

33. Üçgen levha-düzlem gerilme örnek çözümleri

Örnek 33.1: Şekil 33.1 deki, kalınlığı 20 cm olan betonarme perdenin malzemesi C25/30 betondur. Tepe noktasında 1000 kN yatay yük etkimektedir.

- a) 1 noktasındaki σ_{yy} gerilmesi
- b) Tepe noktasının δ_x yatay yer değiştirmesi

hesaplanacaktır.

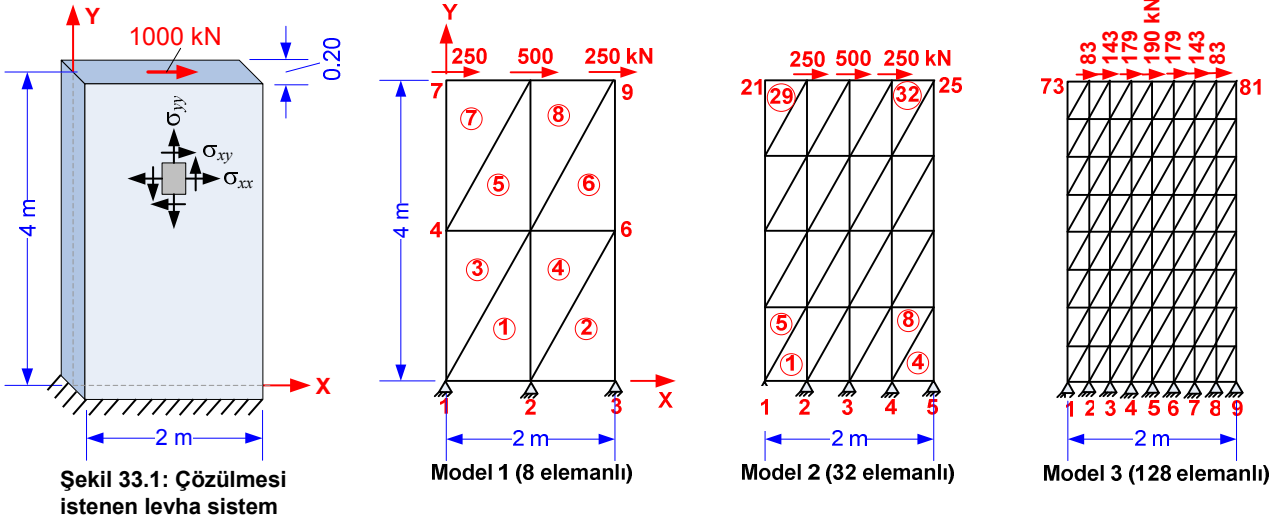
Malzeme: C25/30 betonu için $E=30.10^6$ kN/m², $\nu=0.2$ dir(TS500-2000).

Teorik çözüm¹: $\delta_x = 6.2$ mm, $\sigma_{yy} = 30000$ kN/m²

Aşağıdaki üç farklı modelin sonuçları özetlenecektir.. Model 1 de sadece 8 eleman 9 nokta, model 2 de 32 eleman 25 nokta, üçüncü modelde 128 eleman 81 nokta vardır.

Mesnet koşulları: En alt noktalar yer değiştiremez.

Parabolik kayma gerilmesi dağılımını sağlamak amacıyla 1000 kN yükü düğümlere dağıtıldı



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

ÖRNEK 33.1 Üçgen Levha-Düzlem gerilme-Model-1

SİSTEM:Levha(düzlem gerilme)
Nokta sayısı: 9, Eleman sayısı: 8
Yüklü nokta sayısı: 3, Sınır koşullu nokta sayısı: 3
Denklem sayısı: 18, Bilinmeyen yayısı: 30, Hiperstatiklik derecesi: 12

REAKSİYONLAR:						
Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
1	74.78	-2004.67				
2	-160.8	9.34				
3	-913.98	1995.33				

GERİLMELER:					
Eleman	Nokta	Sigxx(kN/m ²)	Sigyy(kN/m ²)	Sigxy(kN/m ²)	SigMax(kN/m ²)
1		6.3	31.48	5844.28	5863.18
2		-1673.8	-8368.98	5792.17	1668.57
3		311.23	8358.13	-760.35	8429.34
4		-254.27	-20.63	-876.09	746.4
5		-1370.43	-50.18	3581.36	2931.38
6		-804.62	-2772.41	3674.38	2015.31
7		-570.97	2716.12	1358.06	3204.61
8		-587.19	106.47	1386.21	1188.58

SİSTEMİN YER DEĞİŞTİRMELERİ:		
Nokta	Ux(m)	Uy(m)
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0.00098	0.000553
5	0.000935	2E-6
6	0.000927	-0.000536
7	0.002647	0.000742
8	0.00261	1.7E-5
9	0.00259	-0.00071

HESAP SÜRESİ: 0.0969 Saniye

$\delta_x = 2.6$ mm (hata: %58)
 $\sigma_{yy} = 8358$ kN/m² (hata: %72)

¹ Girkmann, K., Flächentragwerke, Sayfa 51, Springer, 1963.

33. Üçgen levha-düzlem gerilme örnek çözümleri

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

ÖRNEK 33.1 Üçgen Levha-Düzlem gerilme-Model-2

SİSTEM:Levha(düzlem gerilme)
Nokta sayısı: 25, Eleman sayısı: 32
Yüklü nokta sayısı: 3, Sınır koşullu nokta sayısı: 5
Denklem sayısı: 50, Bilinmeyen yayısı: 106, Hiperstatiklik derecesi: 56

REAKSİYONLAR:

Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
1	-95.64	-1566.51				
2	-98.49	-849.9				
3	-86.55	-5.36				
4	-15.04	826.45				
5	-703.48	1595.32				

GERİLMELER:

Eleman Nokta	Sigxx(kN/m ²)	Sigyy(kN/m ²)	Sigxy(kN/m ²)	SigMax(kN/m ²)
1	1754.03	8770.15	6285.06	12459.9
2	-12.69	-63.45	6104.27	6066.25
3	-1758.96	-8794.8	6182.33	1836.28
4	-3766.93	-18834.64	6535.84	-1327.01
5	1075.07	18760.05	-1595.32	18902.81
6	850.09	8589.37	-781.83	8667.56
7	377.64	14.62	-880.81	1095.45
8	8.56	-8441.3	-1849.54	395.66
9	-1409.97	6334.86	4460.38	8369.27
10	-876.74	-44.75	5812.75	5366.87

SİSTEMİN YER DEĞİŞTİRMELERİ:

Nokta	Ux(m)	Uy(m)
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0.000547	0.000618
7	0.000503	0.000281
8	0.000488	-2E-6
9	0.000495	-0.000281
10	0.000523	-0.000603
11	0.001567	0.001048
12	0.001535	0.000501
13	0.001519	2E-6
14	0.00152	-0.000494
15	0.001539	-0.001037
16	0.002929	0.001308
17	0.002909	0.000635
18	0.002897	6E-6
19	0.002893	-0.000621
20	0.002899	-0.001294
21	0.004449	0.001389
22	0.004451	0.00068
23	0.004458	1.4E-5
24	0.004439	-0.00066
25	0.004425	-0.001381

HESAP SÜRESİ: 0.2161 Saniye

$$\delta_x = 4.5 \text{ mm (hata: \%27)}$$

$$\sigma_{yy} = 18760 \text{ kN/m}^2 \text{ (hata: \%37)}$$

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

ÖRNEK 33.1 Üçgen Levha-Düzlem gerilme-Model-3

SİSTEM:Levha(düzlem gerilme)
Nokta sayısı: 81, Eleman sayısı: 128
Yüklü nokta sayısı: 7, Sınır koşullu nokta sayısı: 9
Denklem sayısı: 162, Bilinmeyen yayısı: 402, Hiperstatiklik derecesi: 240

REAKSİYONLAR:

Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
1	-170.58	-952.15				
2	-67.26	-909.27				
3	-69.86	-576.26				
4	-68.74	-281.12				
5	-65.39	-1.62				
6	-59.24	276.59				
7	-47.94	566.96				
8	-24.47	888.06				
9	-426.51	988.81				

GERİLMELER:

Eleman Nokta	Sigxx(kN/m ²)	Sigyy(kN/m ²)	Sigxy(kN/m ²)	SigMax(kN/m ²)
1	3778.45	18892.25	5556.27	20715.05
2	2374.75	11873.73	5085.1	14002.39
3	1145.47	5727.33	4852.75	8002.73
4	-13.86	-69.29	4782.75	4741.26
5	-1172.16	-5860.81	4850.5	1870.83
6	-2394.04	-11970.19	5069.86	-208.65
7	-3764.37	-18821.86	5490.52	-1974.98
8	-5431.44	-27157.18	6197.61	-3787.81
9	1189.94	26973.53	-733.56	26994.38
10	1422.58	18421.07	-58.54	18421.27
11	1213.03	11641.39	167.97	11644.1
12	795.44	5657.32	215.46	5666.85
13	324.91	-1.53	149.53	383.04
14	-75.37	-5641.45	-37	-75.13
15	-290.76	-11549.53	-411.48	-275.74
16	-228.89	-18114.77	-1177.74	-151.67

SİSTEMİN YER DEĞİŞTİRMELERİ:

Nokta	Ux(m)	Uy(m)
67	0.004642	0.000432
68	0.00464	4E-6
69	0.00464	-0.000425
70	0.00464	-0.00086
71	0.004643	-0.001312
72	0.004646	-0.001785
73	0.005645	0.001816
74	0.005645	0.001338
75	0.005646	0.000882
76	0.005647	0.000439
77	0.005647	5E-6
78	0.005645	-0.000431
79	0.005643	-0.000874
80	0.00564	-0.001332
81	0.005638	-0.001814

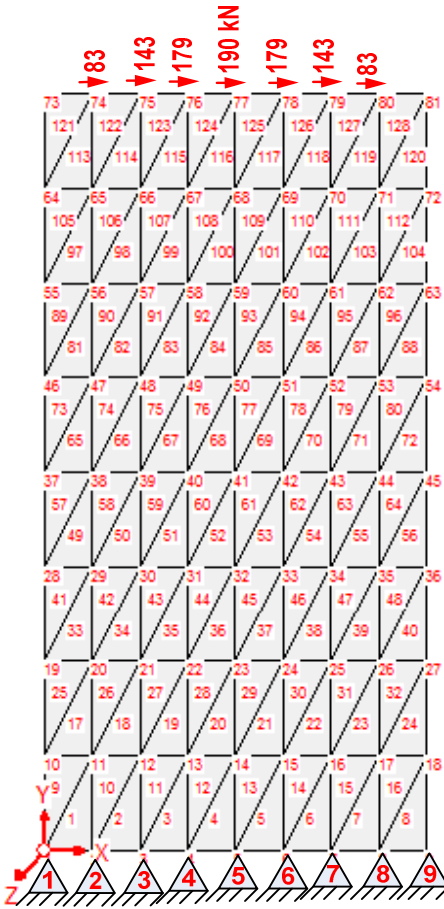
$$\delta_x = 5.6 \text{ mm (hata: \%10)}$$

$$\sigma_{yy} = 26974 \text{ kN/m}^2 \text{ (hata: \%10)}$$

33. Üçgen levha-düzlem gerilme örnek çözümleri

Üçgen eleman sorunları: üçgen elemanlarla nasıl düzenlenişine bağlı olarak sonuçlar çok farklı olabilir. Bunu gösterebilmek için aşağıda görülen 3 farklı modelin sonuçları kısmen verilmiştir. Sonuçların incelenmesinden:

1. Model 3 ve model 4 de 1 ve 9 noktalarındaki reaksiyonlar çok farklıdır, bunlar mutlak değerce aynı olmalıydı.
2. Model 5 in 1 ve 9 noktasında reaksiyonlar mutlak değerce aynıdır.
3. Sistemin tepe noktalarına uygulanan yatay yüklerin toplamı 1000 kN dır, düşey yük yoktur. Her üç modelde de Mesnetlerde oluşan reaksiyonların toplamı bu yüke eşittir, yani, yatay ve düşey denge sağlanmaktadır.
4. Her üç modelde de birbirine komşu olan 1 ve 9 nolu elemanlarda gerilmeler birbirinden çok farklıdır. Bunun nedeni eleman sayısının azlığı ve teoride eleman içinde her noktada sabit gerilme varsayımıdır.
5. Örnek 3.1 de açıklandığı gibi, tepe noktasındaki yer değiştirme ve 1 noktasındaki gerilme teorik olarak $\delta_x = 6.2 \text{ mm}$, $\sigma_{yy} = 30000 \text{ kN/m}^2$ dır. Her üç çözümden bulunan değerler teorik çözüme yakın fakat farklıdır. Bu, eleman sayısının azlığından kaynaklanmaktadır.
6. Üçgen eleman ağına bağlı olarak sonuçların değişmesi kuvvet metodundan kaynaklanmamaktadır. Yer değiştirme metodunda da üçgen eleman modelleri farklı sonuçlar verir.
7. Üçgen eleman yerine dörtgen eleman kullanmak daha iyi sonuç verir. Ancak karmaşık geometri sistemlerde üçgen eleman gerekli olur. Otomatik modelleme yapan profesyonel programların çoğunluğu, karmaşık geometrinin üstesinden gelebilmek için, üçgen elemanlar kullanılır.



Model 3 (128 eleman)

REAKSİYONLAR:

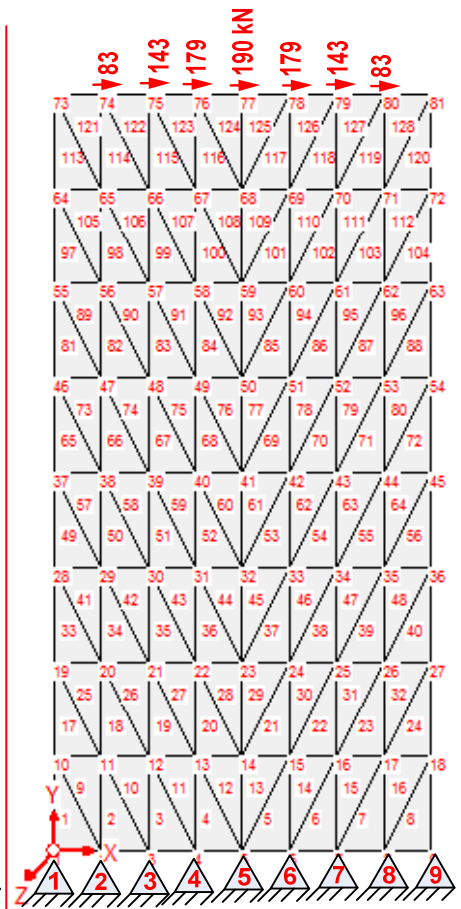
Nokta	R _x (kN)	R _y (kN)
1	-170.58	-952.15
2	-67.26	-909.27
3	-69.86	-576.26
4	-68.74	-281.12
5	-65.39	-1.62
6	-59.24	276.59
7	-47.94	566.96
8	-24.47	888.06
9	-426.51	988.81
Toplam:	-999.99	000.00



Model 4 (128 eleman)

REAKSİYONLAR:

Nokta	R _x (kN)	R _y (kN)
1	-426.51	-988.81
2	-24.47	-888.06
3	-47.94	-566.96
4	-59.24	-276.59
5	-65.39	1.62
6	-68.74	281.12
7	-69.86	576.26
8	-67.26	909.27
9	-170.58	952.15
Toplam:	-999.99	000.00



Model 5 (128 eleman)

REAKSİYONLAR:

Nokta	R _x (kN)	R _y (kN)
1	-424.96	-985.22
2	-24.28	-885.01
3	-47.47	-564.76
4	-58.47	-274.59
5	110.36	0
6	-58.47	274.59
7	-47.47	564.76
8	-24.28	885.01
9	-424.96	985.22
Toplam:	-1000.00	000.00

33. Üçgen levha-düzlem gerilme örnek çözümleri

Model 3

GERİLMELER:

Eleman Nokta	Sigxx(kN/m ²)	Sigyy(kN/m ²)	Sigxy(kN/m ²)	SigMax(kN/m ²)	SigMin(kN/m ²)
1	3778.45	18892.25	5556.27	20715.05	1955.64
9	1189.94	26973.53	-733.56	26994.38	1169.08

Hata : %10

Model 4

GERİLMELER:

Eleman Nokta	Sigxx(kN/m ²)	Sigyy(kN/m ²)	Sigxy(kN/m ²)	SigMax(kN/m ²)	SigMin(kN/m ²)
1	5431.44	27157.18	6197.61	28800.8	3787.81
9	228.89	18114.77	-1177.74	18191.98	151.67

Hata : %9

Model 5

GERİLMELER:

Eleman Nokta	Sigxx(kN/m ²)	Sigyy(kN/m ²)	Sigxy(kN/m ²)	SigMax(kN/m ²)	SigMin(kN/m ²)
1	5412.43	27062.13	6173.35	28698.73	3775.83
9	227.47	18052.54	-1175.29	18129.7	150.31

Hata : %10

Model 3

YER DEĞİŞTİRMELER:

Nokta	Ux(m)	Uy(m)
77	0.005647	5E-6

Hata : %10

Model 4

YER DEĞİŞTİRMELER:

Nokta	Ux(m)	Uy(m)
77	0.005647	-5E-6

Hata : %10

Model 5

YER DEĞİŞTİRMELER:

Nokta	Ux(m)	Uy(m)
77	0.005629	0

Hata : %10

33. Üçgen levha-düzlem gerilme örnek çözümleri

Örnek 33.2:

Şekil 33.2 de görülen, 8x3 m boyutlu ve 0.20 m kalınlığındaki betonarme perde rijit temele oturmaktadır. Beton sınıfı C25/30 dur. Levhaya etkiyen yükler üst yapıdaki kolon, duvar ve döşemelerden gelmektedir. Bu yüklerden perdede oluşan σ_{xx} , σ_{yy} ve σ_{xy} gerilmeleri hesaplanacak ve bazı kesitlerdeki dağılımları çizilecektir.

Bu örneğin amacı simetriden yararlanmayı, sınır koşullarının ve yüklerin modellenmesini, sonuçların yorumlanmasını kavratmaktır.

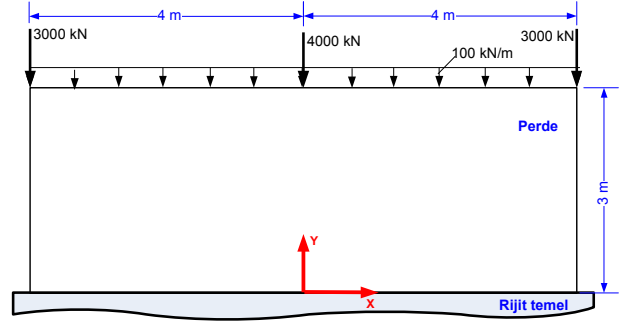
Sistem Y eksenine göre simetrik, şekil 33.3 deki yarısıyla hesap yapılabilir. Perde rijit temele oturduğundan, alt kenar üzerindeki noktalar düşey ve yatay yönde yer değiştiremez. Simetri eksenini üzerindeki noktalar ise yatay yer değiştiremez ama düşey yer değiştirebilir.

Sistemin yarısının 50 elemanlı SEM modeli Şekil 33.4 de gösterilmiştir. Alt kenar üzerindeki noktalar yatay ve düşey yönde, sol kenar üzerindeki noktalar yatay yönde yer değiştiremeyecek şekilde mesnetleşmiştir. 0.80 m lik boyda yayılı olan yükün eşdeğer tekil değeri $100 \cdot 0.80 = 80$ kN düğümlere aktarılmıştır.

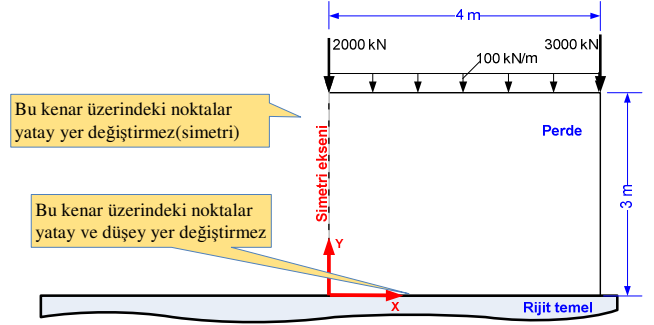
Sistemin 36 noktası vardır, serbestlik derecesi $36 \cdot 2 = 72$ dir. Elle çözüm yapılamayacak kadar büyük, gerilmelerin doğru olması için küçüktür. Çözüm SEM2015 programı ile yapılmış ve sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Malzeme:

C25/30 betonu için $E=30 \cdot 10^6$ kN/m², $\nu=0.2$ (TS500-2000).



Şekil 33.2: Çözülmesi istenen levha sistem



Şekil 33.3: Çözülecek eşdeğer sistem

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

Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu 2015

ÖRNEK 33.2 Üçgen Levha-Düzlem gerilme

SİSTEM:Levha(düzlem gerilme)

Nokta sayısı: 36, Eleman sayısı: 50

Yüklü nokta sayısı: 6, Sınır koşullu nokta sayısı: 11

Denklemler sayısı: 72, Bilinmeyen yayısı: 167, Hiperstatiklik derecesi: 95

REAKSİYONLAR:

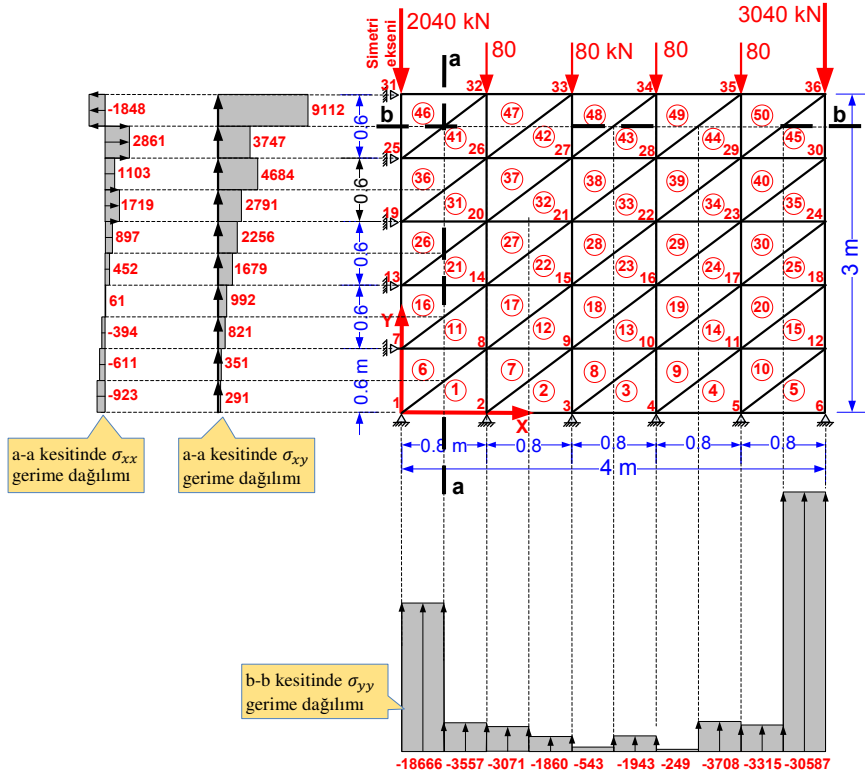
Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
1	27.34	436.49				
2	-63.61	757.77				
3	44.9	703.02				
4	195.65	924.4				
5	229.66	1436.74				
6	-207.56	1141.58				
7	8.98					
13	-131.93					
19	-351.23					
25	-592.03					
31	839.83					

33. Üçgen levha-düzlem gerilme örnek çözümleri

GERİLMELER:					
Eleman	Nokta	Sigxx(kN/m ²)	Sigyy(kN/m ²)	Sigxy(kN/m ²)	SigMax(kN/m ²)
1		-923.06	-4615.28	291.28	-900.22
2		-828.59	-4142.97	76.53	-826.83
3		-1146.04	-5730.2	-369.56	-1116.44
4		-1904.51	-9522.55	-453.6	-1877.6
5		-2777.2	-13886	511.63	-2753.69
6		-610.61	-5674.62	350.57	-586.46
7		-1325.72	-4695.81	432.98	-1270.98
8		-1665.01	-4310.25	-399.64	-1605.95
9		-1303.61	-5761.72	-1507.27	-841.84
10		-94.71	-9160.59	-1762.63	235.93
11		-394.16	-4592.37	821.43	-239.16
12		-1103.77	-3586.05	753.22	-893.09
13		-1818.37	-5077.06	40.7	-1817.86
14		-2062.58	-9556.54	-751.24	-1988.01
15		-1395.05	-15662.25	-605.7	-1369.38
16		61.13	-6553.62	991.92	206.67
17		-1079.22	-4729.38	971.37	-836.82
18		-1715.01	-3708.3	-285.92	-1674.81
19		-1384.02	-4990.19	-2005.41	-490.3
20		498.92	-9044.24	-2872.32	1296.74
21		451.83	-4600.11	1679.14	959.02
22		-690.7	-2786.78	1699.75	258.14
23		-1743.99	-3853.2	697.91	-1533.97
24		-2217.85	-9159.33	-904.68	-2101.88
25		-1453.81	-18807.89	-1321.86	-1353.7
26		897.47	-8556.92	2256.28	1408.32
27		-156.06	-4721.69	1825.82	484.28
28		-822.97	-2813.23	34.36	-822.38
29		-1090.45	-3722.49	-2555.47	467.96
30		1186.89	-8478.38	-4704.12	3098.37
31		1718.91	-4449.71	2791.35	2794.48
32		379.1	-2045.85	2667.47	2096.73
33		-703.4	-2215.34	1947.43	629.64
34		-1903.23	-7786.43	-101.05	-1901.5
35		-1858.46	-23705.13	-1825.54	-1706.97
36		1103.47	-12342.64	4684.35	2574.47
37		1685.85	-4456.32	2508.62	2580.21
38		2255.72	-1670.53	378.7	2291.91
39		965.2	-1881.62	-2704.51	2598.01
40		2296.78	-6946.43	-7249.33	6272.38
41		2860.58	-3557.1	3747.14	4585.06
42		2205.12	-1860	2885.51	3702.07
43		2201.26	-1942.83	3265.08	3996.27
44		599.84	-3708.44	3808.36	2821.08
45		-2431.33	-30586.97	-1926.46	-2300.13
46		-1848.23	-18666.25	9111.66	2141.7
47		5291.47	-3070.92	1607.64	5589.88
48		8787.02	-543.62	-263.85	8794.47
49		10669.51	-249.18	-1853.21	10975.48
50		2568.61	-3314.69	-9884.04	9939.46

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	-0.000111
8	1.4E-5	-8.9E-5
9	4E-6	-8E-5
10	-1.8E-5	-0.00011
11	-2.2E-5	-0.000183
12	2.5E-5	-0.000267
13	0	-0.000242
14	3.7E-5	-0.000179
15	3.3E-5	-0.000147
16	7E-6	-0.000204
17	-3E-6	-0.000366
18	5.8E-5	-0.000574
19	0	-0.000417
20	7E-5	-0.000273
21	9.1E-5	-0.0002
22	8.4E-5	-0.000274
23	7.4E-5	-0.00054
24	0.000151	-0.000945
25	0	-0.000668
26	9.5E-5	-0.000369
27	0.000164	-0.000242
28	0.000233	-0.000316
29	0.000269	-0.000688
30	0.000367	-0.001411
31	0	-0.001034
32	5E-5	-0.000451
33	0.000208	-0.000288
34	0.000445	-0.000364
35	0.000731	-0.000765
36	0.000817	-0.002013

HESAP SÜRESİ: 0.3734 Saniye



33. Üçgen levha-düzlem gerilme örnek çözümleri

Örnek 33.3:

Şekil 33.5 de görülen, 8x3 m boyutlu ve 0.20 m kalınlığındaki betonarme perde rijit kolonlara oturmaktadır. Beton sınıfı C25/30 dur. Levhaya etkiyen yükler üst yapıdaki kolon, duvar ve döşemelerden gelmektedir. Bu yüklerden perdede oluşan σ_{xx} , σ_{yy} ve σ_{xy} gerilmeleri hesaplanacak ve bazı kesitlerdeki dağılımları çizilecektir.

Bu örneğin amacı simetriden yararlanmayı, sınır koşullarının ve yüklerin modellenmesini, sonuçların yorumlanmasını kavratmaktır.

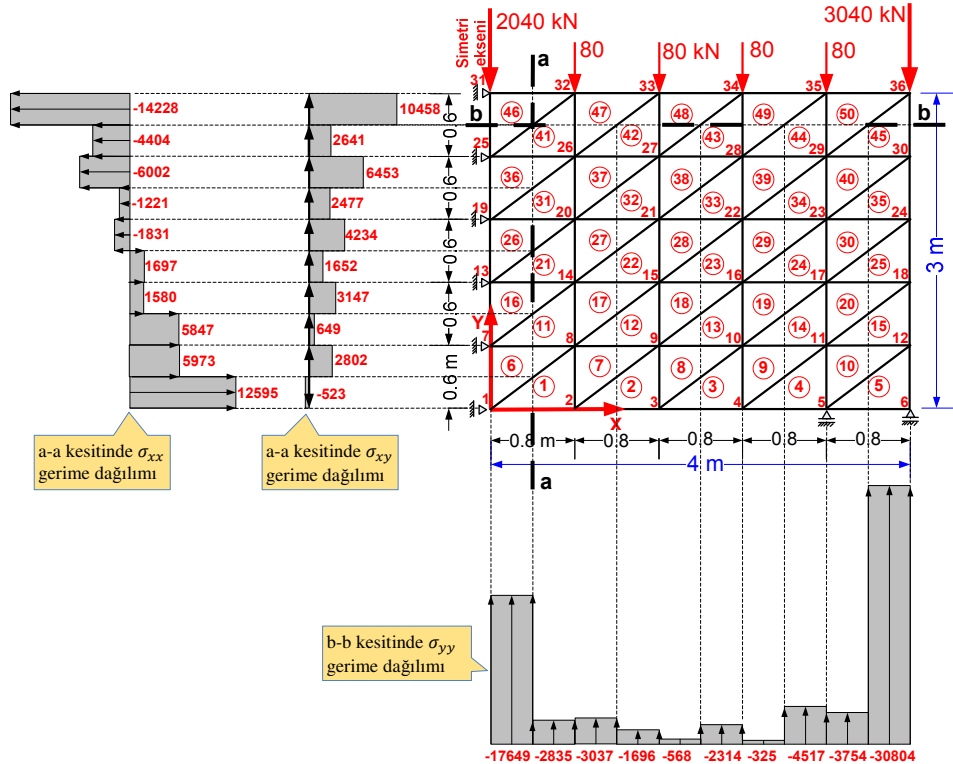
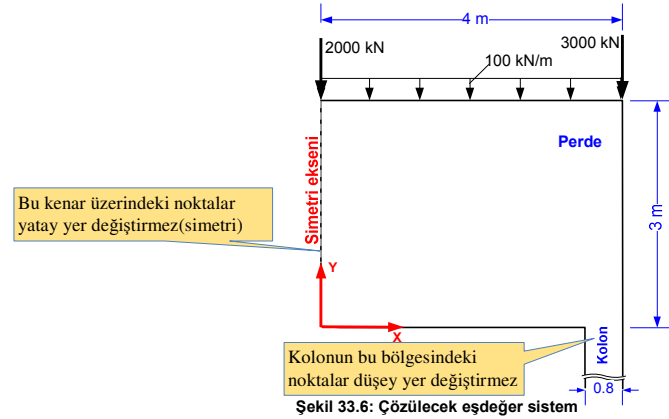
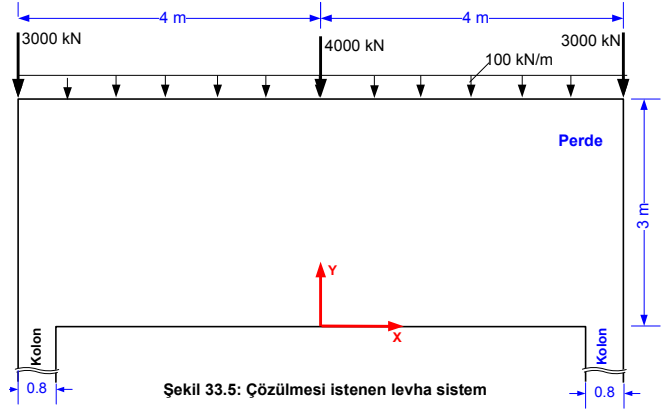
Sistem Y eksenine göre simetriktir, şekil 33.6 da görülen yarısıyla hesap yapılabilir. Perdenin kolonlara oturduğu noktalar düşey yönde yer değiştiremez. Simetri eksenindeki noktalar ise yatay yer değiştiremez ama düşey yer değiştirebilir.

Eşdeğer sistemin 50 elemanlı SEM modeli Şekil 33.7 de gösterilmiştir. Alt kenarın kolona oturan noktaları düşey yönde, sol kenar üzerindeki noktalar yatay yönde yer değiştiremeyecek şekilde mesnetleşmiştir. 0.80 m lik boyda yayılı olan yükün eşdeğer tekil değeri $100 \cdot 0.80 = 80$ kN düşümlere aktarılmıştır.

Sistemin 36 noktası vardır, serbestlik derecesi $36 \cdot 2 = 72$ dir. Elle çözüm yapılamayacak kadar büyük, gerilmelerin doğru olması için küçüktür. Çözüm SEM2015 programı ile yapılmış, a-a ve b-b kesitlerdeki gerilme dağılımları şekil 33.7 de verilmiştir.

Malzeme:

C25/30 betonu için $E=30 \cdot 10^6$ kN/m², $\nu=0.2$ (TS500-2000).



Şekil 33.7: SEM modeli

Yorum:

Komşu elemanlarda ani gerilme sıçramaları vardır. Bu, üçgen elemanın her noktasında gerilmenin sabit olmasından kaynaklanmaktadır (CST eleman). Sistemin eleman sayısı arttıkça sıçramalar azalır. Bazı araştırmacılar bir noktadaki gerilmeyi o noktada birleşen elemanların gerilmelerinin ortalaması olarak almayı önermektedirler.

33. Üçgen levha-düzlem gerilme örnek çözümleri

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

Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu 2015

ÖRNEK 33.3 Üçgen Levha-Düzlem gerilme

SİSTEM:Levha(düzlem gerilme)

Nokta sayısı: 36, Eleman sayısı: 50

Yüklü nokta sayısı: 6, Sınır koşullu nokta sayısı: 8

Denklemler sayısı: 72, Bilinmeyen sayısı: 158, Hiperstatiklik derecesi: 86

REAKSİYONLAR:

Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
5		4713.14				
6		686.86				
1	-979.87					
7	-736.88					
13	-283.63					
19	6.05					
25	303.16					
31	1691.17					

GERİLMELER:

Eleman	Nokta	Sigxx(kN/m ²)	Sigyy(kN/m ²)	Sigxy(kN/m ²)	SigMax(kN/m ²)
1		12595.23	691.48	-523.23	12618.18
2		9484.71	286.42	-87.67	9485.55
3		5902.41	-2721.26	1147.82	6052.58
4		-767.99	-24338.56	9435.47	2543.77
5		-6097.73	-12015.78	-4573.3	-3609.66
6		5973.37	392.42	2801.94	7137.33
7		4047.07	-1018.15	2856.12	5331.73
8		1987.42	-1213.04	2774.39	3590
9		2036.39	-3494.47	3854.99	4015.27
10		579.52	-24069.06	-5438.16	1726
11		5847.45	-237.16	648.92	5915.89
12		4163.44	-436.3	2281.77	5103.3
13		1370.73	-4296.52	3593.86	3113.7
14		-787.21	-17612.44	6034.12	1153.08
15		1750.59	-18213.69	-2825.72	2142.83
16		1580.3	-2195.72	3147.29	3362.44
17		259.3	-1354.79	4391.7	3917.49
18		-720.43	-1413.08	4044.22	2992.27
19		54.07	-4559.86	2990.68	1524.17
20		1372.77	-17180.44	-2847.51	1799.96
21		1697.38	-1610.32	1651.62	2380.85
22		365.76	-822.5	3677.99	3497.29
23		-1201.9	-3820.43	4480.39	2156.6
24		-1731.76	-13488.99	3985.17	-508.28
25		529.09	-21398.82	-1399.33	618.03
26		-1831.74	-5794.9	4234.4	861.81
27		-2424.6	-2434.71	5378.47	2948.81
28		-2362.1	-1368.07	4558.55	2720.48
29		-1471.69	-3874.39	1920.67	-407.6
30		1278.89	-12886.86	-3483.23	2089.05
31		-1227.4	-2773.22	2476.64	594.13
32		-2158.37	-1103.59	4162.66	2564.96
33		-2568.36	-2399.4	4935.67	2452.52
34		-2676.26	-9897.22	3288.68	-1402.99
35		-1140.3	-24982.79	-1295.38	-1070.12
36		-6002.37	-10828.18	6453.14	-1525.78
37		-4333.21	-3394.38	5696.32	1851.83
38		-1899.48	-1051.81	4334.49	2879.52
39		-980.23	-2081.77	878.5	-494.13
40		1871.58	-8987.66	-6001.65	4535.2
41		-4403.79	-2835.29	2640.96	-864.59
42		-3993.48	-1695.69	3003.6	371.25
43		-2151.95	-2314.16	4510.17	2277.84
44		-1467.31	-4517.17	5510.63	2725.49
45		-2491.77	-30804.42	-1760.53	-2382.72
46		-14228.41	-17648.76	10468.32	-5331.5
47		-5410.62	-3036.66	3972.38	-77.7
48		1643.67	-568.26	2287.11	3078.19
49		7792.01	-325.36	101.09	7793.27
50		2347.38	-3754.23	-9594.11	9364.06

SİSTEMİN YER DEĞİŞTİRMELERİ:

Nokta	Ux(m)	Uy(m)
1	0	-0.002472
2	0.000332	-0.002272
3	0.000584	-0.00186
4	0.000755	-0.00122
5	0.000865	0
6	0.000766	0
7	0	-0.002488
8	0.000157	-0.002309
9	0.000271	-0.001893
10	0.00033	-0.001298
11	0.000403	-0.000484
12	0.000547	-0.000216
13	0	-0.002538
14	5.4E-5	-0.002337
15	6.8E-5	-0.001918
16	5.6E-5	-0.001389
17	8.2E-5	-0.000833
18	0.00021	-0.000587
19	0	-0.002647
20	-1.8E-5	-0.002376
21	-7E-5	-0.001936
22	-0.000125	-0.001461
23	-0.000144	-0.001096
24	-4.1E-5	-0.001017
25	0	-0.002839
26	-0.000102	-0.002426
27	-0.0002	-0.001949
28	-0.000245	-0.001498
29	-0.00026	-0.001283
30	-0.000162	-0.001512
31	0	-0.003136
32	-0.000285	-0.002466
33	-0.000413	-0.001967
34	-0.000367	-0.001536
35	-0.000157	-0.001367
36	-7.4E-5	-0.002119

HESAP SÜRESİ: 0.3947 Saniye