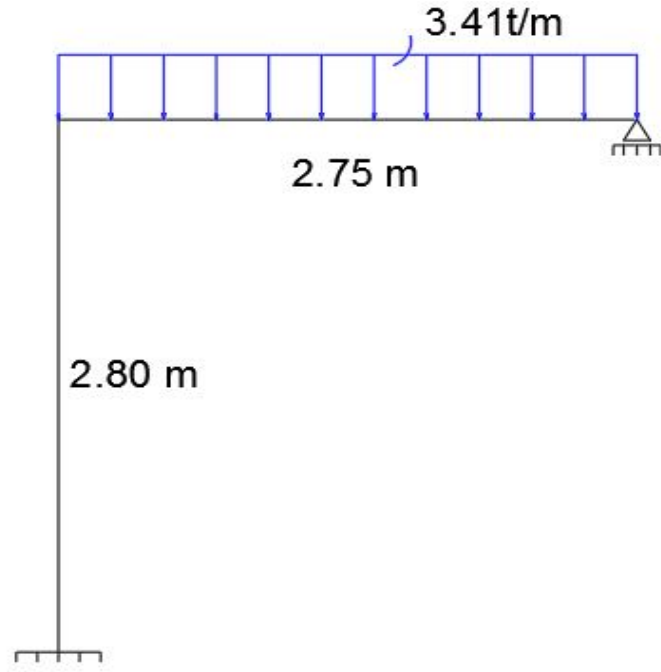


3.2. Kiriş Hesapları

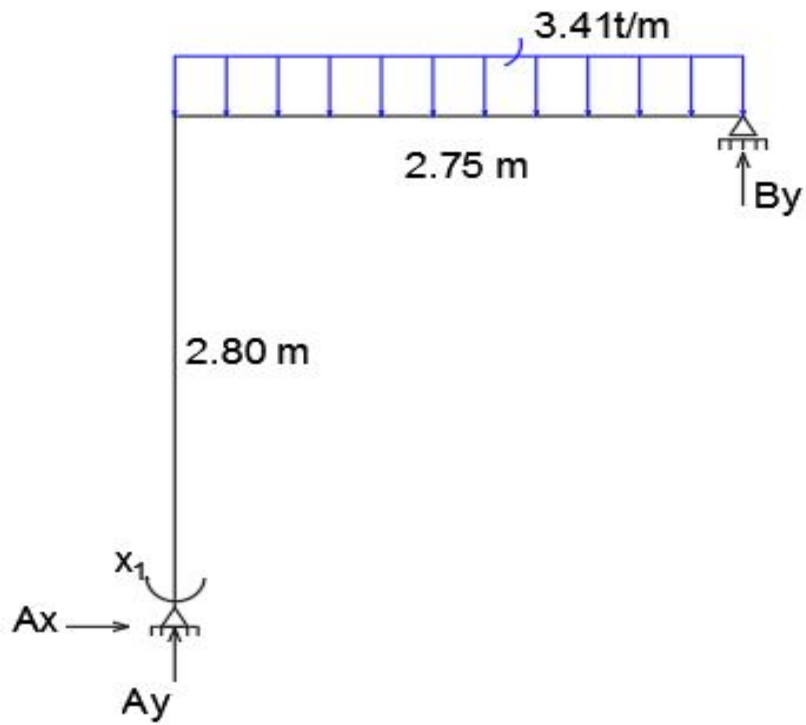
3.2.1. Hiperstatik Hesaplar

Bu bölümde bir adet saplama kiriş, bir adet tek açıklıklı çerçeve ve bir adet tek açıklıklı konsol kiriş olmak üzere 3 adet kirişin çözümleri yapılacaktır. Statik hesaplar yapılırken KUVVET Yöntemi kullanılacaktır.

Aşağıda KZ24 saplama kirişinin statik hesabı yer almaktadır. Bu kiriş SZ07 kolonuna ve KZ07 kirişine mesnetlenmiştir.



İzostatik esas sistem;



Buradaki SZ07 kolonu 25/60 boyutlarındadır. Statik hesabı yapılan kiriş ise 25 cm genişliğinde, 60 cm yüksekliğinde olup T kesitlidir.

KZ24 kirişi tek açıklıklı olduğu için

$$I_p = 1.0 I \text{ 'dir}$$

Tabla genişliği ise;

$$b = b_w + 0.2 I_p \text{ 'dir.}$$

Kiriş boyu 2.75 m olduğuna göre tabla genişliği;

$$I_p = 275 \text{ cm}$$

$$b = 25 + 0.2 \cdot 275 = 80 \text{ cm olur.}$$

Hiperstatiklik derecesi (H_d) = MTS – 3KGS – MS- DDS

MTS : Mesnet tepkisi sayısı

KGS : Kapalı göz sayısı

MS : Mafsal sayısı

DDS : Denge denklemi sayısı

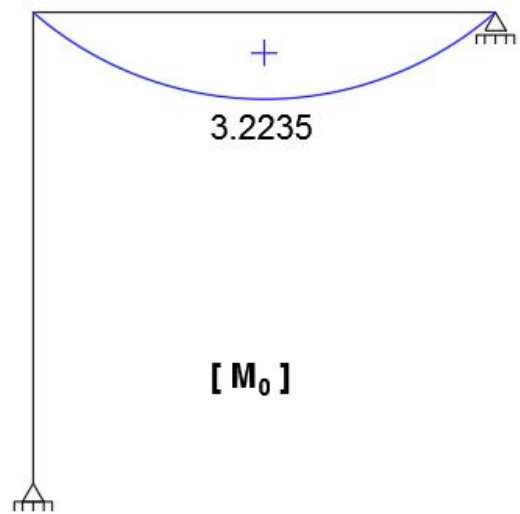
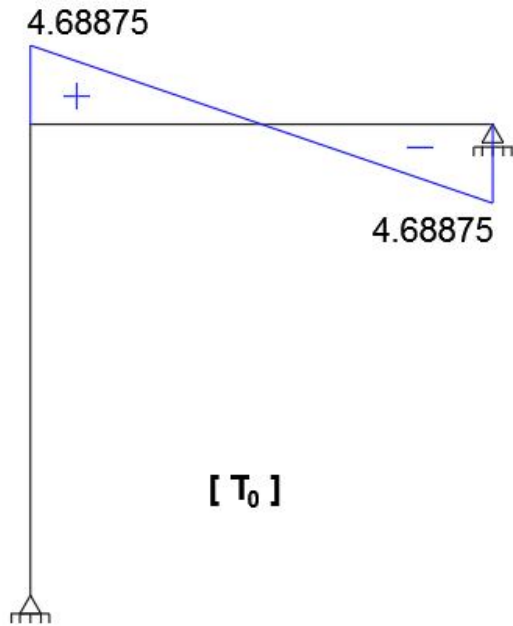
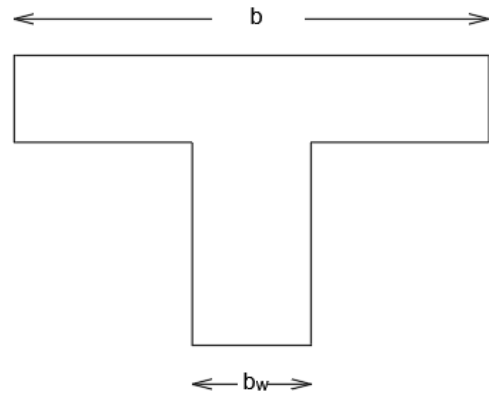
O halde $H_d = 4 - 0 - 0 - 3 = 1$. Dereceden hiperstatik sistem

$$A_x = 0$$

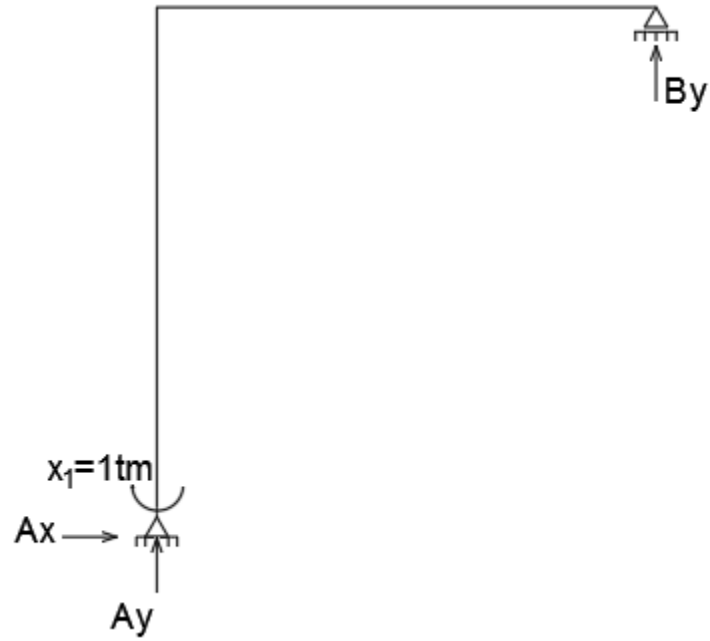
$$A_y + B_y = (3.41 \cdot 2.75) = 9.3775 \text{ ton}$$

$$\sum M_A = 0; \quad 3.41 \cdot 2.75 \cdot (2.75/2) - (2.75 \cdot B_y) = 0$$

$$B_y = 4.68875 \text{ ton ve } A_y = 4.68875 \text{ ton bulunur.}$$



$X_1 = 1$ birim yükleme;

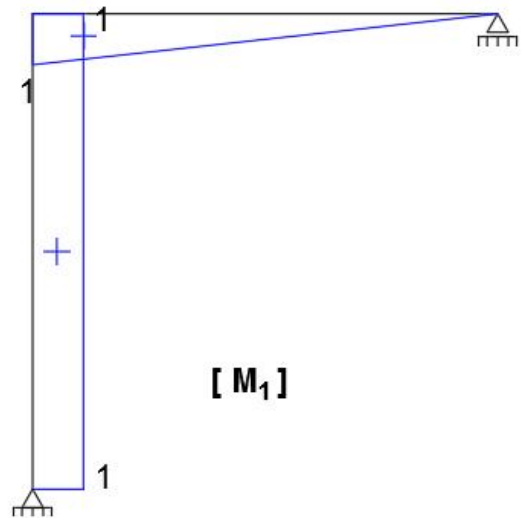
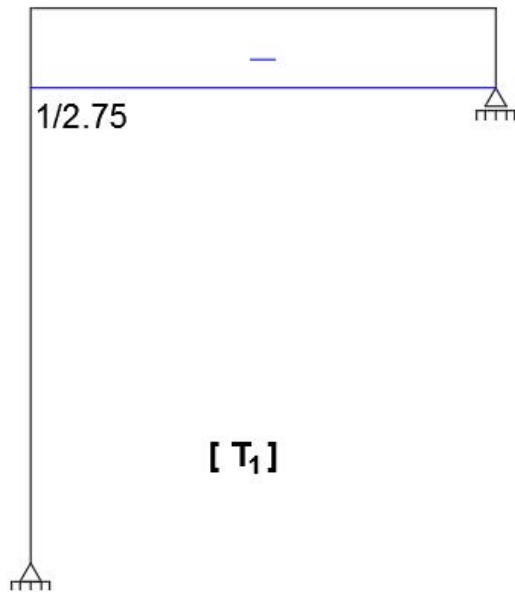


$$A_x = 0$$

$$A_y + B_y = 0$$

$$\sum M_B = 0; \quad 1 + 2.75 \cdot A_y = 0$$

$$A_y = -1/2.75 \quad \text{ve} \quad B_y = 1/2.75 \quad \text{bulunur.}$$



$$\delta_{11}x_1 + \delta_{10} = 0$$

$$\delta_{11} = M_1 \cdot M_1 = [1] \cdot 2.8 \cdot 1 \cdot 1 + [1] \cdot 2.75 \cdot 1 \cdot 1 = 5.55$$

$$\delta_{10} = M_1 \cdot M_0 = [1] \cdot 1/3 \cdot 2.75 \cdot 1 \cdot 3.2235 = 2.955$$

$$5.55x_1 + 2.955 = 0 \quad ; \quad x_1 = -0.53$$

$$M = M_0 + M_1x_1 + M_2x_2 + \dots$$

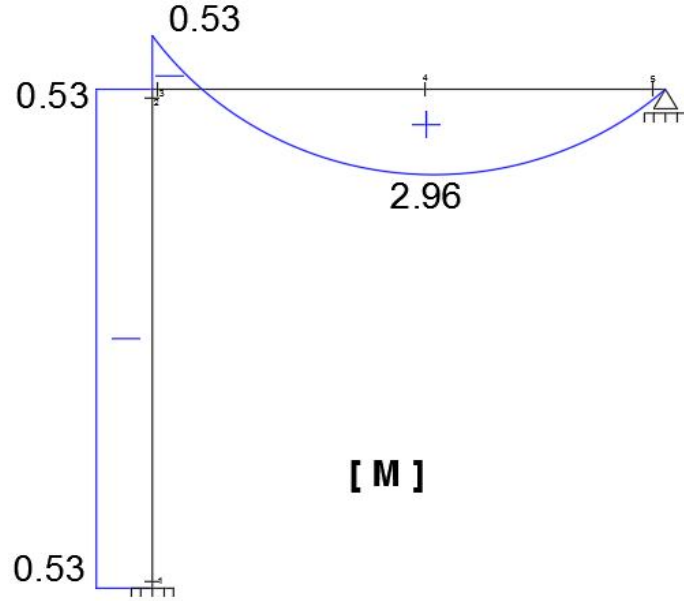
$$M_1 = 0 + 1 \cdot (-0.53) = -0.53$$

$$M_2 = 0 + 1 \cdot (-0.53) = -0.53$$

$$M_3 = 0 + 1*(-0.53) = -0.53$$

$$M_4 = 3.2235 + 0.5*(-0.53) = 2.96$$

$$M_5 = 0 + 0 = 0$$



$$M_r^* = 0.85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot h_f \cdot (d - h_f/2) = 0.85 \cdot 13 \cdot 800 \cdot 120 \cdot (550 - 120/2) = 519792000 \text{ Nmm} \cong 52 \text{ tm}$$

$$M_d = 2.96 \text{ tm} < M_r^* \text{ (basınç bloğu dikdörtgen)}$$

$$\bar{\rho} = 0.85 \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2M_d}{bd^2 \cdot 0.85f_{cd}}} \right] = 0.00034$$

$$A_s = 0.00034 \cdot 800 \cdot 550 = 148.3 \text{ mm}^2$$

$$\rho = 148.3 / (250 \cdot 550) = 0.0011$$

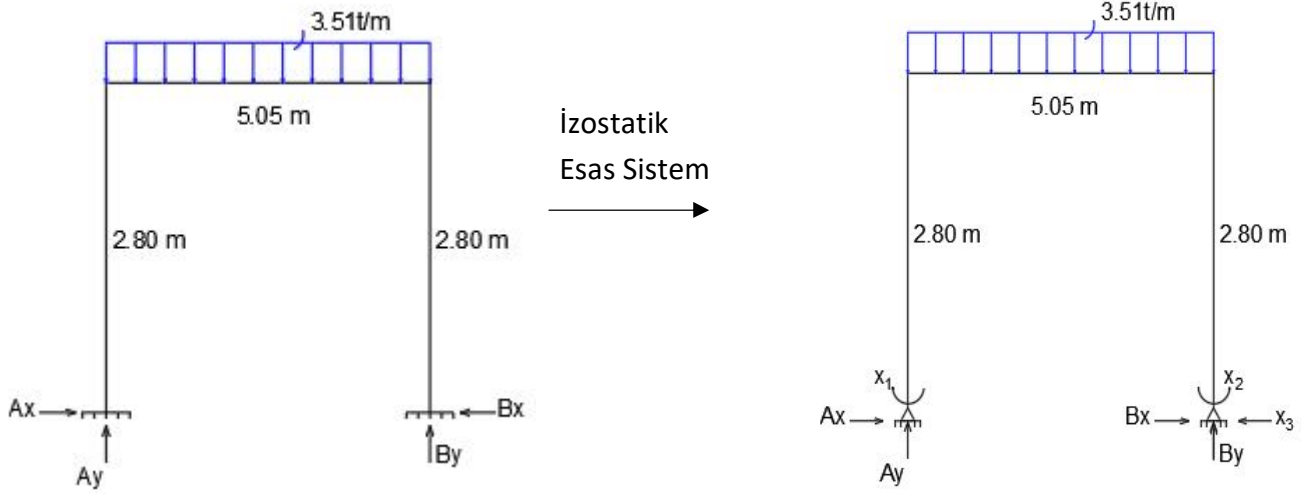
$$\rho_{\min} = 0.8 \cdot 1/365 = 0.0022 \text{ olduğu için } \rho = \rho_{\min} = 0.0022 \text{ alınır.}$$

$$A_s = 0.0022 \cdot 250 \cdot 550 = 302.5 \text{ mm}^2 \text{ bulunur.}$$

$$A_s / \Phi 12 \cong 3 \text{ adet donatı (2 pilye, 1 düz)}$$

	Elle çözüm			İDECAD			ETABS		
	sağ	açıklık	sol	sağ	açıklık	sol	sağ	açıklık	sol
üst	X		X	3Φ14		1Φ12	x		x
alt	X	3Φ12	X	1Φ12	3Φ12	x	1Φ12	5Φ12	x

Aşağıda KZ05 kirişinin statik hesabı yer almaktadır. Bu kiriş SZ03 kolonuna ve SZ04 kolonuna mesnetlenmiştir.



Buradaki SZ03 ve SZ04 kolonu 25/60 boyutlarındadır. Statik hesabı yapılan kiriş ise 25 cm genişliğinde, 60 cm yüksekliğinde olup T kesitlidir.

KZ05 kirişi sürekli kiriş kenar açıklığı olduğu için

$$I_p = 0.8 I \text{ 'dir}$$

Tabla genişliği ise;

$$b = b_w + 0.2 I_p \text{ 'dir.}$$

Kiriş boyu 5.05 m olduğuna göre tabla genişliği;

$$I_p = 404 \text{ cm}$$

$$b = 25 + 0.2 * 404 = 105.8 \text{ cm olur.}$$

$$\text{Hiperstatiklik derecesi (Hd)} = \text{MTS} - 3\text{KGS} - \text{MS} - \text{DDS}$$

MTS : Mesnet tepkisi sayısı

KGS : Kapalı göz sayısı

MS : Mafsal sayısı

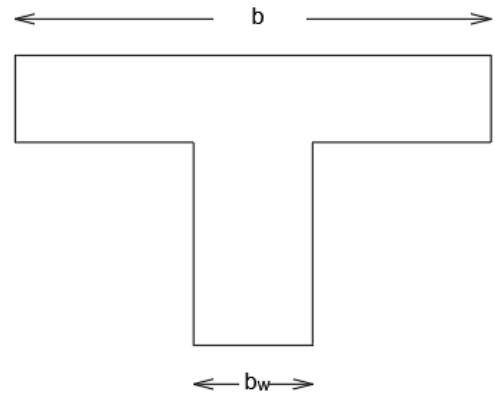
DDS : Denge denklemi sayısı

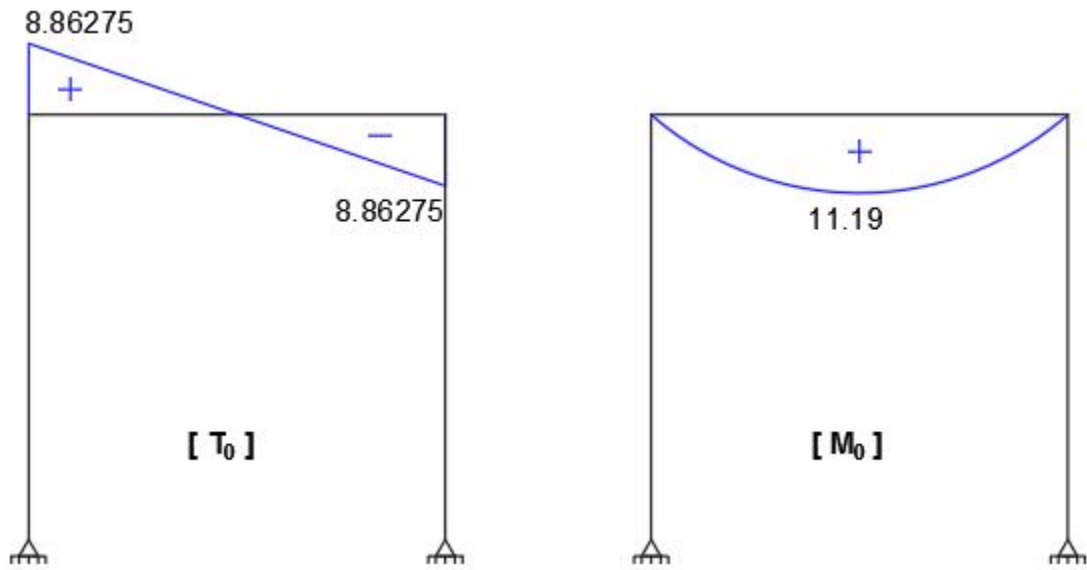
O halde $Hd = 6 - 0 - 0 - 3 = 3$. Dereceden hiperstatik sistem

$$A_x = 0$$

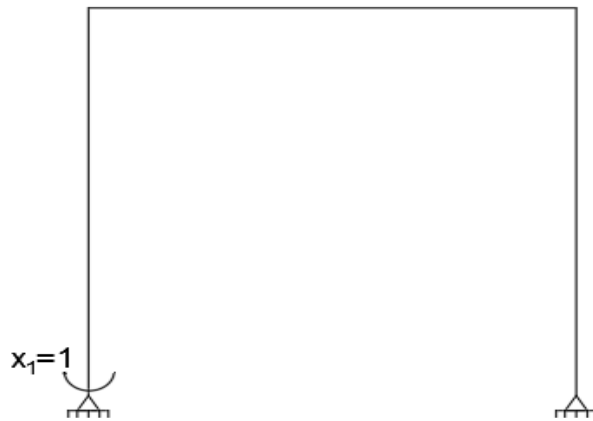
$$A_y + B_y = (3.51 * 5.05) = 17.7255 \text{ ton}$$

$$\sum M_A = 0; \quad B_y = 8.86275 \text{ ton ve } A_y = 8.86275 \text{ ton bulunur.}$$

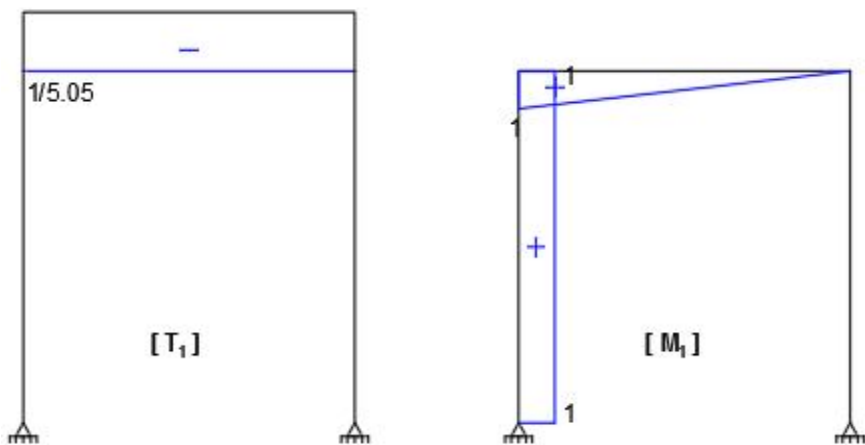




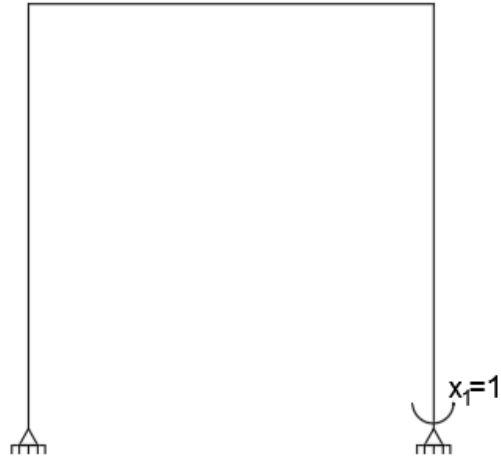
$X_1=1$ birim yüklemesi;



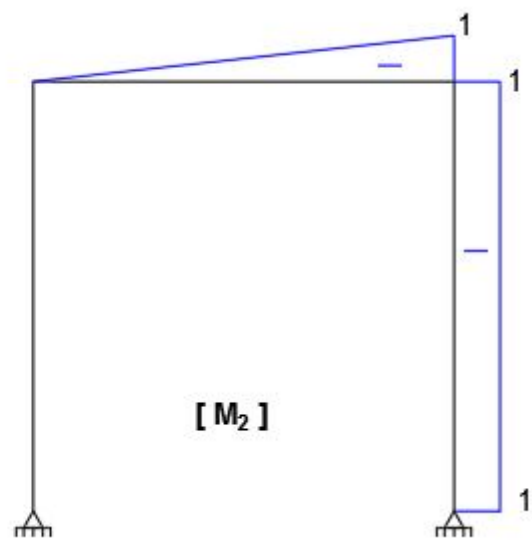
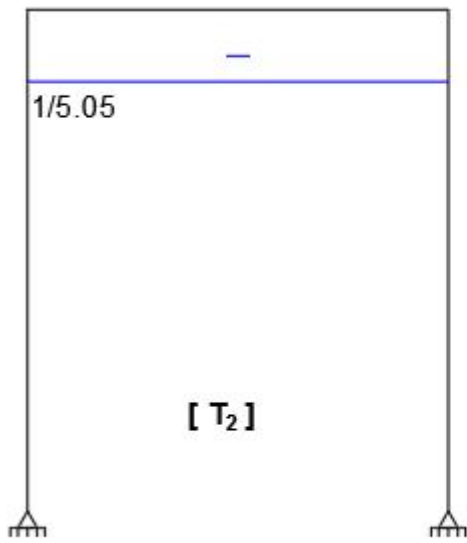
$\sum M_B=0$; $B_y=1/5.05$ ve $A_y=-1/5.05$ bulunur.



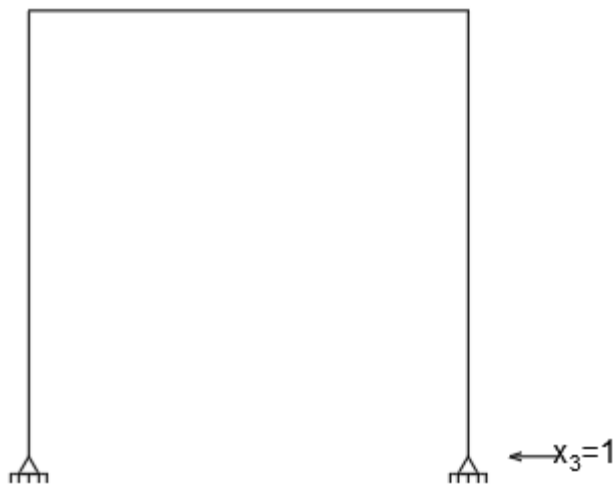
$X_2=1$ birim yüklemesi;

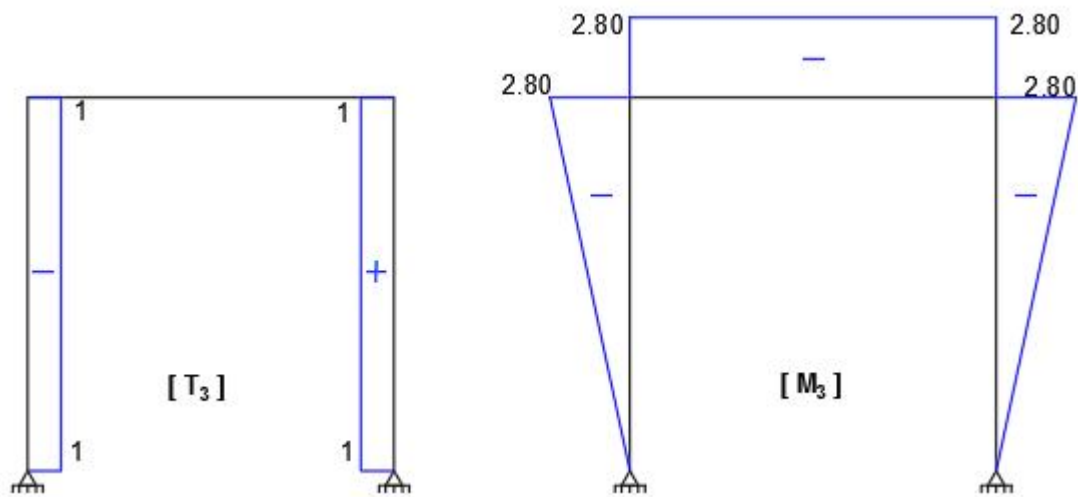


$\sum M_A = 0$; $B_y = -1/5.05$ ve $A_y = 1/5.05$ bulunur.



$X_3 = 1$ birim yüklemesi;





$$\delta_{11}x_1 + \delta_{12}x_2 + \delta_{13}x_3 + \delta_{10} = 0$$

$$\delta_{21}x_1 + \delta_{22}x_2 + \delta_{23}x_3 + \delta_{20} = 0$$

$$\delta_{31}x_1 + \delta_{32}x_2 + \delta_{33}x_3 + \delta_{30} = 0$$

$$\delta_{11} = M_1 * M_1 = [1] * 2.8 * 1 * 1 + [1] * 1/3 * 5.05 * 1 * 1 = 4.483$$

$$\delta_{12} = [1] * 1/3 * 5.05 * 1 * (-1) = -1.683$$

$$\delta_{13} = [1] * 1/2 * 2.80 * (-2.80) * 1 + [1] * 1/2 * 5.05 * (-2.80) * 1 = -10.99$$

$$\delta_{22} = [1] * 1/3 * 5.05 * 1 * 1 + [1] * 2.8 * (-1) * (-1) = 4.483$$

$$\delta_{23} = [1] * 1/2 * 5.05 * (-1) * (-2.80) + [1] * 1/2 * 2.80 * (-1) * (-2.80) = 10.99$$

$$\delta_{33} = [1] * 1/3 * 2.80 * (-2.80) * (-2.80) + [1] * 1/3 * 2.80 * (-2.80) * (-2.80) + [1] * 5.05 * (-2.80) * (-2.80) = 54.27$$

$$\delta_{10} = [1] * 1/3 * 5.05 * 1 * 11.19 = 18.84$$

$$\delta_{20} = -18.84$$

$$\delta_{30} = [1] * 2/3 * 5.05 * (-2.80) * 11.19 = -105.48$$

$$4.483x_1 - 1.683x_2 - 10.99x_3 + 18.84 = 0$$

$$-1.683x_1 + 4.483x_2 + 10.99x_3 - 18.84 = 0$$

$$-10.99x_1 + 10.99x_2 + 54.27x_3 - 105.48 = 0 ; \quad x_1 = 1.47, x_2 = -1.47, x_3 = 2.54,$$

$$M = M_0 + M_1x_1 + M_2x_2 + \dots$$

$$M_1 = 1.47$$

$$M_2 = -5.642$$

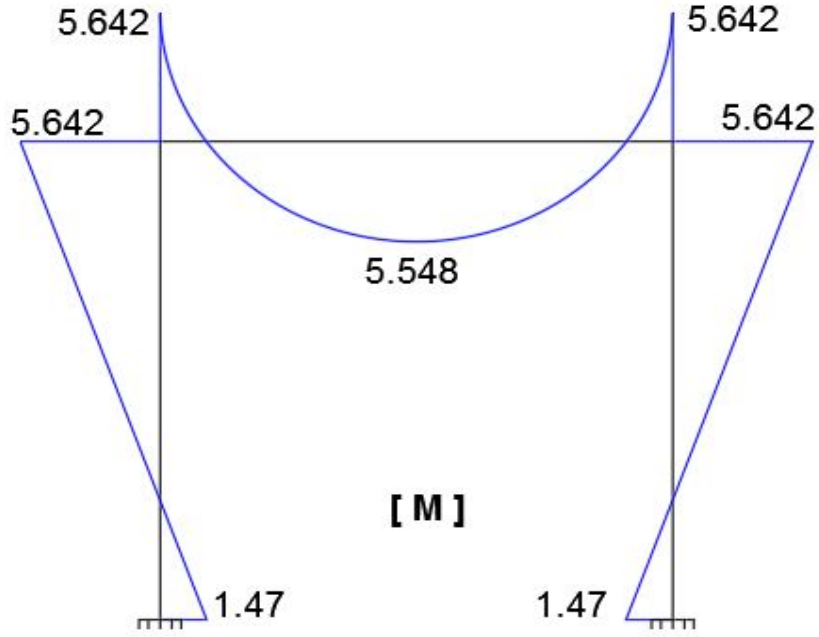
$$M_3 = -5.642$$

$$M_4 = 5.548$$

$$M_5 = -5.642$$

$$M_6 = -5.642$$

$$M_7 = 1.47$$



$$M_r^* = 0.85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot h_f \cdot (d - h_f/2) = 45.4 \text{ tm}$$

$$M_d = 5.548 \text{ tm} < M_r^* \text{ (basınc bloğu dikdörtgen)}$$

$$\bar{\rho} = 0.85 \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2M_d}{b d^2 \cdot 0.85 f_{cd}}} \right] = 0.00085$$

$$A_s = 0.00085 \cdot 1058 \cdot 550 = 494.62 \text{ mm}^2$$

$$\rho = 492.62 / (250 \cdot 550) = 0.0036$$

$$\rho_{\min} = 0.8 \cdot 1 / 365 = 0.0022$$

$$\rho_{\max 1} = 0.02$$

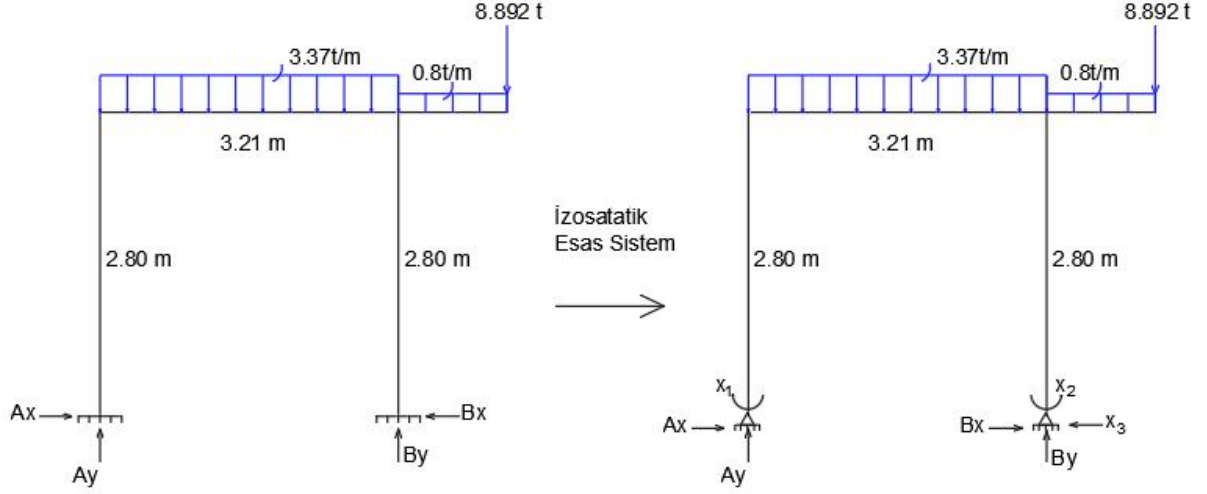
$$\rho_{\max 2} = 0.85 \rho_b = 0.014 \text{ ise;}$$

$$A_s = 494.62 \text{ mm}^2 \text{ bulunur.}$$

$$A_s / \Phi 12 \cong 5 \text{ adet donatı (2 pilye, 3 düz)}$$

	Elle çözüm			İDECAD			ETABS		
	sağ	açıklık	sol	sağ	açıklık	sol	sağ	açıklık	sol
üst	1Φ12		1Φ12	1Φ12		1Φ12	1Φ12		1Φ12
alt	X	5Φ12	X	X	3Φ12	1Φ12	X	5Φ12	X

Aşağıda KZ21 kirişinin statik hesabı yer almaktadır. Bu kiriş SZ03 kolonuna ve SZ05 kolonuna mesnetlenmiştir. SZ05 kolonunun diğer ucunda ise konsol KZ22 kirişi bulunmaktadır.



Buradaki SZ03 ve SZ05 kolonu 25/60 boyutlarındadır. Statik hesabı yapılan kiriş ise 25 cm genişliğinde, 60 cm yüksekliğinde olup T kesitlidir.

KZ21 kirişi tek açıklıklı olduğu için

$$I_p = 1.0 \text{ I 'dir}$$

Tabla genişliği ise;

$$b = b_w + 0.2l_p \text{ 'dir.}$$

Kiriş boyu 3.21 m olduğuna göre tabla genişliği;

$$l_p = 321 \text{ cm}$$

$$b = 25 + 0.2 \cdot 321 = 892 \text{ cm olur.}$$

KZ22 kirişi konsol kiriş olduğu için

$$I_p = 1.5 \text{ I 'dir}$$

Tabla genişliği ise;

$$b = b_w + 0.2l_p \text{ 'dir.}$$

Kiriş boyu 1.70 m olduğuna göre tabla genişliği;

$$l_p = 255 \text{ cm}$$

$$b = 25 + 0.2 \cdot 255 = 760 \text{ cm olur.}$$

KZ21 kirişi için

Hiperstatiklik derecesi (Hd) = MTS – 3KGS – MS- DDS

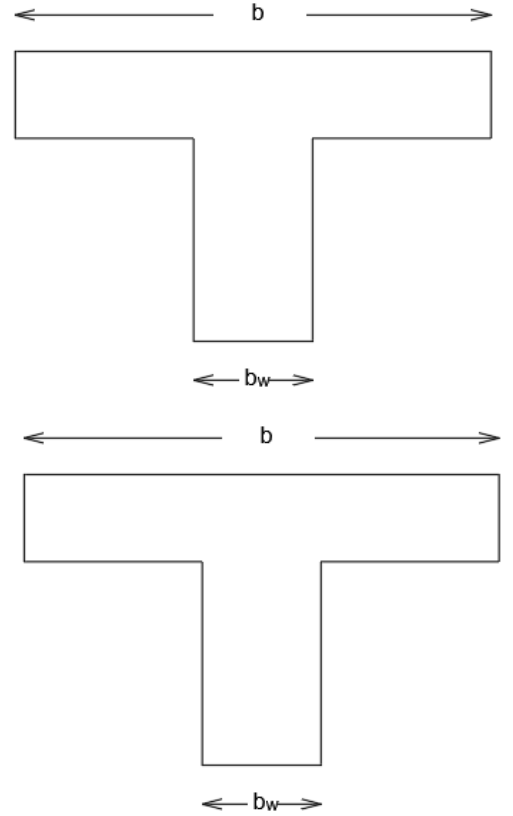
MTS : Mesnet tepkisi sayısı

KGS : Kapalı göz sayısı

MS : Mafsal sayısı

DDS : Denge denklemi sayısı

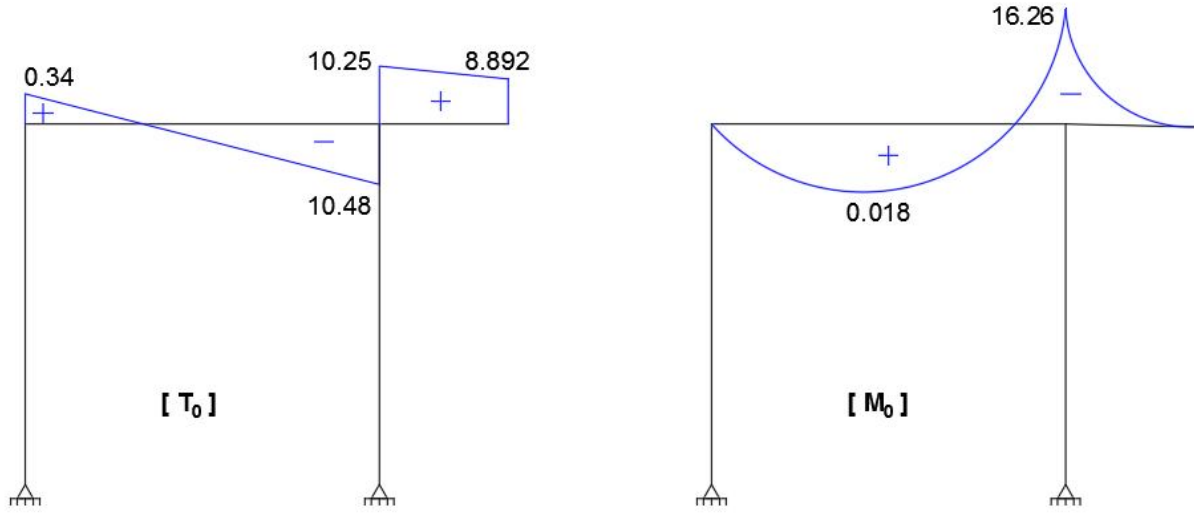
O halde Hd = 6-0-0-3=3. Dereceden hiperstatik sistem



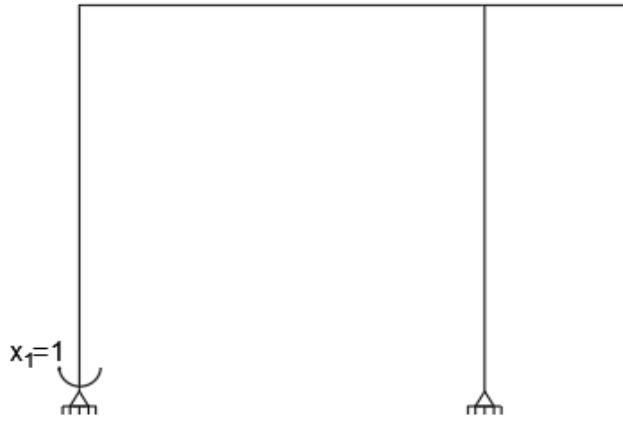
$$A_x=0$$

$$A_y+B_y= 21.07 \text{ ton}$$

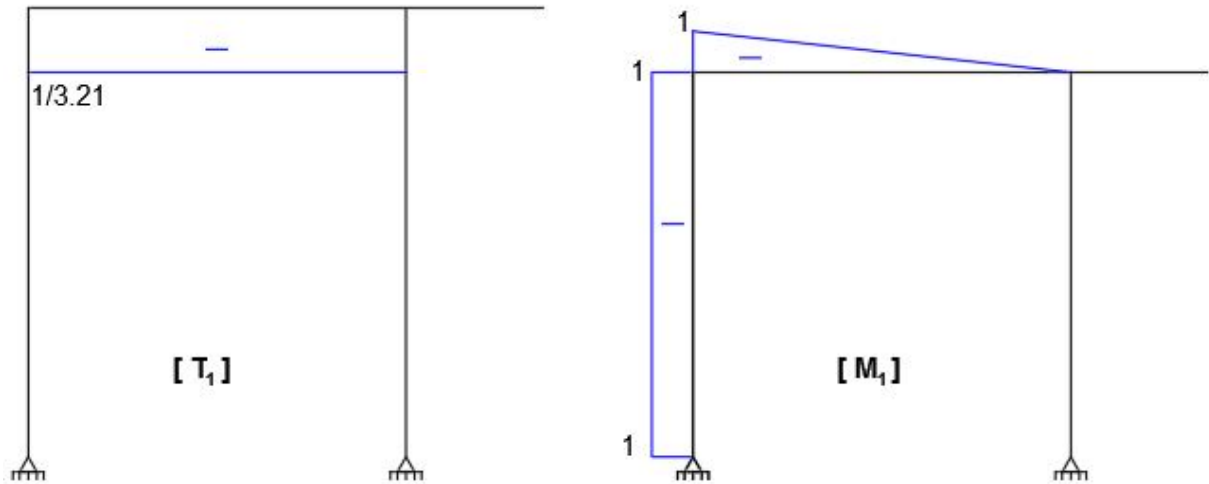
$$\sum M_A=0; \quad B_y=20.73 \text{ ton} \quad \text{ve} \quad A_y= 0.34 \text{ ton} \text{ bulunur.}$$



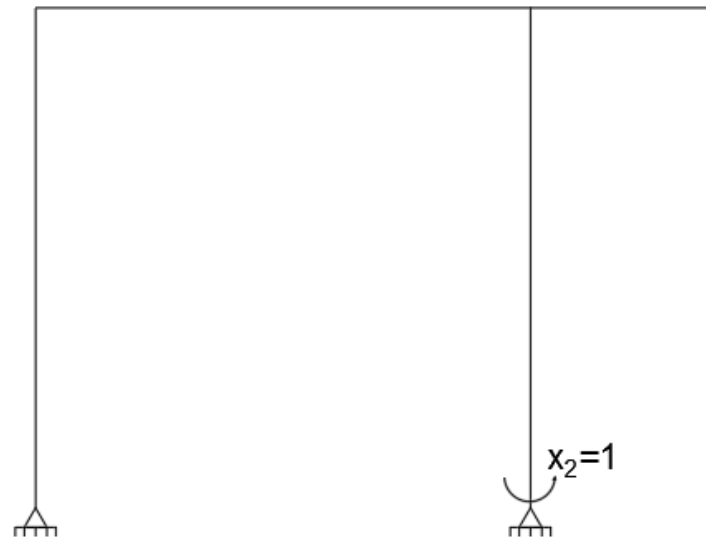
$$X_1=1 \text{ birim yüklemesi;}$$



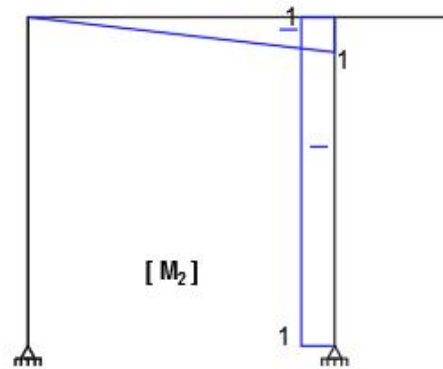
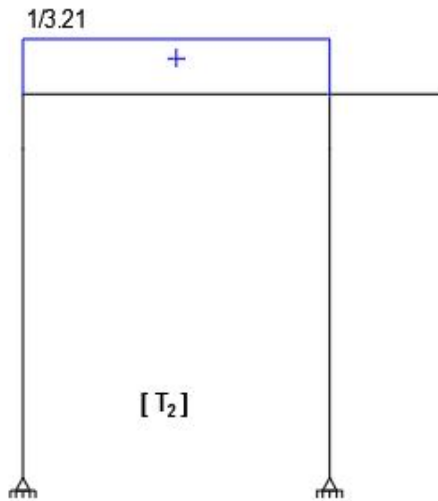
$$\sum M_B=0; \quad B_y=1/3.21 \text{ ve} \quad A_y=-1/3.21 \text{ bulunur.}$$



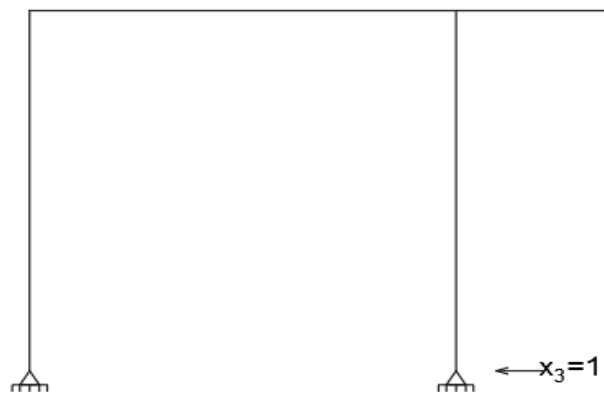
$X_2=1$ birim yüklemesi;

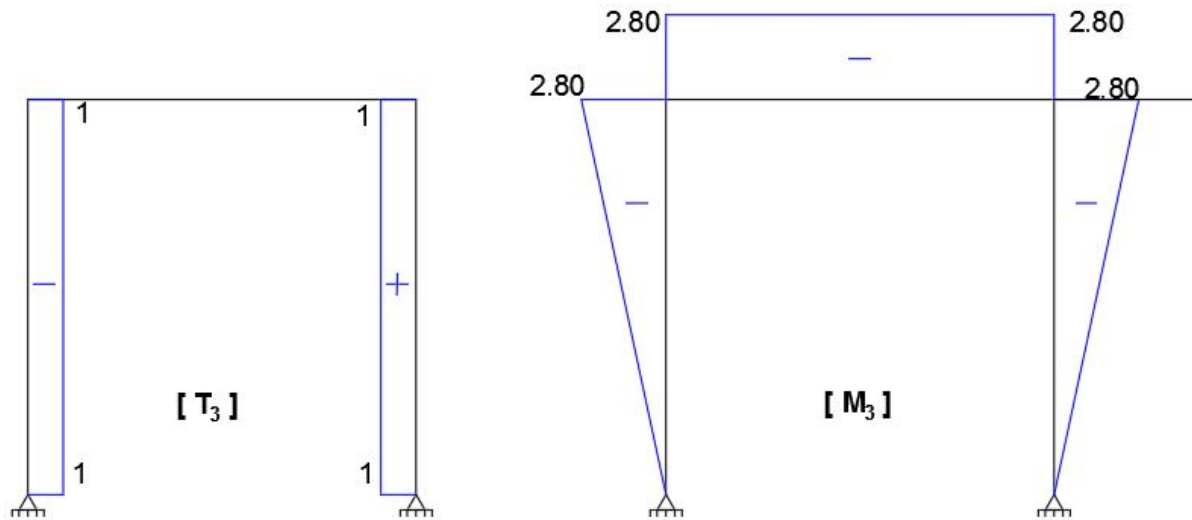


$\sum M_A=0$; $B_y= -1/3.21$ ve $A_y= 1/3.21$ bulunur.



$X_3=1$ birim yüklemesi;





$$\delta_{11}x_1 + \delta_{12}x_2 + \delta_{13}x_3 + \delta_{10} = 0$$

$$\delta_{21}x_1 + \delta_{22}x_2 + \delta_{23}x_3 + \delta_{20} = 0$$

$$\delta_{31}x_1 + \delta_{32}x_2 + \delta_{33}x_3 + \delta_{30} = 0$$

$$\delta_{11} = M_1 * M_1 = [1] * 2.8 * 1 * 1 + [1] * 1/3 * 3.21 * 1 * 1 = 3.87$$

$$\delta_{12} = [1] * 1/3 * 3.21 * 1 * (-1) = -1.07$$

$$\delta_{13} = [1] * 1/2 * 2.80 * (-2.80) * 1 + [1] * 1/2 * 3.21 * (-2.80) * 1 = -8.414$$

$$\delta_{22} = [1] * 1/3 * 3.21 * 1 * 1 + [1] * 2.8 * (-1) * (-1) = 3.87$$

$$\delta_{23} = [1] * 1/2 * 3.21 * (-1) * (-2.80) + [1] * 1/2 * 2.80 * (-1) * (-2.80) = 8.414$$

$$\delta_{33} = [1] * 1/3 * 2.80 * (-2.80) * (-2.80) + [1] * 1/3 * 2.80 * (-2.80) * (-2.80) + [1] * 3.21 * (-2.80) * (-2.80) = 39.80$$

$$\delta_{10} = [1] * 1/3 * 3.21 * 1 * 4.34 = 4.64$$

$$\delta_{20} = -4.64$$

$$\delta_{30} = [1] * 2/3 * 3.21 * (-2.80) * 4.34 = -26.01$$

$$3.87x_1 - 1.07x_2 - 8.414x_3 + 4.64 = 0$$

$$-1.07x_1 + 3.87x_2 + 8.414x_3 - 4.64 = 0$$

$$-8.414x_1 + 8.414x_2 + 39.80x_3 - 26.01 = 0 ; \quad x_1 = 0.621, x_2 = -0.621, x_3 = 0.916,$$

$$M = M_0 + M_1x_1 + M_2x_2 + \dots$$

$$M_1 = 1 * 0.621 = 0.621$$

$$M_2 = 0.621 - 2.8 * 0.916 = -1.944$$

$$M_3 = 0.621 - 2.8 * 0.916 = -1.944$$

$$M_4 = 4.34 + 0.5 * 0.621 + (-0.5) * (-0.621) + (-2.80) * 0.916 = 2.4$$

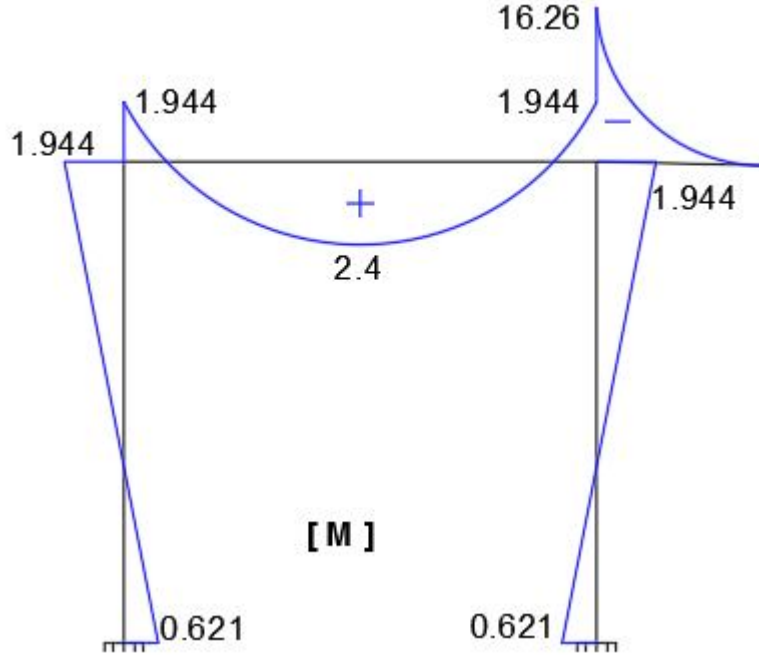
$$M_5 = 0.621 - 2.8 * 0.916 = -1.944$$

$$M_6 = 0.621 - 2.8 * 0.916 = -1.944$$

$$M_7 = 0.621$$

$$M_8 = 16.26$$

$$M_9 = 0$$



$M_r = 0.85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot h_f \cdot (d - h_f/2) = 57.96 \text{ tm}$
 $M_d = 2.4 \text{ tm} < M_r^* \text{ (basınç bloğu dikdörtgen)}$

$$\bar{\rho} = 0.85 \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{\frac{2M_d}{bd^2}}{0.85f_{cd}}} \right] = 0.00025$$

$$A_s = 0.00025 \cdot 892 \cdot 550 = 120.04 \text{ mm}^2$$

$$\rho = 245.3 / (250 \cdot 550) = 0.00087$$

$\rho_{\min} = 0.8 \cdot 1/365 = 0.0022$ olduğu için $\rho = \rho_{\min} = 0.0022$ alınır.

$A_s = 302.5 \text{ mm}^2$ bulunur.

$A_s / \Phi 12 \cong 3$ adet donatı (2 pilye, 1 düz)

KZ22 Kirişi;

$$A_{s\text{gerekli}} = 837.7 \text{ mm}^2$$

$$A_{s\text{mevcut}} = 2 \cdot 113.1 = 226.2 \text{ mm}^2$$

İse ; gerekli donatı 4 Φ 14

	Elle çözüm			İDECAD			ETABS		
	sağ	açıklık	konsol	sağ	açıklık	konsol	sağ	açıklık	konsol
üst	1 Φ 12		4 Φ 14	2 Φ 14		4 Φ 14	3 Φ 12		5 Φ 14
alt	X	3 Φ 12	X	1 Φ 14	7 Φ 12	1 Φ 12	3 Φ 12	3 Φ 12	3 Φ 12

3.2.2. İzostatik Bir Kirişin Hesabı

Aşağıda KZ30 kirişine ait statik hesaplar yapılmıştır. KZ30 kirişi 25/60 kesitinde ve KZ12 ve KZ16 kirişlerine mesnetlenmiştir.

KZ30 kirişi sürekli kiriş kenar açıklık olduğu için

$$I_p = 0.8 I \text{ 'dir}$$

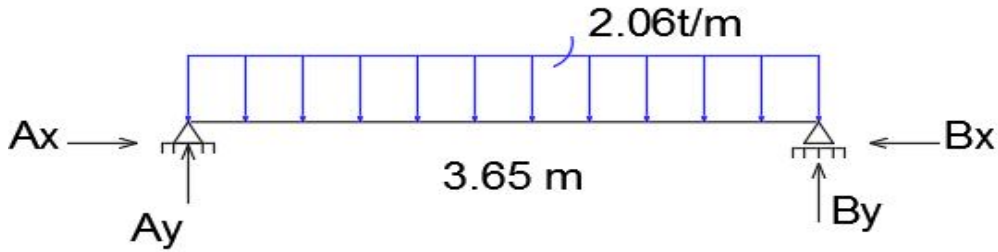
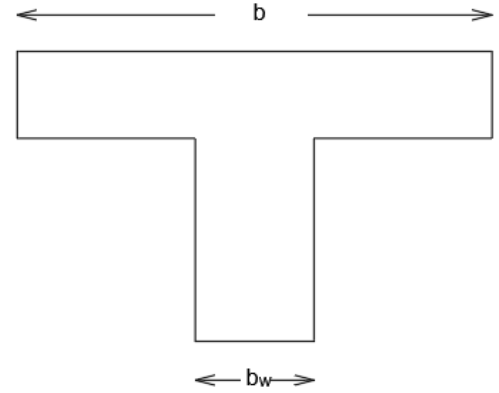
Tabla genişliği ise;

$$b = b_w + 0.1 I_p \text{ 'dir.}$$

Kiriş boyu 3.65 m olduğuna göre tabla genişliği;

$$I_p = 292 \text{ cm}$$

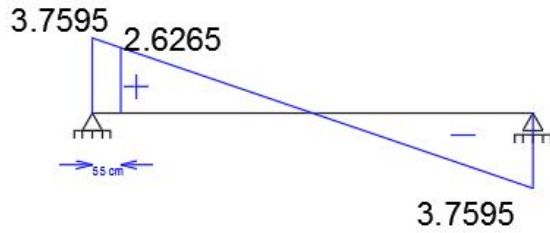
$$b = 25 + 0.1 * 292 = 542 \text{ cm olur.}$$



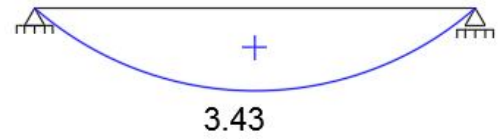
$$A_x = B_x = 0$$

$$A_y + B_y = 7.519 \text{ ton}$$

$$\sum M_A = 0; \quad B_y = 3.7595 \text{ ton ve } A_y = 3.7595 \text{ ton bulunur.}$$



[T]



[M]

Kesme Dayanımı

$$V_r \geq V_d$$

$$V_r = V_c + V_w$$

$$V_c = 0.8 V_{cr}$$

$$V_{cr} = 0.65 * f_{ctd} * b_w * d = 8.9375 \text{ ton}$$

$$V_c = 7.15 \text{ ton}$$

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

$$\frac{A_{sw}}{s} \geq 0.3(f_{ctd}/f_{ywd})b_w = 0.2055$$

$$V_w = 4.125 \text{ ton}$$

$$V_r = 7.15 + 4.125 = 11.275 \text{ ton} > V_d = 2.6265 \text{ ton}$$

$$V_d = 2.6265 \leq 0.22f_{cd}b_wd = 39.325 \text{ ton}$$

Bu durumda, kesme donatısı hesabına gerek yoktur, minimum etriye kullanılmalıdır.

Sarılma Bölgesi

Orta Bölge

$$S_k \leq \begin{cases} \frac{h}{3} = \frac{600}{3} = 200 \text{ mm} \\ 10 \times 12 = 120 \text{ mm} \\ 150 \text{ mm} \end{cases}$$

$$S_o \leq \{d/2 \quad V_d \leq 3V_{cr}$$

minimum seçilir , $\emptyset 8 / 12$

$$\frac{55}{2} = 27.5 \text{ mm} \quad \emptyset 8 / 27$$

Donatı hesabı;

$$M_r^* = 0.85 \cdot f_{cd} \cdot b \cdot h_f \cdot (d - h_f/2) = 35.22 \text{ tm}$$

$$M_d = 3.43 \text{ tm} < M_r^* \text{ (basınç bloğu dikdörtgen)}$$

$$\bar{\rho} = 0.85 \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{\frac{2M_d}{bd^2}}{0.85f_{cd}}} \right] = 0.00058$$

$$A_s = 0.00058 \cdot 542 \cdot 550 = 172.50 \text{ mm}^2$$

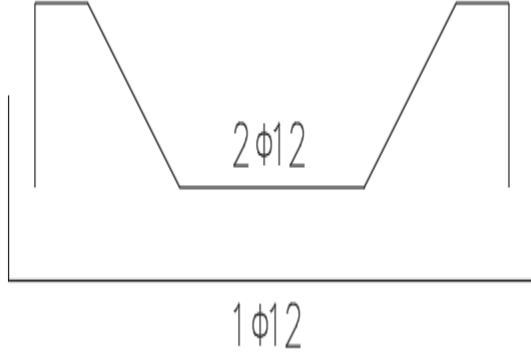
$$\rho = 172.50 / (250 \cdot 550) = 0.00125$$

$$\rho_{min} = 0.8 \cdot 1 / 365 = 0.0022 \text{ olduğu için } \rho = \rho_{min} = 0.0022 \text{ alınır.}$$

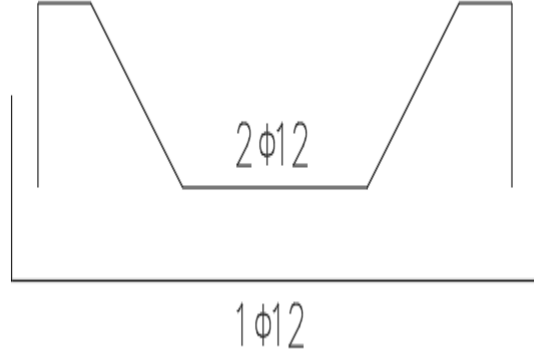
$$A_s = 302.5 \text{ mm}^2 \text{ bulunur.}$$

$$A_s / \Phi 12 \cong 3 \text{ adet donatı (2 pilye, 1 düz)}$$

	Elle çözüm			İDECAD			ETABS		
	sağ	açıklık	sol	sağ	açıklık	sol	sağ	açıklık	sol
üst	X		X	X		X	X		X
alt	X	3Φ12	X	X	3Φ12	X	X	3Φ12	X



a) İDECAD



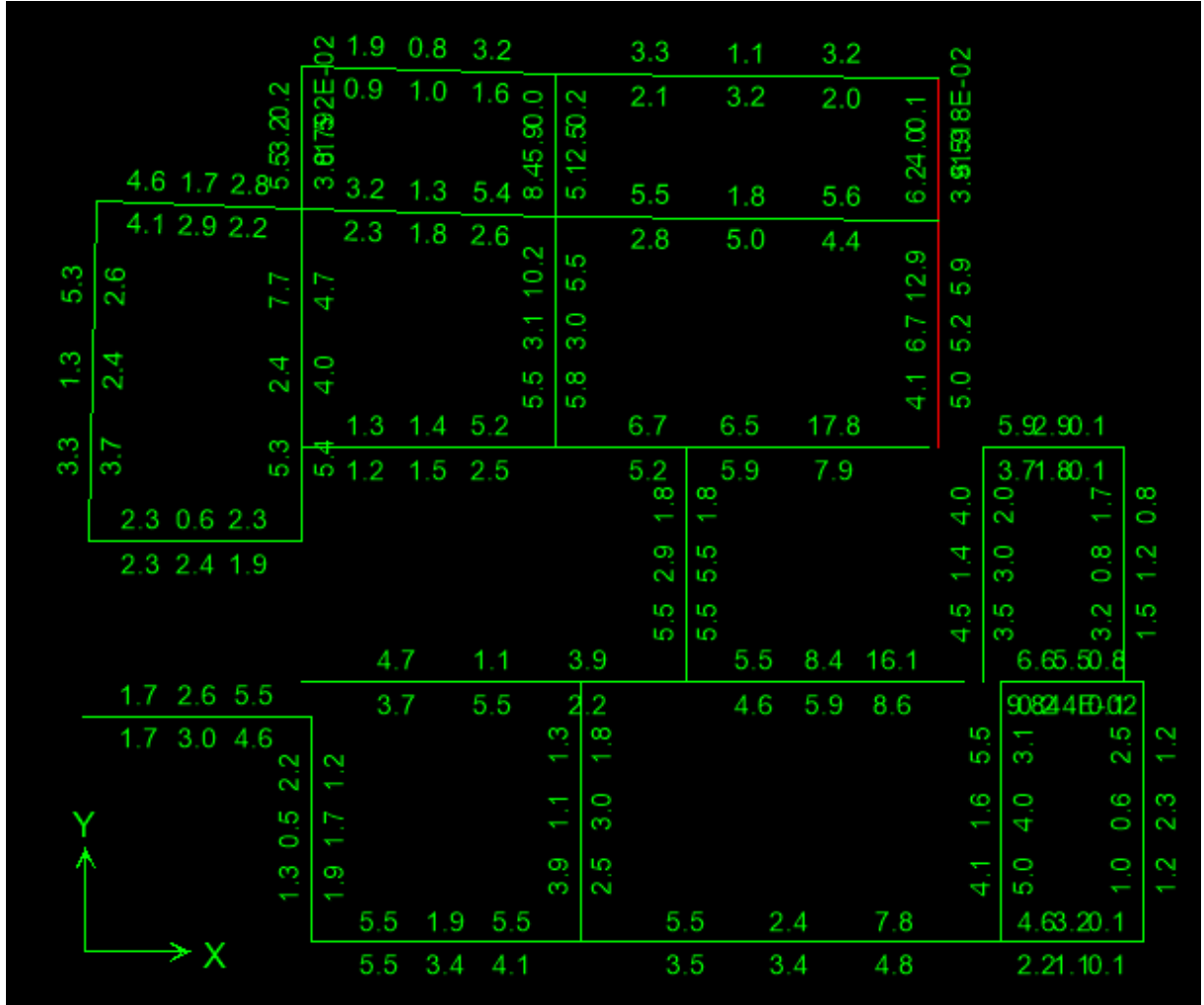
b) Elle Çözüm

100	62	254
124	227	123

c) ETABS KZ30 Kirişi Donatı Alanları(mm²)

DS	Poz	Kat	B	H	Sol üst	Sol alt	Montaj	Piye	Düz	Sağ üst	Sağ alt	Enine	Gövde
<input type="checkbox"/>	K01	ZEMİN KAT	25	36			2 ø 12	1 ø 12	2 ø 12			Ø8/18	
<input type="checkbox"/>	K02	ZEMİN KAT	25	36	1 ø 12		2 ø 12	1 ø 12	2 ø 12			Ø8/18	
<input type="checkbox"/>	K03	ZEMİN KAT	25	60	2 ø 12		2 ø 12		3 ø 12	1 ø 12		Ø8/10	
<input type="checkbox"/>	K04	ZEMİN KAT	25	60	1 ø 12		2 ø 12		3 ø 12	2 ø 12		Ø8/20/10	
<input type="checkbox"/>	K05	ZEMİN KAT	25	60	1 ø 12		2 ø 12	1 ø 12	2 ø 12	1 ø 12	1 ø 12	Ø8/20/10	
<input type="checkbox"/>	K06 ->	ZEMİN KAT	25	60			2 ø 12	1 ø 12	2 ø 12		1 ø 12	Ø8/20/10	
<input type="checkbox"/>	-> K07 ->	ZEMİN KAT	25	60		1 ø 12	2 ø 14	1 ø 12	2 ø 12	5 ø 14	2 ø 14	Ø8/20/10	
<input type="checkbox"/>	-> K08	ZEMİN KAT	25	60	5 ø 14	2 ø 14	Sağ ko.	Sağ ko.	Sağ ko.			Ø8/10	
<input type="checkbox"/>	K09	ZEMİN KAT	25	60	1 ø 12	2 ø 12	2 ø 12		3 ø 12	4 ø 14		Ø8/10	
<input type="checkbox"/>	K10 ->	ZEMİN KAT	25	60	2 ø 14		2 ø 12	1 ø 14	2 ø 12			Ø8/20/10	
<input type="checkbox"/>	-> K11 ->	ZEMİN KAT	25	60			2 ø 14		3 ø 12	5 ø 14	2 ø 12	Ø8/20/10	
<input type="checkbox"/>	-> K12	ZEMİN KAT	25	60	5 ø 14	2 ø 12	Sağ ko.	Sağ ko.	Sağ ko.			Ø8/10	
<input type="checkbox"/>	K13	ZEMİN KAT	25	60	2 ø 14	1 ø 12	2 ø 12		3 ø 12	3 ø 14	2 ø 12	Ø8/10	
<input type="checkbox"/>	K14 ->	ZEMİN KAT	25	60	4 ø 14	3 ø 14	2 ø 12		3 ø 12	1 ø 12	2 ø 12	Ø8/10	
<input type="checkbox"/>	-> K15 ->	ZEMİN KAT	25	60	1 ø 12	2 ø 12	2 ø 14	1 ø 12	2 ø 12	4 ø 14	2 ø 12	Ø8/20/10	
<input type="checkbox"/>	-> K16	ZEMİN KAT	25	60	4 ø 14	2 ø 12	Sağ ko.	Sağ ko.	Sağ ko.			Ø8/10	
<input type="checkbox"/>	K17	ZEMİN KAT	25	60	1 ø 14		2 ø 12	1 ø 12	2 ø 12		1 ø 12	Ø8/20/10	
<input type="checkbox"/>	K18 ->	ZEMİN KAT	25	60	4 ø 14	1 ø 12	2 ø 14	1 ø 12	2 ø 12		1 ø 12	Ø8/20/10	
<input type="checkbox"/>	-> K19	ZEMİN KAT	25	60		1 ø 12	Sağ ko.	Sağ ko.	Sağ ko.	1 ø 12		Ø8/10	
<input type="checkbox"/>	K20	ZEMİN KAT	25	60	1 ø 12		2 ø 12		3 ø 12	1 ø 12		Ø8/10	
<input type="checkbox"/>	K21 ->	ZEMİN KAT	25	60	2 ø 14	1 ø 14	2 ø 12		2 ø 12	4 ø 14	1 ø 12	Ø8/10	2*2 ø 12
<input type="checkbox"/>	-> K22	ZEMİN KAT	25	60	4 ø 14	1 ø 12	Sağ ko.	Sağ ko.	Sağ ko.			Ø8/10	2*1 ø 12
<input type="checkbox"/>	K23	ZEMİN KAT	25	60			2 ø 12	1 ø 12	2 ø 12			Ø8/20/10	
<input type="checkbox"/>	K24	ZEMİN KAT	25	60	3 ø 14	1 ø 12	2 ø 12		3 ø 12	1 ø 12		Ø8/10	
<input type="checkbox"/>	K25 ->	ZEMİN KAT	25	60	1 ø 12	1 ø 12	3 ø 14		2 ø 12	6 ø 14	4 ø 14	Ø8/10	
<input type="checkbox"/>	-> K26	ZEMİN KAT	25	60	6 ø 14	4 ø 14	Sağ ko.	Sağ ko.	Sağ ko.			Ø8/10	
<input type="checkbox"/>	K27	ZEMİN KAT	25	60	1 ø 12		2 ø 12		3 ø 12	1 ø 12		Ø8/20/10	
<input type="checkbox"/>	K28	ZEMİN KAT	25	60	1 ø 14	1 ø 12	2 ø 12		3 ø 12	4 ø 14		Ø8/20/10	
<input type="checkbox"/>	K29	ZEMİN KAT	25	36			2 ø 12	1 ø 12	2 ø 12			Ø8/18	
<input type="checkbox"/>	K30	ZEMİN KAT	25	36			2 ø 12	1 ø 12	2 ø 12			Ø8/18	

d) İDECAD Zemin kat kiriş donatıları



e) ETABS Zemin kat donatı alanları(cm²)

4.Kolon Hesapları

4.1.Kolon Üzerine Gelen Yük Hesabı

Kolonlara etkiyecek maksimum yükler zemin katta etki edeceği için zemin katın kolonlarının statik hesabı yapılmıştır. Hesaplanan donatı alanları maksimum yük etkiyen zemin kat için minimum koşul uygulandığı için üst katlarda hesap yapmaya gereksinim bulunmamıştır.

	Kiriş G.Y.		Kolon Ağ. (t/m)	Σg	Σq	ΣP 1.4g+1.6q
	g (t)	q (t)				
SZ02	8.56	1.30	0.38	8.93	1.30	14.59
SZ03	12.27	1.68	0.38	12.64	1.68	20.38
SZ04	8.61	1.70	0.38	8.98	1.70	15.30
SZ05	7.78	1.81	0.38	8.15	1.81	14.31
SZ06	10.26	2.27	0.44	10.70	2.27	18.61
SZ07	9.00	1.78	0.38	9.37	1.78	15.96
SZ08	10.64	1.40	0.50	11.14	1.40	17.84
SZ09	1.62	0.21	0.38	1.99	0.21	3.13
SZ10	3.21	0.41	0.38	3.59	0.41	5.68
SZ11	5.41	0.91	0.38	5.79	0.91	9.55
SZ12	6.80	0.86	0.38	7.18	0.86	11.43

4.2.Kolon Donatı Hesapları

SZ03

	KZ22	
KZ04		KZ05
	KZ21	

Üst katlardan gelen yükler hesaba katıldığında;

$$N_{dm} = 20.38 \cdot 3 = 61.14 \text{ ton} , \quad M_{xd} = 10.70 \text{ tm} , \quad M_{yd} = 4.38 \text{ tm}$$

$$N_{dm} \leq 0.5 A_c f_{ck} = 0.5 \cdot 250 \cdot 600 \cdot 20 = 150 \cdot 10^4 \text{ N} = 150 \text{ ton} \quad (\text{DY Koşulu})$$

$$N_d \leq 0.6 A_c f_{ck} = 180 \text{ ton} \quad (\text{TS500 Koşulu})$$

$$n = \frac{N_d}{b h f_{cd}} = 0.8 , \quad m_x = \frac{M_{xd}}{b x h^2 x f_{cd}} = 0.092 , \quad m_y = \frac{M_{yd}}{b^2 x h x f_{cd}} = 0.090$$

n, m_x, m_y değerlerinin sonuçlarından, abaklardan (ω) okunur.

$$\omega = 0.2 \text{ dir.}$$

$$\omega = \rho_t \times \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \quad \rho_t = 0.0071$$

$$\rho_t \geq \rho_{tmin} \begin{cases} 0.01 \\ 0.005 \end{cases} \quad \text{hayır.}$$

$$\rho_t = \rho_{tmin} \text{ alınır.}$$

$$A_{st} = \rho_t \times b \times h$$

$$A_{st} = 0.01 \times 250 \times 600$$

$$A_{st} = 1500 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{1500}{153.94} = 9.74 \cong 10 \text{ adet alınır .} \quad 10 \Phi 14$$

SZ06

Üst katlardan gelen yükler hesaba katıldığında;

$$N_{dm} = 18.61 \cdot 3 = 55.83 \text{ ton} , \quad M_{xd} = 15.07 \text{ tm} , \quad M_{yd} = 3.84 \text{ tm}$$

$$N_{dm} \leq 0.5 A_c f_{ck} = 0.5 \cdot 250 \cdot 700 \cdot 20 = 175 \cdot 10^4 \text{ N} = 175 \text{ ton} \quad (\text{DY Koşulu})$$

$$N_d \leq 0.6 A_c f_{ck} = 210 \text{ ton} \quad (\text{TS500 Koşulu})$$

$$n = \frac{N_d}{b h f_{cd}} = 0.25 , \quad m_x = \frac{M_{xd}}{b x h^2 x f_{cd}} = 0.095 , \quad m_y = \frac{M_{yd}}{b^2 x h x f_{cd}} = 0.068$$

n, m_x, m_y değerlerinin sonuçlarından, abaklardan (ω) okunur.

$$\omega = 0.2 \text{ dir.}$$

$$\omega = \rho_t x \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \quad \rho_t = 0.0071$$

$$\rho_t \geq \rho_{tmin} \begin{cases} 0.01 \\ 0.005 \end{cases} \quad \text{evet.}$$

$$\rho_t = \rho_{tmin} \text{ alınır.}$$

$$A_{st} = \rho_t x b x h$$

$$A_{st} = 0.01 x 250 x 700$$

$$A_{st} = 1750 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{1750}{153.94} = 11.37 \cong 12 \text{ adet alınır .} \quad 12 \Phi 14$$

SZ08

Üst katlardan gelen yükler hesaba katıldığında;

$$N_{dm} = 17.84 \cdot 3 = 53.52 \text{ ton} , \quad M_{xd} = 17.86 \text{ tm} , \quad M_{yd} = 4.52 \text{ tm}$$

$$N_{dm} \leq 0.5 A_c f_{ck} = 0.5 \cdot 250 \cdot 800 \cdot 20 = 200 \cdot 10^4 \text{ N} = 200 \text{ ton} \quad (\text{DY Koşulu})$$

$$N_d \leq 0.6 A_c f_{ck} = 240 \text{ ton} \quad (\text{TS500 Koşulu})$$

$$n = \frac{N_d}{b h f_{cd}} = 0.20 , \quad m_x = \frac{M_{xd}}{b x h^2 x f_{cd}} = 0.086 , \quad m_y = \frac{M_{yd}}{b^2 x h x f_{cd}} = 0.07$$

n, m_x, m_y değerlerinin sonuçlarından, abaklardan (ω) okunur.

$$\omega = 0.1 \text{ dir.}$$

$$\omega = \rho_t x \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \quad \rho_t = 0.0036$$

$$\rho_t \geq \rho_{tmin} \begin{cases} 0.01 \\ 0.005 \end{cases} \quad \text{evet.}$$

$$\rho_t = \rho_{tmin} \text{ alınır.}$$

$$A_{st} = \rho_t x b x h$$

$$A_{st} = 0.01 x 250 x 800$$

$$A_{st} = 2000 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{2000}{153.94} = 12.99 \cong 13 \text{ adet alınır .} \quad 13 \Phi 14$$

SZ12

Üst katlardan gelen yükler hesaba katıldığında;

$$N_{dm} = 11.43 \cdot 3 = 34.29 \text{ ton} , \quad M_{xd} = 13.48 \text{ tm} , \quad Myd = 1.10 \text{ tm}$$

$$N_{dm} \leq 0.5 A_c f_{ck} = 0.5 \cdot 250 \cdot 600 \cdot 20 = 150 \cdot 10^4 \text{ N} = 150 \text{ ton} \quad (\text{DY Koşulu})$$

$$N_d \leq 0.6 A_c f_{ck} = 180 \text{ ton} \quad (\text{TS500 Koşulu})$$

$$n = \frac{N_d}{b h f_{cd}} = 0.18 , \quad m_x = \frac{M_{xd}}{b \cdot h^2 \cdot x \cdot f_{cd}} = 0.12 , \quad m_y = \frac{Myd}{b^2 \cdot x \cdot h \cdot x \cdot f_{cd}} = 0.023$$

n, m_x, m_y değerlerinin sonuçlarından, abaklardan (ω) okunur.

$$\omega = 0.1 \text{ dir.}$$

$$\omega = \rho_t \cdot x \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \quad \rho_t = 0.0036$$

$$\rho_t \geq \rho_{tmin} \begin{cases} 0.01 \\ 0.005 \end{cases} \quad \text{evet.}$$

$$\rho_t = \rho_{tmin} \text{ alınır.}$$

$$A_{st} = \rho_t \cdot b \cdot h$$

$$A_{st} = 0.01 \cdot 250 \cdot 600$$

$$A_{st} = 1500 \text{ mm}^2$$

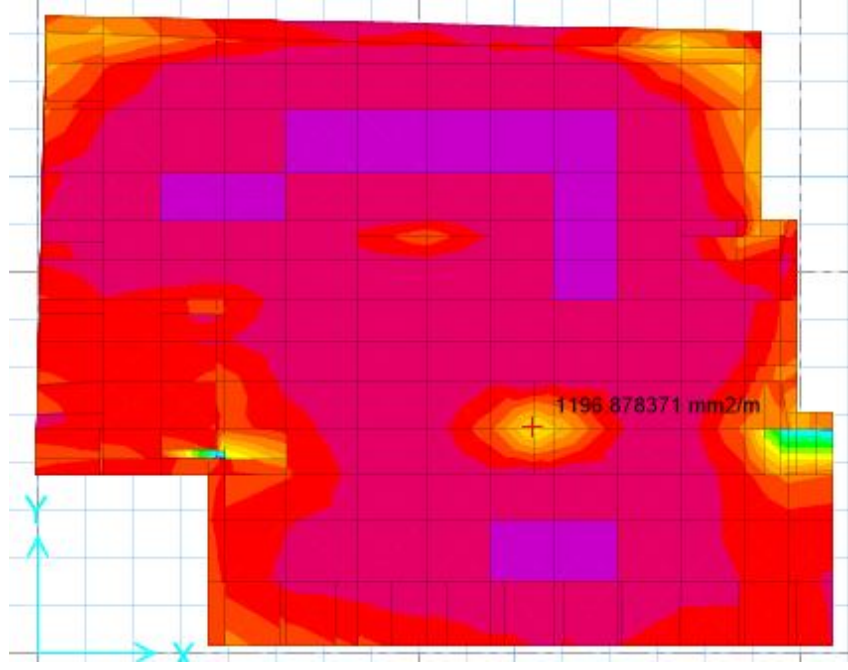
$$n = \frac{1500}{153.94} = 9.74 \cong 10 \text{ adet alınır .} \quad 10 \Phi 14$$

	Elle Çözüm	İDECAD	ETABS
SZ03	10Φ14	10Φ14	10Φ14
SZ06	12Φ14	12Φ14	12Φ14
SZ08	13Φ14	14Φ14	14Φ14
SZ12	10Φ14	10Φ14	10Φ14

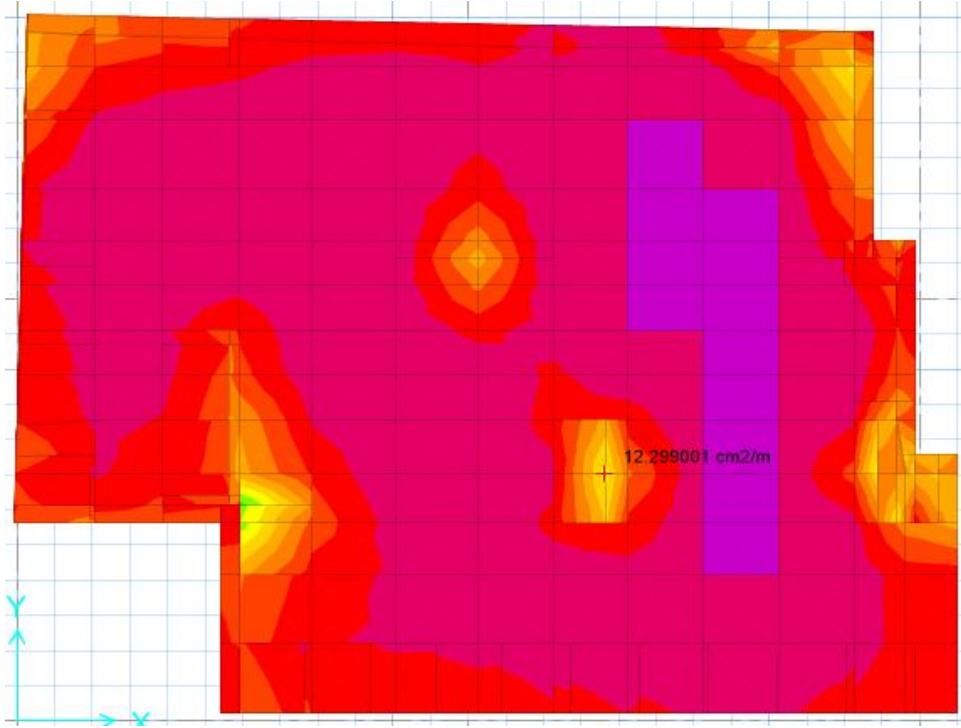
5.Temel Çözümü

Projemin temel tipi olan radye plak temelin çözümünü ETABS da modellediğim yapının temel üzerine gelen yüklerini SAFE programına aktardım ve SAFE programında yapının temel modelini oluşturdum ve analizini yaptım.

Radyenin elle hesabını yapacak olsaydık radyeyi şeritlere bölerek ayrı ayrı diyagram çizip, buradaki maksimum moment alınıp donatı yerleştirilecekti.



a) SAFE Temel X doğrultusu donatı alanları (mm²/m)



b) SAFE Temel Y doğrultusu donatı alanları (cm²/m)

6.SONUÇ

Bu proje kapsamında, İDECAD ile statik hesabı yapılmış bir projenin hem manuel hem de ETABS ve SAFE programları ile statik hesapları yapılmış ve sonuçlar kıyaslanmıştır.

Döşemelerimizin açıklık donatılarındaki farklılıkların en temel nedeni çözüm yapılan statik programdan izin verilebilen donatı aralığının seçilebilmesidir. Benim elle çözümleme yaptığım döşememdeki donatı aralığı 36 cm olup analizde gördüğümüz üzere bu değer 35 cm alınmıştır.

Kirişlerde çıkan farklılıkların nedenlerini inceleyecek olursak öncelikle kiriş momentlerinin hesabındaki farklılıklar donatıya da yansiyacaktır. Elle yaptığım hesaplamalarda deprem , rüzgar yükü gibi parametreleri ihmal ettim. Yük parametresinin en genel ifadesi olan $P_d = 1.4G + 1.6Q$ formülünü işlemlerimde baz alarak moment - donatı hesabına geçtim. Hesapta kullandığım açıklık akstan aksa olan mesafedir.Fakat İDECAD ve ETABS programlarında hesaplarda alınan açıklık kolon yüzlerinden itibaren olan net açıklıktır. Bu farklılık nedeniyle kiriş momentlerimde farklılıklar oluşmuştur.

Kirişlerde İDECAD ve ETABS arasındaki farkın nedeni ise; her iki programda da kirişler tablalı olarak modellenmiştir. DBHBHY2007'ye göre kirişlerde tabla genişlikleri kirişin sürekli iç veya kenar açıklık, konsol ve tek açıklık olmasına göre değişir. İDECAD DBYBHY2007'ye göre tabla genişliklerini hesaplamaktadır. Ancak ETABS programında kiriş kesitleri manuel olarak girildiği için tabla genişliklerinde yaklaşık bir kabul yapılmıştır. Bu kabuller; tam tablalı kirişlerde $6h_f + b_w$, yarım tablalı kirişlerde $2.25h_f + b_w$ 'dir. Ayrıca kiriş tabla ve döşeme kesişiminden dolayı ETABS programında manuel olarak kiriş ağırlıkları belirli oranda küçültülmüştür. Bu işler tamamen kullanıcı inisiyatifinden kaynaklı olduğu için ETABS programında yapı ağırlığı İDECAD'e göre daha ağır çıkmıştır. Yapının ağırlığının artmasından dolayı yapı doğal titreşim periyodu artmış ve yapıya etki eden deprem yükü miktarı da bu sebepten artmıştır.

Kolonlarda sonuçlara baktığımızda manuel çözüm, ETABS ve İDECAD arasında hiçbir fark bulunmamıştır. Bunun nedeni her çözümde kolonlara gelen yüklere rağmen kolonlarda minimum donatı kullanılmasındandır.