

28. Sürekli kiriş örnek çözümleri

SEM2015 programında sürekli kiriş için tanımlanmış özel bir eleman yoktur. Düzlem çerçeve eleman kullanılarak sürekli kirişler çözülebilir. Ancak kiriş mutlaka X-Y düzleminde ve kesitin y eksenini genel Y eksenine yönünde olmalıdır.

**Örnek 28.1:** Şekil 28.1 de verilen sürekli kiriş C25/30 betonu ile imal edilecektir. Dış yüklerden oluşan eleman kuvvetleri, reaksiyonlar, gerilmeler, düğüm yer değiştirmelerini hesaplanacak, kesme ve moment diyagramlarını çizilecektir.

**C25/30 elastisite modülü:**  $E=30.25 \cdot 10^6 \text{ kN/m}^2$ .

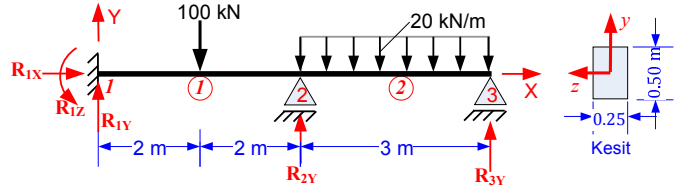
**Kesit alanı:**  $A = 0.125 \text{ m}^2$

**Kesme alanı<sup>1</sup>:**  $A_y = \frac{2}{3} \cdot 0.125 = 0.083 \text{ m}^2$

**Atalet momenti:**  $I_z = 26.04 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$ .

**Kesit yüksekliği:**  $h_y = 0.5 \text{ m}$

**Kesit ağırlık merkezinin üst yüze mesafesi<sup>2</sup>:**  $e_y = 0.25 \text{ m}$



Şekil 28.1 Sürekli kiriş

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

**Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu 2015**

**ÖRNEK 28.1 İki açıklıklı sürekli kiriş**

SİSTEM:Düzlem çerçeve

Nokta sayısı: 3, Eleman sayısı: 2

Yüklü nokta sayısı: 0, Sınır koşullu nokta sayısı: 3

Denklem sayısı: 9, Bilinmeyen yayısı: 11, Hiperstatiklik derecesi: 2

**ELEMAN YEREL KUVVETLERİ:**

Eleman	Nokta	Normal(kN)	Vy(kN)	Mz(kNm)
1	1	0	55.16	56.88
	2	0	44.84	-36.25
2	2	0	42.08	36.25
	3	0	17.92	0

**REAKSİYONLAR:**

Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kN)
1	0	55.16				56
2		86.93				
3		17.92				

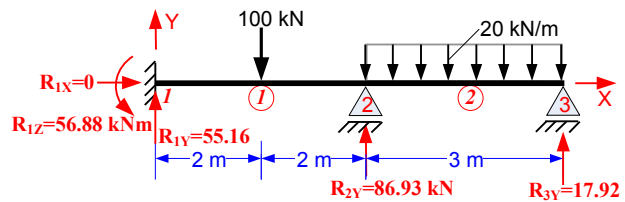
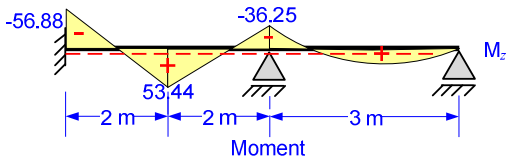
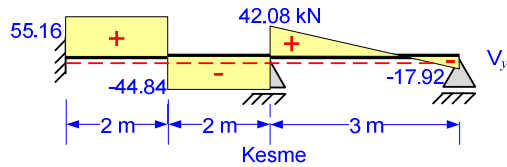
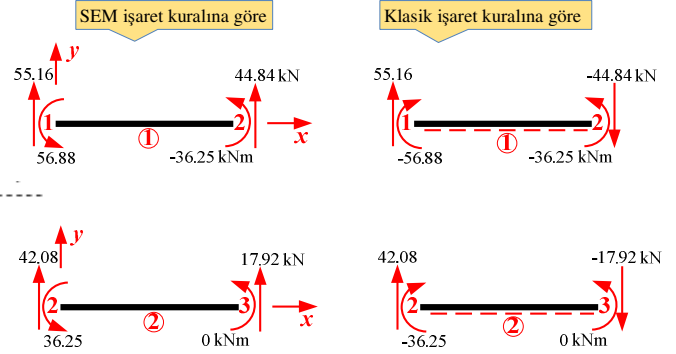
**GERİLMELER:**

Eleman	Nokta	Sigxx-Üst(kN/m <sup>2</sup> )	Sigxx-Alt(kN/m <sup>2</sup> )	Sigxy(kN/m <sup>2</sup> )
1	1	5459.99	-5459.99	661.88
	2	-3480	3480	538.13
2	2	3480	-3480	505
	3	0	0	215

**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			0.000175	
3	0	0			5.6E-5	

HESAP SÜRESİ: 0.0363 Saniye



Reaksiyonlar

<sup>1</sup> Kayma gerilmesi hesabı için gereklidir,  $A_y = k_y \cdot A$  dır. Dikdörtgen kesitlerde  $k_y = 2/3$  tür.  $\tau_{xy} = \sigma_{xy} = \frac{V}{A_y}$  (M. İnan, Mukavemet, Sayfa 159-160)

<sup>2</sup> Momentten oluşan eksenel gerilimin hesabı için gereklidir.  $\sigma_{xx} = \frac{N}{A} + \frac{M}{I_z} \cdot y$  (Genel formül, Mukavemet)

## 28. Sürekli kiriş örnek çözümleri

**Örnek 28.2:** Şekil 28.2 de verilen sürekli kiriş C25/30 betonu ile imal edilecektir. Dış yüklerden ve orta mesnetteki 1 cm lik çökmeden oluşan eleman kuvvetleri, reaksiyonlar, gerilmeler, düğüm yer değiştirmelerini hesaplanacak, kesme ve moment diyagramlarını çizilecektir.

**C25/30 elastisite modülü:**  $E=30.25 \cdot 10^6 \text{ kN/m}^2$ .

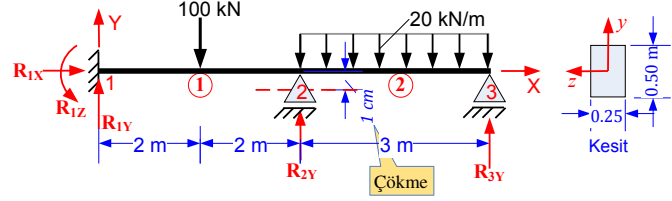
**Kesit alanı:**  $A = 0.125 \text{ m}^2$

**Kesme alanı:**  $A_y = \frac{2}{3} \cdot 0.125 = 0.083 \text{ m}^2$

**Atalet momenti:**  $I_z=26.04 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$ .

**Kesit yüksekliği:**  $h_y = 0.5 \text{ m}$

**Kesit ağırlık merkezinin üst yüze mesafesi:**  $e_y = 0.25 \text{ m}$



Şekil 28.2: Sürekli kiriş-mesnet çökmeli

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

### Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu 2015

#### ÖRNEK 28.2 İki açıklıklı sürekli kiriş-mesnet çökmesi

SİSTEM:Düzlem çerçeve

Nokta sayısı: 3, Eleman sayısı: 2

Yüklü nokta sayısı: 0, Sınır koşullu nokta sayısı: 3

Denklem sayısı: 9, Bilinmeyen yayısı: 11, Hiperstatiklik derecesi: 2

#### ELEMAN YEREL KUVVETLERİ:

Eleman	Nokta	Normal(kN)	Vy(kN)	Mz(kNm)
1	1	0	196.71	344.08
	2	0	-96.71	242.75
2	2	0	-50.92	-242.75
	3	0	110.92	0

#### REAKSİYONLAR:

Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
1	0	196.71				344.08
2		-147.62				
3		110.92				

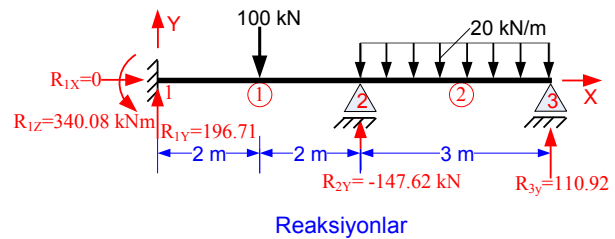
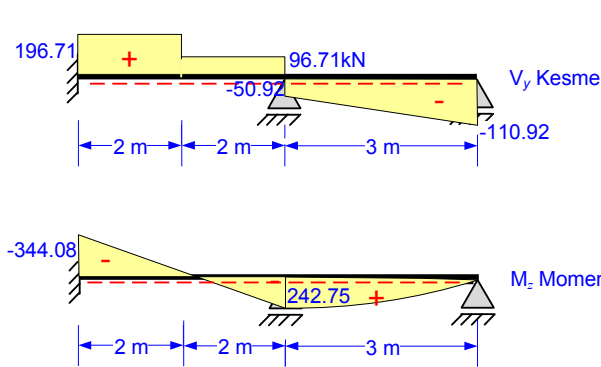
#### GERİLMELER:

Eleman	Nokta	Sigxx-Üst(kN/m <sup>2</sup> )	Sigxx-Alt(kN/m <sup>2</sup> )	Sigxy(kN/m <sup>2</sup> )
1	1	33031.61	-33031.61	2360.49
	2	23303.86	-23303.86	-1160.49
2	2	-23303.86	23303.86	-611
	3	0	0	1331

#### 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	-0.01				-3.4E-5
3	0	0				0.00516

HESAP SÜRESİ: 0.0377 Saniye



## 28. Sürekli kiriş örnek çözümleri

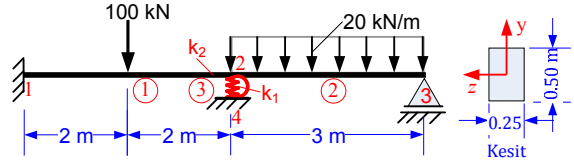
**Örnek 28.3:** Şekil 28.3 de görülen sürekli kiriş C25/30 betonu ile imal edilecektir. Orta mesnette çökmeyi sınırlayan  $k_1$  ve dönmeyi sınırlayan  $k_2$  yayları<sup>1</sup> vardır. Yay sabitleri  $k_1=50000$  kN/m,  $k_2=500000$  kNm/rad dir. Kesme ve moment diyagramları çizilecektir.

**C25/30 elastisite modülü:**  $E=30.25 \cdot 10^6$  kN/m<sup>2</sup>.

**Kesit alanı:**  $A = 0.125$  m<sup>2</sup>

**Atalet momentini:**  $I_z=26.04 \cdot 10^{-4}$  m<sup>4</sup>.

**Mesnet koşulları:** 1, 4 noktaları yatay-düşey yer değiştiremez, dönemez. 3 noktası düşey yer değiştiremez.



Şekil 28.3: Sürekli kiriş-yaylı mesnet

**Yayların modellenmesi:** 2 noktası ile 4 noktası arasında

boyu çok kısa (örneğin:  $L=0.1$ ) m olan 3 nolu çerçeve eleman konur. Bu elemanın esneklik matrisi

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

Bak: Bölüm 24.4

alınır. Yayın boyu hesapları etkilemez,  $L=0.01$  m de alınabilir.

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

### Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu 2015

#### ÖRNEK 28.3 Sürekli kiriş-yaylı mesnet

SİSTEM:Düzlem çerçeve

Nokta sayısı: 4, Eleman sayısı: 3

Yüklü nokta sayısı: 0, Sınır koşullu nokta sayısı: 3

Denklem sayısı: 12, Bilinmeyen yayısı: 16, Hiperstatiklik derecesi: 4

#### ELEMAN YEREL KUVVETLERİ:

Eleman	Nokta	Normal(kN)	Vy(kN)	Mz(kNm)
1	1	0	68.61	86.52
	2	0	31.39	-12.06
2	2	0	28.04	-5.88
	3	0	31.96	0
3	4	59.42	0	-17.94
	2	-59.42	0	17.94

Yay kuvvetleri

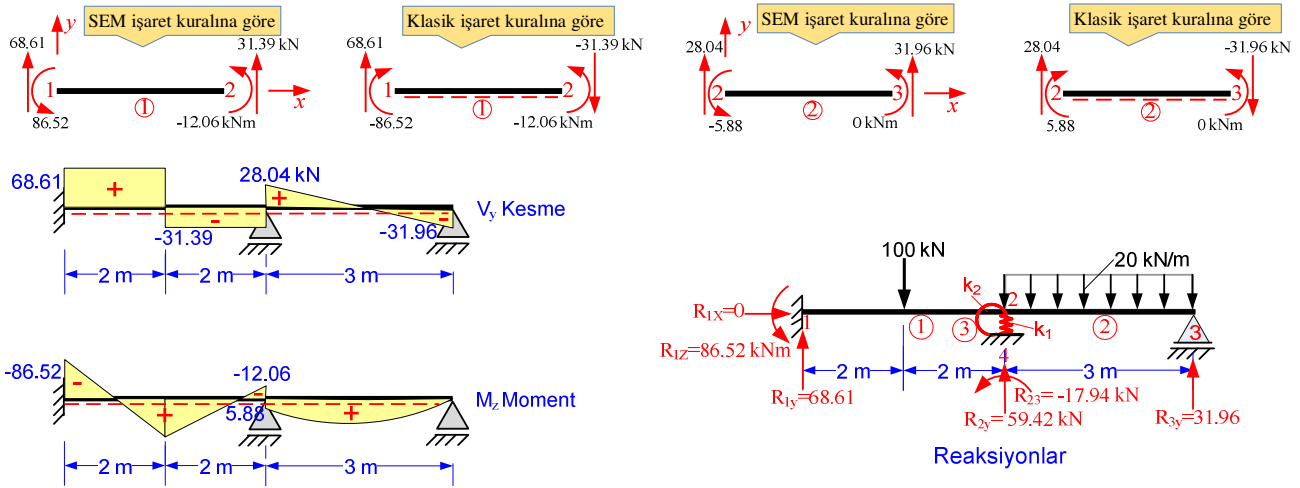
#### REAKSİYONLAR:

Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
1	0	68.61	0	0	0	86.52
3	0	31.96	0	0	0	0
4	0	59.42	0	0	0	-17.94

#### SİSTEMİN YER DEĞİŞTİRMELERİ:

Nokta	Ux(m)	Uy(m)	Uz(m)	Dönme X(rad)	Dönme Y(rad)	Dönme Z(rad)
1	0	0	0	0	0	0
2	0	-0.001188	0	0	0	3.6E-5
3	0	0	0	0	0	0.000719
4	0	0	0	0	0	0

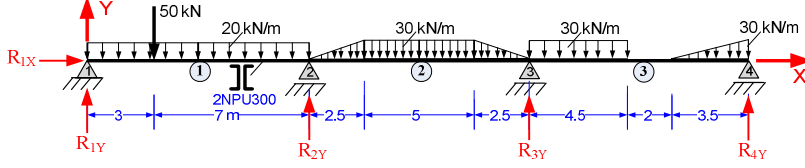
HESAP SÜRESİ: 0.0429 Saniye



<sup>1</sup> Yay sabiti bir rijitliktir. Örneğimizdeki  $k_1=50000$  kN/m  $k_1$  yayını 1 m uzatmak veya kısaltmak için yaya uygulanması gereken aksel kuvvettir.  $k_2=500000$  kNm/radyan  $k_2$  yayını 1 radyan döndürebilmek için yaya uygulanması gereken momenttir. Yayların modellenmesi için bakınız: Bölüm 25.4.

## 28. Sürekli kiriş örnek çözümleri

**Örnek 28.4:** Aşağıdaki sürekli kiriş<sup>1</sup> 2NPU300 profili ile imal edilecektir. Eleman kuvvetleri, reaksiyonlar, gerilmeler hesaplanacak, kesme ve moment diyagramları çizilecektir.



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

**2NPU300 kesit bilgileri(Profil tablolarından):**

Kesit alanı  $A=2'58.8=117.6 \text{ cm}^2=11.76 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ , Atalet momenti  $I_z=2'8030=16060 \text{ cm}^4= 16.06 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$

Kesit yüksekliği  $h_y = 0.3 \text{ m}$ , Gövde et kalınlığı  $t:=0.01 \text{ m}$

Kesme alanı  $A_y=2'h_y t=2'0.3'0.01=6'10^{-3} \text{ m}^2$  (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 2015**

**ÖRNEK 28.4 Sürekli kiriş-Çetmeli-Tablolar, S. 138**

SİSTEM:Düzlem çerçeve

Nokta sayısı: 4, Eleman sayısı: 3

Yüklü nokta sayısı: 0, Sınır koşullu nokta sayısı: 4

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

ELEMAN YEREL KUVVETLERİ:

Eleman	Nokta	Normal(kN)	Vy(kN)	Mz(kNm)
1	1	0	107.49	0
	2	0	142.51	-275.07
2	2	0	119.59	275.07
	3	0	105.41	-204.19
3	3	0	131.17	204.19
	4	0	56.33	0

REAKSİYONLAR:

Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
1	0	107.49				
2		262.09				
3		236.58				
4		56.33				

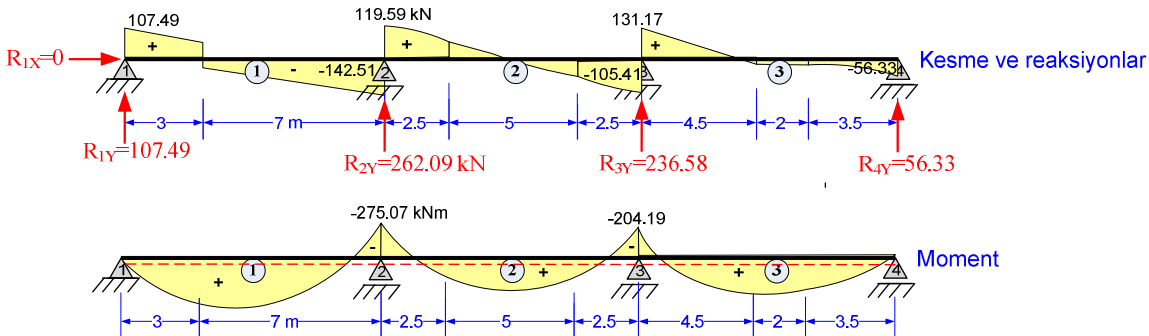
GERİLMELER:

Eleman	Nokta	Sigxx-Üst(kN/m <sup>2</sup> )	Sigxx-Alt(kN/m <sup>2</sup> )	Sigxy(kN/m <sup>2</sup> )
1	1	0	0	17915.52
1	2	-256913.29	256913.29	23751.14
2	2	256913.29	-256913.29	19931.23
2	3	-190717.39	190717.39	17568.77
3	3	190717.39	-190717.39	21861.58
3	4	0	0	9388.42

SİSTEMİN YER DEĞİŞTİRMELERİ:

Nokta	Ux(m)	Uy(m)	Uz(m)	Dönme X(rad)	Dönme Y(rad)	Dönme Z(rad)
1	0	0				-0.019937
2	0	0				0.004268
3	0	0				-0.000765
4	0	0				0.007976

HESAP SÜRESİ: 0.0446 Saniye

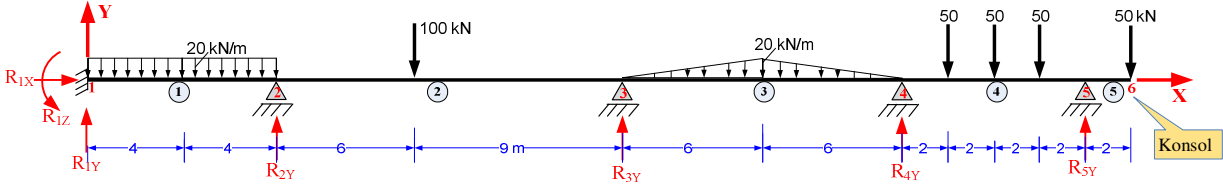


**Not:** Ara noktalandaki kesme ve moment değerlerini bulmak için istenilen noktalarda, örneğin tekil kuvvetin bulunduğu noktada, düğüm tanımlamak gerekir. Bu örnekte tekil kuvvet altında nokta tanımlanmadığından program kesme ve moment hesaplamamıştır.

<sup>1</sup> Bu örnek, Çetmeli, E., Çubuk sistemler ve plakların hesabı için tablolar, 1968, sayfa 138 den alınmıştır.

## 28. Sürekli kiriş örnek çözümleri

**Örnek 28.5:** aşağıda görülen sürekli kirişin<sup>1</sup> kesme ve moment diyagramları çizilecektir.



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

Kesit alanı:

$A=11.76 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$  (1, 4, 5 nolu elemanlarda)

$A=23.52 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$  (2, 3 nolu elemanlarda)

Atalet momenti:

$I_z=16.06 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$  (1, 4, 5 nolu elemanlarda)

$I_z=32.12 \cdot 10^{-5} \text{ m}^4$  (2, 3 nolu elemanlarda)

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

**Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu 2015**

**ÖRNEK 28.5 Sürekli kiriş-Konsollu-Çetmeli-Tablolar, S. 150**

SİSTEM:Düzlem çerçeve

Nokta sayısı: 6, Eleman sayısı: 5

Yüklü nokta sayısı: 1, Sınır koşullu nokta sayısı: 5

Denklemler sayısı: 18, Bilinmeyen sayısı: 22, Hiperstatiklik derecesi: 4

ELEMAN YEREL KUVVETLERİ:

Eleman	Nokta	Normal(kN)	Vy(kN)	Mz(kNm)
1	1	0	69.65	79.07
	2	0	90.35	-161.86
2	2	0	59.86	161.86
	3	0	40.14	-163.96
3	3	0	62.01	163.96
	4	0	57.99	-139.87
4	4	0	79.98	139.87
	5	0	70.02	-100
5	5	0	50	100
	6	0	-50	0

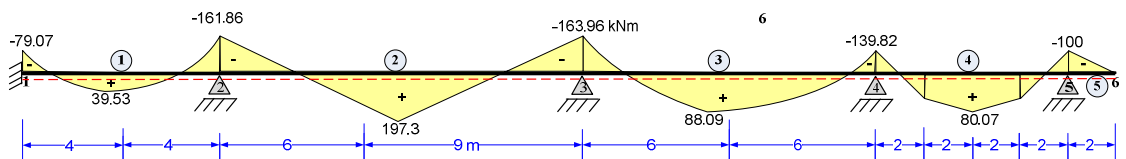
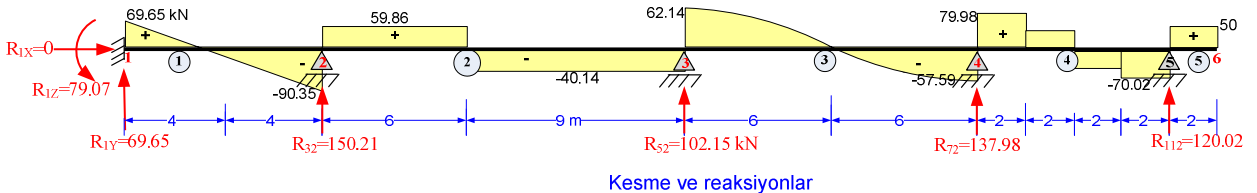
REAKSİYONLAR:

Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
1	0	69.65				79.07
2		150.21				
3		102.15				
4		137.98				
5		120.02				

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				-0.003273
3	0	0				0.000527
4	0	0				0.000187
5	0	0				0.001389
6	0	-0.001175				-0.001576

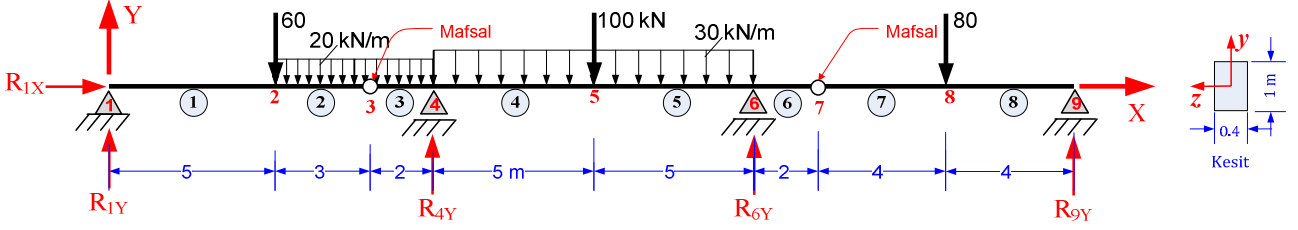
HESAP SÜRESİ: 0.0654 Saniye



<sup>1</sup> Bu örnek, Çetmeli, E., Çubuk sistemler ve plakların hesabı için tablolar, 1968, sayfa 150 den alınmıştır.

## 28. Sürekli kiriş örnek çözümleri

**Örnek 28.6:** C40/50 betonu ile imal edilecek olan aşağıdaki Gerber<sup>1</sup> kirişinin<sup>2</sup> kesme ve moment diyagramlarını çizecektir.



C40/50 elastisite modülü:  $E=34.55 \cdot 10^6 \text{ kN/m}^2$

Kesit alanı:  $A = 0.4 \text{ m}^2$

Atalet momenti:  $I_z=33.33 \cdot 10^3 \text{ m}^4$

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

Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu 2015

ÖRNEK 28.6 Sürekli kiriş-Gerber kirişi-Çakıroğlu-Çetmeli I, S. 104

SİSTEM:Düzlem çerçeve

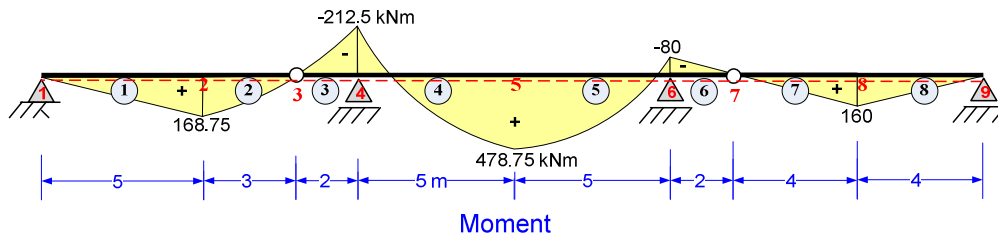
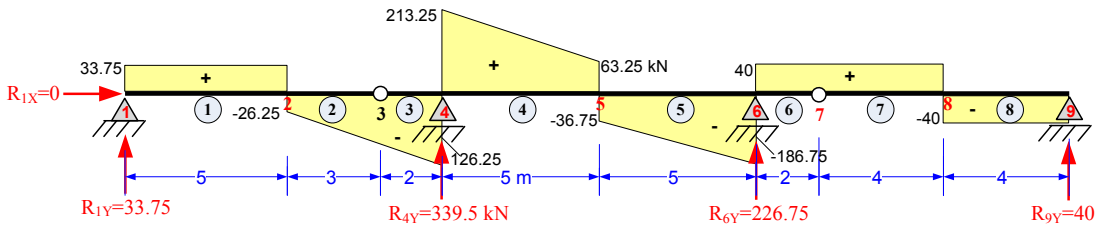
Nokta sayısı: 9, Eleman sayısı: 8

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

Denklemler sayısı: 29, Bilinmeyen yayısı: 29, Hiperstatiklik derecesi: 0

ELEMEN YEREL KUVVETLERİ:				SİSTEMİN YER DEĞİŞTİRMELERİ:				
Eleman	Nokta	Normal(kN)	Vy(kN)	Mz(kNm)	Nokta	Ux(m)	Uy(m)	Dönme Z(rad)
1	1	0	33.75	0	1	0	0	-8.1E-5
	2	0	-33.75	168.75	2	0	0.000206	0.000285
2	2	0	-26.25	-168.75	3	0	0.00156	-0.000724
	3	0	86.25	0	4	0	0	-0.000897
3	3	0	-86.25	0	5	0	-0.003613	-4.8E-5
	4	0	126.25	-212.5	6	0	0	0.001089
4	4	0	213.25	212.5	7	0	0.002085	-0.000538
	5	0	-63.25	478.75	8	0	0.000302	-0.000261
5	5	0	-36.75	-478.75	9	0	0	1.7E-5
	6	0	186.75	-80				
6	6	0	40	80				
	7	0	-40	0				
7	7	0	40	0				
	8	0	-40	160				
8	8	0	-40	-160				
	9	0	40	0				

REAKSİYONLAR:						
Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
1	0	33.75				
4		339.5				
6		226.75				
9		40				

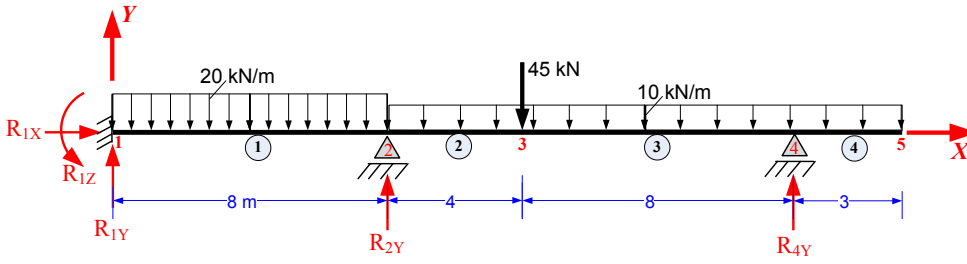


<sup>1</sup> Heinrich Gottfried Gerber(1832-1912). Alman tarafından ilk kez uygulanan mafsallı sürekli kirişe Gerber kirişi denir. Sistem, kararlı olmak kaydıyla, uygun yerlere mafsallar konarak izostatik hale getirilir. Genelde, mesnet çökmelerinin ek iç kuvvet üretmemesi için, köprü kirişlerinde kullanılır.

<sup>2</sup> Bu örnek, Çakıroğlu, A., Çetmeli, E., Yapı statikği I, İTÜ, 1966, sayfa 104 den alınmıştır.

## 28. Sürekli kiriş örnek çözümleri

**Örnek 28.7:** aşağıda görülen sürekli kiriş<sup>1</sup> dış yükler, mesnet çömesi, farklı sıcaklık etkisindedir. Kesme ve moment diyagramları çizilecektir.



**Elastisite modülü:**  $E=2 \cdot 10^7$  kN/m<sup>2</sup>, genleşme katsayısı:  $\alpha = 10^{-5}$  1/°C

**Kesit alanı ve atalet momenti:**

$A=0.2445$  m<sup>2</sup>,  $I_z=0.01$  m<sup>4</sup>,  $h=0.7$  m (1 nolu elemanda)

$A=0.2963$  m<sup>2</sup>,  $I_z=0.02$  m<sup>4</sup>,  $h=0.9$  m (2, 3, 4 nolu elemanlarda)

**Sıcaklık farkı:** tüm elemanların alt yüzünde sıcaklık 40° C iken üst yüzünde 20° C dir.

**Mesnet çökmeleri:**

1 mesnedinde 0.2 cm aşağı doğru çökme ve saat yönünde  $\frac{1}{800}$  radyan dönme vardır.

2 mesnedinde 0.5 cm aşağı doğru çökme vardır.

4 mesnedinde 0.4 cm aşağı doğru çökme vardır.

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

**Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu 2015**

**ÖRNEK 28.7 Sürekli kiriş-mesnet çökmesi-farklı sıcaklık-Çakıroğlu-Çetmeli II, S. 119**

SİSTEM:Düzlem çerçeve

Nokta sayısı: 5, Eleman sayısı: 4

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

Denklemler sayısı: 15, Bilinmeyen sayısı: 17, Hiperstatiklik derecesi: 3

ELEMAN YEREL KUVVETLERİ:

Eleman	Nokta	Normal(kN)	Vy(kN)	Mz(kNm)
1	1	0	50.71	41.95
	2	0	109.29	-276.28
2	2	0	109.27	276.28
	3	0	-69.27	80.81
3	3	0	24.27	-80.81
	4	0	55.73	-45
4	4	0	30	45
	5	0	0	0

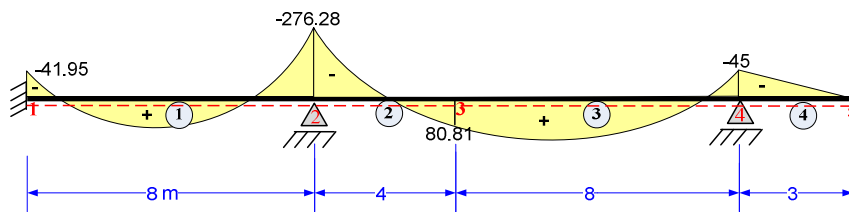
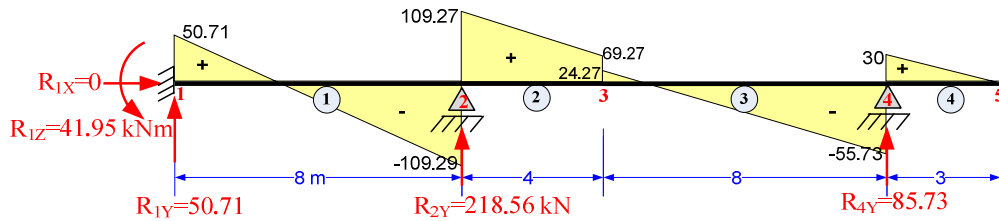
SİSTEMİN YER DEĞİŞTİRMELERİ:

Nokta	Ux(m)	Uy(m)	Dönme Z(rad)
1	0	-0.002	
2	0.0024	-0.005	-0.00125
3	0.0036	-0.010349	-0.001062
4	0.006	-0.004	-0.001017
5	0.0069	0.003303	0.002185

HESAP SÜRESİ: 0.0845 Saniye

REAKSİYONLAR:

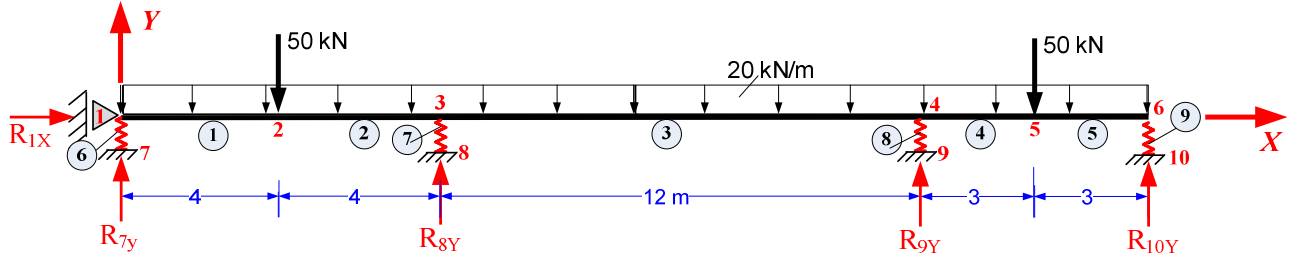
Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Mz(kNm)
1	0	50.71	41.95
2		218.56	
4		85.73	



<sup>1</sup> Bu örnek, Çakıroğlu, A., Çetmeli, E., Yapı statığı I, İTÜ, 1966, sayfa 119 dan alınmıştır.

## 28. Sürekli kiriş örnek çözümleri

**Örnek 28.8:** Tüm mesnetleri yaylı aşağıdaki sürekli kirişin<sup>1</sup>. Kesme ve moment diyagramları çizilecektir.



**Elastisite modülü:**  $E=2.1 \cdot 10^8$  kN/m<sup>2</sup> (çelik)

**Kesit alanı ve atalet momenti:**

$A=1$  m<sup>2</sup>,  $I_z=0.007223$  m<sup>4</sup> (1, 2, 4, 5 nolu elemanda)

$A=1$  m<sup>2</sup>,  $I_z=0.014448$  m<sup>4</sup>, (3 nolu elemanda)

**Yay katsayıları:**

Keksanel= 577848 kN/m (6 ve 9 nolu yayda)

Keksanel= 866760 kN/m (7 ve 8 nolu yayda)

Yayların iki ucunda moment mafsalı vardır, sadece aksenal kuvvet iletilir. Yay boyları  $L=0.1$  m alınmıştır<sup>2</sup>.

**Mesnet koşulları:** 1 noktası yatay yer değiştiremez, düşey yer değiştirebilir ve Z etrafında dönebilir. Yayların oturduğu 7, 8, 9 ve 10 noktaları yatay ve düşey yer değiştiremez, Z etrafında dönmeyebilir.

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

Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu, Sürüm:2015-21.01.2017

**ÖRNEK 28.8** Tüm mesnetleri yaylı sürekli kiriş-Çakıroğlu-Çetmeli II, S. 151

SİSTEM:30:Düzlem çerçeve

Nokta sayısı: 10, Eleman sayısı: 9

Sınır koşullu nokta sayısı: 5, Sınır koşulu sayısı: 13

Yüklü nokta sayısı: 2, Mafsalsal sayısı: 8

Denklem sayısı: 38, Bilinmeyen yayısı: 40, Hiperstatiklik derecesi: 2

**ELEMAN KUVVETLERİ:**

Eleman	Nokta	Normal(kN)	Vy(kN)	Mz(kNm)
1	1	0	74.81	0
	2	0	5.19	139.24
2	2	0	-55.19	-139.24
	3	0	135.19	-241.51
3	3	0	124.88	241.51
	4	0	115.12	-182.96
4	4	0	115.49	182.96
	5	0	-55.49	73.52
5	5	0	5.49	-73.52
	6	0	54.51	0
6	7	74.81	0	0
	1	-74.81	0	0
7	8	260.07	0	0
	3	-260.07	0	0
8	9	230.61	0	0
	4	-230.61	0	0
9	10	54.51	0	0
	6	-54.51	0	0

**REAKSİYONLAR:**

Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
7	0	74.81	0	0	0	0
8	0	260.07	0	0	0	0
9	0	230.61	0	0	0	0
10	0	54.51	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0

<sup>1</sup> Bu örnek, Çakıroğlu, A., Çetmeli, E., Yapı statik I, İTÜ, 1966, sayfa 151 den alınmıştır.

<sup>2</sup> Yay boyu hesapları etkilemez,  $L=0.1$  m veya  $L=0.01$  m aynı sonucu verir.



## 28. Sürekli kiriş örnek çözümleri

### REAKSİYONLAR:

Nokta	R <sub>x</sub> (kN)	R <sub>y</sub> (kN)	R <sub>z</sub> (kN)	M <sub>x</sub> (kNm)	M <sub>y</sub> (kNm)	M <sub>z</sub> (kNm)
7	0	74.81				0
8	0	260.07				0
9	0	230.61				0
10	0	54.51				0
1	0	0				0

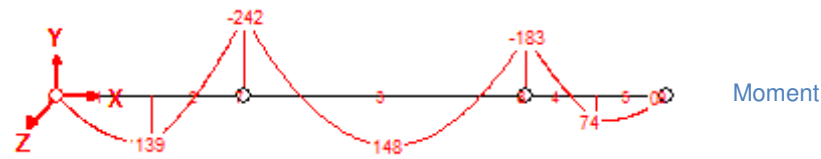
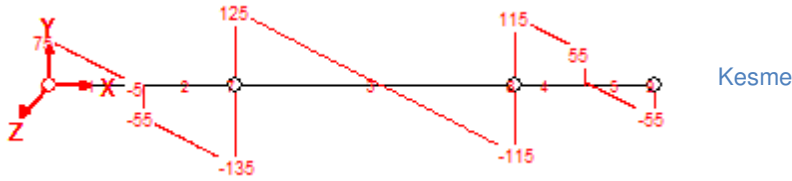
### YER DEĞİŞTİRMELER:

Nokta	U <sub>x</sub> (m)	U <sub>y</sub> (m)	U <sub>z</sub> (m)	Dönme X(rad)	Dönme Y(rad)	Dönme Z(rad)
1	0	-0.000129				-0.000222
2	0	-0.000633				3.2E-5
3	0	-0.0003				-3.3E-5
4	0	-0.000266				7.7E-5
5	0	-0.00028				-2E-6
6	0	-9.4E-5				0.000101
7	0	0				0
8	0	0				0
9	0	0				0
10	0	0				0

HESAP SÜRESİ: 0.28 Saniye

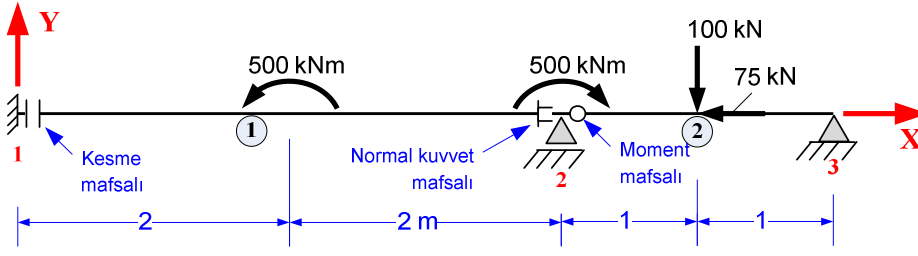
Tarih saat: 21.01.2017 10:39:30

SEM2015 programından alınan kesme ve moment diyagramları aşağıda verilmiştir. Diyagramlarda kuvvetler tam sayıya yuvarlanarak verilmektedir, yukarıdaki çıktılarından biraz farklıdır. Sistemde normal kuvvet yoktur.



## 28. Sürekli kiriş örnek çözümleri

**Örnek 28.9:** Aşağıdaki sürekli kirişin.1 noktasının hemen sağında kesme, 2 noktasının hemen solunda normal kuvvet ve hemen sağında moment mafsali vardır. Normal kuvvet, kesme ve moment diyagramları çizilecektir.



**Malzeme:** Yapı çeliği

**Kesit:** NPI400 profili

**Mesnet koşulları:** 1 noktası yatay, düşey yer değiştiremez ve dönemez. 2 noktası yatay yer değiştirebilir, düşey yer değiştiremez, dönebilir. 3 noktası yatay ve düşey yer değiştiremez, dönebilir.

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

Sonlu Elemanlar Kuvvet Metodu, Sürüm:2015-11.06.2017

### ÖRNEK 28.9 Moment-kesme-normal kuvvet mafsali sürekli kiriş

SİSTEM:30:Düzlem çerçeve

Nokta sayısı: 3, Eleman sayısı: 2

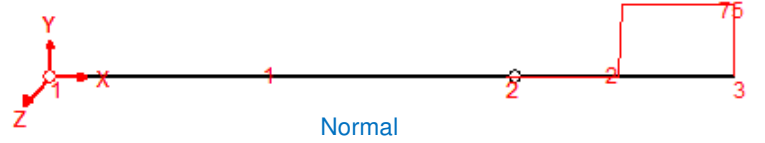
Sınır koşullu nokta sayısı: 3, Sınır koşulu sayısı: 6

Yüklü nokta sayısı: 1, Mafsali sayısı: 3

Denklem sayısı: 12, Bilinmeyen yayısı: 12, Hiperstatiklik derecesi: 0

#### ELEMAN KUVVETLERİ:

Eleman	Nokta	Normal(kN)	Vy(kN)	Mz(kNm)
1	1	0	0	0
	2	0	0	-500
2	2	0	50	0
	3	75	50	0



#### REAKSİYONLAR:

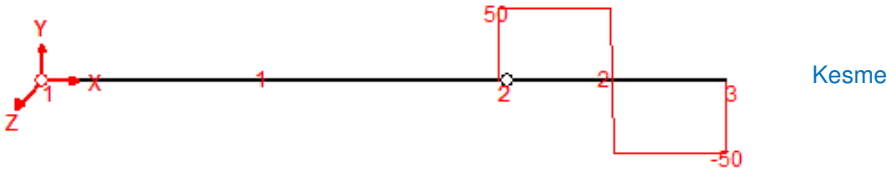
Nokta	Rx(kN)	Ry(kN)	Rz(kN)	Mx(kNm)	My(kNm)	Mz(kNm)
1	0	0	0	0	0	0
2	0	50	0	0	0	0
3	75	50	0	0	0	0

#### YER DEĞİŞTİRMELER:

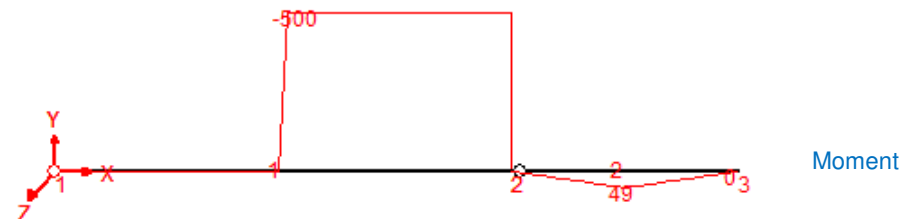
Nokta	Ux(m)	Uy(m)	Uz(m)	Dönme X(rad)	Dönme Y(rad)	Dönme Z(rad)
1	0	0	0	0	0	0
2	-3E-5	0	0	0	0	-0.016302
3	0	0	0	0	0	0.000408

HESAP SÜRESİ: 0.13 Saniye

Tarih saat: 11.06.2017 13:10:50



Kesme



Moment

Diyagramlarda sadece moment mafsali görülmektedir. Kesme ve normal kuvvet mafsalları çizilmemiştir.