

26. Düzlem kafes örnek çözümleri



26. Düzlem kafes örnek çözümleri

Örnek 26.1: Çelik borulardan imal edilecek olan Şekil 26.1 deki düzlem kafes sistemin eleman kuvvetleri, reaksiyonları, gerilmeleri ve düğüm yer değiştirmeleri hesaplanacak, yer değiştirmiş geometrisi çizilecektir.

Yapı çeliğinin elastisite modülü: $E=2.1 \cdot 10^8 \text{ kN/m}^2$

Kesit alanı: $A = \frac{\pi}{4} (0.216^2 - 0.204^2) = 395841 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2$

SEM2015, ©Ahmet TOPÇU, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimari Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu 2015

ÖRNEK 26.1 Düzlem kafes-izostatik

SİSTEM:Düzlem kafes
Nokta sayısı: 3, Eleman sayısı: 2
Yüklü nokta sayısı: 1, Sınır koşullu nokta sayısı: 2
Denklemler sayısı: 6, Bilinmeyen sayısı: 6, Hiperstatiklik derecesi: 0

MALZEME BİLGİLERİ:

No	E(kN/m ²)	Nu	Ro(t/m ³)	Alfa(1/°C)	Malzeme
1	210000000	0.3	7.85	1.2E-5	Yapı çeliği

KESİT BİLGİLERİ:

No	A(m ²)	J(m ⁴)	Iy(m ⁴)	Iz(m ⁴)	Kesit
1	0.00395841	4.368E-5	2.184E-5	2.184E-5	Halka

KOORDİNATLAR:

Nokta	X(m)	Y(m)	Z(m)
1	3	0	0
2	0	3	0
3	0	0	0

ELEMAN-NOKTA BAĞI:

Eleman	Tip	i Noktası	j noktası	k noktası	L noktası	Mal No	Kesit No	Mafsal tipi
1	10	1	3	0	0	1	1	00
2	10	1	2	0	0	1	1	00

DÜĞÜM TEKİL YÜKLERİ:

Nokta	Px(kN)	Py(kN)	Pz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
1	0	-100	0	0	0	0

SINIR KOŞULLARI:

Nokta	Ux(m)	Uy(m)	Uz(m)	Dönme X(rad)	Dönme Y(rad)	Dönme Z(rad)
2	0	0	Serbest	Serbest	Serbest	Serbest
3	0	0	Serbest	Serbest	Serbest	Serbest

ELEMAN YEREL KUVVETLERİ:

Eleman	Nokta	Normal(kN)
1	1	100
	3	-100
2	1	-141.42
	2	141.42

REAKSİYONLAR:

Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
2	-100	100	0	0	0	0
3	100	0	0	0	0	0

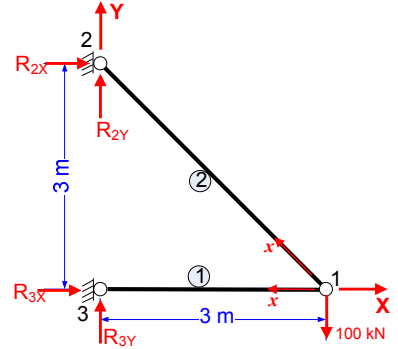
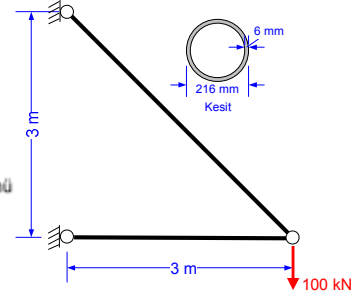
GERİLMELER:

Eleman	Sigxx(kN/m ²)
1	-25262.67
2	35726.81

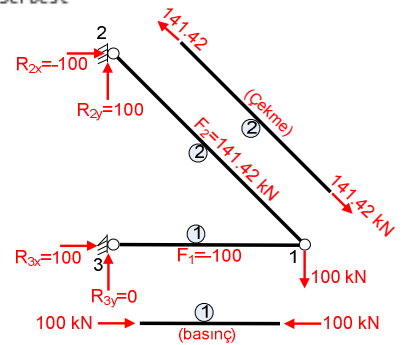
SİSTEMİN YER DEĞİŞTİRMELERİ:

Nokta	Ux(m)	Uy(m)	Uz(m)	Dönme X(rad)	Dönme Y(rad)	Dönme Z(rad)
1	-0.000361	-0.001382	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0

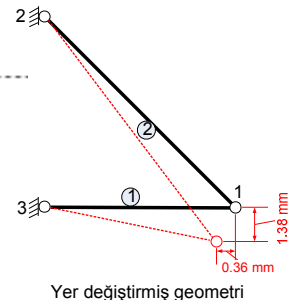
HESAP SÜRESİ: 0.0241 Saniye



Şekil 26.1: Çözülmesi istenen düzlem kafes sistem ve numaralandırma



Eleman ve reaksiyon kuvvetleri



Yer değiştirmiş geometri

26. Düzlem kafes örnek çözümleri

Örnek 26.2: Çelik borulardan imal edilecek olan Şekil 26.2 deki düzlem kafes sistemin eleman kuvvetleri, reaksiyonları, gerilmeleri ve düğüm yer değiştirmeleri hesaplanacak, yer değiştirmiş geometrisi çizilecektir.

Yapı çeliğinin elastisite modülü: $E=2.1 \cdot 10^8 \text{ kN/m}^2$.

Kesit alanı: $A = \frac{\pi}{4} (0.216^2 - 0.204^2) = 395841 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2$

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

Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu 2015

ÖRNEK 26.2 Düzlem kafes-Hiperstatik

SİSTEM:Düzlem kafes

Nokta sayısı: 4, Eleman sayısı: 3

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

Denklemler sayısı: 8, Bilinmeyen sayısı: 9, Hiperstatiklik derecesi: 1

MALZEME BİLGİLERİ:

No	E(kN/m ²)	Nu	Ro(t/m ³)	Alfa(1/°C)	Malzeme
1	210000000	0.3	7.85	1.2E-5	Yapı çeliği

KESİT BİLGİLERİ:

No	A(m ²)	J(m ⁴)	Iy(m ⁴)	Iz(m ⁴)	Kesit
1	0.00395841	4.368E-5	2.184E-5	2.184E-5	Halka

KOORDİNATLAR:

Nokta	X(m)	Y(m)	Z(m)
1	3	0	0
2	0	3	0
3	0	0	0
4	3	3	0

ELEMAN-NOKTA BAĞI:

Eleman	Tip	i Noktası	j noktası	k noktası	L noktası	Mal No	Kesit No	Mafsalsı tipi
1	10	1	3	0	0	1	1	00
2	10	1	2	0	0	1	1	00
3	10	1	4	0	0	1	1	00

DÜĞÜM TEKİL YÜKLERİ:

Nokta	Px(kN)	Py(kN)	Pz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
1	-179.12	-652.14	0	0	0	0

SINIR KOŞULLARI:

Nokta	Ux(m)	Uy(m)	Uz(m)	Dönme X(rad)	Dönme Y(rad)	Dönme Z(rad)
2	0	0	Serbest	Serbest	Serbest	Serbest
3	0	0	Serbest	Serbest	Serbest	Serbest
4	0	0	Serbest	Serbest	Serbest	Serbest

ELEMAN YEREL KUVVETLERİ:

Eleman	Nokta	Normal(kN)
1	1	277.09
	3	-277.09
2	1	-138.54
	2	138.54
3	1	-554.17
	4	554.17

REAKSİYONLAR:

Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
2	-97.97	97.97	0	0	0	0
3	277.09	0	0	0	0	0
4	0	554.17	0	0	0	0

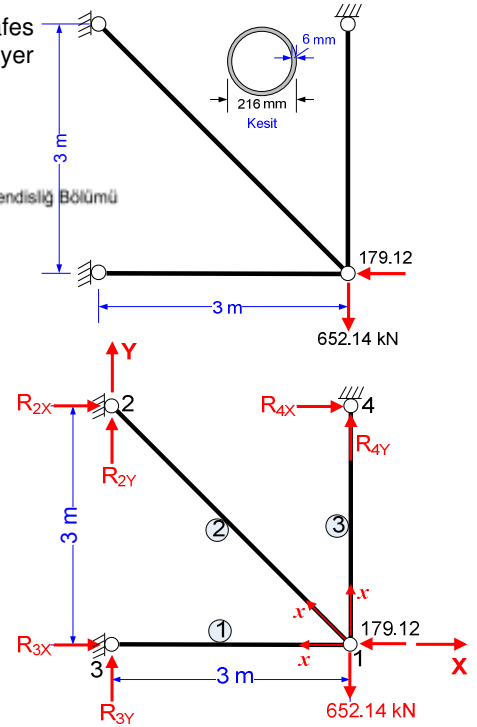
GERİLMELER:

Eleman	Sigxx(kN/m ²)
1	-69999.23
2	35000
3	139999.23

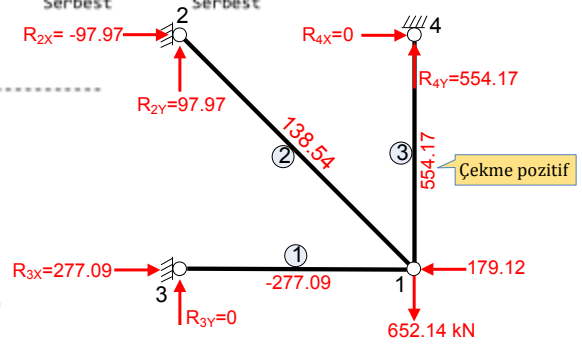
SİSTEMİN YER DEĞİŞTİRMELERİ:

Nokta	Ux(m)	Uy(m)	Uz(m)	Dönme X(rad)	Dönme Y(rad)	Dönme Z(rad)
1	-0.001	-0.002	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0

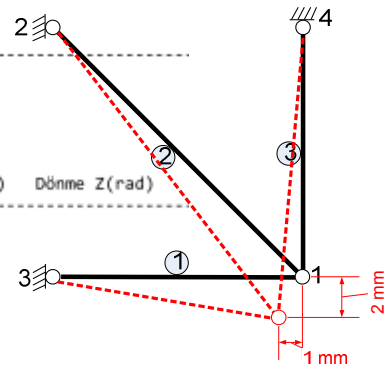
HESAP SÜRESİ: 0.0351 Saniye



Şekil 26.2: Çözülmesi istenen düzlem kafes sistem ve numaralandırma



Eleman ve reaksiyon kuvvetleri



Yer değiştirmiş geometri

26. Düzlem kafes örnek çözümleri

Örnek 26.3: Çelik borulardan imal edilecek olan Şekil 26.3 deki düzlem kafes sistemin eleman kuvvetleri, reaksiyonları, gerilmeleri ve düğüm yer değiştirmeleri hesaplanacak, yer değiştirmiş geometrisi çizilecektir.

Yapı çeliğinin elastisite modülü: $E=2.1 \cdot 10^8 \text{ kN/m}^2$.

Kesit alanı: $A = \frac{\pi}{4} (0.216^2 - 0.204^2) = 395841 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2$

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

Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu 2015

ÖRNEK 26.3 Düzlem kafes-mesnet çökmesi

SİSTEM:Düzlem kafes

Nokta sayısı: 4, Eleman sayısı: 3

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

Denklemler sayısı: 8, Bilinmeyen sayısı: 9, Hiperstatiklik derecesi: 1

MALZEME BİLGİLERİ:

No	E(kN/m ²)	Nu	Ro(t/m ³)	Alfa(1/°C)	Malzeme
1	210000000	0.3	7.85	1.2E-5	Yapı çeliği

KESİT BİLGİLERİ:

No	A(m ²)	J(m ⁴)	Iy(m ⁴)	Iz(m ⁴)	Kesit
1	0.00395841	4.368E-5	2.184E-5	2.184E-5	Halka

KOORDİNATLAR:

Nokta	X(m)	Y(m)	Z(m)
1	3	0	0
2	0	3	0
3	0	0	0
4	3	3	0

ELEMAN-NOKTA BAĞI:

Eleman	Tip	i Noktası	j noktası	k noktası	L noktası	Mal No	Kesit No	Mafsal tipi
1	10	1	3	0	0	1	1	00
2	10	1	2	0	0	1	1	00
3	10	1	4	0	0	1	1	00

DÜĞÜM TEKİL YÜKLERİ:

Nokta	Px(kN)	Py(kN)	Pz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
1	-179.12	-652.14	0	0	0	0

SINIR KOŞULLARI:

Nokta	Ux(m)	Uy(m)	Uz(m)	Dönme X(rad)	Dönme Y(rad)	Dönme Z(rad)
2	0.003	0	Serbest	Serbest	Serbest	Serbest
3	-0.004	0	Serbest	Serbest	Serbest	Serbest
4	0	0	Serbest	Serbest	Serbest	Serbest

ELEMAN YEREL KUVVETLERİ:

Eleman	Nokta	Normal(kN)
1	1	-124.62
	3	124.62
2	1	429.56
	2	-429.56
3	1	-955.88
	4	955.88

REAKSİYONLAR:

Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
2	303.74	-303.74	0	0	0	0
3	-124.62	0	0	0	0	0
4	0	955.88	0	0	0	0

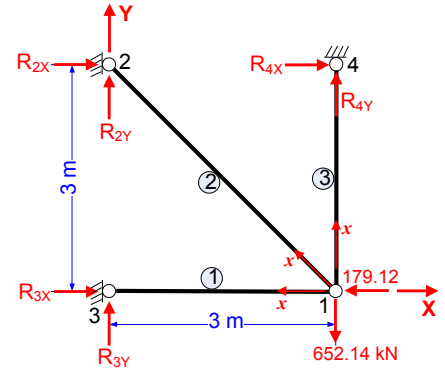
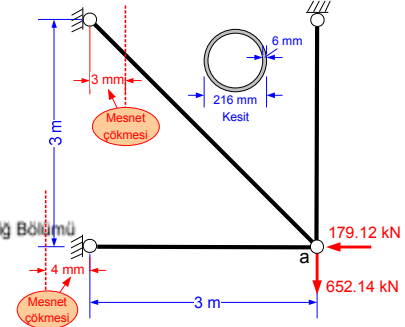
GERİLMELER:

Eleman	Sigxx(kN/m ²)
1	31483.09
2	-108517.68
3	241481.55

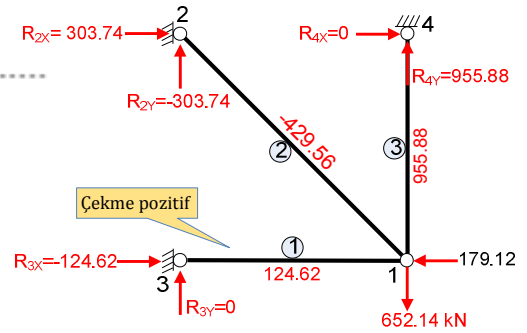
SİSTEMİN YER DEĞİŞTİRMELERİ:

Nokta	Ux(m)	Uy(m)	Uz(m)	Dönme X(rad)	Dönme Y(rad)	Dönme Z(rad)
1	-0.00355	-0.00345	0	0	0	0
2	0.003	0	0	0	0	0
3	-0.004	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0

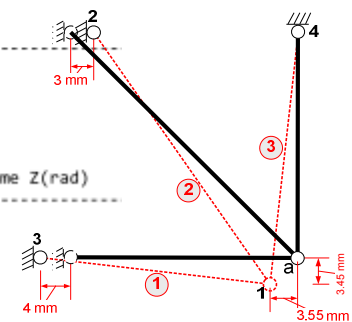
HESAP SÜRESİ: 0.0363 Saniye



Şekil 26.3: Çözülmesi istenen düzlem kafes sistem ve numaralandırma



Eleman ve reaksiyon kuvvetleri



Yer değiştirmiş sistem

26. Düzlem kafes örnek çözümleri

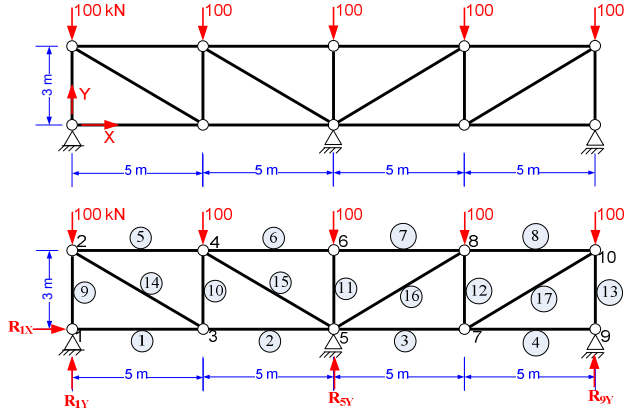
Örnek 26.4: Şekil 26.4 de verilen düzlem kafes sistemin¹ malzemesi çeliktir. Eleman kuvvetleri, reaksiyonlar, gerilmeler ve düğüm yer hesaplanacaktır.

Çelik elastisite modülü: $E=2.1 \cdot 10^8 \text{ kN/m}^2$.

Kesit alanı:

$A = 20 \text{ cm}^2$ (dikme ve diyagonal elemanlarda)

$A = 30 \text{ cm}^2$ (alt ve üst başlık elemanlarında)



Şekil 26.4: Çözülmesi istenen düzlem kafes sistem ve numaralandırma

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

Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu, Sürüm: 2015-17 Temmuz 2016

ÖRNEK 26.4 Düzlem kafes-Arbabi, S. 202

SİSTEM:Düzlem kafes

Nokta sayısı: 10, Eleman sayısı: 17

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

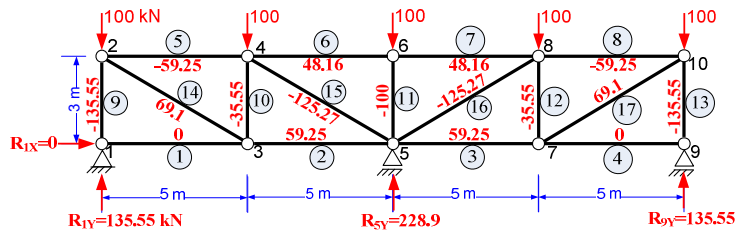
Denklem sayısı: 20, Bilinmeyen yayısı: 21, Hiperstatiklik derecesi: 1

ELEMEN YEREL KUVVETLERİ:			GERİLMELER:		SİSTEMİN YER DEĞİŞTİRMELERİ:		
Eleman	Nokta	Normal(kN)	Eleman	Sigxx(kN/m ²)	Nokta	Ux(m)	Uy(m)
1	1	0	1	0	1	0	0
	3	0	2	19750.85	2	0.000558	-0.000968
2	3	-59.25	3	19750.85	3	0	-0.003763
	5	59.25	4	0	4	8.8E-5	-0.004017
3	5	-59.25	5	-19750.85	5	0.00047	0
	7	59.25	6	16053.85	6	0.00047	-0.000714
4	7	0	7	16053.85	7	0.000941	-0.003763
	9	0	8	-19750.85	8	0.00052	-0.004017
5	2	59.25	9	-67775.77	9	0.000941	0
	4	-59.25	10	-17775.77	10	0.000382	-0.000968
6	4	-48.16	11	-50000			
	6	48.16	12	-17775.77			
7	6	-48.16	13	-67775.77			
	8	48.16	14	34549.88			
8	8	59.25	15	-62632.65			
	10	-59.25	16	-62632.65			
9	1	135.55	17	34549.88			

HESAP SÜRESİ: 0.126 Saniye

REAKSİYONLAR:		
Nokta	Rx (kN)	Ry (kN)
5	0	228.9
1	0	135.55
9	0	135.55

----->9 nolu eleman burkuldu(135.55 kN>73.6930461948006 kN)
 2 -135.55
 10 3 35.55
 4 -35.55
 11 5 100
 ----->11 nolu eleman burkuldu(100 kN>73.6930461948006 kN)
 6 -100
 12 7 35.55
 8 -35.55
 13 9 135.55
 ----->13 nolu eleman burkuldu(135.55 kN>73.6930461948006 kN)
 10 -135.55
 14 3 -69.1
 2 69.1
 15 5 125.27
 ----->15 nolu eleman burkuldu(125.27 kN>19.5069828162707 kN)
 4 -125.27
 16 5 125.27
 ----->16 nolu eleman burkuldu(125.27 kN>19.5069828162707 kN)
 8 -125.27
 17 7 -69.1
 10 69.1



Çekme pozitif

Eleman ve reaksiyon kuvvetleri

¹ Bu örnek, Arbabi, F., Structural Analysis and Behaviour, McGraw Hill, 1991, Sayfa 212 den alınmıştır.

26. Düzlem kafes örnek çözümleri

Örnek 26.5: Şekil 26.5 de verilen düzlem kafes sistemin¹ eleman kuvvetleri, reaksiyonları, gerilmeleri ve düğüm yer değiştirmeleri hesaplanacaktır.

Elastisite modülü: $E=2 \cdot 10^8 \text{ kN/m}^2$.

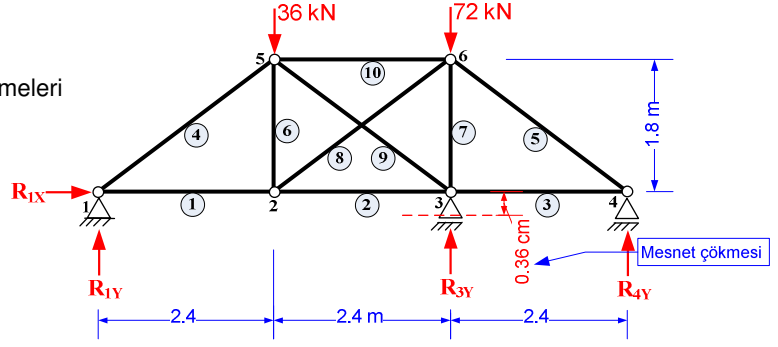
Kesit alanı:

$A = 20 \text{ cm}^2$ (1, 2, 3, 10 nolu elemanlarda)

$A = 30 \text{ cm}^2$ (4 ve 5 nolu elemanlarda)

$A = 24 \text{ cm}^2$ (6 ve 7 nolu elemanlarda)

$A = 15 \text{ cm}^2$ (8 ve 9 nolu elemanlarda)



Şekil 26.5: Çözülmesi istenen uzay kafes sistem ve numaralandırma

Diğer yükler: Sistemin 3 nolu mesnedinde 0.36 cm çökme vardır. 9 nolu çubuk üretim hatası sonucu 0.75 cm kısa kesilmiş, zorla uzatılarak 3-5 düğümlerine bağlanmıştır.

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

Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu, Sürüm: 2015-17 Temmuz 2016

ÖRNEK 26.5 Düzlem kafes-üretim hatası, mesnet çökmesi-Wang, S. 393

SİSTEM:Düzlem kafes

Nokta sayısı: 6, Eleman sayısı: 10

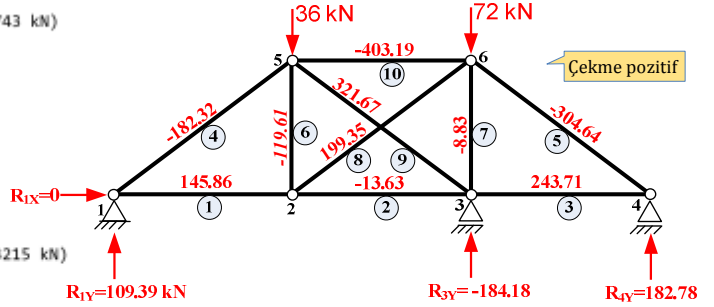
Yüklü nokta sayısı: 2, Sınır koşullu nokta sayısı: 3

Denklemler sayısı: 12, Bilinmeyen sayısı: 14, Hiperstatiklik derecesi: 2

ELEMAN YEREL KUVVETLERİ:

Eleman	Nokta	Normal(kN)
1	1	-145.86
1	2	145.86
2	2	13.63
2	3	-13.63
3	3	-243.71
3	4	243.71
4	1	182.32
4	5	-182.32
5	4	304.64
5	6	-304.64
6	2	119.61
6	5	-119.61
7	3	8.83
7	6	-8.83
8	2	-199.35
8	6	199.35
9	3	-321.68
9	5	321.68
10	5	403.2
10	6	-403.2

----->4 nolu eleman burkuldu(182.32 kN>157.91367041743 kN)
----->5 nolu eleman burkuldu(304.64 kN>157.91367041743 kN)
----->10 nolu eleman burkuldu(403.2 kN>109.662271123215 kN)



Eleman ve reaksiyon kuvvetleri

REAKSİYONLAR:

Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
1	0	109.39				
3		-184.18				
4		182.79				

GERİLMELER:

Eleman	Sigxx(kN/m ²)
1	72927.4
2	-6812.94
3	121855.17
4	-60773.55
5	-101547.16
6	-49838.67
7	-3677.86
8	132902.57
9	-285549.93
10	-201595.51

SİSTEMİN YER DEĞİŞTİRMELERİ:

Nokta	Ux(m)	Uy(m)	Uz(m)	Dönme X(rad)	Dönme Y(rad)	Dönme Z(rad)
1	0	0				
2	0.000875	-0.006209				
3	0.000793	-0.0036				
4	0.002256	0				
5	0.003854	-0.006658				
6	0.001435	-0.003633				

HESAP SÜRESİ: 0.091 Saniye

¹ Bu örnek, Wang, C., K., Intermediate Structural Analysis, McGraw-Hill, 1983, Sayfa 384-393 den alınmıştır.

26. Düzlem kafes örnek çözümleri

Örnek 26.6: Şekil 26.6 da verilen düzlem kafes sistemin¹ eleman kuvvetleri, reaksiyonları, gerilmeleri ve düğüm yer değiştirmeleri hesaplanacaktır.

Elastisite modülü: $E=2 \cdot 10^8 \text{ kN/m}^2$.

Kesit alanı: $A = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ (tüm elemanlarda)

Diğer yük: 1, 2, 3, 4, 7 nolu elemanlarda 30° C sıcaklık düşmesi vardır.

Sıcaklık genişleme katsayısı: $10^{-5} 1/^\circ\text{C}$

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

ÖRNEK 26.6 Düzlem kafes-üniform sıcaklık farkı-Reddy, S. 266-270

SİSTEM:Düzlem kafes

Nokta sayısı: 6, Eleman sayısı: 11

Yüklü nokta sayısı: 2, Sınır koşullu nokta sayısı: 2

Denklemler sayısı: 12, Bilinmeyen sayısı: 14, Hiperstatiklik derecesi: 2

ELEMAN YEREL KUVVETLERİ:

Eleman Nokta Normal(kN)

Eleman	Nokta	Normal(kN)
1	1	-44.04
1	3	44.04
2	3	-20.97
2	5	20.97
3	2	35.96
3	4	-35.96
4	4	-0.97
4	6	0.97
5	1	-24.04
5	2	24.04
6	3	-5.01
6	4	5.01
7	5	-0.97
7	6	0.97
8	1	-22.57
8	4	22.57
9	2	34
9	3	-34
10	3	1.38
10	6	-1.38
11	4	29.66
11	5	-29.66

REAKSİYONLAR:

Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
1	-40	-60				
2		60				

GERİLMELER:

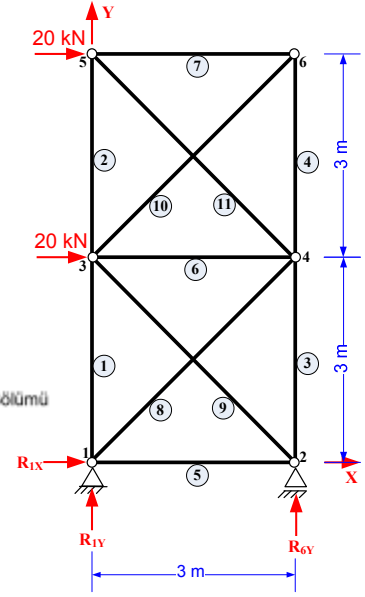
Eleman Sig_{xx}(kN/m²)

Eleman	Sig _{xx} (kN/m ²)
1	28082.89
2	-18055.26
3	-131917.11
4	-58055.26
5	48082.89
6	10027.62
7	-58055.26
8	45137.61
9	-67999.47
10	-2750.27
11	-59318.81

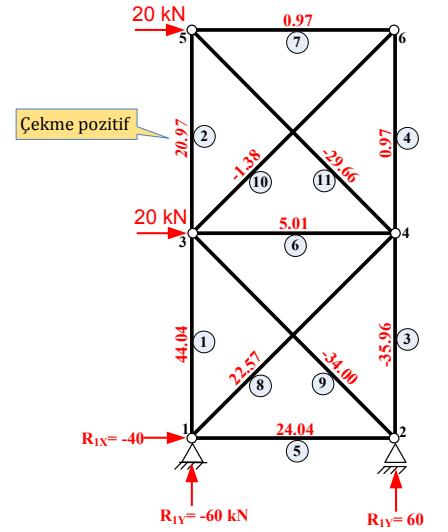
SİSTEMİN YER DEĞİŞTİRMELERİ:

Nokta	Ux(m)	Uy(m)	Uz(m)	Dönme X(rad)	Dönme Y(rad)	Dönme Z(rad)
1	0	0				
2	0.000721	0				
3	0.003182	0.000421				
4	0.003333	-0.001979				
5	0.007242	0.00015				
6	0.006371	-0.00285				

HESAP SÜRESİ: 0.0994 Saniye



Şekil 26.6: Çözülmesi istenen uzay kafes sistem ve numaralandırma



Eleman ve reaksiyon kuvvetleri

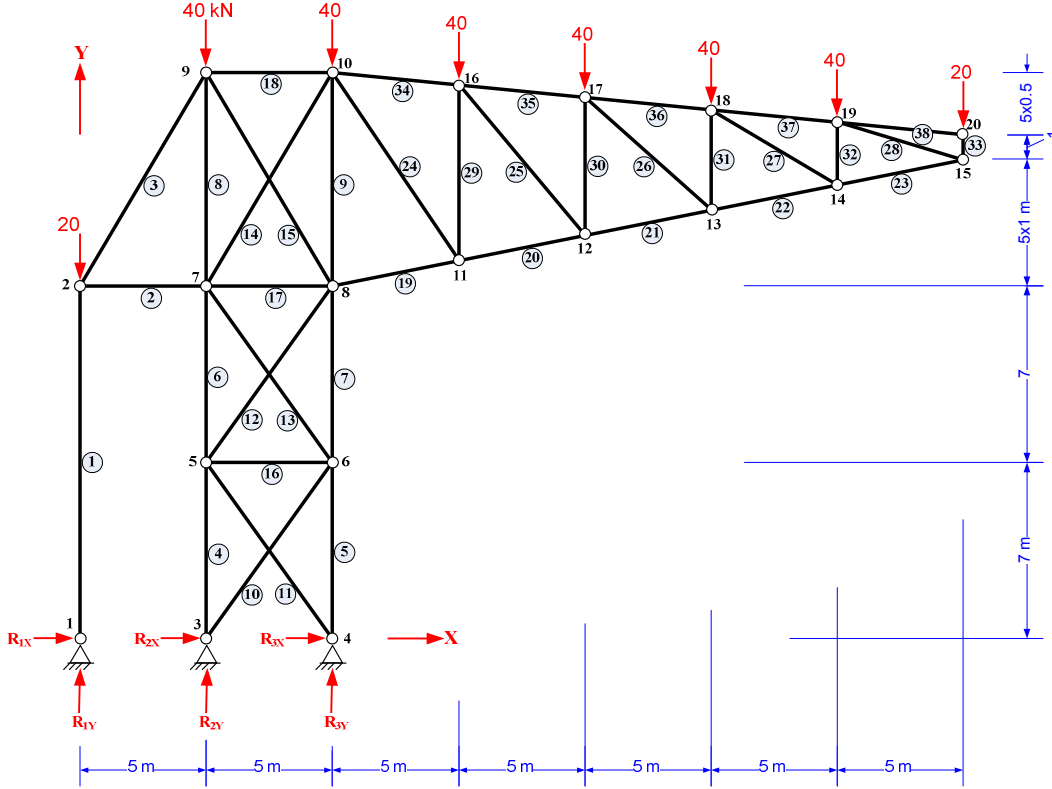
¹ Bu örnek, Reddy C. S. , Basic structural analysis, McGraw-Hill, 1993, Sayfa 266-270 den alınmıştır.

26. Düzlem kafes örnek çözümleri

Örnek 26.7: Şekil 26.7 de verilen düzlem kafes sistemi¹ çelik profillerden imal edilecektir. Eleman kuvvetleri, reaksiyonlar, gerilmeler ve düğüm yer değiştirmeleri hesaplanacaktır.

Elastisite modülü: $E=2.1 \cdot 10^8$ kN/m².

Kesit alanı: $A = 0.1$ m² (tüm elemanlarda)



Şekil 26.7: Çözülmesi istenen uzay kafes sistemi ve numaralandırma

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

Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu 2015

ÖRNEK 26.7 Düzlem Kafes-vinç-Jenkins, S. 313

SİSTEM:Düzlem kafes

Nokta sayısı: 20, Eleman sayısı: 38

Yüklü nokta sayısı: 8, Sınır koşullu nokta sayısı: 3

Denklemler sayısı: 40, Bilinmeyen sayısı: 44, Hiperstatiklik derecesi: 4

ELEMAN YEREL KUVVETLERİ:

Eleman Nokta Normal(kN)

Eleman	Nokta	Normal(kN)	Eleman	Nokta	Normal(kN)	Eleman	Nokta	Normal(kN)
1	1	-234.32	16	5	-120.42	34	10	-229.71
	2	234.32		6	120.42		16	229.71
2	2	149.6	17	7	111.98	35	16	-164.45
	7	-149.6		8	-111.98		17	164.45
3	2	-295.06	18	9	-267.96	36	17	-100.5
	9	295.06		10	267.96		18	100.5
4	3	-30.65	19	8	299.94	37	18	-40.2
	5	30.65		11	-299.94		19	40.2
5	4	386.39	20	11	233.1	38	19	0
	6	-386.39		12	-233.1		20	0
6	5	-40.65	21	12	166.88			
	7	40.65		13	-166.88			
7	6	376.39	22	13	101.98			
	8	-376.39		14	-101.98			
8	7	93.11	23	14	40.79			
	9	-93.11		15	-40.79			
9	8	205.64	24	11	-118.17			
	10	-205.64		10	118.17			
10	3	97.44	25	12	-101.43			
	6	-97.44		16	101.43			
11	4	97.44	26	13	-85.61			
	5	-97.44		17	85.61			
12	5	109.73	27	14	-69.97			
	8	-109.73		18	69.97			
13	6	109.73	28	15	-41.76			
	7	-109.73		19	41.76			
14	7	-51.59	29	11	111.43			
	10	51.59		16	-111.43			
15	8	233.44	30	12	90.91			
	9	-233.44		17	-90.91			

REAKSİYONLAR:

Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)
1	0	-234.32
3	56.64	48.64
4	-56.64	465.68

* Bu örnek Jenkins, W., M., Structural analysis using computers, Longman, 1990, Sayfa: 313 den alınmıştır.

26. Düzlem kafes örnek çözümleri

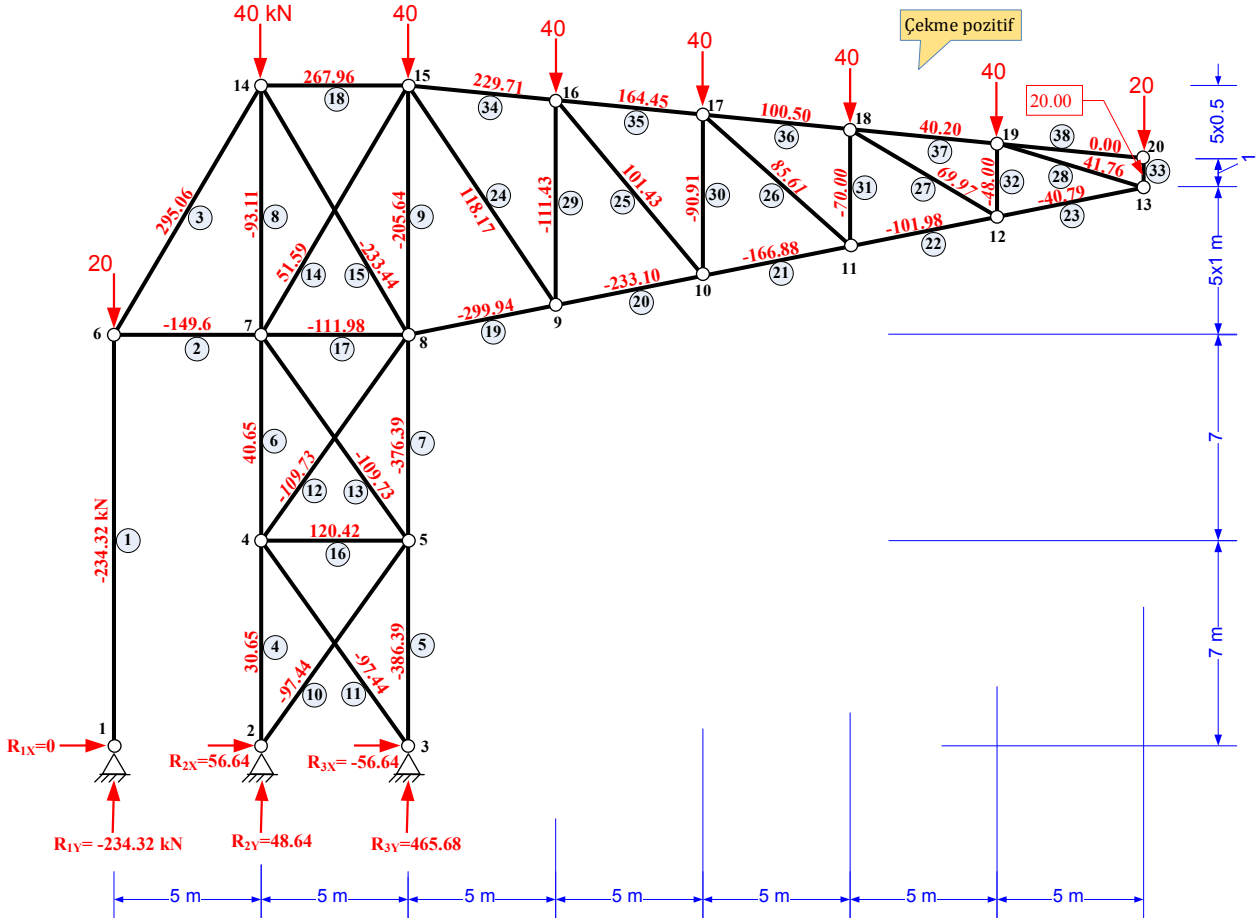
GERİLMELER:

Eleman	σ_{xx} (kN/m ²)
1	2343.21
2	-1496
3	2950.58
4	306.48
5	-3863.9
6	406.5
7	-3763.88
8	-931.08
9	-2056.43
10	-974.39
11	-974.39
12	-1097.31
13	-1097.31
14	515.9
15	-2334.43
16	1204.15
17	-1119.78
18	2679.61
19	-2999.42
20	-2330.98
21	-1668.77
22	-1019.8
23	-407.92
24	1181.65
25	1014.32
26	856.14
27	699.71
28	417.61
29	-1114.29
30	-909.09
31	-700
32	-480
33	-200
34	2297.11
35	1644.53
36	1004.99
37	402
38	0

SİSTEMİN YER DEĞİŞTİRMELERİ:

Nokta	U_x (m)	U_y (m)
1	0	0
2	0.000438	0.000156
3	0	0
4	0	0
5	8.3E-5	1E-5
6	0.000112	-0.000129
7	0.000403	2.4E-5
8	0.000376	-0.000254
9	0.001001	-1.4E-5
10	0.001064	-0.000337
11	0.000417	-0.00003
12	0.000475	-0.00141
13	0.000556	-0.002023
14	0.000659	-0.002664
15	0.000779	-0.003311
16	0.001067	-0.000067
17	0.00105	-0.001433
18	0.001014	-0.002036
19	0.00096	-0.00267
20	0.000896	-0.003312

HESAP SÜRESİ: 0.2668 Saniye



Eleman kuvvetleri ve reaksiyonlar

26. Düzlem kafes örnek çözümleri

Örnek 26.8: Şekil 26.8 de verilen düzlem kafes sistemin 3 nolu kayar mesnedi 45° eğimlidir. Eleman kuvvetleri, reaksiyonlar ve düğüm yer değiştirmelerini hesaplanacaktır.

Elastisite modülü $E=2.1 \cdot 10^8$ kN/m².

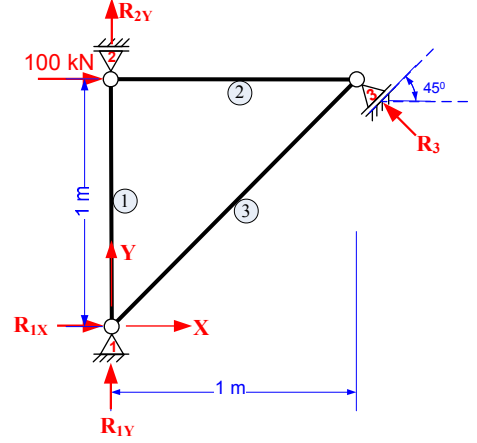
Kesit alanı $A=6 \cdot 10^{-4}$ m² (1 ve 2 nolu elemanlarda)

Kesit alanı $A=8.49 \cdot 10^{-4}$ m² (3 nolu elemanda)

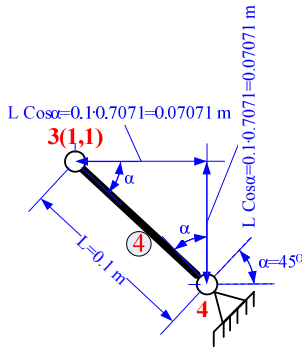
Kayar mesnedin modellenmesi:

- 1) Kayıcı mesnet sabit mesnede dönüştürülür, 4 noktasına yerleştirilir.
- 2) 3 ve 4 noktası(mesnet) arasına çok rijit(boyu değişmeyen) 4 nolu kafes eleman konur. 4 nolu elemanın çok rijit olması için boyu çok kısa, kesit alanı ve elastisite modülü çok büyük seçilir(örneğin $L=0.1$ m, $A=10^{20}$ m², $E=10^{20}$ kN/m²).
- 3) 4 noktasının koordinatları kayıcı mesnedin eğimi dikkate alınarak 3 noktasının koordinatlarından hesaplanır. 3 noktasının koordinatları 3(1,1) dir. 4 noktasının koordinatları

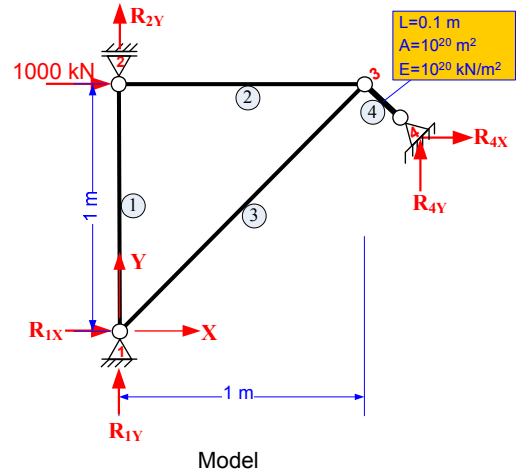
$X_1=1+0.07071=1.0707$ m, $x_2=1-0.07071=0.9293$ m olur.



Şekil 26.8: Eğik kayar mesnetli kafes sistem



Sınır koşulları: 1 ve 4 notası yatay ve dikey yer değiştiremez.



Model

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

ÖRNEK 26.8 Düzlem kafes-eğik kayıcı mesnet

SİSTEM:Düzlem kafes

Nokta sayısı: 4, Eleman sayısı: 3

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

Denklemler sayısı: 8, Bilinmeyen sayısı: 9, Hiperstatiklik derecesi: 1

ELEMAN YEREL KUVVETLERİ:

Eleman	Nokta	Normal(kN)
1	1	0
	2	0
2	2	100
	3	-100
3	1	-70.71
	3	70.71
4	4	70.71
	3	-70.71

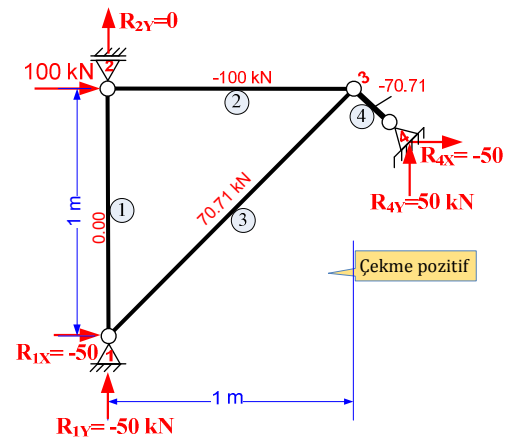
REAKSİYONLAR:

Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
1	-50	-50				
2		0				
4	-50	50				

SİSTEMİN YER DEĞİŞTİRMELERİ:

Nokta	Ux(m)	Uy(m)	Uz(m)	Dönme X(rad)	Dönme Y(rad)
1	0	0			
2	0.00119	0			
3	0.000397	0.000397			
4	0	0			

HESAP SÜRESİ: 0.0346 Saniye



Eleman ve reaksiyon kuvvetleri

R₃ reaksiyonu:

$$R_3 = \sqrt{(-50)^2 + 50^2} = 70.71 \text{ kN}$$