

## 32. Dörtgen levha-düzlem gerilme örnek çözümleri

**Örnek 32.1:** Şekil 32.1 deki, kalınlığı 20 cm olan betonarme perdenin malzemesi C25/30 betondur. Tepe noktasında 1000 kN yatay yük etkimektedir.

- a) 1 noktasındaki  $\sigma_{yy}$  gerilmesi  
b) Tepe noktasının  $\delta_x$  yatay yer değiştirmesi

hesaplanacaktır.

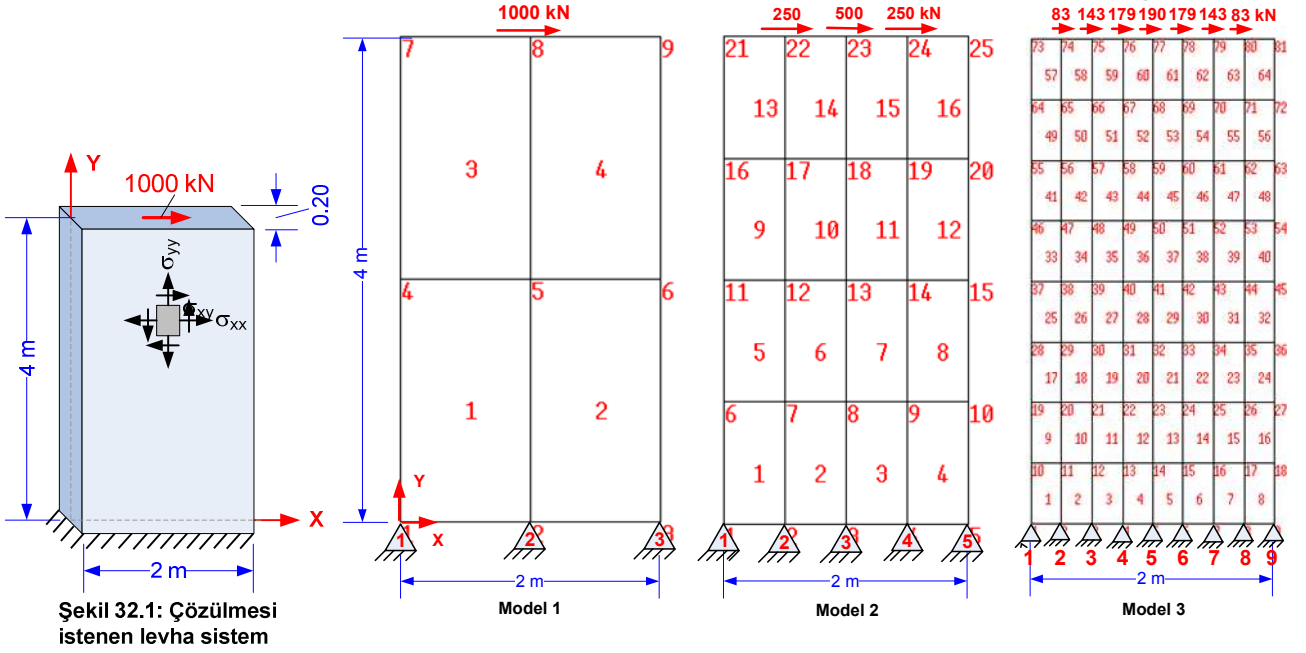
**Malzeme:** C25/30 betonu için  $E=30.10^6$  kN/m<sup>2</sup>,  $\nu=0.2$  dir(TS500-2000).

**Teorik çözüm<sup>1</sup>:**  $\delta_x = 6.2$  mm,  $\sigma_{yy} = 30000$  kN/m<sup>2</sup>

Aşağıdaki üç farklı modelin sonuçları özetlenecektir.. Model 1 de sadece 4 eleman 9 nokta, model 2 de 14 eleman 25 nokta, Model 3 de 64 eleman 81 nokta vardır.

**Mesnet koşulları:** En alt noktalar yer değiştiremez.

Parabolik kayma gerilmesi dağılımını sağlamak amacıyla 1000 kN yükü düğümlere dağıttı



SEM2015, ©Ahmet TOPÇU, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

## Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu 2015

## Örnek 32.1 Dörtgen Levha-düzlem gerilme-Model1

SİSTEM:Levha(düzlem gerilme)

Nokta sayısı: 9, Eleman sayısı: 4

Yüklü nokta sayısı: 1, Sınır koşullu nokta sayısı: 3

Denklemler sayısı: 18, Bilinmeyen yayısı: 26, Hiperstatiklik derecesi: 8

## REAKSİYONLAR:

Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
1	-515.39	-2000				
2	30.79	0				
3	-515.39	2000				

## GERİLMELER:

Eleman	Nokta	Sigxx(kN/m <sup>2</sup> )	Sigy <sub>y</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	Sigxy(kN/m <sup>2</sup> )	SigMax(kN/m <sup>2</sup> )	SigMin(kN/m <sup>2</sup> )
1	1	2258.61	22413.89	2500	22719.35	1953.15
1	4	-536.32	22413.89	2500	22683.06	-805.49
1	5	-536.32	172.23	2500	2342.93	-2707.02
1	2	2258.61	172.23	2500	3924.34	-1493.5
2	2	-2258.61	-172.23	2500	1493.5	-3924.34
2	5	536.32	-172.23	2500	2707.02	-2342.93
2	6	536.32	-22413.89	2500	805.49	-22683.06
2	3	-2258.61	-22413.89	2500	-1953.15	-22719.35
3	4	-2040.65	7457.27	2500	8075.11	-2658.5
3	7	2895.33	7457.27	2500	8560.5	1792.09
3	8	2895.33	85.47	2500	4358.12	-1377.32
3	5	-2040.65	85.47	2500	1739.04	-3694.23

## SİSTEMİN YER DEĞİŞTİRMELERİ:

Nokta	Ux(m)	Uy(m)
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0.001929	0.001483
5	0.001836	0
6	0.001929	-0.001483
7	0.005704	0.001974
8	0.005775	0
9	0.005704	-0.001974

HESAP SÜRESİ: 0.0446 Saniye

$$\delta_x = 5.8 \text{ mm (hata: \%6.5)}$$

$$\sigma_{yy} = 22414 \text{ kN/m}^2 \text{ (hata \%25)}$$

<sup>1</sup> Girkmann, K., Flächentragwerke, Sayfa 51, Springer, 1963.

### 32. Dörtgen levha-düzlem gerilme örnek çözümleri

SEM2015, ©Ahmet TOPÇU, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendis  
**Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu 2015**

#### Örnek 32.2 Dörtgen Levha-düzlem gerilme-Model2

SİSTEM: Levha(düzlem gerilme)

Nokta sayısı: 25, Eleman sayısı: 16

Yüklü nokta sayısı: 3, Sınır koşullu nokta sayısı: 5

Denklemler sayısı: 50, Bilinmeyen yayısı: 90, Hiperstatiklik derecesi: 40

#### REAKSİYONLAR:

Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
1	-360.1	-1327.87				
2	-79.03	-1344.25				
3	-121.74	0				
4	-79.03	1344.25				
5	-360.1	1327.87				

#### GERİLMELER:

Eleman	Nokta	Sigxx(kN/m <sup>2</sup> )	Sigyy(kN/m <sup>2</sup> )	Sigxy(kN/m <sup>2</sup> )	SigMax(kN/m <sup>2</sup> )
1	1	3961.67	27351.78	2117.32	27541.9
1	6	-296.43	27351.78	2117.32	27512.99
1	7	-296.43	12264.9	2117.32	12612.19
1	2	3961.67	12264.9	2117.32	12773.65
2	2	1215.49	12026.62	2882.68	12747.22
2	7	66.94	12026.62	2882.68	12685.17
2	8	66.94	128.24	2882.68	2980.43
2	3	1215.49	128.24	2882.68	3605.35
3	3	-1215.49	-128.24	2882.68	2261.62
3	8	-66.94	-128.24	2882.68	2785.25
3	9	-66.94	-12026.62	2882.68	591.62
3	4	-1215.49	-12026.62	2882.68	-494.88

#### SİSTEMİN YER DEĞİŞTİRMELERİ:

Nokta	Ux(m)	Uy(m)
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0.000708	0.0009
7	0.000637	0.000397
8	0.000618	0
9	0.000637	-0.000397
10	0.000708	-0.0009
11	0.002084	0.00151
12	0.002049	0.000725
13	0.002035	0
14	0.002049	-0.000725
15	0.002084	-0.00151
16	0.003973	0.001888
17	0.00395	0.000911
18	0.00394	0
19	0.00395	-0.000911
20	0.003973	-0.001888
21	0.006083	0.002005
22	0.006099	0.000975
23	0.006118	0
24	0.006099	-0.000975
25	0.006083	-0.002005

$\delta_x = 6.1 \text{ mm}$  (hata: %2)  
 $\sigma_{yy} = 27352 \text{ kN/m}^2$  (hata %9)

SEM2015, ©Ahmet TOPÇU, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühend  
**Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu 2015**

#### Örnek 32.3 Dörtgen Levha-düzlem gerilme-Model3

SİSTEM: Levha(düzlem gerilme)

Nokta sayısı: 81, Eleman sayısı: 64

Yüklü nokta sayısı: 7, Sınır koşullu nokta sayısı: 9

Denklemler sayısı: 162, Bilinmeyen yayısı: 338, Hiperstatiklik derecesi: 176

#### REAKSİYONLAR:

Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
1	-220.28	-794.89				
2	-75.93	-1068.3				
3	-85.74	-649.44				
4	-79.1	-316.64				
5	-77.89	0				
6	-79.1	316.64				
7	-85.74	649.44				
8	-75.93	1068.3				
9	-220.28	794.89				

#### GERİLMELER:

Eleman	Nokta	Sigxx(kN/m <sup>2</sup> )	Sigyy(kN/m <sup>2</sup> )	Sigxy(kN/m <sup>2</sup> )	SigMax(kN/m <sup>2</sup> )
1	1	5132.61	30920.77	2190.05	31105.44
1	10	-333.42	30920.77	2190.05	31073.49
1	11	-333.42	20405.3	2190.05	20634.05
1	2	5132.61	20405.3	2190.05	20713.14
2	2	3331.01	20313.02	2663.63	20721.01
2	11	545.33	20313.02	2663.63	20665.64
2	12	545.33	12997.06	2663.63	13542.92
2	3	3331.01	12997.06	2663.63	13682.46
3	3	1924.13	12865.11	2583.55	13444.49
3	12	632.69	12865.11	2583.55	13388.38
3	13	632.69	6376.24	2583.55	7367.34
3	4	1924.13	6376.24	2583.55	7560.47
4	4	629.61	6208.34	2562.77	7206.89
4	13	248.25	6208.34	2562.77	7158.74
4	14	248.25	87.79	2562.77	2732.04
4	5	629.61	87.79	2562.77	2935.74
5	5	-629.61	-87.79	2562.77	2218.35
5	14	-248.25	-87.79	2562.77	2396
5	15	-248.25	-6208.34	2562.77	702.15
5	6	-629.61	-6208.34	2562.77	368.94

#### SİSTEMİN YER DEĞİŞTİRMELERİ:

Nokta	Ux(m)	Uy(m)
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0
10	0.000286	0.000507
11	0.00024	0.000332
12	0.000217	0.00021
13	0.000206	0.000102
14	0.000203	0
15	0.000206	-0.000102
16	0.000217	-0.00021
17	0.00024	-0.000332
18	0.000286	-0.000507
19	0.000728	0.000898
20	0.000697	0.000647
21	0.000671	0.000413
22	0.000656	0.000202
23	0.000651	0
24	0.000656	-0.000202
64	0.005116	0.001992
65	0.00511	0.001465
66	0.005105	0.000963
67	0.005103	0.000477
68	0.005102	0
69	0.005103	-0.000477
70	0.005105	-0.000963
71	0.00511	-0.001465
72	0.005116	-0.001992
73	0.006204	0.002021
74	0.006208	0.001489
75	0.006211	0.000979
76	0.006213	0.000485
77	0.006213	0
78	0.006213	-0.000485
79	0.006211	-0.000979
80	0.006208	-0.001489
81	0.006204	-0.002021

$\delta_x = 6.2 \text{ mm}$  (hata: %0)  
 $\sigma_{yy} = 30921 \text{ kN/m}^2$  (hata %0.03)