

**ÖRNEKLERLE**

**SAP2000 – V15**

Yazarlar

Günay Özmen

Engin Orakdöğen

Kutlu Darılmaz

**BİRSEN YAYINEVİ**

İSTANBUL / 2012

# İÇİNDEKİLER

<b>GENEL KULLANIM İLKELERİ.....</b>	<b>1</b>
<b>KOORDİNAT SİSTEMLERİ VE GRİD ÇİZGİLERİ.....</b>	<b>2</b>
<b>ÇUBUK ELEMANLARDA UÇ KUVVETLERİ .....</b>	<b>4</b>
<b>SAP2000 EKRANI.....</b>	<b>4</b>
<b>SAP2000 GENEL MENÜ DÜZENİ .....</b>	<b>6</b>
FILE MENÜSÜ : .....	6
EDIT MENÜSÜ :: .....	8
VIEW MENÜSÜ ::.....	9
DEFINE MENÜSÜ : .....	10
DRAW MENÜSÜ : .....	11
SELECT MENÜSÜ : .....	12
ASSIGN MENÜSÜ : .....	13
ANALYZE MENÜSÜ : .....	14
DISPLAY MENÜSÜ : .....	14
DESIGN MENÜSÜ : .....	15
OPTIONS MENÜSÜ : .....	16
TOOLS MENÜSÜ : .....	17
HELP MENÜSÜ : .....	17
ÜST DÜĞMELER : .....	18
ÜST DÜĞMELER (DEVAM) : .....	19
YAN DÜĞMELER : .....	19
EK DÜĞMELER : .....	20
VIEW DÜĞMELERİ : .....	21
EDIT DÜĞMELERİ : .....	21
POINT... DÜĞMELERİ : .....	22
ASSIGN LINE DÜĞMELERİ : .....	22
ASSIGN AREA DÜĞMELERİ : .....	23
DEFINE DÜĞMELERİ : .....	23
<b>TEMEL İŞLEMLER.....</b>	<b>24</b>
<b>YARDIMCI BİLGİLER.....</b>	<b>26</b>
<b>ÖRNEK 1: Betonarme Çerçeve.....</b>	<b>27</b>
<b>ÖRNEK 2: Basit çerçeve.....</b>	<b>50</b>
<b>ÖRNEK 3: Betonarme Kutu Kesit.....</b>	<b>74</b>
<b>ÖRNEK 4: Değişken Kesitli Köprü Kirişi.....</b>	<b>87</b>
<b>ÖRNEK 5: Helisel Merdiven .....</b>	<b>100</b>
<b>ÖRNEK 6: Uzay Kafes Sistem (1).....</b>	<b>115</b>
<b>ÖRNEK 7: Uzay Kafes Sistem (2).....</b>	<b>134</b>
<b>ÖRNEK 8: Boşluklu Perde .....</b>	<b>153</b>
<b>ÖRNEK 9: Kaset Döşeme .....</b>	<b>175</b>

<b>ÖRNEK 10: 4 Katlı Betonarme Yapı .....</b>	<b>192</b>
<b>ÖRNEK 11: 4 Katlı Betonarme Yapı (Temel+Üst Yapı Birlikte) .....</b>	<b>242</b>
<b>ÖRNEK 12: Betonarme Uzay Çerçeve .....</b>	<b>293</b>
<b>ÖRNEK 13: Kirişsiz Döşeme .....</b>	<b>306</b>
<b>ÖRNEK 14: Radye Temel .....</b>	<b>322</b>
<b>ÖRNEK 15: Elastik Zemine Oturan Sürekli Kiriş .....</b>	<b>340</b>
<b>ÖRNEK 16: Betonarme Kabuklu Çerçeve .....</b>	<b>362</b>
<b>ÖRNEK 17: Betonarme Çerçeve Analizi ve Boyutlandırması .....</b>	<b>375</b>
<b>Örnek 18: Kafes Sistem Analizi ve Boyutlandırması .....</b>	<b>402</b>
<b>ÖRNEK 19: Döşeme Sistemi .....</b>	<b>422</b>
<b>ÖRNEK 20: Ardgermeli Basit Kiriş .....</b>	<b>445</b>
<b>ÖRNEK 21: Dışmerkez Çaprazlı Çelik Yapı Sistemi .....</b>	<b>457</b>
<b>KAYNAKLAR: .....</b>	<b>508</b>
<b>DİZİN .....</b>	<b>509</b>

## GENEL KULLANIM İLKELERİ

**SAP2000** yazılımı, yapı sistemi modellerinin geliştirilmesi, analizi ve boyutlandırılması için kullanılan **Genel Amaçlı** bir programdır. Program Windows ortamında çalışmakta ve tüm işlemler özel **Grafik Kullanıcı Arayüzü** (Graphical User Interface – GUI) yardımı ile **SAP2000** ekranı üzerinde gerçekleştirilmektedir.

Herhangi bir yapı sisteminin SAP2000 programı ile analiz ve boyutlandırılmasında, genel olarak, aşağıdaki yol izlenmektedir :

1. **Sistem Modelinin oluşturulması** : Bu ilk aşamada, ya doğrudan doğruya veya SAP2000 içinde bulunan **Şablon** (Template) sistemler kullanılarak

- Kiriş, kolon v.b. çubuk elemanlar,
- Perde, döşeme, kabuk gibi yapı bölümlerini temsil eden sonlu elemanlar,
- Düğüm noktalarında veya mesnetlerde elastik veya lineer olmayan birleşimler veya yaylar,
- Çeşitli tipte mesnetler

tanımlanarak sistem modeli oluşturulur. Bu sırada, çeşitli yapı elemanlarının birleştiği **Düğüm Noktaları** (Joints), Program tarafından otomatik olarak oluşturulabilmektedir. Oluşturulan öğelerin (çubuk, sonlu eleman, birleşim, yay ve düğüm noktası) tümüne **Nesne** (Object) adı verilmektedir.

Bazı durumlarda, ele alınan sistemin önce küçük (veya kaba) bir bölümü oluşturulur. Daha sonra SAP2000'in Copy, Paste, Replicate, Divide Areas gibi olanaklarından yararlanarak sistem tamamlanır.

Bazı özel durumlarda da, sistemin tamamı veya bir bölümüne ilişkin geometri AutoCAD veya EXCEL yazılımları ile geliştirilip SAP2000 içine aktarılabilir. SAP2000'in yeni sürümlerinde bu programların dışında da başka programlar ile hazırlanan veriler çalışma ortamına aktarılabilir.

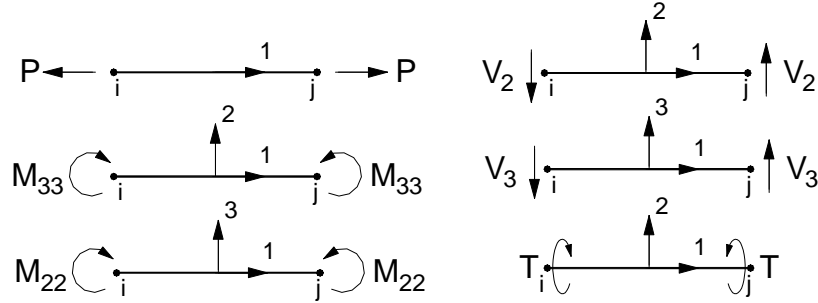
2. **Malzeme Özelliklerinin Tanımlanması** : SAP2000 içinde standart olarak, tüm özellikleri ile tanımlanmış olan **Beton** (4000Psi), **Çelik** (A992Fy50) malzemeleri mevcuttur. İstenirse bu malzeme türlerine ait özelliklerin bazıları veya tümü değiştirilebileceği gibi, yeni malzeme türleri de tanımlanıp kullanılabilir. Seçilen veya tanımlanan malzeme türleri, kesit tanımlaması sırasında kullanılmaktadır.

3. **Kesit Özelliklerinin Tanımlanması** : Çeşitli kesit tipleri ayrı dosyalar içinde verilmiş bulunmaktadır. Özellikle çelik yapılarda bu kesit tipleri, doğrudan doğruya veya bazı özellikleri değiştirilerek kullanılabilir. İstenen türde kesit tanımlamak için, pek çok seçenek vardır. Seçilen veya tanımlanan kesitler sistem elemanlarına atanmaktadır. SAP2000 içindeki standart kesit türlerinin dışında kesit tanımlamak istendiğinde programın içinden çağırılabilen **Section Designer** programı yardımıyla farklı kesit geometrileri de oluşturulabilmektedir.

4. **Yüklerin Tanımlanması** : Tekil kuvvetler, düzgün , üçgen veya trapez şeklindeki yayılı yüklerle sıcaklık değişimi etkileri tanımlanarak düğüm noktalarına, çubuklara veya sonlu elemanlara atanabilmektedir. Ayrıca, kütle ve spektrum diyagramları tanımlandıktan sonra, mod birleştirme yöntemi ile Dinamik Hesap da yapılabilir. Çok sayıda (Sabit, hareketli, rüzgar, deprem v.b.) değişik yüklemeler tanımlanabileceği gibi, bunlar çeşitli süperpozisyon katsayıları ile çarpılarak **Yükleme Birleşimleri** de oluşturulabilmektedir.

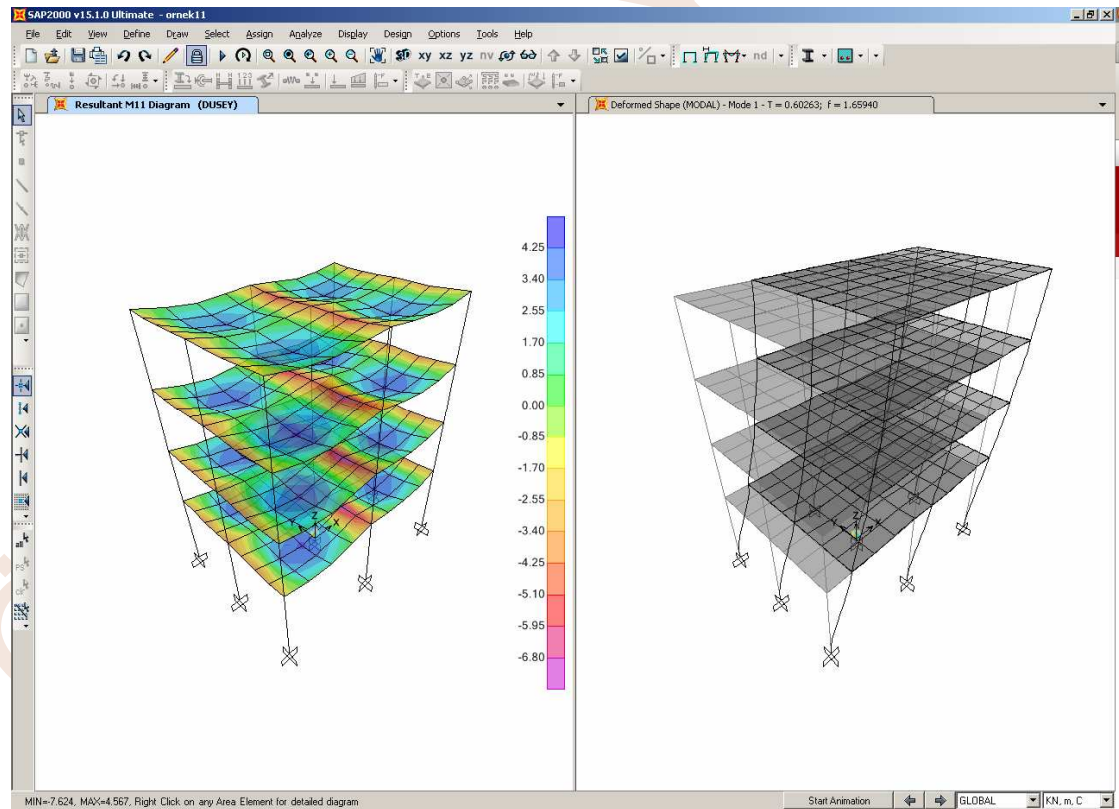
## ÇUBUK ELEMANLARDA UÇ KUVVETLERİ

Çubuk elemanlar için uç kuvvetlerinin tanımlanma biçimleri pozitif yönleri ile birlikte aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



## SAP2000 EKRANI

SAP2000 Grafik Kullanıcı Arayüzü aşağıdaki şekilde gösterildiği gibidir.



Görüldüğü gibi SAP2000 Ekranı, farklı işlevleri olan bölümlerden oluşmaktadır. Ekranın en üstünde yer alan **Ana Başlık** bandında SAP2000 Logosu ile geliştirilen modelin adı yer alır. Bu bandın sağ üst köşesinde yer alan düğmelerden

**Restore Previous Selection to View:** Remove Selection from View seçeneği ile görünümünden çıkarılan nesnelere tekrar görünür duruma getirmek.

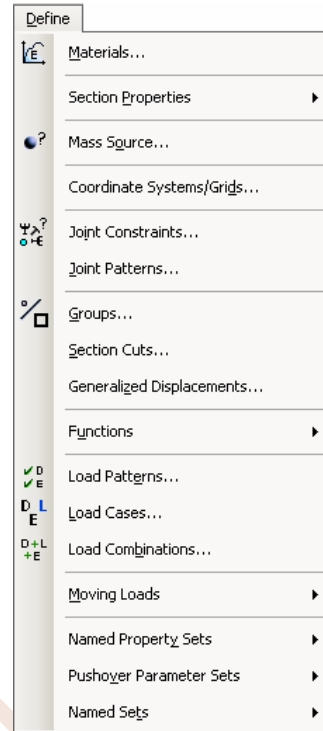
**Show All :** Ekranda tüm nesnelere görünmesini sağlamak.

**Show Named View :** Önceden isim verilerek saklanmış olan görüntüyü ekrana getirmek.

**Refresh Window :** Aktif pencere görüntüsünü güncellemek.

**Refresh View :** Aktif pencere görüntüsünü, tüm nesnelere ekrana getirerek güncellemek.

## Define Menüsü :



Bu menüdeki komutlar ile sistemi oluşturan elemanların özellikleri, yüklemeler, yük kombinasyonları v.b. tanımlanabilir.

**Materials...** : Malzeme özelliklerini tanımlamak.

### Section Properties

**Frame Sections...** : Çubuk elemanların kesit özelliklerini tanımlamak.

**Tendon Sections...** : Tendon elemanların kesit özelliklerini tanımlamak.

**Cable Sections...** : Kabloların kesit özelliklerini tanımlamak.

**Area Sections...** : Kabuk (Plak) eleman kesit özelliklerini ve türünü tanımlamak.

**Solid Properties...** : Solid eleman özelliklerini tanımlamak.

**Reinforcement Bar Sizes...** : Donatı çapları.

**Link/Support Properties...** : Bağlantı elemanı özelliklerini tanımlamak.

**Frequency Dep. Link Props...** : Frekans bağımlı bağlantı elemanları tanımlamak.

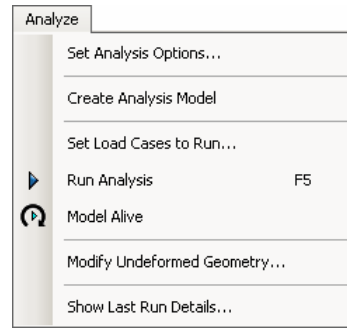
**Hinge Properties...** : Yük artımı (Pushover) analizi için, plastik mafsal özelliklerini tanımlamak.

**Mass Source...** : Kütle kaynaklarını tanımlamak.

**Coordinate Systems/Grids...** : Koordinat sistemi veya grid çizgisi tanımlamak.

**Joint Constraints...** : Düğüm noktaları için yerdeğiştirme kısıtlamaları tanımlamak.

## Analyze Menüsü :



Bu menüdeki komutlar ile sistemin çözümü (analizi) yapılır.

**Set Analysis Options...** : Çözüm seçeneklerini düzenlemek.

**Create Analysis Model**: Analiz modelini oluşturmak.

**Set Load Cases to Run...** : Çözümde kullanılacak yükleme durumlarını saptamak.

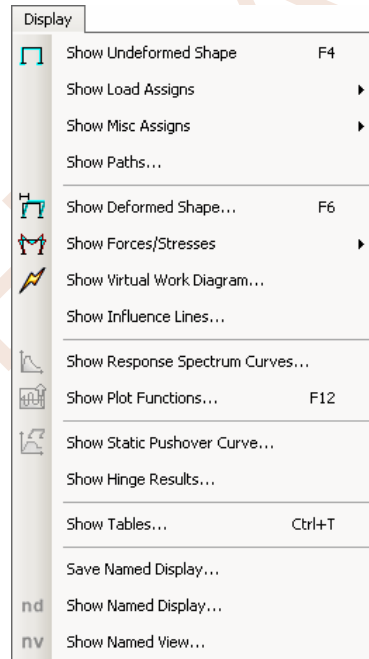
**Run Analysis**: Çözüme başlamak.

**Model-Alive**: Canlı model özelliğini kullanmak.

**Modify Undeformed Geometry**: Şekildeğiştirmemiş durumda modeli düzenleme.

**Show Last Run Details...**: En son yapılan analiz sonuçlarını göstermek.

## Display Menüsü :















Bu menüdeki komutlar ile sistemin şekildeğiştirmiş durumu, yüklemeler, mod şekilleri gibi çeşitli durumlarda görünümünü elde edebilirsiniz.

**Show Undeformed Shape** : Şekildeğiştirmemiş durumu göstermek.

**Show Load Assigns** : Yüklemeleri göstermek.






**Show Misc Assigns** : Düğüm noktası, çubuk, kabuk, solid veya bağlantı elemanlarının özelliklerini göstermek.

## Üst Düğmeler (Devam) :

Düğme	Menü	Komut/Alt Komut	Açıklama
		Perspective Toggle	2 boyutlu görüntüde perspektif
	View	Up One Gridline	Bir grid çizgisi yukarı
	View	Down One Gridline	Bir grid çizgisi aşağı
	View	Set Display Options <input checked="" type="checkbox"/> Shrink Elements	Eleman büzme anahtarı
	View	Set Display Options	Eleman görüntü özellikleri seçimi
	Assign	Assign to Group	Gruplara atama
	Display	Show Undeformed Shape	Şekildeğiştirmemiş biçimi gösterme
	Display	Show Deformed Shape	Şekildeğiştirmiş biçimi gösterme
	Display	Show Forces/Stresses	Eleman iç kuvvetlerini gösterme
	Display	Show Named Display	Kaydedilmiş görünümü gösterme
	Design	Steel Frame Design	Çelik çerçeve boyutlandırma
	Design	Concrete Frame Design	Betonarme çerçeve boyutlandırma

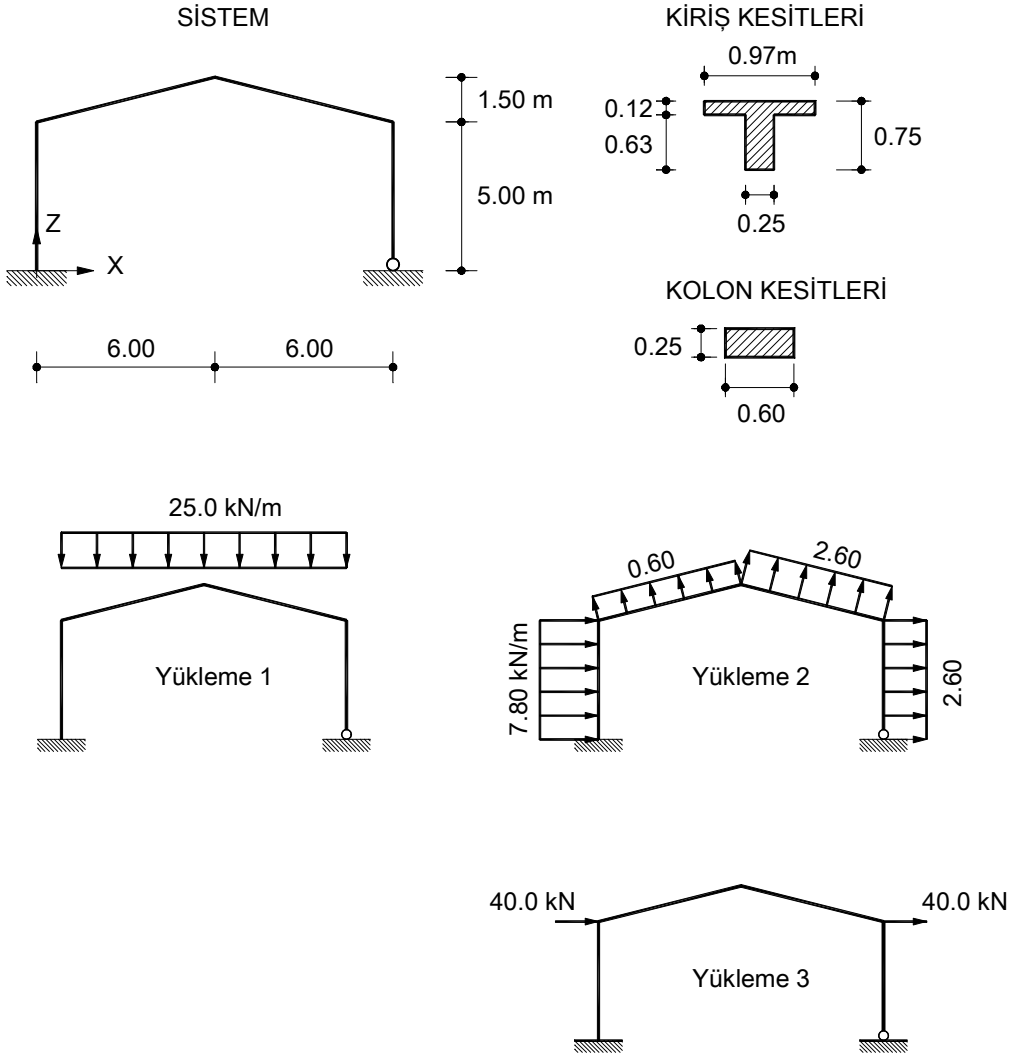
## Yan Düğmeler :

SAP2000 ekranının sol tarafında yer alan ve **Draw** ve **Select** menülerindeki sıkça kullanılan komut ve alt komutlara hızlı erişimi sağlayan Yan Düğmelerin özellikleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Düğme	Menü	Komut/Alt Komut	Açıklama
		Pointer	Eleman ve nokta seçim aracı
	Draw	Set Reshape Element Mode	Eleman yeniden şekillendirme
	Draw	Draw Special Joint	Özel nokta ekleme
	Draw	Draw Frame/Cable Element	Çubuk eleman çizimi
	Draw	Quick Draw Frame/Cable Element	Hızlı çubuk eleman çizimi
	Draw	Quick Draw Braces	Hızlı çapraz eleman çizimi
	Draw	Quick Draw Secondary Beams	Hızlı ikincil giriş çizimi
	Draw	Draw Quad Area Element	Dörtgen sonlu eleman çizimi
	Draw	Draw Rectangular Area Element	Dikdörtgen sonlu eleman çizimi
	Draw	Quick Draw Rectangular Area Element	Hızlı dikdörtgen sonlu eleman çizimi
	Select	Select/All	Tüm eleman ve düğüm noktalarının seçimi
	Select	Get Previous Selection	Önceki seçimi yineleme




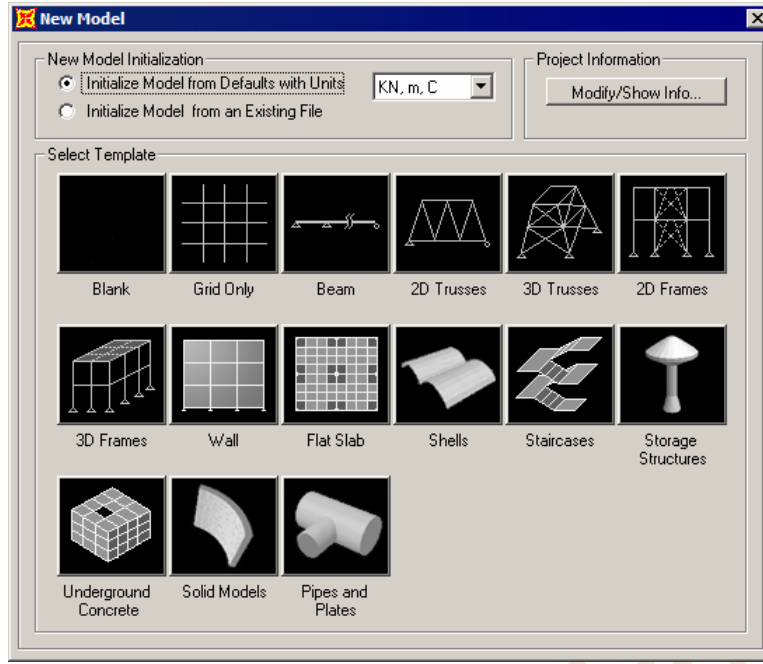
## ÖRNEK 1: Betonarme Çerçeve



Geometrik özellikleri ve yükleri şekilde görülen tek açıklıklı çerçeve, 3 yüklemeye için çözülecektir.

### Sistem Modelinin Oluşturulması:

1. SAP2000 programını çalıştırınız ve konum çubuğunun sağındaki  açılır liste kutusundan KN,m,C boyutlarını seçiniz.
2. Üst bölümdeki , **New Model** (Yeni hesap modeli oluşturma) düğmesine basınız. (**File** menüsünden **New Model...** seçeneğini tıklayarak da aynı işlem gerçekleştirilebilir.) Daha sonra ekrana gelecek olan **New Model** ileti kutusunda **Grid Only** düğmesine basınız.



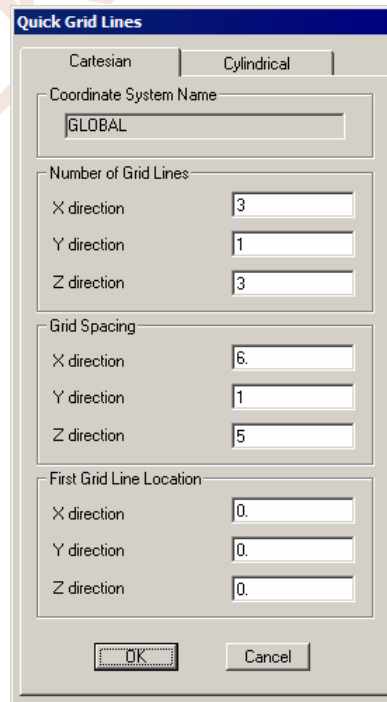
3. Bu işlem modeli oluşturmakta kullanılacak koordinat sistemini ve yardımcı çizgileri tanımlamak için gerekli **Quick Grid Lines** ileti kutusunu ekrana getirecektir. Bu ileti kutusunun

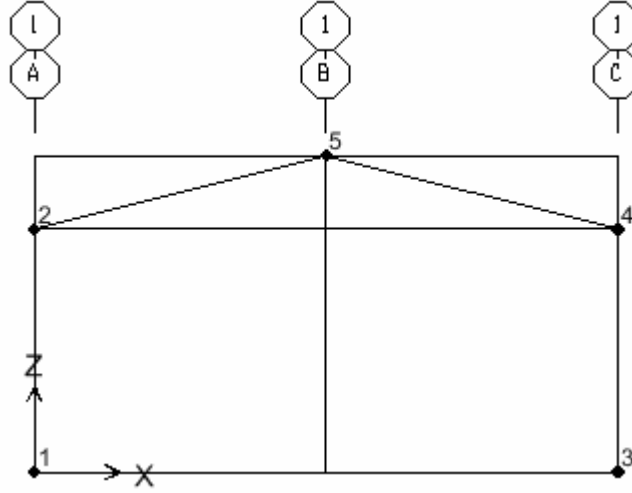
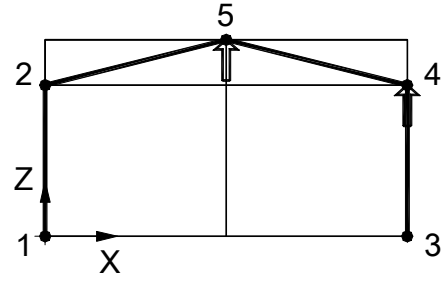
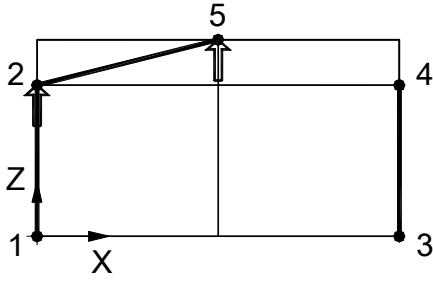
**Number of Grid Lines** bölümünde,

- X direction **3**
- Y direction **1**
- Z direction **3**




**Grid Spacing** bölümünde,

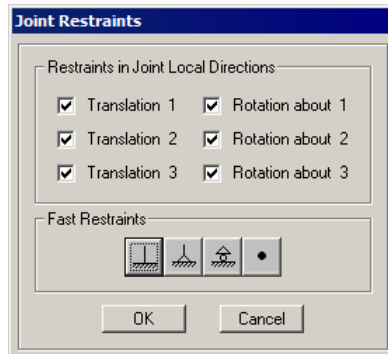
- X direction **6**
- Y direction **1**
- Z direction **5** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.





### Mesnet Koşullarının Tanımlanması:

16.  **Set Select Mode** düğmesine basarak seçme durumuna geçiniz ve **1** No.lu düğüm noktasının üzerine gelerek sol mouse tuşuyla tıklayınız. Noktanın seçilmiş olduğu, üzerine çizilen kesikli bir çarpı işareti ile belirlenecektir. Mesnet koşullarının tanımlandığı **Joint Restraints** ileti kutusunu ekrana getirmek için  düğmesini tıklayınız.
17. Ekrana gelen **Joint Restraints** ileti kutusunun **Fast Restraints** (Hızlı mesnet koşulu tanımlama) bölümünde, ankastre mesnet tanımlaması yapmak için  düğmesine basınız. Düğüm noktası serbestliklerine ilişkin onay kutularının tamamının seçili duruma geldiğine, yani düğüm noktasının tüm yerdeğiştirmelerinin tutulduğuna dikkat ediniz ve **OK** düğmesine basınız.



18. **3** No.lu düğüm noktasının üzerine geliniz ve sol mouse tuşuyla tıklayarak seçiniz.

**Tee Section**

Section Name: TKIRIS

Section Notes: Modify/Show Notes...

Properties: Section Properties...

Property Modifiers: Set Modifiers...

Material: + MLZ

Dimensions:

Outside stem ( t3 )	0.75
Outside flange ( t2 )	0.97
Flange thickness ( tf )	0.12
Stem thickness ( tw )	.25

Display Color:

OK Cancel

**Property Data**

Section Name: TKIRIS

Properties:

Cross-section (axial) area	0.2739	Section modulus about 3 axis	0.0311
Torsional constant	3.668E-03	Section modulus about 2 axis	0.0205
Moment of Inertia about 3 axis	0.0148	Plastic modulus about 3 axis	0.0549
Moment of Inertia about 2 axis	9.947E-03	Plastic modulus about 2 axis	0.0381
Shear area in 2 direction	0.1875	Radius of Gyration about 3 axis	0.2322
Shear area in 3 direction	0.097	Radius of Gyration about 2 axis	0.1906

OK

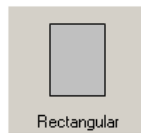
30. Ekranı tekrar kesit tanımlama ileti kutusu gelecektir. Dikdörtgen kolon kesitini tanımlamak için **Add New Property** (Yeni kesit özelliği ekle) düğmesine basınız.

31. Ekranı gelen ileti kutusunda **Frame Section Property Type** ağırlı listesinden **Concrete**'i seçiniz.

Select Property Type

Frame Section Property Type: Concrete

32. Dikdörtgen kesitleri tanımlamak için **Rectangular** seçeneğine tıklayınız.

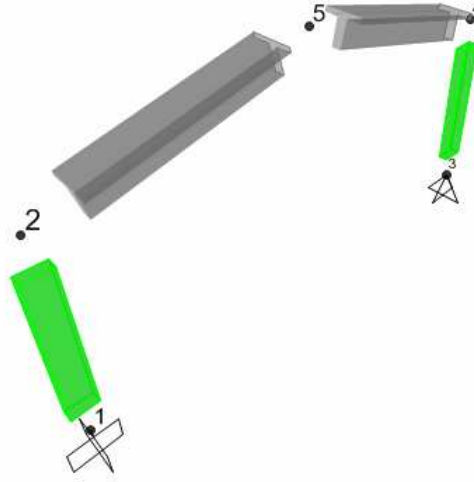


33. Ekranı dikdörtgen kesit boyutlarının tanımlanacağı yeni bir ileti kutusu gelecektir.

Bu ileti kutusunda,

- **Depth (t3)** yazı kutucuğuna **0.60**
- **Width (t2)** yazı kutucuğuna **0.25** yazınız.
- **Material** ağırlı listesinden **MLZ** malzemesini seçiniz.

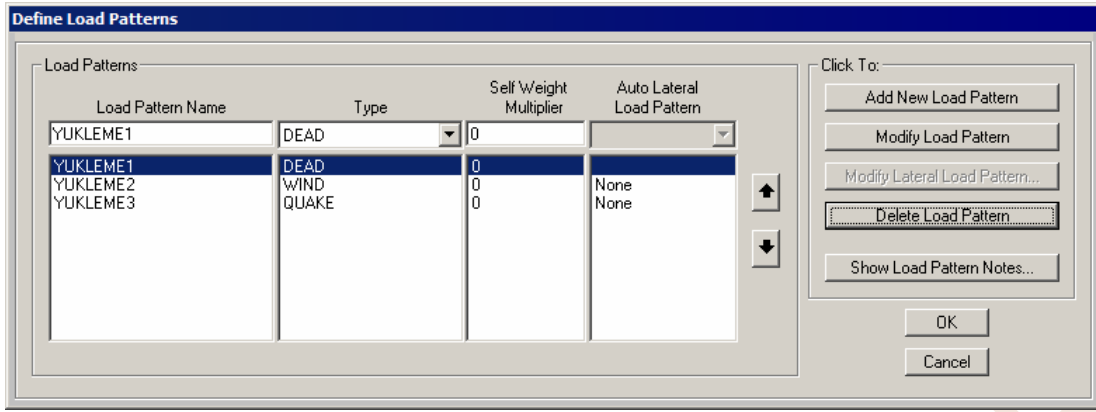
44. Bu işlem ekranda sistemin hacimsel olarak gösterilmesini ve farklı kesitlerdeki elemanların farklı renklerde gösterilmesini sağlayacaktır. Sistem geometrisinin yerleşiminin kontrolü için bu görünüm yararlı olmaktadır.





45. Yeniden  **Set Display Options** düğmesine basınız. Ekranı gelen ileti kutusunun,
- **General** bölümündeki **Shrink Objects** (Elemanları kısaltılmış olarak gösterme), **Extrude View** (Elemanları hacimsel olarak gösterme) kutucuklarını tıklayarak seçili durumdan çıkarınız.
  - **View by Colors of** bölümünde **Objects** (Nesneler) radyo düğmesini tıklayarak seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.
46.  **XZ** simgesine tıklayarak XZ düzlemindeki görünümü ekrana getiriniz.

#### Yüklerin Tanımlanması ve Çubuklara Atanması:

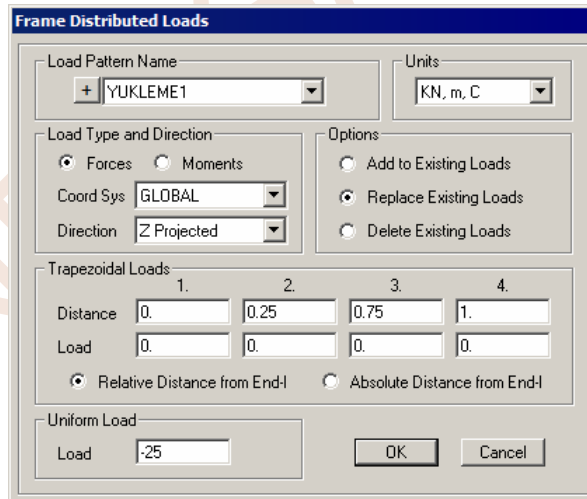
47. **Define** menüsünden **Load Patterns...** komutunu seçiniz veya  **DL**  **E** düğmesine basınız. Ekranı gelen **Define Load Patterns** ileti kutusunun,
- **Load Pattern Name** bölümüne **YUKLEME1** yazınız, **Type** bölümündeki açılır listeden **DEAD** seçeneğine tıklayınız, **Self Weight Multiplier** bölümüne **0** yazınız, **Add New Load Pattern** düğmesine basınız.
  - **Load Pattern Name** bölümüne **YUKLEME2** yazınız, **Type** bölümündeki açılır listeden **WIND** seçeneğini tıklayınız, **Add New Load Pattern** düğmesine basınız.
  - **Load Pattern Name** bölümüne **YUKLEME3** yazınız, **Type** bölümündeki açılır listeden **QUAKE** seçeneğini tıklayınız, sırasıyla **Add New Load Pattern** düğmesine basınız.
  - **Load Pattern Name** bölümünde yazan **DEAD** yüklemesine tıklayınız ve **Delete Load Pattern** düğmesine basarak bu yüklemeyi siliniz.
  - **OK** düğmesine basınız.




48.  **Set DisplayOptions** düğmesine basınız. Ekranı gelen ileti kutusunun **Joints** ve **Frames/Cables/Tendons** bölümlerindeki **Labels** radyo düğmelerini seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız. Bu işlem ekranda düğüm noktası ve çubuk eleman numaralarının görünmesini sağlayacaktır.

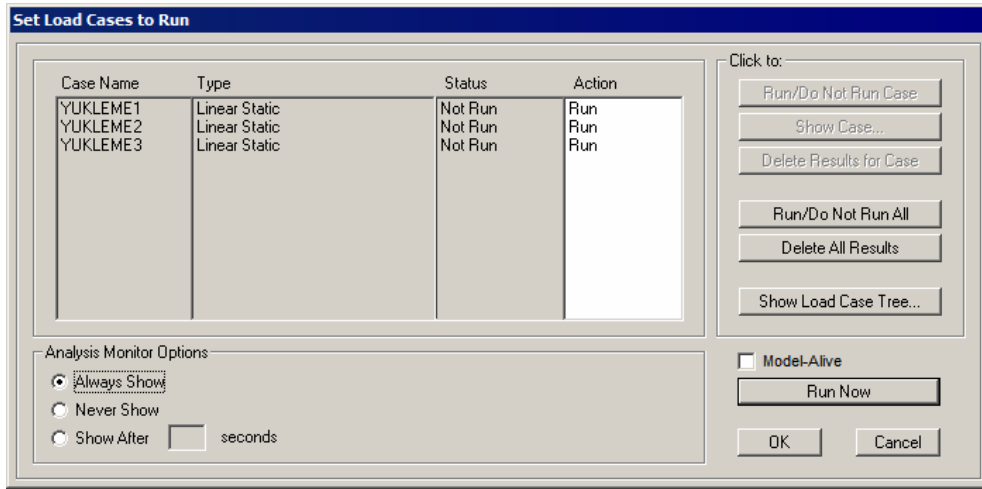
49. Sırasıyla **3** ve **4** No.lu çubukları seçiniz. Çubuk üzerindeki yükleri tanımlamak için üst bölümdeki  düğmesini tıklayınız. Ekranı gelen **Frame Distributed Loads** ileti kutusunda,

- **Load Pattern Name** bölümündeki ağırlık listeden **YUKLEME1**'i seçiniz. (Seçili durumdaysa bir işlem yapmaya gerek yoktur.)
- **Load Type and Direction** bölümündeki ağırlık listelerden **GLOBAL** ve **Z Projected** 'i seçiniz.
- **Uniform Load** bölümündeki yazı kutucuğuna **-25** yazıp **OK** düğmesine basınız. Böylece -Z yönünde 25 kN/m şiddetindeki düzgün yayılı yük tanımlanmış olur.

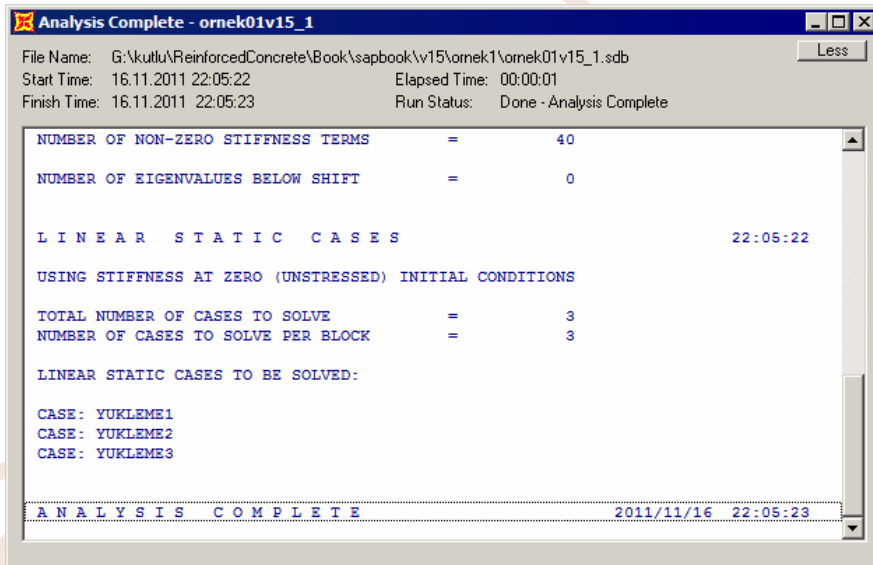


Ekranı eğik kirişler üzerinde, 24.25 kN/m düzgün yayılı yük görünecektir. Bu yük, yatayda 25.0 kN/m olan yükün eğik birim boydaki şiddetidir.

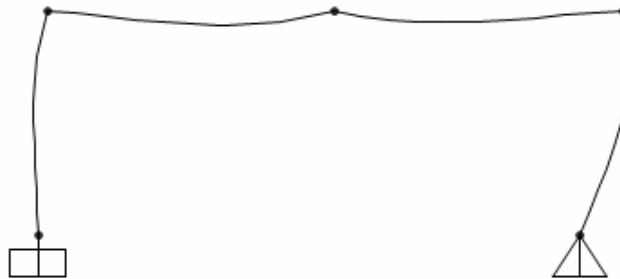
66. Üst bölümdeki **Analyze** menüsünden, **Run Analysis** (Çözüm) düğmesine basarak veya  simgesine basarak analiz işlemine geçiniz. **Run Now** düğmesine basarak sistemin çözümüne başlayınız.

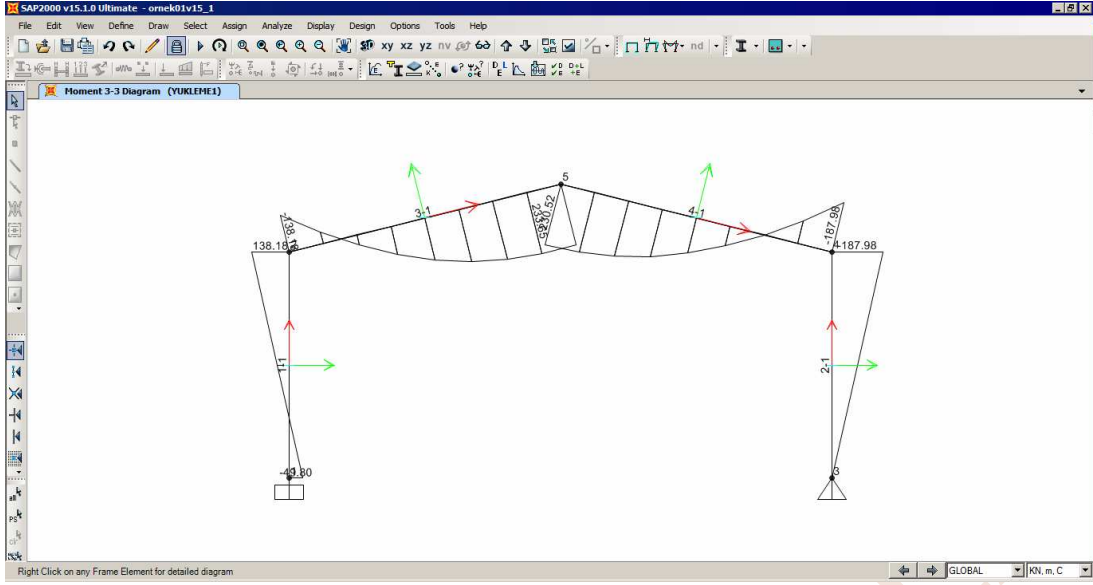


67. Üst bölümdeki **Analyze** menüsünden **Show Last Run Details** seçeneğine tıklayınız.
68. Ekranı gelen ve analiz adımlarını gösteren ileti kutusunda uyarı veya hata mesajları bulunmadığını gördükten sonra ileti kutusunu kapatınız.

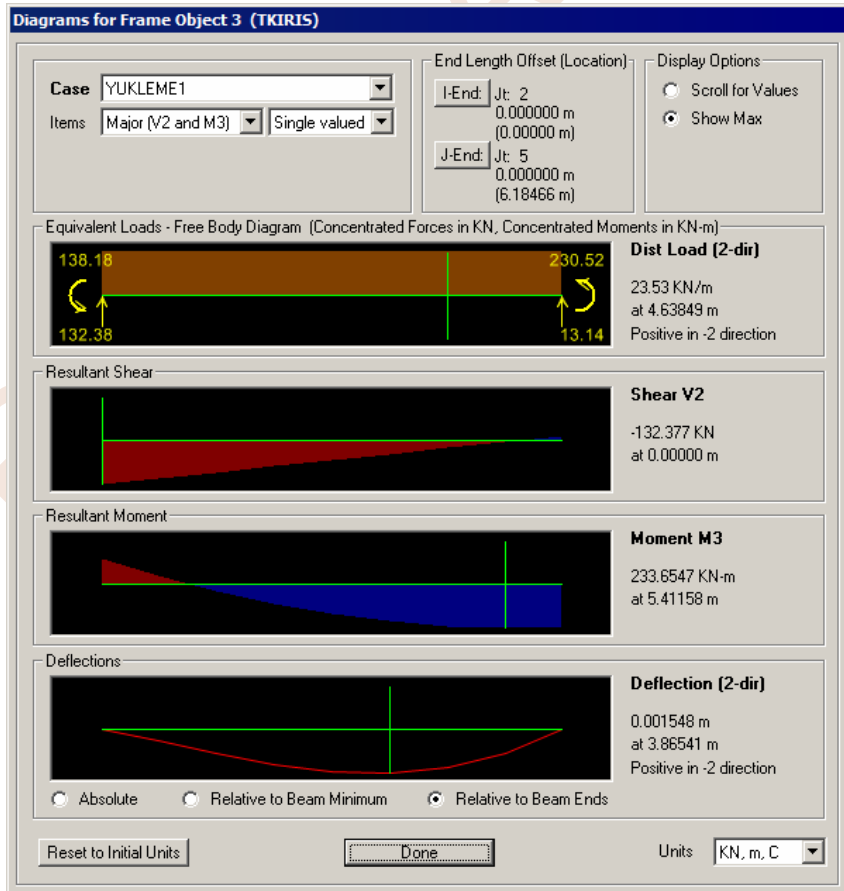


69. Ekranda **YUKLEME1**'e ilişkin sistemin şekil değiştirmiş durumu görülecektir.



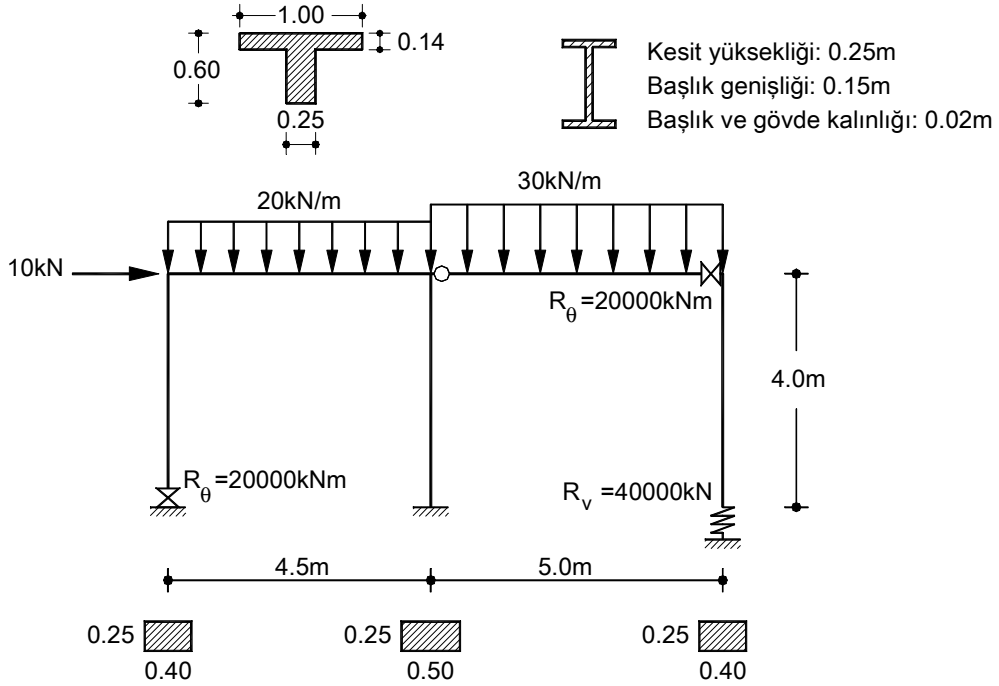


74. Herhangi bir çubuğun üzerine gelip sağ mouse tuşuyla tıkladığında bu çubuk için herhangi bir yüklemeye ait iç kuvvet ve yerdeğıştirmelerin değışimini gösteren ileti kutusu ekrana gelmektedir. Bu ileti kutusunda **Display Options** bölümünde **Show Max** radyo düğmesi seçilirse ilgili büyüklüklerin en büyük değeri gösterilecektir. Mouse sol tuşu basılı tutularak eleman üzerinde gezdirilirse ilgili büyüklüklerin değışimi de incelenebilir. Daha sonra **Done** düğmesine basılarak ekran kapatılır. Aşğıda sol çatı kirişinin **YUKLEME1**'deki iç kuvvet ve yerdeğıştirme değışimini içeren ileti kutusu gösterilmektedir.






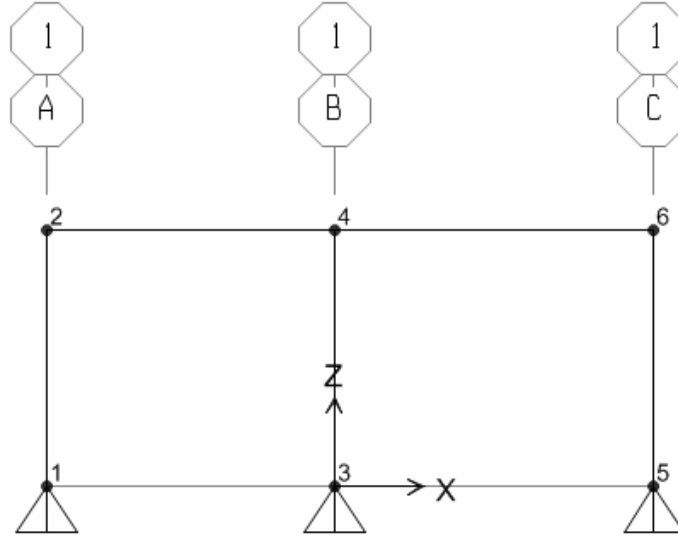
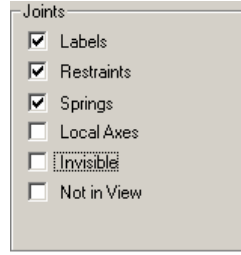
## ÖRNEK 2: Basit çerçeve






Şekildeki elastik mesnetli ve elastik birleşimli düzlem çerçevenin verilen yükler altında hesabının yapılması.

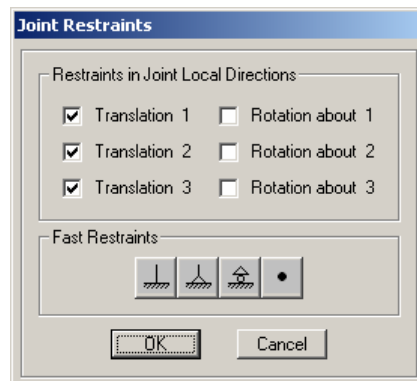
### Sistem Modelinin Oluşturulması:

1. SAP2000 programını çalıştırınız ve konum çubuğunun sağındaki birim açılır liste kutusundan  birimlerini seçiniz.
2. Üst bölümdeki  **New Model** düğmesine basınız. (**File** menüsünden **New Model...** seçeneğini tıklayarak da aynı işlem gerçekleştirilebilir.) Daha sonra ekrana gelecek olan **New Model** ileti kutusunda sistem iki boyutlu düzlem sistem olduğundan **2D Frames** düğmesine basınız.
3. Bu işlem düzlem sistem modelini oluşturmakta kullanılacak **2D Frames** ileti kutusunu ekrana getirecektir.

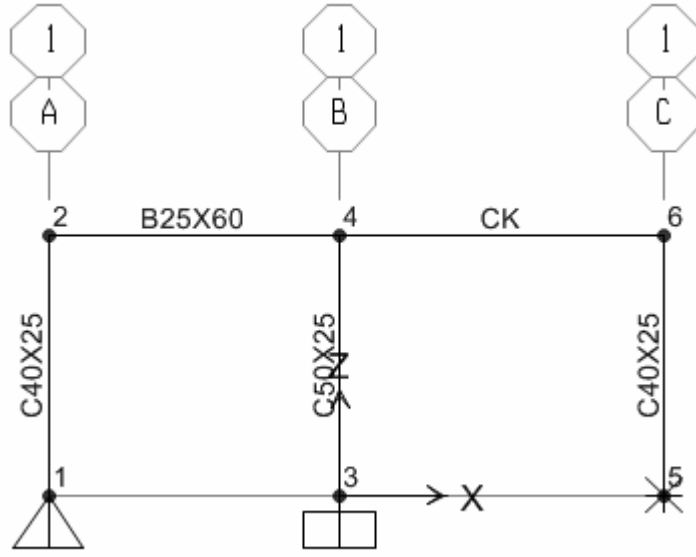




### Mesnet Koşullarının Tanımlanması:

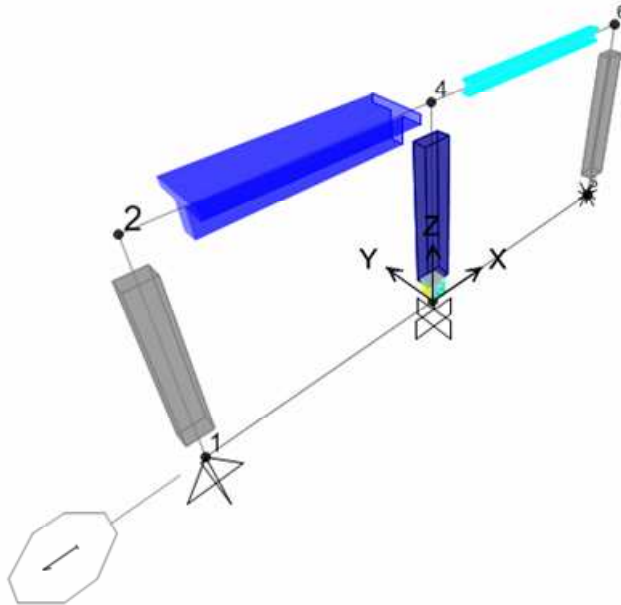
13.  **Set Select Mode** düğmesine basarak seçme durumuna geçiniz ve **1** No.lu düğüm noktasının üzerine gelip sol mouse tuşuyla tıklayınız. Noktanın seçilmiş olduğu, üzerine çizilen kesikli bir çarpı işareti ile belirlenecektir. Mesnet koşullarının tanımlandığı **Joint Restraints** ileti kutusunu ekrana getirmek için,  düğmesini tıklayınız.
14. Ekrana gelen **Joint Restraints** ileti kutusunun **Fast Restraints** bölümünde, sabit mesnet tanımlaması yapmak için  düğmesine basınız. Düğüm noktası serbestliklerine ilişkin onay kutularının doğrusal yerdeğiştirmeler ile ilgili olanlarının seçili duruma geldiğine, yani düğüm noktasının tüm doğrusal yerdeğiştirmelerin tutulduğuna dikkat ediniz ve **OK** düğmesine basınız.



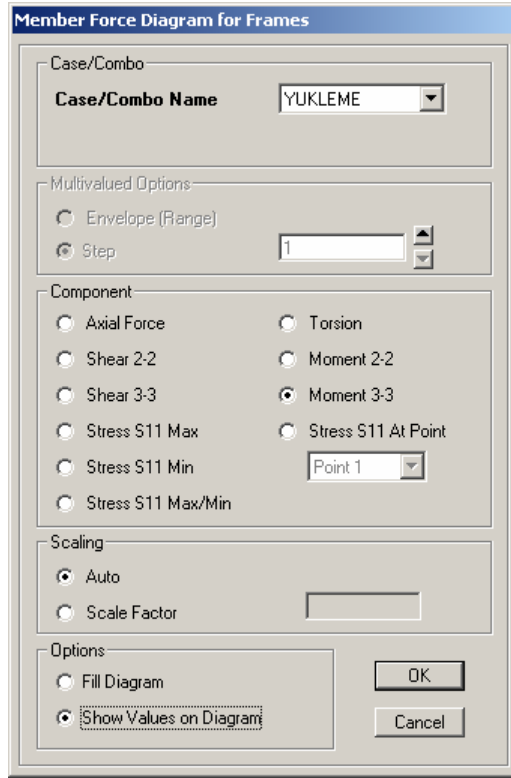
15. **3** No.lu düğüm noktasının üzerine geliniz ve sol mouse tuşuyla tıklayarak seçiniz.



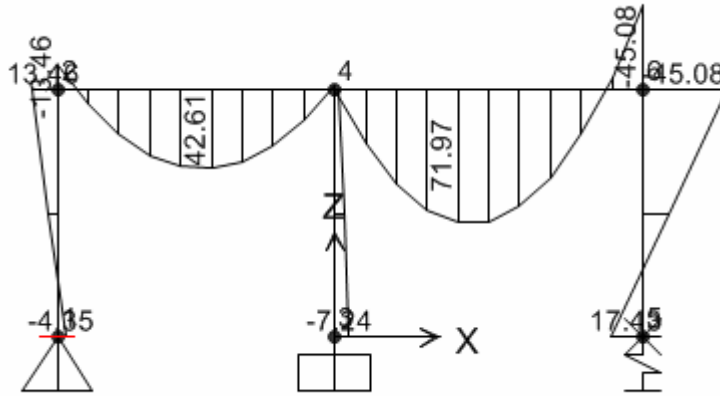
55. Klavyede **F4** tuşuna basarak tekrar sadece düğüm noktası numaralarının görünmesini sağlayınız.
56.  simgesine basarak 3 boyutlu görünümü ekrana getiriniz.
57.  **Set Display Options** düğmesine basınız. Ekranı gelen ileti kutusunun **General** bölümünde **Shrink Objects, Extrude View ; View by Colors of** bölümünde **Sections** kutucuklarını seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.



58. Bu işlem elemanların kesit tanımındaki ilgili renkleri kullanarak hacimsel olarak gösterilmesini sağlamaktadır. Eleman kesit yerleşimleri bu şekilde de görsel olarak kontrol edilebilmektedir.



90. Ekranda kritik noktalardaki değerleri ile birlikte eğilme momenti diyagramı görünecektir.

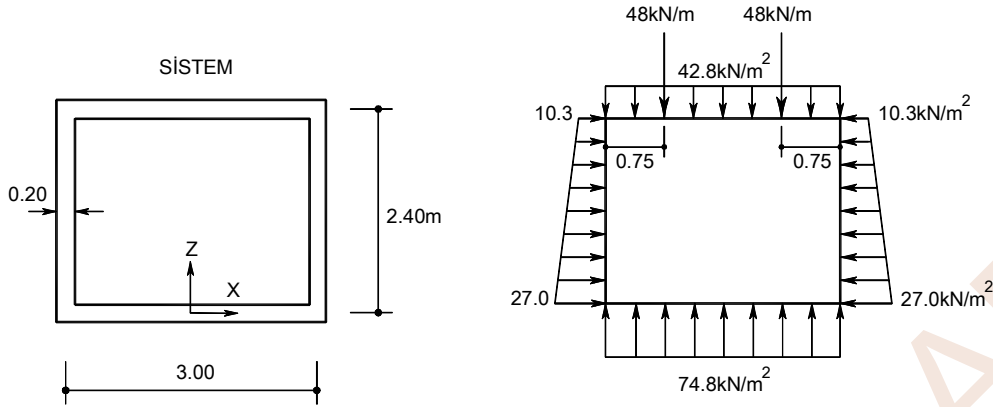


Eksenel şekildeğişiklikler ve kayma şekildeğişiklikleri ihmal edilerek elde edilen teorik çözümün belirli noktalardaki değerleri aşağıda tablo olarak verilmektedir.

Teorik Çözüm	SAP2000 <sup>[1]</sup>	SAP2000 <sup>[2]</sup>
4.48	4.35	4.54
13.61	13.46	13.62
7.78	7.24	7.75
45.38	45.08	45.38
18.09	17.43	18.10

SAP2000<sup>[2]</sup> olarak gösterilen çözüm, eksenel şekildeğişiklikler ve kayma şekildeğişiklikleri ihmal edilerek elde edilen çözümdür.

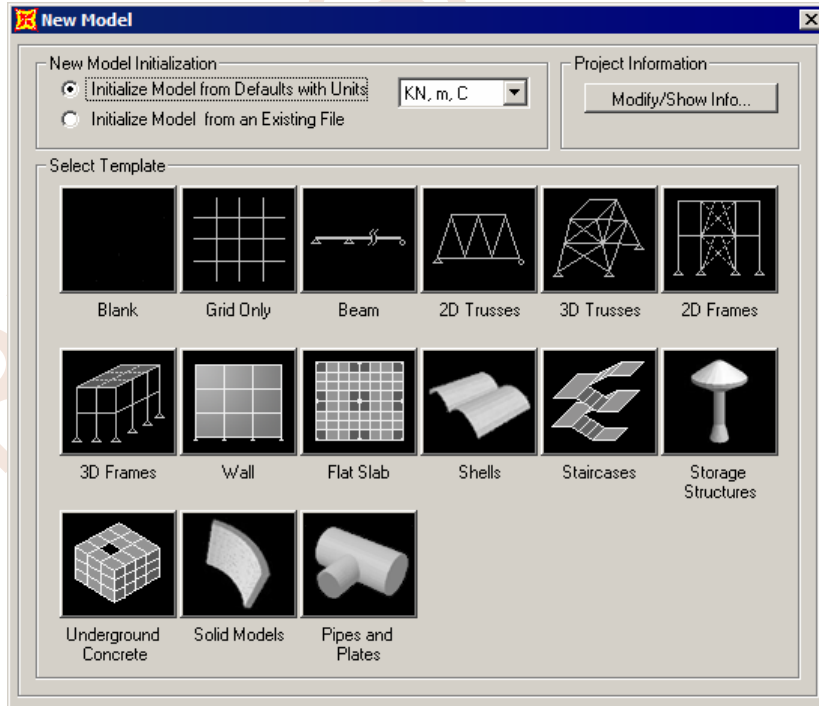
### ÖRNEK 3: Betonarme Kutu Kesit



Geometrik özellikleri ve yükleri şekilde görülen sonsuz uzunluklu kutu kesit, birim uzunluk için çözülecektir.

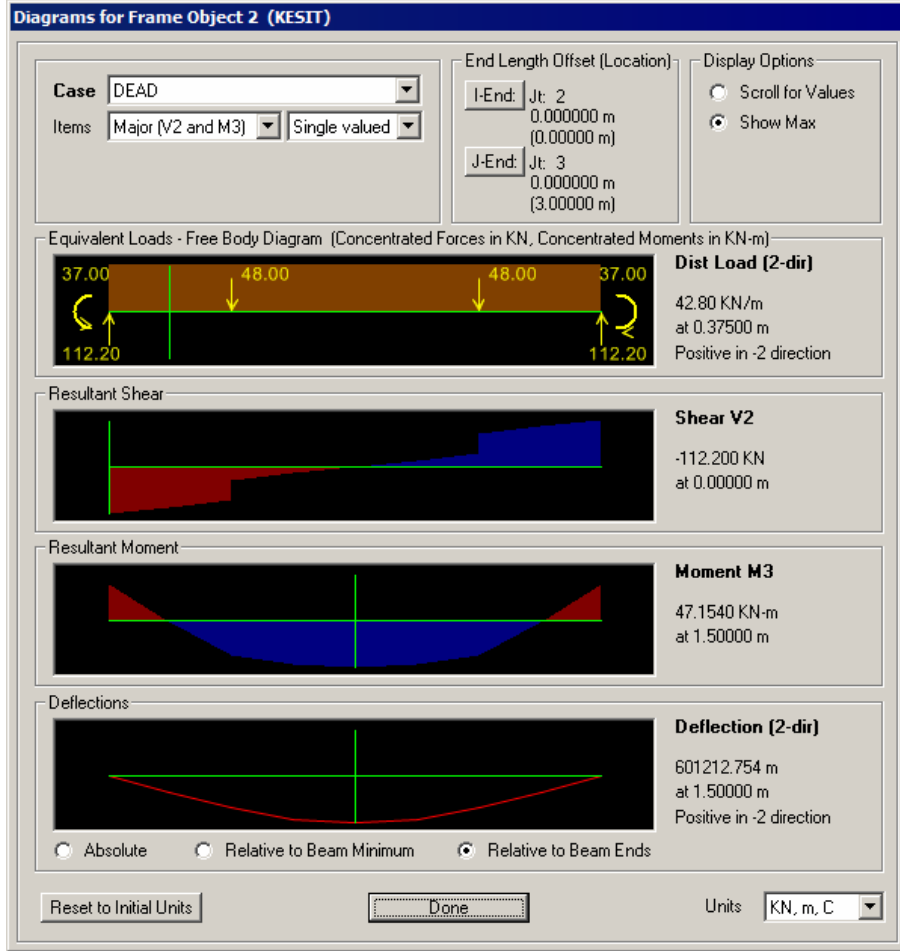
#### Sistem Modelinin Oluşturulması:

1. SAP2000 programını çalıştırınız ve konum çubuğunun sağ tarafında bulunan açılır liste kutusundan **KN, m, C** boyutlarını seçiniz.
2. Üst bölümdeki **New Model** düğmesine basarak **New Model** ileti kutusunu ekrana getiriniz. Bu ileti kutusunda **Grid Only** düğmesine basınız.



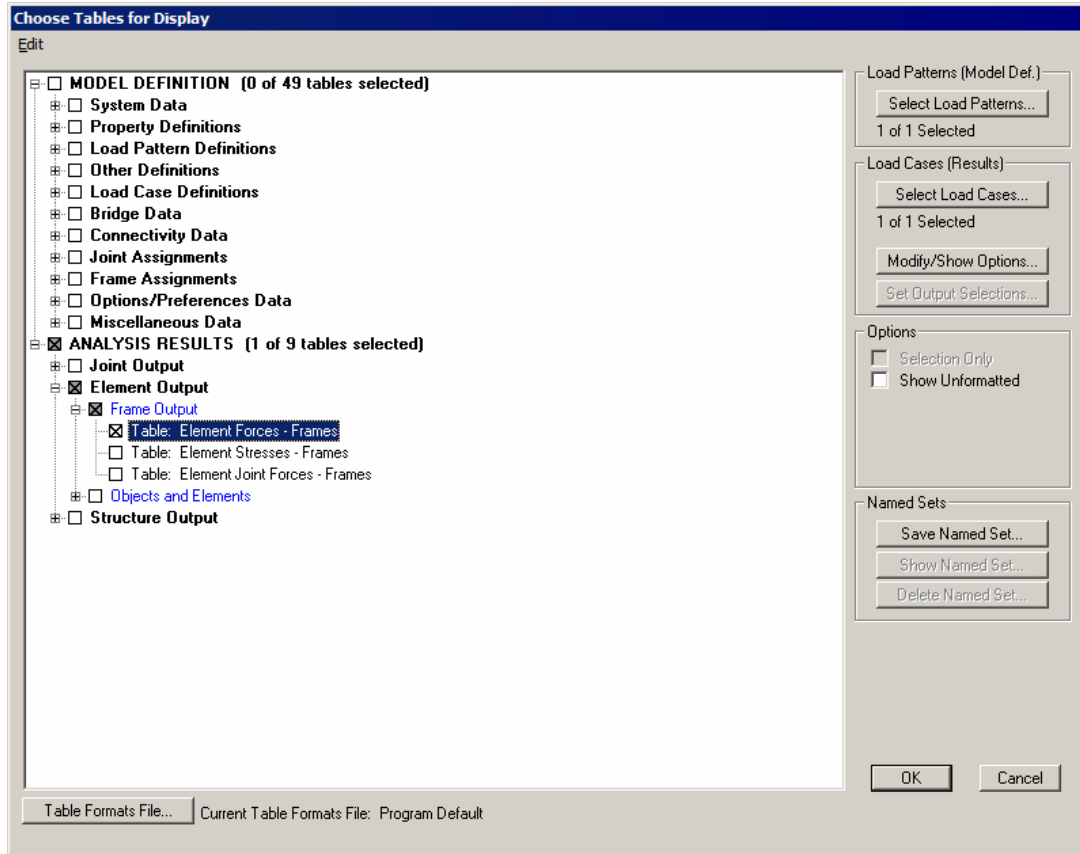
3. Ekrana gelen **Quick Grid Lines** ileti kutusunda,  
**Number of Grid Lines** (Yardımcı çizgi sayısı) bölümünde,
  - X direction **2**

37. Bu ileti kutusunda **Display Options** bölümünde **Show Max** radyo düğmesi seçilirse ilgili büyüklüklerin en büyük değerleri gösterilecektir. (Yer değiştirmelerin, Elastisite modülü için seçilen değerden (E=1) dolayı büyük olduğu unutulmamalıdır).
38. Sol mouse tuşu basılı tutularak eleman üzerinde gezdirilirse ilgili büyüklüklerin değişimi de incelenebilir.
39. **Done** düğmesine basılarak ekran kapatılabilir.



### Sonuçların Bir Dosyaya Yazdırılması:

40. Sonuçların bir dosyaya yazdırılması istenirse, **Display** menüsünde **Show Tables...** seçeneği kullanılmalıdır. Bu seçeneğe tıklayınız veya **Ctrl+T** tuşlarına beraber basınız.
41. Ekranı gelen **Choose Tables for Display** ileti kutusunda **ANALYSIS RESULTS→Element Output→Frame Output→Table: Element Forces-Frames** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.



42. Ekranı eleman iç kuvvetlerini içeren tablo gelecektir.

Element Forces - Frames

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Element Forces - Frames

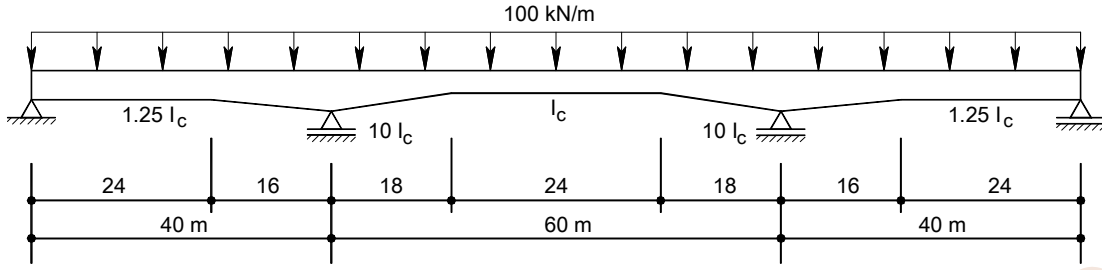
Frame Text	Station m	Output Case Text	Case Type Text	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m
1	0	DEAD	LinStatic	-112.2	24.872	0	0	0	34.9613
1	0.3	DEAD	LinStatic	-112.2	17.085	0	0	0	28.6833
1	0.6	DEAD	LinStatic	-112.2	9.925	0	0	0	24.6475
1	0.9	DEAD	LinStatic	-112.2	3.39	0	0	0	22.6659
1	1.2	DEAD	LinStatic	-112.2	-2.518	0	0	0	22.5507
1	1.5	DEAD	LinStatic	-112.2	-7.8	0	0	0	24.1139
1	1.8	DEAD	LinStatic	-112.2	-12.455	0	0	0	27.1678
1	2.1	DEAD	LinStatic	-112.2	-16.485	0	0	0	31.5245
1	2.4	DEAD	LinStatic	-112.2	-19.888	0	0	0	36.996
2	0	DEAD	LinStatic	-19.888	-112.2	0	0	0	-36.996
2	0.375	DEAD	LinStatic	-19.888	-96.15	0	0	0	2.0696
2	0.75	DEAD	LinStatic	-19.888	-80.1	0	0	0	35.1165
2	0.75	DEAD	LinStatic	-19.888	-32.1	0	0	0	35.1165
2	1.125	DEAD	LinStatic	-19.888	-16.05	0	0	0	44.1446
2	1.5	DEAD	LinStatic	-19.888	-8.527E-14	0	0	0	47.154
2	1.875	DEAD	LinStatic	-19.888	16.05	0	0	0	44.1446
2	2.25	DEAD	LinStatic	-19.888	32.1	0	0	0	35.1165
2	2.25	DEAD	LinStatic	-19.888	80.1	0	0	0	35.1165
2	2.625	DEAD	LinStatic	-19.888	96.15	0	0	0	2.0696

Record: 1 of 38

Add Tables... Done

43. Bu tabloyu bir text dosyasına aktarmak için ileti kutusundaki **File** menüsünden **Display Current Table → In Text Editor w/No splits** seçeneği kullanılabilir.


## ÖRNEK 4: Değişken Kesitli Köprü Kirişi

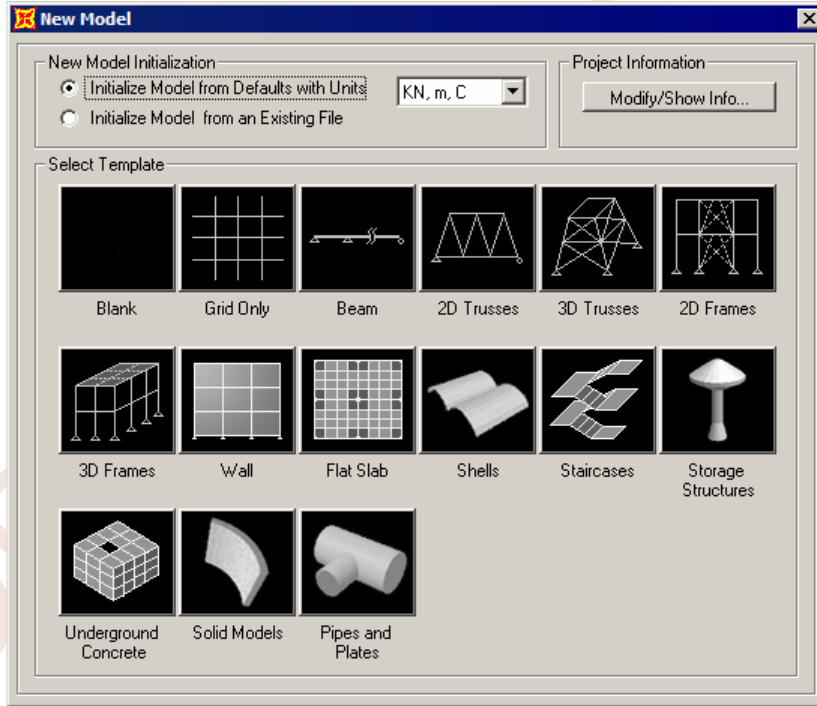


Şekilde görülen değişken kesitli köprü kirişinde 100 kN/m düzgün yayılı yük için iç kuvvetler belirlenecektir.

### Sistem Modelinin Oluşturulması:

45. SAP2000 programını çalıştırınız ve konum çubuğunun sağındaki açılır liste kutusundan **KN, m, C** boyutlarını seçiniz.

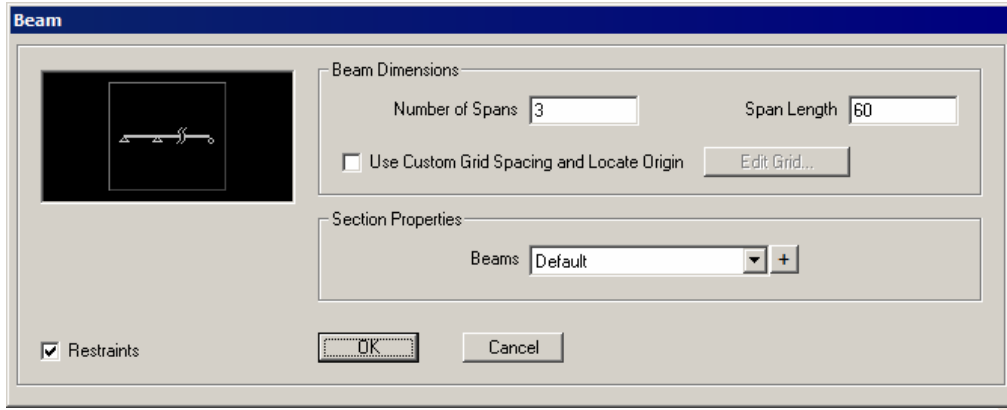
46. Üst bölümdeki  **New Model** düğmesine basarak **New Model** ileti kutusunu ekrana getiriniz. Bu ileti kutusunda ilk satırda üçüncü şekil olan **Beam** (kiriş) seçeneğine tıklayınız.



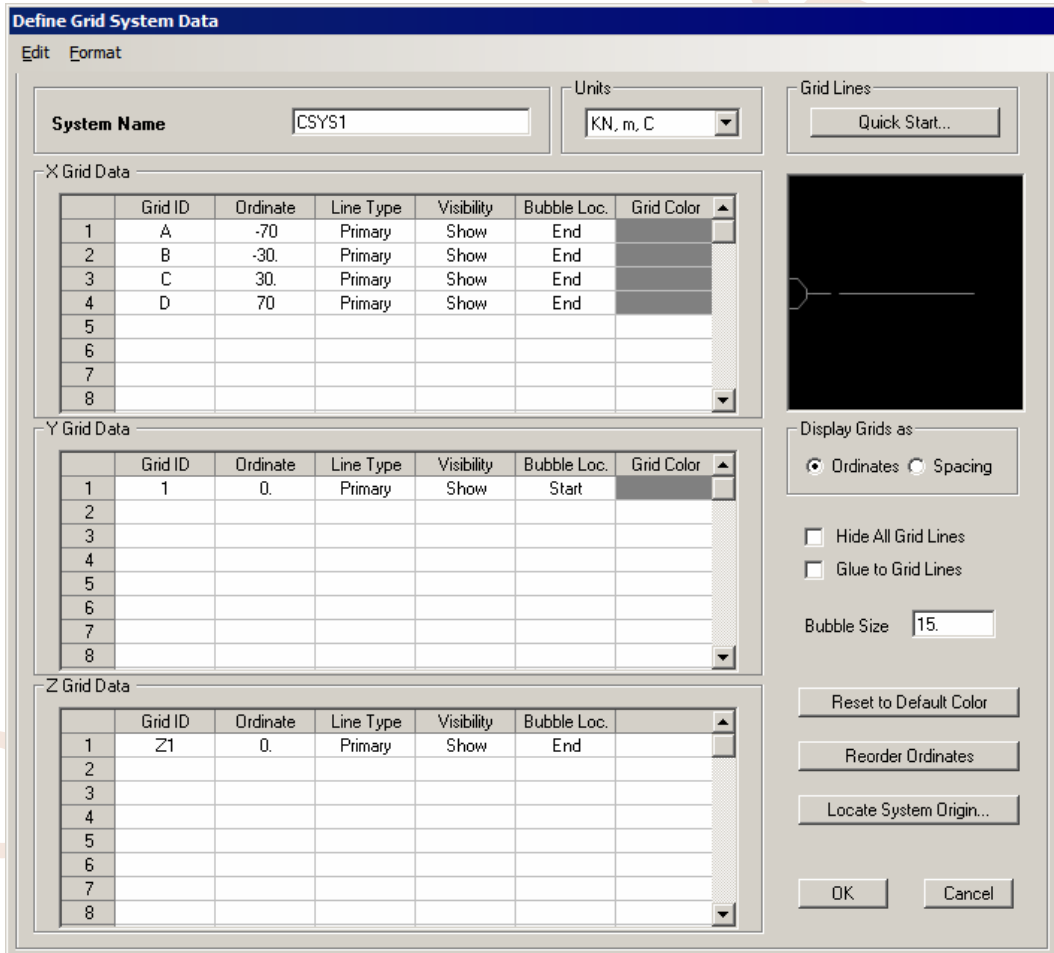
47. Bu işlem ile kiriş açıklık sayısının ve açıklıkların uzunluklarının girileceği yeni bir ileti kutusu ekrana gelecektir. Bu ileti kutusunun,


- **Number of Spans** (Açıklık sayısı) yazı kutucuğuna **3**
- **Span Length** (Açıklık uzunluğu) yazı kutucuğuna **60** yazınız.





- **Use Custom Grid Spacing and Locate Origin** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve aktif duruma geçen **Edit Grid...** düğmesine basınız.
  - Ekranı gelen ileti kutusunun **X Grid Data** bölümünde,
    - 1. satırdaki **Ordinate** değerini **-70**
    - 4. satırdaki **Ordinate** değerini **70** olarak değiştiriniz ve **2** kez **OK** düğmesine basarak sistemi oluşturunuz.

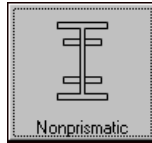


48. Ekrandaki 3-D View penceresinin üst bölümündeki  düğmesine basarak pencereyi kapatınız. Bu işlem ekranda tek aktif pencere olarak X-Z düzlemini gösteren pencerenin bulunmasını sağlayacaktır.

Bu işlemler sırasında atanan değerlerden **Moment of Inertia about 3 axis** değerinin **1.25** olarak seçilmiş olması, sistemin kenar açıklığında  $1.25I_c$  olarak gösterilen atalet momenti değerinin **1.25** alınmasını sağlamış olmaktadır.

**General Section** iletisi kutusundaki **Depth (t3)** ve **Width (t2)** kutucuklarında yazılı olan değerlerin değiştirilmesi zorunlu değildir. Çizilen elips biçimindeki şeklin de çözüme bir etkisi yoktur. Çünkü tüm atalet momentleri sayısal olarak verilmektedir. Ancak kesitlerin bazılarında sayısal atalet momentleri, bazılarında da kesit boyutları verilen örneklerde, **General Section** iletisi kutusundaki **Depth (t3)** ve **Width (t2)** yazı kutucuklarındaki değerlerin her ikisini de **1** olarak değiştirmek gerekir.

59. İkinci kesiti tanımlamak için bir önceki adımda oluşturulan kesitten türetme özelliği kullanılacaktır. Bu işlem için **I1** kesitini seçiniz ve **Add Copy of Property...** seçeneğine tıklayınız.
60. Ekrana gelen **General Section** iletisi kutusunun,
- **Section Name** yazı kutucuğuna **I2** yazınız.
  - **Section Properties**  düğmesine basınız.
    - Ekrana gelen **Property Data** iletisi kutusunun,
    - **Moment of Inertia about 3 axis** yazı kutucuğuna **10** yazınız.
  - **2** kez **OK** düğmesine basınız.
61. Üçüncü kesiti tanımlamak için yeniden **Add Copy of Property** seçeneğine tıklayınız.
62. Ekrana gelen **General Section** iletisi kutusunun,
- **Section Name** yazı kutucuğuna **I3** yazınız.
  - **Section Properties**  düğmesine basınız.
    - Ekrana gelen **Property Data** iletisi kutusunun,
    - **Moment of Inertia about 3 axis** yazı kutucuğuna **1** yazınız.
  - **2** kez **OK** düğmesine basınız.
63. Değişken kesiti tanımlamak için **Add New Property** düğmesine basınız.
64. **Frame Section Property Type** açılır listesinden **Other** seçeneğine tıklayınız.
65. SAP2000 programında değişken kesitleri tanımlamak için **Nonprismatic** seçeneği kullanılmakta ve değişken kesitli çubuğu tanımlayan farklı tipteki kesitlerin önceden tanımlanmış olması gerekmektedir. İlk değişken kesiti tanımlamak için **Nonprismatic** seçeneğine tıklayınız.

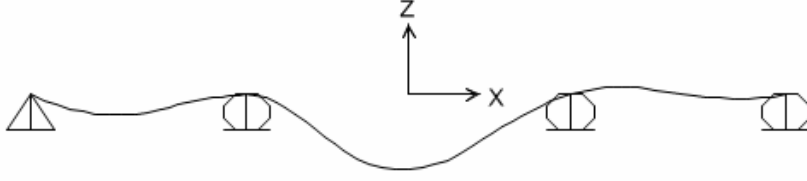


66. Ekrana **Nonprismatic Section Definition** iletisi kutusu gelecektir. Bu iletisi kutusundaki açılır listelerden,

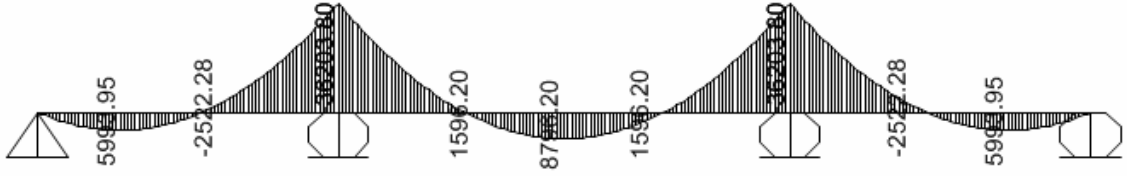
- **Start Section** listesinden **I1**
- **End Section** listesinden **I1**
- **Length Type** listesinden **Absolute**
- **EI33 Variation** listesinden **Cubic**
- **EI22 Variation** listesinden **Linear** değerlerini seçiniz.
- **Length** yazı kutucuğuna **24** yazınız.
- **Add** düğmesini tıklayınız.

Değişken kesitin devamını tanımlamak için,

- **Start Section** listesinden **I1**



86. **Display** menüsünde **Show Forces/Stresses→Frames/Cables** (Çubuk İç Kuvvet Diyagramları) seçeneğine tıklayarak ekrana **Member Force Diagram for Frames** ileti kutusunu getiriniz.
87. Ekrana gelen ileti kutusunda, **Moment 3-3** radyo düğmesini seçiniz. Ekranda değerlerin de gösterilmesini sağlamak için **Show Values on Diagram** seçeneğini tıklayınız ve **OK** düğmesine basınız.



88. Sonuçların bir dosyaya yazdırılması istenirse, **Display** menüsünde **Show Tables...** seçeneği kullanılmalıdır. Bu seçeneğe tıklayınız veya **Ctrl+T** tuşlarına beraber basınız.
89. Ekrana gelen **Choose Tables for Display** ileti kutusunda **ANALYSIS RESULTS→Element Output→Frame Output→Table: Element Forces-Frames** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.

**Element Forces - Frames**

File View Format-Filter-Sort Select Options

Export Current Table To Excel  
 Display Current Table To Access  
 Print Current Table as Text File

Export All Tables  
 Display All Tables  
 Print All Tables as Text File

Save Current Table Format to Table Formats File  
 Save All Table Formats to Table Formats File

Apply Format from File to Current Table  
 Apply Formats from File to All Tables

Add Tables  
 Remove Current Table

Close Form

Case Type	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m
LinStatic	0	-1094.905	0	0	0	0
LinStatic	0	-1044.905	0	0	0	534.9525
LinStatic	0	-994.905	0	0	0	1044.905
LinStatic	0	-944.905	0	0	0	1529.8575
LinStatic	0	-894.905	0	0	0	1989.81
LinStatic	0	-844.905	0	0	0	2424.7625
LinStatic	0	-794.905	0	0	0	2834.715
LinStatic	0	-744.905	0	0	0	3219.6675
LinStatic	0	-694.905	0	0	0	3579.62
LinStatic	0	-644.905	0	0	0	3914.5725
LinStatic	0	-594.905	0	0	0	4224.525
LinStatic	0	-544.905	0	0	0	4509.4775
LinStatic	0	-494.905	0	0	0	4769.43
LinStatic	0	-444.905	0	0	0	5004.3825
LinStatic	0	-394.905	0	0	0	5214.335
LinStatic	0	-344.905	0	0	0	5399.2875
LinStatic	0	-294.905	0	0	0	5559.24
LinStatic	0	-244.905	0	0	0	5694.1925
LinStatic	0	-194.905	0	0	0	5804.145
LinStatic	0	-144.905	0	0	0	5889.0975

Record: 1 of 287

Add Tables... Done

92. Excel programında ilgili tablo üzerinde istenen düzenlemeler ve işlemler yapılabilir.

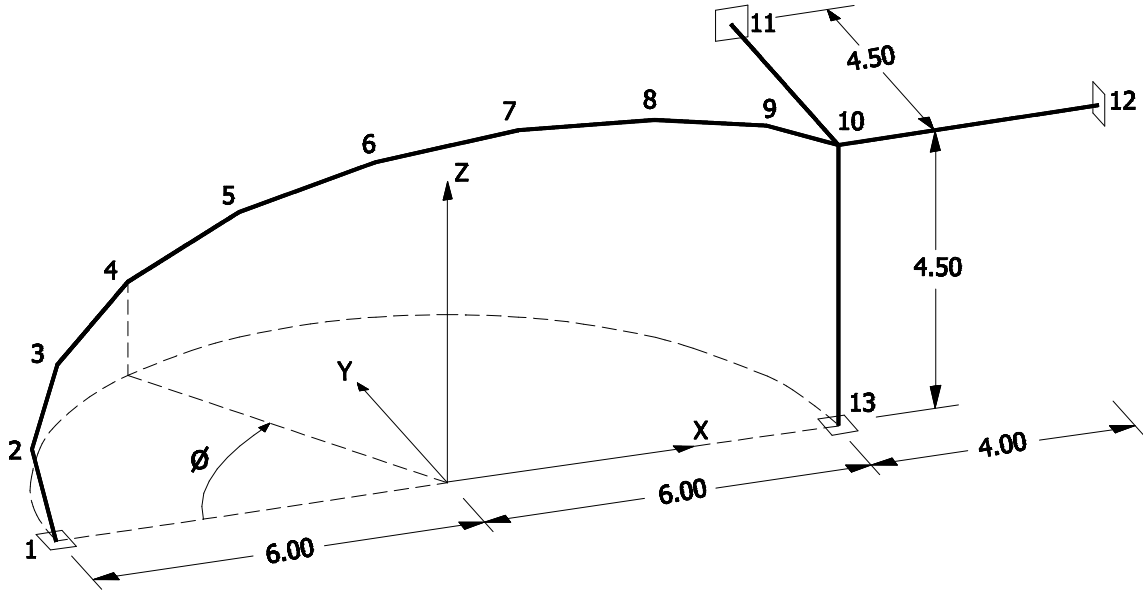
Book1 - Microsoft Excel

File Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Developer

Clipboard Font Alignment Number Styles Cells Editing

TABLE: Element Forces - Frames	Frame	Station	Output	Case	Case	P	V2	V3	T	M2	M3	S11Max	PTS11Max	x2S11Max	x3S11Max	S11Min	PTS11Min	x2S11Min	x3S11Min	FrameElem	El	
Text	m	Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	KN/m2	Text	m	m	KN/m2	Text	m	m	m	Text	
4	1	0	DEAD	LinStatic	0	-1094.905	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1-1
5	1	0.5	DEAD	LinStatic	0	-1044.905	0	0	0	0	534.9525	213.98	-0.5	-0.5	-213.98	0.5	-0.5	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	1-1
6	1	1	DEAD	LinStatic	0	-994.905	0	0	0	0	1044.905	417.96	-0.5	-0.5	-417.96	0.5	-0.5	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	1-1
7	1	1.5	DEAD	LinStatic	0	-944.905	0	0	0	0	1529.8575	611.94	-0.5	-0.5	-611.94	0.5	-0.5	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	1-1
8	1	2	DEAD	LinStatic	0	-894.905	0	0	0	0	1989.81	795.92	-0.5	-0.5	-795.92	0.5	-0.5	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	1-1
9	1	2.5	DEAD	LinStatic	0	-844.905	0	0	0	0	2424.7625	969.9	-0.5	-0.5	-969.9	0.5	-0.5	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	1-1
10	1	3	DEAD	LinStatic	0	-794.905	0	0	0	0	2834.715	1133.89	-0.5	-0.5	-1133.89	0.5	-0.5	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	1-1
11	1	3.5	DEAD	LinStatic	0	-744.905	0	0	0	0	3219.6675	1287.87	-0.5	-0.5	-1287.87	0.5	-0.5	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	1-1
12	1	4	DEAD	LinStatic	0	-694.905	0	0	0	0	3579.62	1431.85	-0.5	-0.5	-1431.85	0.5	-0.5	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	1-1
13	1	4.5	DEAD	LinStatic	0	-644.905	0	0	0	0	3914.5725	1565.83	-0.5	-0.5	-1565.83	0.5	-0.5	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	1-1
14	1	5	DEAD	LinStatic	0	-594.905	0	0	0	0	4224.525	1689.81	-0.5	-0.5	-1689.81	0.5	-0.5	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	1-1
15	1	5.5	DEAD	LinStatic	0	-544.905	0	0	0	0	4509.4775	1803.79	-0.5	-0.5	-1803.79	0.5	-0.5	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	1-1
16	1	6	DEAD	LinStatic	0	-494.905	0	0	0	0	4769.43	1907.77	-0.5	-0.5	-1907.77	0.5	-0.5	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	1-1
17	1	6.5	DEAD	LinStatic	0	-444.905	0	0	0	0	5004.3825	2001.75	-0.5	-0.5	-2001.75	0.5	-0.5	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	1-1
18	1	7	DEAD	LinStatic	0	-394.905	0	0	0	0	5214.335	2085.73	-0.5	-0.5	-2085.73	0.5	-0.5	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	1-1
19	1	7.5	DEAD	LinStatic	0	-344.905	0	0	0	0	5399.2875	2159.71	-0.5	-0.5	-2159.71	0.5	-0.5	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	1-1
20	1	8	DEAD	LinStatic	0	-294.905	0	0	0	0	5559.24	2223.7	-0.5	-0.5	-2223.7	0.5	-0.5	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	1-1
21	1	8.5	DEAD	LinStatic	0	-244.905	0	0	0	0	5694.1925	2277.68	-0.5	-0.5	-2277.68	0.5	-0.5	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	1-1
22	1	9	DEAD	LinStatic	0	-194.905	0	0	0	0	5804.145	2321.66	-0.5	-0.5	-2321.66	0.5	-0.5	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	1-1
23	1	9.5	DEAD	LinStatic	0	-144.905	0	0	0	0	5889.0975	2355.64	-0.5	-0.5	-2355.64	0.5	-0.5	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	1-1
24	1	10	DEAD	LinStatic	0	-94.905	0	0	0	0	5949.05	2379.62	-0.5	-0.5	-2379.62	0.5	-0.5	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	1-1
25	1	10.5	DEAD	LinStatic	0	-44.905	0	0	0	0	5984.0025	2393.6	-0.5	-0.5	-2393.6	0.5	-0.5	-0.5	-0.5	0.5	-0.5	1-1

## ÖRNEK 5: Helisel Merdiven



Şekilde görülen sistemin, helisel çubuk parçaları üzerinde bulunan **12.0 kN/m** düşey düzgün yayılı yük için hesabı yapılacaktır. Görüldüğü gibi, helisel çubuk yatayda 20°'lik açılarla 9 parçaya ayrılarak 9 adet doğrusal çubuk biçiminde idealleştirilmiştir. **1, 11, 12** ve **13** No.lu düğüm noktaları ankastre mesnetlerdir. Helisel çubuğun kesiti  $30 \times 120 \text{ cm}^2$ , yatay kirişlerle kolonun kesitleri de, sırasıyla,  $30 \times 60 \text{ cm}^2$  ve  $60 \times 60 \text{ cm}^2$ 'dir.

### Sistem Modelinin Oluşturulması:

Sistem modelinin oluşturulması için, SAP2000 programı çalıştırıldıktan sonra, **File** menüsünden **New Model...** komutu seçilip ekrana gelen **Coordinate System Definition** ileti kutusundaki **Cylindrical** seçeneği kullanılabilir. Ancak bazı durumlarda, koordinatları (ve çubukları) **Excel** yazılımı içinde, formüller ve kopyalama işlemleri ile üretmek daha pratik olabilmektedir. Bu örnekte bu yol izlenecektir.

Şekilde görüldüğü gibi, 1-10 No.lu düğüm noktalarının koordinatları

$$\begin{aligned} x &= -6 \cos(\pi\Phi / 180) \\ y &= 6 \sin(\pi\Phi / 180) \quad (1) \\ z &= 4.5\Phi / 180 \end{aligned}$$

formülleri ile ifade edilebilmektedir. Formüllerdeki  $\Phi$  açıları derece cinsindedir.

Aşağıda önce, bu formülleri kullanarak bir Excel tablosunun oluşturulması, daha sonra tablodaki değerlerin SAP2000 ortamına aktarılması için gerekli olan işlemler açıklanacaktır.

1. Excel programını çalıştırın. Düğüm noktası koordinatlarını tablolaştırmak için, ekrana gelen boş tablonun ilk satırına, sırasıyla, **TYPE, NAME, X, Y, Z** ve **FI** başlıklarını girin. Bunlardan ilk 5 tanesi, ileride SAP2000'e veri kopyalamak için kullanılacak zorunlu başlıklardır. **FI** ise formüllerin yazılmasında kullanılan yardımcı değerlerin başlığı olarak seçilmiştir.
2. **F2** hüccesine FI değerini (0) yazdıktan sonra, aşağıda gösterildiği gibi, (1) formüllerinin Excel karşılıklarını, sırasıyla, **C2, D2** ve **E2** hüccelerine yazınız.

	A	B	C	D	E	F	G
1	TYPE	NAME	X	Y	Z	FI	
2	POINT	1	-6.000	0.000	0.000	0	
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							

3. F3-F11 hücrelerine, ardışık düğüm noktalarına ait FI değerlerini (20-180) giriniz. C2, D2, ve E2 hücrelerindeki formülleri 3-11. Satırlara kopyalayınız. Tabloda aşağıda gösterilen değerler oluşacaktır.

	A	B	C	D	E	F	G
1	TYPE	NAME	X	Y	Z	FI	
2	POINT	1	-6.000	0.000	0.000	0	
3	POINT	2	-5.638	-2.052	0.500	20	
4	POINT	3	-4.596	-3.857	1.000	40	
5	POINT	4	-3.000	-5.196	1.500	60	
6	POINT	5	-1.042	-5.909	2.000	80	
7	POINT	6	1.042	-5.909	2.500	100	
8	POINT	7	3.000	-5.196	3.000	120	
9	POINT	8	4.596	-3.857	3.500	140	
10	POINT	9	5.638	-2.052	4.000	160	
11	POINT	10	6.000	0.000	4.500	180	
12	POINT	11	6.000	4.500	4.500		
13	POINT	12	10.000	0.000	4.500		
14	POINT	13	6.000	0.000	0.000		
15							

4. A kolonundaki hücelere yazılmış olan **POINT** adı, SAP2000'e kopyalamak için zorunludur. B kolonundaki düğüm noktası numaraları istenildiği gibi seçilebilir. Burada yukarıdaki şekilde gösterilen numaralar kullanılmıştır. Tabloda sadece 1-10 No.lu noktaların koordinatları formül+kopyalama işlemleri ile elde edilmiş, 11, 12 ve 13 No.lu noktaların koordinatları doğrudan girilmiştir.
5. Çubukları tablolaştırmak için, tablonun 17. satırına, sırasıyla, **TYPE, NAME, XI, YI, ZI, XJ, YJ** ve **ZJ** başlıklarını girdikten sonra, C18 ve F18 hücrelerine, ilk çubuğun XI ve XJ koordinatlarını yukarıda oluşturulan düğüm noktaları koordinatlarına bağlayan formülleri yazınız.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
17	TYPE	NAME	XI	YI	ZI	XJ	YJ	ZJ	
18	LINE	1	-6.000	0.000	0.000	-5.638	-2.052	0.500	
19									
20									
21									
22									
23									

6. Bu formülleri önce sağ taraflarındaki hücelere kopyalayınız. Daha sonra tüm satırı alt satırlara kopyalayınız. Bu işlemler sonunda Excel tablosunun görünümü aşağıdaki gibi olacaktır.

- **Section Name** (Kesit adı ) yazı kutucuğuna **KIRIS** yazınız.
- Kesit özelliklerini (alan,eylemsizlik momenti vb.) görmek için **Section Properties** düğmesine basınız. Ekrana oluşturulan kesitin çeşitli özelliklerini gösteren yeni bir ileti kutusu gelecektir.
- 3 kez **OK** düğmesine basınız.

**Rectangular Section**

Section Name: KIRIS

Section Notes: Modify/Show Notes...

Properties: Section Properties...

Property Modifiers: Set Modifiers...

Material: + MLZ

Dimensions:

Depth (t3): 0.6

Width (t2): 0.3

Display Color:

OK Cancel

**Property Data**

Section Name: KIRIS

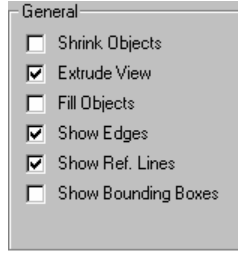
Properties:

Cross-section (axial) area	0.18	Section modulus about 3 axis	0.018
Torsional constant	3.708E-03	Section modulus about 2 axis	9.000E-03
Moment of Inertia about 3 axis	5.400E-03	Plastic modulus about 3 axis	0.027
Moment of Inertia about 2 axis	1.350E-03	Plastic modulus about 2 axis	0.0135
Shear area in 2 direction	0.15	Radius of Gyration about 3 axis	0.1732
Shear area in 3 direction	0.15	Radius of Gyration about 2 axis	0.0866

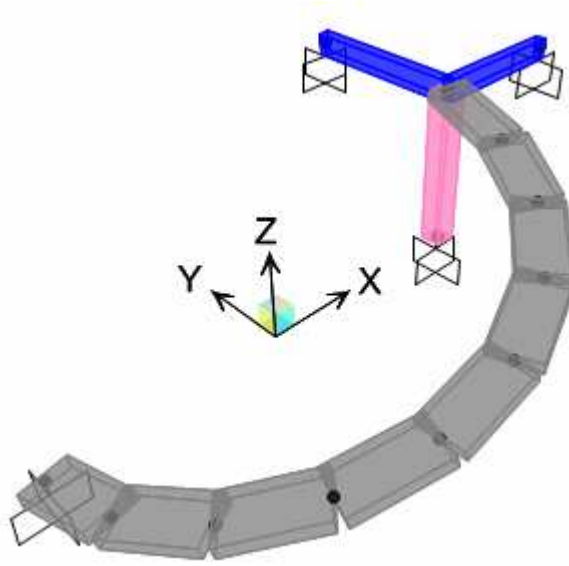
OK

30. Merdiven kirişine ait çubukları seçiniz. Seçme işlemi mouse imlecini çubukların üzerine getirip tıklayarak teker teker yapılabilir. İstenirse seçim işlemi pencere oluşturularak da yapılabilir. Bunun için önce seçilecek çubuk grubunu içine alacak bir pencere tasarlanır. Daha sonra bu pencerenin bir köşesine gelerek mouse sol tuşuna basılır, basılı tutarak karşı köşeye kadar sürüklenir ve bırakılır. Seçilen çubuklar ekranda kesikli çizgiler olarak görünür. Fazla seçim yapılmışsa, fazlalıklar tıklanarak dolu çizgiler haline getirilir. Örneğin aşağıdaki şekilde **P1** ve **P2** köşeleri seçilerek yapılmış olan seçimde, kolon da seçilmiş bulunmaktadır. Kolon üzerine gelip mouse sol tuşu ile tıklanarak bu eleman seçim takımından çıkarılmalıdır. Seçim sırasında, konum çubuğunun sol köşesinde seçilen elemanların sayıları ve cinsleri belirtilmektedir. Pencere oluşturularak yapılan seçimlerde, bazı düğüm noktaları da seçilmiş olur. Fakat seçilmiş olan bu noktaların daha sonraki işlemlere bir etkileri olmaz.

35. Ekranaya gelen ileti kutusunun **General** bölümünden **Extrude View** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.



36. Ekranaya gelen hacimsel görüntü ile kesit yerleşiminin uygunluğu kontrol edilebilir.



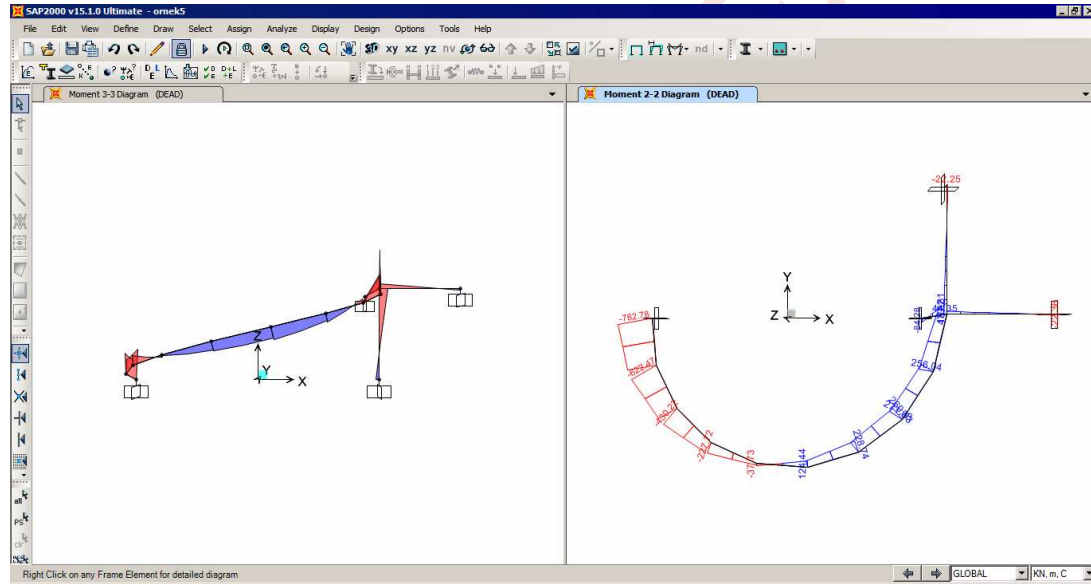
37. Kesitlerin hacimsel gösterimini ekrandan kaldırmak için  **Set Display Options** düğmesine basınız. Ekranaya gelen ileti kutusunun **General** bölümünden **Extrude View** kutucuğunu seçili durumdan çıkarınız ve **OK** düğmesine basınız.

### **Yüklerin Tanımlanması ve Çubuklara Atanması:**

38. Select menüsünden Select→Properties → Frame Sections... komutlarını seçiniz.
39. Ekranaya gelen **Select Sections** ileti kutusundaki listeden **MERD** seçeneğini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız. Böylece tüm merdiven girişleri seçilmiş olacaktır.
40. Çubuk yüklerini tanımlamak için, sırasıyla **Assign→ Frame Loads→ Distributed** menülerini tıklayınız. Ekranaya gelen **Frame Distributed Loads** ileti kutusunun,
- **Load Type and Direction** bölümündeki açılır listeden **Gravity Projected**'i seçiniz.
  - **Uniform Load** bölümündeki yazı kutucuğuna **12** yazıp **OK** düğmesine basınız.

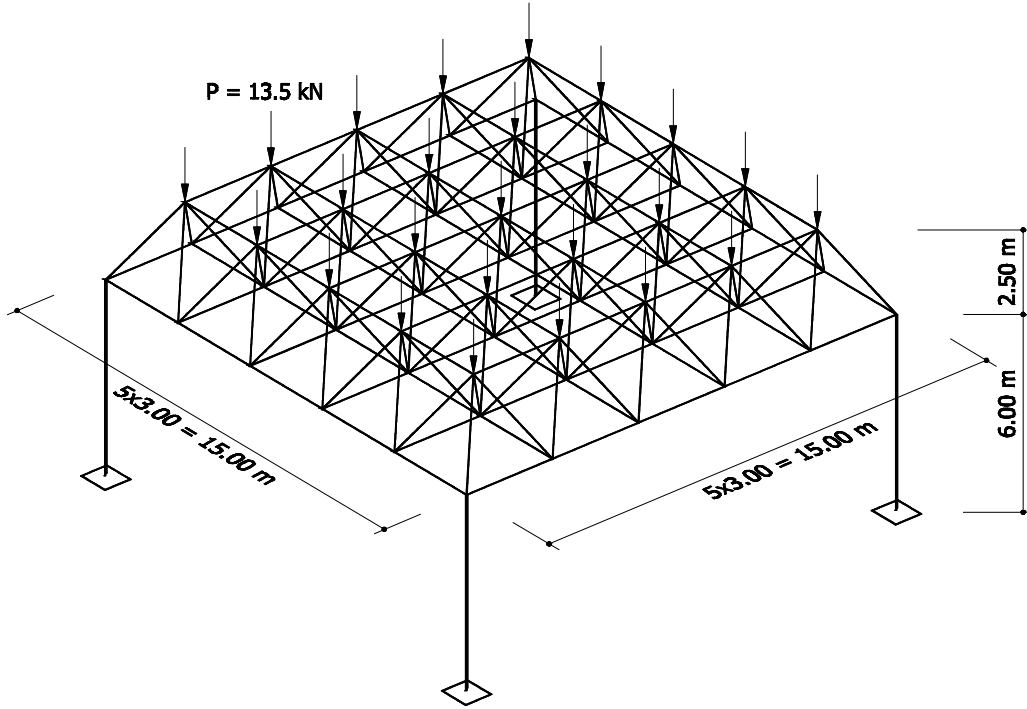


48. Aktif durumda olan sol pencerede, **xz** düğmesine basarak X-Z düzlemindeki görünümü ekrana getiriniz. Ekranda sadece eksenler görünecektir. **Perspective Toggle** düğmesine basarak tüm sistemin görünmesini sağlayınız.
49. İç kuvvet diyagramlarının çizimini için **Display** menüsünden **Show Forces/Stresses→Frames/Cables/Tendons** alt menülerini tıklayınız. Ekrana gelen **Member Force Diagram for Frames** ileti kutusunda **Moment 3-3** radyo düğmesini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.
50. Sağ pencerenin başlık çubuğunu tıklayarak aktif duruma gelmesini sağlayınız. **xy** düğmesine basarak bu pencerede X-Y düzlemindeki görünümü ekrana getiriniz. Daha sonra yine **Perspective Toggle** düğmesine basarak tüm sistemin görünmesini sağlayınız.
51. İç kuvvet diyagramlarının çizimini için **Display** menüsünden **Show Forces/Stresses→Frames/Cables/Tendons** alt menülerini tıklayınız. Ekrana gelen **Member Force Diagram for Frames** ileti kutusunda **Moment 2-2** radyo düğmesini seçiniz, ekranda değerlerinde görünmesini sağlamak için **Show Values on Diagram** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.



52. Pencerelelerin herhangi birinde, herhangi bir çubuğun üzerine sağ mouse tuşuyla tıklayınız. Ekrana ilgili çubuğun kesit zoru diyagramları gelecektir. Mouse'un sol tuşunu basılı tutarak sağa ve sola hareket ettirerek kesit zoru değerlerinin değişimini izleyebilirsiniz ve daha sonra **Done** düğmesine basarak ekranı kapatabilirsiniz.


## ÖRNEK 6: Uzay Kafes Sistem (1)



Geometrik özellikleri ve yükleri şekilde görülen uzay kafes sistemin hesabı yapılacaktır. Tüm kafes kiriş çubukları boru kesitlidir. Alt ve üst başlıklarla köşe diyagonallerin çapları 2", orta bölümdeki diğer tüm diyagonallerin çapları da 1" dir. Yurdumuzdaki uygulamalarda, 2" ve 1" lik boruların çapları, sırası ile, 60.3 mm ve 33.7 mm.dir. Et kalınlıkları da, yine sırası ile, 3.65mm ve 3.25mm.dir. Kolonlar 200×200 mm<sup>2</sup> boyutunda ve t=15 mm et kalınlıklı kutu kesit olarak seçilmiştir. Yükler sadece üst başlık düğüm noktalarına etkimektedir ve P=13.5 kN şiddetindedir.


### Temel Kafes Modülünün Oluşturulması:

Şekilde görüldüğü gibi, alt başlık ve diyagonal çubukları, 5×5=25 adet piramit biçiminde bir modül oluşturmaktadır. Aşağıda önce tek bir modül üretilecek, daha sonra **Replicate** komutu yardımıyla bu modül çoğaltılacaktır. Son olarak oluşturulan modele üst başlık çubukları ile kolonlar eklenecektir.

1. SAP2000 programını çalıştırınız ve konum çubuğunun sağındaki açılır liste kutusundan  boyutlarını seçiniz.
2. Üst bölümdeki  **New Model** düğmesine basarak **New Model** ileti kutusunu ekrana getiriniz.
3. Bu ileti kutusunda **Grid Only** düğmesine basınız. Ekrana gelen **Quick Grid Lines** ileti kutusunda,
  - Number of Grid Lines** (Yardımcı çizgi sayısı) bölümünde,
    - X direction **3**
    - Y direction **3**
    - Z direction **2**
  - Grid Spacing** (Yardımcı çizgi aralık uzunlukları) bölümünde,
    - X direction **1.5**

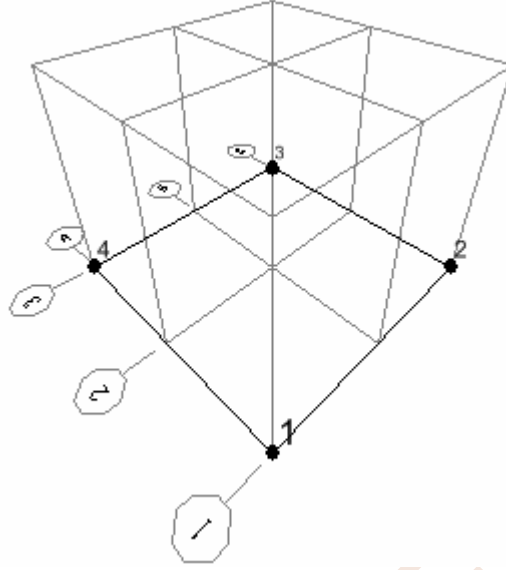
- Y direction **1.5**
- Z direction **2.5** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.

#### Malzeme Özelliklerinin Tanımlanması:

4. **Define** menüsünden **Materials...** komutunu seçiniz veya  düğmesine basınız.
5. Ekranı gelen ileti kutusunda yeni bir malzeme tanımlamak için **Add New Material** düğmesine basınız.
6. Ekranı gelen **Quick Material Definition** ileti kutusunda,
  - **Region** (Bölge) açılır listesinden **User** (Kullanıcı) seçeneğini
  - **Material Type** açılır listesinden **Other** seçeneğini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.

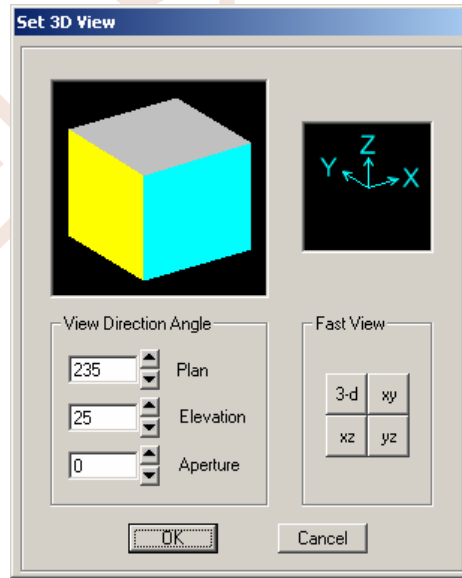
7. Ekranı malzeme özelliklerini gösteren **Material Property Data** ileti kutusu gelecektir. Bu ileti kutusunun,
  - **Material Name** yazı kutucuğuna **St37**
  - **Weight per unit Volume** yazı kutucuğuna **0**
  - **Modulus of Elasticity, E** yazı kutucuğuna **2.06E8**
  - **Poisson's ratio, U** yazı kutucuğuna **0.3**

17. Gridler ile oluşturulan dikdörtgenler prizmasının alttaki dört köşe noktasını sıra ile tıklayarak 4 adet alt başlık elemanını oluşturunuz ve **Esc** tuşuna basınız.




18. SAP2000 standart 3-D View görünümündeki plan açısı 225 derecedir. Gözününe alınan örnekteki simetri özelliklerinden dolayı, bu görünümde diyagonaller üst üste gelmektedir. Bu durumu düzeltmek için, **View** menüsünden **Set 3D View** seçeneğini tıklayınız. Ekranı gelen ileti kutusunun **View Direction Angle** bölümünü,

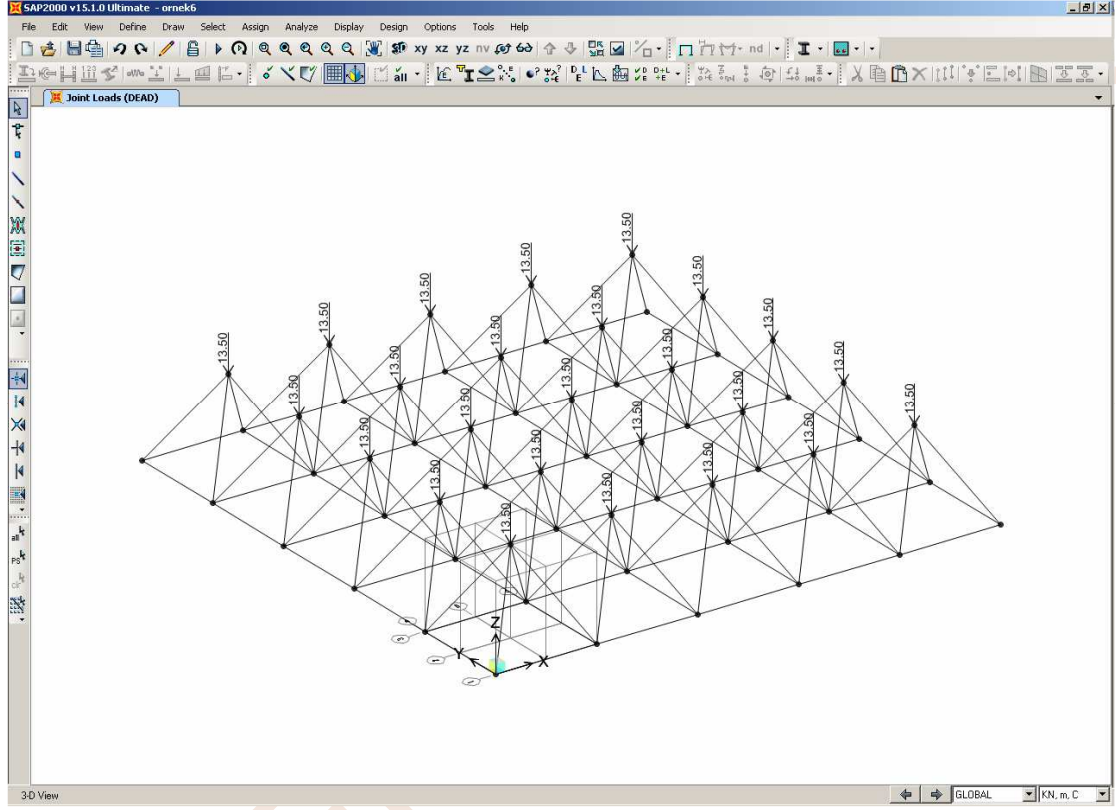
- Plan **235**
- Elevation **25**
- Aperture **0** olacak biçimde düzenleyiniz ve **OK** düğmesine basınız.




Bu işlem sistemin görünüş açılarını değiştirmiştir. Oluşturulan grid ve çubukların pencereye sığacak şekilde görünmesini sağlamak için klavyede **F3** tuşuna basınız.

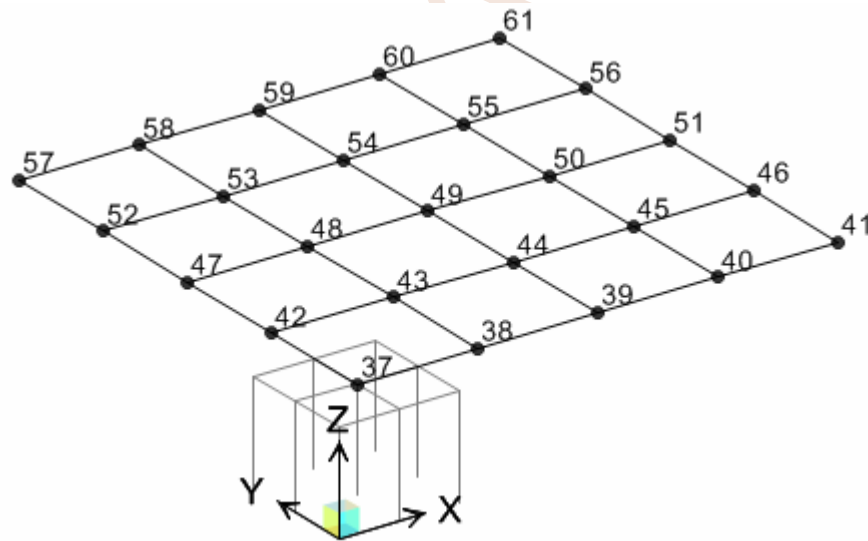
19. 4 adet diyagonal çubuğu oluşturmak için, yine  **Draw Frame/Cable Element** düğmesine basınız.
20. Ekranı gelen **Properties of Object** ileti kutusunun **Section** bölümünde **B1** seçeneğine tıklayınız.

29. **Edit** menüsünden **Replicate** seçeneğini tıklayınız veya klavyede **Ctrl+R** tuşlarına beraber basınız. Ekrana gelen **Replicate** ileti kutusunun **Linear** bölümündeki **dx** yazı kutucuğundaki değeri **0** yapınız ve **dy** yazı kutucuğuna **3**, **Increment data** bölümüne **4** yazıp **OK** düğmesine basınız. Bu işlem, seçilen 5 adet piramit modülden, Y doğrultusunda 4 sıra daha türetilmesini sağlayacaktır. Böylece, alt başlıklar ve diyagonallerle birlikte tüm düğüm noktası yüklerinin oluşturulması tamamlanmış olmaktadır.
30. Oluşturulan çubukların pencereye sığacak şekilde görünmesini sağlamak için klavyede **F3** tuşuna basınız.




31. Ekranda yük değerlerinin görünmemesini sağlamak için klavyede **F4** tuşuna basınız.
32.  düğmesini tıklayarak tüm sistemi seçiniz.
33. **Edit** menüsünden **Change Labels...** seçeneğine tıklayınız.
34. Ekrana gelen **Interactive Name Change** ileti kutusunda **Item Type** açılır listesinden **Element Labels-Joint** seçeneğine tıklayınız.
35. Ekrandaki ileti kutusunun **Edit** menüsünde **Auto Relable→All In List** seçeneğine tıklayınız.

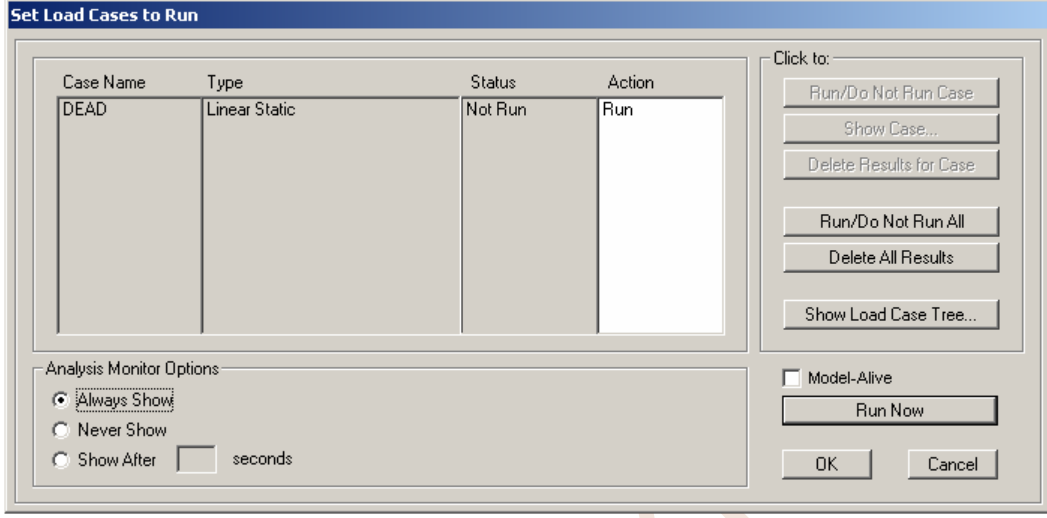
46. X eksenine paralel olan 37-38 üst başlık çubuğunu seçiniz.
47. **Edit** menüsünden **Replicate** seçeneğini tıklayınız veya klavyede **Ctrl+R** tuşlarına birlikte basarak **Replicate** ileti kutusunun ekrana gelmesini sağlayınız. Bu kutuda **Linear** seçeneğinin aktif durumda olmasına dikkat ediniz. **Increments** bölümünde, **dy** yazı kutucuğundaki değeri **0** yapınız ve **dx** yazı kutucuğuna **3**, **Increment data** yazı kutucuğuna da **3** yazıp **OK** düğmesine basınız. Bu işlem X doğrultusundaki üst başlık çubuğundan 3 adet daha türetilmesini sağlayacaktır.
48. X eksenine paralel olan 4 adet üst başlık çubuğunu seçiniz. **Edit** menüsünden **Replicate** seçeneğini tıklayınız veya klavyede **Ctrl+R** tuşlarına beraber basınız. Ekrana gelen **Replicate** ileti kutusunun **Linear** bölümündeki **dx** yazı kutucuğundaki değeri **0** yapınız ve **dy** yazı kutucuğuna **3**, **Increment data** bölümüne **4** yazıp **OK** düğmesine basınız. Böylece X doğrultusundaki tüm üst başlık çubuklarının türetilmesi tamamlanmış olmaktadır.
49. Y eksenine paralel olan 37-42 düğüm noktaları arasındaki üst başlık çubuğunu seçiniz. **Edit** menüsünden **Replicate** seçeneğini tıklayınız veya klavyede **Ctrl+R** tuşlarına beraber basınız. Ekrana gelen **Replicate** ileti kutusunun **Linear** bölümündeki **dy** yazı kutucuğundaki değeri **0** yapınız ve **dx** yazı kutucuğuna **3**, **Increment data** bölümüne **4** yazıp **OK** düğmesine basınız. Böylece Y doğrultusundaki tüm üst başlık çubuklarının türetilmesi tamamlanmış olmaktadır.
50. Y doğrultusundaki 5 adet üst başlık çubuğunu seçiniz. **Edit** menüsünden **Replicate** seçeneğini tıklayınız. Ekrana gelen ileti kutusunun **Linear** bölümünde, **dy** yazı kutucuğundaki değeri **3** yapınız ve **dx** yazı kutucuğuna **0** yazınız. **Increment data** bölümüne **3** yazıp **OK** düğmesine basınız. Böylece Y doğrultusundaki tüm üst başlık çubuklarının türetilmesi de tamamlanmış olmaktadır.



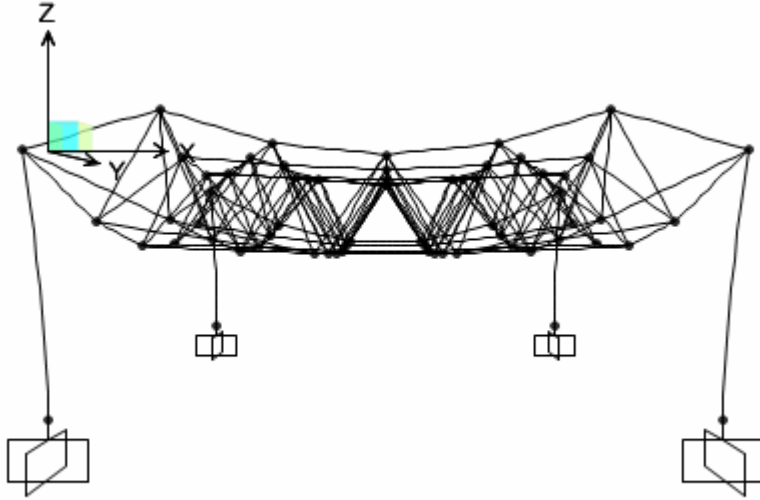
51. **View** menüsünde **Set Limits** seçeneğine tıklayınız.
52. Ekrana gelen ileti kutusunda **Set Z Axis Limits** bölümünde önce **Show All** düğmesine, daha sonra **OK** düğmesine basınız.
53. Klavyede **F3** tuşuna basarak görünümü güncelleyiniz.

74. Üst bölümdeki **Analyze** menüsünden, **Run Analysis** (Çözüm) düğmesine basarak veya  **Run Analysis** (Çözüm) düğmesine basarak analiz işlemine geçiniz.


75. Analiz adımlarını ekranda izleyebilmek için **Analysis Monitor Options** bölümünde **Always Show** (Her zaman göster) kutucuğunu seçili duruma getiriniz. **Run Now** düğmesine basarak sistemin çözümünü başlatınız.

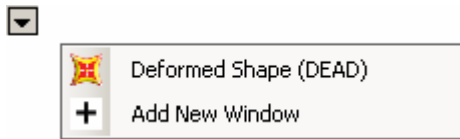


76. Analiz tamamlandığında ekrana gelen ve analiz adımlarını gösteren ileti kutusunda uyarı veya hata mesajları bulunmadığını gördükten sonra ileti kutusunu kapatınız. Ekranda sistemin şekil değiştirmiş durumu görülecektir.

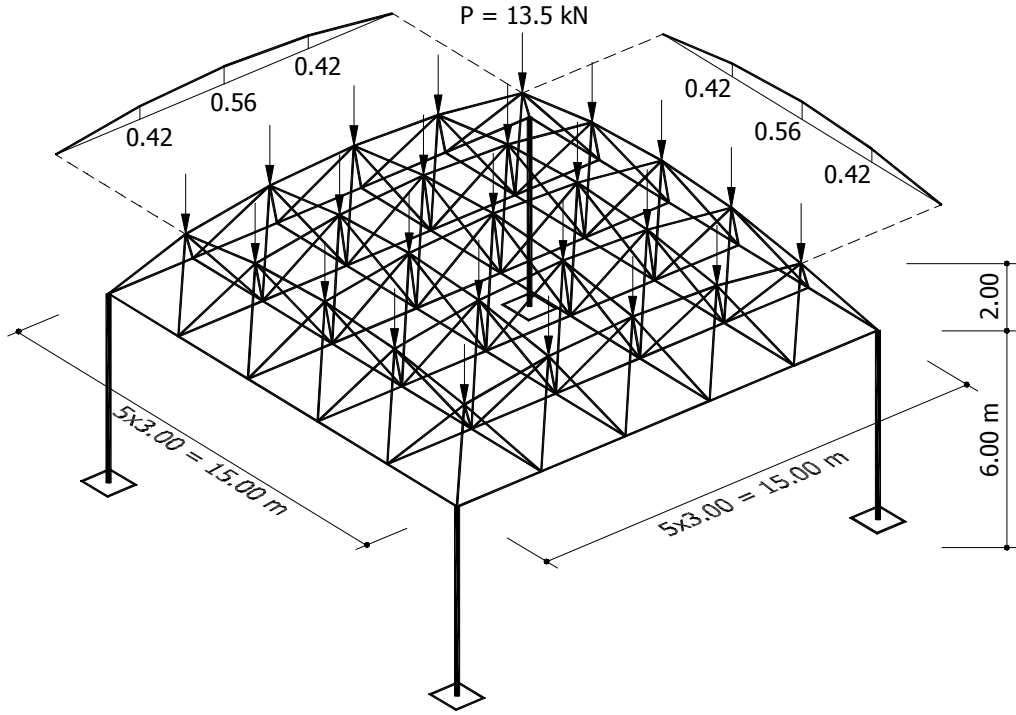


### Sonuçların Görüntülenmesi:

77. Ekrandaki çalışma penceresinin sağ köşesindeki  düğmesine basarak açılır listeyi ekrana getiriniz. Listedeki **Add New Window** seçeneği ile bir çalışma penceresi ekleyiniz.



## ÖRNEK 7: Uzay Kafes Sistem (2)



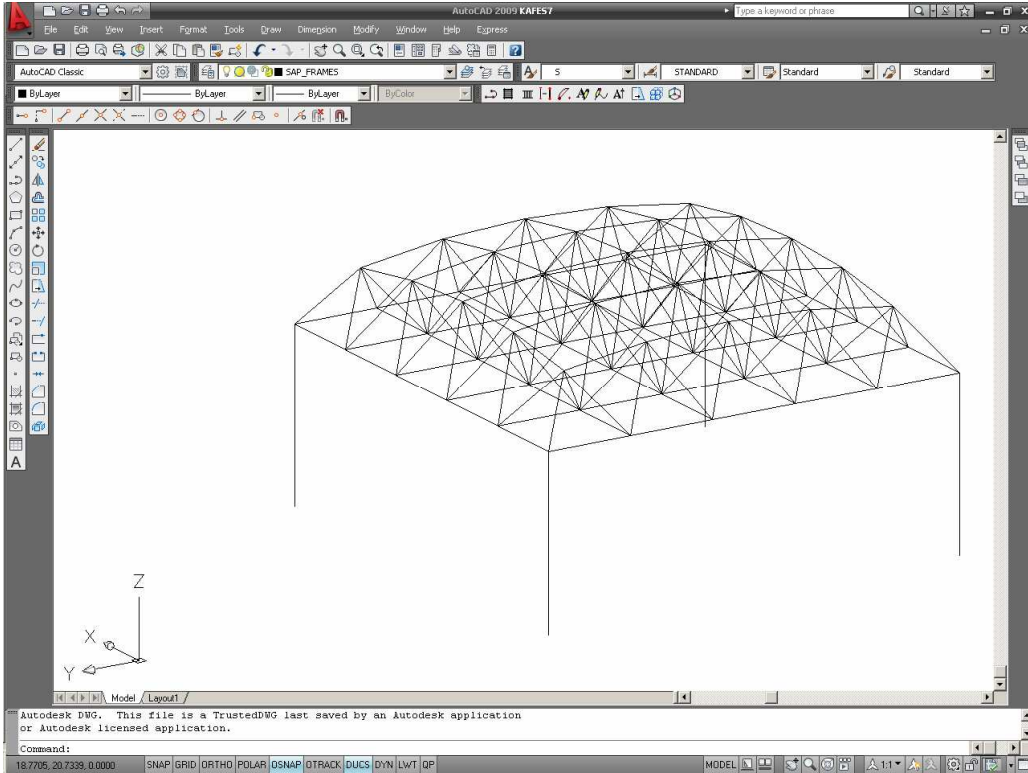
Geometrik özellikleri ve yükleri şekilde görülen uzay kafes sistemin hesabı yapılacaktır. Tüm kafes kiriş çubukları boru kesitlidir. Alt ve üst başlıklarla köşe diyagonallerin çapları 2", orta bölümdeki diğer tüm diyagonallerin çapları da 1"dir. Kolonlar 200×200 mm<sup>2</sup> boyutunda ve t=15 mm kalınlıklı kutu kesit olarak seçilmiştir. Yükler sadece üst başlık düğüm noktalarında ve P=13.5 kN şiddetindedir. Görüldüğü gibi, bu örneğin hemen tüm özellikleri Örnek 6'da göz önüne alınmış olan sistemin aynısıdır. Ancak burada, üst başlık çubukları aynı yatay düzlem içinde değildir. Üst başlık çubuklarını oluşturan ve her aksta ve her iki yönde aynı nitelikte olan kaburgalar, şekilde gösterilmiştir. Bu tür yapılarda, sistem modelinin oluşturulması için çizim programlarından yararlanılması daha pratik olmaktadır. Bu örnekte SAP2000 yazılımının aşağıdaki özellikleri kullanılacaktır:

- Sistem modeli **AutoCAD** çizim programı kullanılarak geliştirilecektir.
- Çubuk kesitlerinin tanımlanmasında, **Import** özelliği kullanılarak hazır kesitlerden yararlanılacaktır.
- Gerek seçim işlemlerini kolaylaştırması gerekse çıktıların düzenlenmesi sırasında kolaylıklar sağlaması bakımından **Group** özelliği kullanılacaktır.

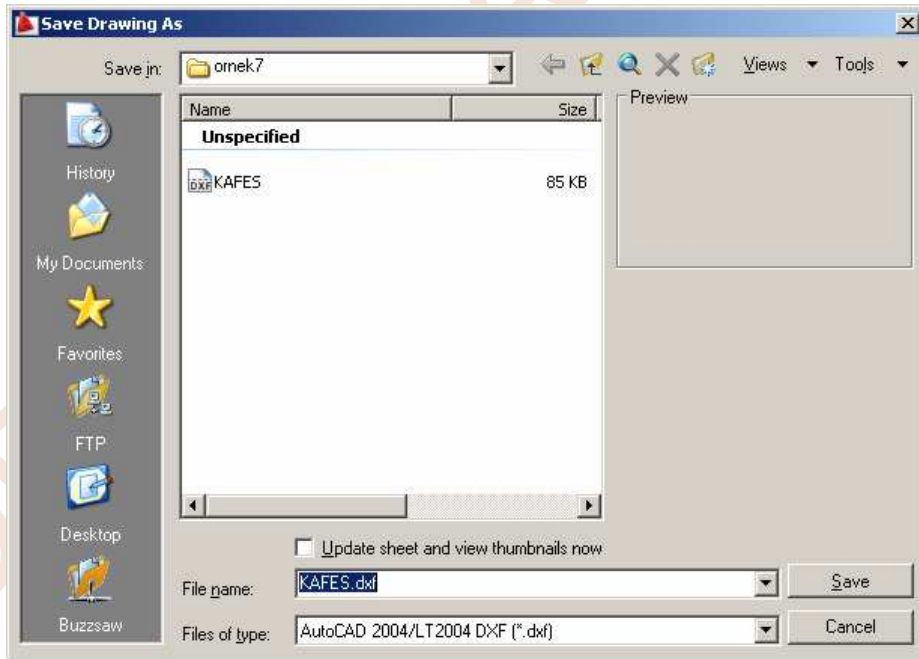
### Sistem Modelinin Oluşturulması:

1. AutoCAD ortamında tüm kafes sistem çubuklarını çiziniz. Bu çizim sırasında aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:
  - Tüm çubuklar uzay çizgiler (**LINE**) olarak çizilmelidir.
  - Çok sayıda çubuk (örnekteki alt başlık çubukları) aynı çizgi üzerinde olmalarına karşın, tek bir çizgi olarak değil, parça parça çizilmelidir.
  - Tüm çubuklar SAP\_FRAMES katmanında oluşturulmalıdır. SAP2000'in yeni sürümlerinde farklı isimli katmanlar kullanılabilir. Ancak farklı bir katman ismi kullanılsa da, tüm çubuklar aynı katmanda bulunmalıdır.



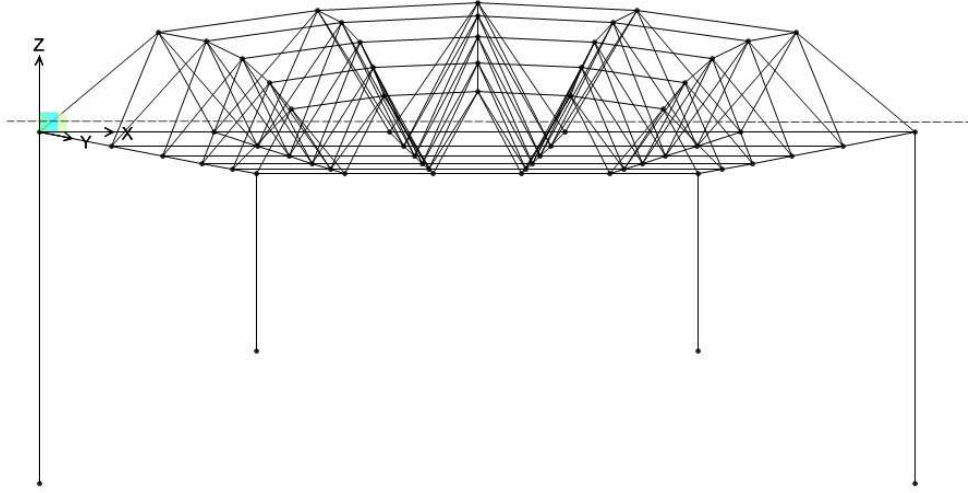


2. AutoCAD ortamında **DXFOUT** komutunu kullanarak sistemin geometrik bilgilerinin (örneğin **kafes.dxf** adlı) bir dosyaya yazılmasını sağlayınız. AutoCAD'in yeni sürümlerinde DXF dosyası oluşturmak için **File→Save As** seçeneği de kullanılabilir.

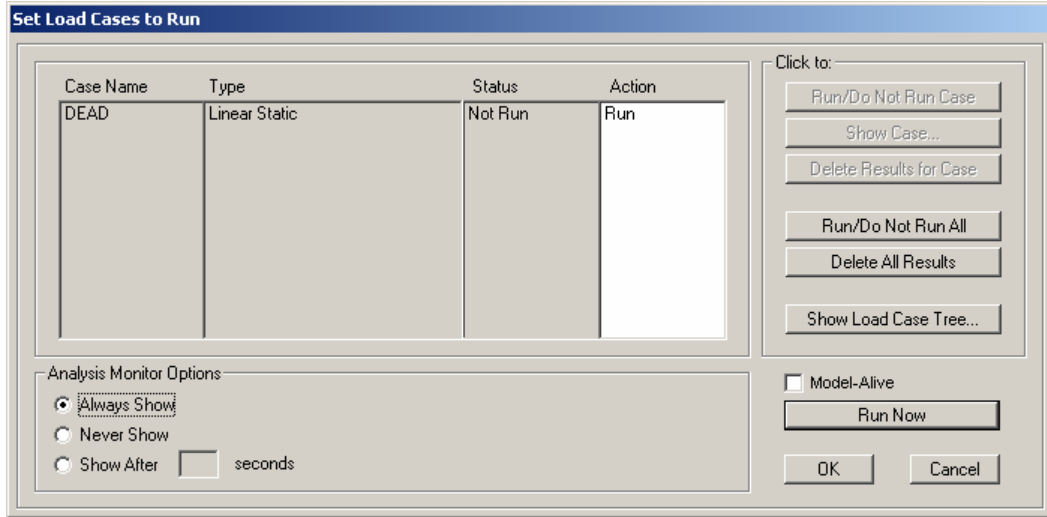


3. SAP2000 programını çalıştırınız. **File** menüsünden **Import→AutoCAD .dxf File...** seçeneklerini tıklayınız. Ekranı gelen **Import DXF File** ileti kutusunun **Look in:** yazı kutucuğundan **kafes.dxf** dosyasının bulunduğu klasöre gidin ve bu dosyayı seçerek **Open** düğmesini tıklayınız.

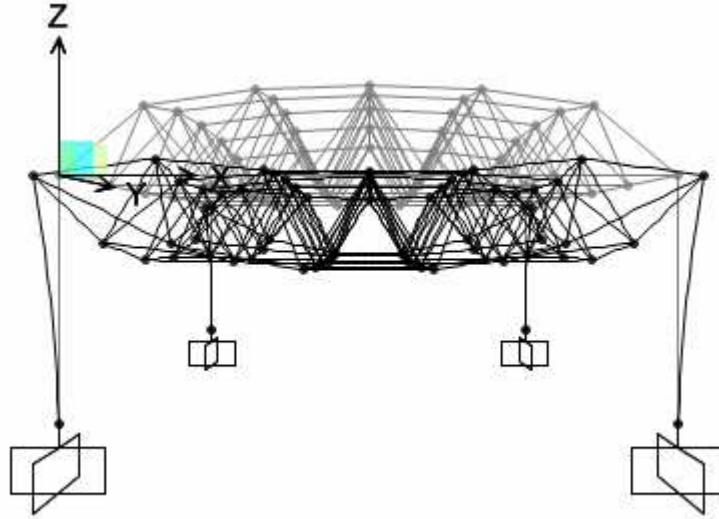
33. **View** menüsünden **Set Limits** seçeneğine tıklayınız. **Set Z Axis Limits** bölümünde sırasıyla **Show All** ve **OK** düğmelerine basınız.
34. **XZ** düğmesine basarak, ekrana sistemin X-Z düzlemindeki görünümünü getiriniz.
35. Sistemin tümünün perspektif görünümünü elde etmek için **Perspective Toggle** (Perspektif Anahtarı) düğmesine basınız.
36. **Select Using Intersecting Line** (Kesen Çizgi ile Seçim) düğmesine basarak kesen çizgi ile seçme seçeneğini aktif konuma getiriniz. Mouse sol tuşuna basınız ve basılı tutarak orta diyagonalleri kesecek şekilde çizgi çiziniz. Sol mouse tuşuna çift tıklayarak seçim işlemi yapınız. Yalnız bu seçim sırasında, köşelerdeki diyagonaller de seçili duruma gelirler.
37. Seçilen elemanlardan köşe diyagonal elemanları çıkarmak için **Select** menüsünde **Deselect→Groups...** seçeneğine tıklayınız. Ekrana gelen ileti kutusunda **KOSE** seçeneğine tıklayınız ve OK düğmesine basınız. Daha sonra, yine **Assign** menüsünden **Assign to Group...** seçeneğini kullanarak **ORTA** adı ile yeni bir grup oluşturunuz.




38. Alt uç düğüm noktaları ile birlikte 4 adet kolonu seçiniz ve **KOLON** adı ile yeni bir grup oluşturunuz.
39. **Select** menüsünden **Select→Groups...** seçeneklerini tıklayınız. Ekrana gelen ileti kutusunda, **Ctrl** tuşunu basılı tutarak, sırasıyla, **ALT**, **KOSE** ve **UST** gruplarını seçiniz ve **OK** düğmesini tıklayınız. Ekranda seçilen çubuklara ait çizgilerin kesikli duruma geldiğini ve konum çubuğunun sol tarafında seçilen eleman sayısını göreceksiniz. Konum çubuğunun sol köşesinde 104 adet çubuğun seçildiği yazılmaktadır.

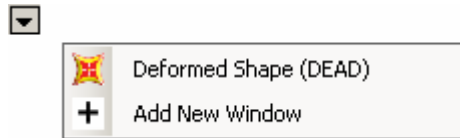



58. Analiz tamamlandığında ekranda sistemin şekildeğiştirilmiş durumu görülecektir.



### Sonuçların Görüntülenmesi:

59. Ekrandaki çalışma penceresinin sağ köşesindeki  düğmesine basarak açılır listeyi ekrana getiriniz. Listedeki **Add New Window** seçeneği ile bir çalışma penceresi ekleyiniz.

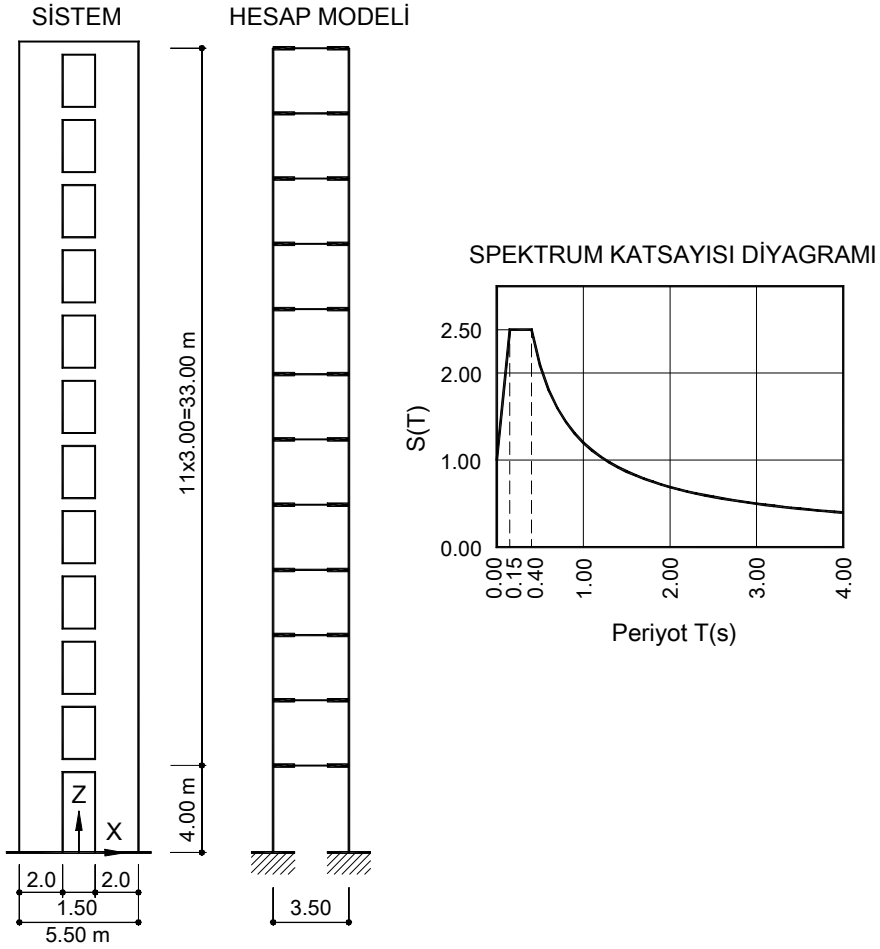


60.  düğmesine basarak, ekrana sistemin 3 boyutlu görünümünü getiriniz.

61. **Select** menüsünden **Select→Groups...** seçeneklerini tıklayınız. Ekrana gelen ileti kutusundaki listeden **UST** grubunu seçiniz.

62. **View** menüsünden **Show Selection Only** komutunu seçiniz. Ekranda sadece üst başlık çubukları görünecektir.

## ÖRNEK 8: Boşluklu Perde



Şekilde görülen boşluklu perdenin verilen spektrum diyagramı kullanılarak mod birleştirme yöntemi ile dinamik hesabı yapılacaktır. Perde ve bağ kirişlerinin kalınlıkları 25 cm, bağ kirişlerinin yükseklikleri 60 cm'dir. Kat ağırlıkları

Normal katlarda	G=296 kN	Q=180 kN
Çatı katında	G=205 kN	Q=150 kN

olarak alınmıştır. Kütlelerin düğüm noktalarında toplanmış oldukları kabul edilecektir. Perdeler plandaki şekilleri dikdörtgen olmasından dolayı çubuk elemanlar ile modellenecek ve hesap modelinde perde eksenini bağ kirişi arasında rijit bir bağlantının bulunması sağlanacaktır.


Hesaplarda aşağıdaki değerler esas alınmaktadır:

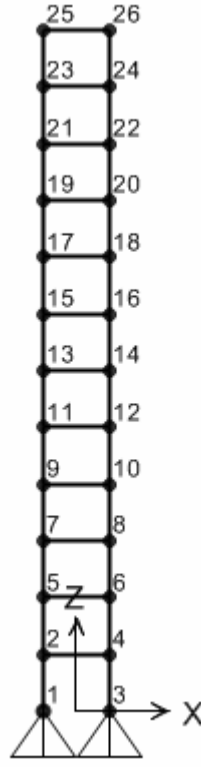
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	$A_0 = 0.30$
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	$R = 7$
Yapı Önem Katsayısı	$I = 1.0$
Hareketli Yük Katılım Katsayısı	$n = 0.30$
Zemin Sınıfı	Z2


Bu durumda dinamik hesapta kullanılan parametreler

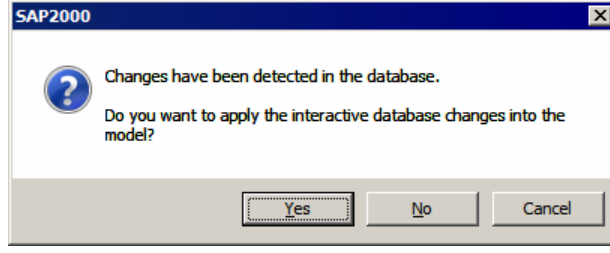
Spektrum Ölçek Katsayısı  $A_0 \times I \times g = 0.30 \times 1.0 \times 9.81 = 2.943$  olmaktadır.

Bu işlem ile, seçilen nesnelere **Z** doğrultusunda 3 m aralık ile 11 adet daha oluşturulması sağlanmış olmaktadır.




33.  düğmesine basarak tüm görünümü ekrana getiriniz.

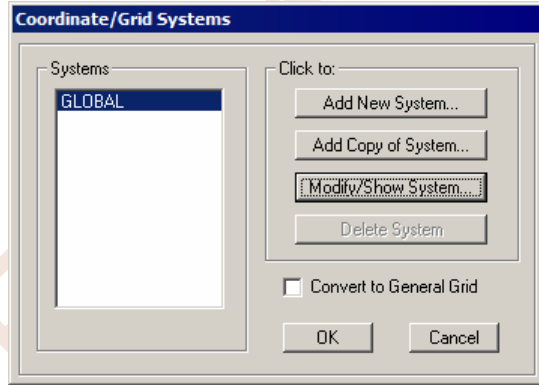


34.  **Pointer** düğmesini kullanarak, en üst kattaki iki düğüm noktasını seçiniz (25 ve 26 nolu düğüm noktaları).
35. **Edit** menüsünden **Interactive Database Editing...** seçeneğine tıklayınız.
36. Ekrana gelen **Choose Tables for Interactive Editing** ileti kutusunda **Joint Assignments**→**Joint Load Assignments**→**Table:Joint Loads - Force** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.



Not: Çatı düğüm noktalarının yük değerleri düğüm noktaları seçildikten sonra **Assign→Joint Loads** seçeneği kullanılarak da değiştirilebilir. Bu örnekte veritabanı üzerinden değiştirme işleminin nasıl yapılacağı anlatılmak istendiğinden yukarıda verilen adımlar izlenmiştir.


39.  düğmesine basarak seçili hiçbir elemanın kalmamasını sağlayınız.
40. En alt kat kolonlarının alt uç düğüm noktalarını seçiniz.  düğmesine basarak, mesnet koşullarının tanımlandığı **Joint Restraints** ileti kutusunu ekrana getiriniz. Bu kutunun **Fast Restraints** bölümünde, ankastre mesnet tanımlaması yapmak için  düğmesine basınız. Düğüm noktası serbestliklerine ilişkin onay kutularının tamamının seçili duruma geldiğine, yani düğüm noktasının tüm yerdeğiştirmelerinin tutulu olduğuna dikkat ediniz ve **OK** düğmesine basınız.
41. **Define** menüsünden **Coordinate Systems/Grids...** seçeneğini tıklayınız. Ekrana gelen **Coordinate/Grid Systems** ileti kutusunda **Modify/Show System...** düğmesine basınız.



42. Ekrana gelen ileti kutusunda **Z Grid Data** bölümünde 1. satırda bulunan **0** değerini **-1** olarak değiştiriniz. İleti kutusunun sağ bölümündeki **Glue to Grid Lines** kutucuğunu seçili duruma getiriniz. **2** kez **OK** düğmesine basarak grid çizgilerinin düğüm noktaları ile birlikte ötelenmesi işlemini tamamlayınız.

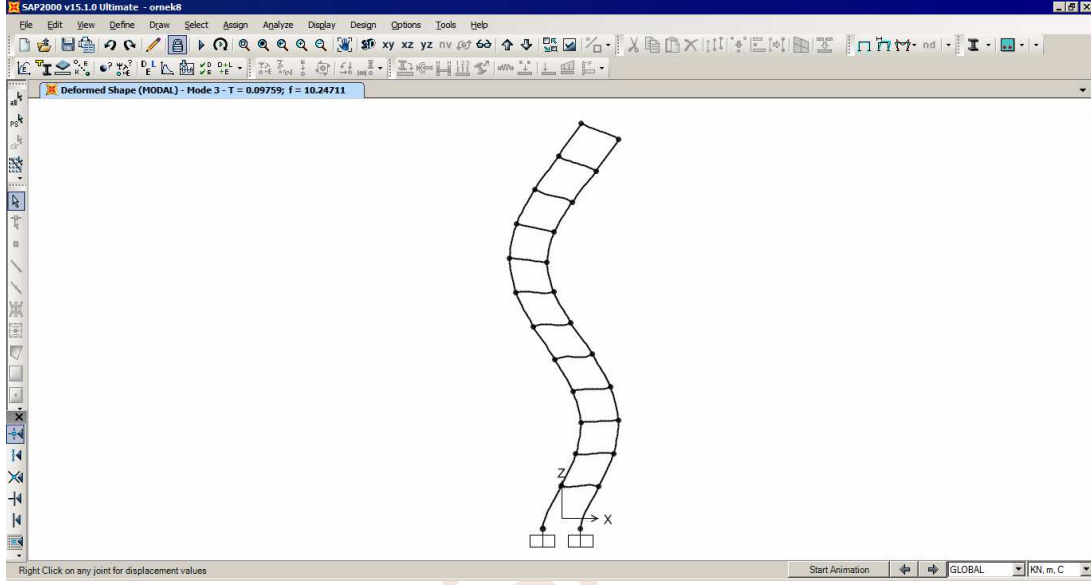
## Sonuçların Görüntülenmesi:

60. Analiz tamamlandığında ekranda 1. moda ait mod şekli görülecektir. Pencerenin sol üst köşesinde bu moda ilişkin periyot ve frekans değerleri de verilmektedir ( $T=0.966$  s,  $f=1.035$  Hz).

61. Pencerenin alt bölümündeki konum çubuğunun sağ tarafında bulunan  işaretlerinden sağdakine basarak sonraki periyotlar ve onlara ilişkin mod şekilleri de görülebilir. Soldaki tuş ise önceki periyotlara erişmek için kullanılmaktadır.

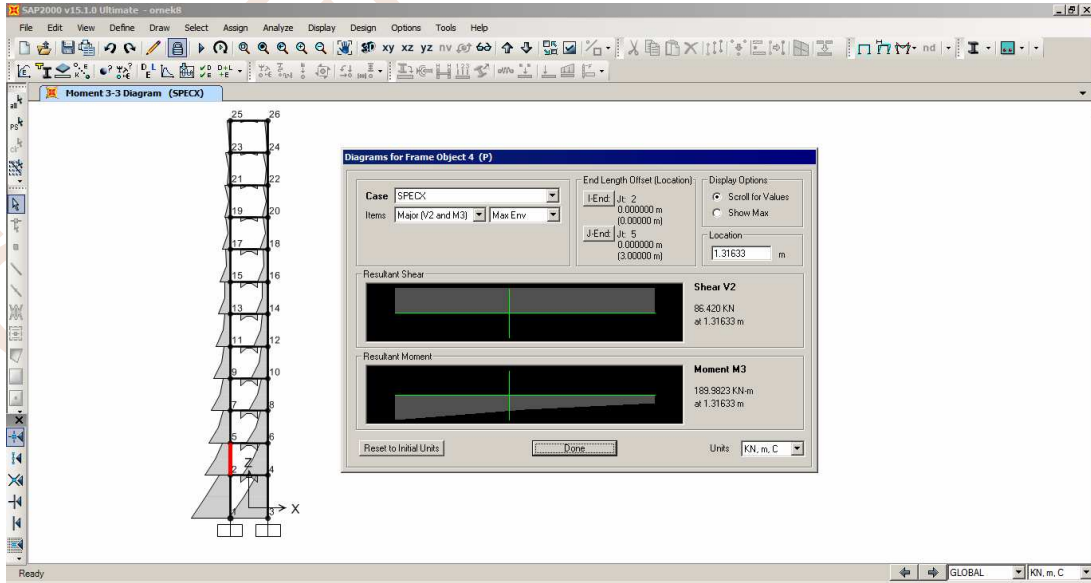
**Start Animation**

tuşu ile de mod şekillerinin animasyonu görüntülenmektedir.




62. **Display** menüsünde **Show Forces/Stress** seçeneğinden **Frames/Cables** bölümüne tıklayınız. Ekrana gelen ileti kutusunda,

- **Case/Combo Name** açılır listesinden **SPECX** seçeneğine tıklayınız.
- **Moment 3-3** radyo düğmesini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.



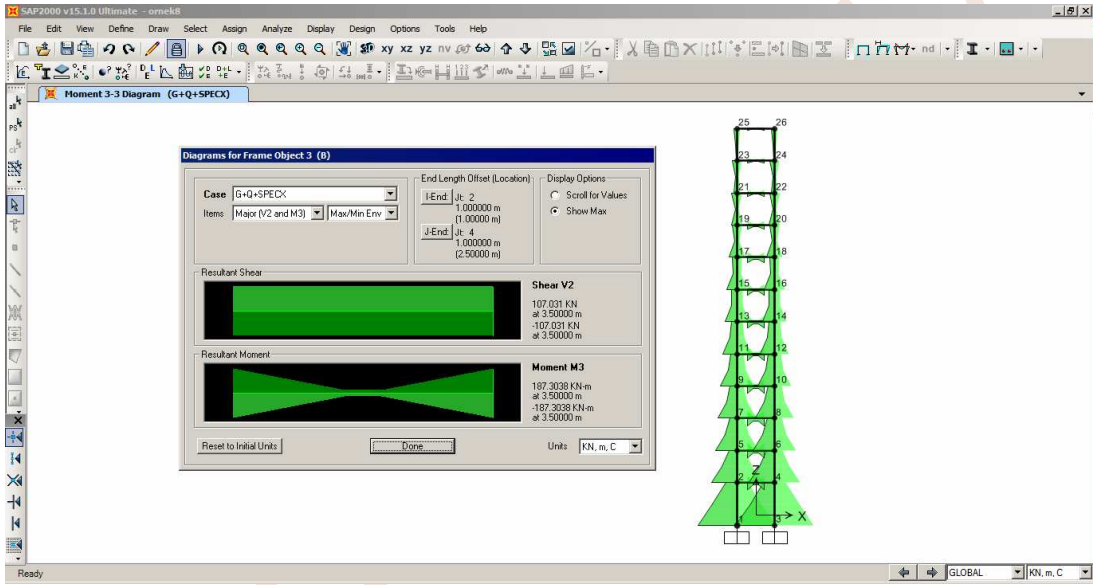
63. Ekranı dinamik spektrum analiz sonucu elde edilen çubuk eleman moment diyagramı gelecektir. Moment değerlerinin işaretli olduğuna dikkat ediniz. Bilindiği gibi, mod birleştirme yönteminde uç kuvvetlerinin mutlak değerleri elde edilmektedir.

64.  düğmesine basınız. Ekranı gelen ileti kutusunda,

- **Case/Combo Name** açılır listesinden **G+Q+SPECK** seçeneğine tıklayınız.
- **Moment 3-3** radyo düğmesini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.

65. Program bu yükleme kombinasyonunda, yüklemenin iki yönlü etkiyebilecek olmasından (depremin yön değiştirmesi) dolayı iç kuvvetlerin bu iki farklı durumdaki değerlerini vermektedir.

66. Kesme kuvveti ve Normal kuvvet diyagramlarının görüntülenmesi için, **Member Force Diagram for Frames** ileti kutusunda, **Shear 2-2** veya **Axial Force** radyo düğmelerinin seçilmesi gerekir.



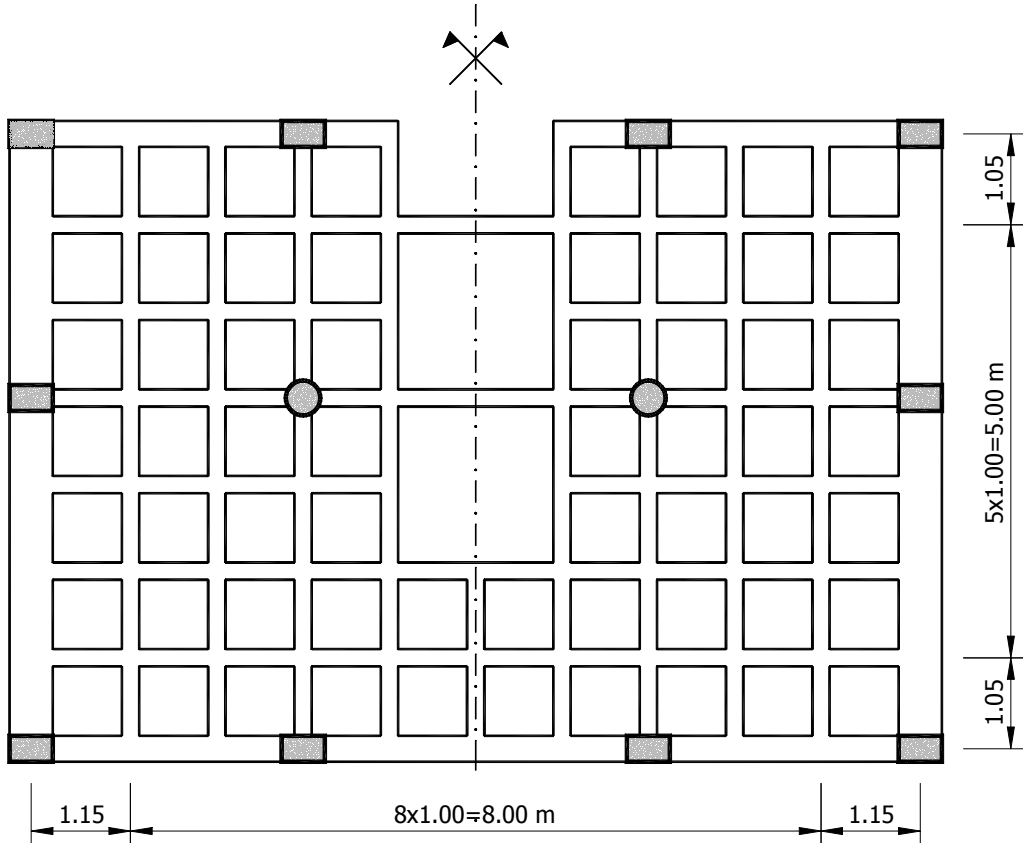
### Sonuçların Bir Dosyaya Yazdırılması:

67. **Display** menüsünde **Show Tables...** seçeneğini seçiniz.

68. Ekranı gelen **Choose Tables for Display** ileti kutusunda **ANALYSIS RESULTS**→**Structure Output**→**Model Information** kutucuğunu seçili duruma getiriniz.



## ÖRNEK 9: Kaset Döşeme



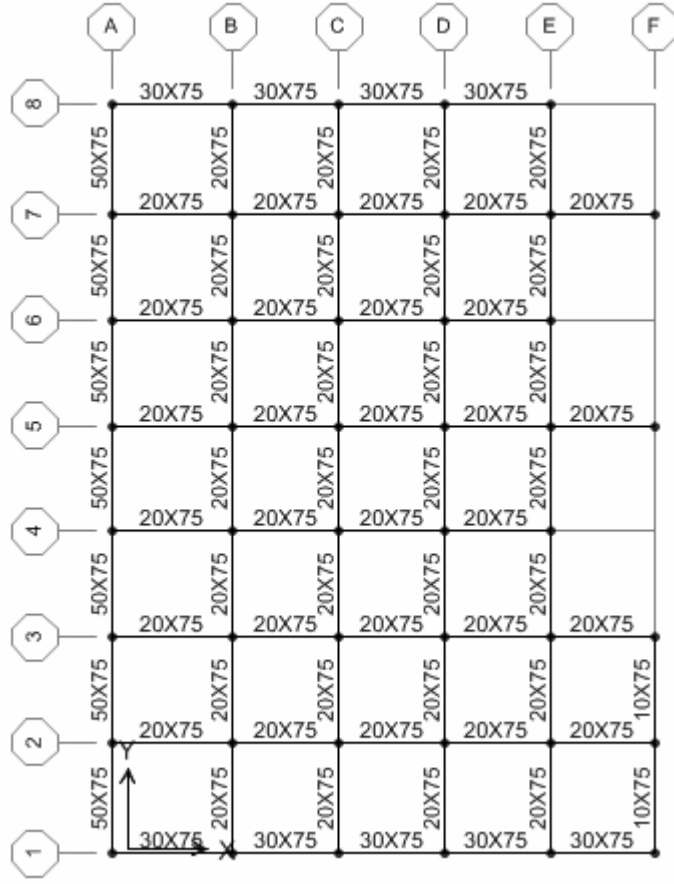
Kalıp planı şekilde görülen kaset döşemenin hesabı yapılacaktır. Tek katlı olan yapınının kat yüksekliği 3.50 m olup kolon mesnetleri ankastredir. Çeşitli yapı elemanlarının kesitleri ile üzerlerindeki düzgün yayılı yükler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.


Eleman	Kesit (cm×cm)	Yük (kN/m)	
Kaset Döşeme Kirişleri	20×75	10.90	
Çevre Kirişleri	X Yönü	30×75	7.86
	Y Yönü	50×75	24.86
Boşluk Çevresi Kirişleri	X Yönü	20×75	5.54
	Y Yönü	20×75	19.99
Çevre Kolonları	50×30	-	
Orta Kolonlar	φ 40	-	

Şekilde görüldüğü gibi, sistem, genel olarak, 1.00×1.00 m<sup>2</sup>'lik döşeme modüllerinden oluşmaktadır. Bu nedenle, önce 1.00×1.00 m<sup>2</sup>'lik 1 adet modül oluşturulacak, bu modül **Replicate** komutu ile çoğaltılacak, gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra da kenar modül boyutları **Edit Grid** komutu ile düzeltililecektir. Y eksenine göre simetriden dolayı, sistemin yarısı ile hesap yapılacaktır.

### Sistem Modelinin Oluşturulması:

1. SAP2000 programını çalıştırınız ve konum çubuğunun sağındaki ağırlık liste kutusundan  boyutlarını seçiniz.



42.  düğmesine basarak **Display Options For Active Window** ileti kutusunu ekrana getiriniz.
43. Ekrana gelen ileti kutusunun **Frames/Cables/Tendons** bölümündeki **Labels** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.
44. Klavyede **F4** tuşuna basarak ekranda sadece çubuk numaralarının kalmasını sağlayınız.

#### Yüklerin Tanımlanması ve Kirişlere Atanması:

45. **Select** menüsünden **Select**→ **Properties**→ **Frame Sections** komutlarını seçiniz. Ekrana gelen ileti kutusunda **20x75** seçeneğini tıklayınız. Böylece tüm kaset kirişleri seçilmiş olur. Seçilenler arasında, boşluk çevresi kirişleri de vardır. Bunların yükleri daha sonra değiştirilecektir.
46.  düğmesine basınız veya **Assign** menüsünde **Frame/Cable/Tendon Loads** → **Uniform** seçeneğine tıklayınız. Ekrana gelen **Frame Distributed Loads** ileti kutusunun,
- **Forces** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.
  - **Coord Sys** açılır listesinden **GLOBAL** seçeneğine
  - **Direction** açılır listesinden **Gravity** seçeneğine tıklayınız.
  - **Uniform Load** bölümündeki yazı kutucuğuna **10.9** yazıp **OK** düğmesine basınız.

- **Options** bölümündeki **Replace Existing Loads** radyo düğmesinin seçili olduğunu kontrol ediniz.
- **Uniform Load** bölümündeki yazı kutucuğuna **19.99** yazıp **OK** düğmesine basınız.

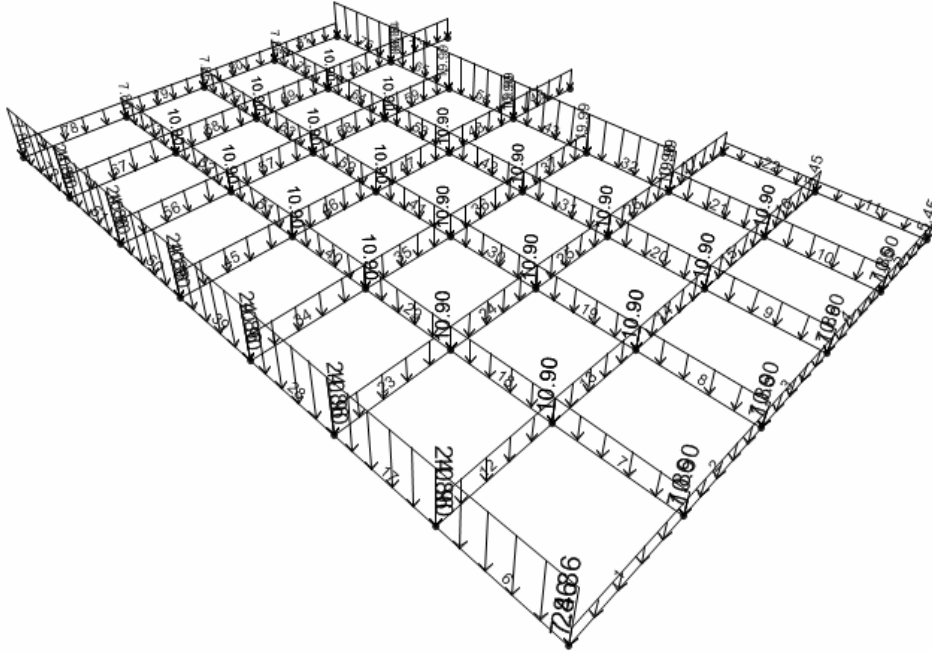
53. Simetri eksenindeki kaset döşeme kirişlerini (11 ve 22 No.lu çubukları) seçiniz ve



düğmesine basınız. Ekranı gelen ileti kutusunun,



- **Forces** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.
- **Coord Sys** açılır listesinden **GLOBAL** seçeneğine
- **Direction** açılır listesinden **Gravity** seçeneğine tıklayınız.
- **Uniform Load** bölümündeki yazı kutucuğuna **5.45** yazıp **OK** düğmesine basınız.


Böylece tüm kirişler üzerindeki yüklerin tanımlanması ve atanması tamamlanmış olmaktadır.



54. Bu atamalar sırasında, X-Y düzlemindeki görüntüde düşey yükler görünmez. Girilen verileri kontrol etmek için, yük ataması yapılırken, zaman zaman, 3 boyutlu görüntüye geçip incelemek yararlıdır.


### Kolonların Oluşturulması:

55.  düğmesine basarak X-Y düzlemindeki görüntüyü ekrana getiriniz,  **Perspective Toggle** düğmesine basınız ve düşey gridlerin görünmesini sağlayınız.

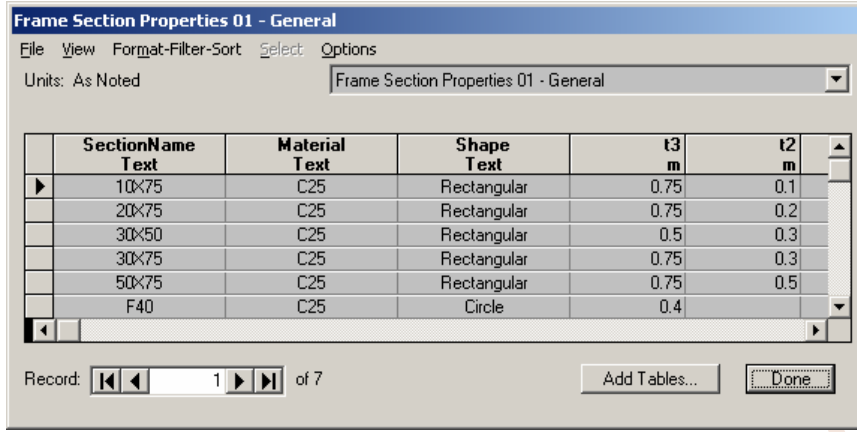
56.  düğmesine basınız. Ekranı gelen Properties of Object ileti kutusunda Property bölümünden **30x50** seçeneğine tıklayınız.

57. Kolonların bulunduğu düşey grid çizgilerini sıra ile tıklayarak tüm kolonları oluşturunuz.

Bu işlem sırasında bazı grid çizgileri kolayca seçilmeyebilir. Bu durumda ya 



düğmesine basılarak 3 boyutlu görüntüye geçilir veya  düğmesi ile ilgili bölge büyütülerek kolon oluşturulur.

61. Ekran tanımlı durumda olan kesit özelliklerini içeren tablo gelecektir.

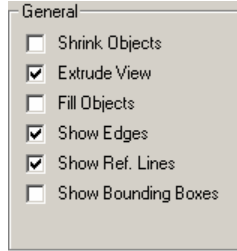


SectionName Text	Material Text	Shape Text	t3 m	t2 m
10x75	C25	Rectangular	0.75	0.1
20x75	C25	Rectangular	0.75	0.2
30x50	C25	Rectangular	0.5	0.3
30x75	C25	Rectangular	0.75	0.3
50x75	C25	Rectangular	0.75	0.5
F40	C25	Circle	0.4	

62. Kesit özelliklerini kontrol ettikten sonra **Done** düğmesine basarak ileti kutusunu kapatınız.

63. Önce  düğmesine, daha sonra,  düğmesine basarak **Display Options For Active Window** ileti kutusunu ekrana getiriniz.

64. Ekrana gelen ileti kutusunda **General** bölümünde **Extrude View** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız. Ekranda tüm çubuklar 3 boyutlu kesitleri ile birlikte görüntülenecektir.






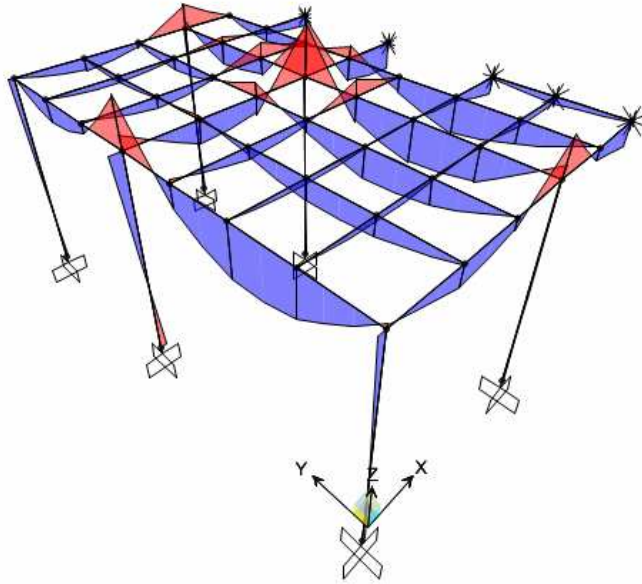
65. **View** menüsünde **Set 3D view** seçeneğine tıklayınız.

66. Ekrana gelen ileti kutusunda **View Direction Angle** (Bakış açısı) bölümünde,

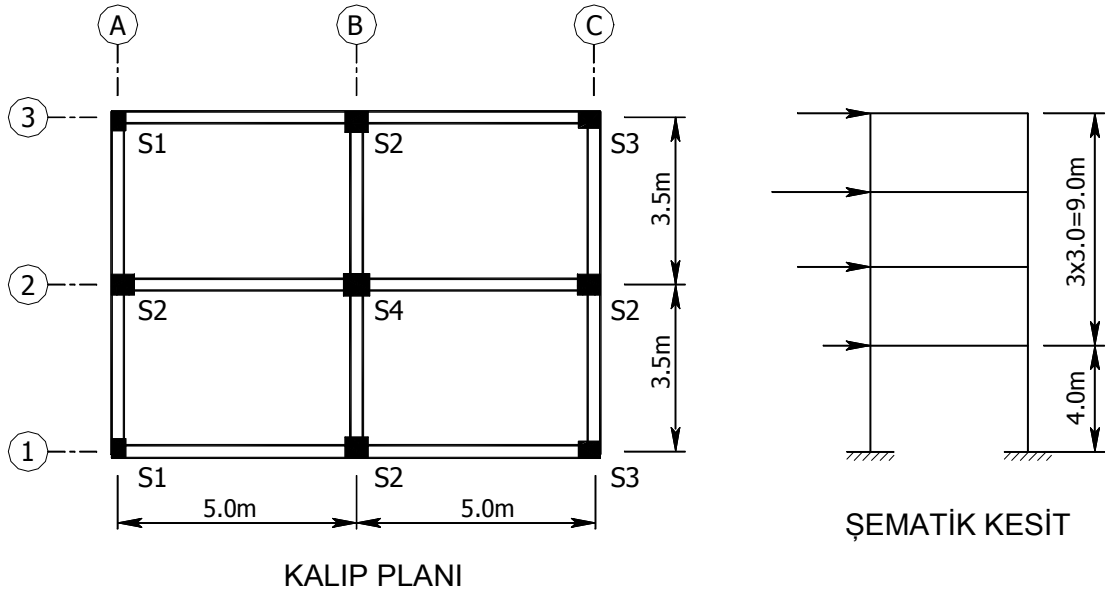
- **Plan** kutucuğuna **245**
- **Elevation** kutucuğuna **0**
- **Aperture** kutucuğuna **60** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.

## Çözüm (Analiz):

78. **Define** menüsünden **Load Cases...** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız.
79. Ekrana gelen **Define Load Cases** ileti kutusunda **MODAL** seçeneğine tıklayınız ve **Delete Load Case** düğmesine basınız.
80. Yükleme türünün silineceğine ilişkin ekrana gelen uyarı mesajında **Yes (Evet)** düğmesine basınız. Bu yüklemenin silinme nedeni söz konusu örnek için bir modal analiz yapılmayacak olmasıdır. Böylece hesaplamada yalnızca **DEAD** olarak tanımlanan statik yükleme kullanılacaktır. **OK** düğmesine basarak işlemi tamamlayınız.
81. Üst bölümdeki **Analyze** menüsünden, **Run Analysis** (Çözüm) düğmesine basarak veya  **Run Analysis** (Çözüm) düğmesine basarak analiz işlemine geçiniz.
82. Analiz adımlarını ekranda izleyebilmek için **Analysis Monitor Options** bölümünde **Always Show** (Her zaman göster) kutucuğunu seçili duruma getiriniz. **Run Now** düğmesine basarak sistemin çözümünü başlatınız.
83. Analiz tamamlandığında ekrana sistemin şekil değiştirmiş hali gelecektir.
84. İstenirse, önceki örneklerde olduğu gibi,  düğmesi yardımı ile çubuk iç kuvvet diyagramları görüntülenebilir.
85. Örnek olarak sistemin M33 diyagramı aşağıda gösterilmiştir.



## ÖRNEK 10: 4 Katlı Betonarme Yapı



Kat kalıp planı ve şematik kesiti şekilde gösterilen 4 katlı betonarme yapının, düşey yükler ve eşdeğer yatay deprem yükleri için, hesapları yapılarak sonuçlar süperpoze edilecektir. Malzeme olarak C25/S420 seçilmiştir. Tüm katlardaki kirişler 25×50 cm<sup>2</sup> boyutundadır. Döşeme kalınlıkları 12 cm'dir. Süneklik düzeyi "Yüksek" olarak boyutlandırılmış olan yapının, yukarıdaki şekilde S1, S2, S3 ve S4 olarak belirtilen kolonlarına ait kesitler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Tablodaki boyutlar cm cinsindedir ve önce X sonra Y eksenini doğrultusundaki boyutlar yazılmıştır.

KAT	S1	S2	S3	S4
4-3	25×35	40×40	30×30	45×45
2-1	25×40	40×40	40×30	45×45

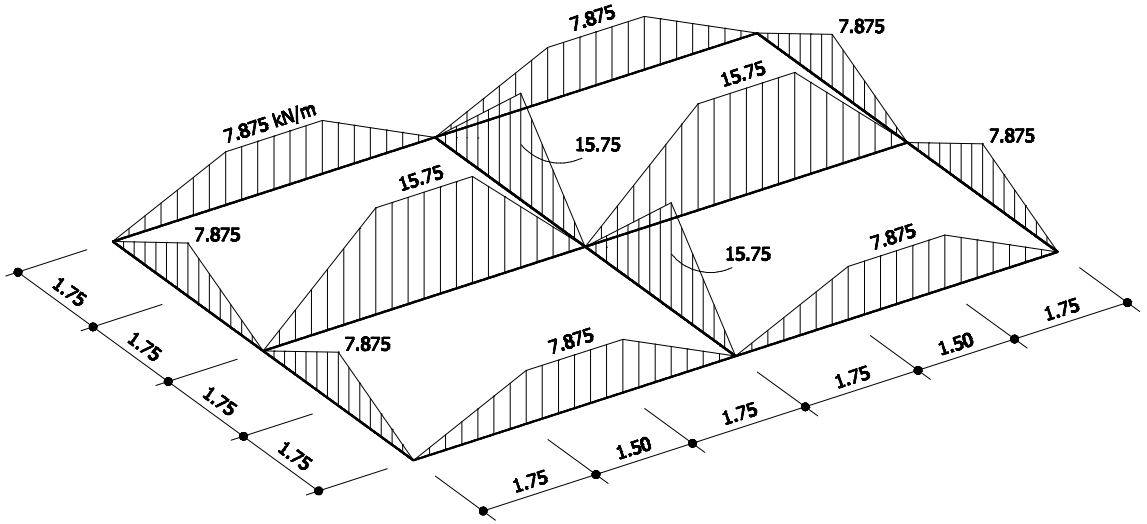
Döşeme yükleri de aşağıdaki tabloda gösterildiği gibidir.


KAT	Sabit Yük (kN/m <sup>2</sup> )	Hareketli Yük (kN/m <sup>2</sup> )
Çatı	4.50	1.00
Normal	4.50	2.00

Normal katlarda, sadece dış çevre kirişleri üzerinde, 6.00 kN/m duvar yükü vardır. Çatı katı kirişleri üzerinde duvar yükü yoktur.

Not: Bu örnekte yarım tablalı kiriş kesitleri, **Tee** seçeneği ile, eşdeğer T kesit olarak tanımlanmaktadır. Kullanıcı isterse yarım tablalı kesitleri **Angle** seçeneğini kullanarak L kesit olarak da tanımlayabilir.

21. Dikdörtgen kesitleri tanımlamak için ekrana gelen kesit tanımlama ileti kutusunda **Add New Property** (Yeni kesit özelliği ekle) düğmesine basınız.
22. Ekrana gelen ileti kutusunda **Frame Section Property Type** açılır listesinden **Concrete**'i seçiniz.
23. Dikdörtgen kesitleri tanımlamak için, **Rectangular** seçeneğine tıklayınız.
24. Ekrana dikdörtgen kesit boyutlarının tanımlanacağı yeni bir ileti kutusu gelecektir. Bu ileti kutusunda,
  - **Depth (t3)** yazı kutucuğuna **0.25**
  - **Width (t2)** yazı kutucuğuna **0.35** yazınız.
  - **Material** açılır listesinden **C25** malzemesini seçiniz.
  - **Section Name** (Kesit adı) yazı kutucuğuna **25X35** yazınız.
  - **Concrete Reinforcement** düğmesine basınız. Ekrana gelen **Reinforcement Data** ileti kutusunda,
    - Kesitin bir kolon kesiti olduğunu belirtmek için **Design Type** bölümünde **Column** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.
    - Donatı yerleşiminin dikdörtgen biçiminde olacağını belirtmek için **Reinforcement Configuration** bölümünde **Rectangular** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.
    - Net beton örtüsünü 3 cm olarak tanımlamak için **Clear Cover for Confinement Bars** yazı kutucuğuna **0.03** yazınız.
    - Kesit yerel eksenlerine göre 3 doğrultusunda 3 sıra donatı olmasını sağlamak için **Number of Longit Bars Along 3-dir Face** yazı kutucuğuna **3**, 2 doğrultusunda 3 sıra donatı olmasını sağlamak için **Number of Longit Bars Along 2-dir Face** yazı kutucuğuna **3** yazınız.
    - **Longitudinal Bar Size** açılır listesinden **16d** seçeneğine
    - **Confinement Bar Size** açılır listesinden **8d** seçeneğine tıklayınız.
    - **Number of Confinement Bars in 3-dir** yazı kutucuğuna **3**
    - **Number of Confinement Bars in 2-dir** yazı kutucuğuna **2** yazınız.
    - Program, **Reinforcement to be Designed** radyo düğmesi seçili olduğunda gerekli donatıyı, **Reinforcement to be Checked** radyo düğmesi seçildiğinde ise kesitin taşıma kapasitesini hesaplamaktadır. Bu nedenle **Reinforcement to be Designed** radyo düğmesini seçili duruma getirip **OK** düğmesine basınız. **Reinforcement to be Checked** seçeneği kullanıldığında **Bar Size** kutucuğuna yazılan donatı çapı değeri de kullanılmaktadır.
  - **2** kez **OK** düğmesine basınız.



48. Bu yükler, kirişler gruplar halinde seçilerek sıra ile girilecektir. Bunun için önce 1 ve 3 akslarındaki X eksenine paralel kirişleri seçiniz (10, 11, 14, 15) ve  düğmesine basınız veya **Assign** menüsünde **Frame Loads**→**Distributed** seçeneğine tıklayınız. Bu kutuda,

- **Load Pattern Name** yazı kutucuğunda **G** yazılı değilse, açılır listeden **G**'yi seçiniz.
- **Forces** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.
- **Coord Sys** açılır listesinden **GLOBAL** seçeneğine
- **Direction** açılır listesinden **Gravity** seçeneğine tıklayınız.
- **Options** bölümünde **Add to Existing Loads** (Varolan yüklere ekle) radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.
- **Uniform Load** kutucuğuna **0** yazınız.
- **Absolute Distance from End-I** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.
- **Trapezoidal Loads** bölümündeki,
- **Distance** kutucuklarına, sırasıyla, **0, 1.75, 3.25, 5**
- **Load** kutucuklarına da, sırasıyla, **0, 7.875, 7.875, 0** yazınız.
- **OK** düğmesine basınız.

**Frame Distributed Loads**

Load Pattern Name:  Units:

Load Type and Direction:  Forces  Moments  
 Coord Sys:   
 Direction:

Options:  Add to Existing Loads  
 Replace Existing Loads  
 Delete Existing Loads

Trapezoidal Loads:

	1.	2.	3.	4.
Distance	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="1.75"/>	<input type="text" value="3.25"/>	<input type="text" value="5"/>
Load	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="7.875"/>	<input type="text" value="7.875"/>	<input type="text" value="0"/>

Relative Distance from End-I  Absolute Distance from End-I

Uniform Load: Load



**Replicate**

Linear Radial Mirror

Increments

dx 0

dy 0

dz 3

Increment Data

Number 3

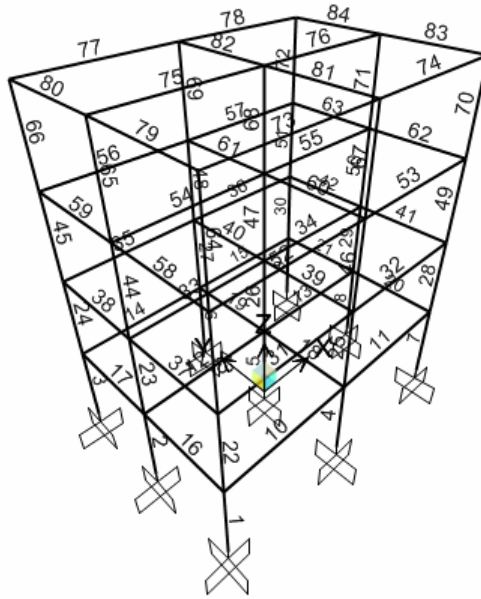
Replicate Options

Modify/Show Replicate Options...

11 of 11 active boxes are selected

Delete Original Objects

OK Cancel




59. Kopyalanan katlarda da yardımcı çizgileri (Grid) oluşturmak için sağ mouse tuşuna basınız. Ekrana gelen listeden **Edit Grid Data...** seçeneğine tıklayınız.

60. Ekrana gelen pencereden **Modify/Show System** düğmesine basınız.

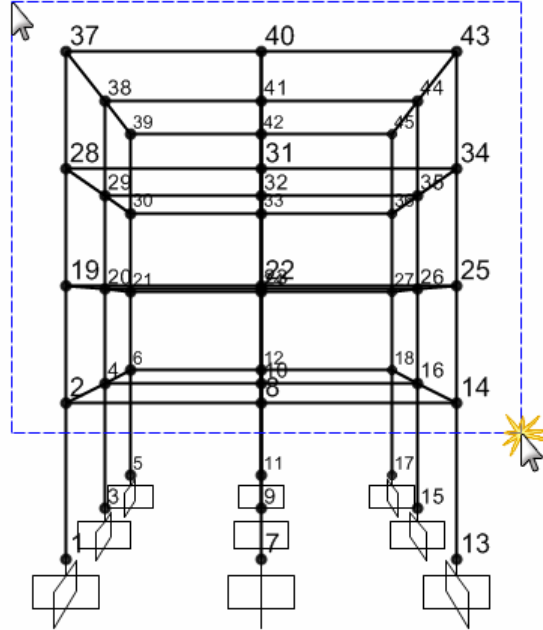
61. Ekrana gelen pencerenin **Z Grid Data** bölümünü aşağıdaki gibi düzenleyiniz.

Z Grid Data

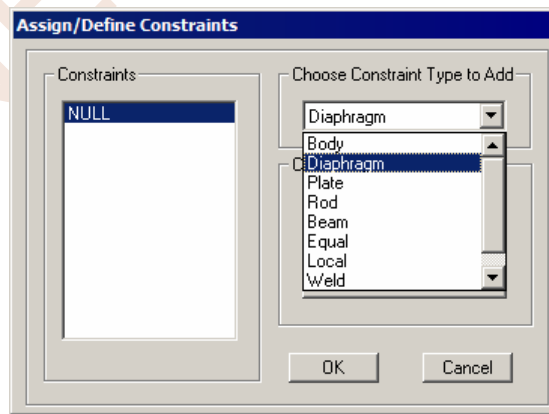
	Grid ID	Ordinate	Line Type	Visibility	Bubble Loc.
1	Z1	0.	Primary	Show	End
2	Z2	3.	Primary	Show	End
3	Z3	6	Primary	Show	End
4	Z4	9	Primary	Show	End
5	Z5	12	Primary	Show	End
6					
7					
8					

62.  düğmesine basarak sistem görünümünün ekrana sığdırılmasını sağlayınız.

84. Ekrana gelen ileti kutusunun **Frames/Cables/Tendons** bölümündeki **Labels** radyo düğmesini seçili durumdan çıkarıp **Joints** bölümündeki **Labels** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz, **Invisible** kutucuğunu seçili durumdan çıkarınız ve **OK** düğmesine basınız. Bu işlem ekranda düğüm noktası numaralarının gösterilmesini sağlayacaktır.
85. Önce **xz**, daha sonra **6x** düğmelerine basarak, sistemin X-Z düzlemindeki perspektif görüntüsünü elde ediniz ve tüm katlardaki düğüm noktalarını pencere içine alarak seçiniz. (Mesnetleri içeren düğüm noktalarının dışında kalan düğüm noktaları). Toplam 36 adet düğüm noktası seçili olmalıdır.

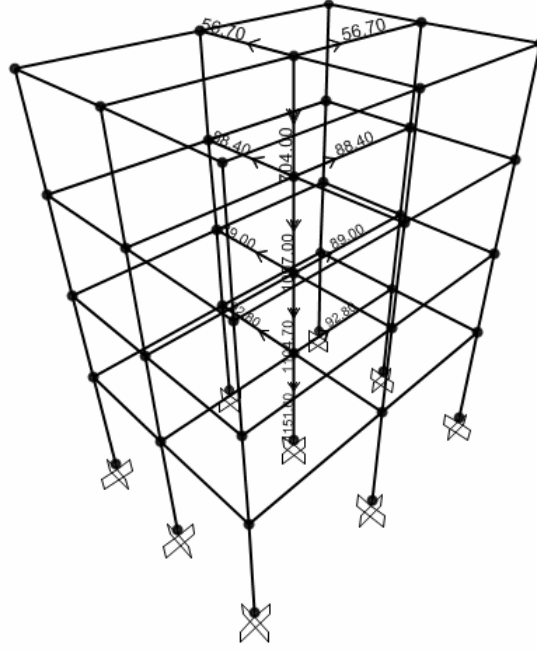
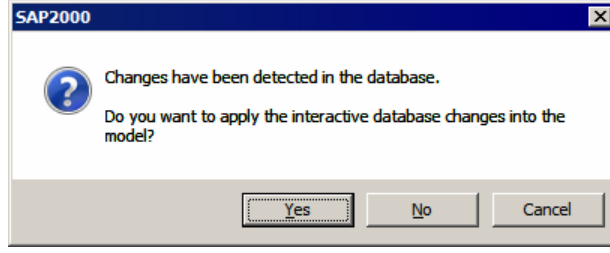



86. **Assign** menüsünden **Joint→Constraints...** komutlarını seçiniz. Ekrana gelen **Assign/Define Constraints** ileti kutusunun **Choose Constraint Type for Add** bölümündeki açılır listeden **Diaphragm** seçeneğini seçiniz ve **Add New Constraint** düğmesine basınız.




87. Ekrana gelen **Diaphragm Constraint** ileti kutusunun **Constraint Name** yazı kutucuğuna **D** yazınız. **Constraint Axis** bölümündeki **Z Axis** radyo düğmesinin seçili durumda olduğuna dikkat ediniz. İleti kutusunun altındaki **Assign a different diaphragm constraint to each selected different Z level** (Bu seçenek, seçilen düğüm noktalarından aynı Z yüksekliğinde olanların her biri için otomatik olarak yeni bir

105. **Done** düğmesine basınız ve ekrana gelen uyarı mesajında **Evet (Yes)** düğmesine basarak değişiklikleri tamamlayınız.

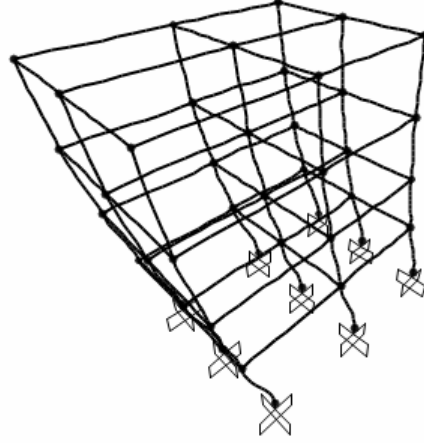



106.  **Save** düğmesine basarak oluşturulan sistem modelinin son durumunu saklayınız.

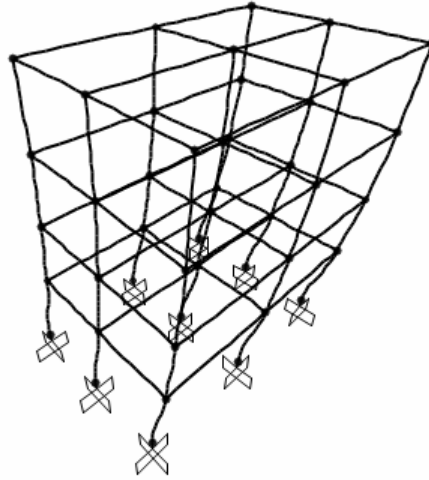
107. **Define** menüsünden **Load Cases...** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız. Ekrana gelen **Define Load Cases** ileti kutusunda **DEAD** seçeneğine tıklayınız ve **Delete Load Case** düğmesine basarak bu yüklemeyi siliniz.

108. Ekrana gelen **Define Load Cases** ileti kutusunda **MODAL** seçeneğine tıklayınız ve **Modify/Show Case** düğmesine basınız.

109. Özel titreşim periyotlarını hesaplayabilmek için ekrana gelen **Load Case Data – Modal** ileti kutusunun **Maximum Number of Modes** yazı kutucuğundaki değeri **12** olarak düzenleyiniz. Her katta 2 öteleme 1 dönme atalet kütlesi olmak üzere toplam 3 adet kütle bulunmakta, 4 katlı yapı için,  $3 \times 4 = 12$  adet periyot hesaplamak uygun olmaktadır. **2** kez **OK** düğmesine basınız. İstenirse, ileti kutusunun **Type of Modes** bölümündeki **Ritz Vectors** radyo düğmesi seçilerek, modların hesabı için, Ritz Yöntemi de kullanılabilir.



117. Bir sonraki mod şeklini görmek için konum çubuğunun sağ tarafındaki  sonraki modu görüntüleme düğmesine basınız. Bu kez ekranda, 2. mod şekli görüntülenecek ve pencerenin başlık bölümünde **Mode 2 T=0.571, f=1.173** yazısı okunacaktır. Bu görüntüden de, 2. modun **Y** yönünde olduğu anlaşılmaktadır. Dolayısıyla yapının Y doğrultusundaki 1. doğal titreşim periyodu **T<sub>1Y</sub>≈0.57 s** olarak belirlenmiş olur.



118. Hareketli görünümü durdurmak için **Stop Animation** düğmesine basınız.

### Deprem Yüklemelerinin Tanımlanması ve Deprem Yüklerinin Atanması:

119. Yukarıda düşey yükler için **G** ve **Q** yüklemeleri tanımlanmıştı. Deprem yönetmeliğine göre, yatay deprem yükleri,  $\pm 0.05$  dışmerkezlilikler de göz önüne alınarak, kat hizalarına etkililmektedirler. Bu durumda, aşağıdaki tabloda gösterildiği gibi, 4 adet deprem yüklemesi tanımlamak gerekmektedir.

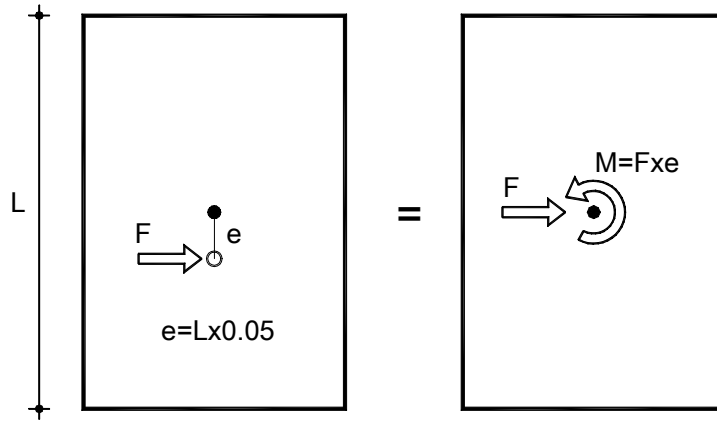
Yükleme Adı (Load)	Yükleme Tipi (Type)	Deprem Yönü	Dışmerkezlilik
EXP	QUAKE	X	+0.05
EXN	QUAKE		-0.05
EYP	QUAKE	Y	+0.05
EYN	QUAKE		-0.05

İlgili Yönetmelik Maddesi: (DBYBHY 2007 Madde 2.7.3.1)

Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her katta iki yatay yerdeğiştirme bileşeni ile düşey eksen etrafındaki dönme, bağımsız yerdeğiştirme bileşenleri olarak gözönüne alınacaktır. Her katta, belirlenen eşdeğer deprem yükleri, ek dışmerkezlik etkisi'nin hesaba katılabilmesi amacı ile, gözönüne alınan deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalara ve ayrıca kat kütle merkezine uygulanacaktır.

Kaydırılmış kütle merkezine etkiyen yük statikçe eşdeğer olacak biçimde kaydırılmamış kütle merkezine etkiyen yük ve döşeme düzlemine dik eksen etrafındaki moment (kat burulma momenti) olarak gözönüne alınabilmektedir.

- Kaydırılmamış kütle merkezi
- Kaydırılmış kütle merkezi



Yapının deprem hesabında kullanılacak deprem parametreleri aşağıdaki gibi seçilmiştir.

- Etkin Yer İvmesi Katsayısı  $A_0 = 0.30$  (2. Derece Deprem Bölgesi)
- Yapı Önem Katsayısı  $I = 1$
- Spektrum Karakteristik Periyodu  $T_B = 0.40$  (Yerel Zemin Sınıfı Z2)
- Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı  $R = 8$  (Süneklik Düzeyi Yüksek)

Yukarıda hesaplanan periyotlara göre, her iki yöndeki Spektrum Katsayıları da

- X Yönünde  $S(T_{1X}) = 2.5 \left( \frac{0.40}{0.59} \right)^{0.8} = 1.832$
- Y Yönünde  $S(T_{1Y}) = 2.5 \left( \frac{0.40}{0.57} \right)^{0.8} = 1.883$

olarak hesaplanmaktadır. Buna göre Toplam Deprem Yükleri

- X Yönünde  $V_{tx} = 3206 \times 0.30 \times 1.00 \times 1.832 / 8 = 220.2 \text{ kN}$
- Y Yönünde  $V_{ty} = 3206 \times 0.30 \times 1.00 \times 1.883 / 8 = 226.4 \text{ kN}$

olarak bulunur.

## Yük Birleşimlerinin Tanımlanması:

Yukarıdaki bölümlerde tanımlanmış olan çeşitli düşey ve yatay yüklemelerden, kesit hesaplarında kullanılacak olan, en elverişsiz iç kuvvetleri elde etmek için, aşağıdaki 65 adet Yükleme Birleşimi yapılacaktır.

$$1.4G+1.6Q$$


$$G+Q\pm EX\pm 0.3EY \quad (16 \text{ adet}) \quad \text{Örnek: } G+Q+EXP-0.3EYN$$

$$0.9G\pm EX\pm 0.3EY \quad (16 \text{ adet}) \quad \text{Örnek: } 0.9G+EXN+0.3EYP$$

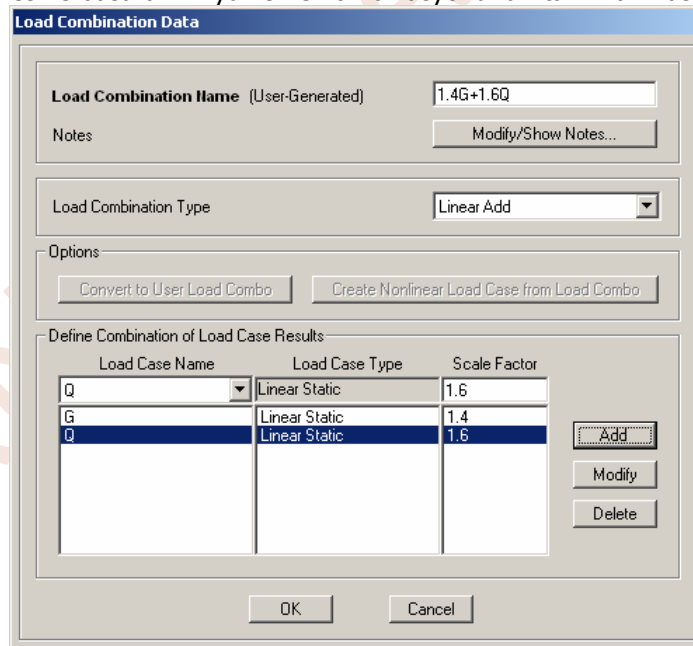
$$G+Q\pm EY\pm 0.3EX \quad (16 \text{ adet}) \quad \text{Örnek: } G+Q+EYN-0.3EXN$$

$$0.9G\pm EY\pm 0.3EX \quad (16 \text{ adet}) \quad \text{Örnek: } 0.9G+EYN+0.3EXP$$

132. Bilindiği gibi, gerçek en elverişsiz iç kuvvetleri elde etmek için, hareketli yükler için çok sayıda elverişsiz yükleme yapmak gerekir. Bu örnekte, konuyu fazla ayrıntılı hale getirmemek için, yüklemelerin ve yük birleşimlerinin sayıları kısıtlı tutulmuştur.

133. **Define** menüsünde **Load Combinations** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız ve ekrana gelen ileti kutusunda, **Add New Combo** düğmesini tıklayınız. Ekrana gelen **Load Combination Data** ileti kutusunun,

- **Load Combination Name** yazı kutucuğuna **1.4G+1.6Q** yazınız.
- **Load Combination Type** bölümünden **Linear Add** seçeneğine tıklayınız. (Seçili durumdaysa değiştirmeyiniz.)
- **Define Combination of Load Case Results** bölümünün **Load Case Name** kutucuğundan **G** seçeneğine tıklayınız.
- **Scale Factor** yazı kutucuğuna **1.4** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
- **Load Case Name** açılır listesinden **Q** 'yu seçiniz.
- **Scale Factor** yazı kutucuğuna **1.6** yazınız ve **Add** düğmesine basınız.
- **OK** düğmesine basarak ilk yükleme kombinasyonunun tanımlanmasını tamamlayınız.



Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
Q	Linear Static	1.6
G	Linear Static	1.4
Q	Linear Static	1.6

134. Yeniden **Add New Combo** düğmesini tıklayınız. Ekrana gelen **Load Combination Data** ileti kutusunun,

- **Load Combination Name** yazı kutucuğuna **G+Q+EXP+0.3EYP** yazınız.
- **Load Combination Type** bölümünden **Linear Add** seçeneğine tıklayınız. (Seçili durumdaysa değiştirmeyiniz.)
- Listede **G** seçeneğine tıklayınız ve **Add** düğmesine
- Listede **Q** seçeneğine tıklayınız ve **Add** düğmesine
- Listede **EXP** seçeneğine tıklayınız ve **Add** düğmesine basınız.

166. Aktif Bilgi penceresini kapatıp **OK** düğmesine basınız.
167. 2 aksı üzerindeki orta kolon elemanın üzerine gelip sağ mouse tuşuyla tıklayınız. Ekranda **Concrete Column Design Information** ileti kutusu görünecektir.

**Concrete Column Design Information (TS 500-2000)**

Frame ID: 5 Analysis Section: 45x45  
 Design Code: TS 500-2000 Design Section: 45x45

COMBO ID	STATION LOC	LONGITUDINAL REINFORCEMENT	MAJOR SHEAR REINFORCEMENT	MINOR SHEAR REINFORCEMENT
0.9G-EYN+	0.00	20.250	0.043	0.043
0.9G-EYN+	200.00	20.250	0.043	0.043
0.9G-EYN+	400.00	20.250	0.043	0.043
0.9G-EYN-	0.00	20.250	0.043	0.043
0.9G-EYN-	200.00	20.250	0.043	0.043
0.9G-EYN-	400.00	20.250	0.043	0.043

Modify/Show Overwrites: Overwrites

Display Details for Selected Item: Summary, Flex. Details, Shear Details, Interaction, Joint Shear, B/C Details

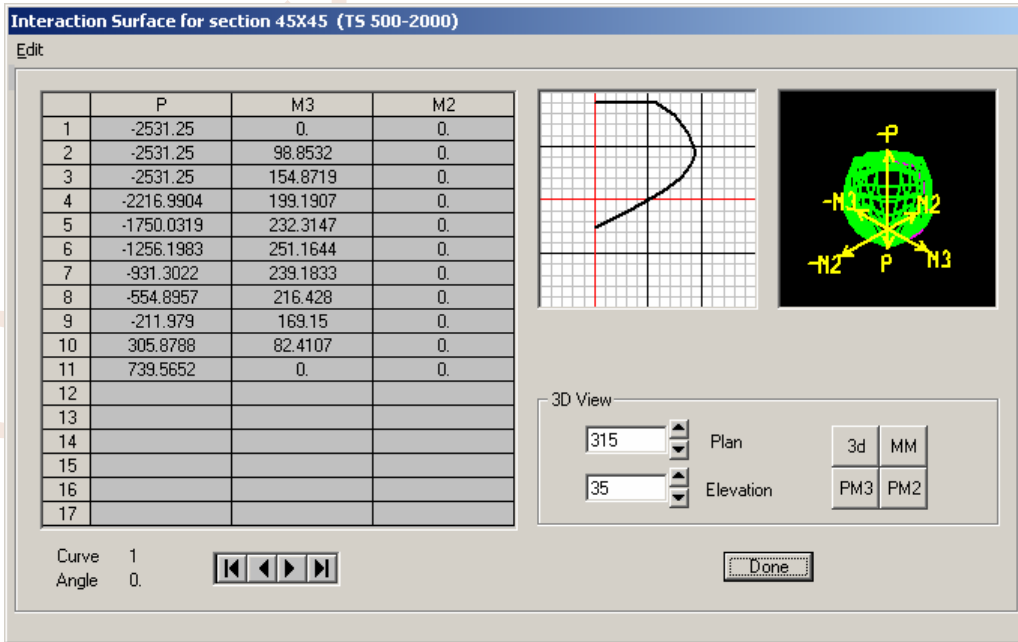
Display Complete Details: Tabular Data

Stylesheet: Default

OK, Cancel, Table Format File

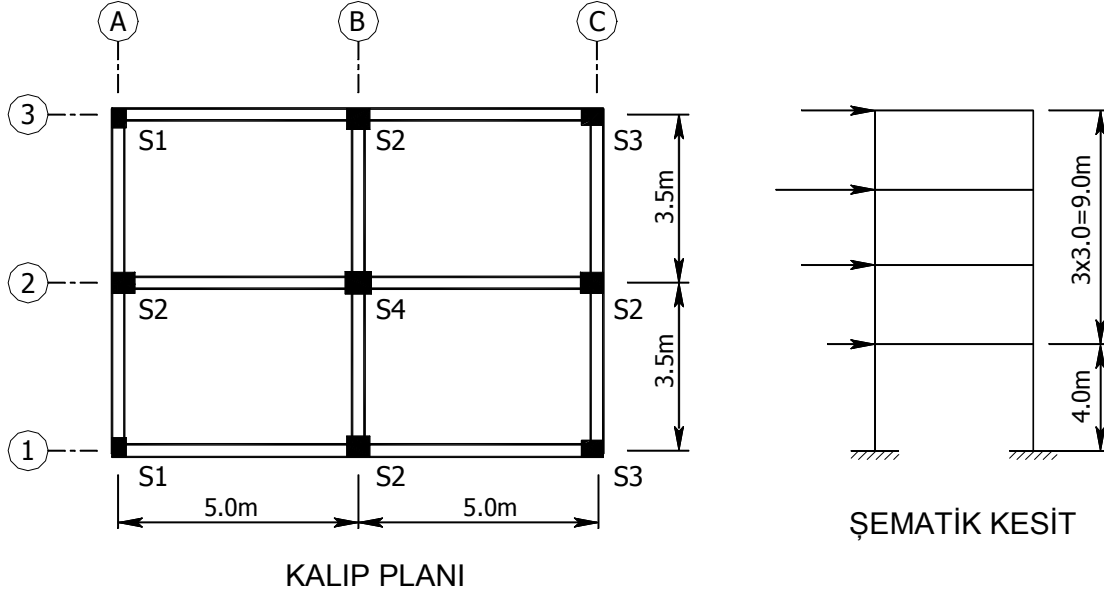
Bu kolon için en elverişsiz yüklemenin **0.9G-EYN-0.3EXN** yüklemesi olduğu ve bu yüklemedeki iç kuvvetlere karşı **20.25 cm<sup>2</sup>** donatı gerektiği (minimum donatının yeterli olduğu) görülmektedir.

168. **Interaction** düğmesine basarak bu kolon için 3 boyutlu karşılıklı etki diyagramı görülebilir. **PM3** veya **PM2** düğmelerine basarak karşılıklı etki diyagramının belirli eksenlerdeki kesitleri izlenebilmektedir.



169. **Done** düğmesine basarak karşılıklı etki diyagramı grafiğini kapatınız.

## ÖRNEK 11: 4 Katlı Betonarme Yapı (Temel ve Üst Yapı Birlikte Çözüm)



Kat kalıp planı ve şematik kesiti şekilde gösterilen 4 katlı betonarme yapının, düşey yükler ve yatay deprem yükleri için, hesapları yapılarak sonuçlar süperpoze edilecektir. Beton cinsi olarak C20 seçilmiştir. Tüm katlardaki kirişler 25×50 cm<sup>2</sup> boyutundadır. Döşeme kalınlıkları 12 cm'dir. Süneklik düzeyi "Yüksek" olarak boyutlandırılmış olan yapının, yukarıdaki şekilde S1, S2, S3 ve S4 olarak belirtilen kolonlarına ait kesitler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Tablodaki boyutlar cm cinsindedir ve önce X sonra Y eksenini doğrultusundaki boyutlar yazılmıştır.

KAT	S1	S2	S3	S4
4-3	25×35	40×40	30×30	45×45
2-1	25×40	40×40	40×30	45×45

Döşemenin kendi ağırlığı dışında kalan yükleri de aşağıdaki tabloda gösterildiği gibidir.

KAT	Sabit Yük (kN/m <sup>2</sup> )	Hareketli Yük (kN/m <sup>2</sup> )
Çatı	1.50	1.00
Normal	1.50	2.00

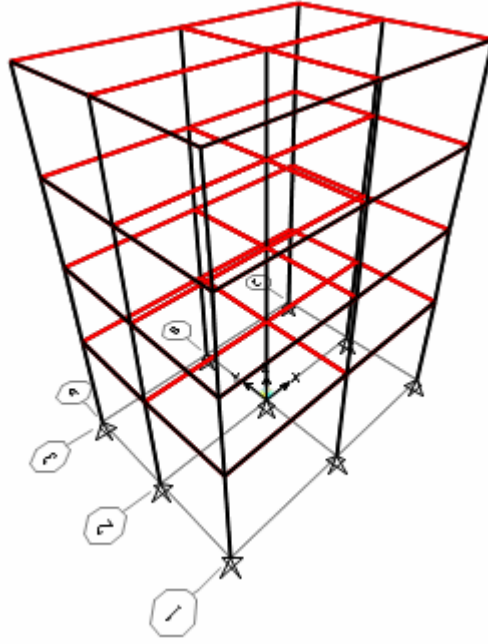
Normal katlarda, sadece dış çevre kirişleri üzerinde, 6.00 kN/m duvar yükü vardır. Çatı katı kirişleri üzerinde duvar yükü yoktur.

Temel sistemi 50cm kalınlığında kirişsiz radye temeldir. Yatak katsayısı  $K_0=50000\text{kN/m}^3$


### Sistem Modelinin Oluşturulması:

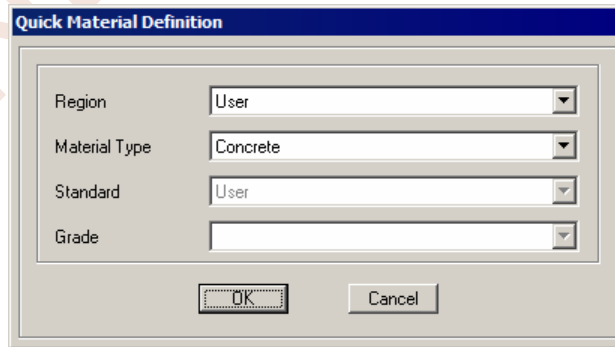
- SAP2000'i çalıştırınız ve konum çubuğunun sağındaki açılır liste kutusundan  boyutlarını seçiniz.





#### Malzeme Özelliklerinin Tanımlanması:

4. **Define** menüsünden **Materials...** komutunu seçiniz veya  düğmesine basınız.
5. Ekranı gelen ileti kutusunda yeni bir malzeme tanımlamak için **Add New Material...** düğmesine basınız.
6. Ekranı gelen **Quick Material Definition** ileti kutusunda,
  - **Region** (Bölge) açılır listesinden **User** (Kullanıcı) seçeneğini
  - **Material Type** açılır listesinden **Concrete** seçeneğini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.



Quick Material Definition	
Region	User
Material Type	Concrete
Standard	User
Grade	
OK Cancel	


7. Bu işlemten sonra ekrana malzeme özelliklerini gösteren **Material Property Data** ileti kutusu gelecektir. Bu ileti kutusunda
  - **Material Name** yazı kutucuğuna **C25** yazınız.
  - **Material Type** bölümünde **Other** seçeneğine tıklayınız.
  - **Weight per unit Volume** yazı kutucuğuna **25**
  - **Modulus of Elasticity** yazı kutucuğuna **3E7**

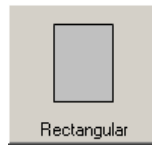
- Eleman düşeyse (kolon gibi) 2 eksenini genel eksenlerde X'e paraleldir.
- Eleman düşey değilse (kiriş veya eğimli bir eleman gibi) 2 eksenini, 1 yerel ekseninin genel eksenlerden Z ile oluşturduğu düzlem içindedir.
- 1 ve 2 yerel eksenleri bilinen elemanların 3 yerel eksenini sağ el kuralına göre belirlenir.

Bu bilgiler ile ekrandaki görünüm incelenirse aşağıdaki sonuçlara varılabilmektedir.

- Tüm çubuklara ait **1** yerel eksenleri çubuk doğrultusundadır.
  - X doğrultusundaki kirişlerin 2 eksenini Z doğrultusunda, 3 eksenini -Y doğrultusundadır.
  - Y doğrultusundaki kirişlerin 2 eksenini Z doğrultusunda, 3 eksenini X doğrultusundadır.
  - Tüm kolonların 2 eksenini X doğrultusunda, 3 eksenini Y doğrultusundadır.
14. Yukarıda yerel eksenler hakkında verilen bilgiler göz önünde tutularak, her kesit tipi için belirlenmiş olan veriler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir:

Kesit	Kesit Adı (Section Name)	Kesit Tipi	t3 (m)	t2 (m)
25x50 Kiriş	K	Rectangular	0.50	0.25
25x35 Kolon	C25X35	Rectangular	0.25	0.35
25x40 Kolon	C25X40	Rectangular	0.25	0.40
30x30 Kolon	C30X30	Rectangular	0.30	0.30
40x30 Kolon	C40X30	Rectangular	0.40	0.30
40x40 Kolon	C40X40	Rectangular	0.40	0.40
45x45 Kolon	C45X45	Rectangular	0.45	0.45

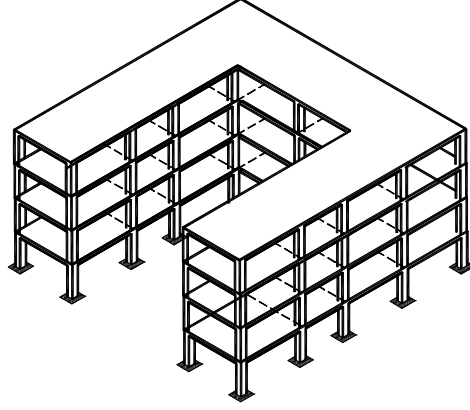
15.  düğmesine basınız, **Frames/Cables** bölümündeki **Local Axes** radyo düğmesini seçili durumdan çıkarınız ve **OK** düğmesine basınız.
16. Kiriş kesitini tanımlamak için **Define** menüsünden **Section Properties**→**Frame Sections...** komutunu seçiniz veya  düğmesine basınız.
17. Ekranaya gelen **Frame Properties** ileti kutusunda **Add New Property** düğmesine basınız.
18. **Frame Section Property Type** açılır listesinden **Concrete**'i seçiniz ve **Rectangular** seçeneğine tıklayınız.






19. Ekranaya gelen ileti kutusunda,
- **Section Name** (Kesit adı) yazı kutucuğuna **K**
  - **Depth (t3)** yazı kutucuğuna **0.50**
  - **Width (t2)** yazı kutucuğuna **0.25** yazınız.
  - **Material** açılır listesinden **C25** malzemesini seçiniz.
  - **Concrete Reinforcement** düğmesine basınız.
    - Ekranaya gelen **Reinforcement Data** ileti kutusunda **Longitudinal Bars** (Boyuna donatı) açılır listesinden S420, **Confinement Bars** (Sargı donatısı) açılır listesinden **S420** seçeneğine tıklayınız.

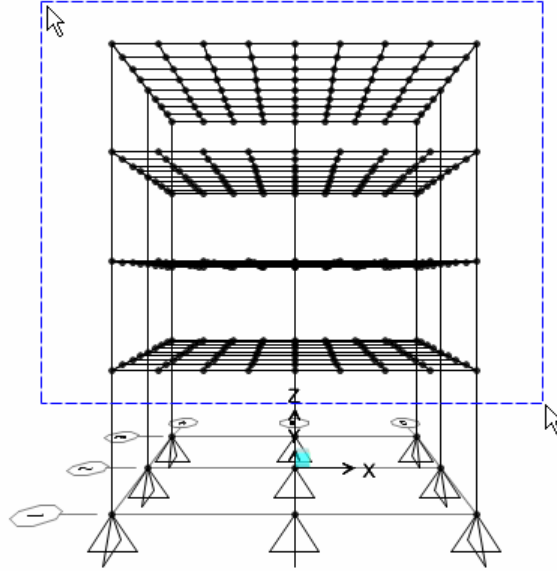
22. Ekranaya gelen ileti kutusunda **Frame Section Property Type** açılır listesinden **Concrete**'i seçiniz.
23. Dikdörtgen kesitleri tanımlamak için, **Rectangular** seçeneğine tıklayınız.
24. Ekranaya dikdörtgen kesit boyutlarının tanımlanacağı yeni bir ileti kutusu gelecektir. Bu ileti kutusunda,
- **Depth (t3)** yazı kutucuğuna **0.25**
  - **Width (t2)** yazı kutucuğuna **0.35** yazınız.
  - **Material** açılır listesinden **C25** malzemesini seçiniz.
  - **Section Name** (Kesit adı) yazı kutucuğuna **C25X35** yazınız.
  - **Concrete Reinforcement** düğmesine basınız. Ekranaya gelen **Reinforcement Data** ileti kutusunda,
    - Kesitin bir kolon kesiti olduğunu belirtmek için **Design Type** bölümünde **Column** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.
    - Donatı yerleşiminin dikdörtgen biçiminde olacağını belirtmek için **Reinforcement Configuration** bölümünde **Rectangular** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.
    - Net beton örtüsünü 3 cm olarak tanımlamak için **Clear Cover for Confinement Bars** yazı kutucuğuna **0.03** yazınız.
    - Kesit yerel eksenlerine göre 3 doğrultusunda 3 sıra donatı olmasını sağlamak için **Number of Longit Bars Along 3-dir Face** yazı kutucuğuna **3**, 2 doğrultusunda 3 sıra donatı olmasını sağlamak için **Number of Longit Bars Along 2-dir Face** yazı kutucuğuna **3** yazınız.
    - **Longitudinal Bar Size** açılır listesinden **16d** seçeneğine
    - **Confinement Bar Size** açılır listesinden **8d** seçeneğine tıklayınız.
    - **Number of Confinement Bars in 3-dir** yazı kutucuğuna **2**
    - **Number of Confinement Bars in 2-dir** yazı kutucuğuna **3** yazınız.
    - Program, **Reinforcement to be Designed** radyo düğmesi seçili olduğunda gerekli donatıyı, **Reinforcement to be Checked** radyo düğmesi seçildiğinde ise kesitin taşıma kapasitesini hesaplamaktadır. Bu nedenle **Reinforcement to be Designed** radyo düğmesini seçili duruma getirip **OK** düğmesine basınız. **Reinforcement to be Checked** seçeneği kullanıldığında **Bar Size** kutucuğuna yazılan donatı çapı değeri de kullanılmaktadır.
  - **2** kez **OK** düğmesine basınız.



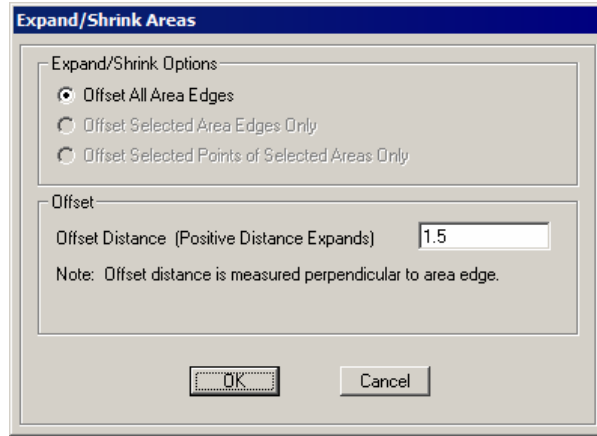


Rijit diyafram davranışının uygun olmadığı bir döşeme sistemi

60.  düğmesine basarak **Display Options For Active Window** ileti kutusunu ekrana getiriniz.
61. Ekrana gelen ileti kutusunun **Joints** bölümündeki **Invisible** kutucuğunu seçili durumdan çıkarınız ve **OK** düğmesine basınız. Bu işlem ekranda düğüm noktalarının gösterilmesini sağlayacaktır.
62. Önce , daha sonra  düğmelerine basarak, sistemin X-Z düzlemindeki perspektif görüntüsünü elde ediniz ve tüm katlardaki düğüm noktalarını pencere içine alarak seçiniz. (Mesnetleri içeren düğüm noktalarının dışında kalan düğüm noktaları).



63. **Assign** menüsünden **Joint→Constraints...** komutlarını seçiniz.
64. Ekrana gelen **Assign/Define Constraints** ileti kutusunun **Choose Constraint Type to Add** bölümündeki açılır listeden **Diaphragm** seçeneğini seçiniz ve **Add New Constraint** düğmesine basınız.

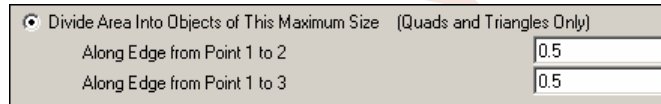


78. Böylece radye temelin ampattan kısmı da oluşturulmuş olmaktadır.

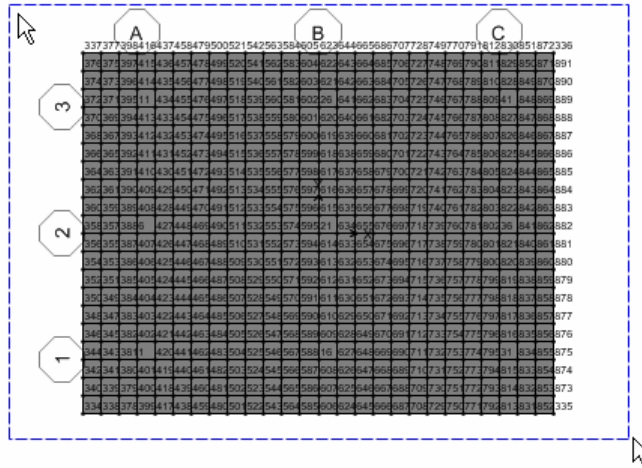
79. Genişletilmiş elemanın üzerine mouse sol tuşuyla tıklayarak elemanı seçili duruma getiriniz.


80. Menüde **Edit→Edit Areas→Divide Areas...** komutunu seçiniz.

81. Ekranı gelen ileti kutusunda radte temeli 0.5mx0.5m'lik sonlu elaman parçalarına bölünmesini sağlamak için ilgili bölümü aşağıdaki şekilde düzenleyiniz ve **OK** düğmesine basınız.

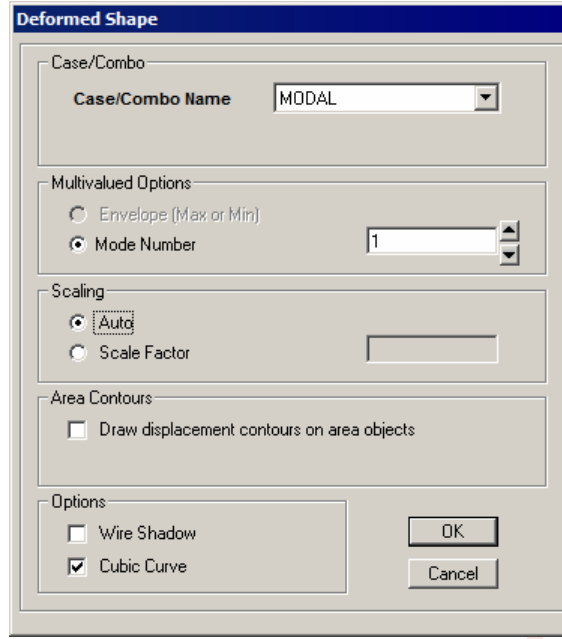


82. Radye temeli pencere içine alarak seçili duruma getiriniz.

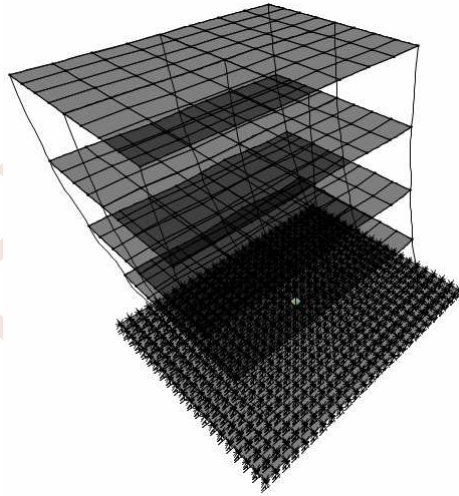



83. Menüde **Assign→Joint→Restraints...** komutunu seçiniz veya  düğmesine basınız.

84. Ekranı gelen **Joint Restraints** ileti kutusunda **Translation 1**, **Translation 2** ve **Rotation about 3** kutucuklarını seçili durumda, diğer kutucukları boş olacak şekilde düzenleyiniz. Böylece, diğer yerdeğiştirme ve dönme bileşenleri serbest bırakılarak, düzlemine dik yükler etkisi altında bulunan plak davranışı tanımlanmış olacaktır.



101. Ekran 1. mod şekli gelecek ve pencerenin başlık bölümünde **Mode 1 Period 0.602** yazısı okunacaktır. İlgili modun doğrultusunu belirleyebilmek için ekranın sağ alt bölümünde bulunan **Start Animation** düğmesine basarak hareketli görünümü ekrana getiriniz. Görüntü izlendiğinde ilgili modun X doğrultusunda olduğu belirlenmektedir. Dolayısıyla yapının X doğrultusundaki 1. doğal titreşim periyodu  $T_{1x} \approx 0.60$  s olarak belirlenmiş olur.






102. Bir sonraki mod şeklini görmek için konum çubuğunun sağ tarafındaki  sonraki modu görüntüleme düğmesine basınız. Bu kez ekranda, 2. mod şekli görüntülenecek ve pencerenin başlık bölümünde **Mode 2 Period 0.572** yazısı okunacaktır. Bu görüntüden de, 2. modun Y yönünde olduğu anlaşılmaktadır. Dolayısıyla yapının Y doğrultusundaki 1. doğal titreşim periyodu  $T_{1Y} \approx 0.57$  s olarak belirlenmiş olur.

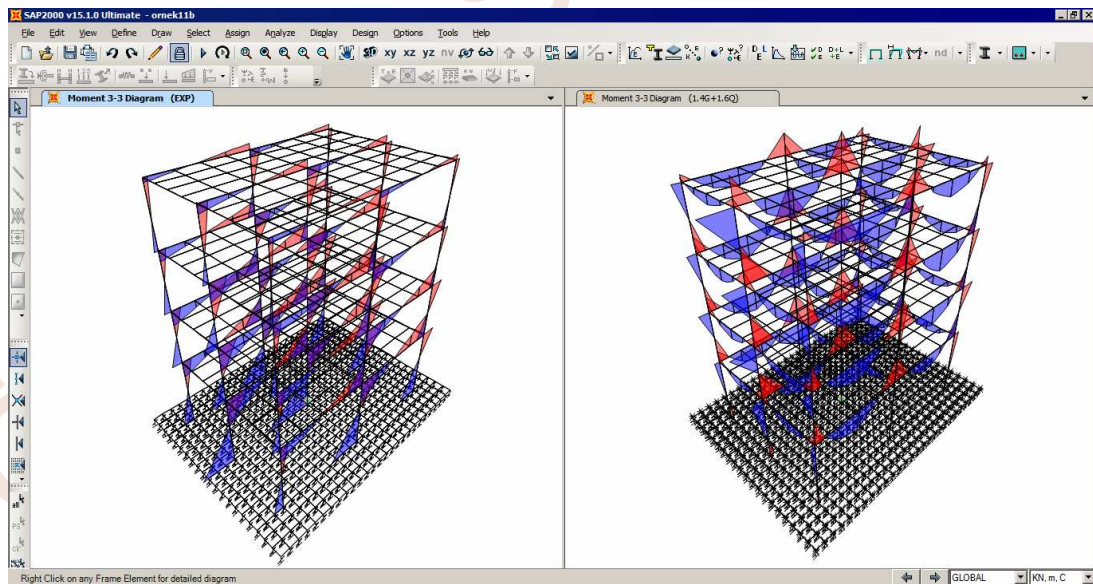


MAX\_BOYUTLAMA yükleme birleşimi döşeme ve radye temelin en elverişsiz iç kuvvetlerinin belirlenmesi amacıyla hazırlanmıştır. SAP2000 **Design** menüsü kullanılarak boyutlandırma yapıldığında bu iki yükleme birleşimleri boyutlandırma için kullanılacak yükleme birleşimlerinin listesine eklenmemelidir.

140. Böylece yükleme birleşimlerinin tanımlanması tamamlanmış olur.

### Çözüm (Analiz):

141.  **Run Analysis** düğmesine basınız.
142. Analiz adımlarını ekranda izleyebilmek için **Analysis Monitor Options** bölümünde **Always Show** (Her zaman göster) kutucuğunu seçili duruma getiriniz. **Run Now** düğmesine basarak sistemin çözümünü başlatınız.
143. Çözüm sonunda, yukarıda tanımlanmış olan 6 adet yükleme ile yükleme birleşimlerine ait sonuçlar elde edilmiş bulunmaktadır. Herhangi bir yüklemeye (veya kombinasyona) ait iç kuvvetler,  düğmesine basarak veya **Display** menüsünde **Show Forces/Stresses→Frames/Cables** seçeneğine tıklayarak **Member Force Diagram for Frames** ileti kutusu kullanılarak ekrana getirilebilir.
144. Ekranaya gelen ileti kutusunun **Case/Combo Name** bölümündeki açılır liste kutusundan ilgili yükleme (veya kombinasyon) seçilerek incelenebilir.
145. Her iki pencerede de  düğmesine basarak 3 boyutlu görünümünü ekrana getiriniz.
146. Örnek olmak üzere **EXP** yüklemesi ve **1.4G+1.6Q** yük birleşimi için moment diyagramı aşağıda gösterilmektedir.



147. **Design** menüsünden **Concrete Frame Design...→ View/Revise Preferences** seçeneğine tıklayınız.
148. Ekranaya gelen ileti kutusunda **Design Code** açılır liste kutusundan **TS500-2000** seçeneğine tıklayınız. Bu işlem betonarme hesap için TS500 yönetmeliğinin kullanılacağını belirtmektedir.



**Concrete Column Design Information (TS 500-2000)**

Frame ID: 17 Analysis Section: C45X45  
 Design Code: TS 500-2000 Design Section: C45X45

COMBO ID	STATION LOC	LONGITUDINAL REINFORCEMENT	MAJOR SHEAR REINFORCEMENT	MINOR SHEAR REINFORCEMENT
0.9G-EYN+	0.00	20.250	0.043	0.043
0.9G-EYN+	200.00	20.250	0.043	0.043
0.9G-EYN+	400.00	20.250	0.043	0.043
0.9G-EYN-	0.00	20.250	0.043	0.043
0.9G-EYN-	200.00	20.250	0.043	0.043
0.9G-EYN-	400.00	20.250	0.043	0.043

Modify/Show Overwrites: Overwrites

Display Details for Selected Item: Summary Flex. Details Shear Details Interaction Joint Shear B/C Details

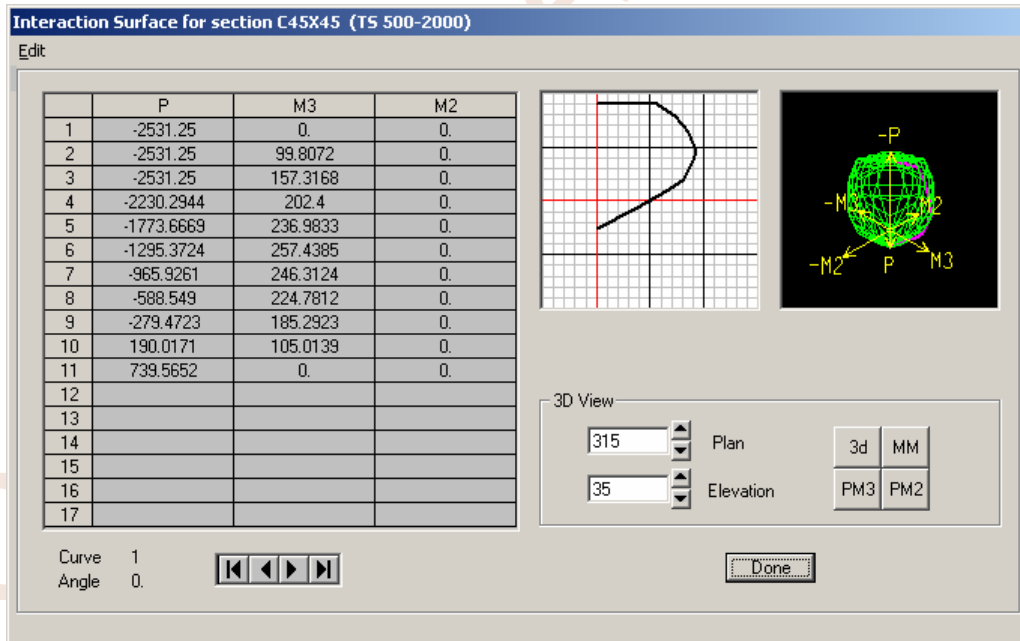
Display Complete Details: Tabular Data

Stylesheet: Default

OK Cancel Table Format File

Bu kolon için en elverişsiz yüklemenin **0.9G-EYN-0.3EXN** yüklemesi olduğu ve bu yüklemedeki iç kuvvetlere karşı **20.25 cm<sup>2</sup>** donatı gerektiği (minimum donatının yeterli olduğu) görülmektedir.

158. **Interaction** düğmesine basarak bu kolon için 3 boyutlu karşılıklı etki diyagramı görülebilir. **PM3** veya **PM2** düğmelerine basarak karşılıklı etki diyagramının belirli eksenlerdeki kesitleri izlenebilmektedir.

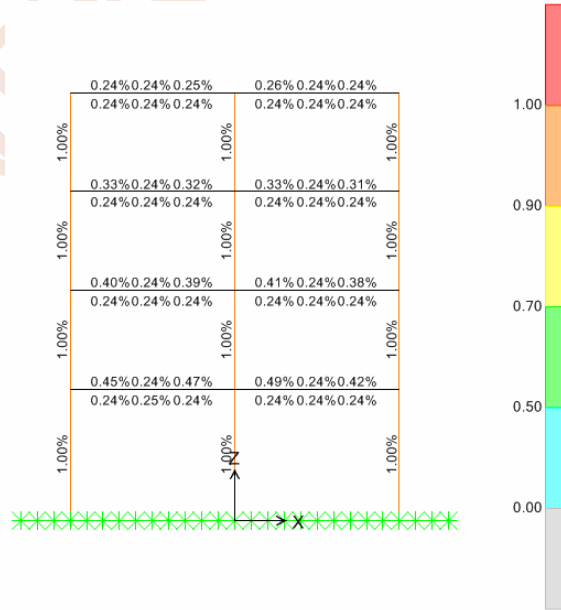


159. **Done** düğmesine basarak karşılıklı etki diyagramı grafiğini kapatınız.

Concrete Design Data TS 500-2000						
File						
Units: KN, m, C						
TS 500-2000 COLUMN SECTION DESIGN Type: HIGH DUCTILE Units: KN, m, C (Summary)						
L=4.000						
Element : 17	B=0.450	D=0.450	dc=0.046			
Station Loc : 4.000	E=30000000.0	Fck=25000.000	Lt.Wt. Fac.=1.000			
Section ID : C45X45	Fyk=420000.000	Fywk=420000.00				
Combo ID : 0.9G-EYN-0.3EXN	RLLF=1.000					
Gamma(Concrete) : 1.500	Overstrength Factor: 1.25					
Gamma(Steel) : 1.150						
Gamma(Shear) : 1.250						
AXIAL FORCE & BIAxIAL MOMENT DESIGN FOR Nd, Md2, Md3						
	Rebar Area	Design Nd	Design Md2	Design Md3	Minimum Md2	Minimum Md3
	0.002	452.174	75.178	21.524	12.887	12.887
AXIAL FORCE & BIAxIAL MOMENT FACTORS						
	Cm Factor	Beta_b Factor	Beta_s Factor	K Factor	L Length	
Major Bending(Md3)	0.400	1.000	1.000	1.000	4.000	
Minor Bending(Md2)	0.400	1.000	1.000	1.000	4.000	
SHEAR DESIGN FOR Ud2,Ud3						
	Design Rebar	Design Ud	Design Uc	Design Us	Design Up	
Major Shear(Ud2)	4.313E-04	59.406	127.531	63.630	59.406	
Minor Shear(Ud3)	4.313E-04	49.265	127.531	63.630	49.265	
JOINT SHEAR DESIGN						
	Joint Shear Ratio	Shear UdTop	Shear UdBot	Shear Uc	Joint Area	
Major Shear(Ud2)	0.276	59.406	418.951	1518.750	0.203	
Minor Shear(Ud3)	0.225	49.265	341.928	1518.750	0.203	
(6/5) BEAM/COLUMN CAPACITY RATIOS						
	Major Ratio	Minor Ratio				
	0.431	0.358				

160. **Summary** düğmesine basarak ilgili elemanın donatı hesabı hakkında daha ayrıntılı bilgileri içeren ileti kutusunu ekrana getiriniz. Bu ekranda eleman numarası, kesit türü, eleman özellikleri, en elverişsiz yükleme adı, eğilme ve kayma hesabında kullanılan ve sonuçta elde edilen bilgiler bulunmaktadır. Örneğin ilgili kolon için **432.395 kN** normal kuvvet ve **84.41kNm** ve **25.334kNm** momentleri etkisinde minimum donatı olan **20.25cm<sup>2</sup>** donatının yeterli olduğu hesaplanmıştır.

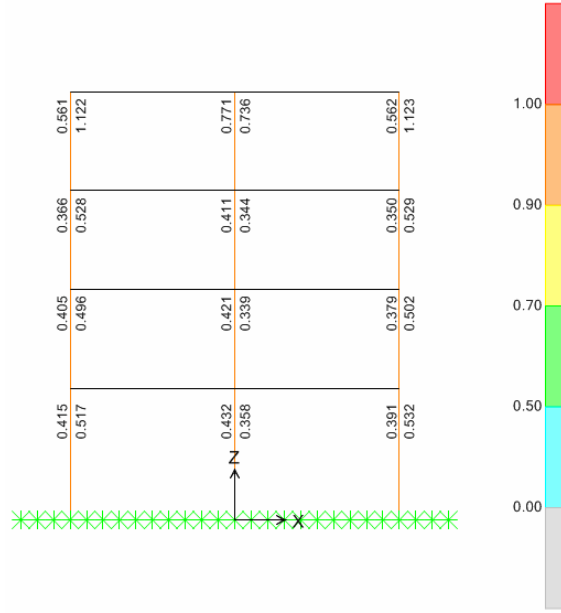
161. Aktif Bilgi penceresini kapatıp **OK** düğmesine basınız.



162. **Design** menüsünde **Concrete Frame Design** → **Display Design Info** seçeneğine tıklayınız. Ekrana gelen pencerenin **Design Output** bölümünden **Rebar Percentage**

(Donatı yüzdesi) seçeneğine tıklayınız ve **OK** düğmesine basınız. Ekrana farklı kesitlerdeki donatı oranları gelecektir. Değerler ilgili yönetmelik koşulları ile kontrol edilebilir.

163. Kolonların kirişlerden güçlü olma koşulunun kontrolü için **Design** menüsünde **Concrete Frame Design → Display Design Info** seçeneğine tıklayınız. Ekrana gelen pencerenin **Design Output** bölümünden **(6/5) Beam/Column Capacity Ratio** seçeneğine tıklayınız ve **OK** düğmesine basınız.



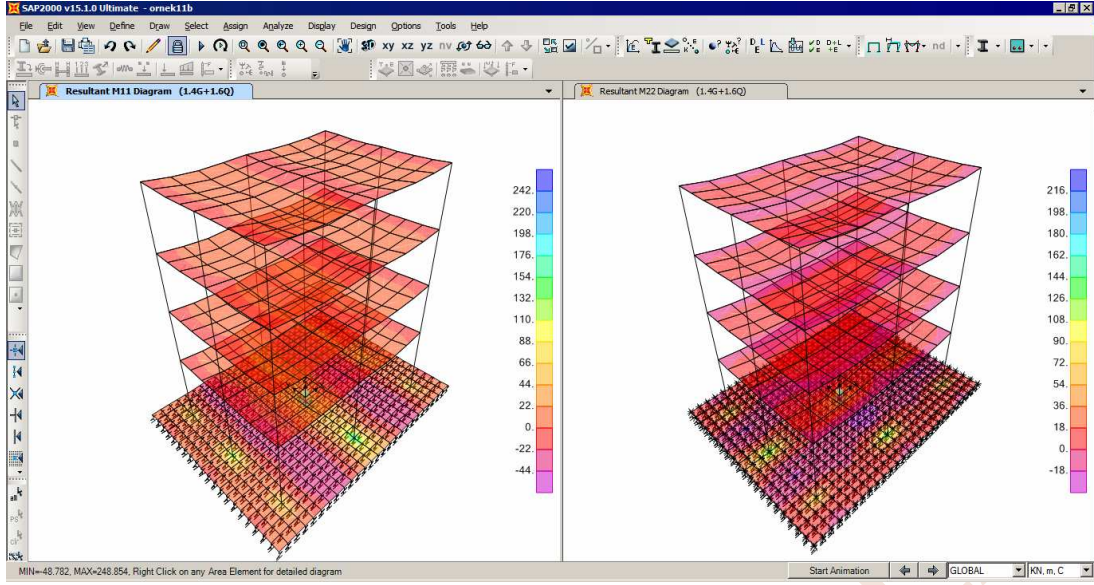
164. Ekrana gelen değerlerin 1'den küçük olması ilgili noktada kolonların kirişlerden güçlü olma koşulunun sağlandığını göstermektedir. En üst katta bu koşulun sağlanmasına gerek yoktur.

165. Tüm tasarım bilgilerinin bir dosyaya yazılması istenirse, **Display** menüsünde **Show Tables...** seçeneği kullanılmalıdır. Bu seçeneğe tıklayınız.


166. Ekrana gelen **Choose Tables for Display** ileti kutusunda **DESIGN DATA → Concrete Frame → Concrete Summary Data** kutucuğunu seçili duruma getirip **OK** düğmesine basınız.

Frame Text	DesignSect Text	DesignType Text	DesignOpt Text	Status Text	Location cm	PMMArea cm2	PMMArea cm2	PMMArea cm2	PMMArea cm2	PMMArea cm2	PMMArea cm2
1	C25X40	Column	Design	No Messages	0	0.96-EYN-0.3EXN	10	0.96-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0383		
1	C25X40	Column	Design	No Messages	200	0.96-EYN-0.3EXN	10	0.96-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0383		
1	C25X40	Column	Design	No Messages	400	0.96-EYN-0.3EXN	10	0.96-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0383		
2	C25X40	Column	Design	No Messages	0	0.96-EYN-0.3EXN	10	0.96-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0383		
2	C25X40	Column	Design	No Messages	150	0.96-EYN-0.3EXN	10	0.96-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0383		
2	C25X40	Column	Design	No Messages	300	0.96-EYN-0.3EXN	10	0.96-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0383		
3	C25X35	Column	Design	No Messages	0	0.96-EYN-0.3EXN	8.75	0.96-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0336		
3	C25X35	Column	Design	No Messages	150	0.96-EYN-0.3EXN	8.75	0.96-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0336		
3	C25X35	Column	Design	No Messages	300	0.96-EYN-0.3EXN	8.75	0.96-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0336		
4	C25X35	Column	Design	No Messages	0	0.96-EYN-0.3EXN	8.75	0.96-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0336		
4	C25X35	Column	Design	No Messages	150	0.96-EYN-0.3EXN	8.75	0.96-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0336		
4	C25X35	Column	Design	No Messages	300	0.96-EYN-0.3EXN	8.75	0.96-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0336		
5	C40X40	Column	Design	No Messages	0	0.96-EYN-0.3EXN	16	0.96-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0383		
5	C40X40	Column	Design	No Messages	200	0.96-EYN-0.3EXN	16	0.96-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0383		
5	C40X40	Column	Design	No Messages	400	0.96-EYN-0.3EXN	16	0.96-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0383		
6	C40X40	Column	Design	No Messages	0	0.96-EYN-0.3EXN	16	0.96-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0383		
6	C40X40	Column	Design	No Messages	150	0.96-EYN-0.3EXN	16	0.96-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0383		
6	C40X40	Column	Design	No Messages	300	0.96-EYN-0.3EXN	16	0.96-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0383		
7	C40X40	Column	Design	No Messages	0	0.96-EYN-0.3EXN	16	0.96-EYN-0.3EXN (Sp)	0.0383		

167. Bu tabloyu bir text dosyasına aktarmak için ileti kutusundaki **File** menüsünden **Display Current Table → In Text Editor w/No splits** seçeneği kullanılabilir.



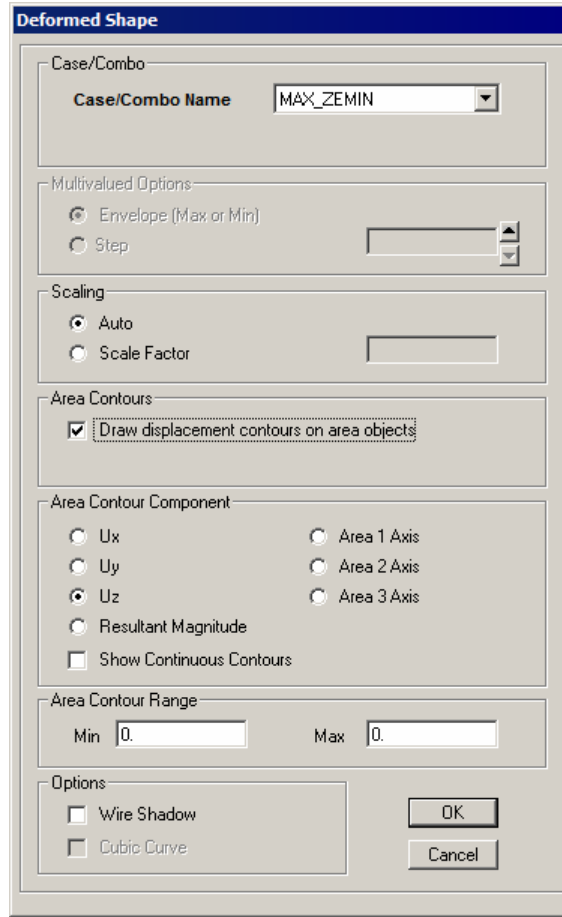
171. M11 momentinin değişiminde, beklendiği üzere, Y yönündeki kirişlerin mesnetlik yapmasından dolayı negatif moment değerleri elde edildiği gözlenmektedir. M22 momentinin değişiminde de, X yönündeki kirişlerin mesnetlik yapmasından dolayı negatif moment değerleri elde edildiği gözlenmektedir.

172.  düğmesine basarak Z=0 kotundaki radye temel plan görünümünü ekrana getiriniz.

173. Menüde **Display→Show Deformed Shape** komutunu seçiniz veya  düğmesine basınız.

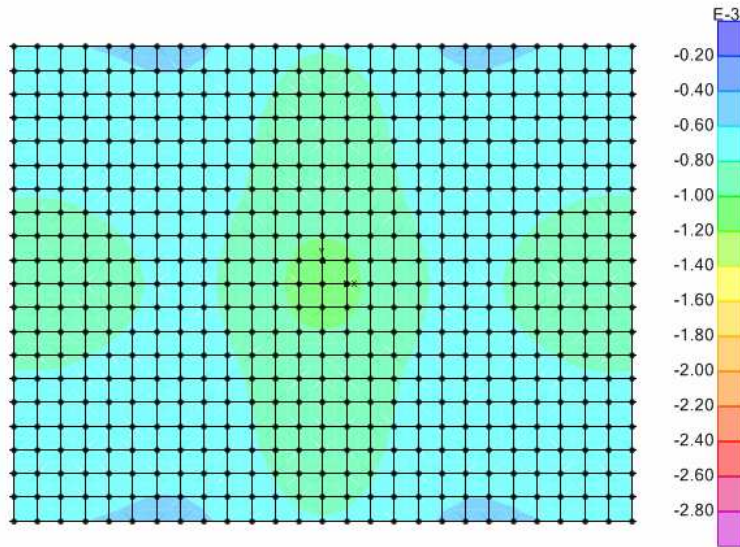
174. Ekranaya gelen **Deformed Shape** ileti kutusunda,

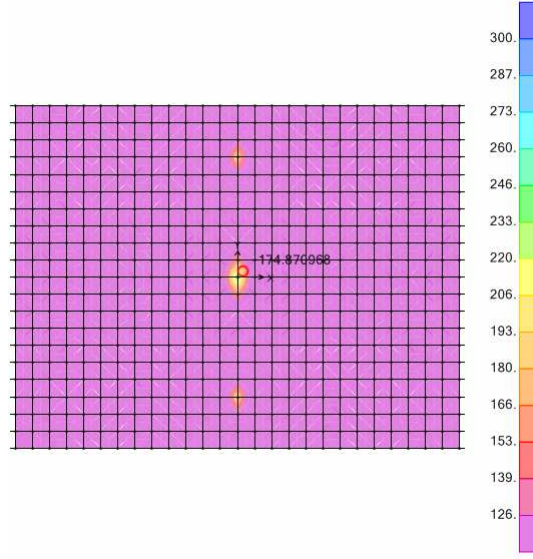
- **Case/Combo Name** açılır listesinden **MAX\_ZEMIN** yük birleşimini seçiniz.
- **Area Contours** bölümünde **Draw Displacement Contours on area objects** kutucuğunu seçili duruma getiriniz.
- **Area Contour Component** bölümünden **Uz** seçeneğine tıklayınız ve **OK** düğmesine basınız.



175. Bu işlem radye temel yerdeştirmelerinin seçilen bileşenin (burada Z doğrultusundaki yerdeştirme bileşeni **Uz** seçilmiştir), renk ölçeği olarak ekranda gösterilmesini sağlar. En büyük yerdeştirme değeri yaklaşık olarak 0.00847m olarak belirlenmiştir. Bu değeri yatak katsayısı ile çarparak en büyük zemin gerilmesi elde edilebilir. Bu değerin zemin emniyet gerilmesinden küçük olması durumunda zemin güvenliğinin sağlandığı belirlenmiş olur.

$$0.00115 \times 50000 = 75 \text{ kN/m}^2$$





180. Benzer işlem negatif moment için de yapılmalı ve kesitin üstüne yerleştirilecek donatı belirlenmelidir. Bu durumda ilgili ileti kutusu aşağıdakine benzer olarak düzenlenmelidir.

**Member Force Diagram**

Case/Combo  
**Case/Combo Name** MAX\_BOYUTLAM

Component Type  
 Resultant Forces  
 Shell Stresses  
 Shell Layer Stresses  
 Concrete Design

Multivalued Options  
 Envelope Max  
 Envelope Min  
 Step 1

Contour Range  
 Min -300 Max -126  
 Set To Default Contour Range

Stress Averaging  
 None  
 At All Joints  
 Over Objects and Groups Set Groups...

Miscellaneous Options  
 Show Deformed Shape  
 Show Continuous Contours (Enhanced Graphics)

Component  
 F11  M11  V13  
 F22  M22  V23  
 F12  M12  VMax  
 FMax  MMax  
 FMin  MMin  
 FVM

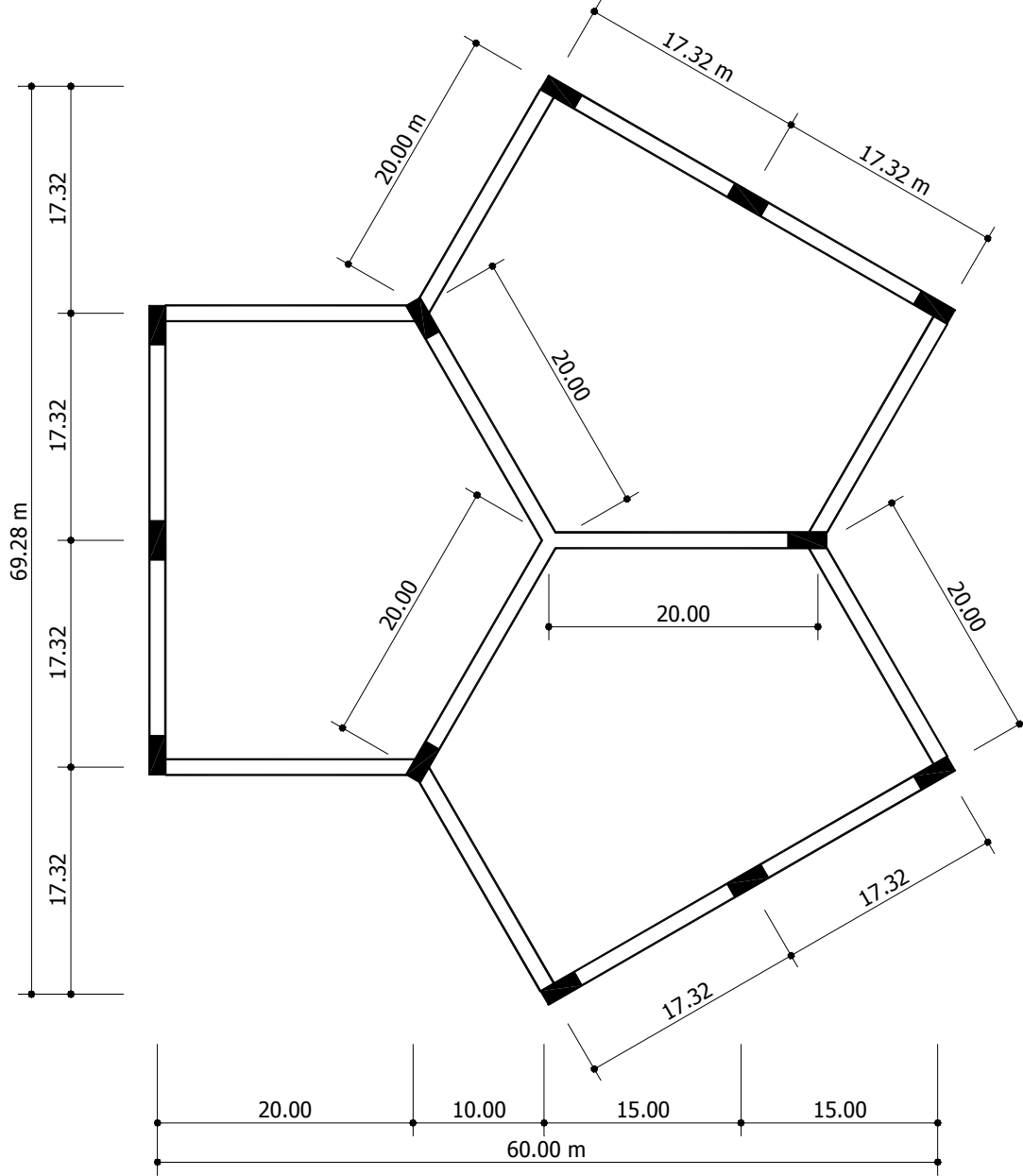
OK Cancel

181. M11 momentı, 1 eksenı doğrultusunda (bu örnek için X doğrultusu) yerleştirilecek donatıyı belirlemek için kullanılan moment değeridir. Benzer işlemler M22 momentı (bu örnek için Y doğrultusu) için de yapılmalıdır.

182. Döřemeler de benzer şekilde boyutlandırılabilir.

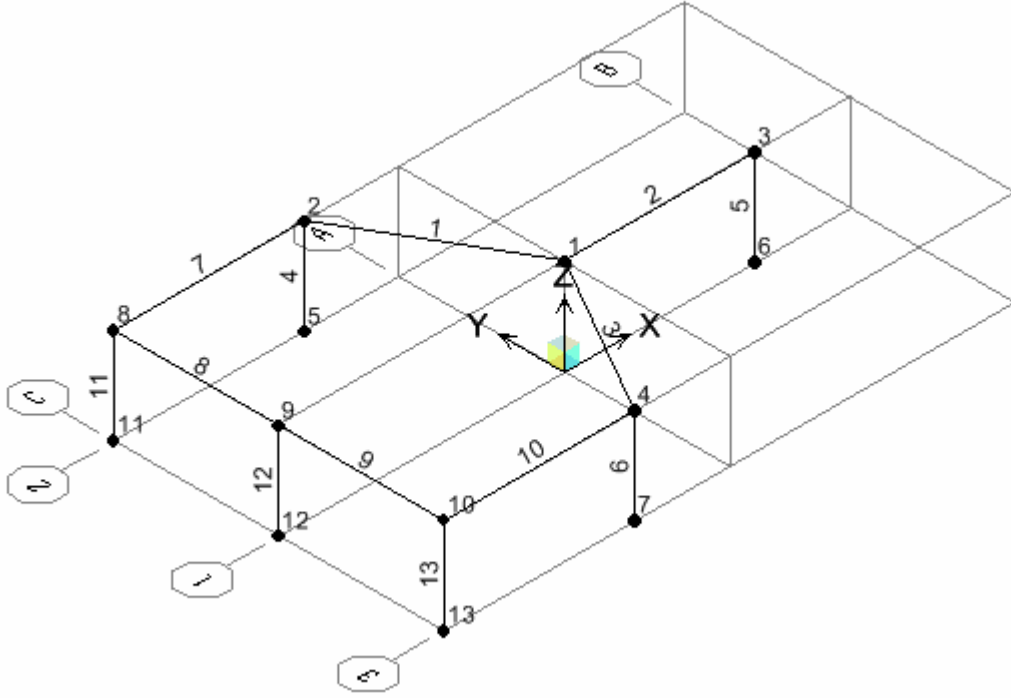
183. SAP2000 programından CSI firmasının döşeme ve temel sistemlerin çözümü için geliştirdiği SAFE programına veri aktarımı yapılarak da, bu sistemlerin boyutlandırılması SAFE programı içinde yapılabilir.


## ÖRNEK 12: Betonarme Uzay Çerçeve

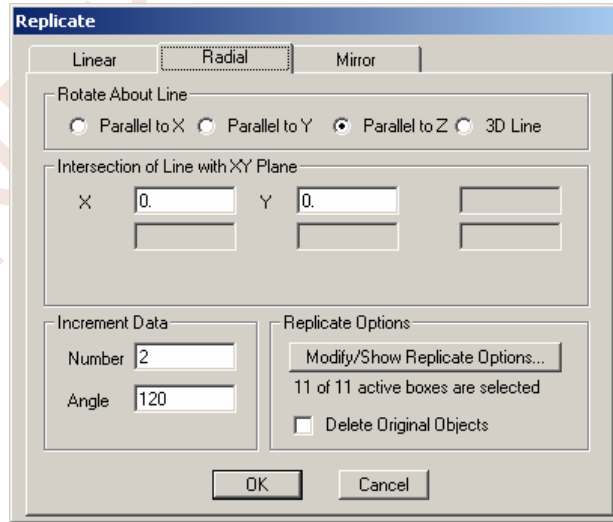


Şematik kalıp planı şekilde gösterilen betonarme uzay çerçevenin  $t=20^{\circ}\text{C}$  düzgün sıcaklık değişmesi için hesabı yapılacaktır. Çerçevenin kat yüksekliği 10.00 m'dir. Tüm kiriş ve kolonların kesitleri  $60 \times 150 \text{ cm}^2$  dir.






29.  **Pointer** düğmesine basarak "Select" moduna geçiniz ve sol tarafta yeni oluşturulan giriş ve kolonları (7,8,9,10,11,12 ve 13 No.lu çubukları) seçiniz.
30. **Edit** menüsünden **Replicate** seçeneğini tıklayınız veya klavyede **Ctrl+R** tuşlarına birlikte basarak **Replicate** ileti kutusunun ekrana gelmesini sağlayınız.
31. Bu kutuda **Radial** seçeneğini aktif duruma getiriniz. **Rotate About Line** bölümündeki **Parallel to Z** radyo düğmesini tıklayınız ve **Angle** yazı kutucuğuna **120**, **Number** yazı kutucuğuna da **2** yazıp **OK** düğmesine basınız.

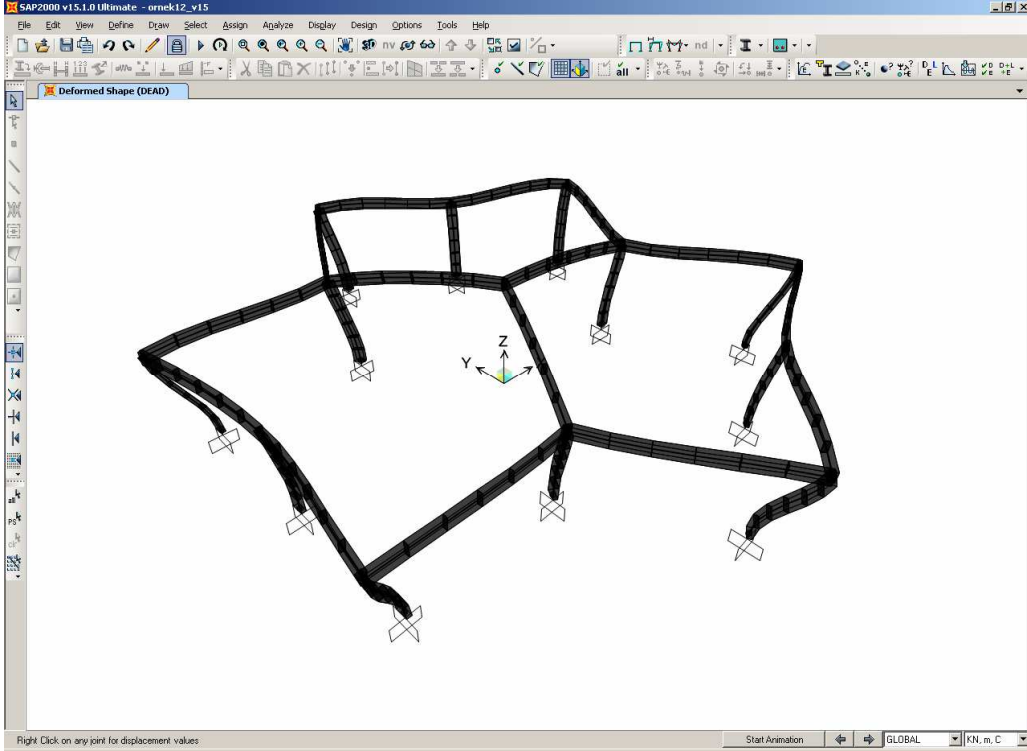


32. Böylece sistem modelinin geliştirilmesi tamamlanmış olmaktadır.



## Çözüm (Analiz):

47.  **Run Analysis** düğmesine basınız. Ekranı gelen ileti kutusunda bu örnek için herhangi bir modal analiz yapılmayacağı için **Case Name** bölümündeki **MODAL** seçeneğine tıklayınız ve **Run/Do Not Run Case** düğmesine basarak bu yükleme için çözüm yapılmayacağını belirtiniz. Bu yükleme için **Action** bölümünde **Do Not Run** yazılı olacaktır.
48. **Run Now** düğmesine basarak sistemin çözümünü başlatınız.
49. Analiz tamamlandığında ekranda sistemin şekildeğiştirmiş durumu görülecektir.

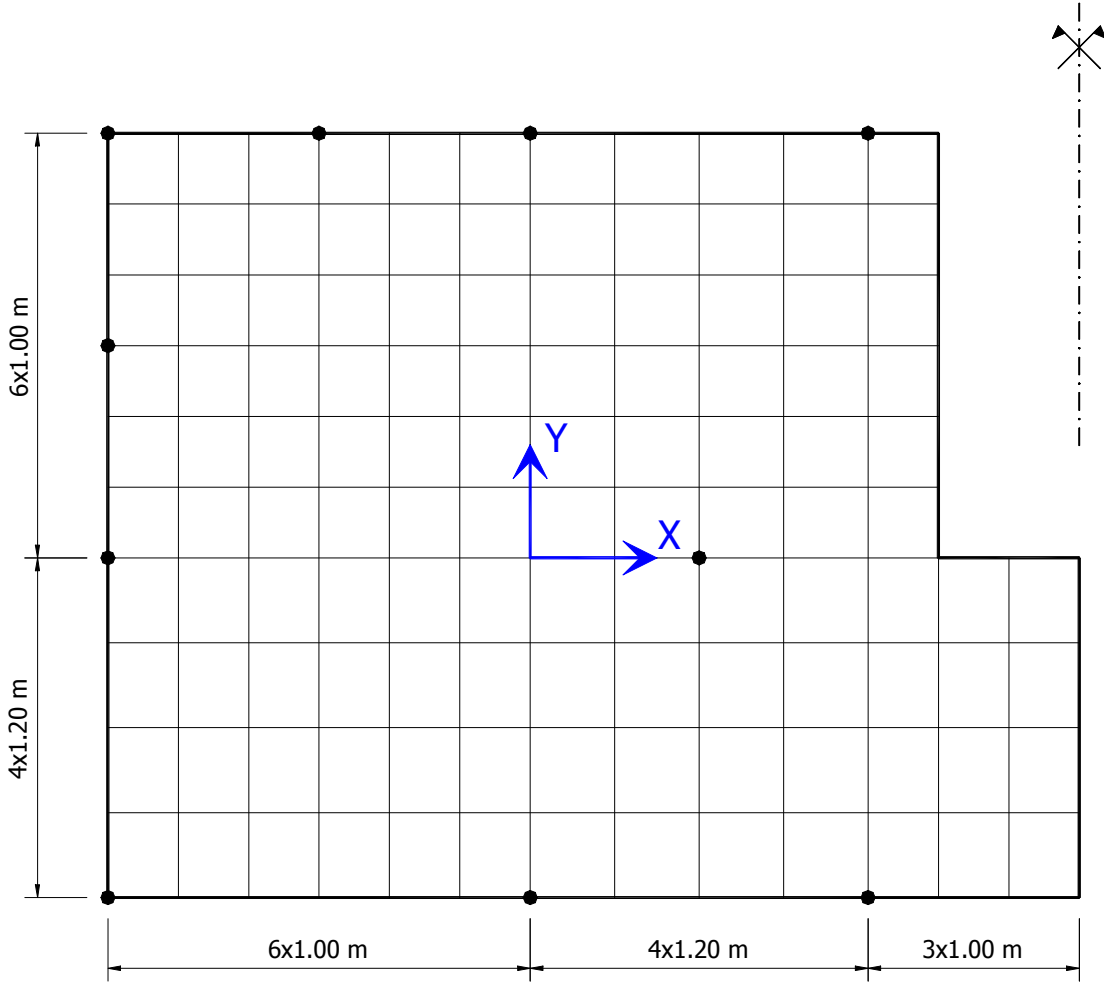


50. Şekildeğiştirmiş durumda, mouse istenen bir düğüm noktası üzerine getirildiğinde bu düğüm noktasının yerdeğiştirmeleri ekrana gelmektedir. Elemanların düzgün sıcaklık değışmesi değeri pozitif olmasından dolayı uzadıkları gözlemlenmektedir.

## Sonuçların Görüntülenmesi:

51. **Display** menüsünde **Show Forces/Stresses** → **Frames/Cables** seçeneğine tıklayarak ekrana **Member Force Diagram for Frames** (Çubuk İç Kuvvet Diyagramları) ileti kutusunu getiriniz.
52. Ekranı gelen ileti kutusunda, **Moment 3-3** radyo düğmesini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.

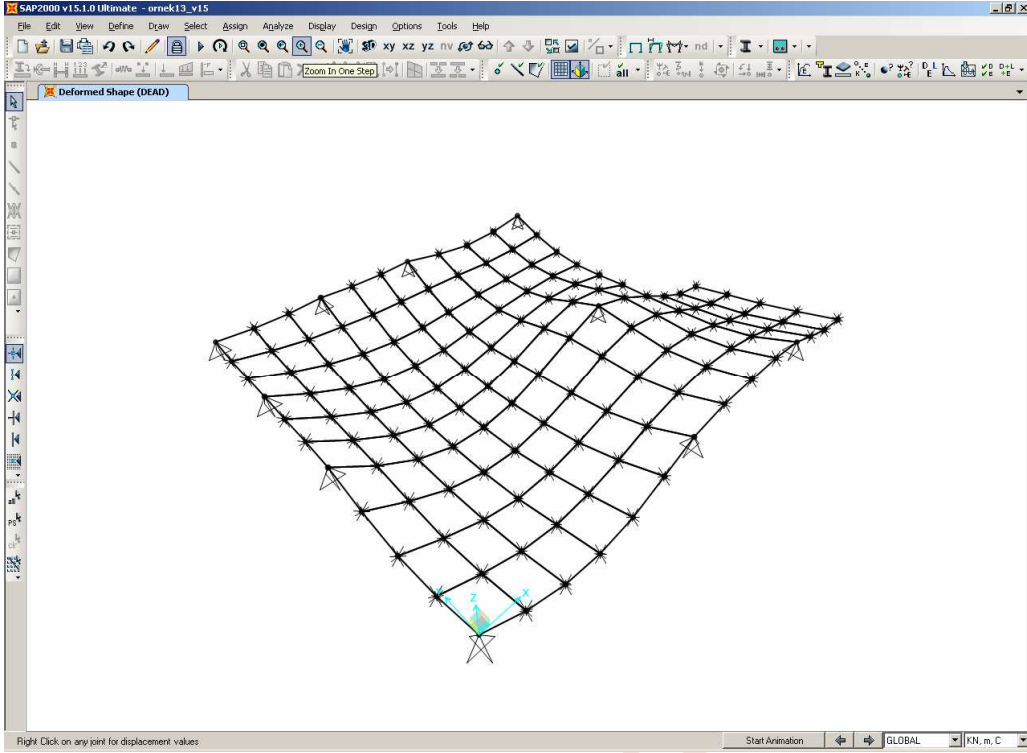
## ÖRNEK 13: Kirişsiz Döşeme



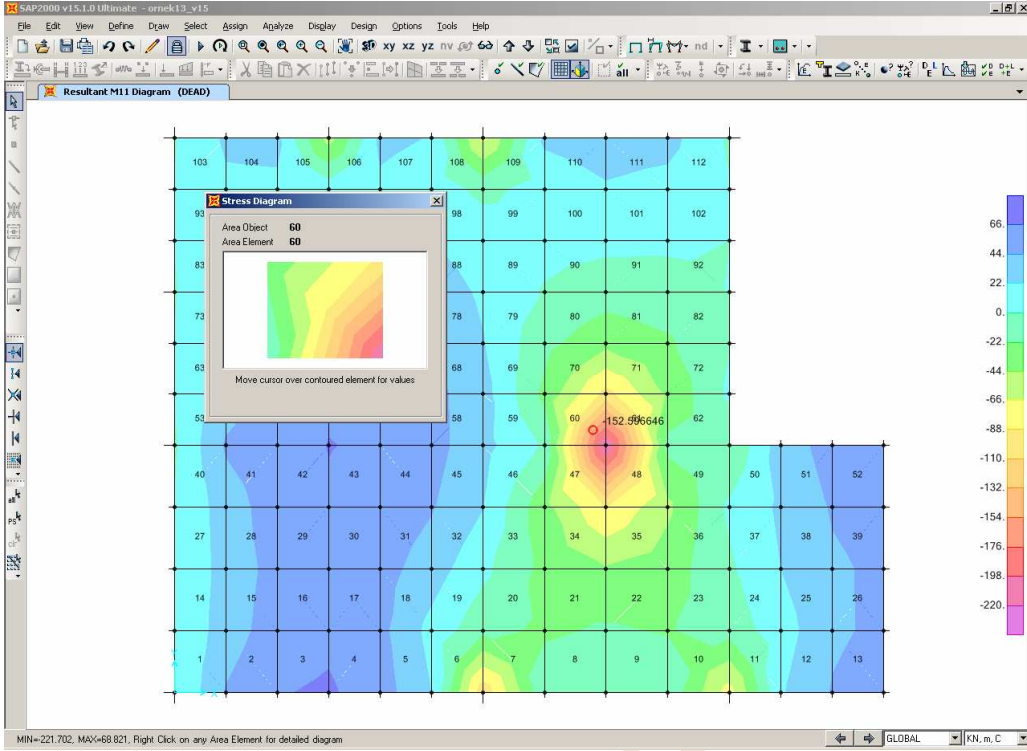
Şekilde gösterilen 30 cm kalınlıklı betonarme kirişsiz döşemenin,  $p_d = 15 \text{ kN/m}^2$  düzgün yayılı yük etkisi altında hesabı yapılacaktır. Çözümde, şekilde belirtilmiş olan sonlu eleman düzeni kullanılacaktır. Sistem simetrik olduğu için, sadece şekilde gösterilen sol yarısının hesabı yapılacaktır. Mesnetler, şekilde dolu dairelerle gösterilmiştir. Bu noktadaki kolonların rijitlikleri hesapta göz önüne alınmayacak, sadece bu noktaların düşey yerdeğiştirmeleri sıfır alınacaktır.

### Sistem Modelinin Oluşturulması:

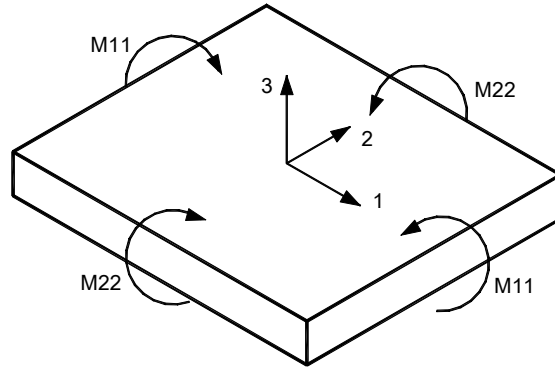
Sistem, sonlu elemanların düzeni ve boyutları bakımından, aşağıdaki şekilde gösterilen 6 ana parçadan oluşmaktadır. Bu nedenle, önce 6 eleman üretilecek, daha sonra, **Divide Area** komutu yardımı ile, üretilen elemanlar parçalara bölünecektir. Her ana eleman için parça sayıları da şekil üzerinde gösterilmiştir. Şekilde 6 No.lu ana parça olarak gösterilen eleman da (3x6) parça kullanılarak üretilecek, daha sonra köşedeki elemanlar silinecektir.



51. **xy** düğmesine bakarak sistemin X-Y düzlemindeki görüntüsünü elde ediniz.
52. **Display** menüsünde **Show Forces/Stresses**→**Shells** seçeneğine tıklayarak ekrana **Member Force Diagram** ileti kutusunu getiriniz.
53. Bu ileti kutusunun **Component Type** bölümünden **Resultant Forces** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.
54. **Component** bölümündeki **M11** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.
55. Bu işlem ekrana, elemanların 2 yerel eksenleri etrafındaki (bu örnek için sistemin **Y** eksenini etrafındaki) eğilme momenti değerlerini gösteren renkli bir diyagram getirecektir. Diyagramın yan tarafında çeşitli renklerle ilgili değerleri gösteren bir ölçek çubuğu bulunmaktadır.
56. İstenen bir elemanın üzerine gelip sağ mouse tuşuyla tıklayarak, bu bölgedeki momentlerin değişimini ayrıntılı olarak gösteren küçük bir pencere oluşturulabilir.



57. Çözümde elde edilen iç kuvvetler **birim uzunluğa** etkiyen iç kuvvetlerdir. Momentler için pozitif yönler (kesitin altında çekme oluşturan) eleman yerel eksenlerine göre aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.




58. **Display** menüsünde **Show Forces/Stresses→Shells** seçeneğine tıklayarak ekrana **Member Force Diagram** ileti kutusunu getiriniz.

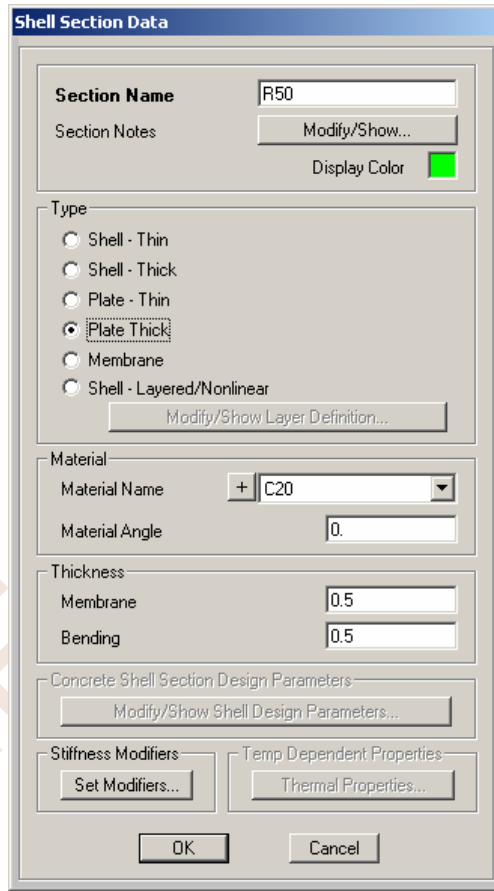
59. Bu ileti kutusunun **Component Type** bölümünden **Resultant Forces** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.


60. **Component** bölümündeki **M22** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.

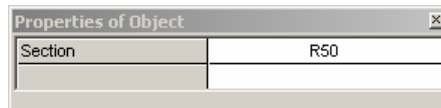
61. Bu işlem ekrana, elemanların 1 yerel eksenini etrafındaki (bu örnek için sistemin **X** eksenini etrafındaki) eğilme momenti değerlerini gösteren renkli bir diyagram getirecektir. Diyagramın yan tarafında çeşitli renklerle ilgili değerleri gösteren bir ölçek çubuğu bulunmaktadır.

## Kesit Özelliklerinin Tanımlanması:



14. Radye temel kesitini tanımlamak için, **Define** menüsünden **Section Properties** → **Area Sections...** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız.
15. Ekranı gelen **Area Sections** ileti kutusunda **Select Section Type To Add** açılır listesinde **Shell** seçeneğine tıklayınız ve **Add New Section...** düğmesine basınız.
16. Ekranı gelen **Shell Section Data** ileti kutusunda,
  - **Section Name** (Kesit Adı) yazı kutucuğuna **R50** yazınız.
  - **Type** bölümünde **Plate-Thick** radyo düğmesine tıklayınız.
  - **Material** bölümündeki **Material Name** açılır listesinden **C20** malzemesini seçiniz.
  - **Thickness** bölümündeki **Membrane** ve **Bending** yazı kutucuklarına **0.5** yazınız.
  - **2** kez **OK** düğmesine basınız.





17.  **Quick Draw Rectangular Shell Element** (Hızlı Dikdörtgen Kabuk Eleman Çizimi) düğmesini tıklayınız.
18. Ekranı gelen **Properties of Object** ileti kutusunda **Section** bölümünde kesit adı olarak tanımlanan **R50** seçeneğine tıklayınız. Bu işlem ile oluşturulacak elemanların kesitlerinin radye olarak adlandırılan kesit özelliklerini taşıması sağlanmaktadır.



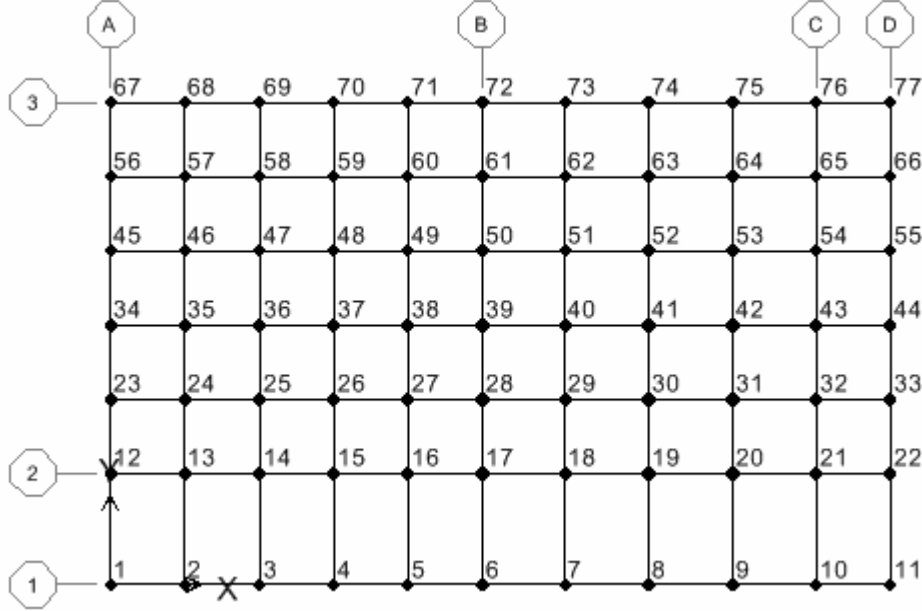
Section	R50

19. Sırasıyla yukarıdaki şekilde 1-6 olarak numaralandırılmış olan 6 ana parçanın ortalarına tıklayarak 5 adet büyük, 1 adet küçük (El. No. 3) sonlu eleman oluşturunuz. Klavyede **Esc** tuşuna basarak eleman oluşturma işlemini tamamlayınız.
20. **Set Display Options...**  düğmesine basınız. Ekranaya gelen ileti kutusunun **Areas** bölümünde **Labels** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız. Bu işlem, oluşturulan 6 adet sonlu elemanın numaralarının ekranda görünmesini sağlayacaktır.
21.  **Save** düğmesine basınız ve oluşturulan sistem modelinin son durumunu, **Radye** adını vererek saklayın.
22. Oluşturulan 6 adet ana parçanın 5 tanesini, X ve Y eksenleri doğrultusunda gerekli sayıda parçalara bölerek küçük sonlu elemanları oluşturmak gerekir. Her ana parçanın bölüneceği parça sayıları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Ana Parça No.	Bölünecek Parça Sayıları	
	X doğrultusu (Mesh into)	Y Doğrultusu (by)
1	5	1
2	4	1
4	5	5
5	4	5
6	1	5



23.  **Pointer** düğmesine basarak mouse imlecini "Select" durumuna getiriniz ve **1** No.lu bölgenin ortasına tıklayarak, burada oluşturulan elemanı seçiniz.
24. **Edit** menüsünden **Edit Areas** → **Divide Areas** komutunu tıklayınız veya  düğmesine basınız.
25. Ekranaya gelen **Divide Selected Areas** ileti kutusunun **Divide Area Into This Number of Objects** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.
- **Along Edge from Point 1 to 2** yazı kutucuğuna **5**
  - **Along Edge from Point 1 to 3** yazı kutucuğuna **1** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.
- Bu işlem ile, seçilen büyük eleman 5 parçaya bölünmüş olur.

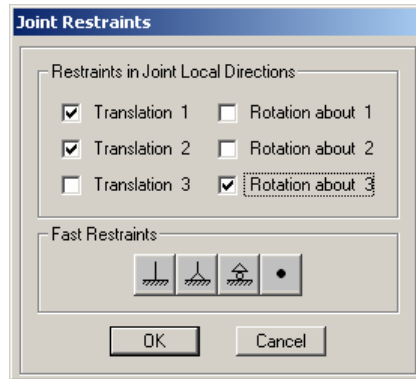
34. **Edit** menüsünden **Change Labels** seçeneğini tıklayınız. Ekranaya gelen **Interactive Name Change** ileti kutusunun **Item Type** açılır listesinden **Element Labels-Joint** seçeneğine tıklayınız. **Auto Relabel Control** bölümünde **First Relabel Order** listesinden **Y**'yi, **Second Relabel Order** listesinden **X**'i seçiniz. İleti kutusunun **Edit** menüsünde **Auto Relabel**→**All in List** seçeneğine tıklayınız ve **OK** düğmesine basınız.
35. Böylece tüm düğüm noktaları, satır düzeninde ve 1'den başlayarak, yeniden numaralanmış olacaktır.



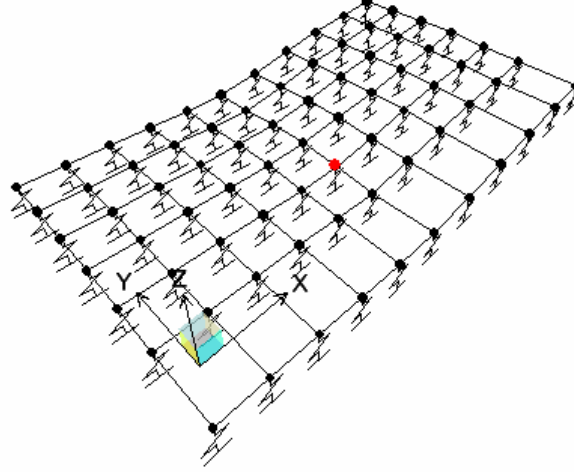
36. İstenirse, **Options** menüsünden **Preferences**→**Dimensions/Tolerances**→**Minimum Graphic Font Size** seçeneği kullanılarak, yazı karakterlerinin boyları büyütülebilir.



### Zemin ile Etkileşimin Tanımlanması :

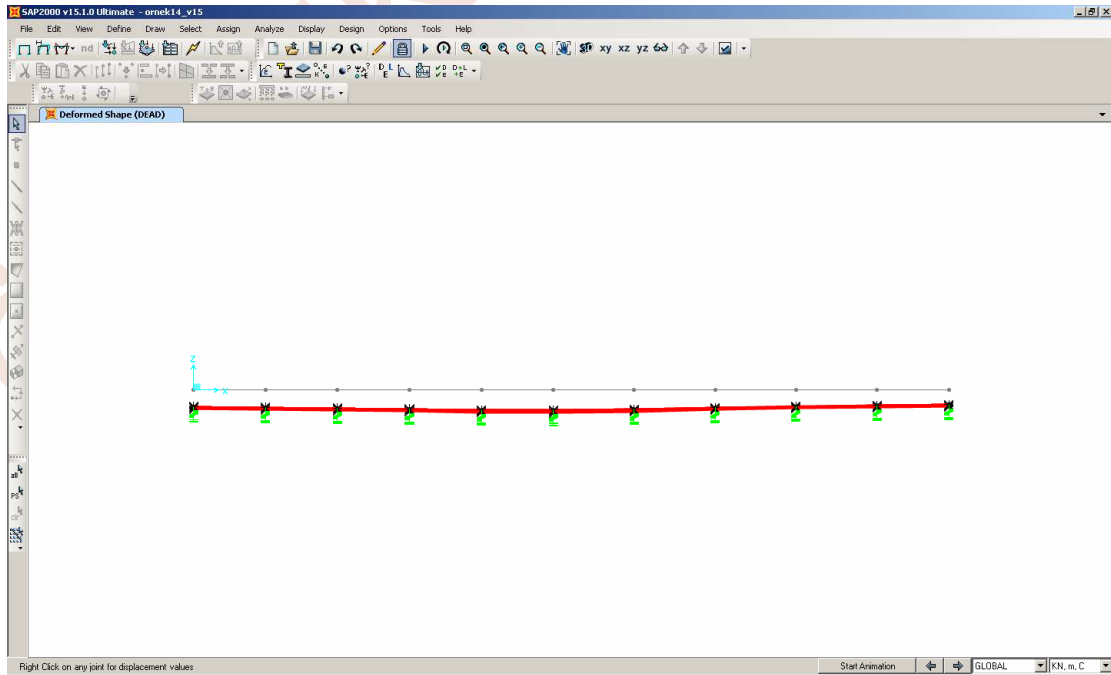
37.  düğmesine basarak tüm elemanları seçiniz ve mesnet koşullarını tanımlamak için  düğmesine basınız. Ekranaya **Joint Restraints** ileti kutusu gelecektir.
38. Bu ileti kutusunda **Translation 1**, **Translation 2** ve **Rotation About 3** kutucuklarını seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız. Böylece, diğer yerdeğiştirme ve dönme bileşenleri serbest bırakılarak, düzlemine dik yükler etkisi altında bulunan plak davranışı tanımlanmış olacaktır.



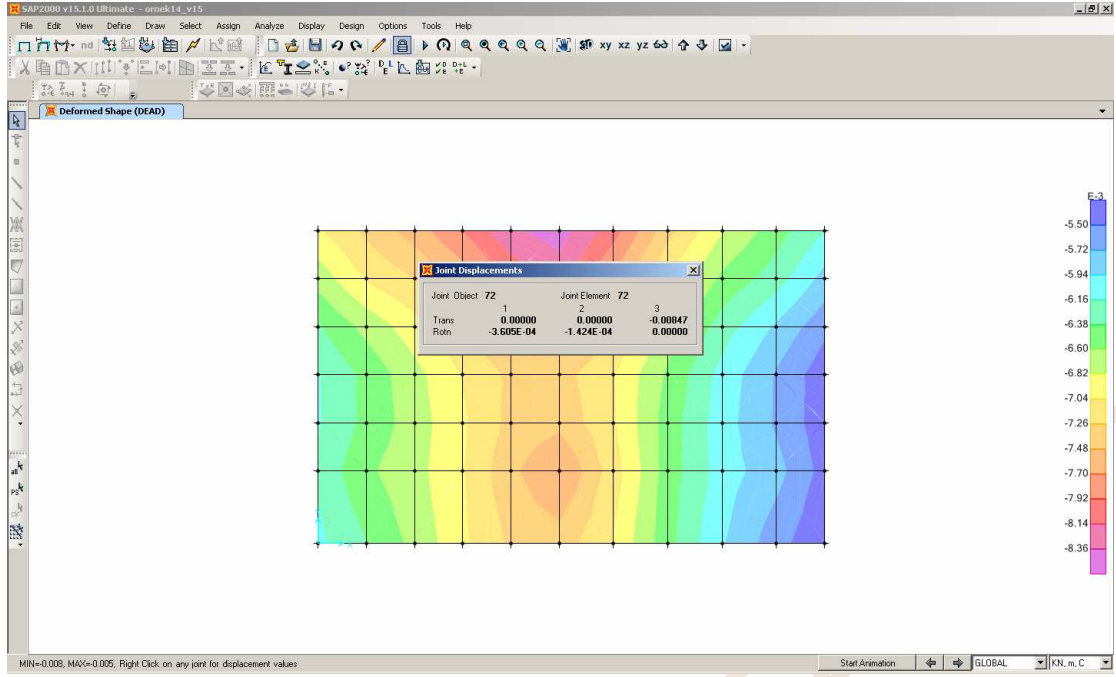
Joint Displacements			
Joint Object	28		
	1	2	3
Trans	0.00000	0.00000	-0.00743
Rotn	2.140E-04	-1.248E-04	0.00000



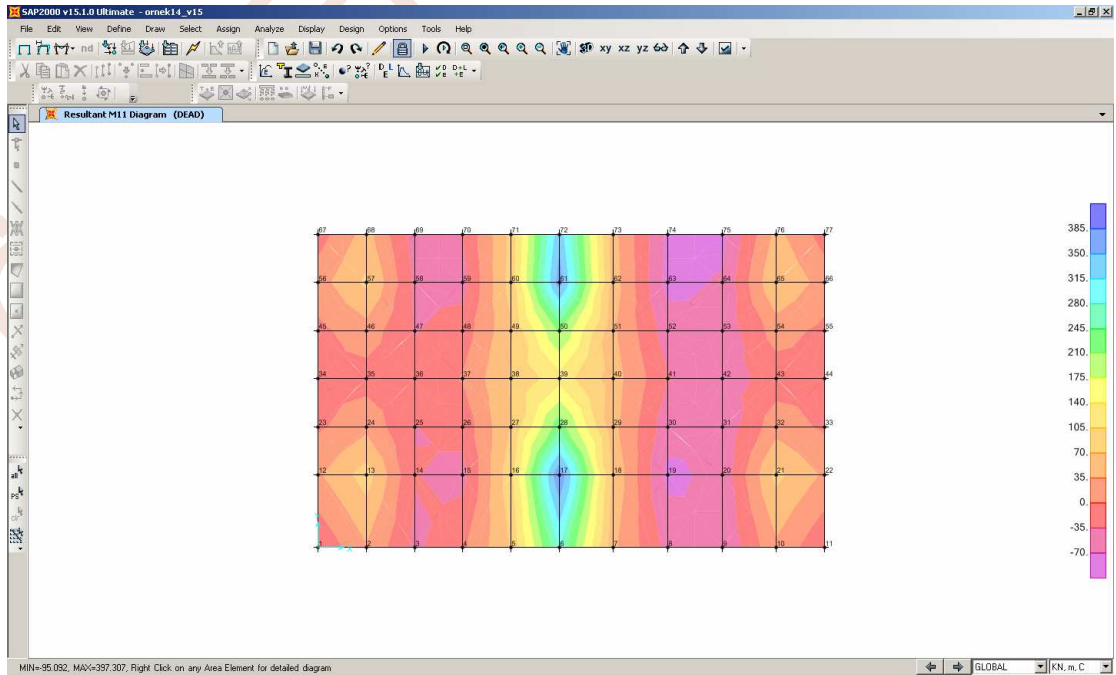
51.  düğmesine basınız. Ekrana gelen ileti kutusunun **Options** bölümünde **Wire Shadow** kutucuğunu seçili duruma getirip **OK** düğmesine basınız.
52.  düğmesine basarak dikey kesit görünümünü ekrana getiriniz. **View** menüsünde **Set 3D View** seçeneğine tıklayınız.
53. Ekrana gelen **Set 3D View** ileti kutusunun **Plan** bölümüne **270**, **Elevation** bölümüne **0**, **Aperture** bölümüne **0** yazın ve **OK** düğmesine basınız. (Yazılı ise bir değişiklik yapmaya gerek yoktur.)



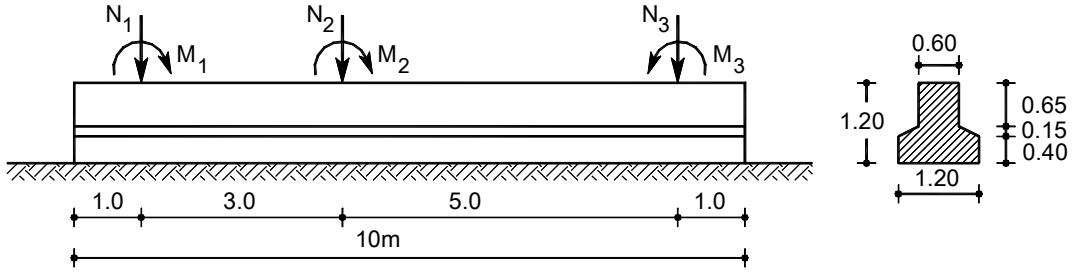




61. **Display** menüsünde **Show Forces/Stresses**→**Shells** seçeneğine tıklayarak ekrana **Member Force Diagram** ileti kutusunu getiriniz.
62. Bu ileti kutusunun **Component Type** bölümünden **Resultant Forces** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.
63. **Component** bölümündeki **M11** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.
64. Bu işlem ekrana, elemanların 2 yerel eksenleri etrafındaki (bu örnek için sistemin **Y** eksenini etrafındaki) eğilme momenti değerlerini gösteren renkli bir diyagram getirecektir. Diyagramın yan tarafında çeşitli renklerle ilgili değerleri gösteren bir ölçek çubuğu bulunmaktadır.



## ÖRNEK 15: Elastik Zemine Oturan Sürekli Kiriş




$$E_c = 2.8 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Yatak katsayısı } K_0 = 18000 \text{ kN/m}^3$$

Yüklemesi	M <sub>1</sub> [kNm]	M <sub>2</sub> [kNm]	M <sub>3</sub> [kNm]	N <sub>1</sub> [kN]	N <sub>2</sub> [kN]	N <sub>3</sub> [kN]
G	32.6	37.9	-62.7	282.6	728.6	389.3
Q	22.7	22.5	-40.8	154.0	440.0	217.5

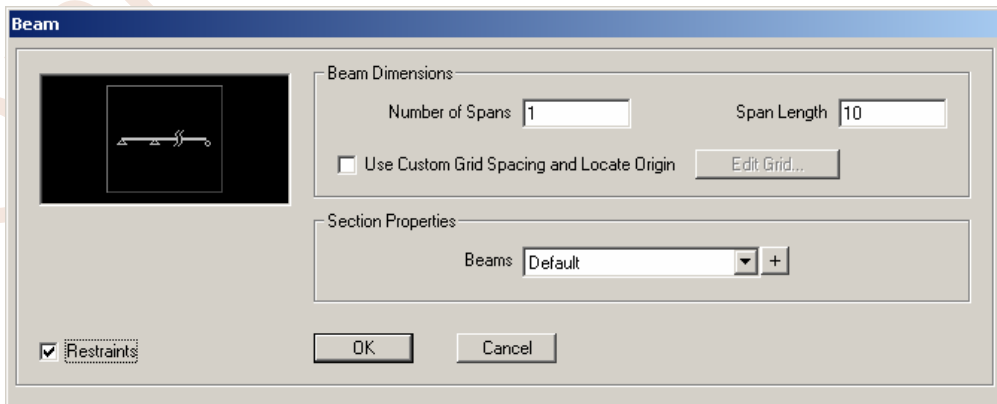
Verilen etkiler altında elastik zemine oturan sürekli temelin hesabı.

### Sistem Modelinin Oluşturulması:

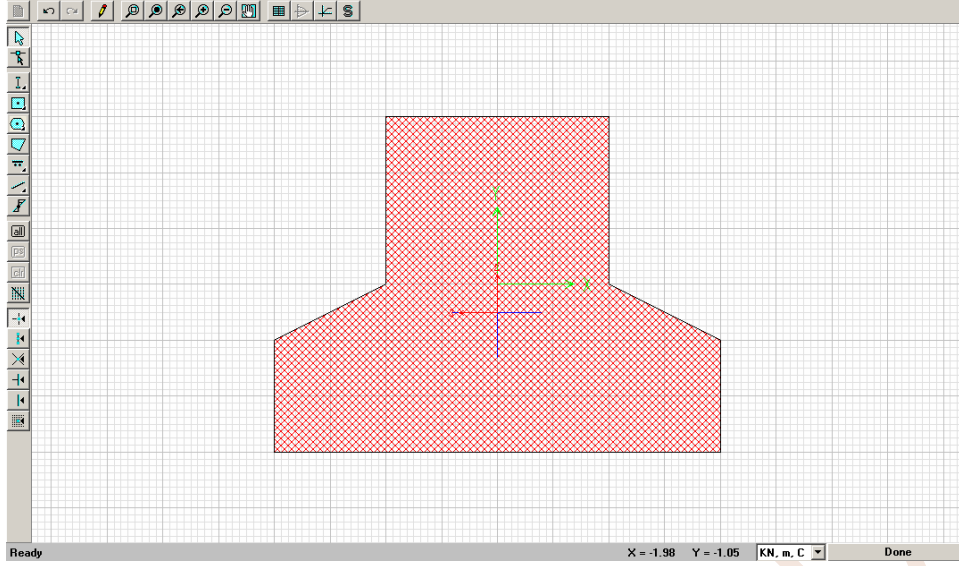
1. SAP2000 programını çalıştırınız ve konum çubuğunun sağındaki KN, m, C açılır liste kutusundan KN,m,C boyutlarını seçiniz.
2. Üst bölümdeki  **New Model** düğmesine basınız. (**File** menüsünden **New Model...** seçeneğini tıklayarak da aynı işlem gerçekleştirilebilir.) Daha sonra ekrana gelecek olan **New Model** ileti kutusunda **Beam (Kiriş)** düğmesine basınız.



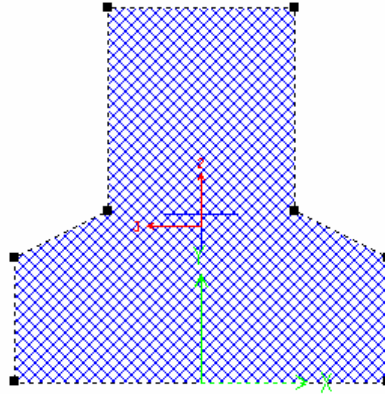
3. Bu işlem hesap modelinin parametrik olarak oluşturmakta kullanılacak ileti kutusunu ekrana getirecektir.



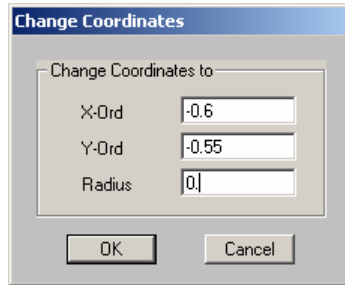
4. Ekrana gelen ileti kutusunda,
  - **Number of spans** (Açıklık sayısı) yazı kutucuğuna **1**



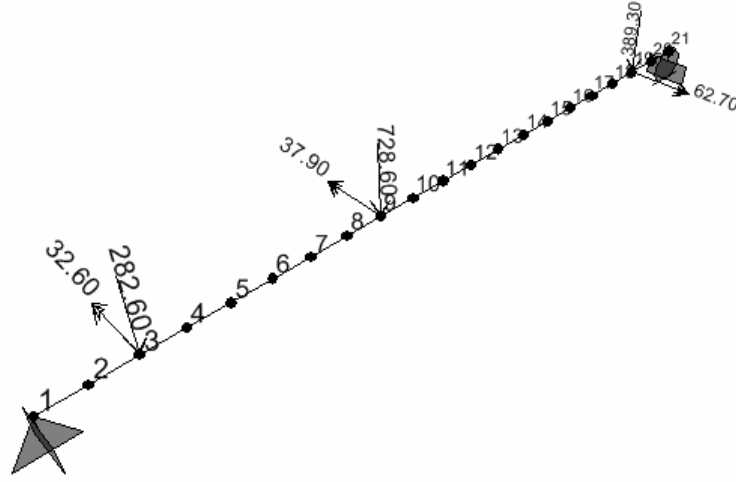
18. Kesiti oluşturan noktaları düzenlemek için **Draw** menüsünden **Reshape Mode** (Yeniden şekillendirme) seçeneğine tıklayınız. Mouse imlecinin şekli değişecektir.
19. Kesit şeklinin üzerine tıklayınız. Kesiti oluşturan noktalar siyah dolu kutucuklar ile gösterilecektir.



20. Sol altta bulunan noktanın üzerine sağ mouse tuşuyla tıklayınız. Ekrana gelen ileti kutusunda **X-Ord** yazı kutucuğuna **-0.6**, **Y-Ord** kutucuğuna **0** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.



21. Saat akrebi dönüş yönünde diğer noktaların koordinatını aşağıdaki şekilde düzenleyiniz.



59. Yeniden X-Z düzlemine dönmek için **xz** düğmesine basınız.

60. **3** nolu düğüm noktasına tıklayarak seçili duruma getiriniz.

61. **Assign** menüsünde **Joint Loads** → **Forces** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız.

62. Ekranı gelen ileti kutusunda,

- **Load Case Name** bölümünde **Q** seçeneğine tıklayınız.
- **Force Global Z** kutucuğuna **-154**
- **Moment about Global Y** kutucuğuna **22.7** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.

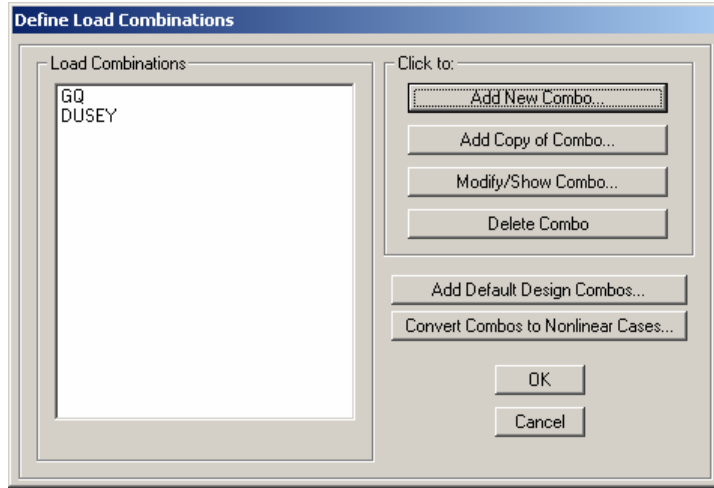
Load Pattern Name	Units
+ Q	KN, m, C
Coordinate System	Options
GLOBAL	<input type="radio"/> Add to Existing Loads <input checked="" type="radio"/> Replace Existing Loads <input type="radio"/> Delete Existing Loads
Loads	
Force Global X	0
Force Global Y	0
Force Global Z	-154
Moment about Global X	0
Moment about Global Y	22.7
Moment about Global Z	0



63. Sol uçtan 4m içeride bulunan **9** nolu düğüm noktasına tıklayarak seçili duruma getiriniz.

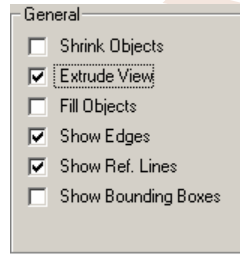
64. **Assign** menüsünde **Joint Loads** → **Forces** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız.

65. Ekranı gelen ileti kutusunda,

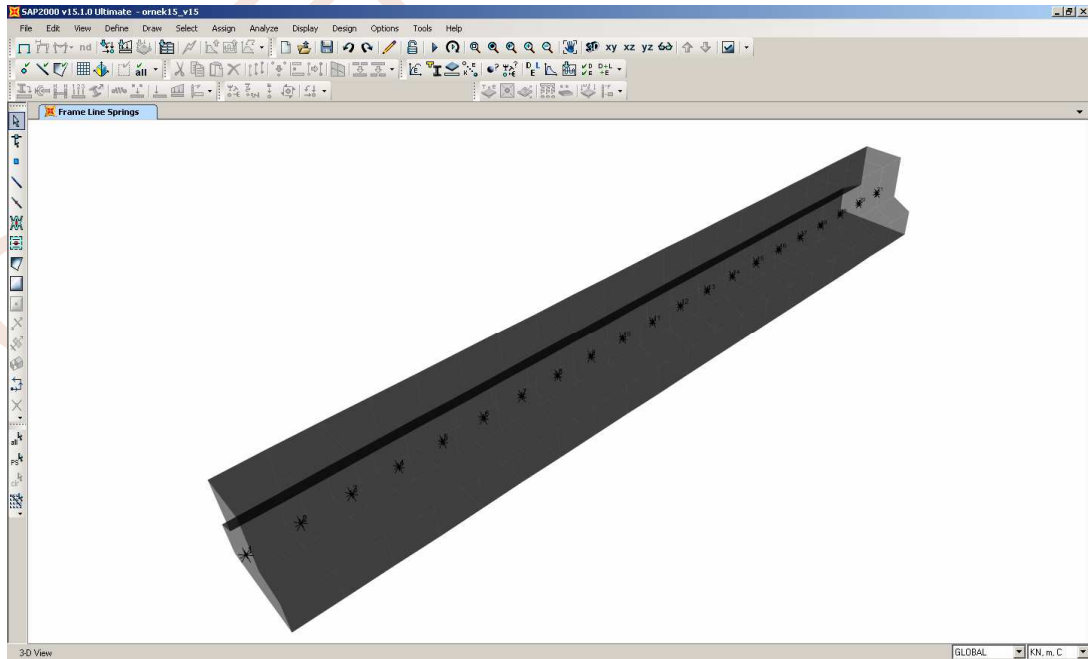
- **Load Case Name** bölümünde **Q** seçeneğinin seçili olduğunu kontrol ediniz.
- **Force Global Z** kutucuğuna **-440**
- **Moment about Global Y** kutucuğuna **22.5** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.



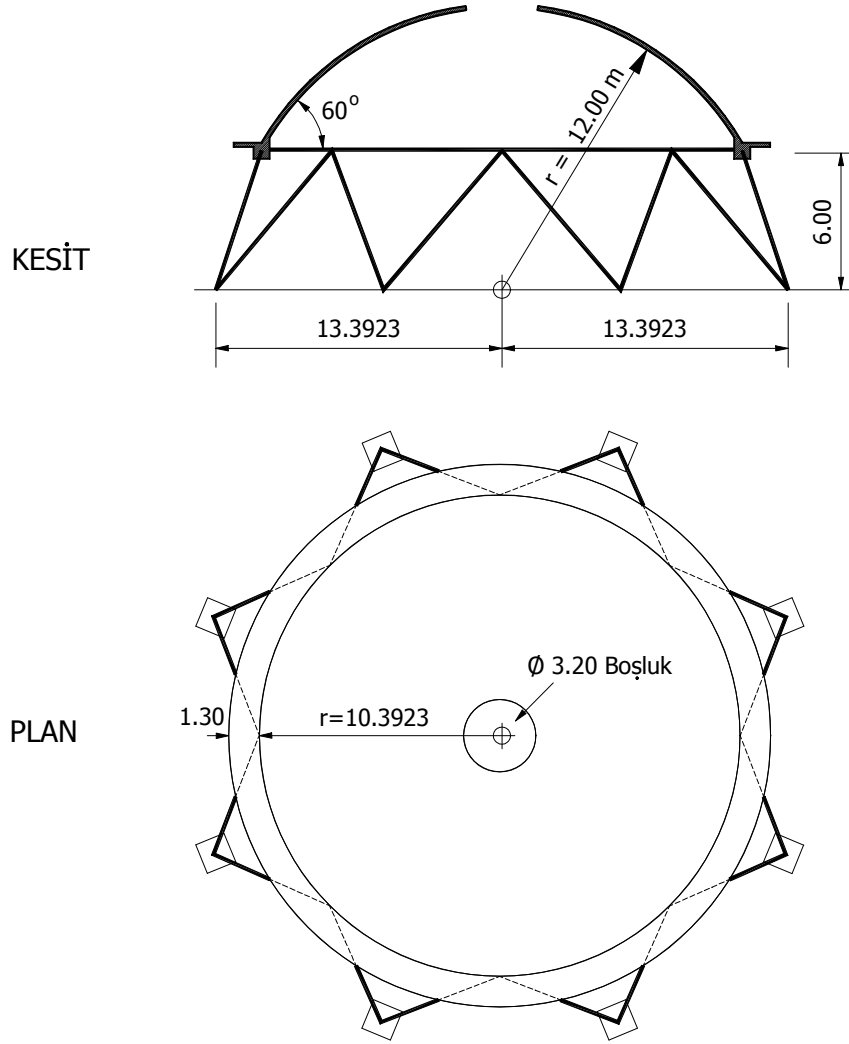
81. Yük birleşimlerini tanımlama işlemini tamamlamak için **OK** düğmesine basınız.
82. Üç boyutlu görünümü ekrana getirmek için  düğmesine basınız.
83.  **Set Display Options** düğmesine basınız, ekrana gelen ileti kutusunun **General** bölümündeki **Extrude View** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.



84. Bu işlem sistemin hacimsel görünümünü ekrana getirecektir.



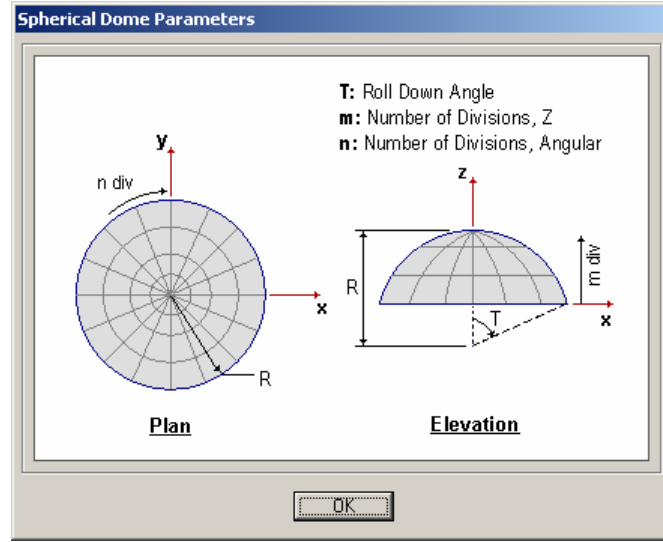
## ÖRNEK 16: Betonarme Kabuklu Çerçeve



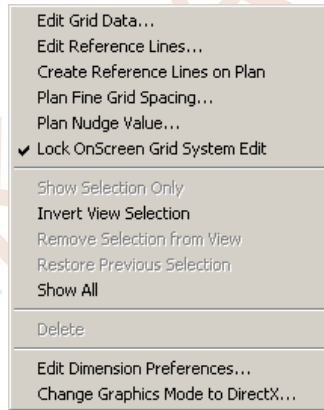
Geometrik özellikleri şekilde görülen, eğik kolonlarla çevre kirişlerinden ve bu kirişlere oturan bir küresel betonarme kabuktan oluşan sistem, kendi ağırlığı ile birlikte  $1\text{ kN/m}^2$  düşey yük için çözülecektir. Çevre kirişleri hizasında 1.30 m.lik konsollar vardır. Kabuk ve konsol plak kalınlıkları 15 cm, kiriş ve kolon kesitleri  $60 \times 60\text{ cm}^2$ 'dir. Tüm eğik kolonlar tabanda ankastre olarak mesnetlendirilmişlerdir.

### Sistem Modelinin Oluşturulması:

1. SAP2000 programını çalıştırınız ve konum çubuğunun sağındaki açılır liste kutusundan  boyutlarını seçiniz.
2. **File** menüsünden **New Model** seçeneğini tıklayınız. Ekrana gelen **New Model** ileti kutusunda **Shells** simgesine tıklayınız.

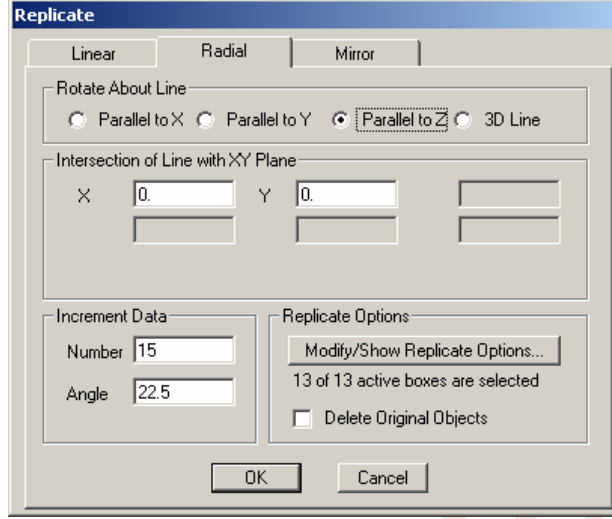




4. **3-D View** penceresinin üst bölümündeki  düğmesine basarak pencereyi kapatınız.
5. Bu işlem ekranda tek aktif pencere olarak, başlık çubuğunda **X-Y Plane @ Z=0** yazan pencerenin bulunmasını sağlayacaktır. Yuvarlatmalardan dolayı başlık çubuğunda, Z=0 yerine Z=-4.44...E-16 değeri görülmektedir. Ancak bu sayının sıfıra çok yakın olduğu düşünülmürse herhangi bir sorun yaratmayacağı açıktır.
6. Pencere üzerinde sağ mouse tuşuna tıklayınız. Ekrana gelen menüde **Edit Grid Data...** seçeneğine tıklayınız.

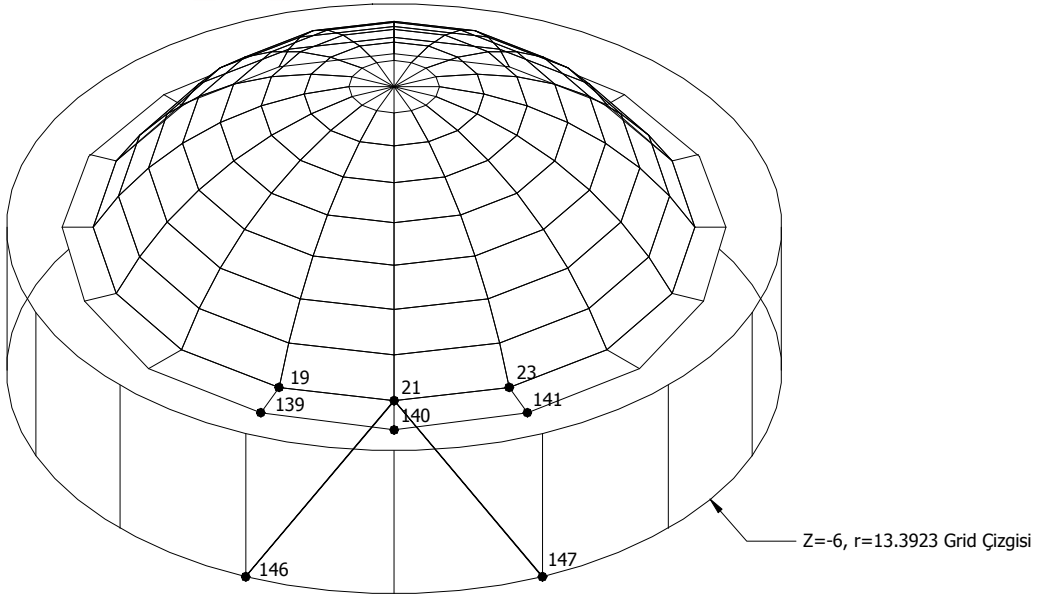


7. Ekrana gelen **Coordinate/Grid Systems** ileti kutusunda **GLOBAL** seçeneğine tıklayınız ve **Modify/Show System...** düğmesine basınız.
8. Ekrana gelen ileti kutusunda **R Grid** bölümünde **10.** satıra **11.6923** yazın Böylece Z=0 kotundaki konsol plağın dış çevresi tanımlanmış olmaktadır.
9. Yine aynı bölümde **11.** satıra **13.3923** yazınız.
10. Bu bölümde **Grid ID** bölümündeki tüm adları siliniz.
11. İleti kutusunun **Z Grid** bölümünde **10.** satıra **-6** yazınız ve **2** kez **OK** düğmesine basınız. Böylece kolon mesnetlerinin konumlarını belirleyen Grid çizgileri tanımlanmış olur.

35. Bu ileti kutusunun **Rotate About** (Dönme Eksenini) bölümünde **Parallel to Z** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz. **Increment Data** (Artım Bilgileri) bölümündeki **Angle** (Açı) yazı kutucuğuna **22.5**, **Number** (Sayı) yazı kutucuğuna da **15** yazınız ve **OK** düğmesine basınız. Bu işlem ile, kabuk sistemin çevresindeki konsol döşeme bölümü ile çevre kirişleri oluşturulmuştur.

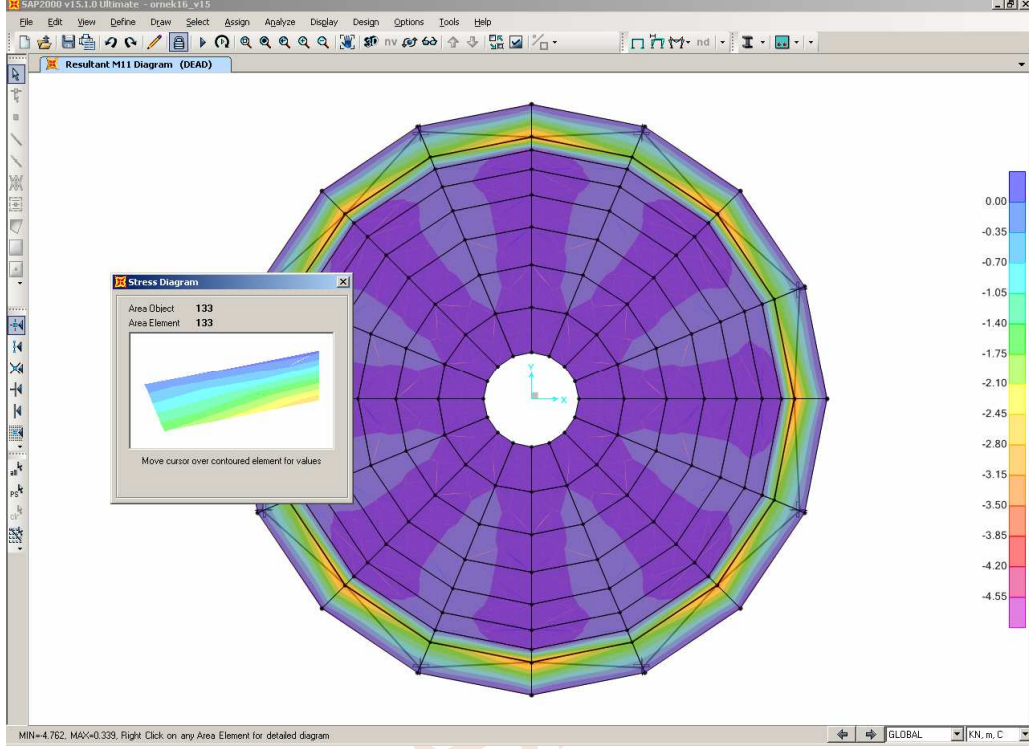


36.  düğmesine basarak sistemin 3 boyutlu görüntüsünü ekrana getiriniz.
37. **Draw** menüsünde **Draw Special Joint** seçeneğine tıklayınız aşağıdaki şekilde **146** ve **147** olarak gösterilen düğüm noktalarını mouse sol tuşuna basarak oluşturunuz.
38. Klavyede **Ctrl+D** tuşuna basarak gridleri geçici olarak kapatınız.
39.  düğmesine basarak çubuk oluşturma moduna geçiniz. Ekrana gelen **Properties of Object** ileti kutusunda **Property** bölümünde **60x60** seçeneğine tıklayınız.



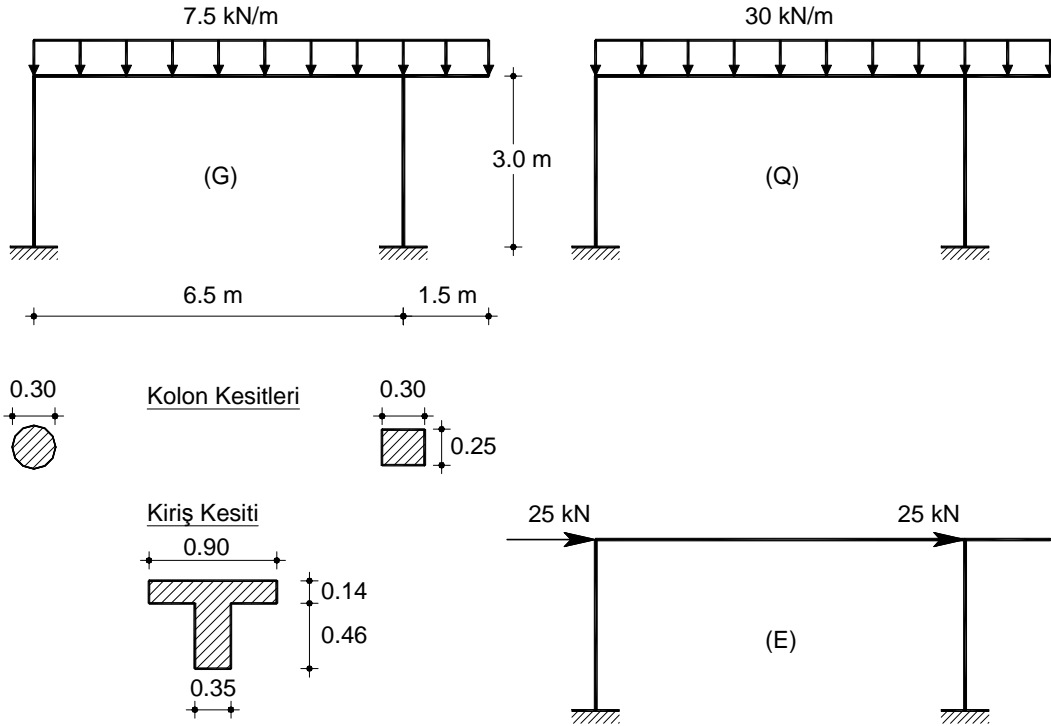


68. **Component** bölümündeki **M11** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.
69. Bu işlem ekrana, elemanların yerel **2** eksenli etrafındaki eğilme momenti değerlerini gösteren renkli bir diyagram getirecektir. Diyagramın sağ tarafında çeşitli renklerle ilgili değerleri gösteren bir ölçek çubuğu bulunmaktadır.




70. Problemden sistemin ve yüklemenin özelliği olarak dönele simetrisinin iç kuvvetler için de geçerli olduğunu görülebilmektedir. İstenen bir elemanın üzerine gelip sağ mouse tuşuyla tıklayarak, bu bölgedeki momentlerin değişimini ayrıntılı olarak gösteren küçük bir pencere oluşturulabilir.

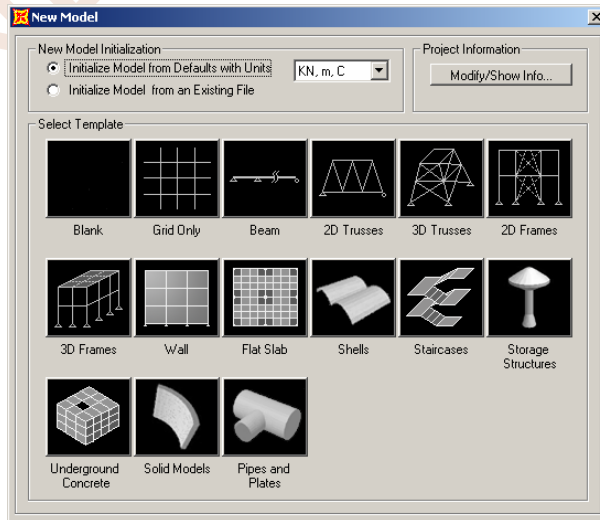
## ÖRNEK 17: Betonarme Çerçeve Analizi ve Boyutlandırması



Geometrik özellikleri ve yükleri şekilde görülen tek açıklıklı çerçevenin hesabı ve betonarme sistem olarak boyutlandırması yapılacaktır.

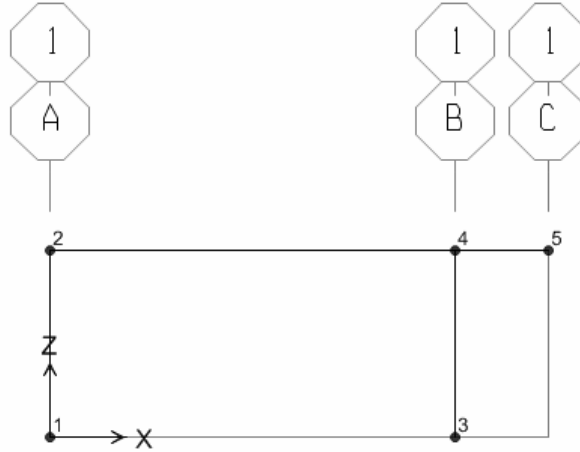
### Sistem Modelinin Oluşturulması:

1. SAP2000 programını çalıştırınız ve konum çubuğunun sağ tarafında bulunan açılır liste kutusundan **KN, m, C** boyutlarını seçiniz.
2. Üst bölümdeki  **New Model** düğmesine basarak **New Model** ileti kutusunu ekrana getiriniz. Bu ileti kutusunda **Grid Only** düğmesine basınız.

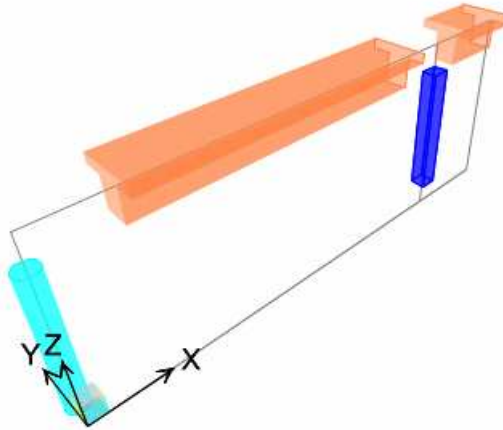


3. Ekrana gelen **Quick Grid Lines** ileti kutusunda,

39.  düğmesine basarak **Display Options For Active Window** ileti kutusunu ekrana getiriniz.
40. Ekrana gelen ileti kutusunun **Joints** bölümündeki **Labels** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz, **Invisible** radyo düğmesini seçili durumdan çıkarınız ve **OK** düğmesine basınız.



41. Sağ pendereye tıklayarak aktif duruma getiriniz.
42.  düğmesine basarak **Display Options For Active Window** ileti kutusunu ekrana getiriniz.
43. Ekrana gelen ileti kutusunun **General** bölümündeki **Shrink Objects, Extrude View; View by Colors of** bölümündeki **Sections** kutucuklarını seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız. Ekrana elemanların hacimsel gösterimi gelecektir. Bu görünüm eleman yerleşimlerinin uygunluğunu kontrol etmek amaçlı kullanılabilir.



#### Mesnet Koşullarının Tanımlanması:

44. Sol pencereyi aktif duruma getiriniz.

**Frame Distributed Loads**

Load Pattern Name:  Units:

Load Type and Direction:  Forces  Moments  
 Coord Sys:   
 Direction:

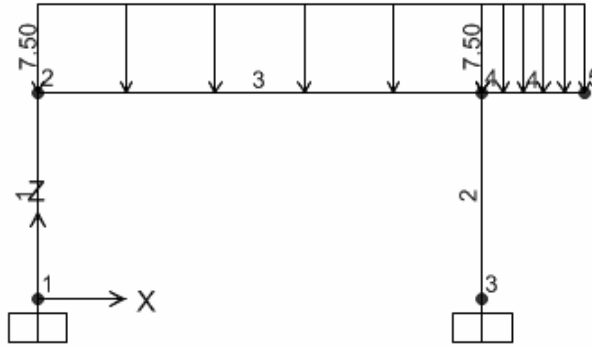
Options:  Add to Existing Loads  
 Replace Existing Loads  
 Delete Existing Loads


Trapezoidal Loads:

	1.	2.	3.	4.
Distance	<input type="text" value="0."/>	<input type="text" value="0.25"/>	<input type="text" value="0.75"/>	<input type="text" value="1."/>
Load	<input type="text" value="0."/>	<input type="text" value="0."/>	<input type="text" value="0."/>	<input type="text" value="0."/>

Relative Distance from End-I  Absolute Distance from End-I

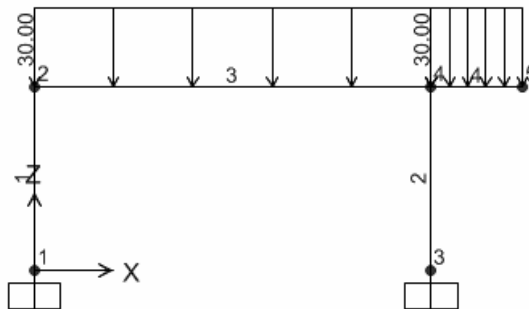
Uniform Load:





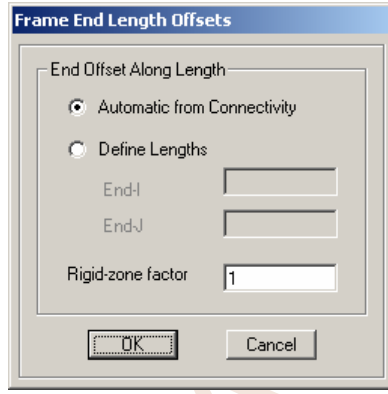
54. **Select** menüsünden **Get Previous Selection** seçeneğine tıklayarak veya  düğmesine basarak bir önceki seçim işleminde seçili olan elemanları tekrar seçili duruma getiriniz.

55.  düğmesine basınız veya **Assign** menüsünde **Frame Loads** → **Distributed** seçeneğine tıklayınız. Ekrana gelen **Frame Distributed Loads** ileti kutusunun,

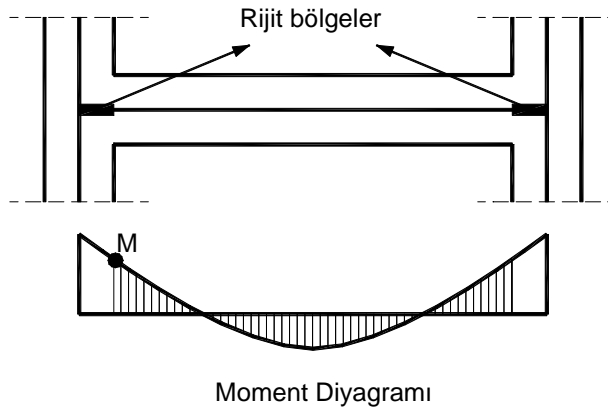
- **Forces** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.
- **Coord Sys** açılır listesinden **GLOBAL** seçeneğine
- **Direction** açılır listesinden **Gravity** seçeneğine tıklayınız.
- **Load Case Name** bölümündeki açılır listeden **Q**'yu seçiniz.
- **Uniform Load** bölümündeki **Load** yazı kutucuğuna **30** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.



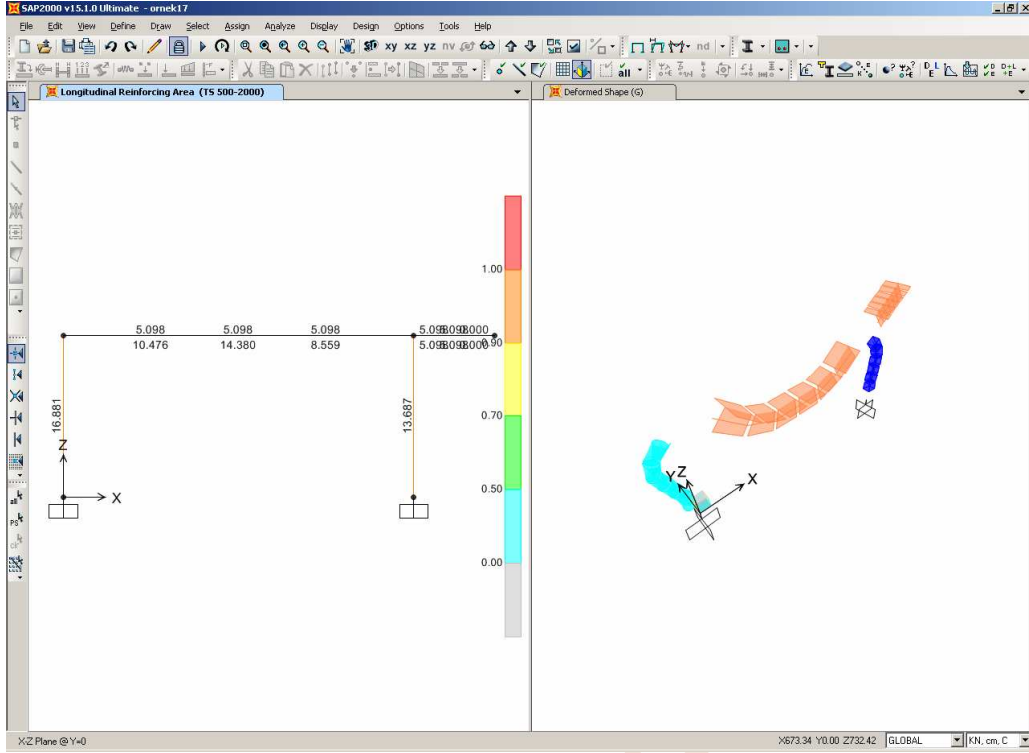
66.  **Show Undeformed Shape** (Şekildeğiştirmemiş Durumu Gösterme) düğmesine basarak veya klavyede **F4** tuşuna basarak tekrar sadece düğüm noktası ve çubuk eleman numaralarının görünmesini sağlayınız.
67. **3** ve **4** No.lu çubuk elemanları seçili duruma getiriniz.
68. **Assign** menüsünden **Frame → End (Length) Offsets...** seçeneğini tıklayınız veya  düğmesine basınız.
69. Ekrana gelen **Frame End Length Offsets** iletişim kutusundaki **Automatic from Connectivity** radyo düğmesini seçili duruma getiriniz.
70. **Rigid-Zone Factor** yazı kutucuğuna **1** yazıp **OK** düğmesine basınız.



Bu işlem ile kirişin kolon içinde kalan rijit bölümü hesap modelinde gözönüne alınmış olur. Ayrıca SAP2000 iç kuvvetleri bu rijit bölgenin dışında kalan bölgede belirlediğinden çoğu durumda gereksinim duyulan mesnet yüzündeki değerler otomatik olarak belirlenmiş olacaktır. **Rigid-Zone Factor** değeri 0 ile 1 arasında değişebilmektedir. 1 değeri bölgenin tamamının rijit olduğunu belirtmektedir. **Automatic from Connectivity** seçeneği kullanılarak bu bölgelerin uzunluğu varolan kesitlerin boyutları kullanılarak program tarafından otomatik olarak hesaplanabilmektedir.



71. 3 No.lu çubuğun üzerine sağ mouse tuşuyla tıkladığında çubukla ilgili bilgi kutusu ekrana gelmektedir. Bu kutunun **Assignments** bölümünde bulunan **End Length Offsets** kısmındaki **End I Length Offset 0.15** değeri çubuğun sol mesnedini oluşturan dairesel kolonun merkezinden mesnet yüzüne olan uzaklığından, **End J Length Offset 0.15** değeri ise sağ mesnedini oluşturan 0.25x0.30 boyutundaki kolonun merkezinden mesnet yüzüne olan uzaklığından  $(0.30/2)$  program tarafından otomatik olarak hesaplanmıştır.



85. Ekranda kolonları birleştiren kiriş elemana sağ mouse tuşuyla tıklayınız. Ekranı kirişin donatı hesabı sonuçları gelecektir. Bu kirişin açıklık kesiti için, en elverişsiz yüklemenin **1.4G+1.6Q** yüklemesi olduğu ve bu yüklemedeki iç kuvvetlere karşı **14.38 cm<sup>2</sup>** donatı gerektiği görülmektedir.

Concrete Beam Design Information (TS 500-2000)

Frame ID: 3 Analysis Section: KIRIS  
 Design Code: TS 500-2000 Design Section: KIRIS

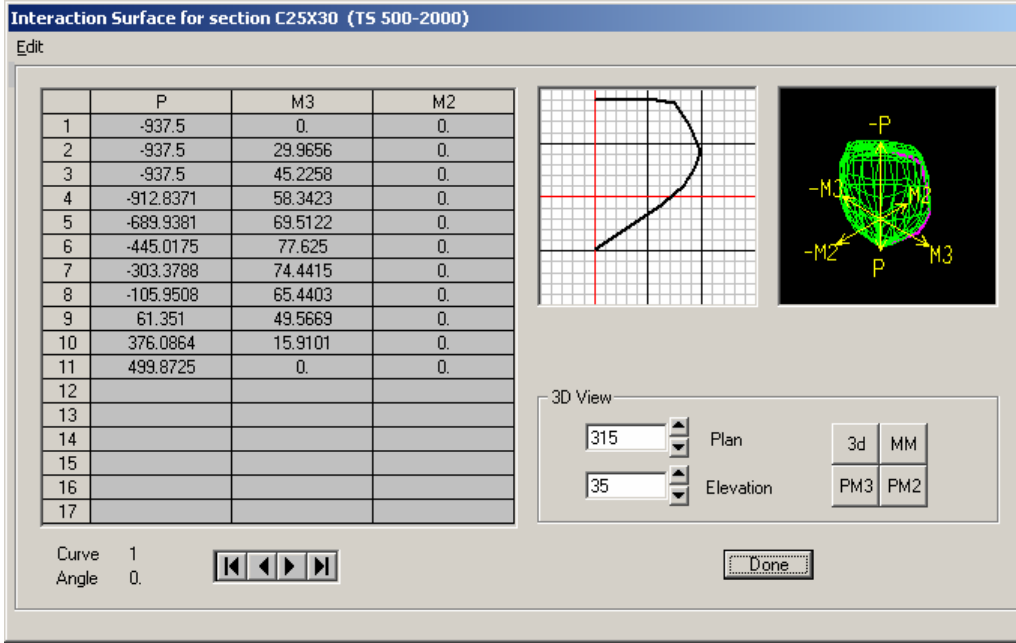
COMBO ID	STATION LOC	TOP STEEL	BOTTOM STEEL	SHEAR STEEL
1.4G+1.6Q	62.69	1.279	5.098	0.064
1.4G+1.6Q	110.38	1.279	7.628	0.064
1.4G+1.6Q	158.08	1.279	10.476	0.064
1.4G+1.6Q	205.77	1.279	12.566	0.064
1.4G+1.6Q	253.46	1.279	13.873	0.064
1.4G+1.6Q	301.15	1.279	14.380	0.064

Modify/Show Overwrites: Overwrites  
 Display Details for Selected Item: Summary, Flex. Details, Shear Details  
 Display Complete Details: Tabular Data  
 Stylesheet: Default  
 Table Format File

OK Cancel

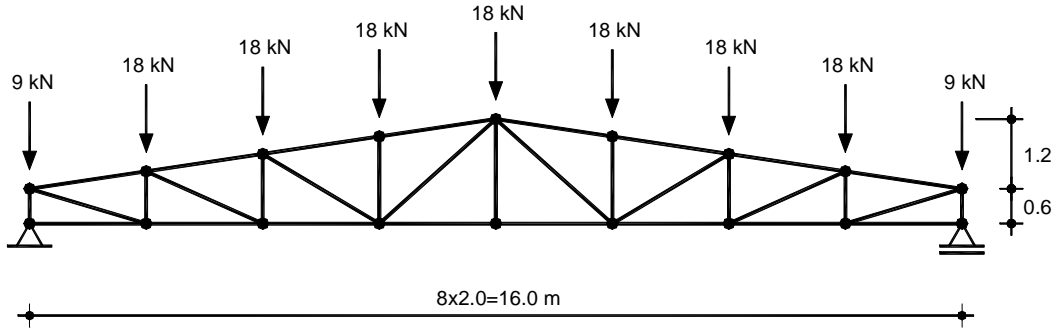
86. **Summary** düğmesine basarak ayrıntılı kesit hesabı bilgilerine de ulaşılabilir.

89. **Interaction** düğmesine basarak bu kolon için 3 boyutlu karşılıklı etki diyagramını görülebilir. **PM3** veya **PM2** düğmelerine basarak karşılıklı etki diyagramının belirli eksenlerdeki kesitleri izlenebilmektedir.



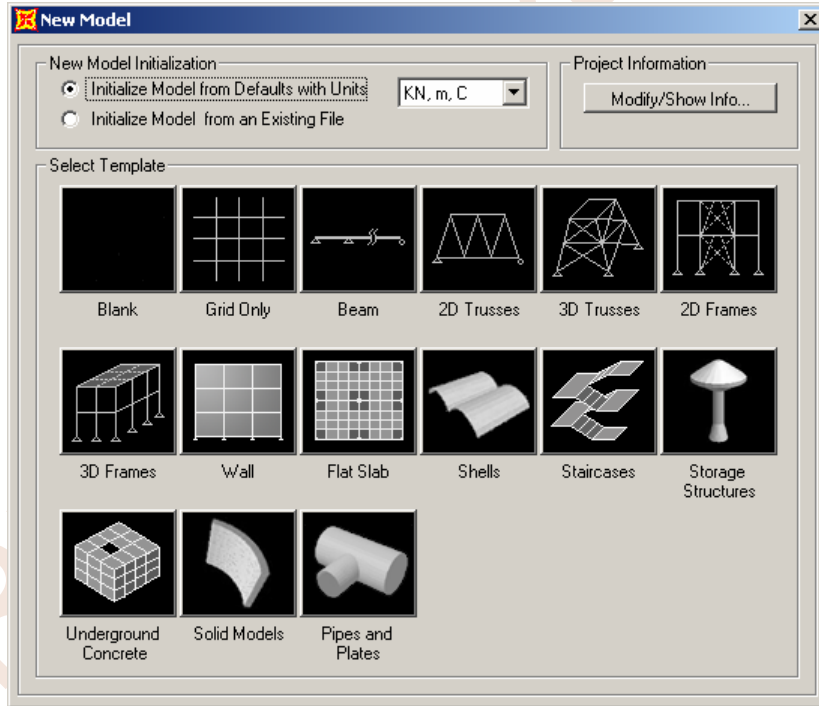
90. **Done** düğmesine basarak karşılıklı etki diyagramı grafiğini kapatınız.
91. **Summary** düğmesine basarak ilgili elemanın donatı hesabı hakkında daha ayrıntılı bilgileri içeren ileti kutusunu ekrana getiriniz. Bu ekranda eleman numarası, kesit türü, eleman özellikleri, en elverişsiz yükleme adı, eğilme ve kayma hesabında kullanılan ve sonuçta elde edilen bilgiler bulunmaktadır. Örneğin ilgili kolon için **231.4 kN** normal kuvvet ve **6587 kNcm** ve **564 kNcm** momentleri etkisinde **13.79 cm<sup>2</sup>** donatı gerektiği hesaplanmıştır.

## Örnek 18: Kafes Sistem Analizi ve Boyutlandırması



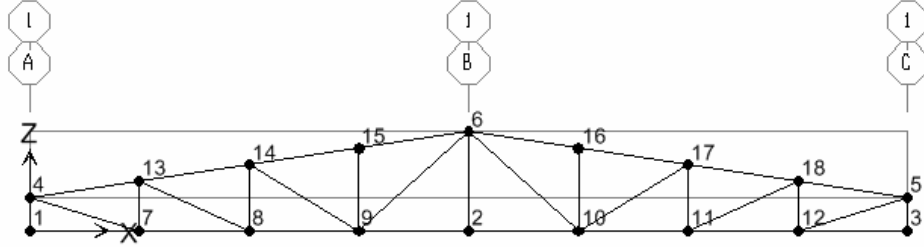
### Sistem Modelinin Oluşturulması:

1. SAP2000 programını çalıştırınız ve konum çubuğunun sağındaki açılır liste kutusundan KN,m,C  seçeneklerini seçili duruma getiriniz.
2. **File** menüsünden **New Model...** seçeneğini tıklayınız.



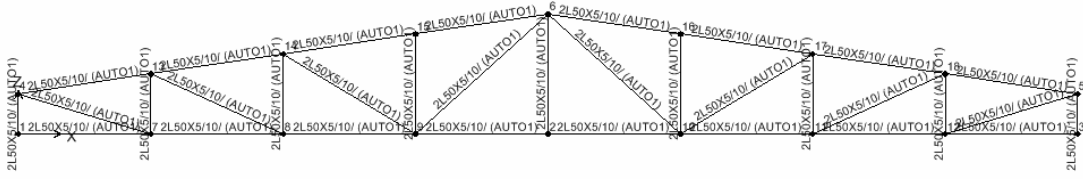
3. Bu işlem, modeli oluşturmakta kullanılabilen farklı seçenekleri içeren bir ileti kutusu ekrana getirecektir. Bu ileti kutusunda **Grid Only** düğmesine basınız.
4. Bu işlem koordinat sistemini ve yardımcı çizgileri tanımlamak (Grid Lines) için gerekli **Quick Grid Lines** ileti kutusunu ekrana getirecektir.






48. **View** menüsünden **Set Display Options** seçeneğine tıklayınız.

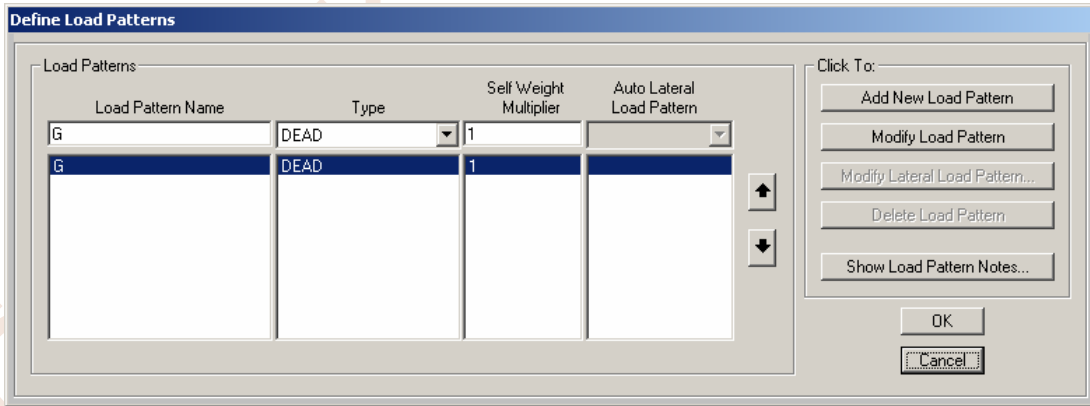
49. Ekranı gelen **Display Options For Active Window** ileti kutusunda oluşturulan çubuk elemanların kesit özelliklerini ekranda göstermek için **Frame/Cables/Tendons** bölümündeki **Sections** seçeneğini seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.



50. Ekranın üst bölümündeki **Save** (dosya kaydetme)  düğmesine basınız ve oluşturulan sistem modeline uygun bir ad vererek saklayınız.

51. **Define** menüsünden **Load Patterns...** seçeneğine tıklayınız. Ekranı gelen **Define Load Patterns** ileti kutusunun **Load Patterns** bölümündeki **Load Pattern Name** yazı kutucuğuna **G** yazınız, **Add New Load Pattern** düğmesine basınız.

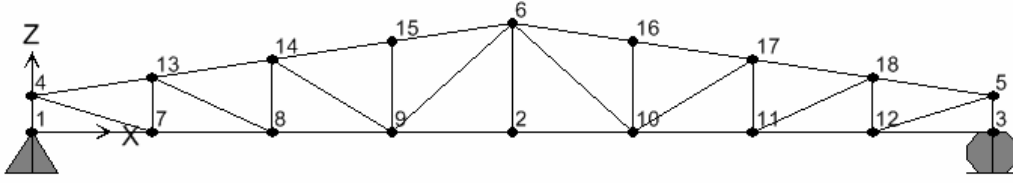
52. **DEAD** yüklemesine tıklayınız ve **Delete Load Pattern** düğmesine basarak bu yüklemeyi siliniz. **OK** düğmesine basarak yükleme türü tanımını tamamlayınız.




53. **View** menüsünden **Set Display Options** seçeneğine tıklayınız.

54. Ekranı gelen **Display Options For Active Window** ileti kutusunda oluşturulan çubuk elemanların kesit özelliklerini ekranda göstermek için **Frame/Cables/Tendons** bölümündeki **Sections** seçeneğini seçili durumdan çıkarınız ve **OK** düğmesine basınız.

55. **4** ve **5** numaralı düğüm noktalarına tıklayarak seçili duruma getiriniz.



63. Menüde **Select**→**Select**→**All** seçeneğine tıklayarak tüm elemanları seçiniz.
64. **Assign** menüsünde **Frame** →**Releases/Partial Fixity...** seçeneğine tıklayınız veya  düğmesine basınız.
65. Ekrana gelen **Assign Frame Releases** ileti kutusunda kafes davranışını tanımlamak için **Moment 33 (Major) Start** (Başlangıç) ve **End** (Bitiş) kutucuklarını seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız. (Kafes sistemi oluşturan çubuklar sadece eksenel kuvvetleri taşıyabileceğinden moment taşıma özellikleri ile ilgili terimler bu işlem ile boşaltılmış olur.)

	Release		Frame Partial Fixity Springs	
	Start	End	Start	End
Axial Load	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Shear Force 2 (Major)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Shear Force 3 (Minor)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Torsion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Moment 22 (Minor)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Moment 33 (Major)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0	0

No Releases Units: KN, m, C

OK Cancel

66. **Analyze** menüsünde **Set Analysis Options...** seçeneğine tıklayınız.
67. Ekrana gelen **Analysis Options** ileti kutusunda sistem X-Z düzleminde bulunan bir düzlem sistem olduğundan **Fast DOFs** bölümünde **Plane Frame X-Z Plane** seçeneğine tıklayınız veya **Available DOFs** bölümünde yalnızca **UX, UZ** ve **RY** bileşenlerinin seçili olmasını sağlayınız ve **OK** düğmesine basınız.

**Load Combination Data**

Load Combination Name (User-Generated) Y1

Notes Modify/Show Notes...

Load Combination Type Linear Add

Options

Convert to User Load Combo Create Nonlinear Load Case from Load Combo

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
G	Linear Static	1
G	Linear Static	1

Add

Modify

Delete

OK Cancel

73. Böylece boyutlandırmada kullanılacak olan yükleme kombinasyonu tanımlanmış olur.

**Define Load Combinations**

Load Combinations

Y1

Click to:

Add New Combo...

Add Copy of Combo...

Modify/Show Combo...

Delete Combo

Add Default Design Combos...

Convert Combos to Nonlinear Cases...

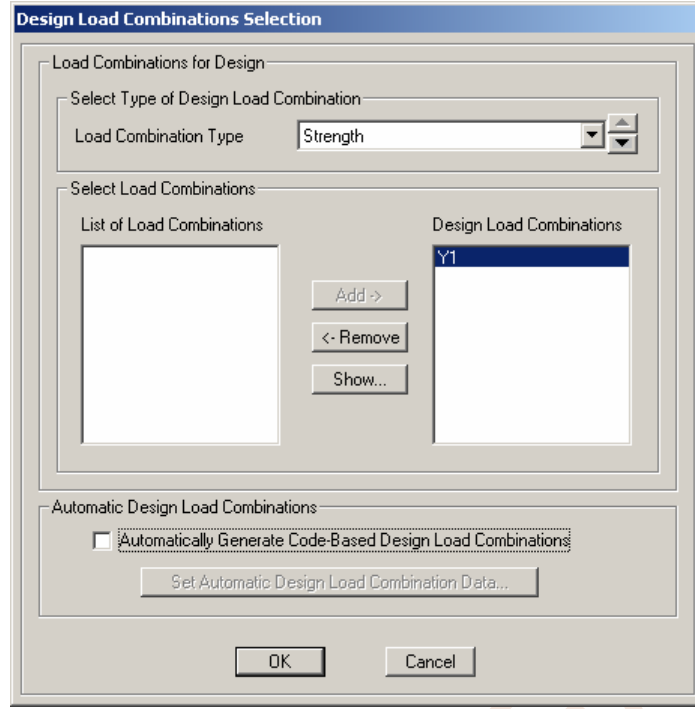
OK

Cancel

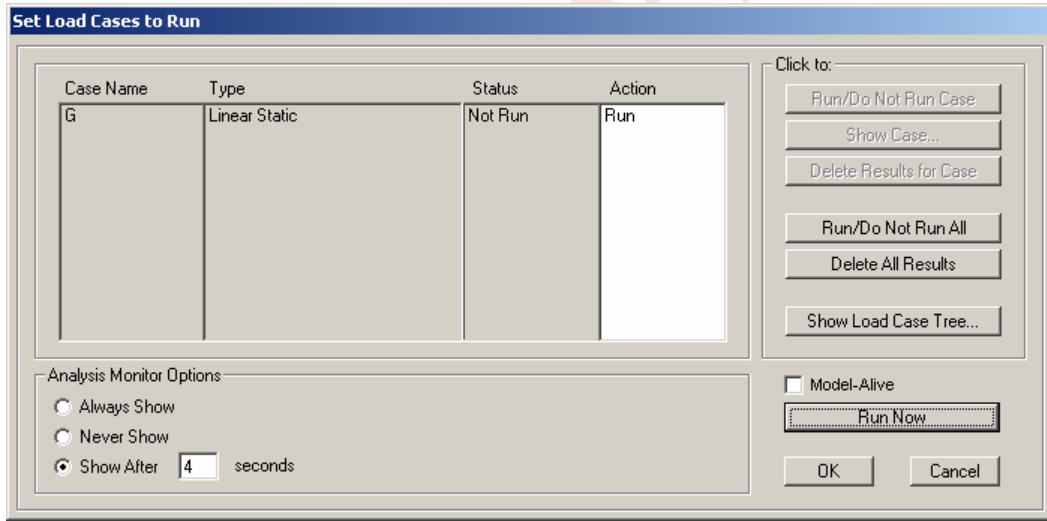
74. **Design** menüsünden **Steel Frame Design** → **View/Revise Preferences** seçeneğine tıklayınız.

75. Ekrana gelen ileti kutusunda,

- **Design Code** (Yönetmelik) bölümünden **AISC-ASD89**'u seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.

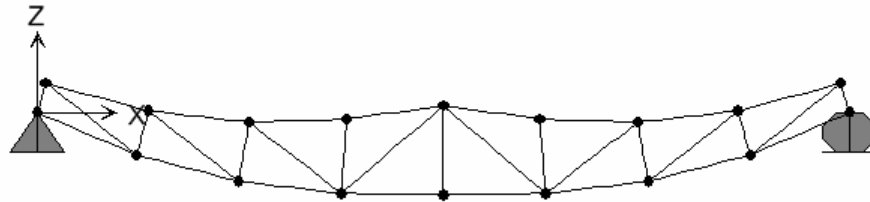


78. **Analyze** menüsünden **Run Analysis** seçeneğine tıklayınız.

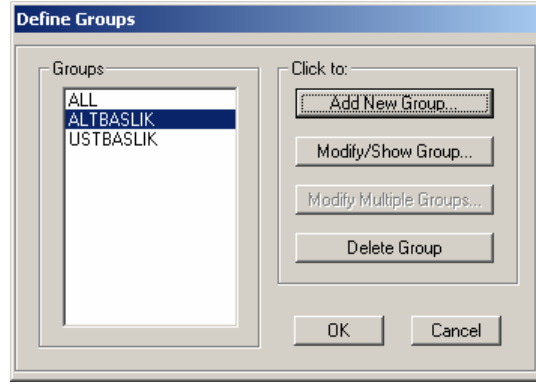


79. Ekrana gelen ileti kutusunda **Run Now** düğmesine basarak hesaplamayı başlatınız.

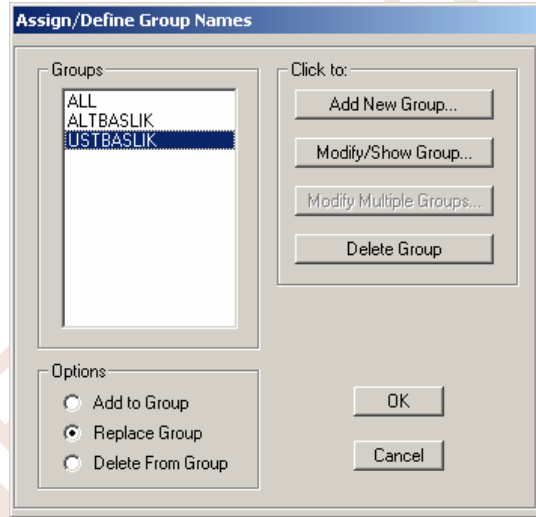
80. Analiz tamamlandığında ekrana **G** yüklemesine ilişkin şekildeğiştirmiş durum görünecektir.



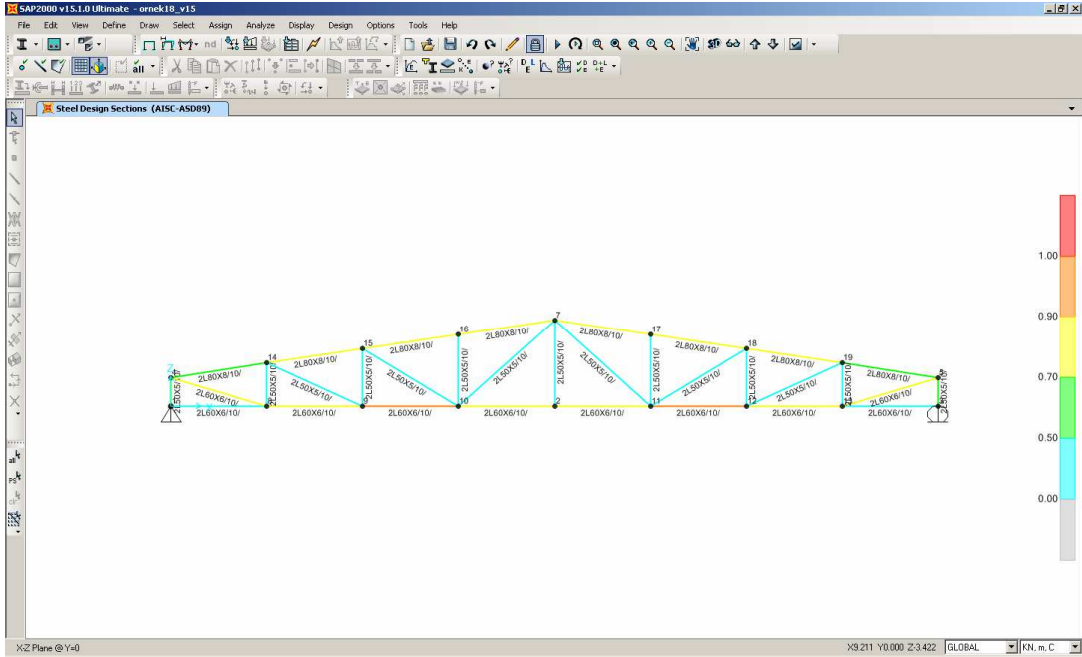
81. Uygulamada başlık çubuklarının kesitlerinin benzer seçilmesi sıklıkla uygulanmaktadır. Bu nedenle üst başlık çubuklarının tamamı için bir kesit ve alt başlık çubuklarının tamamı için



87. Bu işlem ile kullanılacak grup adları tanımlanmış olmaktadır.
88. Klavyede **F4** tuşuna basarak şekildeğiştirmemiş durumu ekrana getiriniz.
89. Üst başlık çubuklarından oluşacak grubu tanımlamak için tüm üst başlık çubuklarını seçili duruma getiriniz (8 adet çubuk).
90. **Assign** menüsünde **Assign to Group...** seçeneğine tıklayınız. Ekrana gelen **Assign/Define Group Names** ileti kutusunda **USTBASLIK** seçeneğine tıklayınız ve **OK** düğmesine basınız.



91. Alt başlık çubuklarından oluşacak grubu tanımlamak için tüm alt başlık çubuklarını seçili duruma getiriniz. (8 adet çubuk)
92. **Assign** menüsünde **Assign to Group...** seçeneğine tıklayınız. Ekrana gelen **Assign/Define Group Names** ileti kutusunda **ALTBASLIK** seçeneğine tıklayınız ve **OK** düğmesine basınız.
93. **Design** menüsünde **Steel Frame Design** bölümünde **Select Design Groups** seçeneğine tıklayınız.



98. Gerilme durumlarının oranı renklerle belirtilmektedir. Kırmızı renk, oranın 1.0'den büyük olduğu diğer bir deyişle  $\sigma > \sigma_{em}$  olan çubukları göstermektedir. Çözülen örnekte böyle bir durum bulunmamaktadır.

99. Ekranın en solundaki **23** numaralı (4 ile 7 düğüm noktaları arasındaki) diyagonal çubuğun üzerinde sağ mouse tuşuyla tıkladığında ekrana boyutlandırma bilgilerinin içeren **Steel Stress Check Information** ileti kutusu gelmektedir.

**Steel Stress Check Information (AISC-ASD89)**

Frame ID: 24      Analysis Section: 2L50x5/10/  
 Design Code: AISC-ASD89      Design Section: 2L60x6/10/

COMBO ID	STATION LOC	STATION RATIO	----MOMENT INTERACTION CHECK----	MAJ-RATIO	MIN-RATIO
Y1	0.00	0.734(T)	= 0.734 + 0.000 + 0.000	0.000	0.000
Y1	1.04	0.734(T)	= 0.734 + 0.000 + 0.000	0.000	0.000
Y1	2.09	0.734(T)	= 0.734 + 0.000 + 0.000	0.000	0.000

Modify/Show Overwrites:       Display Details for Selected Item:       Display Complete Details:

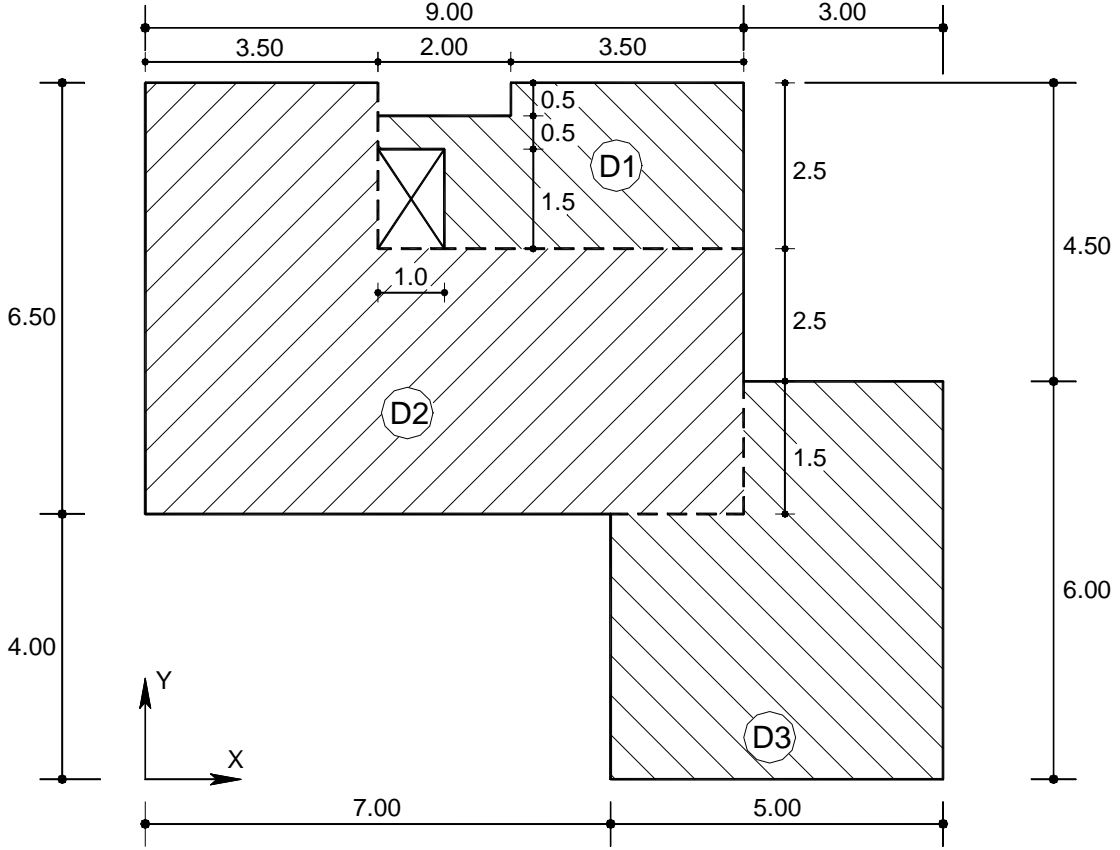
Strength       Deflection                  

Stylesheet: Default

100. Tasarım bilgileri incelendiğinde çubuk kesitinin iç kuvvet hesaplarında (**Analysis Section**) **2L50x5/10/** olarak alındığı bulunan iç kuvvetler altında gerilme kontrolü yapıldığında bu kesitin yetersiz olduğu ve (**Design Section**) **2L60x6/10/** olarak değiştirilmesi durumunda gerilme kontrollerinin sağlandığı görülmektedir. Oran (**RATIO**) bölümündeki değer 1.0'den küçüktür. ( $0.734 < 1.0$ )


101. Ekranın en solundaki **15** numaralı (10 ile 13 düğüm noktaları arasındaki) üst başlık çubuğu üzerinde sağ mouse tuşuyla tıkladığında ekrana boyutlandırma bilgilerinin içeren **Steel Stress Check Information** ileti kutusu gelmektedir.

## ÖRNEK 19: Döşeme Sistemi

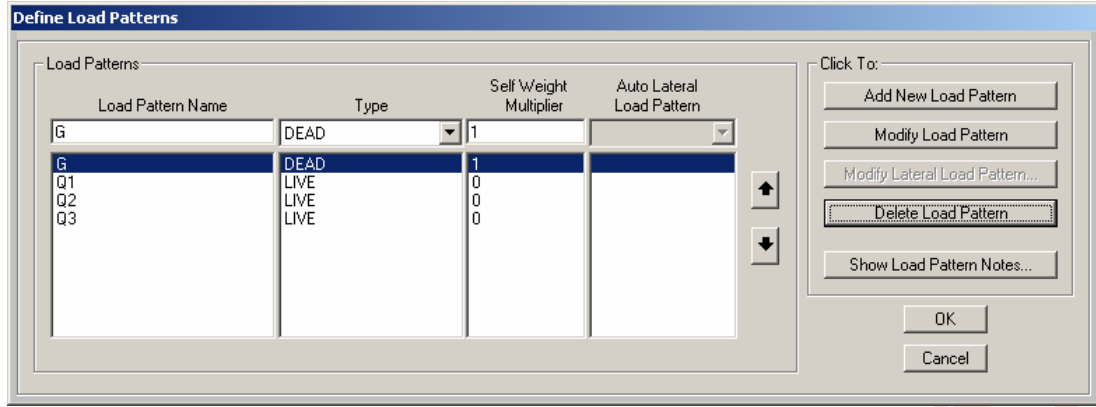


Şekilde verilen döşeme sisteminin çözümü.

### Sistem Modelinin Oluşturulması:

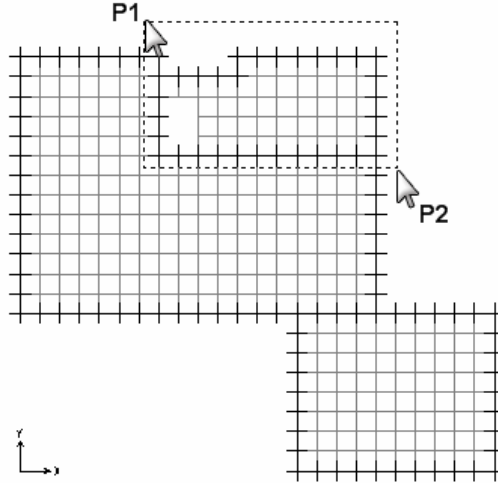
1. SAP2000 programını çalıştırınız ve konum çubuğunun sağındaki  açılır liste kutusundan KN,m,C boyutlarını seçiniz.
2. Üst bölümdeki  **New Model** düğmesine basınız. (**File** menüsünden **New Model...** seçeneğini tıklayarak da aynı işlem gerçekleştirilebilir.) Daha sonra ekrana gelecek olan **New Model** ileti kutusunda **Grid Only** düğmesine basınız.

47. **DEAD** yüklemesinin üzerine tıklayınız ve **Delete Load Pattern** düğmesine basınız.



48. **OK** düğmesine basarak yükleme tanımlama işlemini tamamlayınız.

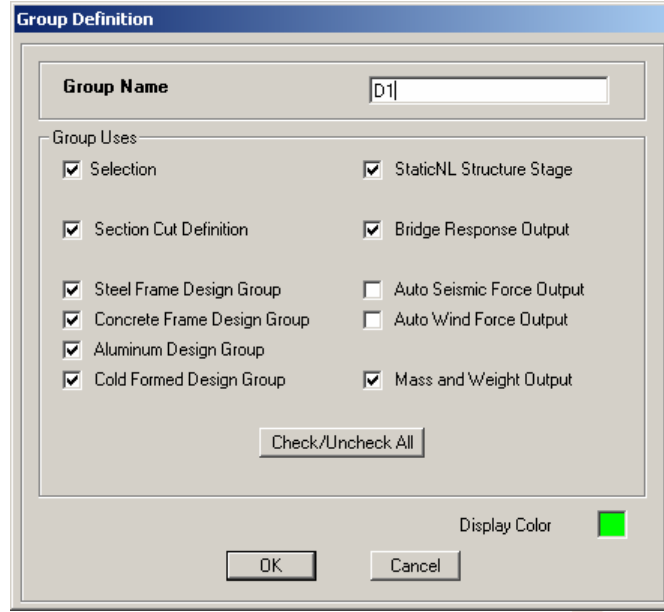
49. P1 ve P2 noktaları ile gösterilen şekle benzer bir biçimde pencere oluşturarak D1 döşemesini oluşturan elemanları seçili duruma getiriniz.



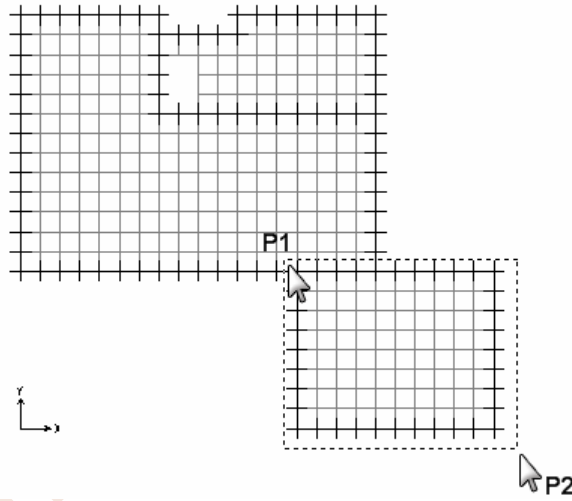
50. Menüde **Assign**→**Assign to Group** seçeneğine tıklayınız. Ekrana gelen ileti kutusunda **Add New Group** düğmesine basınız.

51. Ekrana gelen ileti kutusunda **Group Name** kutucuğuna **D1** yazınız ve **2** kez **OK** düğmesine basınız.






52. P1 ve P2 noktaları ile gösterilen şekle benzer bir biçimde pencere oluşturarak D3 döşemesini oluşturan elemanları seçili duruma getiriniz.

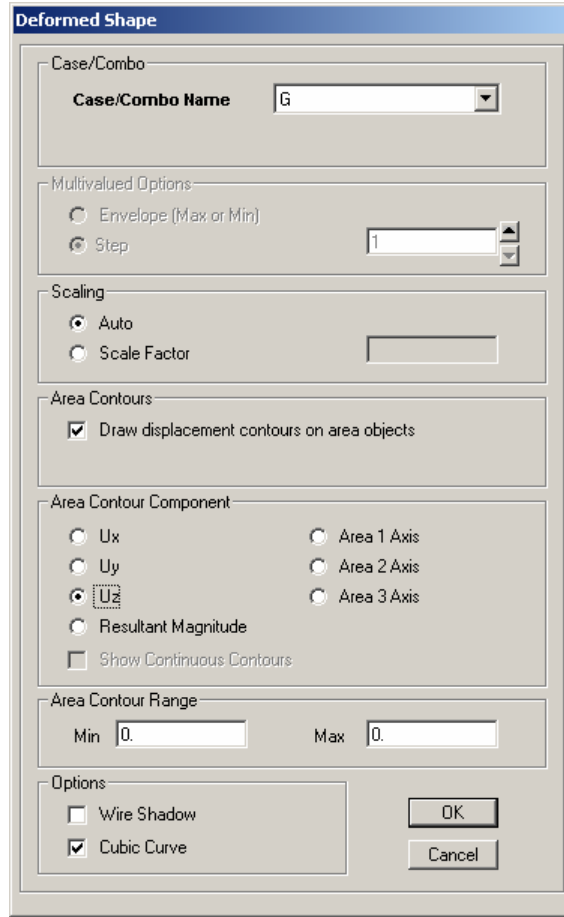



53. Menüde **Assign→Assign to Group** seçeneğine tıklayınız. Ekranı gelen ileti kutusunda **Add New Group** düğmesine basınız.

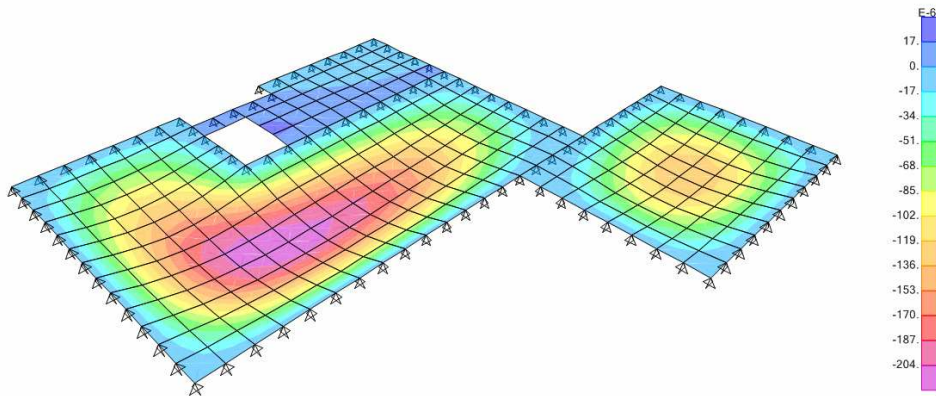
54. Ekranı gelen ileti kutusunda **Group Name** kutucuğuna **D3** yazınız ve **2** kez **OK** düğmesine basınız.



55. Klavyede **Ctrl+A** tuşlarına beraber basarak veya  düğmesine basarak tüm elemanları seçili duruma getiriniz.

56. Menüde **Select→Deselect→Groups...** seçeneğine tıklayınız. Ekranı gelen **Select Groups** ileti kutusunda klavyede **Ctrl** tuşu basılı durumdayken **D1** ve **D3** seçeneklerine tıklayınız ve **OK** düğmesine basınız.

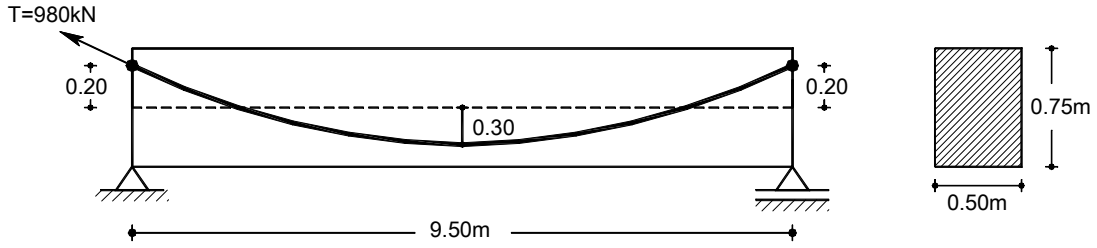


94. Ekran G yüklemesine ait yerdeğiştirmiş şekil renklendirilmiş ölçek olarak getirilecektir.  düğmesine basarak 3 boyutlu görünümü ekrana getiriniz.



95. Ekranın sağ alt bölümünde bulunan   düğmeleri kullanılarak Q1 , Q2 ve Q3 yüklemelerindeki şekildeğiştirmiş durum da ekrana getirilebilir.

## ÖRNEK 20: Ardgermeli Basit Kiriş



Şekilde geometrisi verilen ardgermeli basit kiriş sisteminin çözümü yapılacaktır.

Malzeme özellikleri

Beton elastisite modülü

$$E_c = 32500000 \text{ kN/m}^2$$

Ardgerme kablosu kesit alanı

$$A_s = 970 \text{ mm}^2$$

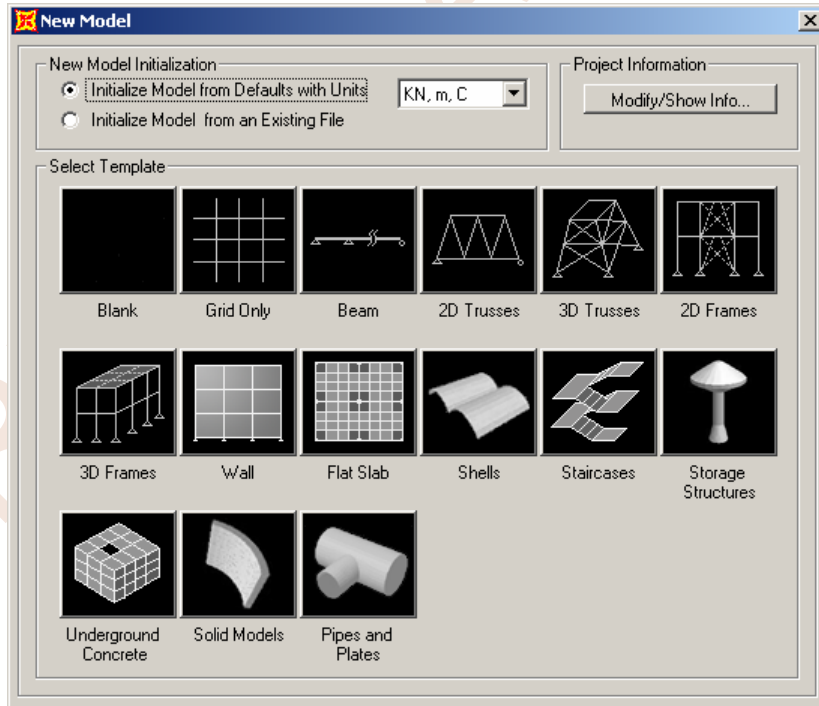
Ardgerme kablosu Elastisite modülü

$$E_s = 2 \times 10^8 \text{ kN/m}^2$$

Kirişe sabit yük olarak  $g = 32 \text{ kN/m}$ , hareketli yük olarak  $q = 23.5 \text{ kN/m}$  yük etkimektedir.

### Sistem Modelinin Oluşturulması:

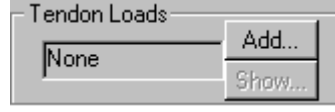
1. SAP2000 programını çalıştırınız ve konum çubuğunun sağ tarafında bulunan ağırlık listesi kutusundan **KN, m, C** boyutlarını seçiniz.
2. Üst bölümdeki **New Model** düğmesine basarak **New Model** ileti kutusunu ekrana getiriniz.
3. Bu ileti kutusunda **Beam** düğmesine basınız.



4. Ekrana gelen ileti kutusunda,
  - **Number of Spans** kutucuğuna **1**
  - **Span length** kutucuğuna **9.5** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.

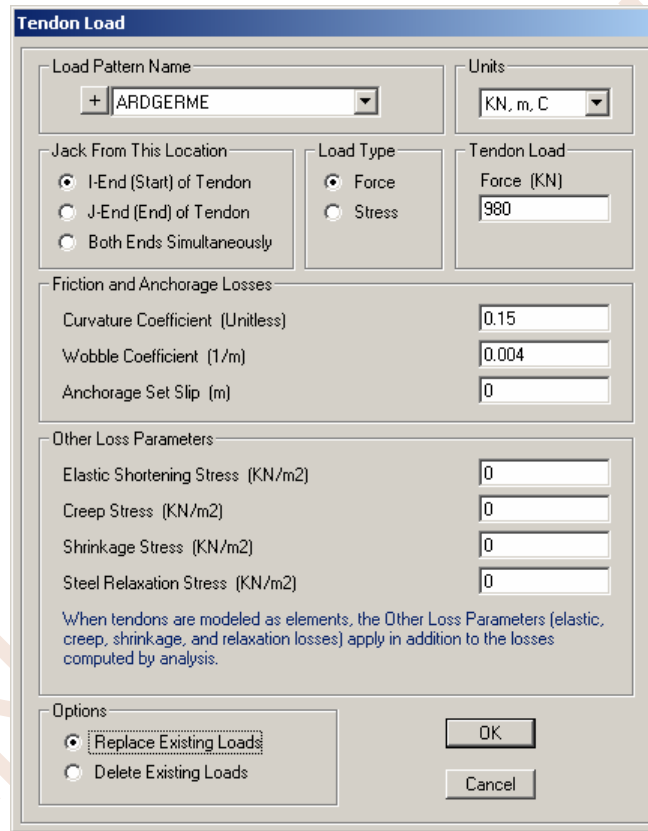
30. **Done** düğmesine basınız.

31. **Tendon Loads** bölümünde **Add** düğmesine basınız.



32. Ekran gelene ileti kutusunda,

- **Load Pattern Name** kutucuğundan **ARDGERME** seçeneğine tıklayınız.
- Yük, kirişin başlangıç noktasına etkidiğinden **Jack From This Location** bölümünde **I-End (Start) of Tendon** kutucuğunu seçiniz ve **Force** yazı kutucuğuna **980** yazınız.
- **Curvature Coefficient** (Eğrilik katsayısı) yazı kutucuğuna **0.15**
- **Wobble Coefficient** (Düzensizlik katsayısı) yazı kutucuğuna **0.004** yazınız.
- Diğer tüm değerleri **0** olarak düzenleyiniz ve **2** kez **OK** düğmesine basınız.



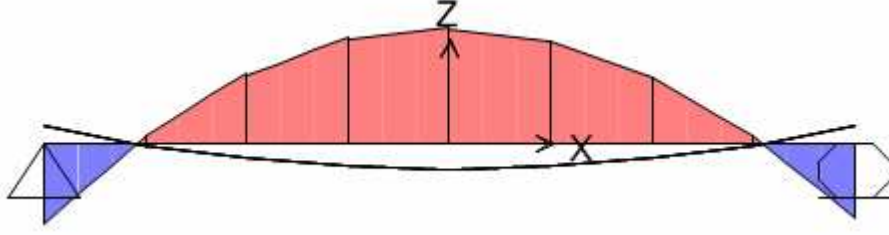
33. Kablo oluşturmayı tamamlamak için klavyede **Esc** düğmesine basınız.

34. Kirişi seçiniz. Çubuk üzerindeki yükleri tanımlamak için üst bölümdeki ana menüden düğmesini tıklayınız. **Frame Distributed Loads** ileti kutusunu ekrana getiriniz.

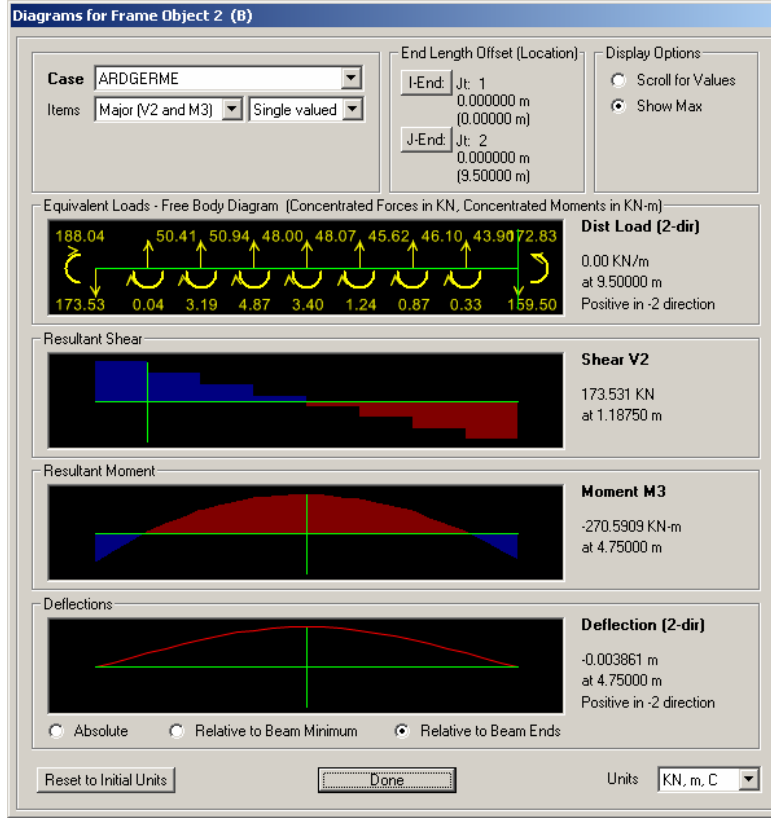


Ekran gelene ileti kutusunun,

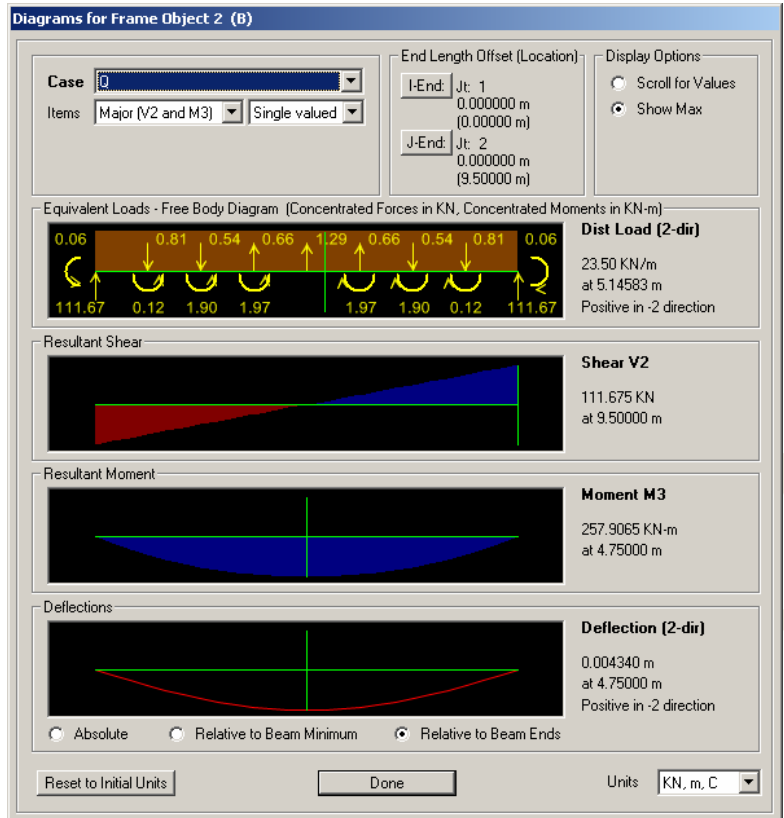
- **Load Pattern Name** bölümündeki ağırlı listeden **G**'yi seçiniz.
- **Uniform Load** bölümündeki yazı kutucuğuna **32** yazıp **OK** düğmesine basınız.



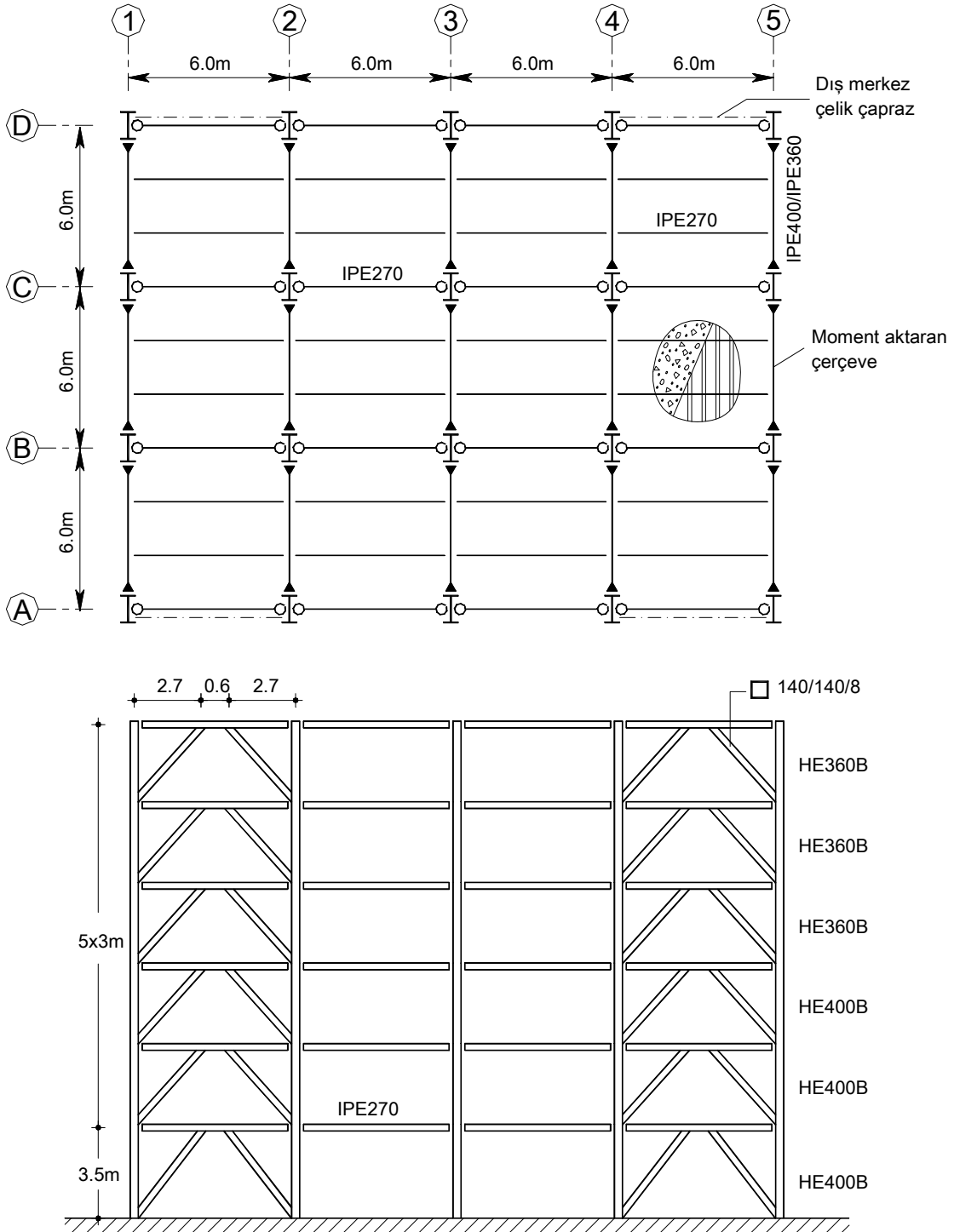
44. Kirişin üzerine sağ mouse tuşuyla tıklayınız. **Show Max** düğmesine basarak iç kuvvetlerin en büyük değerleri diyagram üzerinde incelenebilir.



45. **Case** bölümünden **Q** seçeneğine tıklayınız. Ard germe açıklık momentinin ( $\sim 270\text{kNm}$ ), merteye olarak hareketli yüklemdeki açıklık momenti dolaylarında olduğu ( $\sim 258\text{kNm}$ ) ve zıt yönde olduğu gözönünde bulundurulursa, ardgerme işlemi ile kesitin daha etkin kullanıldığı görülebilir.



## ÖRNEK 21: Dışmerkez Çaprazlı Çelik Yapı Sistemi



Kat kalıp planı ve şematik kesiti şekilde gösterilen 6 katlı çelik yapının, düşey yükler ve eşdeğer yatay deprem yükleri etkisinde çözümü yapılacaktır.

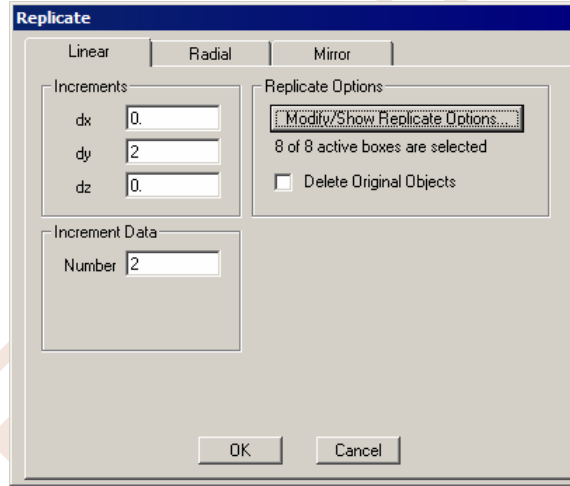
Malzeme: St52  $F_y=360000\text{kN/m}^2$   $F_u=520000\text{kN/m}^2$

Çatı katı döşemesi:  $g=3.8\text{kN/m}^2$  ;  $q=1.0\text{kN/m}^2$

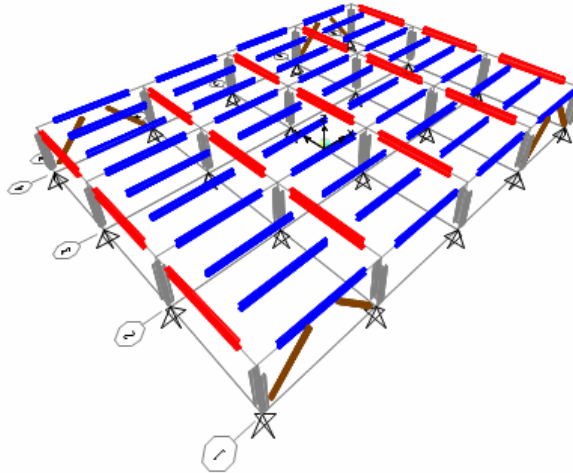
Normal kat döşemesi:  $g=4.1\text{kN/m}^2$  ;  $q=2.0\text{kN/m}^2$  ; Dış duvar yükleri:  $3\text{kN/m}$

Örnek sistem Kaynak [3]'den alınmış bir çelik yapı sistemidir.

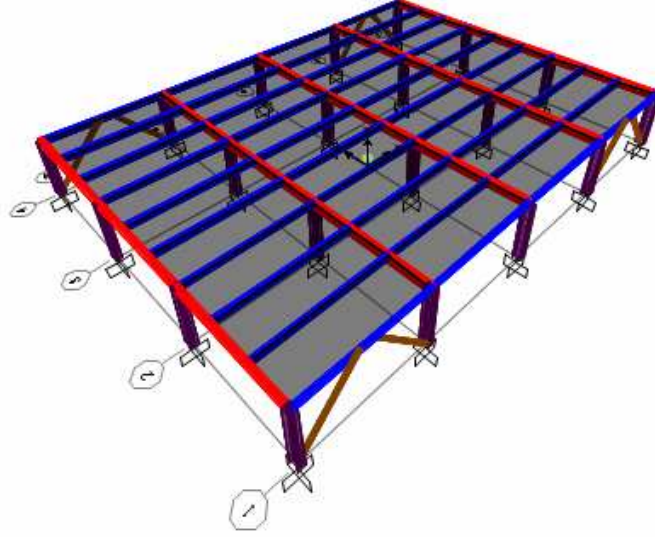
61. Menüde **Edit→Replicate** komutunu seçiniz veya klavyede **Ctrl+R** tuşlarına beraber basınız.
62. Ekrana gelen ileti kutusunda **dx** kutucuğuna **18** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.
63. 1 aksı üzerindeki çapraz çubukları seçiniz.
64. Menüde **Edit→Replicate** komutunu seçiniz veya klavyede **Ctrl+R** tuşlarına beraber basınız.
65. Ekrana gelen ileti kutusunda **dx** kutucuğuna **0**, **dy** kutucuğuna **18** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.
66. **xy** düğmesine basarak plan görünümünü ekrana getiriniz.
67. 1, 2 ve 3 aksları üzerindeki kirişleri seçiniz.
68. Menüde **Edit→Replicate** komutunu seçiniz veya klavyede **Ctrl+R** tuşlarına beraber basınız.
69. Ekrana gelen ileti **dy** kutucuğuna **2**, **Increment Data** bölümünde **Number** kutucuğuna da **2** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.





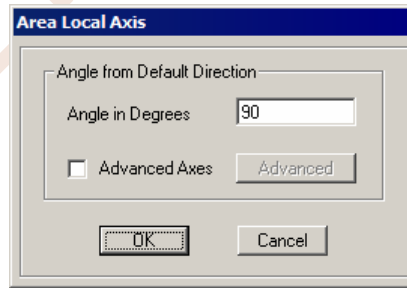
70. Böylece ikincil kirişler oluşturulmuş olmaktadır.



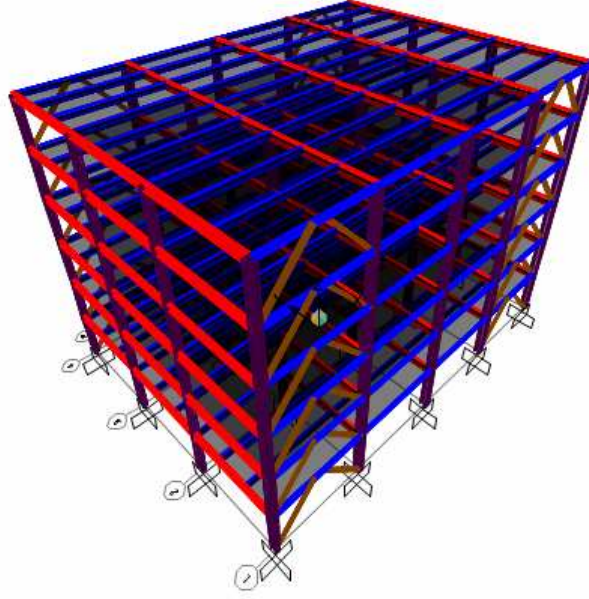




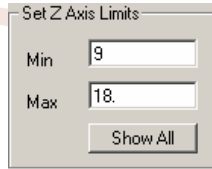
84. Sağ pencereyi aktif duruma getiriniz.  düğmesine basarak Z=3m kotunda plan görünümünü ekrana getiriniz.
85.  düğmesine basarak **Display Options For Active Window** ileti kutusunu ekrana getiriniz.
86. Döşeme elemanın yerel eksenlerini görmek **Areas** bölümünde **Local Axes** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.
87. Planda tüm elemanları seçiniz.
88. Menüde **Assign→Area→Local Axes...** seçeneğine tıklayınız.
89. Ekrana gelen **Area Local Axis** ileti kutusunda **Angle in Degrees** kutucuğuna **90** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.





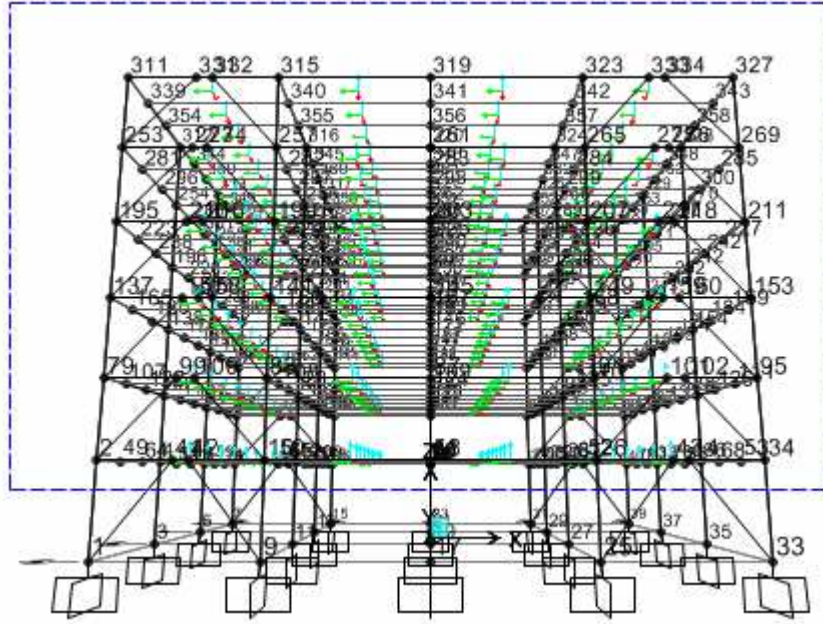
90. Döşeme yerel 1 eksenini söz konusu örnekteki yük aktarım doğrultusu olan Y doğrultusuna paralel duruma getirilmiş olmaktadır.



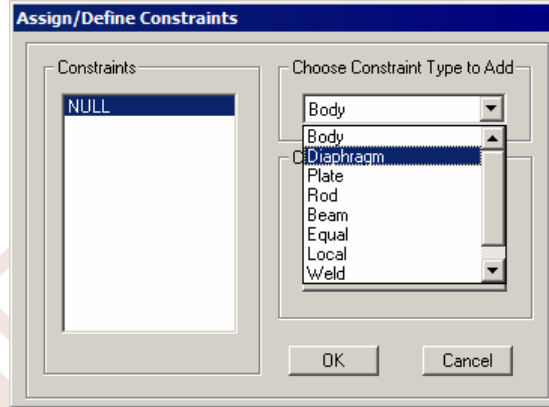
105. Yeni oluşturulan katlardaki farklı özelliklerin düzenlenmesi gerekmektedir. **Select** menüsünde **Select→Properties→Frame Sections** seçeneğini seçiniz.
106. Ekranı gelen ileti kutusunda **HE400B** kesitini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.
107. View menüsünde **Show Selection Only** düğmesine basarak ekranda yalnızca seçili elemanların görünmesini sağlayınız.
108. **View** menüsünde **Set Limits...** komutunu çalıştırınız. Ekranı gelen ileti kutusunda **Set Z Axis Limits** bölümünde **Min** kutucuğuna **9** yazınız ve **OK** düğmesine basınız. Bu işlem ekranda yalnızca üst üç kat kolonlarının görünmesini sağlamaktadır. Hala tüm kolonlar seçili durumdadır.



109. Yalnızca üst üç kat kolonlarının seçimi için önce  düğmesine basarak seçim işlemi kaldırınız, daha sonra sağ penceredeki üst üç kat kolonlarını pencere içine alarak seçiniz.
110. Menüde **Assign→Frame→Frame Sections...** seçeneğini seçiniz veya  düğmesine basınız.
111. Ekranı gelen ileti kutusunda **HE360B** seçeneğini seçiniz ve **OK** düğmesine basınız.
112. **View** menüsünde **Show All** düğmesine basınız.
113. **View** menüsünde **Set Limits...** komutunu çalıştırınız. Ekranı gelen ileti kutusunda **Set Z Axis Limits** bölümünde **Min** kutucuğuna **10** yazınız ve **OK** düğmesine basınız.
114. **Select** menüsünde **Select→Properties→Frame Sections** seçeneğini seçiniz.

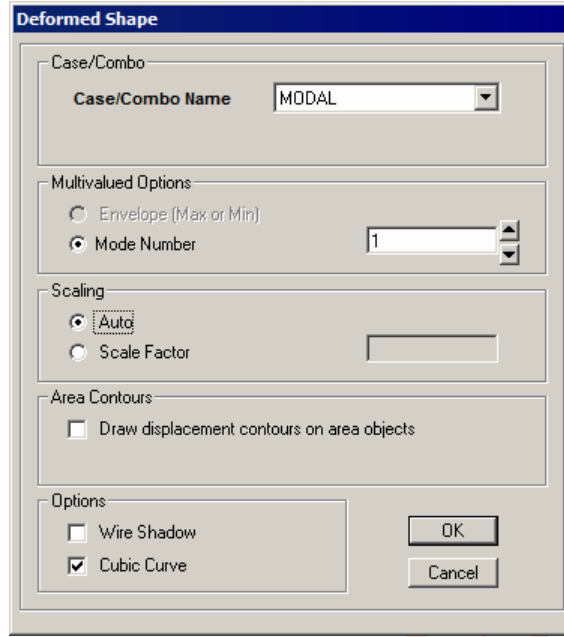


147. **Assign** menüsünden **Joint→Constraints...** komutlarını seçiniz.
148. Ekranı gelen **Assign/Define Constraints** ileti kutusunun **Choose Constraint Type to Add** bölümündeki açılır listeden **Diaphragm** seçeneğini seçiniz ve **Add New Constraint** düğmesine basınız.




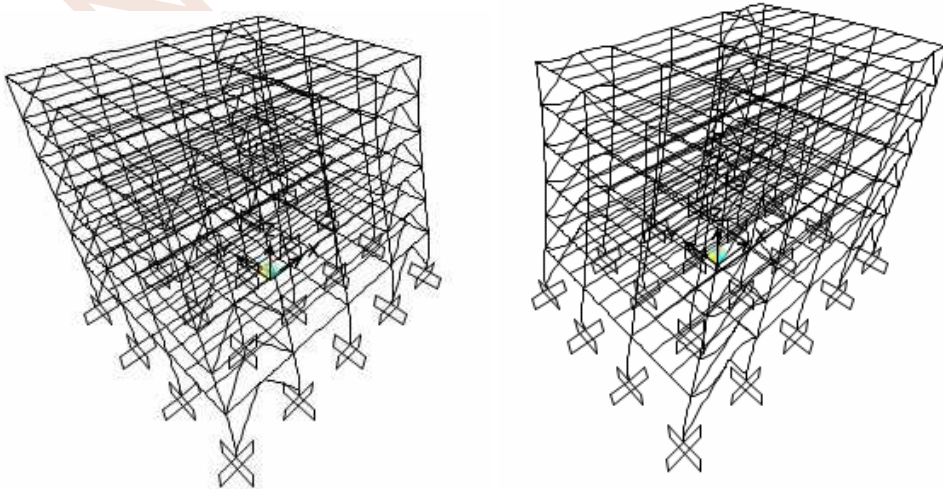
149. Ekranı gelen **Diaphragm Constraint** ileti kutusunun **Constraint Name** yazı kutucuğuna **D** yazınız. **Constraint Axis** bölümündeki **Z Axis** radyo düğmesinin seçili durumda olduğuna dikkat ederek ileti kutusunun altındaki **Assign a different diaphragm constraint to each different selected Z level** (Bu seçenek seçilen düğüm noktalarından aynı Z yüksekliğinde olanların her biri için otomatik yeni bir diyafram tanımlaması oluşturulmasını sağlamaktadır) kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **2** kez **OK** düğmesine basınız.

163. **Mode Number** kutucuğunda **1** değeri varken **OK** düğmesine basınız.



164. Ekranı 1. mod şekli gelecek ve pencerenin başlık bölümünde **Mode 1 Period 1.06427 ; f=0.93961** yazısı okunacaktır. İlgili modun doğrultusunu belirleyebilmek için ekranın sağ alt bölümünde bulunan **Start Animation** düğmesine basarak hareketli görünümü ekrana getiriniz. Görüntü izlendiğinde ilgili modun Y doğrultusunda olduğu belirlenmektedir. Dolayısıyla yapının Y doğrultusundaki 1. doğal titreşim periyodu  $T_{1y} \approx 1.06$  s olarak belirlenmiş olur.

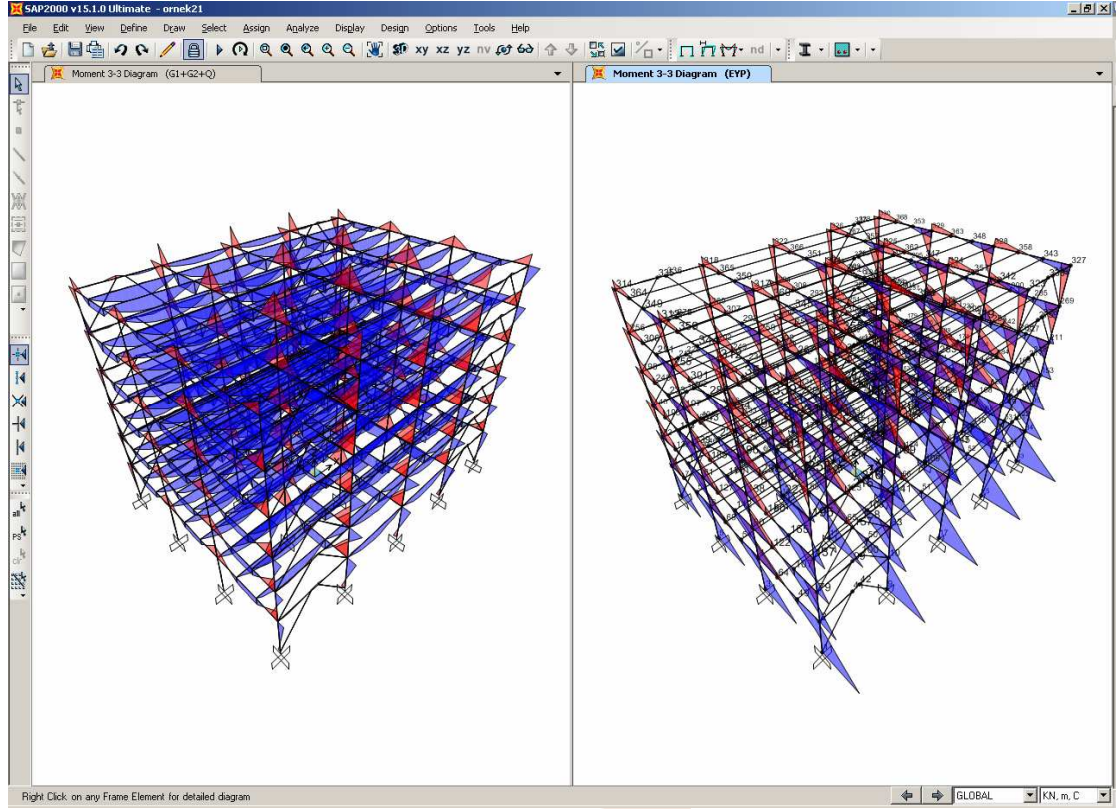
165. Bir sonraki mod şeklini görmek için konum çubuğunun sağ tarafındaki  sonraki modu görüntüleme düğmesine basınız. Bu kez ekranda, 2. mod şekli görüntülenecek ve pencerenin başlık bölümünde **Mode 2 Period 0.7078** yazısı okunacaktır. Bu görüntüden de, 2. modun X yönünde olduğu anlaşılmaktadır. Dolayısıyla yapının X doğrultusundaki 1. doğal titreşim periyodu  $T_{1x} \approx 0.71$  s olarak belirlenmiş olur. Çaprazların bulunduğu doğrultuda yapı daha rijit olduğundan periyot değeri bu doğrultuda daha küçük olarak hesaplanmıştır.



166. Animasyonu durdurmak için **Stop Animation** düğmesine basınız.

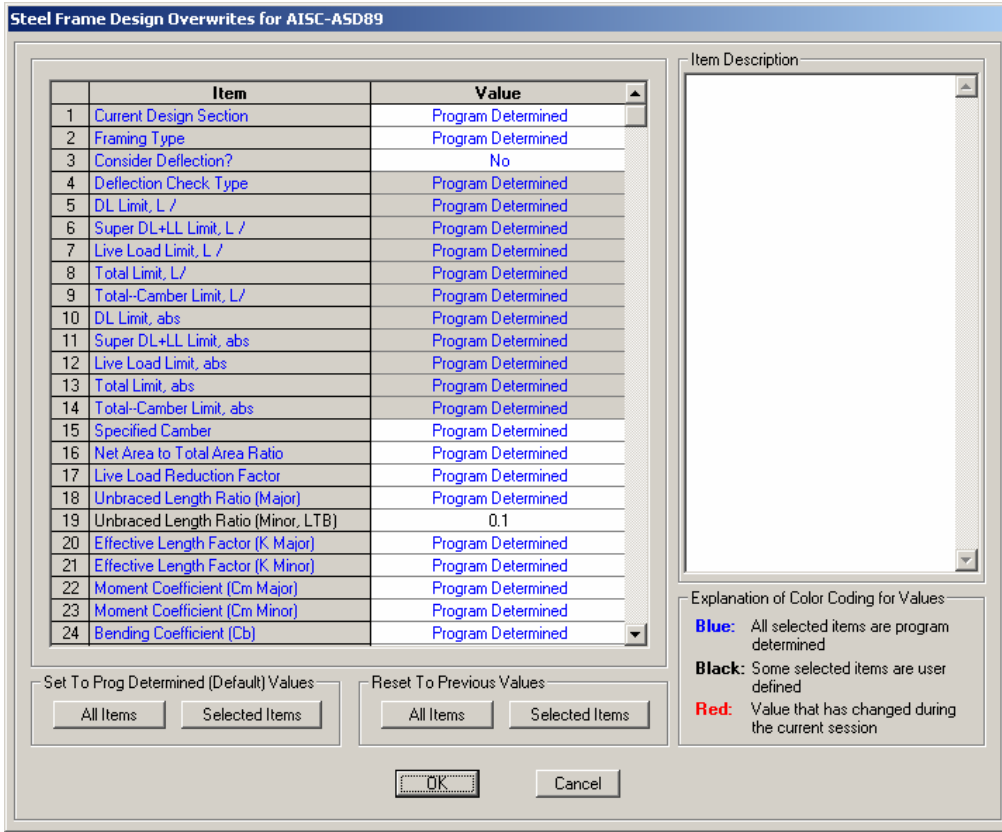




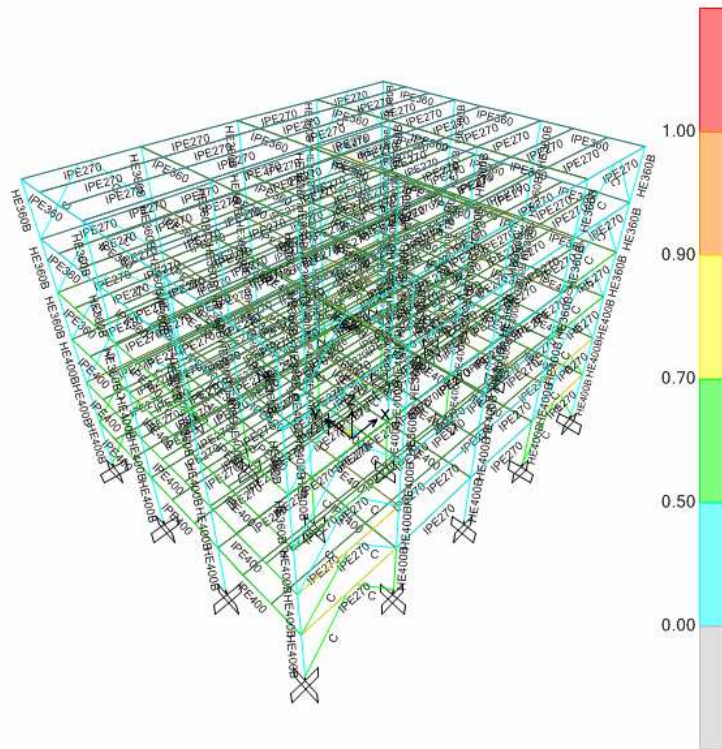


## Boyutlandırma:

219. **Design** menüsünden **Steel Frame Design...→ View/Revise Preferences** seçeneğine tıklayınız.
220. Ekranı gelen ileti kutusunda,
  - **Design Code** (Yönetmelik) bölümünden **AISC-ASD89**'u seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.



227. **Design** menüsünde **Steel Frame Design→Start Design/Check of Structure** seçeneğine tıklayarak boyutlandırmayı yapınız. Gerilme durumlarının oranı renklerle belirtilmektedir. Kırmızı renk, oranın 1.0'den büyük olduğu diğer bir deyişle  $\sigma > \sigma_{em}$  olan çubukları göstermektedir. Çözülen örnekte böyle bir durum bulunmamaktadır. Tüm elemanlarda seçilen kesitlerin yeterli olduğu görülmektedir.



$$V=185.136 \text{ kN}$$

olarak elde edilmiştir. Döşemelerin düzlem içinde şekildeğiştirmelerinin ihmal edilecek kadar küçük olacağı kabulü (Rijit diyafram) ile hesap yapıldığından kirişlerde eksenel kuvvet değeri 0 olarak bulunmaktadır. Normal gerilme kontrolünde bu varsayım hatırlanarak boyutların uygunluğu kontrol edilmelidir.

$$f_b = \frac{M}{S_{Major}} = \frac{62484649}{428889} = 145.69 \text{ N/mm}^2 < 237 \text{ N/mm}^2 = F_b$$

$$f_v = \frac{V}{A_{V_{Major}}} = \frac{185135.9}{1782} = 103.892 \text{ N/mm}^2 < 144 \text{ N/mm}^2 = F_v$$

Steel Stress Check Data AISC-ASD89									
AISC-ASD89 STEEL SECTION CHECK									
Combo		G1+G2+Q+EXN-0.3EYN							
Units		N, mm, C							
Frame	: 21	Design Sect:	IPE270						
X Mid	: -9000.000	Design Type:	Beam						
Y Mid	: -9000.000	Frame Type	Moment Resisting Frame						
Z Mid	: 3500.000	Sect Class	Compact						
Length	: 6000.000	Major Axis	0.000 degrees counterclockwise from local 3						
Loc	: 3300.000	RLLF	: 1.000						
Area	: 4590.000	SMajor	: 428888.889	rMajor	: 112.314	AUMajor	: 1782.000		
IMajor	: 5790000.000	SMInor	: 62222.222	rMinor	: 30.250	AUMInor	: 2295.000		
IMInor	: 420000.000	ZMajor	: 484000.000	E	: 210000.000				
Ixy	: 0.000	ZMinor	: 97000.000	Fy	: 360.000				
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS									
Location		P	M33	M22	U2	U3	T		
3300.000		0.000	-62484649.	0.000	185135.918	0.000	1247.021		
PMM DEMAND/CAPACITY RATIO									
Governing Equation	Total Ratio	P Ratio	MMajor Ratio	MMinor Ratio	Ratio Limit	Status Check			
(BENDING)	0.613	= 0.000	+ 0.613	+ 0.000	0.950	OK			
AXIAL FORCE DESIGN									
Axial	P Force	Fa Stress	Fa Allowable	Ft Allowable					
	0.000	0.000	200.635	216.000					
MOMENT DESIGN									
	M Moment	Fb Stress	Fb Allowable	Fe Allowable	Cm Factor	K Factor	L Factor	Cb Factor	
Major Moment	-62484649.	145.690	237.600	1871.159	1.000	1.000	0.450	2.300	
Minor Moment	0.000	0.000	270.000	2748.568	1.000	1.000	0.100		
SHEAR DESIGN									
	U Force	Fv Stress	Fv Allowable	Stress Ratio	Status Check	Torsion			
Major Shear	185135.918	103.892	144.000	0.721	OK	0.000			
Minor Shear	0.000	0.000	144.000	0.000	OK	0.000			

Bağ kirişin boyunun kontrolü için bağ kirişinin eğilme momenti kapasitesi ve kesme kuvveti kapasitesi belirlenmelidir.

$$M_p = Z_{major} \cdot F_y = 4.84 \cdot 10^{-4} \cdot 360000 = 174.2 \text{ kNm}$$

$$V_p = 0.6 \cdot F_y \cdot A_{V_{major}} = 0.6 \cdot 360000 \cdot 0.001782 = 385 \text{ kN}$$

$$\frac{M_p}{V_p} \leq e \leq 5.0 \frac{M_p}{V_p} \quad \frac{174.2}{385} = 0.45 \text{ m} \leq e = 0.6 \text{ m} \leq 5 \cdot \frac{174.2}{385} = 2.26 \text{ m}$$

Buna göre, seçilen bağ kirişinin boyu uygundur.

Bağ kirişinin tasarım kesme kuvvetinin kontrolü:

$$V_d = 185.136 \text{ kN}$$



$$\frac{N_d}{F_y A} < 0.15 \text{ olduğundan}$$

$$V_d = 185.13 \text{ kN} \leq 385 \text{ kN} = V_p \quad V_d = 185.13 \text{ kN} \leq \frac{2M_p}{e} = \frac{2 \cdot 174.2}{0.60} = 580.6 \text{ kN}$$

koşullarının her ikisi de sağlamaktadır.

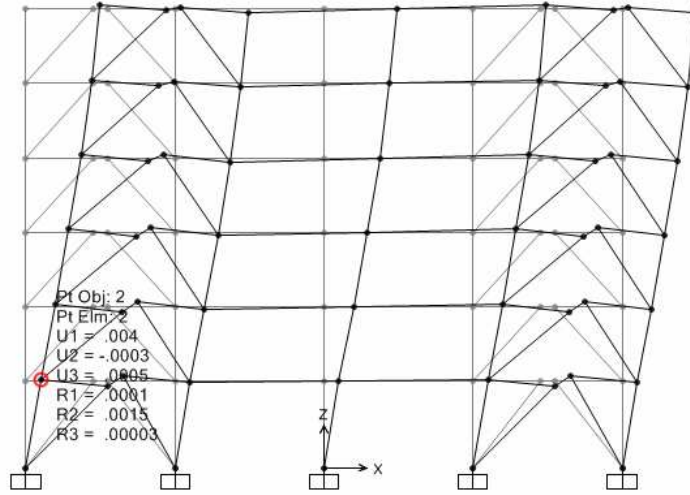
233.  düğmesine basarak 1 aksının düşey görünümünü ekrana getiriniz.

234. **Display** menüsünde **Show Deformed Shape** komutunu seçiniz.

235. Ekrana gelen ileti kutusunda,

- **Case/Combo Name** açılır listesinden **EXN** yüklemesini seçiniz.
- **Options** bölümünde **Wire Shadow** kutucuğunu seçili duruma getiriniz ve **OK** düğmesine basınız.

Joint Displacements			
Joint Object	Joint Element: 2		
	1	2	3
Trans	0.00402	-3.223E-04	4.591E-04
Rotn	9.725E-05	0.00150	2.686E-05



236. Bağ kirişinin dönme açısının kontrolü amacıyla 2 nolu düğüm noktasının üzerine sağ mouse tuşuyla tıklayınız ve ilgili yüklemdeki yatay yerdeğiştirme değerini belirleyiniz. İncelenen bağ kirişinin bulunduğu 1. katın azaltılmış deprem yükleri etkisinde ve X doğrultusunda üst ve alt noktasındaki yerdeğiştirmesi

$$d_i = 0.00402 \text{ m} ; d_{i-1} = 0$$

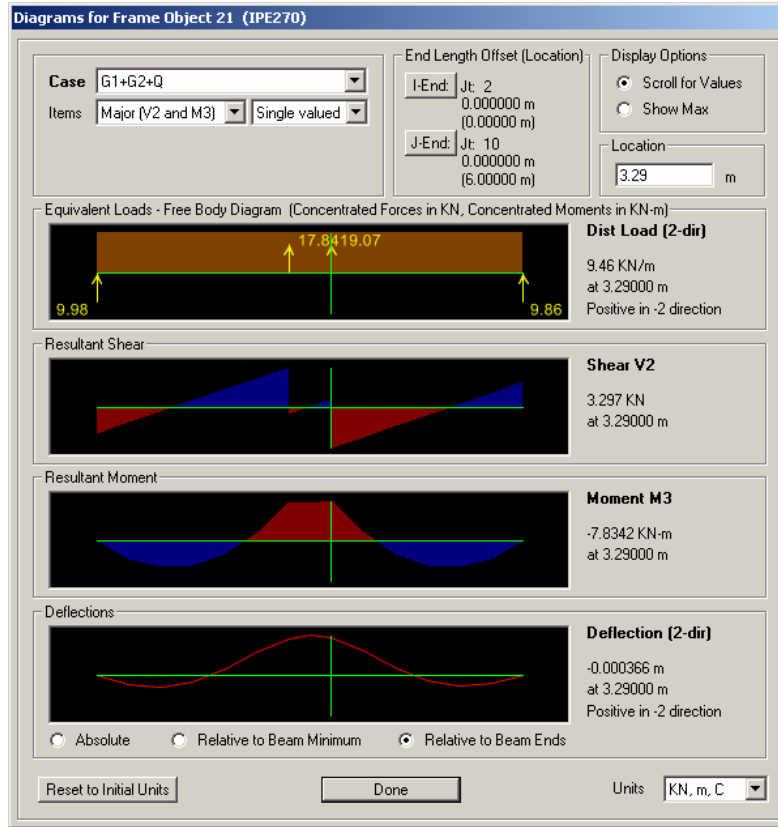
ve azaltılmış görelî kat ötelemesi

$$\Delta_i = 0.00402 \text{ m}$$

olarak belirlenmektedir.

$R=7$ ,  $h_i=3500 \text{ mm}$  değerleri kullanılarak görelî kat ötelemesi açısı

$$\theta_p = R \frac{\Delta_i}{h_i} = 7 \cdot \frac{4.02}{3500} = \frac{\delta_i}{h_i} = 0.00804$$



$$M_d = 53.71 \text{ kNm} \quad V_d = 179 \text{ kN}$$

$$\frac{M_p}{M_d} = \frac{174.2}{53.71} = 3.24 \quad \frac{V_p}{V_d} = \frac{385}{179} = 2.15$$

Tasarım büyütme katsayısı 2.15 olarak belirlenir.

Akma gerilmesi arttırma katsayısı ise yapı çeliğinin sınıfına ve eleman türüne göre belirlenmektedir.

$$D_a = 1.1 \quad (\text{DBYBHY 2007 Tablo 4.1})$$

$$\bar{V}_d = 1.1 \cdot D_a \cdot \frac{V_p}{V_d} \cdot V_e + V_{G+Q} = 1.1 \cdot 1.1 \cdot 2.15 \cdot 19.89 + 15.7 = 67.4 \text{ kN}$$

$\bar{V}_d = 67.4 \text{ kN} \leq 385 \text{ kN} = V_p$  olduğundan kesit kesme kuvveti açısından yeterlidir.

$$\bar{M}_d = 1.1 \cdot D_a \cdot \frac{V_p}{V_d} \cdot M_e + M_{G+Q} = 1.1 \cdot 1.1 \cdot 2.15 \cdot 53.71 + 7.83 = 147.6 \text{ kNm}$$

Eğilme momenti kapasitesi  $174.2 \text{ kNm} > 147.6 \text{ kNm}$  olduğundan kesit eğilme açısından yeterlidir.

Döşemeleri düzlemleri içerisinde sonsuz rijit kabul edilmeyen sistemlerde kat kirişinin bağ kirişi dışında kalan bölümü arttırılmış durumdaki eksenel kuvvet ile eğilme momenti iç kuvvetleri birlikte değerlendirilerek boyutlandırılması yapılmalıdır.

olarak belirlenir. Çapraz elemanlarda gerilme kontrolü

$$\frac{\sigma_{eb}}{\sigma_{bem}} = \frac{N_{G+Q+E}}{\sigma_{bem} \cdot A} = \frac{280.67 \cdot 10^3}{109.5 \cdot 4224} = 0.607 < 1.33 \quad \text{şeklinde}$$

sağlanmaktadır.

Çaprazlar bağ kirişinin plastikleşmesine neden olan yüklemenin  $1.25D_a$  katından oluşan iç kuvvetlere göre boyutlandırılmalıdır.

Bağ kirişi, tasarım büyütme katsayısının  $\frac{V_p}{V_d} = \frac{385}{179} = 2.15$  değerinde plastikleştiğinden dolayı

çapraz elemanların tasarımında esas alınacak aksenal basınç kuvveti

$$\bar{N}_p \cong 1.25 \times 1.1 \times \frac{V_p}{V_d} \times N_E + N_{G+Q} = 1.25 \cdot 1.1 \cdot 2.15 \cdot 251.2 + 25.58 = 768.2 \text{ kN}$$

olarak hesaplanır. Kapasite kontrolü ise

$$\frac{\sigma_{eb}}{1.7\sigma_{bem}} = \frac{768.2 \cdot 10^3}{4224 \cdot 1.7 \cdot 109.5} = 0.98 < 1$$

şeklinde sağlanır. Bu bölümde bazı elemanlar için kesit ve eleman kontrollerinden örnekler özet olarak verilmiştir. Kesit ve eleman boyutlarının kontrolünün tamamlanması için daha ayrıntılı hesaplamaların yapılması gerekmektedir. Yazarlar bu konu için Kaynak [2] ve [3]'ün incelenmesini önermektedir.

## KAYNAKLAR:

1. TS500 Betonarme Yapıların Tasarım Ve Yapım Kuralları Şubat 2000, Türk Standardları Enstitüsü
2. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı
3. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik Açıklamalar ve Örnekler Kitabı N. Aydinoğlu, Z. Celep, E. Özer, H. Sucuoğlu, 2009.
4. TS648 Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, Türk Standardları Enstitüsü, 1980.
5. Building Support Structures Analysis and Design with SAP2000 Software, W. Schueller, Computer and Structures, Berkeley, USA, 2008.
6. Betonarme Yapılar, Z. Celep, 2009, İstanbul
7. Seismic and Wind Design of Concrete Buildings, S. K. Ghosh, D. A. Fanella, ICC, 2004.
8. Seismic Design using Structural Dynamics, S. K. Ghosh, J. Kim, ICC, 2009.
9. Concrete Frame Design Manual Turkish TS 500-2000 with Turkish Seismic Code 2007 For SAP2000, CSI, 2011.
10. CSI Analysis Reference Manual For SAP2000, ETABS, SAFE and CsiBridge, CSI, 2011.

# DİZİN

## A

Active Window 78, 94, 184, 214, 261, 464, 466, 469, 470, 479, 482, 484  
Add Copy Of Property.....59, 92, 106, 118, 157, 182, 199, 251  
Add New Property ..... 35, 381  
Additional Ecc. Ratio.... 274, 275, 276, 488, 489  
AISC-ASD89 ..... 414, 495  
Analysis Model ..... 269  
Analyze 14, 18, 33, 44, 54, 70, 78, 82, 96, 110, 131, 147, 165, 170, 191, 356, 387  
Angle ..... 464  
Apply At Center Of Mass ..... 489  
Ardgerme ..... 445  
Area Loads ..... 317  
Area Section ..... 10  
Area Springs.....23, 265, 331  
Assembled Joint Masses ..... 269  
Assign Frame Sections..... 38, 63, 94, 145, 158, 183, 203, 255, 347, 450  
Auto Select..... 406  
Autocad ..... 1, 134, 135  
Available Dofs..... 33, 55, 387  
Axial Force ..... 45, 83, 132, 149, 150, 172

## B

Beam/Column Capacity Ratio .....286

## C

Circle Section..... 383  
Coeff Of Thermal Expansion.....34, 56, 76, 89, 104, 156, 195, 196, 246, 247, 295, 310, 325, 341, 366, 377, 378, 404, 425, 446, 447, 460  
Component Type ..... 319  
Concrete ..... 286  
Concrete Reinforcement ..... 383  
Concrete Summary Data..... 286  
Confinement Bars198, 200, 248, 250, 381, 382, 384  
Cross Section..... 72  
Curvature Coefficient..... 452

## D

Deprem ..... 484  
Design Output..... 286  
Display9, 14, 19, 31, 38, 46, 49, 69, 73, 78, 83, 84, 85, 94, 97, 103, 104, 108, 109, 112, 114, 119, 122, 132, 133, 141, 149, 150, 151, 152, 158, 161, 304, 337, 346, 424, 431, 454, 464, 466, 469, 470, 479, 482, 484, 485, 494, 502  
Display Design Info ..... 285  
Display Options .... 46, 73, 78, 84, 94, 141, 158, 160, 161, 178, 183, 184, 188, 214, 255, 261, 296, 302, 386, 396  
Distribution ..... 472  
Divide Areas ..... 327  
Double Angle ..... 404  
Döşeme175, 192, 242, 310, 422, 425, 443, 470  
Draw Frame Element ..... 24, 31, 77  
Düğmeler ..... 18

## E

Edit Areas..... 327  
Edit Menüsü.....8  
Etkin Kütle ..... 174  
Excel.49, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 271, 337, 338, 339, 485  
Extrude ..... 464

## F

Force Global ...42, 69, 121, 146, 160, 226, 332, 350, 351, 352, 390  
Frame Distributed Loads ..... 41  
Frequencies ..... 173  
Functions..... 11, 15, 23, 166

## G

General ..... 90  
General Section..... 91, 92  
Generate Code-Based Design Load  
Combinations ..... 236, 281, 395, 415  
GLOBAL.....2  
Glue To Grid Lines..... 52, 164, 180, 213  
Gravity ..... 471  
Grid ..... 3  
Grid Spacing ..... 115

## I

Import New Property ..... 404  
Interaction..... 284

**J**

Joint Restraints ..... 32, 33, 53, 54, 55, 78, 103,  
104, 129, 146, 164, 190, 194, 264, 301, 315,  
316, 317, 330, 352, 372, 387, 388

**K**

Kabuk ..... 362  
Kartezyen ..... 2  
Koordinat  
Kartezyen ..... 2  
Silindirik ..... 2  
Kütle..... 10, 23, 218, 272

**L**

Length Offset ..... 393  
Length Type ..... 93  
Load Cases 11, 14, 23, 43, 67, 82, 96, 110, 130,  
147, 165, 168, 173, 191, 221, 235, 266, 292,  
348, 360, 390  
Load Combinations 11, 169, 230, 231, 236, 278,  
281, 353, 354, 390, 395, 413  
Local Axes ..... 464  
Longitudinal Bars ..... 198, 248, 381

**M**

Malzeme Özellikleri ..... 33  
Mass Source ..... 266, 481  
Material Property Data 34, 55, 76, 89, 104, 116,  
138, 156, 181, 195, 196, 245, 246, 295, 309,  
325, 341, 366, 377, 378, 379, 404, 425, 446,  
460  
Member Force Diagram ..... 319  
Member Force Diagram For Frames ..... 72  
Menü ..... 6  
Analyze ..... 14  
Assign ..... 13  
Define ..... 10  
Draw ..... 11  
Edit ..... 8  
File ..... 6  
Help ..... 17  
Options ..... 16  
Select ..... 12  
Tools ..... 17  
View ..... 9  
Mesh ..... 327  
Mesnet..32, 33, 53, 54, 78, 103, 129, 146, 159,  
190, 194, 315, 352, 372, 386, 387  
Modal Participating Mass Ratios ..... 174  
Modal Periods ..... 173  
Model Information ..... 172  
Modify Lateral Load Pattern ..... 488  
Moment Of Inertia ..... 92  
Move ..... 477

**N**

New Model 7, 18, 27, 50, 74, 87, 100, 102, 115,  
154, 176, 193, 243, 294, 307, 323, 340, 362,  
375, 402, 422, 445, 458  
Nonprismatic ..... 92

**O**

One-Way ..... 478  
Output Stations ..... 22, 43, 81

**P**

Partial Fixity ..... 465  
Periods ..... 173  
Perspective Toggle 19, 112, 141, 143, 144, 186  
Plane Frame ..... 33, 54, 78, 387

**Q**

Quick Draw Frame 12, 19, 24, 31, 77, 176, 296,  
385, 407  
Quick Material Definition ..... 34, 75

**R**

Rebar ..196, 198, 240, 246, 249, 285, 378, 379,  
381, 400  
Reinforcement To Be Checked ..... 250  
Reinforcement To Be Designed ..... 250  
Releases ..... 22, 66, 129, 145, 412, 465, 467  
Releases/Partial Fixity ..... 22, 66, 129, 145  
Replicate 1, 8, 21, 24, 115, 122, 123, 126, 128,  
155, 161, 175, 177, 178, 194, 209, 300, 369,  
371, 459, 466, 467, 468, 474  
Response Spectrum ..... 15, 23, 166, 167, 168  
Resultant Forces ..... 319

## S

S2k Text File .....	276
SAFE.....	292
Section Designer .....	1, 342, 343
Section Properties .....	35
Set Analysis Options ....	14, 33, 54, 78, 165, 387
Set Default 3D View .....	38
Set Display Options ..	9, 19, 30, 31, 37, 38, 103, 104, 108, 109, 119, 122, 311, 316, 327, 329, 355, 356, 365, 371
Set Limits .....	475
Set Z Axis Limits .....	475
Show Deformed Shape .....	502
Show Tables	15, 47, 84, 97, 114, 132, 151, 172, 187, 234, 286, 401, 485
Show Undeformed Shape	14, 19, 38, 41, 42, 63, 69, 95, 158, 161, 203, 209, 255, 260, 332, 347, 390, 393, 396
Show Values On Diagram ..	45, 70, 83, 97, 112, 132, 149, 357
Shrink .....	464
Shrink Objects .....	38, 39, 64, 65, 202, 386
Spektrum Analiz .....	172
Spherical Dome .....	363
Steel Frame Design	15, 19, 414, 415, 417, 418, 419

## T

Tee.....	35
Tendon .....	449
Trapez Yük.....	81

## U

Uniform (Shell) .....	317
Uniform Load ...	40, 41, 42, 68, 79, 80, 95, 109, 184, 185, 186, 204, 205, 206, 212, 257, 318, 372, 388, 389
Uniform To Frame (Shell).....	471, 477

## V

View By Colors Of.....	38, 39, 64, 65, 202, 386
------------------------	--------------------------

## W

Wire Shadow .....	502
Wobble Coefficient .....	452

## Y

Yapı	33, 55, 127, 175, 204, 209, 221, 256, 266, 272, 316, 378, 388, 457, 483, 504, 506
Yerel Eksen.....	2

## Z

Zemin Gerilmesi .....	289, 335, 338, 339
-----------------------	--------------------