

## 29. Düzlem çerçeve örnek çözümleri

**Örnek 29.1:** NPI200 profili ile imal edilecek olan sağdaki düzlem çerçeveyi normal, kesme ve moment diyagramları çizilecektir.

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

**NPI200 kesit bilgileri(Profil tablolarından):**

Kesit alanı  $A=334 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$

Atalet momenti  $I_z=214 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4$

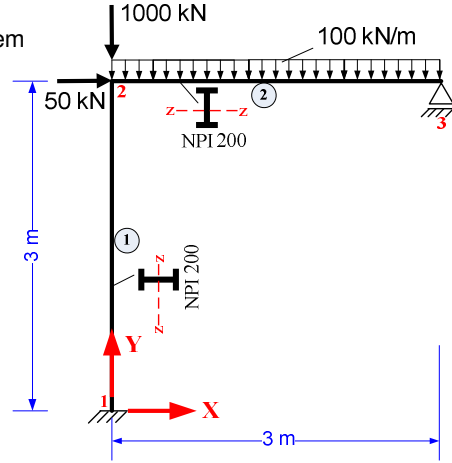
Kesit yüksekliği  $h_y = 0.2 \text{ m}$

Gövde et kalınlığı  $s=0.0075 \text{ m}$

Tabla et kalınlığı  $t=0.0113 \text{ m}$

Kesme alanı  $A_y=s(h_2-t)= 0.001415 \text{ m}^2$  (gövde alanı)

Kesit ağırlık merkezinin üst life mesafesi  $e_y = \frac{h_y}{2} = 0.1 \text{ m}$



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

## Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu 2015

## ÖRNEK 29.1 Düzlem çerçeve-ortogonal elemanlı

SİSTEM:Düzlem çerçeve

Nokta sayısı: 3, Eleman sayısı: 2

Yüklü nokta sayısı: 1, Sınır koşullu nokta sayısı: 2

Denklemler sayısı: 9, Bilinmeyen sayısı: 10, Hiperstatiklik derecesi: 1

## ELEMAN YEREL KUVVETLERİ:

Eleman	Nokta	Normal(kN)	Vy(kN)	Mz(kNm)
1	1	1140.02	50	120.05
	2	-1140.02	-50	29.95
2	2	0	140.02	-29.95
	3	0	159.98	0

## REAKSİYONLAR:

Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
1	-50	1140.02				120.05
3		159.98				

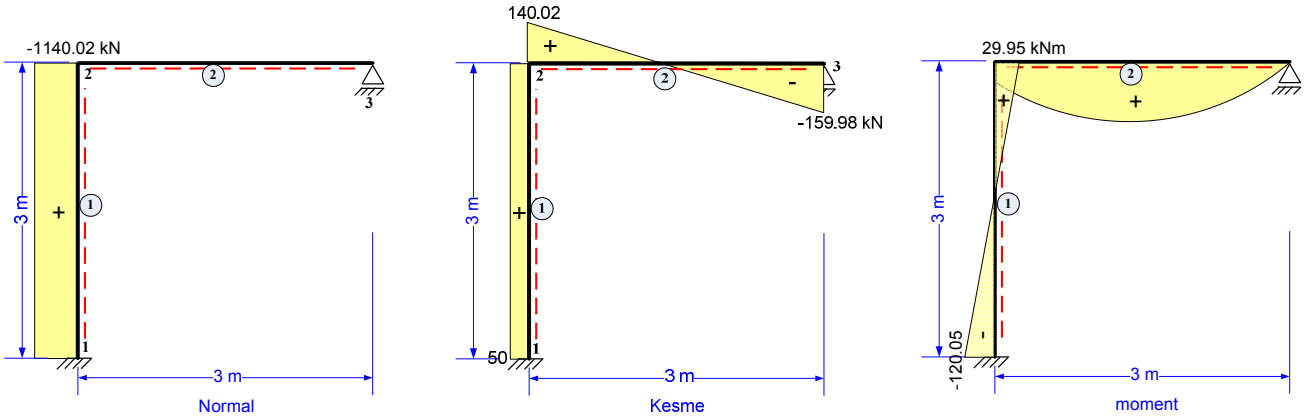
## GERİLMELER:

Eleman	Nokta	Sigxx-Üst(kN/m <sup>2</sup> )	Sigxx-Alt(kN/m <sup>2</sup> )	Sigy(kN/m <sup>2</sup> )
1	1	902298.54	-219654.04	35329.45
	2	-201363.96	-481280.54	-35329.45
2	2	-139958.29	139958.29	98933.98
	3	0	0	113842.71

## SİSTEMİN YER DEĞİŞTİRMELERİ:

Nokta	Ux(m)	Uy(m)	Uz(m)	Dönme X(rad)	Dönme Y(rad)	Dönme Z(rad)
1	0	0				0
2	0.070142	-0.004876				-0.030073
3	0.070142	0				0.029991

HESAP SÜRESİ: 0.0315 Saniye



<sup>1</sup> Kayma gerilmesi hesabı için gereklidir,  $A_y=k_y A$  dir.  $k_y$  katsayısı kesit geometrisine bağlıdır. Örneğin dikdörtgen kesitte  $k_y=2/3$  tür.  $\tau_{xy} = \sigma_{xy} = \frac{V_y}{A_y}$  (M. İnan, Mukavemet, Sayfa 159-160, 284).

<sup>2</sup> Momentten oluşan aksel gerilmenin hesabı için gereklidir.  $\sigma_{xx} = \frac{N}{A} + \frac{M_z}{I_z} y$  (Genel formül, Mukavemet). Ayrıca, farklı sıcaklık yükünden oluşan iç kuvvetlerin hesabında da kullanılır.

## 29. Düzlem çerçeve örnek çözümleri

**Örnek 29.2:** NPI200 profili ile imal edilecek olan sağdaki düzlem çerçevenin normal, kesme ve moment diyagramları çizilecektir.

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

**NPI200 kesit bilgileri(Profil tablolarından):**

Kesit alanı  $A=334 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$

Atalet momenti  $I_z=214 \cdot 10^{-7} \text{ m}^4$

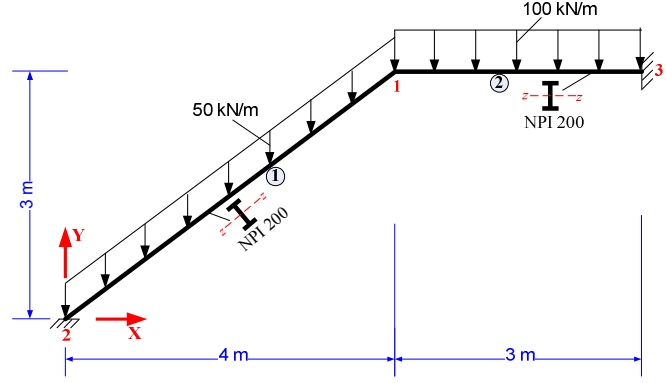
Kesit yüksekliği  $h_y = 0.2 \text{ m}$

Gövde et kalınlığı  $s=0.0075 \text{ m}$

Tabla et kalınlığı  $t=0.0113 \text{ m}$

Kesme alanı<sup>1</sup>  $A_y=s(h_y-t)=0.001415 \text{ m}^2$  (gövde alanı)

Kesit ağırlık merkezinin üst life mesafesi<sup>2</sup>  $e_y = \frac{h_y}{2} = 0.1 \text{ m}$



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

### Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu 2015

#### ÖRNEK 29.2 Düzlem çerçeve-eğik elemanlı

SİSTEM:Düzlem çerçeve

Nokta sayısı: 3, Eleman sayısı: 2

Yüklü nokta sayısı: 0, Sınır koşullu nokta sayısı: 2

Denklemler sayısı: 9, Bilinmeyen yayısı: 12, Hiperstatiklik derecesi: 3

#### ELEMAN YEREL KUVVETLERİ:

Eleman	Nokta	Normal(kN)	Vy(kN)	Mz(kNm)
1	2	513.97	105.43	94.77
	1	-363.97	94.57	-67.64
2	1	347.92	142.72	67.64
	3	-347.92	157.28	-89.47

#### REAKSİYONLAR:

Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
2	347.92	392.72				94.77
3	-347.92	157.28				-89.47

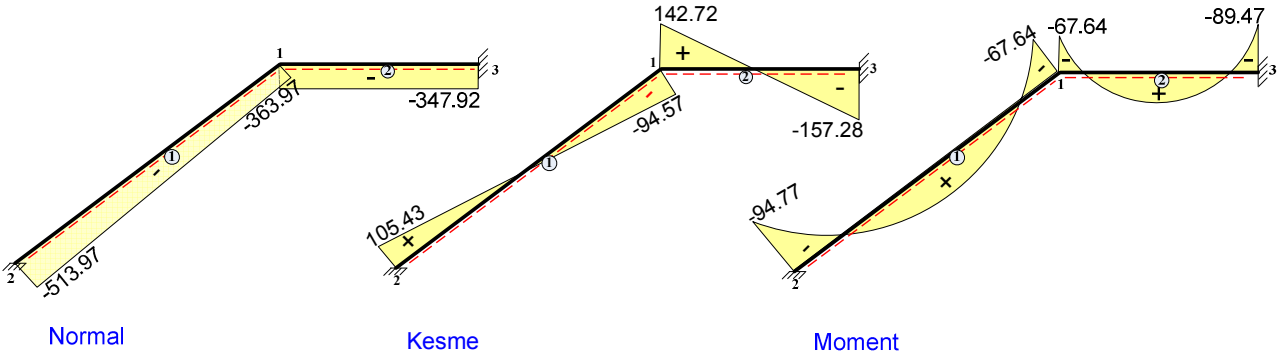
#### GERİLMELER:

Eleman	Nokta	Sigxx-Üst(kN/m <sup>2</sup> )	Sigxx-Alt(kN/m <sup>2</sup> )	Sigxy(kN/m <sup>2</sup> )
1	2	596732.94	-288967.37	74493.51
	1	-425025.09	207079.88	66824.28
2	1	420219.74	-211885.23	100846.25
	3	-522238.61	313904.1	111130.43

#### SİSTEMİN YER DEĞİŞTİRMELERİ:

Nokta	Ux(m)	Uy(m)	Uz(m)	Dönme X(rad)	Dönme Y(rad)	Dönme Z(rad)
1	0.001488	-0.0072				0.002371
2	0	0				0
3	0	0				0

HESAP SÜRESİ: 0.0323 Saniye



<sup>1</sup> Kayma gerilmesi hesabı için gereklidir,  $A_y=k_y A$  dir.  $k_y$  katsayısı kesit geometrisine bağlıdır. Örneğin dikdörtgen kesitte  $k_y=2/3$  tür.  $\tau_{xy} = \sigma_{xy} = \frac{V_y}{A_y}$  (M. İnan, Mukavemet, Sayfa 159-160, 284).

<sup>2</sup> Momentten oluşan eksenel gerilmenin hesabı için gereklidir.  $\sigma_{xx} = \frac{N}{A} + \frac{M_z}{I_z} y$  (Genel formül, Mukavemet). Ayrıca, farklı sıcaklık yükünden oluşan iç kuvvetlerin hesabında da kullanılır.

## 29. Düzlem çerçeve örnek çözümleri

**Örnek 29.3:** Sağda görülen düzlem çerçeve<sup>1</sup> dış yük, menet çökmesi ve farklı sıcaklık etkisindedir. 6 noktasında eksenel, 8 noktasında dönme yayı vardır. 8 ve 9 nolu elemanların alt lifinde sıcaklık artışı 70<sup>o</sup> C, üst lifinde 10<sup>o</sup> C dir. 2 noktasında aşağı doğru 3 cm, sağa doğru 5 cm mesnet hareketi vardır.

Eleman kuvvetleri, reaksiyonlar, yer değiştirmeler hesaplanacak, normal, kesme ve moment diyagramlarını çizilecektir

Elastisite modülü:  $E=21 \cdot 10^6$  kN/m<sup>2</sup>,  $\nu=0.2$ .

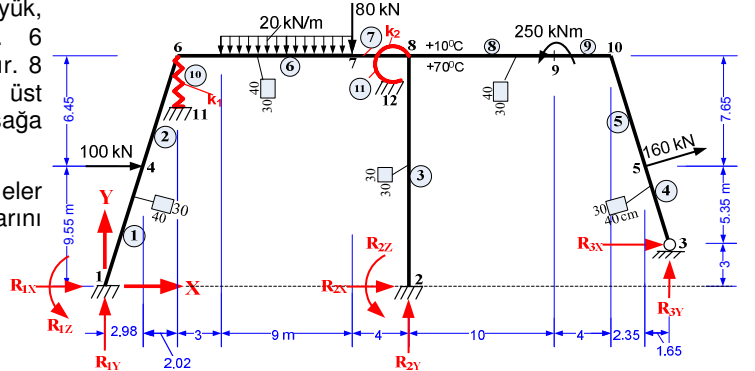
Sıcaklık genleşme katsayısı:  $3.6 \cdot 10^{-6}$  1/<sup>o</sup>C

30x30 kesitli elemanda:  $A=0.09$  m<sup>2</sup>,  $I_z=6.75 \cdot 10^{-4}$  m<sup>4</sup>

Yay sabitleri:  $k_1=150000$  kN/m,  $k_2=840000$  kNm/radyan

30x40 kesitli elemanlarda:  $A=0.12$  m<sup>2</sup>,  $I_3=16 \cdot 10^{-4}$  m<sup>4</sup>,  $h_y=0.4$  m<sup>2</sup>

**Yayların modellenmesi:** Yaylar için boyu çok kısa ( $L=0.01$  m) çerçeve eleman tanımlanır. 10 nolu yay sadece eksenel kuvvet aktarmalıdır, bunu sağlamak için elemanın her iki ucuna moment mafsalı konur. 11 nolu yay sadece moment aktarmalıdır, bunu sağlamak için yayın sisteme bağlı olduğu 8 ucuna eksenel kuvvet ve kesme mafsalı konur.



$$\underline{f}^{10} = \begin{bmatrix} \frac{1}{k_1} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad \underline{f}^{11} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{k_2} \end{bmatrix}$$

alınır.

$k_1$  yayının  
esneklik matrisi

$k_2$  yayının  
esneklik matrisi

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

### Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu 2015

#### ÖRNEK 29.3 Düzlem çerçeve - yay-çökme-farklı sıcaklık-Tezcan S. 201

SİSTEM:Düzlem çerçeve

Nokta sayısı: 12, Eleman sayısı: 11

Yüklü nokta sayısı: 4, Sınır koşullu nokta sayısı: 5

Denklem sayısı: 40, Bilinmeyen yayısı: 47, Hiperstatiklik derecesi: 7

ELEMAN YEREL KUVVETLERİ:

REAKSİYONLAR:

Eleman	Nokta	Normal(kN)	Vy(kN)	Mz(kNm)	Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
1	1	-568.41	27.45	124.45	1	-195.52	-534.43				124.45
	4	568.41	-27.45	150.11	2	0.83	199.66				-7.02
2	4	-538.55	-68.57	-150.11	3	-58.25	-89.85				
	6	538.55	68.57	-313.36	11	0	637.56				0
3	2	199.66	-0.83	-7.02	12	0	0				-334.44
	8	-199.66	0.83	-6.32							
4	3	-68.69	82.14	0							
	5	68.69	-82.14	459.88							
5	5	-68.71	-77.94	-459.88							
	10	68.71	77.94	-163.88							
6	6	-95.52	103.13	313.36							
	7	95.52	76.87	114.19							
7	7	-95.52	-156.87	-114.19							
	8	95.52	156.87	-513.3							
8	8	-94.68	42.79	185.17							
	9	94.68	-42.79	242.72							
9	9	-94.68	42.79	7.28							
	10	94.68	-42.79	163.88							
10	11	637.56	0	0							
	6	-637.56	0	0							
11	12	0	0	-334.44							
	8	0	0	334.44							

SİSTEMİN YER DEĞİŞTİRMELERİ:

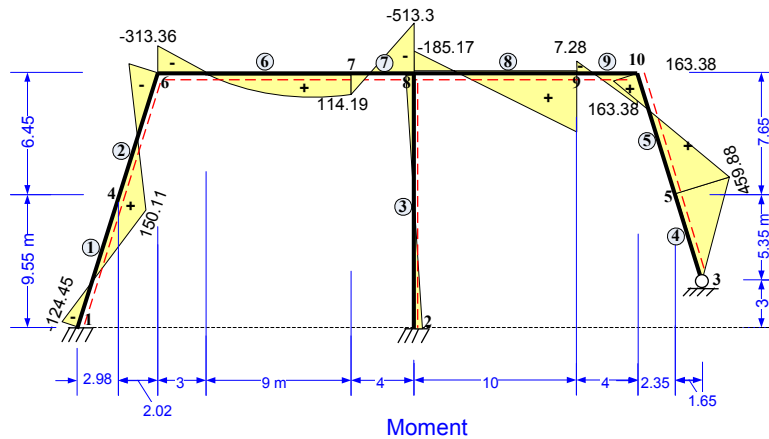
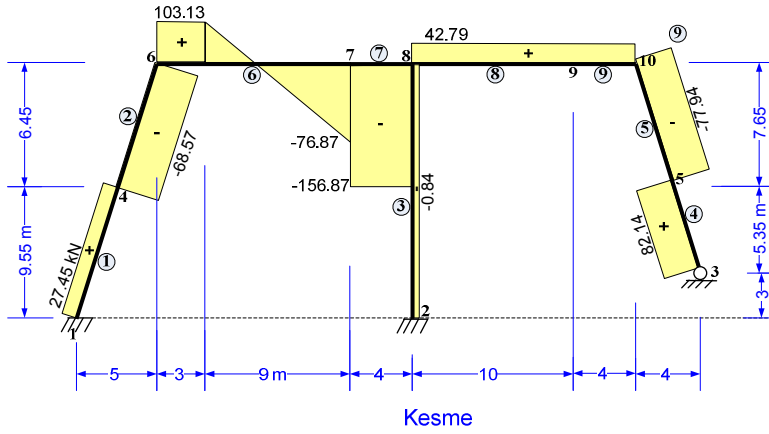
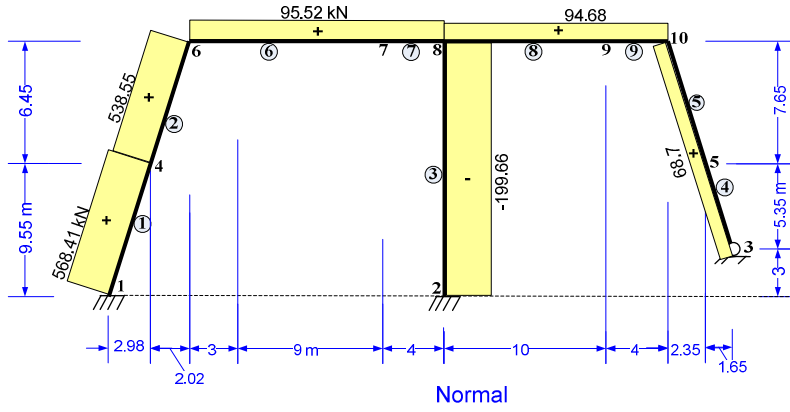
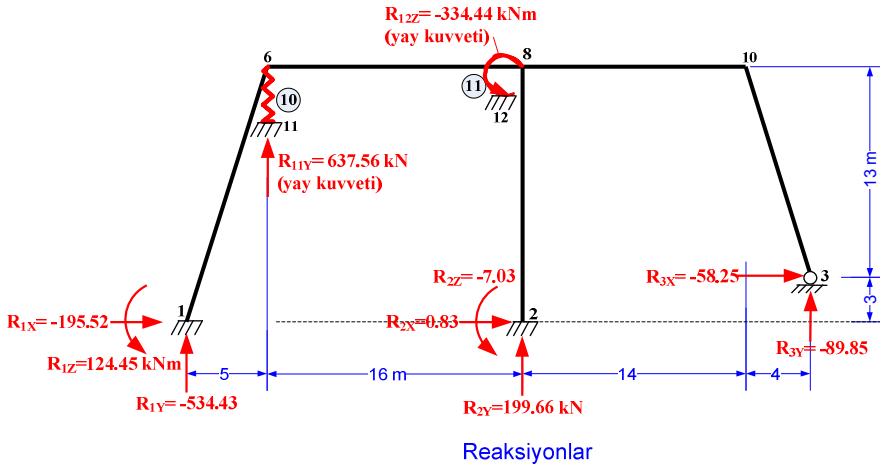
Nokta	Ux(m)	Uy(m)	Uz(m)	Dönme X(rad)	Dönme Y(rad)	Dönme Z(rad)
1	0	0				0
2	0.05	-0.03				0
3	0	0				-0.04772
4	0.047492	-0.012456				0.00382
5	0.186928	0.05781				-0.009406
6	0.026125	-0.00425				-0.0126
7	0.02658	-0.105696				0.024155
8	0.026732	-0.03169				0.000398
9	0.028547	-0.064013				0.014362
10	0.029274	0.009609				0.025844
11	0	0				0
12	0	0				0

HESAP SÜRESİ: 0.0994 Saniye

<sup>1</sup> Bu örnek, Tezcan, S., Çubuk sistemlerin elektronik hesap makineleri ile çözümü, 1970, Sayfa 201 den alınmıştır.

<sup>2</sup> Farklı sıcaklık etkisi için kesit yüksekliği gereklidir.

## 29. Düzlem çerçeve örnek çözümleri



## 29. Düzlem çerçeve örnek çözümleri

**Örnek 29.4:** Sağda görülen düzlem çerçeve dış yük, mesnet çökmesi ve üniform sıcaklık artışı etkisindedir. 1 noktasında saat yönünde 0.001 radyan dönme, 2 noktasında aşağı doğru 1 cm mesnet çökmesi vardır. İçte ve dışta sıcaklık artışı  $35^{\circ}\text{C}$  dır.

Eleman kuvvetleri, reaksiyonlar, gerilmeler, yer değiştirmeler hesaplanacak; normal, kesme ve moment diyagramları çizilecektir.

**Elastisite modülü:**  $E=2.1 \cdot 10^8 \text{ kN/m}^2$ ,  $\nu=0.3$ .

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

2NPU300 kesit bilgileri(Profil tablolarından):

**Kesit alanı:**  $A=2 \cdot 58.8=117.6 \text{ cm}^2=11.76 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

**Atalet momenti:**  $I_z=2 \cdot 8030=16060 \text{ cm}^4=16.06 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$

Kesit yüksekliği:  $h_y = 0.3 \text{ m}$

**Gövde et kalınlığı:**  $t=0.01 \text{ m}$

**Kesme alanı:**  $A_y=2 \cdot h_y t=2 \cdot 0.3 \cdot 0.01=6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$  (gövde alanı)

**Kesit ağırlık merkezinin üst life mesafesi:**  $e_y = \frac{h_y}{2} = 0.15 \text{ m}$

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

Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu, SÜRüm:2015-21.01.2017

### ÖRNEK 29.4 Düzlem çerçeve - mesnet çökmesi-üniform sıcaklık

SİSTEM:30:Düzlem çerçeve

Nokta sayısı: 5, Eleman sayısı: 4

Sınır koşullu nokta sayısı: 2, Sınır koşulu sayısı: 5

Yüklü nokta sayısı: 1, Mafsal sayısı: 0

Denklem sayısı: 15, Bilinmeyen yayısı: 17, Hiperstatiklik derecesi: 2

#### ELEMAN KUVVETLERİ:

Eleman	Nokta	Normal(kN)	Vy(kN)	Mz(kNm)
1	1	14.45	34.58	67.87
	3	-24.47	5.41	-7.73
2	3	16.29	19.04	7.73
	4	-16.29	-19.04	70.78
3	4	4.16	-29.47	-70.78
	5	-4.16	29.47	-50.71
4	2	28.88	7.17	0
	5	-28.88	-7.17	50.71

#### REAKSİYONLAR:

Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
1	-30.05	22.4				67.87
2	-11.18	27.58				

#### GERİLMELER:

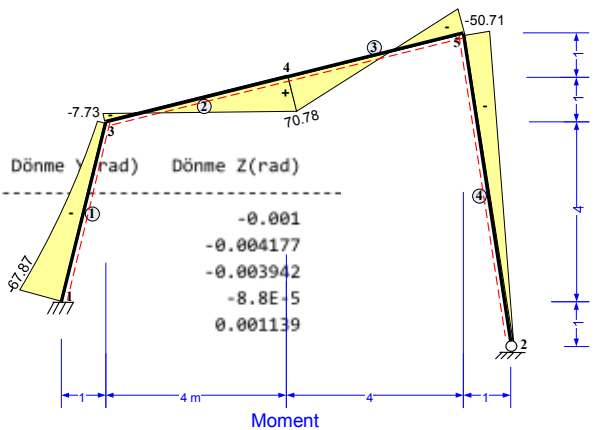
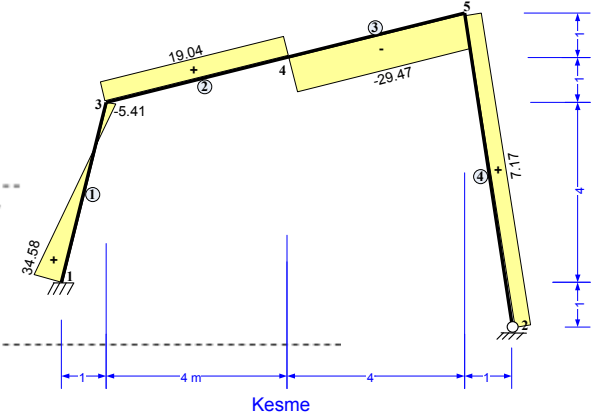
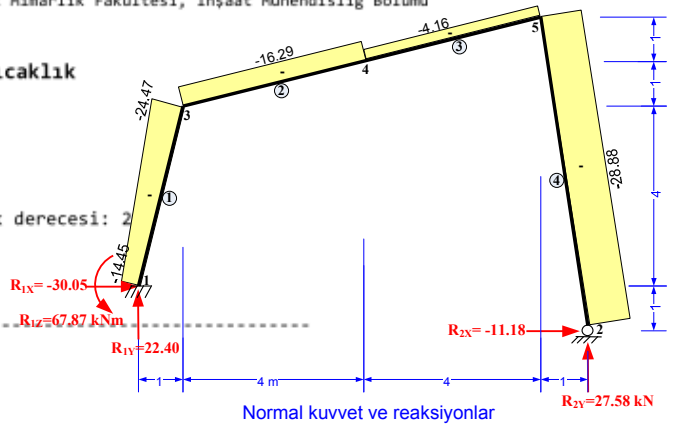
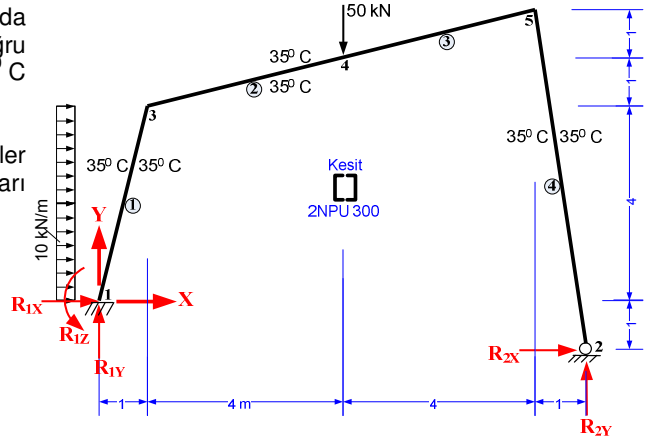
Eleman	Nokta	Sigxx-Üst(kN/m <sup>2</sup> )	Sigxx-Alt(kN/m <sup>2</sup> )	Sigxy(kN/m <sup>2</sup> )
1	1	64621.62	-62164.53	5763.87
	3	-9302.72	5141.7	901.82
2	3	8607.25	-5837.16	3173.67
	4	64723.1	-67493.18	-3173.67
3	4	-65754.29	66462	-4910.85
	5	-47714.87	47007.16	4910.85
4	2	2455.82	2455.82	1195.2
	5	44905.19	-49816.84	-1195.2

#### YER DEĞİŞTİRMELER:

Nokta	Ux(m)	Uy(m)	Uz(m)	Dönme X(rad)	Dönme Y(rad)	Dönme Z(rad)
1	0	0				-0.001
2	0	-0.01				-0.004177
3	0.012676	-0.001715				-0.003942
4	0.016864	-0.012629				-8.8E-5
5	0.016494	-0.005227				0.001139

HESAP SÜRESİ: 0.19 Saniye

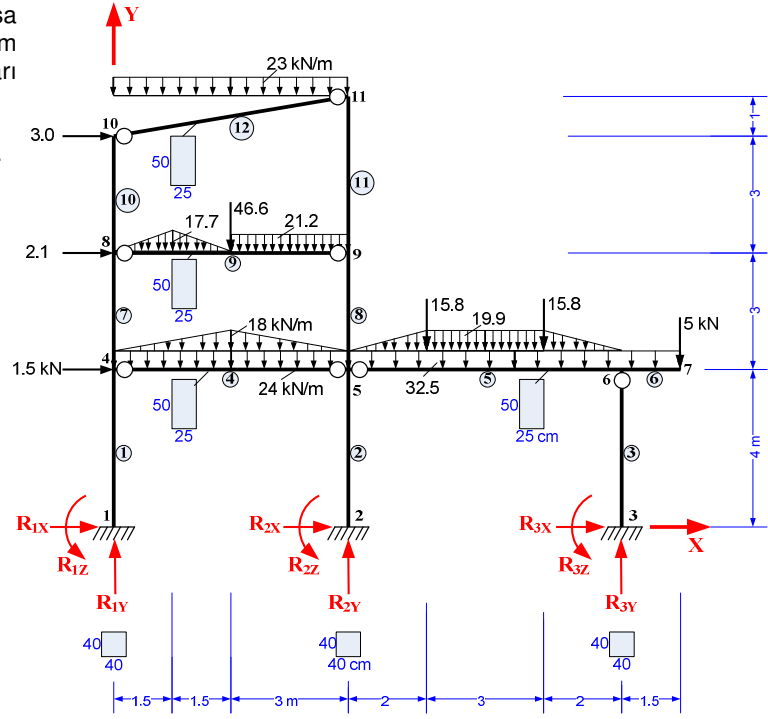
Tarih saat: 24.01.2017 11:29:27



## 29. Düzlem çerçeve örnek çözümleri

**Örnek 29.5:** C40/50 betonu ile inşa edilecek olan sağdaki prefabrik düzlem çerçevenin iç kuvvet diyagramları çizilecektir.

**Elastisite modülü:**  $E=34.55 \cdot 10^6 \text{ kN/m}^2$ .  
**40x40 cm kesitli kolonlarda:**  
 $A=0.16 \text{ m}^2$ ,  $I_z=2.1333 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$   
**25x50 cm kesitli kirişlerde:**  
 $A=0.125 \text{ m}^2$ ,  $I_z=2.6042 \cdot 10^{-3} \text{ m}^4$



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

### Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu 2015

#### ÖRNEK 29.5 Düzlem çerçeve-mafsallı

SİSTEM:Düzlem çerçeve

Nokta sayısı: 11, Eleman sayısı: 12

Yüklü nokta sayısı: 4, Sınır koşullu nokta sayısı: 3

Denklemler sayısı: 41, Bilinmeyen yayısı: 45, Hiperstatiklik derecesi: 4

#### ELEMAN YEREL KUVVETLERİ:

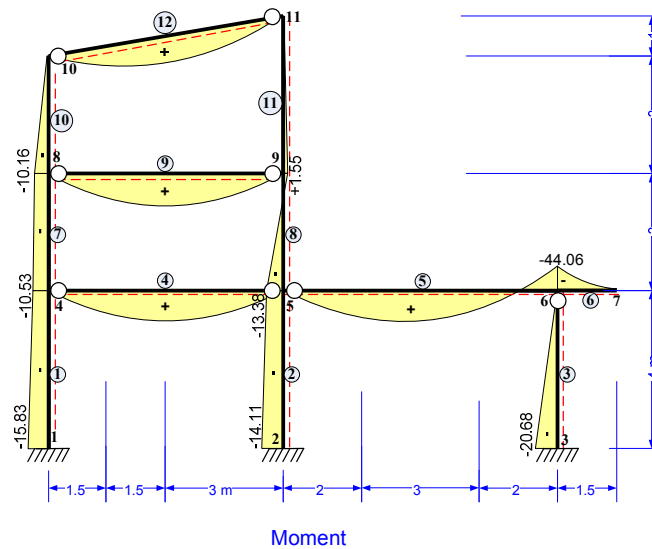
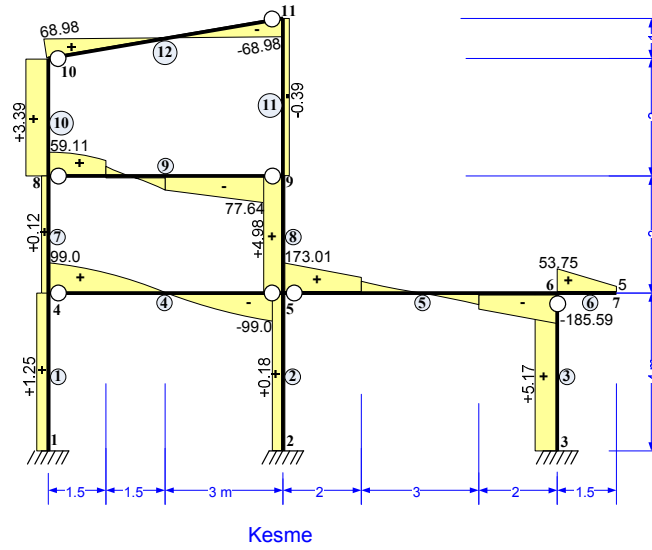
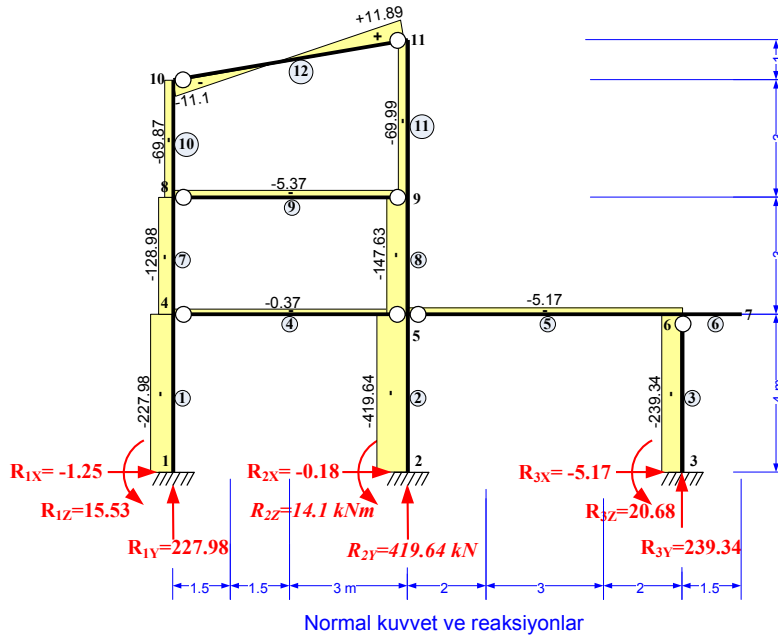
Eleman	Nokta	Normal(kN)	Vy(kN)	Mz(kNm)	REAKSİYONLAR:						
					Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
1	1	227.98	1.25	15.53	1	-1.25	227.98				15.53
	4	-227.98	-1.25	-10.53	2	-0.18	422.9				14.1
	5	-422.9	-0.18	-13.38	3	-5.17	219.84				20.68
2	2	422.9	0.18	14.1							
	5	-422.9	-0.18	-13.38							
	6	-219.84	-5.17	0							
3	3	219.84	5.17	20.68							
	6	-219.84	-5.17	0							
	7	0	-5	0							
4	4	0.37	99	0							
	5	-0.37	99	0							
	5	5.17	176.26	0							
5	5	-5.17	182.34	-21.25							
	6	0	37.5	21.25							
	7	0	-5	0							
6	4	128.98	0.12	10.53							
	8	-128.98	-0.12	-10.16							
	5	147.63	4.98	13.38							
7	9	-147.63	-4.98	1.55							
	8	5.36	59.11	0							
	9	-5.36	77.64	0							
8	8	69.87	3.39	10.16							
	10	-69.87	-3.39	0							
	9	69.99	-0.39	-1.55							
9	11	-69.99	0.39	0							
	10	11.1	68.98	0							
	11	11.89	68.98	0							

#### SİSTEMİN YER DEĞİŞTİRMELERİ:

Nokta	Ux(m)	Uy(m)	Uz(m)	Dönme X(rad)	Dönme Y(rad)	Dönme Z(rad)
1	0	0	0			0
2	0	0	0			0
3	0	0	0			0
4	0.001505	-0.000165				-0.000707
5	0.001504	-0.000306				-0.000746
6	0.001496	-0.000159				0.008228
7	0.001496	0.000005				0.00814
8	0.004262	-0.000235				-0.001128
9	0.004254	-0.000386				-0.000986
10	0.00806	-0.000273				-0.001335
11	0.008088	-0.000437				-0.000944

HESAP SÜRESİ: 0.1561 Saniye

## 29. Düzlem çerçeve örnek çözümleri



## 29. Düzlem çerçeve örnek çözümleri

**Örnek 29.6:** Sağdaki düzlem çerçevenin<sup>1</sup> reaksiyonları, eleman kuvvetleri, yer değiştirmeleri hesaplanacak; normal, kesme ve moment diyagramları çizilecektir.

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

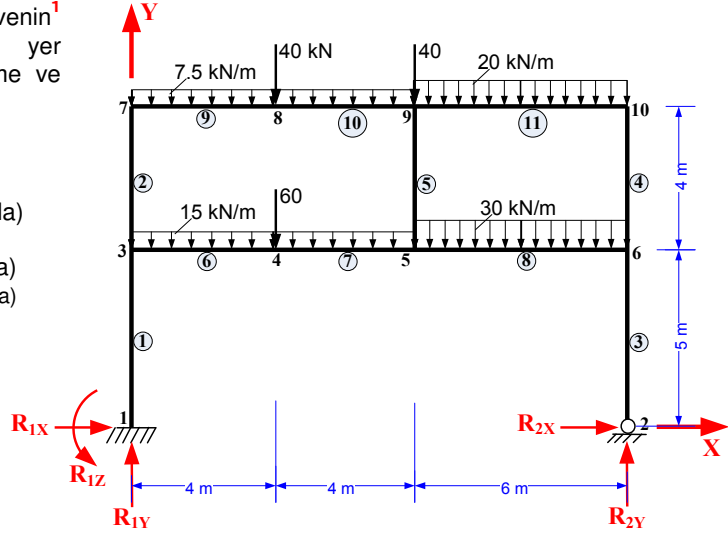
**Kesitli bilgiler:**

$A=1 \text{ m}^2$ ,  $I_z=2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$  (1, 3, 5 nolu elemanlarda)

$A=1 \text{ m}^2$ ,  $I_z=1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$  (2, 4 nolu elemanlarda)

$A=1 \text{ m}^2$ ,  $I_z=6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$  (6, 7, 8 nolu elemanlarda)

$A=1 \text{ m}^2$ ,  $I_z=4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$  (9, 10, 11 nolu elemanlarda)



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

### Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu 2015

#### ÖRNEK 29.6 Düzlem çerçeve-kirişe oturan kolon

SİSTEM:Düzlem çerçeve

Nokta sayısı: 10, Eleman sayısı: 11

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

Denklem sayısı: 30, Bilinmeyen yayısı: 38, Hiperstatiklik derecesi: 8

#### ELEMAN YEREL KUVVETLERİ:

Eleman	Nokta	Normal(kN)	Vy(kN)	Mz(kNm)
1	1	278.14	-37.34	-45.97
	3	-278.14	37.34	-140.75
2	3	103.05	-108.6	-217.5
	7	-103.05	108.6	-216.9
3	2	341.86	37.34	0
	6	-341.86	-37.34	186.72
4	6	130.93	90.76	175.14
	10	-130.93	-90.76	187.89
5	5	26.01	17.84	41.18
	9	-26.01	-17.84	30.19
6	3	-71.25	175.09	358.25
	4	71.25	-115.09	222.12
7	4	-71.25	55.09	-222.12
	5	71.25	4.91	322.48
8	5	-53.41	-30.92	-363.66
	6	53.41	210.92	-361.86
9	7	108.6	103.05	216.9
	8	-108.6	-73.05	135.32
10	8	108.6	33.05	-135.32
	9	-108.6	-3.05	207.53
11	9	90.76	-10.93	-237.72
	10	-90.76	130.93	-187.89

#### REAKSİYONLAR:

Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
1	37.34	278.14				-45.97
2	-37.34	341.86				

#### SİSTEMİN YER DEĞİŞTİRMELERİ:

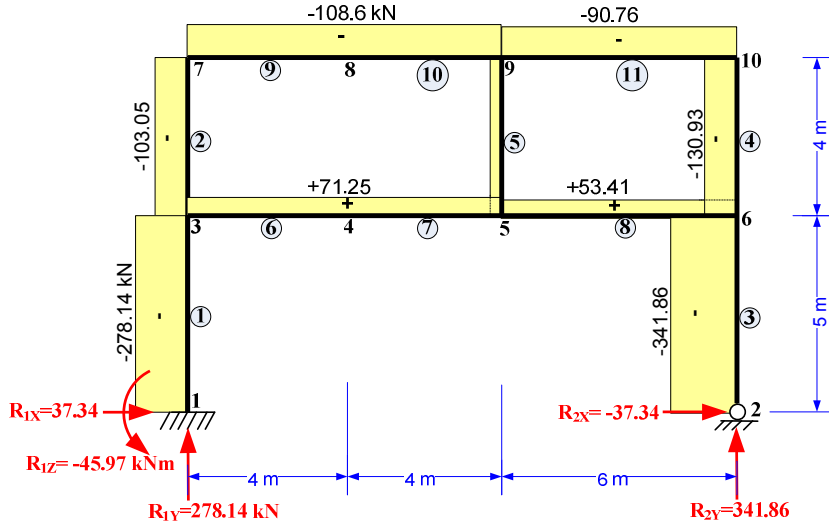
Nokta	Ux(m)	Uy(m)	Uz(m)	Dönme X(rad)	Dönme Y(rad)	Dönme Z(rad)
1	0	0				0
2	0	0				-0.004908
3	0.005084	-7E-6				-0.005924
4	0.005085	-0.033354				-0.007526
5	0.005087	-0.045086				0.002217
6	0.005088	-9E-6				0.006762
7	-0.000301	-9E-6				-0.005864
8	-0.000303	-0.032413				-0.007403
9	-0.000305	-0.045087				0.001668
10	-0.000308	-1.1E-5				0.008037

HESAP SÜRESİ: 0.0976 Saniye

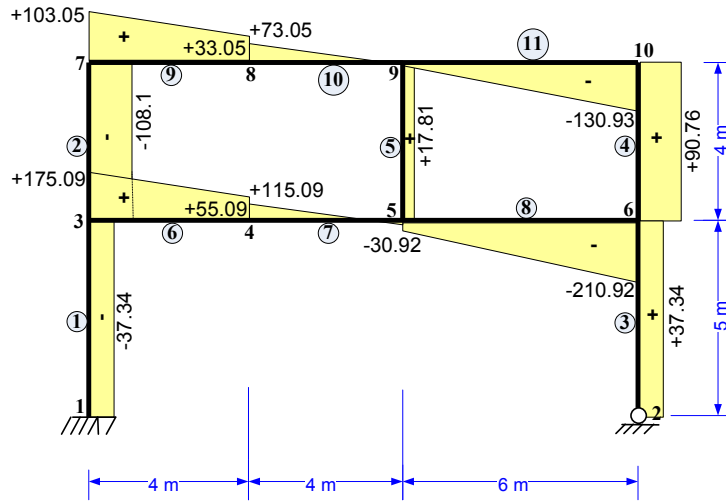
<sup>1</sup> Bu örnek Çakıroğlu, A., Çetmeli, E., Yapı statik II, İTÜ, 1966, Sayfa 313 den alınmıştır.



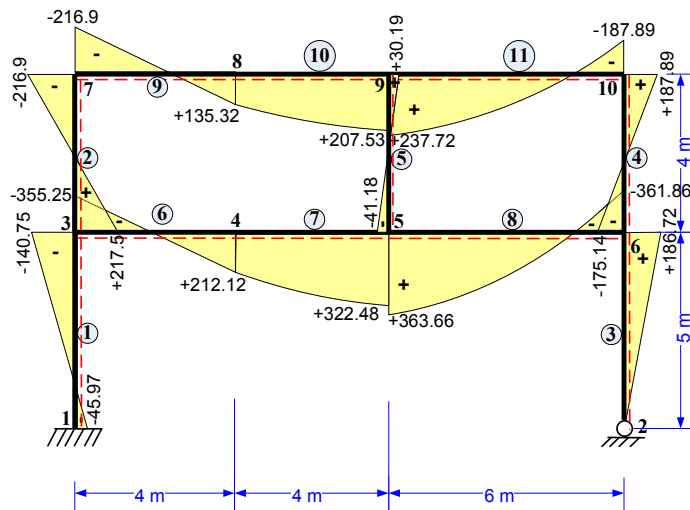
## 29. Düzlem çerçeve örnek çözümleri



Normal kuvvet ve reaksiyonlar



Kesme



Moment

## 29. Düzlem çerçeve örnek çözümleri

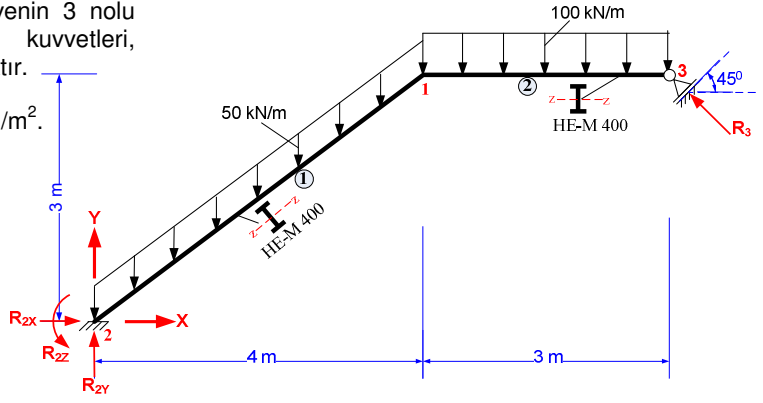
**Örnek 29.7:** Sağda verilen düzlem çerçevenin 3 nolu kayar mesnedi  $45^\circ$  eğimlidir. Eleman kuvvetleri, reaksiyonlar, yer değiştirmeler hesaplanacaktır.

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

HE-M 400 kesit bilgileri(Profil tablolarından):

**Kesit alanı:**  $A=0.0326 \text{ m}^2$

**Atalet momenti:**  $I_z=0.001041 \text{ m}^4$



### Kayar mesnedin modellenmesi:

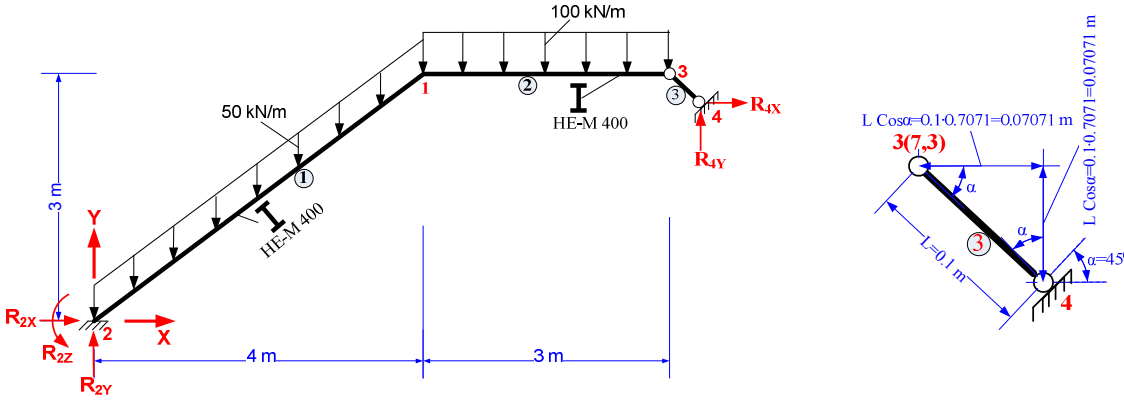
1) Kayıcı mesnet ankastre mesned dönüştürülür, 4 noktasına yerleştirilir.

2) 3 ve 4 noktası(mesnet) arasına çok rijit (boyu değişmeyen) iki ucu moment mafsallı 3 nolu çerçeve eleman konur. 3 nolu elemanın çok rijit olması için boyu çok kısa, elastisite modülü, kesit alanı ve atalet momenti çok büyük seçilir(örneğin  $L=0.1 \text{ m}$ ,  $E=1 \cdot 10^{20} \text{ kN/m}^2$ ,  $A=1 \cdot 10^{20} \text{ m}^2$ ,  $I_z=1 \cdot 10^{20} \text{ m}^4$ ).

3) 4 noktasının koordinatları kayıcı mesnedin eğimi dikkate alınarak 3 noktasının koordinatlarından hesaplanır. 3 noktasının koordinatları 3(7,3) tür. 4 noktasının koordinatları

$X_1=7+0.07071=7.0707 \text{ m}$ ,  $x_2=3-0.07071=2.9293 \text{ m}$  olur.

**Mesnet koşulları:** 2 ve 4 mesnetleri hiçbir yer değiştirme yapamaz. 4 mesnedi dönmeye karşı tutulmalıdır, çünkü 3 nolu elemanın iki ucu moment mafsallıdır. Dönme tutulmadığı takdirde denklem sistemi tekil olur.



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

Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu, Sürüm: 2015-10 Ekim 2016

### ÖRNEK 29.7 Düzlem çerçeve-eğik kayar mesnet

SİSTEM:30:Düzlem çerçeve

Nokta sayısı: 4, Eleman sayısı: 3

Sınır koşullu nokta sayısı: 2, Sınır koşulu sayısı: 6

Yüklü nokta sayısı: 0, Mafsal sayısı: 2

Denklem sayısı: 14, Bilinmeyen yayısı: 15, Hiperstatiklik derecesi: 1

#### ELEMAN YEREL KUVVETLERİ:

Eleman	Nokta	Normal(kN)	Vy(kN)	Mz(kNm)
1	2	367.8	175.41	260.04
	1	-217.8	24.59	116.99
2	1	189	111	-116.99
	3	-189	189	0
3	4	267.28	0	0
	3	-267.28	0	0

#### REAKSİYONLAR:

Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
2	189	361				260.04
4	-189	189				0

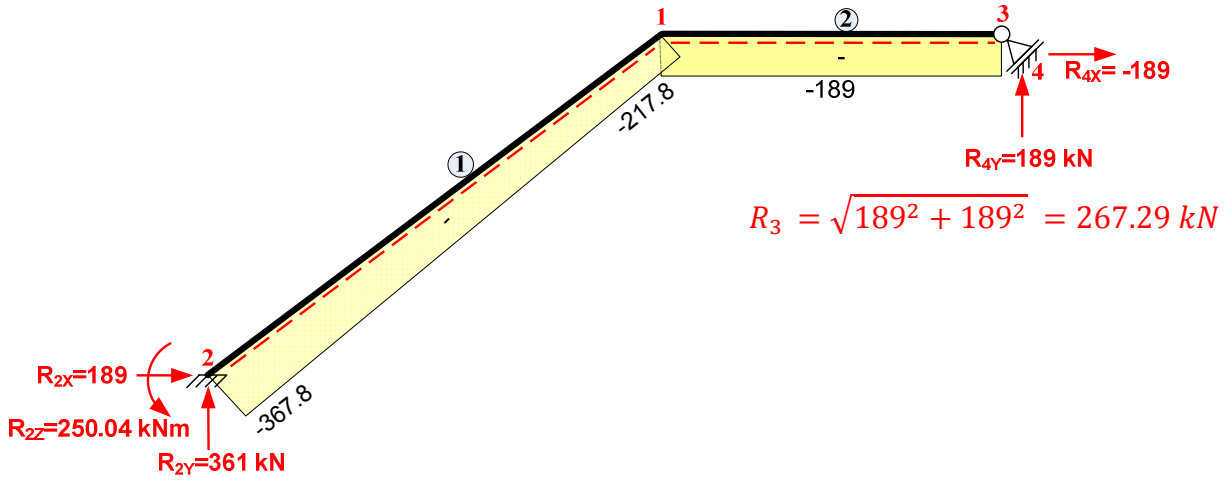
#### SİSTEM YER DEĞİŞTİRMELERİ:

Nokta	Ux(m)	Uy(m)	Uz(m)	Dönme X(rad)	Dönme Y(rad)	Dönme Z(rad)
1	0.00158	-0.002463				0.00027
2	0	0				0
3	0.001497	0.001497				0.002102
4	0	0				0

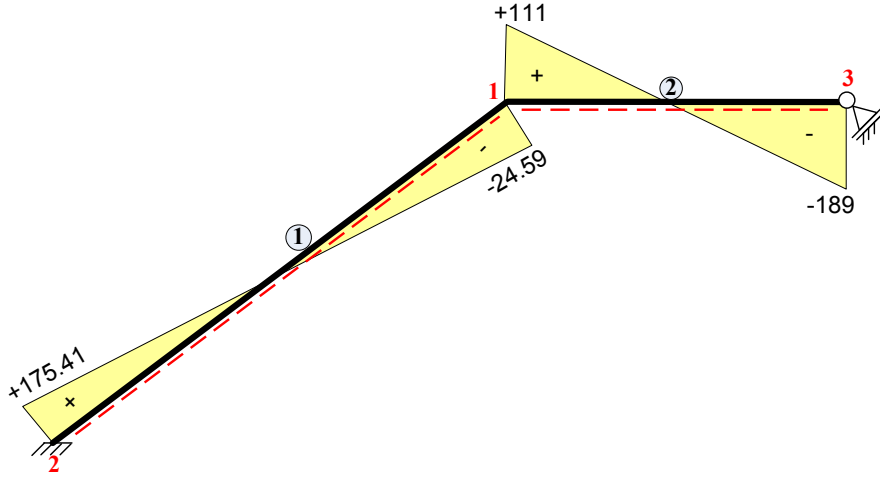
HESAP SÜRESİ: 0.2761 Saniye

Tarih saat: 13.11.2016 16:04:33

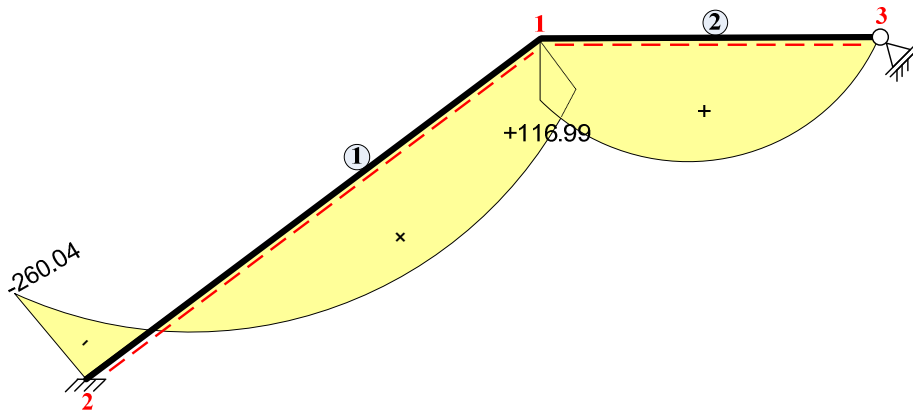
29. Düzlem çerçeve örnek çözümleri



Reaksiyonlar ve normal kuvvetler



Kesme



Moment